



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**ARAÇLAR İÇİN CAN VERİ YOLU İZLEME
SİSTEMİNİN TASARIMI**

Muhammed Ali ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi

**ARAÇLAR İÇİN CAN VERİ YOLU İZLEME
SİSTEMİNİN TASARIMI**

Muhammed Ali ŞAHİN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARAÇLAR İÇİN CAN VERİ YOLU İZLEME SİSTEMİNİN TASARIMI

Muhammed Ali ŞAHİN
0000-0003-3084-9550

Dr. Öğr. Üyesi Barış ERKUŞ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARAÇLAR İÇİN CAN VERİ YOLU İZLEME SİSTEMİNİN TASARIMI

Muhammed Ali ŞAHİN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Barış ERKUŞ

Bu çalışmada ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 Kbaud) veri hattına sahip bir araç üzerinde farklı OBD-II servisleri kullanılarak tanı koyma işlemlerinin gerçekleştirilebileceği sistemlere ilişkin iki farklı tasarım ele alınmıştır.

Tanı koyma işlemlerinde ELM327 ve SeedStudio CAN BUS Shield destekli ATmega328P tabanlı bir mikrodenetleyici kartı olan Arduino UNO R3 kullanılmıştır. ELM327 ile bilgisayar arasındaki veri alışverişi Termite isimli bir seri haberleşme arayüz programı vasıtası ile gerçekleştirilirken, C programlama dilinde yazılmış ve Arduino UNO R3'e gömülen program, Arduino IDE derleyicisi vasıtası ile oluşturulmuştur.

Test aracının içten yanmalı motor ve transmisyon elektronik kontrol ünitelerine, veri hattı üzerinden erişilerek, desteklenen tüm OBD-II servisleri işletilmiş ve bu servisler ile ilişkili gerekli çözümlenmeler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: OBD-II, ISO 15765-4 CAN, tanı koyma

2022, ix + 117 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN OF CAN BUS MONITORING SYSTEM FOR VEHICLES

Muhammed Ali ŞAHİN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Automotive Engineering

Supervisor: Dr. Barış ERKUŞ

In this study, two different designs for systems where diagnosis processes can be performed using various OBD-II services on a vehicle with ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 Kbaud) data line are discussed.

Arduino UNO R3, an ATmega328P-based microcontroller board with ELM327 and SeedStudio CAN BUS Shield support, was used for diagnosis. While the data exchange between the ELM327 and the computer was carried out through a serial communication interface program called Termite, the program written in C programming language and embedded in Arduino UNO R3 was created through the Arduino IDE compiler.

By accessing the internal combustion engine and transmission electronic control units of the test vehicle over the data line, all supported OBD-II services were operated, and necessary analyzes related to these services were carried out.

Key words: OBD-II, ISO 15765-4 CAN, diagnosis

2022, ix + 117 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve çalışmalarım boyunca yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Sn. Dr. Öğr. Üyesi Barış ERKUŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca beni hep destekleyen, maddi ve manevi yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca beni her zaman destekleyen Ayőe AKGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Muhammed Ali ŞAHİN
03/02/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Araç Tanı Koyma İşlemine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	6
3.1. OBD Tarihçesi.....	6
3.1.1. OBD-I düzenlemeleri.....	6
3.1.2. OBD-II düzenlemeleri.....	7
3.1.3. EOBD düzenlemeleri.....	8
3.2. OBD Standardı ve Bağlantı Yapısı.....	8
3.2.1. OBD standardı.....	9
3.2.2. OBD bağlantı yapısı.....	10
3.3. CAN-BUS Mesaj Yapısı.....	11
3.3.1. Temel çerçeve yapısı.....	11
3.3.2. Genişletilmiş çerçeve yapısı.....	12
3.4. CAN-BUS Bit Süresi.....	14
3.5. Çalışmada Kullanılan Aracın Özellikleri.....	15
3.6. OBD-II Teknik Gereksinimleri.....	16
3.7. OBD-II Servislerinde Kullanılan Tanımlayıcılar.....	16
3.7.1. Desteklenen ve desteklenmeyen PID/OBDMID/TID/INFOTYPE tanımı.....	17
3.7.2. PID tanımı.....	18
3.7.3. OBDMID tanımı.....	19
3.7.4. Unit and Scaling ID tanımı.....	23
3.7.5. Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID tanımı.....	24
3.7.6. InfoType tanımı.....	25
3.7.7. TID tanımı.....	26
3.8. Diyagnostik Servislerin Tanımı.....	26
3.8.1. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$01.....	27
3.8.2. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$02.....	28
3.8.3. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$03.....	31
3.8.4. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$04.....	33
3.8.5. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$05.....	35
3.8.6. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$06.....	35
3.8.7. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$07.....	38
3.8.8. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$08.....	40
3.8.9. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$09.....	42
3.8.10. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$0A.....	44
3.9. ELM327 Diyagnostik Cihazı.....	46
3.9.1. ELM327 diyagnostik cihazında kullanılan seri haberleşme programı.....	48
3.10. Arduino UNO R3 ve CAN BUS Shield Cihazı.....	49
3.10.1. Arduino cihazına gömülen diyagnostik programın algoritması.....	50

3.10.2. Arduino cihazına gömülen örnek bir diyagnostik programın parçası	51
3.11. Yapılan Testler	53
4. BULGULAR	54
4.1. Program Komutlarının Çözümlemesi	54
4.1.1. Servis \$01 çözümlemesi.....	55
4.1.2. Servis \$02 çözümlemesi.....	88
4.1.3. Servis \$03 çözümlemesi.....	89
4.1.4. Servis \$04 çözümlemesi.....	90
4.1.5. Servis \$05 çözümlemesi.....	91
4.1.6. Servis \$06 çözümlemesi.....	91
4.1.7. Servis \$07 çözümlemesi.....	102
4.1.8. Servis \$08 çözümlemesi.....	103
4.1.9. Servis \$09 çözümlemesi.....	103
4.1.10. Servis \$0A çözümlemesi.....	113
5.TARTIŞMA ve SONUÇ	114
KAYNAKLAR	115
ÖZGEÇMİŞ	117

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
A	Amper
°	Derece
ms	Mikro Saniye
mA	Mili Amper
mV	Mili Volt
Ω	Ohm
s	Saniye
°C	Santigrat Derece
V	Volt
%	Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
ABS	Anti-lock Braking System – Kitlenme Karşıtı Fren Sistemi
ASCII	American Standart Code for Information Interchange – Bilgi Değişimi için Amerikan Standart Kod
CAN	Controllor Area Network – Kontrol Alan Ağı
DLC	Data Length Code – Veri Uzunluk Kodu
DTC	Diagnostic Trouble Code – Arıza Teşhis Kodu
ECU	Electronic Control Unit – Elektronik Kontrol Ünitesi
EOBD	European On-Board Diagnostics – Avrupa Yerleşik Tanı Koyma
ESP	Electronic Stability Program – Elektronik Denge Programı
IAT	Intake Air Temperature – Emme Hava Sıcaklığı
ID	Identifier – Tanımlayıcı
ISO	International Organization for Standardization – Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu
MAF	Mass Air Flow – Kütle Hava Akışı
MAP	Manifold Absolute Pressure – Manifold Mutlak Basıncı
MIL	Malfunction Indicator Lamp – Arıza Gösterge Lambası
NRC	Negative Response Code – Negatif Yanıt Kodu
OBD	On-Board Diagnostics – Yerleşik Tanı Koyma
OBDMID	On-Board Diagnostic Monitor ID – Yerleşik Tanı Koyma İzleme Kimliği
PID	Parameter Identification – Parametre Kimliği
RPM	Revolutions per minute – Dakikadaki devir sayısı
SAE	Society of Automotive Engineers – Otomotiv Mühendisleri Topluluğu
TCM	Transmission Control Modul – Şanzıman Kontrol Modülü
TID	Test Identification – Test Kimliği
VIN	Vehicle Identification Number – Araç Kimliği Numarası

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. OBD tarihinin gelişimi.....	9
Şekil 3.2. 16 pinli OBD-II konektörü	10
Şekil 3.3. CAN 2.0A temel çerçeve yapısı.....	11
Şekil 3.4. CAN 2.0B genişletilmiş çerçeve yapısı	13
Şekil 3.5. CAN-BUS protokolünün bit süresi.....	14
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan araca ait bağlantı yapıları	15
Şekil 3.7. Oksijen sensörlerinin araç üzerindeki yerleşimleri.....	36
Şekil 3.8. ELM327 diyagnostik cihazının bağlantı diyagramı.....	46
Şekil 3.9. Kablolu ve kablosuz ELM327 cihazı.....	47
Şekil 3.10. ELM327 cihazında kullanılan seri haberleşme programı	48
Şekil 3.11. Arduino UNO R3 cihazı ve CAN BUS Shield cihazı.....	49
Şekil 3.12. CAN veri yolu izleme sistemine gömülen programa ilişkin algoritma	50
Şekil 4.1. Diyagnostik cihaz ile test aracı arasındaki seri haberleşme ayarları.....	54
Şekil 4.2. Diyagnostik cihaz ile bilgisayar arasındaki seri haberleşme ayarları	54
Şekil 4.3. Servis \$01 için desteklenen ve desteklenmeyen PID'lerin sorgulanması.....	55
Şekil 4.4. Servis \$01'de \$01 numaralı PID'nin çözümlemesi	57
Şekil 4.5. Servis \$02 için desteklenen ve desteklenmeyen PID'lerin sorgulanması.....	88
Şekil 4.6. Servis \$02 için \$02 numaralı PID'nin sorgulanması	89
Şekil 4.7. Servis \$03'ün sorgulanması	89
Şekil 4.8. Servis \$04'ün sorgulanması	90
Şekil 4.9. Servis \$05'in sorgulanması.....	91
Şekil 4.10. Servis \$06 için desteklenen OBDMID'lerin sorgulanması	91
Şekil 4.11. Servis \$06 için OBDMID'lerin talebi.....	92
Şekil 4.12. Servis \$07'nin sorgulanması.....	102
Şekil 4.13. Servis \$08'in sorgulanması.....	103
Şekil 4.14. Servis \$09 için desteklenen ve desteklenmeyen InfoType'ların sorgulanması	104
Şekil 4.15. Servis \$09 için InfoType'ların talebi	105
Şekil 4.16. Servis \$0A'nın sorgulanması	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Pin çıkış numaralı	10
Çizelge 3.2. ISO 15765-4 protokolü için negatif yanıt mesajı tanımları	16
Çizelge 3.3. ISO 15765-4 protokolü için negatif yanıt kodu tanımları.....	16
Çizelge 3.4. Desteklenen ve desteklenmeyen PID/OBDMID/TID/INFOTYPE tanımları	17
Çizelge 3.5. PID tanımları.....	18
Çizelge 3.6. OBDMID tanımları	19
Çizelge 3.7. Unit and Scaling ID tanımları	23
Çizelge 3.8. Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID tanımları.....	24
Çizelge 3.9. InfoType tanımları	25
Çizelge 3.10. TID tanımları	26
Çizelge 3.11. Servis \$01 talep mesajı formatı (desteklenen PID'lerin okunması)	27
Çizelge 3.12. Servis \$01 yanıt mesajı formatı (desteklenen PID'lerin raporlanması)....	28
Çizelge 3.13. Servis \$01 talep mesajı formatı (PID talebi).....	28
Çizelge 3.14. Servis \$01 yanıt mesajı formatı (talep edilen PID'nin raporlanması)	28
Çizelge 3.15. Servis \$02 talep mesajı formatı(desteklenen PID'lerin okunması)	30
Çizelge 3.16. Servis \$02 yanıt mesajı formatı (desteklenen PID'lerin raporlanması)....	30
Çizelge 3.17. Servis \$02 talep mesajı formatı (freeze frame PID talebi)	30
Çizelge 3.18. Servis \$02 yanıt mesajı formatı (freeze frame PID yanıtı)	30
Çizelge 3.19. Arıza teşhis kodlarının tanımları.....	31
Çizelge 3.20. Servis \$03 talep mesajı formatı.....	32
Çizelge 3.21. Servis \$03 yanıt mesajı formatı	32
Çizelge 3.22. Servis \$04 talep mesajı format.....	34
Çizelge 3.23. Servis \$04 yanıt mesajı formatı	34
Çizelge 3.24. Servis \$06 talep mesajı formatı (desteklenen OBDMID'lerin okunması) 37	
Çizelge 3.25. Servis \$06 yanıt mesajı formatı (desteklenen OBDMID'lerin raporu)	37
Çizelge 3.26. Servis \$06 talep mesajı formatı (OBDMID talebi).....	37
Çizelge 3.27. Servis \$06 yanıt mesajı formatı (talep edilen OBDMID'nin raporlanması)	37
Çizelge 3.28. Servis \$07 talep mesajı formatı.....	38
Çizelge 3.29. Servis \$07 yanıt mesajı formatı	39
Çizelge 3.30. Servis \$08 talep mesajı formatı (desteklenen TID'lerin okunması)	40
Çizelge 3.31. Servis \$08 yanıt mesajı formatı (desteklenen TID'lerin raporlanması)....	40
Çizelge 3.32. Servis \$08 talep mesajı formatı (TID talebi)	41
Çizelge 3.33. Servis \$08 yanıt mesajı formatı (talep edilen TID'nin raporlanması)	41
Çizelge 3.34. Servis \$08 negatif yanıt mesajı formatı	41
Çizelge 3.35. Servis \$09 talep mesajı formatı (desteklenen InfoType'ların okunması) .42	
Çizelge 3.36. Servis \$09 yanıt mesajı formatı (desteklenen InfoType'ların raporlanması)	43
Çizelge 3.37. Servis \$09 talep mesajı formatı (InfoType talebi)	43
Çizelge 3.38. Servis \$09 yanıt mesajı formatı (talep edilen InfoType'ın raporlanması) 43	
Çizelge 3.39. Servis \$0A talep mesajı formatı.....	44
Çizelge 3.40. Servis \$0A yanıt mesajı formatı	45
Çizelge 3.41. ELM327 cihazı tarafından desteklenen iletişim protokolleri	47
Çizelge 4.1. Servis \$01 için pozitif yanıt mesajı çözümlemesi.....	56

Çizelge 4.2. Servis \$06'da OBDMID \$01'in yanıt mesajı açıklaması	93
Çizelge 4.3. Servis \$06'da OBDMID \$02'in yanıt mesajı açıklaması	93
Çizelge 4.4. Servis \$06'da OBDMID \$21'in yanıt mesajı açıklaması	95
Çizelge 4.5. Servis \$06'da OBDMID \$35'in yanıt mesajı açıklaması	95
Çizelge 4.6. Servis \$06'da OBDMID \$41'in yanıt mesajı açıklaması	97
Çizelge 4.7. Servis \$06'da OBDMID \$42'nin yanıt mesajı açıklaması	98
Çizelge 4.8. Servis \$06'da OBDMID \$A2'nin yanıt mesajı açıklaması	98
Çizelge 4.9. Servis \$06'da OBDMID \$A3'ün yanıt mesajı açıklaması	99
Çizelge 4.10. Servis \$06'da OBDMID \$A4'ün yanıt mesajı açıklaması	100
Çizelge 4.11. Servis \$06'da OBDMID \$A5'in yanıt mesajı açıklaması	101
Çizelge 4.12. Servis \$09'da InfoType \$02'nin yanıt mesajı açıklaması.....	106
Çizelge 4.13. Servis \$09'da InfoType \$04'ün yanıt mesajı açıklaması.....	107
Çizelge 4.14. Servis \$09'da InfoType \$06'nın yanıt mesajı açıklaması.....	108
Çizelge 4.15. Servis \$09'da InfoType \$08'in yanıt mesajı açıklaması	108
Çizelge 4.16. Servis \$09'da InfoType \$0A'nın yanıt mesajı açıklaması – 7E8	111
Çizelge 4.17. Servis \$09'da InfoType \$0A'nın yanıt mesajı açıklaması – 7E9	112

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan çevre kirliliği ve enerji kaynaklarındaki azalış sebebi ile çevreci ve ekonomik üretime duyulan gereksinim de artmaktadır. Bu gereksinimler, teknolojinin gelişmesi ile karşılanmaya çalışılmıştır. Tüketiciler tarafından istenen; güvenlik, konfor, performans, çevrecilik ve ekonomiklik gibi kriterler araç teknolojisinin her geçen gün gelişmesine neden olmuştur. Gelişen araç teknolojisi ile birlikte, daha teknolojik ve karmaşık sistemler ortaya çıkmıştır. Sayıları giderek artan ve karmaşık bir hale dönüşen bu sistemleri kontrol edebilmek için çeşitli sensör ve eyleyiciler yerleştirilmiştir. Bu sensör ve eyleyiciler, Elektronik Kontrol Ünitesi olarak adlandırılan mikro bilgisayarlara bağlanmıştır. Bu mikro bilgisayarlar, sensör ve eyleyicilerden gelen verileri izleyerek, sistemlerin kontrol altında çalışıp çalışmadığını denetlemektedir.

Araç teknolojisinin ilerlemesi ile kullanılan elektronik komponentlerin sayısında artış olmuştur. Artan bu komponentleri kontrol edebilmek için ihtiyaç duyulan ECU'ların sayısı da artmıştır. Bunun sonucunda çok sayıda ECU'ya sahip olan araçlarda, sahip oldukları ECU'ların kendi aralarında bir iletişim hattı kurularak, sistemleri genel olarak kontrol altında tutulması sağlanmıştır. Kurulan bu iletişim alt yapısında, sistemlerde oluşan arızaları tespit etmeye yönelik diyagnostik cihazları tasarlanmıştır. Tasarlanan bu cihazlar ile sistemlerdeki arızaları tespit etme, silme ve gerekli kalibrasyonlar yapılmaktadır.

Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE) tarafından, sistemlerdeki iletişim alt yapısı ile diyagnostik işlemi birleştirilerek, araçlarda yerleşik tanı koyma işlemi yapılabilmesi için OBD (On-Board Diagnostics) adı verilen standart bir bağlantı yapısı geliştirilmiştir. Bu bağlantı yapısı sayesinde araç, sistemde oluşan arızaları kendisi tespit edebilmektedir.

Tez kapsamında, araçlarda bulunan haberleşme sisteminin gerçekleştiği veri yollarının izlenmesini sağlayabilen bir cihazın tasarımına yer verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Araçlarda Tanı Koyma İşlemine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Araçlarda bulunan sensör ve eyleyiciler ECU'lara bağlıdır. Bu bağlantı ile ECU, vericilerden alınan verileri işleyerek sistemi denetler. Her sistemin kendine ait bir ECU'su bulunmaktadır. Bütün ECU'lar haberleşme hattına bağlıdır. Araçta bulunan tüm ECU'lar haberleşme hattı üzerinden birbirleri ile sürekli iletişim halindedir. Günümüzde kullanılan en yaygın haberleşme sistemi ise CAN'dir. CAN sistemi ile kablo sayısı azaltılarak, maliyet düşürülmüş ve karmaşıklık azaltılmıştır. Gelişmiş güvenlik ve şifreleme işlemi sayesinde güçlü bir hata denetim mekanizması sahiptir ve hata payı çok düşüktür. Ayrıca yüksek haberleşme hızına sahiptir (100 metreye kadar 1Mbps hızında).

Aracın haberleşme hattına bağlanarak, araca ait anlık durum bilgileri, arıza bilgileri, arızaların tespiti, arızaların silinmesi, emisyon durum bilgileri, sistemlerin ve bileşenlerin testi, araca ait bilgiler gibi verilere erişim sağlanmaktadır. Aracın haberleşme hattına bağlanılarak yapılacak olan bir müdahale ile araç güvenliği tehlikeye atılabilir. OBD düzenlemeleri, hayati önem taşıyan bilgilere, şifreleme işlemi yaparak erişimini kısıtlı hale getirir. Servisler dışındaki bu şifrelenmiş verilere erişim bulunmamaktadır.

OBD, bir taşıtın kendi içerisinde teşhis işlemi yapabildiği, yerleşik tanı koyma olarak adlandırılan bir otomotiv terimidir. Sistemleri denetleyen ECU'ların içine entegre edilmiş, otomatik teşhis işlemi yapabilen ekipmanlar vardır. Bu ekipmanlar, ECU içerisine tanımlanmış algoritmaları kullanarak, sensör ve eyleyicilerden gelen giriş ve çıkış sinyallerinin değerlendirmesini yapmaktadır. Bu değerlendirme ile birlikte, sistemin bütün olarak çalışmasının da değerlendirmesini yapmaktadır. Tespit edilen arızalar ECU'nun arıza belleğinde kayıt altına alınıp daha sonra harici bir teşhis cihazı ile okuma işlemi yapılmaktadır. Araç teknolojisinin gelişmesi sonucunda ortaya çıkan, onlarca sistemin bir araya gelmesiyle birlikte araca ait tüm bilgilere erişim sağlanmaktadır (Terzi 2004).

OBD portu kullanılarak araçlarda bulunan haberleşme ağındaki dataların akışı izlenmektedir. Türker ve Kutlu (2014) OBD üzerine incelemelerde bulunmuş, OBD protokollerine uygun şekilde çalışan kablolu ve kablosuz cihazlardan ve bu cihazlarda kullanılan yazılımlardan bahsetmişlerdir.

Nguyen ve ark. (2012) OBD portu üzerinden iletişim kurabilen bir araç kara kutu tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Tasarlamış oldukları bu sistem ile araçtaki ECU'lara erişerek araca ait dataları kayıt altına almaktadırlar. Kayıt altına aldıkları araç datalarını, araca yerleştirdikleri kamera ve GPS cihazlarından aldıkları datalar ile eşleyerek, bir SD kart içerisine kayıt işlemini gerçekleştirmişlerdir. Araç veri hattından aldıkları hava yastığı durumu, araç hızı, araç ivmesi gibi sensör verilerini işleyerek herhangi bir kaza tespiti durumunda kayıt işlemini durdurarak verilerin silinmesini ya da bozulmasını önleyip, kaza anındaki araç datalarına erişebilmektedirler.

Joseph ve Kumar (2015) OBD-II portu üzerinden; araç hızı, motor devri, gaz kelebeği konumu, manifold mutlak basıncı, hava akış hızı, ortam sıcaklığı, emme havası sıcaklığı, motor soğutma sıvısı sıcaklığı gibi verilere erişerek bir sürücü bilgi sistemi tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Tasarlamış oldukları sürücü bilgi sistemi ile sürücüye vites değiştirme, hız uyarısı gibi sürüş tavsiyelerinde bulunarak, daha ekonomik ve çevreye duyarlı bir sürüş gerçekleştirmesini amaçlamaktadırlar. Bu sistem aynı zamanda aracın haberleşme hattından aldığı verileri inceleyerek araçta oluşan herhangi bir arıza ya da hatayı sürücüye bildirirken, aracın gerekli bakım hatırlatmalarını yaparak daha emniyetli bir sürüş sağlamayı amaçlamıştır.

Yolcu ve Şahan (2016) OBD portu üzerinden araca ait datalara erişerek, gerekli hesaplamaları yapıp sonuçları kullanıcıya ileten bir cihaz tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Tasarlanan bu cihaz ile araç içi durum takibi ve arıza tespiti gerçekleştirirken aynı zamanda bu dataları kayıt altına almışlardır.

Zhou ve ark. (2019) otonom araçlardaki CAN veri yolu mesajlarına erişerek, araçtaki anormal durumları tespit etmek için "derin sinir ağı" yöntemini kullanan bir sistem tasarımı gerçekleştirmişlerdir.

Pan ve ark. (2017) geliştirdikleri sistemde, akıllı telefon ile bluetooth haberleşmesi kullanarak araç OBD arayüzüne erişim sağlamışlardır. OBD arayüzüne bağlanarak elde edilen sürüş verilerini “istatıksel analiz teknolojisi” kullanarak işlemişlerdir. İşlenen bu verilerde anormal bir durum tespit edilmesi durumunda, teşhis işlemi gerçekleştirip yaşanabilecek kazaları önleyerek aktif güvenlik sistemi içerisinde yer alabilmektedir. Araçta arıza oluştuğunda, akıllı telefon üzerinden servise haber vererek ya da kaza yaşandığında ambulans, itfaiye gibi kurumlara araç durumu ve konumu hakkında bilgiler göndererek, ek bir güvenlik sistemi içerisinde yer alabilmektedir.

CAN veri yolundan alınan OBD-II dataları işlenerek sürücü davranışları belirlenebilmektedir. Sürücü davranışı tespitinde genel olarak; gaz pedalı konumu, fren pedal konumu, araç hızı, motor devri, motor yükü, yakıt tüketimi, direksiyon açısı, tekerleklerin dönme hızı gibi araç OBD-II dataları kullanılarak modelleme yapılmaktadır. Araçtan elde edilen bu verilerin; zamana bağlı değişimleri, maksimum noktaları, minimum noktaları ve ortalama gibi değerleri kullanılarak istatıksel modelleme işlemi (MATLAB vb. programlar ile) gerçekleştirilir. Bu modellemelerde, Saklı Markov Modeli (Hidden Markov Model), Gauss Karışım Modeli (Gaussian Mixture Model), Sinir Ağı (Neural Network), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines), k-Means Kümeleme (k-Means Clustering), Genetik Algoritma (Genetic Algorithm), Karar Ağaçları (Decision Trees) gibi çeşitli topolojiler uygulanarak sürücü davranışlarının analiz işlemi gerçekleştirilir.

Jain ve Busso (2011) yaptıkları çalışmada, araç içine yerleştirdikleri kameradan aldıkları verileri ve CAN veri yolundan elde ettikleri dataları birlikte kullanarak sürücü davranışı analizi gerçekleştirmişlerdir. Araç içerisine yerleştikleri ön kamera ile baş pozisyonu ve göz kapanma bilgilerini, AFECT yazılımı vasıtası ile işleyerek kullanmışlardır. CAN veri yolundan ise gaz pedal konumu, fren pedal konumu, araç hızı, motor devri ve direksiyon simidi açısı gibi dataları kullanmışlardır. Sadece ön kamera kullanarak elde ettikleri sınıflandırma doğruluğu %76,7 iken, ön kamera ve CAN datalarının birlikte kullanılması ile sınıflandırma doğruluğunu %78,9'a çıkarmışlardır.

Sathyanarayana ve ark. (2010) rotaları, manevraları, gaz ve fren pedalı konumları gibi sürüş alt görevlerine ait CAN veri yolu mesajlarını uzun vadede kayıt altına almışlardır. Kayıt altına alınan mesajları belirli algoritmalar kullanarak, sürüş düzenleri ve sürücü kimlikleri hakkında taslak oluşturma için kullanmışlardır. Araca ait anlık datalar ile elde ettikleri taslakları kıyaslayarak, gerçek zamanlı sürücü tespiti yapıp, sürücü dikkatsizliği değerlendirme işlemini gerçekleştirmişlerdir. Gerekli durumlarda sürücüyü uyararak insan-makine iş birliği içerisinde güvenliğini artıran bir sistem tasarlamışlardır.

Fugiglando ve ark. (2019) da CAN veri yolundan aldıkları dataları kullanarak sürücü davranışlarının analizini gerçekleştirmişlerdir. 54 farklı sürücüden oluşan, herhangi bir talimat verilmeden gerçekleşen 2000'den fazla seyahatin datalarını kayıt altına alarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri datalar ile sürücülerini farklı gruplarda kümeleyerek, sürüş davranışı analizi yapmışlardır.

Zhang ve ark. (2019) araç CAN BUS verilerini, derin öğrenme çerçevesi içerisinde kullanarak, sürüş davranışı tanımlama üzerine çalışma yapmışlardır. 10 farklı sürücüye, aynı zaman diliminde, belirlenen rota üzerinde gidiş dönüş yaptırarak araçtaki CAN BUS verilerini kayıt altına almışlardır. Araca ait; motor devri, motor soğutma suyu sıcaklığı, hava kompresyon değeri, motor yükü, motor torku, uzun vadedeki yakıt durumu, emme hava basıncı, gaz pedal konumu, yakıt tüketimi, yağ basıncı ve tekerleklerin (dört tekerleğin ayrı ayrı) dönme hızları gibi 51 çeşit veri kullanmışlardır. Sürüş davranışlarının modellenmesinde; Gauss Karışım Modeli (GMM), Saklı Markov Modeli (HMM), K-ortalama Kümeleme Yöntemi, Destek Vektör Makinesi (SVM), Rassal Orman (RF), K-en Yakın Komşu Yöntemi, Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP), Bulanık-Sinir Ağı (FNN), Karar Ağacı (DT) gibi birçok modern model kullanılmıştır. Her modelin kendine özgü artı ve eksi yanları olduğundan, sınıflandırma doğruluk derecelerindeki farklılıkları tespit etmişlerdir.

Malik ve Nandal (2021) araç hızı, araç ivmesi, motor devri ve vites değiştirme durumu bilgilerini OBD üzerinden alarak, elde ettikleri dataları farklı algoritmalar kullanarak sürüş davranışı tespiti üzerine araştırma yapmışlardır. Makine Öğrenimi algoritmaları kullanarak, sürüş davranışı tespitini geliştirmek için çalışma yapmışlardır.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. OBD Tarihçesi

Kaliforniya eyaleti, Los Angeles şehrinde oluşan hava kirliliği ve duman problemi yüzünden 1966 yılında üretilecek olan araçlardan emisyon kontrol sistemlerini talep etmeye başladı. Hükümet tarafından alınan karar ile 1968 yılında ülke çapına genişletildi. Kongre 1970 yılında Temiz Hava Yasasını kabul etti ve Çevre Koruma Ajansı'nı (EPA) kurdu. Kabul edilen bu yasa ile araçların emisyon kontrolü ve bakımları için gerekli adımların atılması istendi. Üreticiler ise bu standartları karşılamak için elektronik yakıt ve ateşleme sistemlerine yöneldiler. Bu sistemlere sensörler ekleyerek, maksimum çevreci bir şekilde çalışmasını sağladılar. Oluşabilecek hataları erkenden fark edebilmek için bu sensörlere erişebilen bir diyagnostik sistemi geliştirdiler. Fakat üreticiler kendilerine özgü sistemler tasarladığı için belirli bir standart yoktu (Anonim 2021a).

3.1.1. OBD-I düzenlemeleri

1985 yılında California Hava Kaynakları Kurulu (CARB) tarafından OBD gereklilikleri önerildi. Bu gereklilikler; bilgisayarlı kontrol sistemlerinin sürüş esnasında sistem arızalarını izleyerek, emisyonları iyileştirmek ve bir arıza meydana geldiğinde sürücüyü onarım ihtiyacı konusunda uyarmaktı. Bu birinci nesil gereklilikler OBD-I olarak adlandırıldı ve 1988 yılından itibaren üretilecek araçlarda uygulandı (Baltusis 2004).

OBD-I düzenlemeleri aşağıdaki sistemlerin izlemesini gerektirmektedir: (Baltusis 2004).

- ECU
- Yakıt ölçüm sistemi
- Ateşleme
- Egzoz Gazı Dönüşümü (EGR) (araç bu şekilde donatılmış ise)

3.1.2. OBD-II düzenlemeleri

Otomobil üreticileri, Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE) birlikte çalışmaları sonucunda önerdikleri revizyonlar, California Hava Kaynakları Kurulu (CARB) tarafından 12 Eylül 1992'de OBD-II düzenlemeleri olarak kabul edildi. 1994 yılında Kaliforniya eyaleti, 1994 yılından itibaren üretilen tüm araçlarda OBD-II düzenlemelerine sahip olmasını zorunlu kıldı. Fakat Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çoğu araç 1996 yılına kadar OBD-II ile uyumlu hale gelmedi. Amerika Birleşik Devletleri ise 1996 yılından itibaren üretilen tüm otomobiller için OBD-II düzenlemelerini zorunlu hale getirdi (Baltusis 2004, Anonim 2021b).

OBD-II düzenlemeleri aşağıdaki sistemlerin izlemesini gerektirmektedir: (Baltusis 2004).

- Katalizör sistemi
- Motor teklemesi
- Evaporatif emisyon kontrol sistemi
- Sekonder hava enjeksiyon sistemi
- Yakıt sistemi
- Oksijen sensörleri
- EGR sistemi
- Pozitif karter havalandırma sistemi
- Motor soğutma sistemi
- Soğuk çalıştırma esnasındaki emisyonu azaltma stratejisi
- Klima sistemi
- Değişken valf zamanlama sistemi
- Dizel partikül tutucu sistemi

OBD-II sisteminin temel stratejisi, OBD-I sistemi ile aynı olup, ek olarak arızaları ya da sorunları tespit etmek için emisyonla ilgili bileşenleri izler. Bir sorun ya da arıza tespit edilmesi üzerine, araç sürücüsünü uyarmak için Arıza Gösterge Lambasını (MIL) yakar. Ek olarak OBD-II sistemi, arızanın tespit edildiği bileşeni veya sistemi tanımlayan bir arıza kodunu elektronik olarak saklar.

3.1.3. EOBD düzenlemeleri

Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Birliği Konseyi (AB) 9 Temmuz 1998'de araçların OBD ile donatılmasını gerektiren bir direktifi onayladı. ABD'de kullanılan bu sistemlerin Avrupa'da kullanılmasının ardından bu sistemler; Avrupa OBD sistemleri veya EOBD olarak adlandırılmaktadır. Benzin motorlu araçlarda EOBD düzenlemeleri; tip onayları için 1 Ocak 2000'de, yeni üretilen araçlar için ise 1 Ocak 2001'de zorunlu hale getirilmiştir. Dizel motorlu araçlarda EOBD düzenlemeleri; tip onayları için 1 Ocak 2003'de, yeni üretilen araç için ise 1 Ocak 2004'de zorunlu hale getirilmiştir (Baltusis 2004, Wikipedia 2021a).

EOBD düzenlemeleri aşağıdaki sistemlerin izlemesini gerektirmektedir:

- HC emisyonlarına göre katalitik konvertör verimliliğindeki azalma
- Oksijen sensörlerinin arıza durumunu
- Egzoz emisyon kontrol sistemi ya da bileşenlerinin arıza durumu
- Egzoz emisyon kontrol sistemine bağlı güç aktarım sisteminin izlenmesi
- Evaporatif emisyon kontrol sistemi

OBD ve EOBD ile araçların tüm elektronik donanımları araç üzerinde kontrol edilebilir, arıza durumları tespit edilebilir, arıza hafızasına kaydedilebilir, sürücü, gösterge ikaz lambası ile standart simgelerle uyarılabilir duruma gelmiştir. Sürücünün kolayca ulaşabileceği bir yerde, arıza tespit cihazı bağlayabilmesi için standart OBD ve EOBD soket çıkışı konulmuştur. Bu OBD soketi, elektronik kontrol ünitesi ile arıza tespit cihazının birbiri ile bağlantısını sağlamaktadır (Anonim 2021c).

3.2. OBD Standardı ve Bağlantı Yapısı

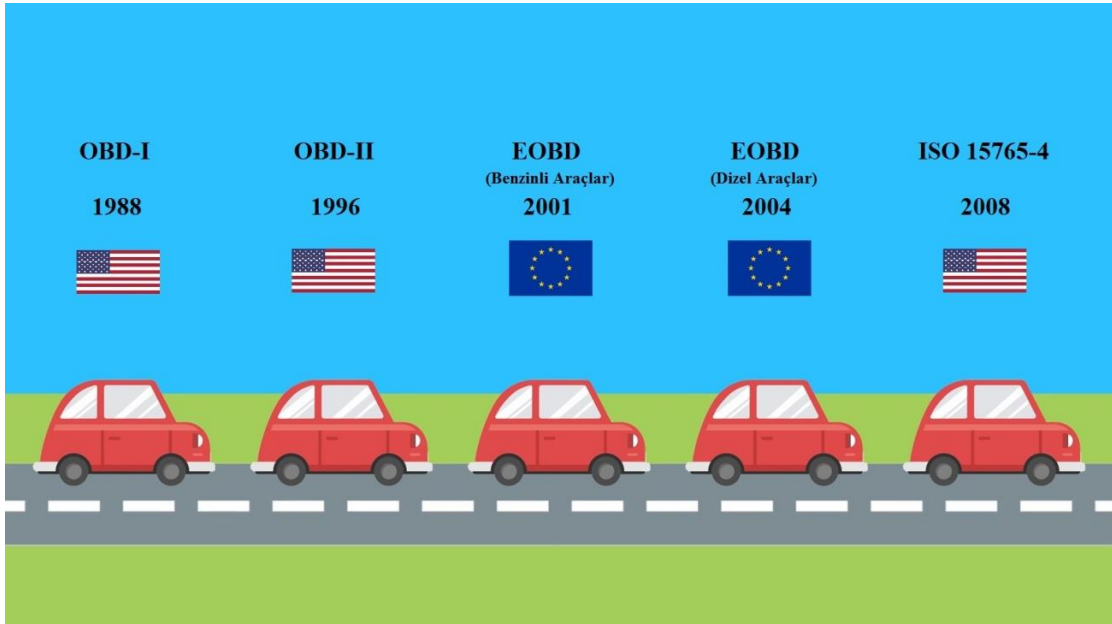
OBD-II ve EOBD düzenlemeleri, araç teşhisi için kullanılacak iletişim protokollerini tanımlar. Amaç; teşhis için kullanılan protokollerin üreticiye özgü olmasının önüne geçerek, belirli bir protokolda ortaklaştırmaktır. Bu sayede tüm araç markaları ve modellerinde düzgün çalışan, daha genel ve daha ucuz tarama araçlarının kullanılmasıdır (Baltusis 2004).

3.2.1. OBD standardı

OBD-II ve EOBD düzenlemeleri ile aşağıdaki iletişim protokollerinin kullanımına izin verildi:(Baltusis 2004).

- SAE J1850 VPW (VariablePulseWidth) 10.4 Kbps
- SAE J1850 PWM (PulseWidthModulated) 41.6 Kbps
- ISO 9141-2 (K-Line) 10.4 Kbps
- ISO 14230-4 KWP 2000 (Keyword Protocol) 10.4 Kbps
- ISO 15765-4 CAN (Controller Area Network) 500 Kbps

2008 yılında yapılan yeni düzenlemeler ile OBD-II'ye sahip 2008 ve sonraki model yılı olan araçlarda ISO 15765-4 CAN iletişim protokolü kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. EOBD'ye sahip araçların iletişim protokollerinde herhangi bir kısıtlama yapılmamıştır (Shinde ve ark. 2016).

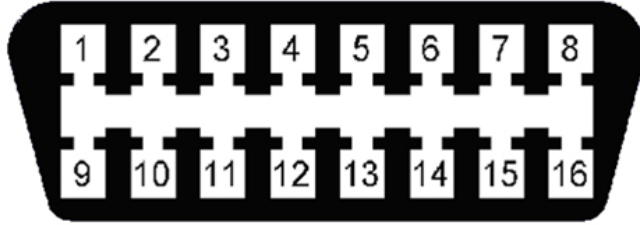


Şekil 3.1. OBD tarihinin gelişimi

3.2.2. OBD bağlantı yapısı

OBD-II standardı, teşhis konektörünün tipini ve pinlerini, mevcut elektriksel sinyal protokollerini ve mesajlaşma formatını belirtir. Bu standardizasyonun bir sonucu olarak, tek bir cihaz ile herhangi bir araçtaki yerleşik bilgisayarları sorgulayabilir. Veri Bağlantısı Konektörü, araçtaki tüm sistemlerin teşhis edildiği ve programlandığı tek konektördür. Konektör, dişi ve erkek olmak üzere iki çeşitten oluşur. Araç üzerinde dişi soket mevcut iken diyagnostik cihazında erkek soket mevcuttur (Wikipedia 2021a).

Şekil 2.2.'de gösterilen OBD-II dişi konektörü 16 adet pinden oluşup, konektörün yapısı Çizelge 2.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. 16 pinli OBD-II konektörü

Çizelge 3.1. Pin çıkış numaraları ve tanımları

Tanımlı	Pin numarası	Pin numarası	Tanımlı
Üretici Tanımlı	1	9	Üretici Tanımlı
SAE J1850 BUS (+)	2	10	SAE J1850 BUS (-)
Üretici Tanımlı	3	11	Üretici Tanımlı
Toprak (Şase)	4	12	Üretici Tanımlı
Toprak (Sinyal)	5	13	Üretici Tanımlı
CAN (Yüksek)	6	14	CAN (Düşük)
ISO 9141-2 K-Hattı	7	15	ISO 9141-2 L-Hattı
Üretici Tanımlı	8	16	+12 V (Batarya Gücü)

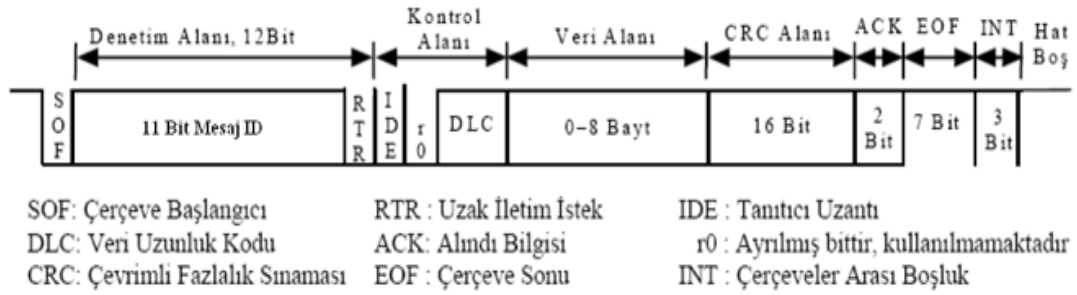
4 numaralı ve 16 numaralı pin çıkışları tüm araçlarda aynı iken diğer pin çıkışları farklılık gösterebilir. SAE, üretici tanımlı pinler ile üretici firmanın (belirlenen standartlar çerçevesinde) opsiyon kullanabilmesine olanak sağlar.

3.3. CAN-BUS Mesaj Yapısı

CAN veri yolu sisteminde mesajların iletilmesi, mesajların çerçevelere bölünmesi ile gerçekleşir. CAN sistemlerinde, CAN 2.0A ve CAN 2.0B olmak üzere iki çeşit çerçeve standardı vardır. CAN 2.0A ve CAN 2.0B çerçevelerinin farkı, tanımlanan mesaj sayısıdır. CAN 2.0A'da 11 bit mesaj ID varken, CAN 2.0B'de 29 bit mesaj ID bulunmaktadır. İstek çerçevesi (remote transmit request frame) ve veri çerçevesi (message frame) olmak üzere iki farklı mesaj türü vardır.

3.3.1. Temel çerçeve yapısı

Temel çerçeve (base frame) olarak adlandırılan CAN 2.0A standardında, 11 bit mesaj ID olduğu için $2^{11} = 2048$ adet mesaj tanımlanmaktadır.



Şekil 3.3. CAN 2.0A temel çerçeve yapısı

Her çerçeve SOF (Start of Frame) biti ile başlar. SOF bitinin değeri (dominant) 0'dır. Devamından 12 bitlik denetim alanı gelir. Denetim alanı içerisindeki ilk 11 bit mesaj ID'dir. Denetim alanındaki son bit ise RTR (Remote Transmission Request) bitidir. RTR bitinin değeri 0 ise çerçeve bir veri çerçevesidir, veri alanında veri mevcuttur. RTR bitinin değeri 1 ise çerçeve bir istek çerçevesidir, veri alanı yoktur.

Denetim alanından sonra kontrol alanı gelmektedir. Kontrol alanının ilk biti IDE (Identifier Extension) bitidir. IDE bitinin değeri 0 ise çerçevenin 11 bit mesaj ID'si olan CAN 2.0A olduğunu belirtir, IDE bitinin değeri 1 ise çerçevenin 29 bit mesaj ID'si olan CAN 2.0B olduğunu belirtir.

IDE bitinden sonra r_0 olarak adlandırılan rezerve bit gelmektedir. Daha sonra 4 bitlik DLC (Data Length Code) alanı gelir. DLC alanı gönderilen verinin kaç byte olduğu bilgisini verir.

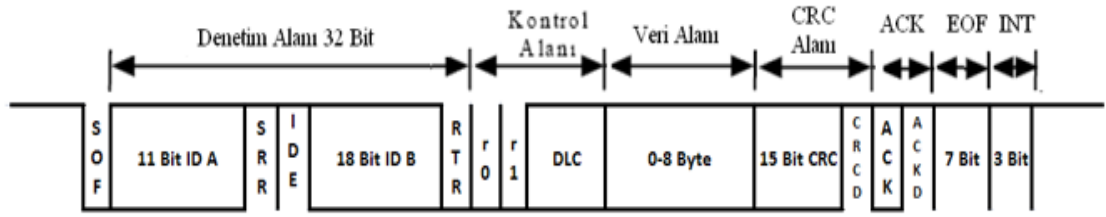
Veri alanı 0 ile 8 byte arasında olmak zorundadır. Veri alanından sonra 16 bitlik CRC (Cyclic Redundancy Check) alanı gelmektedir. CRC alanının ilk 15 biti CRC bilgisini verirken, son biti CRC Delimiter bitinden meydana gelmektedir. CRC alanı, SOF alanından CRC alanına kadar olan verinin doğruluğunun kontrol edilmesinde rol oynar. Veriyi gönderen kısım, gönderilecek verinin üzerinde birtakım hesaplamalar yaparak 15 bitlik CRC değerine yazar. Veriyi alan kısım, alınan verinin üzerinde aynı hesaplamaları yaparak CRC değerini hesaplar. Veriyi alan kısım CRC değerlerini karşılaştırır, eğer değerler birbiri ile uyarsa veri doğru gönderilmiştir. CRC değerlerinde ufak bir uyumsuzluk olması durumunda, veriyi yanlış aldığını kabul ederek, verinin tekrar gönderilmesini ister.

ACK (Acknowledge) alanı 2 bittir. Gönderici tarafından ilk biti 1 olarak gönderilir. Gönderilen mesaj, en az bir alıcı tarafından doğru alınmış ise alıcı, bitin değerini 0 yaparak tekrar gönderir. Bu sayede gönderici, gönderdiği mesajın en az bir alıcı tarafından doğru şekilde alındığını anlar. Gönderici ilk biti 0 olarak okuyamazsa, gönderilen mesajda ACK alanından kaynaklı bir hata olduğunu düşünerek veriyi tekrar yollar. ACK alanının ikinci biti ise ACK Delimiter bitidir ve değeri 1'dir.

EOF (End of Frame) alanı 7 bitten oluşur ve çerçevenin sonlandırıldığını belirtir. Bu alandaki bitlerin değeri 1'dir. Daha sonra çerçeveler arasında boşluk bırakmak için 3 bitlik INT alanı gelmektedir. INT alanındaki bitlerin değeri 1'dir (Wikipedia 2021c).

3.3.2. Genişletilmiş çerçeve yapısı

Genişletilmiş çerçeve (extended frame) olarak adlandırılan CAN 2.0B standardında 29 bit mesaj ID olduğu için $2^{29} = 536870912$ adet mesaj tanımlanmaktadır. CAN 2.0B geliştirilirken, uyumluluk açısından CAN 2.0A göz önüne alınarak geliştirilmiştir.



Şekil 3.4. CAN 2.0B genişletilmiş çerçeve yapısı

Genişletilmiş çerçeve de SOF biti ile başlar. SOF bitinin değeri burada da 0'dır. Devamında 32 bitlik denetim alanı gelir. Denetim alanı içerisindeki ilk 11 bit mesaj ID-A kısmıdır. Daha sonra değeri 0 olan SRR biti gelir. SRR bitinden sonra IDE biti gelir. Çerçevenin genişletilmiş bir çerçeve olduğunu belirtmesi için IDE bitinin değeri 1 olur. Ardından 18 bit mesaj ID-B kısmı gelir. Denetim alanındaki son bit ise RTR bitidir. RTR bitinin değeri 0 ise çerçeve bir veri çerçevesidir, veri alanında veri mevcuttur. RTR bitinin değeri 1 ise çerçeve bir istek çerçevesidir, veri alanı yoktur.

Denetim alanından sonra kontrol alanı gelir. Kontrol alanının ilk iki biti r_0 ve r_1 bitlerinden oluşur, bu bitler rezervedir. Ardından 4 bitlik DLC alanı gelir. DLC alanı gönderilen verinin kaç byte olduğu bilgisini verir.

Kontrol alanından sonra veri alanı gelir. Veri alanı 0 ile 8 byte arasında olmak zorundadır.

Veri alanından sonra 16 bitlik CRC alanı gelmektedir. CRC alanının ilk 15 biti CRC bilgisini verirken, son biti CRC Delimiter bitinden meydana gelmektedir. CRC Delimiter bitinin değeri 1'dir. CRC alanı, SOF alanından CRC alanına kadar olan verinin doğruluğunun kontrol edilmesinde rol oynar. Veriyi gönderen kısım, gönderilecek verinin üzerinde birtakım hesaplamalar yaparak 15 bitlik CRC değerine yazar. Veriyi alan kısım, alınan verinin üzerinde aynı hesaplamaları yaparak CRC değerini hesaplar. Veriyi alan kısım CRC değerlerini karşılaştırır, eğer değerler birbiri ile uyarsa veri doğru gönderilmiştir. CRC değerlerinde ufak bir uyumsuzluk olması durumunda, veriyi yanlış aldığını kabul ederek, verinin tekrar gönderilmesini ister.

ACK alanı 2 bittir. Gönderici tarafından ilk biti 1 olarak gönderilir. Gönderilen mesaj, en az bir alıcı tarafından doğru alınmış ise alıcı, bitin değerini 0 yaparak tekrar gönderir. Bu sayede gönderici, gönderdiği mesajın en az bir alıcı tarafından doğru şekilde alındığını anlar. Gönderici ilk biti 0 olarak okuyamazsa, gönderilen mesajda ACK alanından kaynaklı bir hata olduğunu düşünerek veriyi tekrar yollar. Gönderici tarafından hatta bir istek çerçevesi gönderilirse, alıcı hattın boş olduğu bir anda cevabını yollar. ACK alanının ikinci biti ise ACK Delimiter bitidir ve değeri 1'dir.

EOF alanı 7 bitten oluşur ve çerçevenin sonlandırıldığını belirtir. Bu alandaki bitlerin değeri 1'dir. Daha sonra çerçeveler arasında boşluk bırakmak için 3 bitlik INT alanı gelmektedir. INT alanındaki bitlerin değeri 1'dir (Wikipedia 2021c).

3.4. CAN-BUS Bit Süresi

Çoğu seri protokollerin aksine CAN-BUS protokolünde, bit hızı direk olarak ayarlanamaz. CAN donanımında bulunan baud rate ön bölücüsü, "kuanta" olarak adlandırılan bir zaman diliminin üretimini sağlar. Bir bitin uzunluğu minimum 8 kuanta, maksimum 25 kuanta olmak zorundadır. Bir bitlik süre, 3 farklı zamana bölünmüştür. İlk bölümde senkronizasyon kısmı vardır. Ardından T_{seg1} ve T_{seg2} bölümleri gelmektedir. Senkronizasyon kısmının süresi sabittir ve bir kuanta uzunluğundadır. Gönderilen bir bitin alıcı tarafından alındığı nokta "örnekleme noktası" olarak adlandırılır (T_{seg1} süresinin bittiği yer). T_{seg1} ve T_{seg2} bölümlerinin uzunlukları, kullanıcı tarafından kuanta cinsinden ayarlanabilmektedir. Böylece T_{seg1} ve T_{seg2} oranları ayarlanarak, örnekleme noktası ileri ya da geriye doğru kaydırılabilir.



Şekil 3.5. CAN-BUS protokolünün bit süresi

CAN iletim hattının uzunluğuna göre aktarım hızları değişmektedir (40 metre = 1 Mbps, 1000metre= 40 Kbps). İletim hattının uzunluğu arttıkça aktarım hızı düşmektedir. Aktarım hızı düştükçe örnekleme noktası geriye doğru çekilmelidir. Kullanılan osilatörün hassasiyeti ve kesinliği yüksek ise örnekleme noktası geriye doğru çekilmelidir. Örnekleme noktası oranı = $(1+T_{seg1})/(1+T_{seg1}+T_{seg2})$ formülüyle hesaplanır.

3.5. Çalışmada Kullanılan Aracın Özellikleri

Bu çalışma, 2013 model MINI Cooper S marka araç üzerinden yapılmıştır. Araç OBD-II standartlarına sahiptir. Araçta haberleşme protokolü olarak ISO 15765-4 CAN protokolü kullanılmaktadır. Aracın CAN-BUS mesaj yapısı ise 11 bit ID ve 500 Kbaud'dur. Araçtaki sistemlerin, kontrol ünitelerinin ve bunların bağlantı yapıları BOSCH ESI-TRONIC programından elde edilmiştir.

On this vehicle, diagnosis is performed via the CAN interface. CAN diagnosis is not possible with all ha

Pin assignment table:

System / Control unit	CAN Hi	CAN Lo	UNI2	UNI1	K	L	+	-
			blu/wht	blue	green	yellow	black	red
Cable designation in info sheet 'connection instructions'			BL/WS	BL	GN	GE	SW	RT
Engine control	6	14			7		4/5	16
Exhaust aftertreatment	6	14			7		4/5	16
Automatic start/stop	6	14					4/5	16
Gear control	6	14					4/5	16
ABS; ABS/ASR; ABS/ABD; ESP	6	14					4/5	16
Airbag	6	14			7		4/5	16
Instrument Cluster	6	14					4/5	16
Service interval display	6	14					4/5	16
Driver side central electronics	6	14					4/5	16
Passenger side central electronics	6	14					4/5	16
HVAC	6	14			7		4/5	16
Power steering	6	14					4/5	16
Trailer control unit	6	14			7		4/5	16
Roof operating unit	6	14			7		4/5	16
Electronic energy management	6	14			7		4/5	16
Tire pressure monitor	6	14			7		4/5	16
Parking aid	6	14			7		4/5	16
Steering column switch module	6	14			7		4/5	16
Console switch module	6	14			7		4/5	16
Info display	6	14			7		4/5	16
Audio amplifier	6	14			7		4/5	16
Rain/light sensor	6	14			7		4/5	16
Vehicle configuration	6	14			7		4/5	16

© Copyright Robert Bosch GmbH. All rights reserved.

Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan araca ait bağlantı yapıları

3.6. OBD-II Teknik Gereksinimleri

Bu gereksinimler, teşhis prosedürleri sırasında hem harici test ekipmanının hem de aracın düzgün çalışmasını sağlamak için gereklidir. Harici test ekipmanı, belirtilen mesajları kullanırken, emisyon kontrol sisteminin çalışmasını etkilemeyecektir.

Talep mesajları fonksiyonel mesajlardır; tek bir veri isteği ile çoklu yanıtlar alabilmektedir. Bu, harici test ekipmanının araçtaki hangi ECU ya da ECU'ların yanıt vereceği bilgisi olmadan veri talep edeceği anlamına gelir. Bazı araçlarda birden fazla ECU, istenen bilgilerle yanıt verebilir. Bu nedenle, bilgi talep eden herhangi bir harici test ekipmanı, birden fazla yanıt alabilecektir. ISO 15765-4 için talep mesajları: mesaj uzunluğu maksimum yedi (7) veri baytı ile sınırlıdır (SAE International J1979 2014).

Çizelge 3.2. ISO 15765-4 protokolü için negatif yanıt mesajı tanımları

Veri baytı	Parametre adı	Bayt değeri (onaltılık)
1	Negatif yanıt Servis ID	7F
2	Talep edilen SID	xx
3	Yanıt kodu (Çizelge 3.3.)	xx

Çizelge 3.3. ISO 15765-4 protokolü için negatif yanıt kodu tanımları

Yanıt kodu bayt değeri (onaltılık)	Yanıt kodunun tanımı
21	Talep tekrarı-meşgul Talep edilen işlemi gerçekleştirmek için ECU'nun meşgul olduğunu gösterir.
22	Şartlar uygun değil veya istek sırası hatası Koşulların karşılanmadığı için ECU'nun istenen eylemi yapamayacağını belirtir.
78	Talep doğru şekilde alındı–yanıt bekleniyor ECU talep mesajını alıyor fakat meşgul olduğu için cevap yollayamıyor.

3.7. OBD-II Servislerinde Kullanılan Tanımlayıcılar

OBD-II servislerinde; parametre tanımlayıcısı, yerleşik teşhis izleme tanımlayıcısı, test tanımlayıcısı, bilgilendirme türü gibi farklı tanımlayıcılar bulunmaktadır.

3.7.1. Desteklenen ve desteklenmeyen PID/OBDMID/TID/INFOTYPE tanımı

Harici test ekipmanı ile ECU'dan talep edilen bilgiler sonucunda gelen cevap mesajında onaltılık tabanlı sayılar bulunmaktadır. Gelen cevap mesajındaki bu onaltılık tabanlı sayılar, ikilik tabanlı sayı sistemine dönüştürülür, bu dönüşüm sonucu ortaya çıkan bitlerin değerinin 0 ya da 1 olması durumuna bakılarak, desteklenen ve desteklenmeyen tanımlayıcılar belirlenir (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX A).

Çizelge 3.4. Desteklenen ve desteklenmeyen PID/OBDMID/TID/INFOTYPE tanımları

Desteklenen PID/OBDMID/ TID/INFOTYPE	Data bayt sayısı = 4 Data A, Data B, Data C, Data D		
00	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	01 02 ... 1F 20	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
20	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	21 22 ... 3F 40	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
40	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	41 42 ... 5F 60	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
60	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	61 62 ... 7F 80	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
80	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	81 82 ... 9F A0	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
A0	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	A1 A2 ... BF C0	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
C0	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	C1 C2 ... DF E0	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.
E0	Data A, bit 7 Data A, bit 6 ... Data D, bit 1 Data D, bit 0	E1 E2 ... FF REZERVE	0 = Desteklenmiyor. 1 = Destekleniyor.

3.7.2. PID tanımı

Parametre kimliği (Parameter ID) anlamına gelen PID'ler onaltılık sayı tabanından meydana gelmektedir. PID'lerle desteklenen PID'ler birbirlerinden farklıdır. Çizelge 3.4.'deki PID'ler ile desteklenen PID'lerin tespitinin yapılır, elde edilen (desteklenen)PID'ler Çizelge 3.5.'deki PID'lerdir (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX B).

Çizelge 3.5. PID tanımları

PID	Tanımlama	Data Bayt	Ölçekleme Biti
01	DTC'ler silindikten sonraki durum izlemesi	Data A, Data B, Data C, Data D	Kodlanmış bit
02	Freeze frame'e neden olan DTC'ler	Data A, Data B	-
03	Yakıt sistemi durum izlemesi	Data A	-
04	Hesaplanan motor yükünün izlemesi	Data A	100/255
05	Motor soğutma sıvısı sıcaklığı izlemesi	Data A	- 40
06	Kısa süreli yakıt ayarlama izlemesi	Data A, Data B	*(100/128)-100
07	Uzun süreli yakıt ayarlama izlemesi	Data A, Data B	*(100/128)-100
08	Kısa süreli yakıt ayarlama izlemesi	Data A, Data B	*(100/128)-100
09	Uzun süreli yakıt ayarlama izlemesi	Data A, Data B	*(100/128)-100
0A	Yakıt gösterge basıncı izlemesi	Data A	3
0B	Emme manifoldu mutlak basıncının izlemesi	Data A	1
0C	Motor devri bilgisinin izlemesi	Data A, Data B	1/4
0D	Araç hızı bilgisinin izlemesi	Data A	1
0E	Ateşleme avansı durumunun izlemesi	Data A	*(1/2)-64
0F	Emme hava sıcaklığı durumunun izlemesi	Data A	- 40
10	Hava akış hızının durum izlemesi	Data A, Data B	(1/100)
11	Mutlak gaz kelebeği konumu izlemesi	Data A	100/255
...
A1	NOx sensörünün düzeltme izlemesi	Data A	Kodlanmış bit
A2	Silindir yakıt oranı izlemesi	Data A, Data B	(0,03125)

3.7.3. OBDMID tanımı

Yerleşik teşhis izleme kimliği (OnBoard Diagnostic Monitor ID) anlamına gelen OBDMID'ler onaltılık sayı tabanından meydana gelmektedir. OBDMID'ler ile desteklenen OBDMID'ler birbirlerinden farklıdır. Çizelge 3.4.'deki OBDMID'ler ile desteklenen OBDMID'lerin tespitinin yapılır, elde edilen (desteklenen)OBDMID'ler Çizelge 3.6'daki OBDMID'lerdir (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX D).

Çizelge 3.6. OBDMID tanımları

OBDMID	Tanımlama
01	Bank 1 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
02	Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
03	Bank 1 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
04	Bank 1 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
05	Bank 2 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
06	Bank 2 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
07	Bank 2 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
08	Bank 2 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
09	Bank 3 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0A	Bank 3 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0B	Bank 3 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0C	Bank 3 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0D	Bank 4 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0E	Bank 4 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi
0F	Bank 4 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
10	Bank 4 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
11	Bank 1 – Sensör5'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
12	Bank 2 – Sensör5'teki egzoz gaz sensörünün izlemesi
13-1F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
21	Bank 1'deki katalizör izlemesi

Çizelge 3.6. OBDMID tanımları (devam)

OBDMID	Tanımlama
22	Bank 2'deki katalizör izlemesi
23	Bank 3'teki katalizör izlemesi
24	Bank 4'teki katalizör izlemesi
25-30	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
31	Bank 1'deki EGR izlemesi
32	Bank 2'deki EGR izlemesi
33	Bank 3'teki EGR izlemesi
34	Bank 4'teki EGR izlemesi
35	Bank 1'deki VVT izlemesi
36	Bank 2'deki VVT izlemesi
37	Bank 3'teki VVT izlemesi
38	Bank 4'teki VVT izlemesi
39	Evaporatif sızıntı izlemesi (Kapak kapalı / 0,150'')
3A	Evaporatif sızıntı izlemesi (0,090'')
3B	Evaporatif sızıntı izlemesi (0,040'')
3C	Evaporatif sızıntı izlemesi (0,020'')
3D	Temizleme akış izleme
3E-3F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
41	Bank 1 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
42	Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
43	Bank 1 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
44	Bank 1 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
45	Bank 2 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
46	Bank 2 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
47	Bank 2 – Sensör 3'teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
48	Bank 2 – Sensör 4'teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
49	Bank 3 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
4A	Bank 3 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi

Çizelge 3.6. OBDMID tanımları (devam)

OBDMID	Tanımlama
4B	Bank 3 – Sensör 3’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
4C	Bank 3 – Sensör 4’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
4D	Bank 4 – Sensör 1’deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
4E	Bank 4 – Sensör 2’deki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
4F	Bank 4 – Sensör 3’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
50	Bank 4 – Sensör 4’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
51	Bank 1 – Sensör 5’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
52	Bank 2 – Sensör 5’teki egzoz gaz sensörü ısıtıcısının izlemesi
53-5F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
61	Bank 1’deki ısıtılmalı katalizör izlemesi
62	Bank 2’deki ısıtılmalı katalizör izlemesi
63	Bank 3’teki ısıtılmalı katalizör izlemesi
64	Bank 4’teki ısıtılmalı katalizör izlemesi
65-70	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
71	İkincil hava sistemi izlemesi 1
72	İkincil hava sistemi izlemesi 2
73	İkincil hava sistemi izlemesi 3
74	İkincil hava sistemi izlemesi 4
75-7F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
81	Bank 1’deki yakıt sistemi izlemesi
82	Bank 2’deki yakıt sistemi izlemesi
83	Bank 3’teki yakıt sistemi izlemesi
84	Bank 4’teki yakıt sistemi izlemesi
85	Bank 1’deki basınç yükseltici sistem izlemesi
86	Bank 2’deki basınç yükseltici sistem izlemesi
87-8F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
90	Bank 1’deki NOx gazı soğurucu izleme
91	Bank 2’deki NOx gazı soğurucu izleme

Çizelge 3.6. OBDMID tanımları (devam)

OBDMID	Tanımlama
92-97	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
98	Bank 1'deki seçici katalitik indirgeyici izleme
99	Bank 2'deki seçici katalitik indirgeyici izleme
9A-9F	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
A1	Misfire izlemesi (Genel veriler)
A2	Silindir 1 için misfire verileri
A3	Silindir 2 için misfire verileri
A4	Silindir 3 için misfire verileri
A5	Silindir 4 için misfire verileri
A6	Silindir 5 için misfire verileri
A7	Silindir 6 için misfire verileri
A8	Silindir 7 için misfire verileri
A9	Silindir 8 için misfire verileri
AA	Silindir 9 için misfire verileri
AB	Silindir 10 için misfire verileri
AC	Silindir 11 için misfire verileri
AD	Silindir 12 için misfire verileri
AE	Silindir 13 için misfire verileri
AF	Silindir 14 için misfire verileri
B0	Silindir 15 için misfire verileri
B1	Silindir 16 için misfire verileri
B2	Bank 1'deki partikül madde filtre izlemesi
B3	Bank 2'deki partikül madde filtre izlemesi
B4-BF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
C1-DF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.
E1-FF	Araç üreticisi tarafından tanımlanan OBDMID'ler

3.7.4. Unit and Scaling ID tanımı

Birim ve ölçekleme kimliği anlamına gelen Unit and Scaling ID'ler onaltılık sayı tabanından meydana gelmekte ve 1 bayttan oluşmaktadır. Unit and Scaling ID'ler sadece ISO 15765-4 CAN haberleşme protokolü kullanan araçlarda kullanılmaktadır (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX E).

Çizelge 3.7. Unit and Scaling ID tanımları

Unit and Scaling ID	Tanımlama	Ölçekleme biti	Min. değer (hex)	Maks. değer (hex)
00	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.			
01	Değer	1	0000	FFFF
02	Değer	0,1	0000	FFFF
03	Değer	0,01	0000	FFFF
04	Değer	0,001	0000	FFFF
05	Değer	0,0000305	0000	FFFF
06	Değer	0,000305	0000	FFFF
07	Dönme frekansı (rpm)	0,25	0000	FFFF
08	Hız (km/h)	0,01	0000	FFFF
09	Hız (km/h)	1	0000	FFFF
0A	Voltaj (mV)	0,122	0000	FFFF
0B	Voltaj (V)	0,001	0000	FFFF
0C	Voltaj (V)	0,01	0000	FFFF
0D	Akım (mA)	0,00390625	0000	FFFF
0E	Akım (A)	0,001	0000	FFFF
0F	Akım (A)	0,01	0000	FFFF
10	Zaman (ms)	1	0000	FFFF
...
FD	Basınç (kPa)	0,001	8000	7FFF
FE	Basınç (Pa)	0,25	8000	7FFF
FF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.			

3.7.5. Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID tanımı

Standartlaştırılmış üretici tanımlı test kimliği (Test ID) anlamına gelen TID'ler onaltılık sayı tabanından meydana gelmekte ve 1 bayttan oluşmaktadır. Standartlaştırılmış test kimliklerinde minimum test değeri ve maksimum test değeri mevcuttur, bunlar sabit değerlerdir. Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID'ler ile TID'ler birbirinden farklıdır.

Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID'ler Servis \$06'da kullanılırken, TID'ler Servis \$08'de kullanılmaktadır. Servis \$06'da desteklenen ve desteklenmeyen TID'ler sorgulanamaz. İsteği yapılan OBDMID numarasındaki desteklenen TID'ler, ECU'dan gelen yanıt mesajı içerisinde mevcuttur (SAE Int. J1979-DA 2014 – APPENDIX C).

Çizelge 3.8. Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID tanımları

Üretici Tanımlı TID	Tanımlama	Min. (\$0000)	Maks. (\$FFFF)	Ölçekleme biti
00	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.	0 V	7,999 V	0,122 mV
01	Zengin karışımdan fakir karışıma geçiş sırasında sensörün eşik gerilimi	0 V	7,999 V	0,122 mV
02	Fakir karışımdan zengin karışıma geçiş sırasında sensörün eşik gerilimi	0 V	7,999 V	0,122 mV
03	Anahtarlama zamanı hesaplamasında sensörün düşük gerilim değeri	0 V	7,999 V	0,122 mV
04	Anahtarlama zamanı hesaplamasında sensörün yüksek gerilim değeri	0 V	7,999 V	0,122 mV
05	Anahtarlama esnasında zengin karışımdan fakir karışıma geçiş zamanı	0 s	65535 s	1 ms
06	Anahtarlama esnasında fakir karışımdan zengin karışıma geçiş zamanı	0 s	65535 s	1 ms
07	Test döngüsünde hesaplanan minimum sensör gerilim değeri	0 V	7,999 V	0,122 mV
08	Test döngüsünde hesaplanan maksimum sensör gerilim değeri	0 V	7,999 V	0,122 mV
09	Sensörün (fakirden zengine/zenginden fakire) geçişleri arasındaki süre	0 s	65535 s	1 ms
0A	Sensör periyodu (T=1/f)	0 s	65535 s	1 ms
0B	Önceki sürüş çevrimlerinde gerçekleşen misfire sayısı	0	65535	1
0C	Mevcut ya da son sürüş çevriminde gerçekleşen misfire sayısı	0	65535	1
0D-7F	Gelecekte belirlenecek standartlar için rezerve edilmiştir.	-	-	-
80-FE	Üreticiler tarafından tanımlanacak olan TID'lerin aralığı	x	x	x
FF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.	-	-	-

3.7.6. InfoType tanımı

Bilgi türü anlamına gelen InfoType'lar onaltılık sayı tabanından meydana gelmekte ve 1 bayttan oluşmaktadır. InfoType'lar ile desteklenen InfoType'lar birbirlerinden farklıdır. Çizelge 3.4.'deki InfoType'lar ile desteklenen InfoType'ların tespiti yapılır, elde edilen (desteklenen) InfoType'lar Çizelge 3.9'daki InfoType'lardır (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX G).

Çizelge 3.9. InfoType tanımları

InfoType	Tanımlama	Ölçekleme
01	Araç tanımlama numarası rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
02	Araç tanımlama numarası (VIN)	ASCII karakter
03	Kalibrasyon tanımlamalarını rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
04	Kalibrasyon tanımlamaları (CAL ID)	ASCII karakter
05	Kalibrasyon Doğrulama Numaralarını rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
06	Kalibrasyon Doğrulama Numaraları (CVN)	4 bayt
07	Anlık performans takibini rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
08	Anlık performans takibi (16-20 sayaç)	32 ya da 40 bayt
09	ECU'ların isimlerini rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
0A	ECU'ların isimleri	ASCII karakter
0B	Anlık performans takibi (16-18 sayaç) (Dizel araçlar)	32 ya da 36 bayt
0C	Motor seri numarasını rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
0D	Motor seri numarası (ESN)	ASCII karakter
0E	Egzoz yönetmeliği veya tip onay numarasını rapor edecek mesaj sayısı	1 bayt
0F	Egzoz yönetmeliği veya tip onay numarası	ASCII karakter
10	Protokol tanımlama	1 bayt
11	OBD Global Teknik Yönetmelik numarası	ASCII karakter
12	İçten yanmalı motorda ateşleme çevrimi sayacı	2 bayt
13	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.	-
14	Evaporatif sızıntı izlemesi kararından itibaren kat edilen mesafe	2 bayt (0-65535 km)
15-FF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.	-

3.7.7. TID tanımı

Test kimliği (Test ID) anlamına gelen TID'ler onaltılık sayı tabanından meydana gelmektedir. TID'ler ile desteklenen TID'ler birbirlerinden farklıdır. Çizelge 3.4.'deki TID'ler ile desteklenen TID'lerin tespiti yapılır, elde edilen (desteklenen) TID'ler Çizelge 3.10'daki TID'lerdir (SAE International J1979-DA 2014 – APPENDIX F).

Çizelge 3.10. TID tanımları

TID	Tanımlama
01	Evaporatif sistem sızıntı testi
02	Dizel Partikül Filtresi Rejenerasyonu
03-FF	ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.

3.8. Diyagnostik Servislerin Tanımı

OBD-II standardında 10 adet diyagnostik servisi vardır (SAE International J1979 2014).

- Servis \$01 ile sensör ve eyleyicilere ait anlık veriler gösterilir.
- Servis \$02 ile dondurulmuş veri çerçeveleri gösterilir.
- Servis \$03 ile kayıt altına alınmış diyagnostik arıza kodları gösterilir.
- Servis \$04 ile diyagnostik arıza kodları ve kayıt altına alınmış veriler temizlenir.
- Servis \$05 ile oksijen sensörü izlenerek test sonuçları gözlemlenir (CAN haberleşmesini kullanmayanlar için).
- Servis \$06 ile sistem ve bileşenler izlenerek test sonuçları gözlemlenir (CAN haberleşmesini kullananlar için).
- Servis \$07 ile bekletilen (yeni oluşan veya tekrar etmeyen) arıza kodları gösterilir.
- Servis \$08 ile OBD sistemi ve bileşenlerinin kontrol işlemi gözlemlenir.
- Servis \$09 ile araca ait bilgiler (araç kimlik numarası vb.) gösterilir.
- Servis \$0A ile kalıcı (silinemeyen ve silinmiş) diyagnostik arıza kodları gösterilir.

3.8.1. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$01

Bu servisin amacı; sensör ve eyleyicilerin analog giriş, analog çıkış, dijital giriş, dijital çıkış ve sistem durum bilgileri dahil olmak üzere, araç ile ilgili mevcut verilerin değerlerine anlık olarak erişim sağlayıp sistem hakkında bilgi vermektir.

Bilgi talebi, PID (Parameter ID) değerlerinin OBD sisteminden talep edilmesi ile gerçekleşir. ECU ya da ECU'lar en son talep edilen verilerin anlık değerlerini ileterek cevap mesajı verecektir (SAE International J1979 2014).

Servislerden en az birini destekleyen ECU varsa, Servis \$01'in \$00 numaralı PID'sine cevap verecektir. Servis \$01'in \$00 numaralı PID'si ECU'lar için "başlatma/canlı tutma /ping" mesajı olarak tanımlanır (SAE International J1979 2014).

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$01 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$01 destekleniyor fakat desteklenmeyen bir PID talep edilirse; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar "NO DATA" mesajı görülür.
- Servis \$01 destekleniyor ve desteklenen bir PID talep edilirse; ECU'lar pozitif yanıt mesajı yollar.
- İletişimin ilk kurulduğu esnada desteklenen bir PID talep edilirse; ECU'lar en fazla 5 kez olmak üzere \$21 kodlu negatif yanıt mesajı yollar ya da pozitif yanıt mesajı yollar.

Çizelge 3.11. Servis \$01 talep mesajı formatı (desteklenen PID'lerin okunması)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: Anlık teşhis verileri isteği	01
2	PID: Desteklenen ve desteklenmeyen PID'ler (Çizelge 3.4.)	xx

Çizelge 3.12. Servis \$01 yanıt mesajı formatı (desteklenen PID'lerin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU→Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	41
2	Talebi yapılan PID numarası (Çizelge 3.4.)	xx
3	DATA A baytı (kodlanmış bit)	xx
4	DATA B baytı (kodlanmış bit)	xx
5	DATA C baytı (kodlanmış bit)	xx
6	DATA D baytı (kodlanmış bit)	xx

Çizelge 3.13. Servis \$01 talep mesajı formatı (PID talebi)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: Anlık teşhis verileri isteği	01
2	PID: Talep edilen PID numarası (Çizelge 3.5.)	xx

Çizelge 3.14. Servis \$01 yanıt mesajı formatı (talep edilen PID'nin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	41
2	Talebi yapılan PID numarası (Çizelge 3.5.)	xx
3	DATA A baytı	xx
4	DATA B baytı (mevcut ise)	xx
5	DATA C baytı (mevcut ise)	xx
6	DATA D baytı (mevcut ise)	xx

3.8.2. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$02

Bu servisin amacı; Servis \$01'de olduğu gibi sensör, eyleyici ve sistem durum bilgilerine ait verilere erişerek sistem hakkında bilgi vermektir. Servis \$01'de anlık verilere erişim sağlanırken, Servis \$02'de arızanın olduğu andaki kayıt altına alınmış sensör ve eyleyici bilgilerine erişim sağlanmaktadır.

Araçta arıza oluştuğu andaki sensör ve eyleyici verileri kayıt altına alınır, kayıt altına alınan bu veriler Freeze Frame'e (dondurulmuş çerçeveye) kaydedilir. Freeze frame'ler kendine özgü bir numaraya sahiptir. ECU hafızasında kayıt altına alınmış arızanın oluştuğu andaki sensör ve eyleyici verilerine, freeze frame numarası üzerinden erişilebilmektedir. Servis \$02'de kullanılan PID numaraları, Servis \$01'de kullanılan PID numaraları ile aynı yorumlanmaktadır (SAE International J1979 2014).

Servis \$02 destekleniyorsa, \$02 numaralı PID'yi desteklemek zorundadır. Servis \$02'de \$02 numaralı PID; freeze frame'deki verilerin saklanmasına neden olan arızayı gösterir. Freeze frame'de saklanan herhangi bir veri olmaması (herhangi bir arıza oluşmamış) durumunda; Servis \$02'de \$02 numaralı PID istenirse, ECU \$0000 cevabını yollayarak arızanın olmadığını bildirecektir (SAE International J1979 2014).

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$02 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$02 destekleniyor ve hafızada herhangi bir freeze frame yok iken desteklenen bir PID talep edilirse;
 1. \$00 numaralı PID talep edildiğinde, desteklenen PID'lerle yanıt verecektir.
 2. \$02 numaralı PID'nin xx numaralı bir frame'i talep edildiğinde, \$02 numaralı PID'nin xx numaralı frame'ini \$0000 olarak gösterecektir.
 3. \$00 veya \$02 numaralı PID'ler dışında desteklenen bir PID talep edildiğinde ECU yanıt mesajı yollamaz.
- Servis \$02 destekleniyor ve hafızada herhangi bir freeze frame yok iken desteklenmeyen bir PID talep edilirse; ECU yanıt mesajı yollamaz.
- Servis \$02 destekleniyor ve hafızada freeze frame var iken herhangi bir frame numarasına ait desteklenen bir PID talep edilirse; ECU pozitif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$02 destekleniyor ve hafızada freeze frame var iken herhangi bir frame numarasına ait desteklenmeyen bir PID talep edilirse; ECU yanıt mesajı yollamaz.

Çizelge 3.15. Servis \$02 talep mesajı formatı (desteklenen PID'lerin okunması)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: Freeze frame verileri isteği	02
2	PID: Desteklenen ve desteklenmeyen PID'ler (Çizelge 3.4.)	xx
3	Frame numarası	xx

Çizelge 3.16. Servis \$02 yanıt mesajı formatı (desteklenen PID'lerin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	42
2	Talebi yapılan PID numarası (Çizelge 3.4.)	xx
3	Frame numarası	xx
4	DATA A–P ABCD arızasına ait DTC High Baytı	AB
5	DATA B– P ABCD arızasına ait DTC Low Baytı	CD

Çizelge 3.17. Servis \$02 talep mesajı formatı (freeze frame PID talebi)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: Freeze frame verileri isteği	02
2	PID: Freeze frame'e neden olan arıza isteği (Çizelge 3.5.)	xx
3	Frame numarası	xx

Çizelge 3.18. Servis \$02 yanıt mesajı formatı (freeze frame PID yanıtı)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	42
2	PID: Freeze frame'e neden olan arıza isteği (Çizelge 3.5.)	xx
3	Frame numarası	xx
4	DATA A baytı	xx
5	DATA B baytı (mevcut ise)	xx
6	DATA C baytı (mevcut ise)	xx
7	DATA D baytı (mevcut ise)	xx

3.8.3. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$03

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile emisyonla ilgili kayıt altına alınmış ve onaylanmış arıza kodlarına erişerek sistem hakkında bilgi edinmektir.

Servis \$03 çalıştırıldıktan sonra tüm ECU'lar yanıt mesajı verecektir. Hafızasında arıza kodu olan ECU'lar pozitif yanıt mesajı verirken, hafızasında arıza kodu olmayan ECU'lar ise yanıt mesajı olarak \$00 şeklinde cevap verecektir (SAE International J1979 2014).

Arıza kodları iki bayttan oluşurlar. İlk (en değerli) baytın ilk (en değerli) biti, arızanın; güç aktarma organı, şasi, gövde ya da iletişim ağı arızası olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir. İlk baytın ikinci biti ile ikinci baytın iki biti ise; arızanın kodu hakkında bilgi vermektedir (SAE International J1979 2014).

Çizelge 3.19. Arıza teşhis kodlarının tanımları

İlk bit	Arıza türü	Arıza tanımı
0	P0	Güç aktarma organları ile ilgili arıza kodu (SAE tanımlı)
1	P1	Güç aktarma organları ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
2	P2	Güç aktarma organları ile ilgili arıza kodu (SAE tanımlı)
3	P3	Güç aktarma organları ile ilgili arıza kodu (ortak tanımlı)
4	C0	Şasi ile ilgili arıza kodu (SAE tanımlı)
5	C1	Şasi ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
6	C2	Şasi ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
7	C3	Şasi ile ilgili arıza kodu (rezerve edilmiş)
8	B0	Gövde ile ilgili arıza kodu (SAE tanımlı)
9	B1	Gövde ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
A	B2	Gövde ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
B	B3	Gövde ile ilgili arıza kodu (rezerve edilmiş)
C	U0	İletişim ağı ile ilgili arıza kodu (SAE tanımlı)
D	U1	İletişim ağı ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
E	U2	İletişim ağı ile ilgili arıza kodu (üretici tanımlı)
F	U3	İletişim ağı ile ilgili arıza kodu (rezerve edilmiş)

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$03 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$03 destekleniyor fakat hafızada kayıt altına alınmış herhangi bir arıza yok ise; ECU'lar herhangi bir arıza olmadığına dair pozitif yanıt mesajı gönderir.
- Servis \$03 destekleniyor ve hafızada kayıt altına alınmış arıza var ise; ECU'lar hafızadaki kayıt altına alınmış arıza kodlarını gösteren pozitif yanıt mesajını gönderir.

Çizelge 3.20. Servis \$03 talep mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: emisyonla ilgili arıza kodlarının isteği	03

Çizelge 3.21. Servis \$03 yanıt mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	43
2	ECU hafızasındaki emisyonla ilgili arıza kodlarının sayısı:	00 01-FF
	Arıza teşhis kodu yok ise Arıza teşhis kodu var ise (arıza teşhis kodu sayısı)	
3	High Byte: DTC 1	xx
4	Low Byte: DTC 1	xx
.
.
.
n-1	High Byte: DTC m	xx
n	Low Byte: DTC m	xx

3.8.4. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$04

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile emisyonla ilgili, ECU ya da ECU'larda kayıt altına alınmış ve onaylanmış arıza kodlarını temizlemektir.

Servis \$04 ile yapılacak olan işlemler için belirtilen maddelerdeki servislerin ve PID numaralarının desteklenmesi gerekmektedir. Servis \$04'de talep mesajına yanıt olarak üreticiye özgü bazı temizleme/sıfırlama eylemleri de gerçekleştirilebilir. Araçta bulunan tüm ECU'ların talep mesajına cevap verebilmesi için motorun kapalı, kontak anahtarının açık olması gerekmektedir. Motor çalışırken ya da diğer koşullardan dolayı temizleme/sıfırlama işlemini gerçekleştiremeyen ECU'lar \$22 yanıt koduyla "koşullar doğru değil" mesajı gönderecektir (SAE International J1979 2014).

Servis \$04 aşağıdaki işlemleri içerir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$01'de \$01 numaralı PID ile erişilen DATA A baytının 7. bitinin değerini sıfır yaparak, arıza lambasını (MIL) kapalı konuma getirmektedir.
- Servis \$01'de \$01 numaralı PID ile erişilen bakım/kontrol bitlerini sıfırlamaktır.
- Servis \$03 ile erişilen onaylanmış arıza teşhis kodlarını silmektedir.
- Servis \$07 ile erişilen bekletilen arıza teşhis kodlarını silmektedir.
- Servis \$02'de \$02 numaralı PID ile erişilen freeze frame'lere ait arıza teşhis kodlarını silmektedir.
- Servis \$02 ile erişilen freeze frame datalarını silmektedir.
- Servis \$01'de \$41 numaralı PID ile erişilen sistem durumunun izlenme testi sonuçlarını silmektedir.
- Servis \$06 ile erişilen yerleşik izleme test sonuçlarını silmektedir.
- Servis \$01'de \$21 numaralı PID ile erişilen arıza lambası yandıktan sonra ne aracın ne kadar mesafe kat ettiği bilgisi silinmektedir.
- Servis \$01'de \$30 numaralı PID ile erişilen arıza teşhis kodları silindikten sonra aracın kayıt altına alınan motor ısınma çevrimi sayısı silinmektedir.
- Servis \$01'de \$31 numaralı PID ile erişilen hafızada kayıt altına alınmış arıza teşhis kodlarının silinmesinden sonra aracın ne kadar mesafe kat ettiği bilgisi silinmektedir.

- Servis \$01'de \$4D numaralı PID ile erişilen arıza lambası yandıktan sonra aracın motorunun çalışma süresi bilgisi silinmektedir.
- Servis \$01'de \$4E numaralı PID ile erişilen hafızada kayıt altına alınmış arıza teşhis kodlarının silinmesinden sonra aracın motorunun çalışma süresi bilgisi silinmektedir.
- Servis \$06 ile erişilen misfire (ateşlememe) durumunun kayıt altına alınan sayıları silinmektedir.

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$04 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$04 destekleniyor fakat şartlar uygun değil (motor çalışıyor vb.) ise; ECU'lar \$22 kodlu negatif yanıt mesajı gönderir.
- Servis \$04 destekleniyor ve şartlar uygun ise; ECU'lar pozitif yanıt mesajı yollamak zorundadırlar. ECU'lar (işlem yoğunluğundan dolayı vb.) arıza hafızasını silemediyse; istekten sonra maksimum 5 saniye boyunca birden fazla negatif yanıt mesajı göndermesine izin verilir.

Çizelge 3.22. Servis \$04 talep mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: arıza kodlarını temizle/sıfırla isteği	04

Çizelge 3.23. Servis \$04 yanıt mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: arıza kodlarını temizle/sıfırla işlemi tamamlandı	44

3.8.5. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$05

ISO 15765-4 protokolü için Servis \$05 desteklenmemektedir. Servis \$05'in işlevselliği ISO 15765-4 protokolü için Servis \$06'da uygulanmaktadır.

3.8.6. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$06

Bu servisin amacı; sürekli olarak izlenen (benzinli araçlar için misfire izleme) ve sürekli olarak izlenmeyen (katalizör sistemi) bileşenlerin ya da sistemlerin, yerleşik tanı koyma testlerinin sonuçlarına erişim sağlayarak sistem hakkında bilgi vermektir.

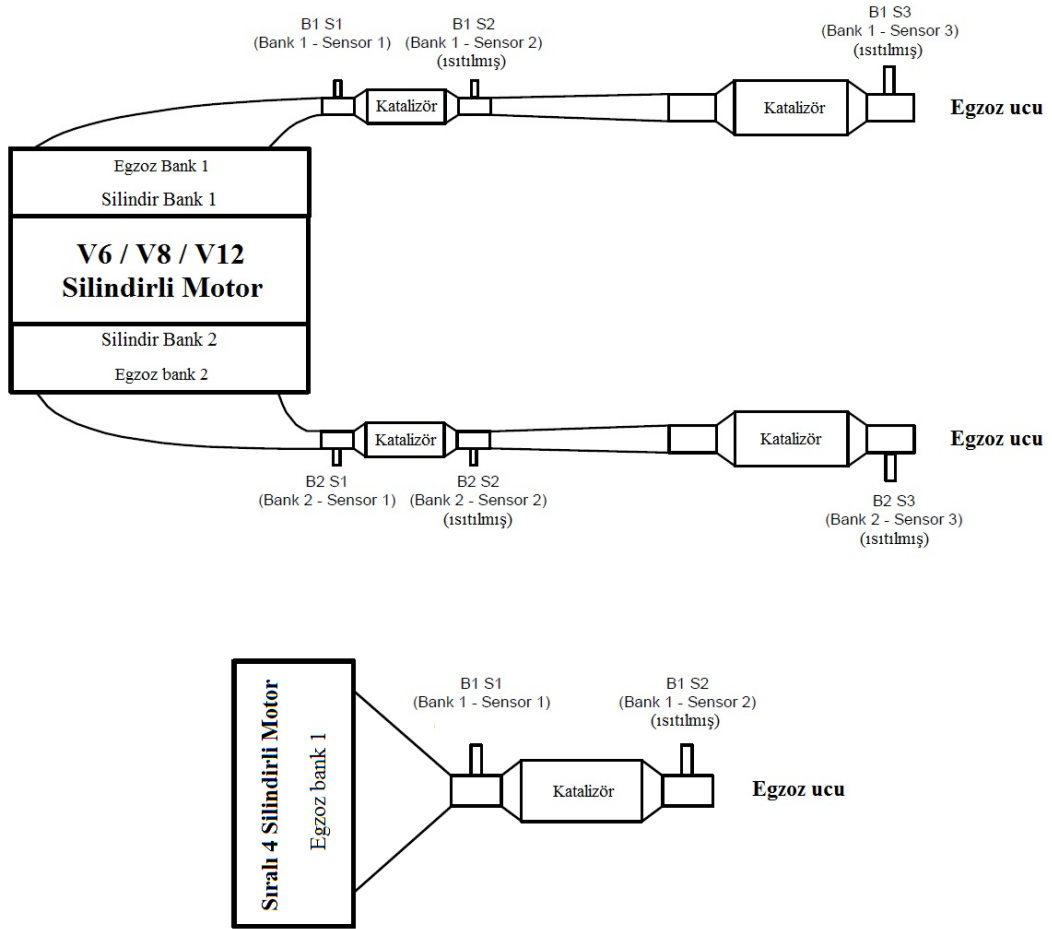
Servis \$01'de \$01 numaralı PID ile erişilen DATA D baytının 5.bitinin değeri 1 ise (yerleşik tanı koyma testlerinin izlenmesi işlemi tamamlanmadıysa); testlere ilişkin dataları göremeyiz. Servis \$06'da PID yerine OBDMID (OnBoard Diagnostic Monitor ID) ve TID (Test ID) kullanılır. Test sonuçlarına erişilmek istenen bileşenin ya da sistemin OBDMID numarası ile isteği yapılır. Servis \$06'da desteklenen ve desteklenmeyen OBDMID'ler Servis \$01'de olduğu gibi sorgulanabilir. Servis \$06'da desteklenen ve desteklenmeyen TID'ler sorgulanamaz. İsteği yapılan OBDMID numarasındaki desteklenen TID'ler, ECU'dan gelen yanıt mesajı içerisinde mevcuttur.

Araç üreticileri, izlenen bileşen ya da sistemin farklı testleri için "Üretici tanımlı TID" numaralarını atamak zorundadır. En son kayıt altına alınan test sonuçları, yeni test sonuçları ile değiştirilene kadar korunmalıdır. Test sonuçları her zaman minimum ve maksimum test limitleri ile raporlanır. Yanıt mesajında yer alan Unit and Scaling ID baytı ile birim ve ölçeklendirme işlemi yapılır. Yanıt mesajından gelen test sonucu baytı ile "Unit and Scaling ID" baytı matematiksel işleme tabi tutularak test sonucuna erişilir (SAE International J1979 2014).

Akü bağlantısının kesilmesinden sonra veya Servis \$04 ile "Emisyonla ilgili teşhis bilgilerini temizle/sıfırla" talebi gerçekleştirildikten sonra yerleşik tanı koyma testleri en az bir kez tamamlanmadıysa, test sonuç parametrelerindeki minimum ve maksimum test limit baytları sıfır (\$0000) değerinde olacaktır (SAE International J1979 2014).

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$06 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$06 destekleniyor ve hafızada herhangi bir data yok iken desteklenen bir OBDMID talep edilirse; maksimum ve minimum test limit baytları \$00 değerinde olacak şekilde pozitif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$06 destekleniyor ve hafızada herhangi bir data yok iken desteklenmeyen bir OBDMID talep edilirse; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$06 destekleniyor ve hafızada data var iken desteklenen bir OBDMID talep edilirse; ECU'lar pozitif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$06 destekleniyor ve hafızada data var iken desteklenmeyen bir OBDMID talep edilirse; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.



Şekil 3.7. Oksijen sensörlerinin araç üzerindeki yerleşimleri

Çizelge 3.24. Servis \$06 talep mesajı formatı (desteklenen OBDMID'lerin okunması)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteği	06
2	OBDMID: Desteklenen ve desteklenmeyen OBDMID'ler (Çizelge 3.4.)	xx

Çizelge 3.25. Servis \$06 yanıt mesajı formatı (desteklenen OBDMID'lerin raporu)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	46
2	Talebi yapılan OBDMID numarası (Çizelge 3.4.)	xx
3	DATA A baytı (kodlanmış bit)	xx
4	DATA B baytı (kodlanmış bit)	xx
5	DATA C baytı (kodlanmış bit)	xx
6	DATA D baytı (kodlanmış bit)	xx

Çizelge 3.26. Servis \$06 talep mesajı formatı (OBDMID talebi)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteği	06
2	OBDMID: Talep edilen OBDMID numarası (Çizelge 3.6.)	xx

Çizelge 3.27. Servis \$06 yanıt mesajı formatı (talep edilen OBDMID'nin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU→ Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID: Talep edilen OBDMID numarası (Çizelge 3.6.)	xx
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.)	xx
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.)	xx
5	Test değeri-High Byte (Çizelge 3.7.)	xx
6	Test değeri-Low Byte (Çizelge 3.7.)	xx
7	Minimum test değeri-High Byte (Çizelge 3.7.)	xx
8	Minimum test değeri-Low Byte (Çizelge 3.7.)	xx
9	Maksimum test değeri-High Byte (Çizelge 3.7.)	xx
10	Maksimum test değeri-Low Byte (Çizelge 3.7.)	xx

3.8.7. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$07

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile emisyonla ilgili sistem ve bileşenler için bekletilen (onaylanmamış) arıza kodlarına erişerek sistem hakkında bilgi edinmektir.

Tüm DTC'ler için Servis \$07 gereklidir ve Servis \$03'ten bağımsızdır. Bu verilerin kullanım amacı, bir araç onarımından sonra arıza teşhis kodlarını temizleyip daha sonraki sürüş çevrimi sonuçlarını raporlayarak servis teknisyenine yardımcı olmaktır.

Bu servis tarafından raporlanan test sonuçları, mutlaka hatalı bir sistem veya bileşen olduğunu göstermez. Servis \$07'deki bekletilen arıza kodu sürüş çevrimi boyunca tekrar ederse; arıza lambası yanar, arıza teşhis kodu oluşturularak Servis \$03'te rapor edilir. Servis \$07'deki test sonuçları, Servis \$03'te olduğu gibi aynı formatta rapor edilir.

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$07 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$07 destekleniyor fakat hafızada bekletilen herhangi bir arıza yok ise; ECU'lar herhangi bir arıza olmadığına dair pozitif yanıt mesajı gönderir.
- Servis \$07 destekleniyor ve hafızada bekletilen arıza var ise; ECU'lar hafızadaki bekletilen arıza kodlarını gösteren pozitif yanıt mesajını gönderir.

Çizelge 3.28. Servis \$07 talep mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: mevcut veya son tamamlanan sürüş döngüsü sırasında tespit edilen emisyonla ilgili arıza teşhis kodları isteği	07

Çizelge 3.29. Servis \$07 yanıt mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: mevcut veya son tamamlanan sürüş döngüsü sırasında tespit edilen emisyonla ilgili arıza teşhis kodları isteğine yanıtı	47
2	Emisyonla ilgili arıza teşhis kodlarının sayısını verir: Arıza teşhis kodu yok ise Arıza teşhis kodu var ise (arıza teşhis kodu sayısı)	00 01-FF
3	High Byte: DTC 1	xx
4	Low Byte: DTC 1	xx
.
n-1	High Byte: DTC m	xx
n	Low Byte: DTC m	xx

3.8.8. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$08

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile yerleşik sistemde yer alan bileşenlerin kontrol edilmesi ya da test işlemleri gerçekleştirilerek sistem hakkında bilgi edinmektir.

Desteklenen ve desteklenmeyen TID'ler Servis \$01'deki gibi sorgulanmaktadır. Talep mesajındaki TID'lerin sırası ile yanıt mesajındaki TID'lerin sırası birbirinden farklı olabilir. Servis \$08'de yanıt mesajları ile sistem durumu hakkında bilgi verir ve ayrıca test sonuçlarını rapor eder (SAE International J1979 2014).

Servis \$08'de talep mesajları ile yapılabilen işlemler;

- Yerleşik sistemi, bileşeni ya da bir testi “açık” konuma getirmek.
- Yerleşik sistemi, bileşeni ya da bir testi “kapalı” konuma getirmek.
- Yerleşik sistemi, bileşeni ya da bir testi ‘n’ saniye boyunca çalıştırmak.

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$08 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$08 destekleniyor ve şartlar uygun iken desteklenen bir TID talep edilirse; ECU'lar pozitif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$08 destekleniyor ve şartlar uygun değil iken desteklenen bir TID talep edilirse; ECU'lar negatif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$08 destekleniyor ve desteklenmeyen bir TID talep edilirse; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.

Çizelge 3.30. Servis \$08 talep mesajı formatı (desteklenen TID'lerin okunması)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: yerleşik sistemdeki bileşenlerin kontrol/test işlemlerinin isteği	08
2	TID: Desteklenen ve desteklenmeyen TID'ler (Çizelge 3.4.)	xx

Çizelge 3.31. Servis \$08 yanıt mesajı formatı (desteklenen TID'lerin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: yerleşik sistemdeki bileşenlerin kontrol/test işlemlerinin isteğine yanıtı	48
2	Talebi yapılan TID numarası (Çizelge 3.4.)	XX
3	DATA A baytı (kodlanmış bit)	XX
4	DATA B baytı (kodlanmış bit)	XX
5	DATA C baytı (kodlanmış bit)	XX
6	DATA D baytı (kodlanmış bit)	XX

Çizelge 3.32. Servis \$08 talep mesajı formatı (TID talebi)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: yerleşik sistemdeki bileşenlerin kontrol/test işlemlerinin isteği	08
2	TID: Talep edilen TID numarası (Çizelge 3.9.)	XX
4	DATA A baytı (mevcut ise)	XX
5	DATA B baytı (mevcut ise)	XX
6	DATA C baytı (mevcut ise)	XX
7	DATA D baytı (mevcut ise)	XX

Çizelge 3.33. Servis \$08 yanıt mesajı formatı (talep edilen TID'nin raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: yerleşik sistemdeki bileşenlerin kontrol/test işlemlerinin isteğine yanıtı	48
2	TID: Talep edilen TID numarası (Çizelge 3.9.)	XX
3	DATA A baytı (mevcut ise)	XX
4	DATA B baytı (mevcut ise)	XX
5	DATA C baytı (mevcut ise)	XX
6	DATA D baytı (mevcut ise)	XX

Çizelge 3.34. Servis \$08 negatif yanıt mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	ECU→ Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: negatif yanıt mesajı	7F
2	SID: bileşenlerin kontrol/test işlemlerinin isteğine yanıtı	08
3	Negatif yanıt kodu: (Çizelge 3.3.)	xx

3.8.9. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$09

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile VIN numarası gibi araca özel olan bilgilere erişerek sistem hakkında bilgi edinmektir.

Servis \$09'da InfoType'lar kullanılmaktadır. Desteklenen ve desteklenmeyen InfoType'lar Servis \$01'deki gibi sorgulanmaktadır. Yanıt mesajındaki baytlar (DATA A, DATA B vb.) onaltılık sayı tabanında olup, onaltılık sayı tabanından ikilik sayı tabanına çevrilir. Bu çevrim sonrasında ikilik sayı tabanındaki değeri bir olan InfoType'lar desteklenen InfoType'lardır (SAE International J1979 2014).

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir;

- Servis \$09 desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$09 destekleniyor ve datalar mevcut iken desteklenen bir InfoType talep edilirse; ECU'lar pozitif yanıt mesajı yollar.
- Servis \$09 destekleniyor ve şartlar uygun fakat datalar mevcut değilken desteklenen bir InfoType talep edilirse; ilk negatif yanıt mesajı 50ms içinde gönderilir, pozitif yanıt mesajı gönderilene kadar (5 saniye boyunca) ardışık olarak negatif yanıt mesajları gönderilir.
- Servis \$09 destekleniyor, şartlar uygun değil ve datalar mevcut değilken desteklenen bir InfoType talep edilirse; ECU'lar negatif yanıt mesajı yollar.

Çizelge 3.35. Servis \$09 talep mesajı formatı (desteklenen InfoType'ların okunması)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	09
2	InfoType: Desteklenen ve desteklenmeyen InfoType'lar (Çizelge 3.4.)	xx

Çizelge 3.36. Servis \$09 yanıt mesajı formatı (desteklenen InfoType'ların raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteğine yanıtı	49
2	Talebi yapılan InfoType numarası (Çizelge 3.4.)	xx
3	DATA A baytı (kodlanmış bit)	xx
4	DATA B baytı (kodlanmış bit)	xx
5	DATA C baytı (kodlanmış bit)	xx
6	DATA D baytı (kodlanmış bit)	xx

Çizelge 3.37. Servis \$09 talep mesajı formatı (InfoType talebi)

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	09
2	InfoType: Talep edilen InfoType numarası (Çizelge 3.9.)	xx

Çizelge 3.38. Servis \$09 yanıt mesajı formatı (talep edilen InfoType’ın raporlanması)

Mesaj Hedefi:	ECU→ Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteğine yanıtı	49
2	Talebi yapılan InfoType numarası (Çizelge 3.9.)	xx
3	Gelen dataların kaç sayfa olduğu bilgisi	xx
4	DATA A baytı	xx
5	DATA B baytı (mevcut ise)	xx
6	DATA C baytı (mevcut ise)	xx
...
n	DATA m baytı (mevcut ise)	xx

3.8.10. ISO 15765-4 protokolü için Servis \$0A

Bu servisin amacı; diyagnostik cihazı ile sistemde yer alan, emisyon ile ilgili kalıcı (silinmeyen) arıza teşhis kodlarına erişerek sistem hakkında bilgi edinmektir.

Kalıcı arıza teşhis kodları, onaylanmış arıza teşhis kodlarıdır. Teşhis edilen arızanın mevcut olmadığını ve arıza lambasını yaktırmadığı belirlenene kadar sunucunun kalıcı belleğinde tutulur. Kalıcı arıza teşhis kodları, araç akü bağlantısının kesilmesi ile ya da diyagnostik cihaz yardımı ile silinemez. Arıza lambası yanmayan bir aracın kontrolünde kalıcı arıza teşhis kodlarının varlığı, bakım ya da onarımın uygun şekilde yapılmadığının bir göstergesidir (SAE International J1979 2014).

Kalıcı arıza teşhis kodları aşağıdaki durumlarda silinebilir;

- OBD sistemi, kalıcı arıza teşhis kodunun saklanmasına neden olan arızanın artık mevcut olmadığını ve arıza lambasını yaktırmadığını belirler ise.
- Kalıcı arıza teşhis kodlarını içerin ECU yeniden programlanırken, izlenen bileşen ve sistemlerin hazır olma durumu “tamamlanmadı” olarak ayarlanır ise.

Diyagnostik cihazına bağlanan ECU veya ECU'ların talep mesajlarına karşılık olarak verdikleri cevap mesajları formatı aşağıdaki gibidir; (SAE International J1979 2014).

- Servis \$0A desteklenmiyorsa; ECU'lar herhangi bir cevap mesajı yollamazlar.
- Servis \$0A destekleniyor fakat hafızada herhangi bir kalıcı arıza yok ise; ECU'lar herhangi bir arıza olmadığına dair pozitif yanıt mesajı gönderir.
- Servis \$0A destekleniyor ve hafızada kalıcı arıza var ise; ECU'lar hafızadaki kalıcı arıza teşhis kodlarını gösteren pozitif yanıt mesajını gönderir.

Çizelge 3.39. Servis \$0A talep mesajı formatı

Mesaj Hedefi:	Harici test ekipmanı → ECU	
Mesaj Türü:	Talep mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: emisyon ile ilgili kalıcı arıza teşhis kodları isteği	0A

Çizelge 3.40. Servis \$0A yanıt mesajı formatı

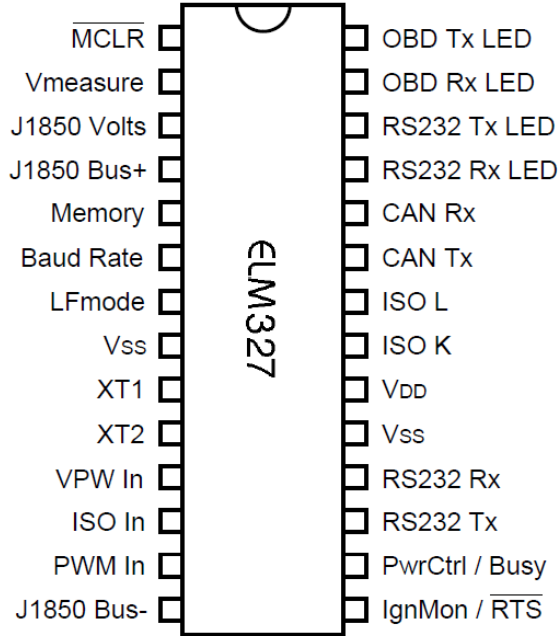
Mesaj Hedefi:	ECU → Harici test ekipmanı	
Mesaj Türü:	Yanıt mesajı	
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	Talep edilen SID numarasına verilen yanıt	4A
2	ECU hafızasındaki emisyonla ilgili kalıcı arıza kodlarının sayısı: Arıza teşhis kodu yok ise Arıza teşhis kodu var ise (arıza kodu sayısı)	00 01-FF
3	High Byte: DTC 1	xx
4	Low Byte: DTC 1	xx
.
.
.
n-1	High Byte: DTC m	xx
n	Low Byte: DTC m	xx

3.9. ELM327 Diyagnostik Cihazı

ELM327 diyagnostik cihazı ELM Electronics firması tarafından üretilen, programlanmış bir mikro denetleyici olup, bir çeşit OBD arayüz çeviricisidir. ECU'lardaki verilere erişebilmek için ELM327 diyagnostik cihazı kullanıldı. ELM327 diyagnostik cihazının 16 pinli ucu, araç üzerinde bulunan OBD-II soketine bağlanarak haberleşme hattında bulunan ECU'lara erişim sağlanırken, USB-A ucu bilgisayara bağlanarak haberleşme hattı ile bilgisayar arasında iletişim sağlandı.

OBD-II soketinin bağlantı girişi 16 pinlidir ve aracın direksiyon simidinin 61 cm (2 feet) yakınında olması gerekir. Aracın kontağı yarı açık konuma getirildikten sonra ELM327 diyagnostik cihazı, OBD II soketi üzerinden kablolu ya da kablosuz bağlantı sağlayarak gelen sinyali bilgisayar veya diğer elektronik cihazların algılayacağı sinyale dönüştürmektedir (Elm Electronics Inc 2010, Wikipedia 2021a).

ELM 327 cihazı bilgisayar veya diğer elektronik cihazlara iletişim kurabilmek için USB, bluetooth, Wi-Fi gibi haberleşme teknolojilerini kullanmaktadır.



Şekil 3.8. ELM327 diyagnostik cihazının bağlantı diyagramı

ELM327 diyagnostik cihazının içinde bulunan parametreler ayarlanabilmektedir. Bu parametreleri ayarlayabilmek için üretici firma tarafından belirlenen komutlar verilmelidir. ELM327'ye komut verildikten sonra ELM327 komutu başarıyla tamamlandığını söylemek için 'OK' mesajı ile yanıt verecektir. Komut türleri; genel komutlar, programlanabilir parametre komutları, gerilim okuma komutları, OBD komutları, ISO komutları, SAE komutları, CAN komutları gibi genel başlık altında incelenmektedir (Elm Electronics Inc 2010).

ELM327 diyagnostik cihazı farklı haberleşme protokollerini desteklemektedir. Belirlenen standartlar çerçevesindeki haberleşme protokollerinin iletişim durumları farklı olduğu için ELM327 cihazından belirli ayarlamaların yapılması gereklidir.

Çizelge 3.41. ELM327 cihazı tarafından desteklenen iletişim protokolleri

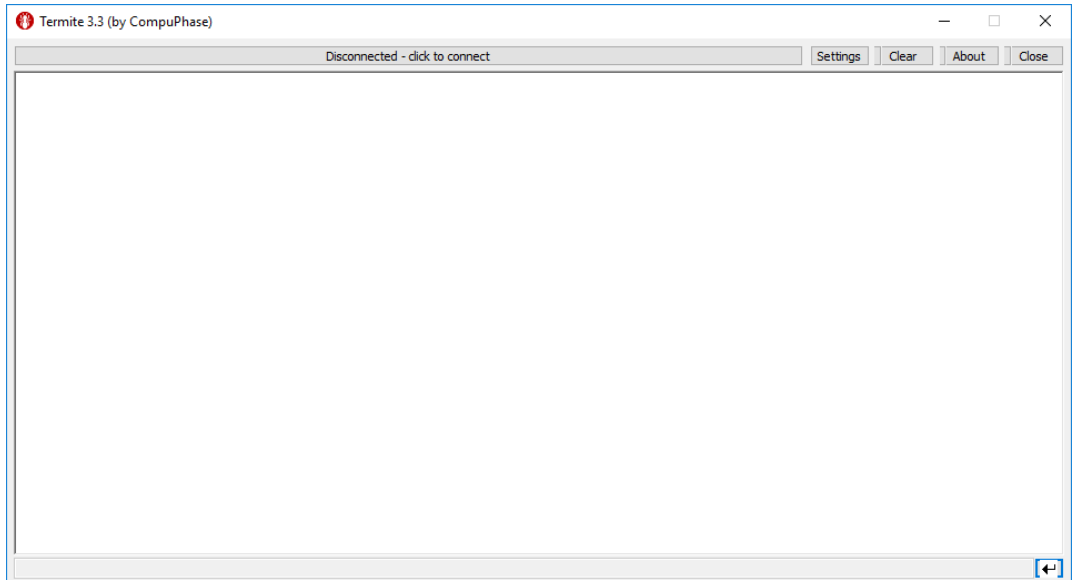
Protokol Numarası	Açıklama
0	Otomatik
1	SAE J1850 PWM (41.6 Kbaud)
2	SAE J1850 VPM (10.4 Kbaud)
3	ISO 9141-2 (5 baud init, 10.4 Kbaud)
4	ISO 14230-4 KWP (5 baud init, 10.4 Kbaud)
5	ISO 14230-4KWP (fast init, 10.4 Kbaud)
6	ISO 15765-4 CAN (11bit ID, 500 Kbaud)
7	ISO 15765-4 CAN (29bit ID, 500 Kbaud)
8	ISO 15765-4CAN (11 bit ID, 250 Kbaud)
9	ISO 15765-4CAN (29 bit ID, 250 Kbaud)
A	SAE J1939 CAN (29 bit ID, 250 Kbaud)
B	Kullanıcı tanımlı CAN (11 bit ID, 125 Kbaud)
C	Kullanıcı tanımlı CAN (11 bit ID, 50 Kbaud)



Şekil 3.9. Kablolu ve kablosuz ELM327 cihazı

3.9.1. ELM327 diyagnostik cihazında kullanılan seri haberleşme programı

Araç ile bilgisayar arasındaki haberleşme bağlantısını sağlayan ELM327 diyagnostik cihazında seri haberleşme programı olarak Termite 3.3 programı kullanılmıştır. ELM327 diyagnostik cihazı ile bilgisayar arasındaki seri haberleşmede transfer edilen bit sayısı 8 data bit olarak belirlenirken, seri haberleşme hızı 38400 baud rate (bir saniyede maksimum 38400 bit taşıyabilir) olarak belirlenmiştir.



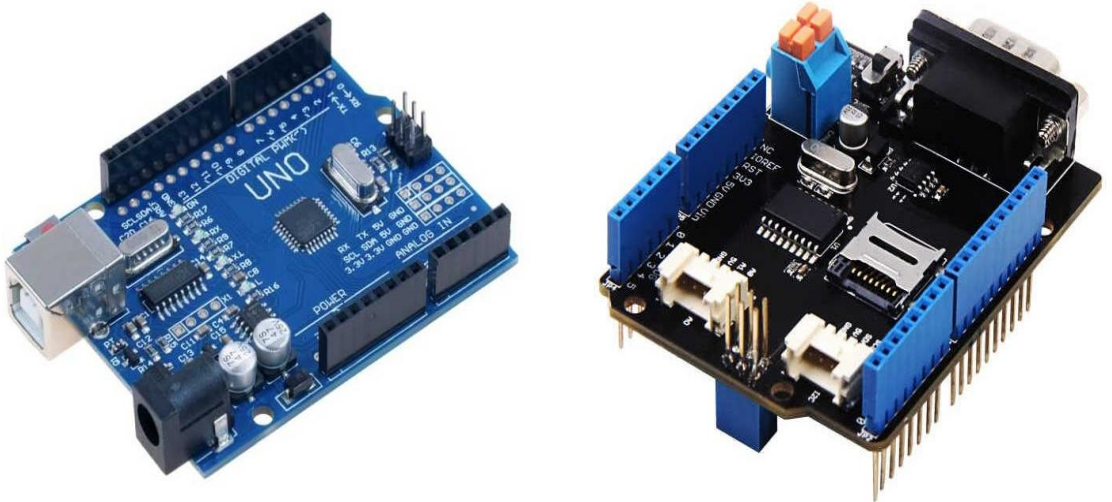
Şekil 3.10. ELM327 cihazında kullanılan seri haberleşme programı

3.10. Arduino UNO R3 ve CAN BUS Shield Cihazı

CAN BUS Shield cihazında MCP2551 CAN alıcı-vericisi ve MCP2515 CAN-BUS denetleyicisi SPI arayüzü ile birlikte kullanılmaktadır. CAN BUS Shield cihazının, CAN2.0A (11 bit ID) ve CAN 2.0B (29 bit ID) desteği mevcuttur. CAN BUS Shield, Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı ile uyumlu pin headerları sayesinde entegre bir şekilde çalışabilmektedir.

Arduino UNO R3 cihazı, ATmega328P tabanlı bir mikrodenetleyicidir. İletişimi sağlamak için içerisinde ATmega16u2 USB seri dönüştürücüsü kullanılmaktadır. 14 adet dijital giriş/çıkış pinine, 6 adet analog giriş pinine, USB bağlantısı ve güç jakına sahiptir.

Araç tarafında 16 Pin OBD-II soketi, CAN BUS Shield tarafında ise 9 Pin DB9 soketi kullanılarak araç ile CAN BUS Shield arasındaki fiziksel bağlantı sağlanmıştır. Arduino UNO R3 tarafında USB-B soketi, bilgisayar tarafında ise USB-A soketi kullanılarak Arduino UNO R3 cihazı ile bilgisayar arasındaki fiziksel bağlantı sağlanmıştır. CAN BUS Shield ile Arduino UNO R3'ün fiziksel bağlantısı yapılarak, araç ve bilgisayar arasındaki bağlantı tamamlanmıştır.



Şekil 3.11. Arduino UNO R3 cihazı (solda) ve CAN BUS Shield cihazı (sağda)

3.10.1. Arduino cihazına gömülen diyagnostik programın algoritması



Şekil 3.12. CAN veri yolu izleme sistemine gömülen programa ilişkin algoritma

3.10.2. Arduino cihazına gömülen örnek bir diyagnostik programın parçası

```
#include <SPI.h>
#include "mcp_can.h"
#define CAN_ID 0x7DF

byte PID_INPUT = 0;
byte Get_Command = 0;
const int SPI_CS_PIN = 10;
MCP_CAN CAN(SPI_CS_PIN);

void set_mask_filt()
{
    CAN.init_Mask(0, 0, 0x7F8);
    CAN.init_Filt(0, 0, 0x7E8);
    CAN.init_Filt(1, 0, 0x7E8);
    CAN.init_Mask(1, 0, 0x7F8);

    CAN.init_Filt(2, 0, 0x7E8);
    CAN.init_Filt(3, 0, 0x7E8);
    CAN.init_Filt(4, 0, 0x7E8);
    CAN.init_Filt(5, 0, 0x7E8);
}

void Service_01(byte pid)
{
    byte tmp[8] = {0x02, 0x01, pid, 0, 0, 0, 0, 0};
    Serial.print("\n");
    Serial.print("SEND PID: 0x");
    Serial.println(pid, HEX);
    CAN.sendMsgBuf(CAN_ID, 0, 8, tmp);
}

void Klavye_Oku()
{
    while(Serial.available())
    {
        char c = Serial.read();

        if(c>='0' && c<='9'){
            PID_INPUT *= 0x10;
            PID_INPUT += c-'0';}

        else if(c>='A' && c<='F'){
            PID_INPUT *= 0x10;
            PID_INPUT += 10+c-'A';}

        else if(c>='a' && c<='f'){
            PID_INPUT *= 0x10;
            PID_INPUT += 10+c-'a';}

        else if(c == '\n'){Get_Command = 1;}
    }
}
```

```

void Can_Receive()
{
    unsigned char len = 0;
    unsigned char buf[1024];

    if(CAN_MSGAVAIL == CAN.checkReceive())
    {
        CAN.readMsgBuf(&len, buf);

        Serial.println("\r\n-----");
        Serial.print("Get Data From id: 0x");
        Serial.println(CAN.getCanId(), HEX);

        for(int i = 0; i<len; i++) // print the data
        {
            Serial.print("0x");
            Serial.print(buf[i], HEX);
            Serial.print("\t");
        }
        Serial.println();
    }
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    while (CAN_OK != CAN.begin(CAN_500KBPS)) // init can bus : baudrate = 500k
    {
        Serial.println("CAN BUS Shield init fail");
        Serial.println(" Init CAN BUS Shield again");
        delay(100);
    }
    Serial.println("CAN BUS Shield init ok!");
    set_mask_filt();
}

void loop()
{
    Klavye_Oku();

    if(Get_Command)
    {
        Get_Command = 0;
        Service_01(PID_INPUT);
        PID_INPUT = 0;
    }
    Can_Receive();
}

```


3.11. Yapılan Testler

Bu çalışmadaki testler, OBD-II standartlarına sahip ve haberleşme protokolü olarak ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 Kbaud) protokolünü kullanan bir araç üzerinde gerçekleştirilmiştir. Testlerin gerçekleştirildiği anda üzerinde çalışma yapılan aracın kontak anahtarı açık ve motoru kapalı konumdadır. Aracın haberleşme hattına bağlanılarak ECU'lara erişilmiş ve desteklenen tüm servisler incelenmiştir. Arduino UNO R3 ve CAN BUS Shield'ı içeren sistemden elde edilen datalar ile ELM327 diyagnostik cihazıyla elde edilen datalar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

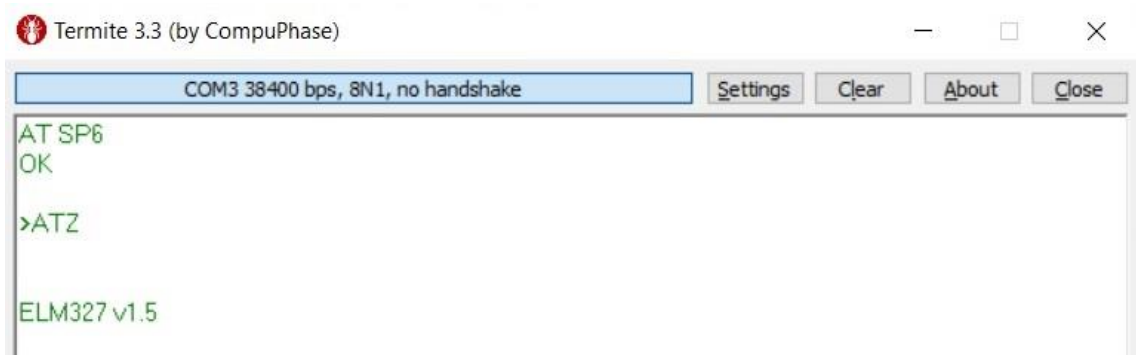
- Servis \$01 ile araçtaki sensör ve eyleyicilere ait anlık verilere erişildi. Servis \$01'deki desteklenen tüm PID'ler test edildi.
- Araç hafızasında arıza bulunması ve arıza bulunmaması durumunda, Servis \$02'ye erişilerek dondurulmuş veri çerçeveleri gözlemlendi. Servis \$02'deki desteklenen tüm PID'ler test edildi.
- Araç hafızasında arıza bulunması ve arıza bulunmaması durumunda, Servis \$03 ile kayıt altına alınmış diyagnostik arıza kodlarına erişildi.
- Servis \$04 ile onaylanmış olan diyagnostik arıza kodları ve kayıt altına alınmış veriler temizlendi.
- Araç hafızasında arıza bulunması ve arıza bulunmaması durumunda, Servis \$06 ile sistem ve bileşenler izlenerek test sonuçları gözlemlendi. Desteklenen tüm OBDMID'ler test edildi.
- Araç hafızasında arıza bulunması ve arıza bulunmaması durumunda, Servis \$07 ile bekletilen (onaylanmamış) arıza kodlarına erişildi.
- Servis \$08 ile OBD sistemi ve bileşenlerinin kontrol işlemi için TID'ler kullanılarak gözlemlene testleri yapıldı.
- Servis \$09 ile araca özel olan VIN numarası gibi bilgilere erişildi. Desteklenen tüm InfoType'lar test edildi.
- Servis \$0A ile kalıcı diyagnostik arıza kodlarına erişildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, ELM327 cihazı kullanılarak test aracının desteklediği OBD-II servisleri ile test aracının diyagnostik işlemleri gerçekleştirildi. Diyagnostik işlemlerinde Termite adlı seri haberleşme programı kullanılmıştır.

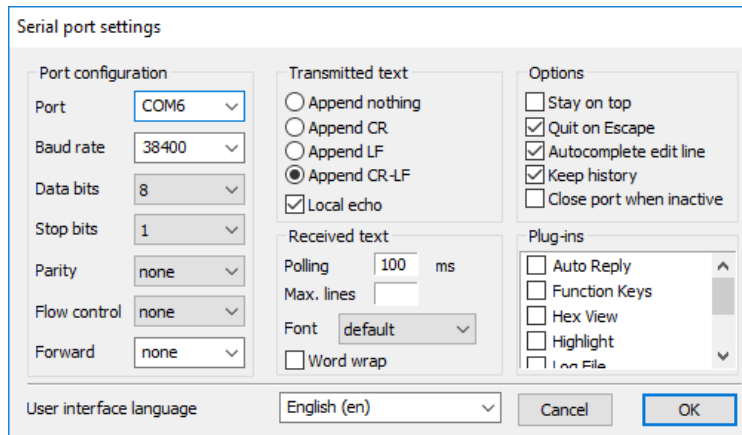
4.1. Program Komutlarının Çözülmesi

Diyagnostik cihaz ile araç arasındaki haberleşme ayarları Şekil 4.2.'de verilirken, bu değere (AT SP6) Çizelge 3.41.'den ulaşılmıştır.



Şekil 4.1. Diyagnostik cihaz ile test aracı arasındaki seri haberleşme ayarları

ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 Kbaud) protokolü için diyagnostik cihaz ile bilgisayar arasındaki seri haberleşme ayarları Şekil 4.3.'te verilmiştir. Diğer ayarlar ise diyagnostik cihazının fabrika ayarlarındadır.

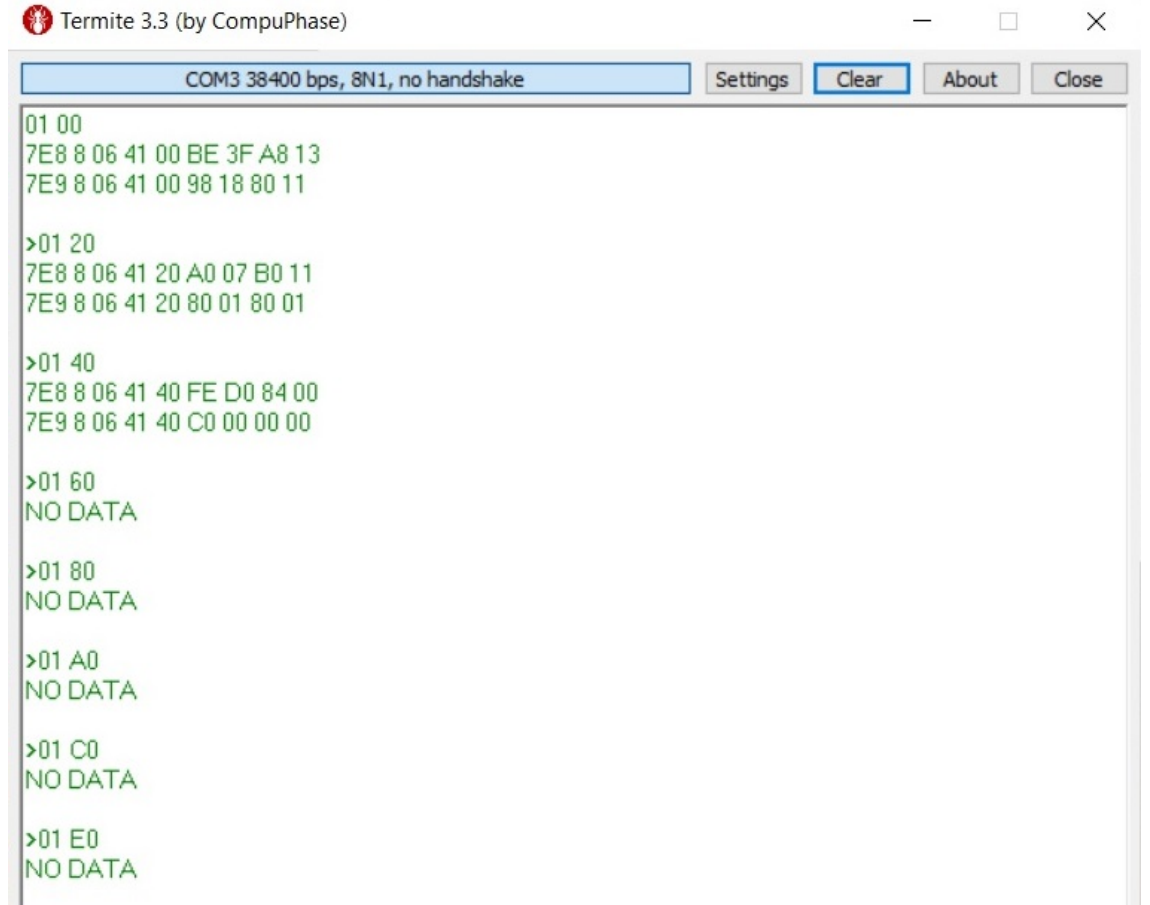


Şekil 4.2. Diyagnostik cihaz ile bilgisayar arasındaki seri haberleşme ayarları

4.1.1. Servis \$01 çözümlenmesi

Servis \$01 ile araçtaki sensör ve eyleyicilere ait anlık verilere erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta;

- Servis \$01’de desteklenen ve desteklenmeyen PID’lerin sorgusu yapıldı
- Desteklenen PID’ler tespit edildi
- Desteklenen PID’lerin sorgulaması yapılarak araca ait datalara erişim sağlandı.



Şekil 4.3. Servis \$01 için desteklenen ve desteklenmeyen PID’lerin sorgulanması

Mesaj ID’si 7E8 olan ECU’dan aldığımız veriler Çizelge 4.1.’de görüldüğü üzere onaltılık sayı tabanından ikilik sayı tabanına çevrilmiştir. Bu çevrim sonrasında ikilik sayı tabanındaki değeri “1” olan PID’ler desteklenen PID’lerdir. Desteklenen PID’leri sorgulayarak, araçtaki sensör ve eyleyicilere ait anlık verilere erişim sağlanmıştır.

Çizelge 4.1. Servis \$01 için pozitif yanıt mesajı çözümlemesi

\$01 00 açılımı			\$01 20 açılımı			\$01 40 açılımı		
Data Bayt (hex)	(bin)	PID No	Data Bayt (hex)	(bin)	PID No	Data Bayt (hex)	(bin)	PID No
B	1	01	A	1	21	F	1	41
	0	02		0	22		1	42
	1	03		1	23		1	43
	1	04		0	24		1	44
E	1	05	0	0	25	E	1	45
	1	06		0	26		1	46
	1	07		0	27		1	47
	0	08		0	28		0	48
3	0	09	0	0	29	D	1	49
	0	0A		0	2A		1	4A
	1	0B		0	2B		0	4B
	1	0C		0	2C		1	4C
F	1	0D	7	0	2D	0	0	4D
	1	0E		1	2E		0	4E
	1	0F		1	2F		0	4F
	1	10		1	30		0	50
A	1	11	B	1	31	8	1	51
	0	12		0	32		0	52
	1	13		1	33		0	53
	0	14		1	34		0	54
8	1	15	0	0	35	4	0	55
	0	16		0	36		1	56
	0	17		0	37		0	57
	0	18		0	38		0	58
1	0	19	1	0	39	0	0	59
	0	1A		0	3A		0	5A
	0	1B		0	3B		0	5B
	1	1C		1	3C		0	5C
3	0	1D	1	0	3D	0	0	5D
	0	1E		0	3E		0	5E
	1	1F		0	3F		0	5F
	1	20		1	40		0	60

Desteklenen ve desteklenmeyen PID'lerden herhangi birinin değeri sıfır olması durumunda, değeri sıfır olan PID'den sonraki PID'lerin de değeri sıfırdır. Örnek olarak Çizelge 4.1.'de \$60 numaralı PID'nin değeri sıfırdır. \$60 numaralı PID ve sonraki PID'ler için talep isteği yapılır ise, ECU bize cevap mesajı olarak "NO DATA" mesajını gönderecektir. Bu durum Şekil 4.3.'te görülmektedir.

Servis \$01'de PID \$01 ile DTC'ler silindikten sonraki durum izlemesi yapılır.

>01 01

41 01 00 07 E1 00

Data Bayt (hex)	A				B				C				D																			
	0		0		0		7		E		1		0		0																	
(bin)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
BitNo	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Şekil 4.4. Servis \$01'de \$01 numaralı PID'nin çözümlemesi

A baytının;

- 0-6 bitleri ECU hafızasındaki kayıt altına alınmış DTC'lerin sayısını vermektedir.
- 7. bit değeri; 0 ise arıza lambası yanmıyordur, 1 ise arıza lambası yanıyordur.

B baytının;

- 0. bit değeri; 0 ise misfire(ateşlememe) izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise misfire izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 1. bit değeri; 0 ise kapalı döngü kontrol sistemi kullanılmadığını, 1 ise kapalı döngü kontrol sistemi kullanıldığını belirtmektedir.
- 2. bit değeri; 0 ise kapsamlı bileşen izleme sistemi kullanılmadığını, 1 ise kapsamlı bileşen izleme sistemi kullanıldığını belirtmektedir.
- 3. bit değeri; 0 ise benzinli bir araç olduğunu, 1 ise dizel bir araç olduğunu belirtmektedir.
- 4. bit değeri; 0 ise misfire izlemesinin hazır olduğunu, 1 ise misfire izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. (Önce 0. bite bakılır)

- 5. bit değeri; 0 ise yakıt sistemi izlemesinin hazır olduğunu, 1 ise yakıt sistemi izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. (Önce 1.bite bakılır)
- 6.bit değeri; 0 ise kapsamlı bileşen izleme sisteminin hazır olduğunu, 1 ise kapsamlı bileşen izleme sisteminin hazır olmadığını belirtmektedir. (Önce 2.bite bakılır)
- 7. bit ise ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.

C baytının (benzinli araçlar için);

- 0. bit değeri; 0 ise katalizör sisteminin izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise katalizör sisteminin izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 1. bit değeri; 0 ise ısıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise ısıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 2. bit değeri; 0 ise evaporatif sistemin izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise evaporatif sisteminin izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 3. bit değeri; 0 ise ikincil hava sistemi izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise ikincil hava sistemi izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- 5. bit değeri; 0 ise oksijen sensörü izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise oksijen sensörü izlemesinin desteklendiğini belirtilmektedir.
- 6. bit değeri; 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklendiğini belirtilmektedir.
- 7. bit değeri; 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.

C baytının (dizel araçlar için);

- 0. bit değeri; 0 ise metan olmayan hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise metan olmayan hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 1. bit değeri; 0 ise seçici katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise seçici katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 2. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.

- 3. bit değeri; 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- 5. bit değeri; 0 ise egzoz gaz sensör izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise egzoz gaz sensör izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.
- 6. bit değeri; 0 ise partikül madde filtre izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise partikül madde filtre izlemesinin desteklendiğini belirtilmektedir.
- 7. bit değeri; 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediğini, 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiğini belirtmektedir.

D baytının (benzinli araçlar için);

- Katalizör sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bitin değeri 0 ise katalizör sistemi izlemesinin hazır olduğunu, 0. bitin değeri 1 ise katalizör sisteminin izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Katalizör sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 0. bitin değeri 0 ise katalizör sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Isıtcılı katalizör sisteminin izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bitin değeri 0 ise ısıtcılı katalizör sisteminin izlemesinin hazır olduğunu, 1. bitin değeri 1 ise ısıtcılı katalizör sisteminin izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Isıtcılı katalizör sisteminin izlemesinin desteklenmediği durumda; 1. bitin değeri 0 ise ısıtcılı katalizör sisteminin izlemesi uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Evaporatif sistemin izlemesinin desteklendiği durumda; 2. bitin değeri 0 ise evaporatif sistemin izlemesinin hazır olduğunu, 2. bitin değeri 1 ise evaporatif sistemin izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Evaporatif sistemin izlemesinin desteklenmediği durumda; 2. bitin değeri 0 ise evaporatif sistemin izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- İkincil yakıt sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bitin değeri 0 ise ikincil hava sistemi izlemesinin hazır olduğunu, 3. bitin değeri 1 ise ikincil hava sistemi izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. İkincil hava sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 3. bitin değeri 0 ise ikincil hava sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.

- Oksijen sensörü izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü izlemesinin hazır olduğunu, 5. bitin değeri 1 ise oksijen sensörü izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Oksijen sensörü izlemesinin desteklenmediği durumda; 5. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin hazır olduğunu, 6. bitin değeri 1 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklenmediği durumda; 6. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin hazır olduğunu, 7. bitin değeri 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

D baytının (dizel araçlar için);

- Hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bitin değeri 0 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin hazır olduğunu, 0. bitin değeri 1 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklenmediği durumda; 0. bitin değeri 0 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bitin değeri 0 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin hazır olduğunu, 1. bitin değeri 1 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklenmediği durumda; 1. bitin değeri 0 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- 2. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bitin değeri 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin hazır olduğunu, 3. bitin değeri 1 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Basınç yükseltici

sistem izlemesinin desteklenmediği durumda; 3. bitin değeri 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Egzoz gaz sensör izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bitin değeri 0 ise egzoz gaz sensör izlemesinin hazır olduğunu, 5. bitin değeri 1 ise egzoz gaz sensör izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Egzoz gaz sensör izlemesinin desteklenmediği durumda; 5. bitin değeri 0 ise egzoz gaz sensör izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Partikül madde filtre izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bitin değeri 0 ise partikül madde filtre izlemesinin hazır olduğunu, 6. bitin değeri 1 ise basınç partikül madde filtre izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. Partikül madde filtre izlemesinin desteklenmediği durumda; 6. bitin değeri 0 ise partikül madde filtre izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin hazır olduğunu, 7. bitin değeri 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin hazır olmadığını belirtmektedir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

Servis \$01'de PID \$03 ile yakıt sistemi durum izlemesi yapılır.

>01 03

41 03 00 00

Kontak anahtarı açık ve motor kapalı durumda iken Data A ve Data B baytlarındaki tüm bitlerin değeri 0 olacak şekilde rapor edilmektedir.

Benzinli araçlar için; direkt enjeksiyon sistemi ile çalışan araçlarda A baytı kullanılırken, sıralı enjeksiyon sistemi ile çalışan araçlarda B baytı kullanılmaktadır. Tek yakıtlı sistemler için A baytı kullanılır. Alternatif yakıtlı sistemlerde ise orijinal yakıt sistemi için A baytı kullanılırken, alternatif yakıt sistemi için B baytı kullanılır (Örneğin benzin+LPG sistemine sahip araçlarda benzin için A baytı, LPG için B baytı kullanılır).

Tek yakıtlı sistemlerde durum raporu için; kapalı döngüye bağımsız olarak girip çıkabilen sistemler Data A'nın tüm bitlerini (0-7) kullanılırken, kapalı döngüye bağımsız olarak girip çıkamayan sistemler Data A'nın ilk 5 bitini (0-4) kullanır.

A baytının;

- 0. bitin değeri 1 ise; açık döngü – kapalı döngüye geçmek için gerekli koşullar sağlanamadı (bank 1 veya her iki bank için)
- 1. bitin değeri 1 ise; kapalı döngü – tüm oksijen sensörleri yakıt kontrolü için geri besleme olarak kullanılmaktadır.
- 2. bitin değeri 1 ise; açık döngü – silindir devre dışı bırakma vb. gibi sürüş koşulları nedeniyle (bank 1 veya her iki bank için)
- 3. bitin değeri 1 ise; açık döngü – sistem hatasının algılanması nedeniyle (bank 1 veya her iki bank için)
- 4. bitin değeri 1 ise; kapalı döngü – yakıt kontrolü için tek oksijen sensörü kullanıyor olabilir, oksijen sensörlerinden en az bir tanesinde arıza mevcut.
- 5. bitin değeri 1 ise; açık döngü – kapalı döngüye geçmek için gerekli koşullar sağlanamadı.
- 6. bitin değeri 1 ise; açık döngü – silindir devre dışı bırakma vb. gibi sürüş koşulları nedeniyle (bank 2 için)
- 7. bitin değeri 1 ise; açık döngü – sistem hatasının algılanması nedeniyle (bank 2 için)

B baytının;

- 0. bitin değeri 1 ise; açık döngü – kapalı döngüye geçmek için gerekli koşullar sağlanamadı (bank 1 veya her iki bank için)
- 1. bitin değeri 1 ise; kapalı döngü – tüm oksijen sensörleri yakıt kontrolü için geri besleme olarak kullanılmaktadır.
- 2. bitin değeri 1 ise; açık döngü – silindir devre dışı bırakma vb. gibi sürüş koşulları nedeniyle (bank 1 veya her iki bank için)
- 3. bitin değeri 1 ise; açık döngü – sistem hatasının algılanması nedeniyle (bank 1 veya her iki bank için)

- 4. bitin değeri 1 ise; kapalı döngü – yakıt kontrolü için tek oksijen sensörü kullanıyor olabilir, oksijen sensörlerinden en az bir tanesinde arıza mevcut.
- 5. bitin değeri 1 ise; açık döngü – kapalı döngüye geçmek için gerekli koşullar sağlanamadı.
- 6. bitin değeri 1 ise; açık döngü – silindir devre dışı bırakma vb. gibi sr koşulları nedeniyle (bank 2 için)
- 7. bitin değeri 1 ise; açık döngü – sistem hatasının algılanması nedeniyle (bank 2 için)

Servis \$01’de PID \$04 ile hesaplanan motor yükünün izlemesi yapılır.

>01 04

41 04 00

Tahrik için içten yanmalı motorları kullanan tüm araçlar Servis \$01’deki \$04 numaralı PID’yi desteklemelidir. Kontak anahtarı açık ve motor kapalı durumda iken Data A baytındaki tüm bitlerin değeri 0 olacak şekilde rapor edilmektedir.

Hesaplanan motor yükünün bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti (Scaling bit) arpılarak hesaplanan motor yükü değerine erişilir.

Servis \$01’deki \$04 numaralı PID’nin ölçekleme biti 100/255’tir. Örneğin PID değeri 00 iken motor yükü değeri; $0 \times (100/255) = \%0$ ’dır. PID değeri FF iken motor yükü değeri; $255 \times (100/255) = \%100$ ’dr.

Servis \$01’de PID \$05 ile motor soğutma sıvısı sıcaklığının izlemesi yapılır.

>01 05

41 05 4A

Motor soğutma sıvısı sıcaklığı bilgisi, ECT sensöründen veya silindir kapağı sıcaklık sensöründen alınmaktadır.

Hesaplanan motor soğutma sıvısı sıcaklığı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değerden ölçekleme biti çıkartılarak hesaplanan motor soğutma sıvısı sıcaklığı değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$05 numaralı PID'nin ölçekleme biti 40'tır. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan motor soğutma sıvısı sıcaklığı; $(4A)_{16} = (74)_{10} \rightarrow 74 - (40) = 34^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Servis \$01'de PID \$06 ile kısa süreli yakıt ayarlama izlemesi yapılır.

>01 06

41 06 80

Kısa süreli yakıt ayarı, kapalı döngü geri besleme sistemini kullanarak hava/yakıt oranını ayarlayan benzinli araçlar tarafından desteklenecektir.

Çalışmada kullanılan araçta sadece 1 adet bank (Bank 1) bulunmaktadır.

Araçta Bank 3'ün olması ve bu bank üzerinde herhangi bir oksijen sensörü bulunması halinde Data A baytı ile birlikte Data B baytına da cevap vermek zorundadır.

Servis \$01'deki \$06 numaralı PID'nin ölçekleme biti $(100/128) - 100$ 'dür.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan kısa süreli yakıt ayarlama düzeltmesi;

$(80)_{16} = (128)_{10} \rightarrow [128 \times (100/128)] - 100 = \%0$ olarak hesaplanmaktadır.

Yakıt sistemi açık döngüde ise düzeltme katsayısı %0 olacaktır.

Servis \$01'de PID \$07 ile uzun süreli yakıt ayarlama izlemesi yapılır.

>01 07

41 07 80

Uzun süreli yakıt ayarı, kapalı döngü geri besleme sistemini kullanarak hava/yakıt oranını ayarlayan benzinli araçlar tarafından desteklenmektedir.

Uzun süreli yakıt ayarı, hem açık döngü hem de kapalı döngü yakıt kontrolünde, verilerin talep edildiği anda yakıt kontrol algoritması tarafından halihazırda kullanılmakta olan düzeltmeyi belirtecektir.

Çalışmada kullanılan araçta sadece 1 adet bank (Bank 1) bulunmaktadır.

Araçta Bank 3'ün olması ve bu bank üzerinde herhangi bir oksijen sensörü bulunması halinde Data A baytı ile birlikte Data B baytına da cevap vermek zorundadır.

Servis \$01'deki \$07 numaralı PID'nin ölçekleme biti $(100/128)-100$ 'dür. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan kısa süreli yakıt ayarlama düzeltmesi;
 $(80)_{16} = (128)_{10} \rightarrow [128 \times (100/128)] - 100 = \%0$ olarak hesaplanmaktadır.

Açık döngü sırasında yakıtta herhangi bir düzeltme kullanılmazsa, uzun süreli yakıt ayarı %0 düzeltme bildirecektir.

Uzun süreli yakıt ayarı, yakıt kontrol algoritması tarafından hiç kullanılmıyorsa ise \$07 numaralı PID desteklenmeyecektir.

Servis \$01'de PID \$0B ile emme manifoldu mutlak basıncının izlemesi yapılır.

>01 0B

41 0B 64

Emme manifoldu mutlak basıncı bilgisi, manifold mutlak basınç (MAP) sensöründen alınmaktadır.

Hesaplanan emme manifoldu mutlak basıncı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek hesaplanan emme manifoldu mutlak basıncı değerine erişilir.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan emme manifoldu mutlak basıncı bilgisi;
 $(64)_{16} = (100)_{10} \rightarrow 100\text{kPa}$ 'dır.

Servis \$01'de PID \$0C ile motor devri bilgisinin izlemesi yapılır.

>01 0C

41 0C 00 00

Motor devri bilgisi, motor krank milinin dakikadaki devir sayısını belirtmektedir. Motor devri bilgisi krank mili sensöründen alınmaktadır.

Hesaplanan motor devri bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan motor devri değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$0C numaralı PID'nin ölçekleme biti 1/4'tür. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan motor devri bilgisi; $(0000)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0 \times (1/4) = 0$ RPM'dir.

Servis \$01'de PID \$0D ile araç hızı bilgisinin izlemesi yapılır.

>01 0D

41 0D 00

Araç hızı bilgisi, araç üzerindeki (ABS vb.) sensörleri kullanarak elektronik kontrol ünitesi tarafından hesaplanır.

Hesaplanan araç hızı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek hesaplanan araç hızı değerine erişilir.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan araç hızı bilgisi; $(00)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0$ km/s'dir.

Servis \$01'de PID \$0E ile ateşleme avansı durumunun izlemesi yapılır.

>01 0E

41 0E 80

Ateşleme avansı, silindirin üst ölü noktaya gelmeden buji ateşleme işleminin gerçekleşmesidir ve derece cinsinden ölçülerek tanımlanır.

Ateşleme avansı, benzinli araçlar tarafından desteklenmektedir.

Servis \$01'deki \$0E numaralı PID'nin ölçekleme biti 1/2'dir. Eğer ateşleme avans düzeltmesi $(80)_{16}$ çıkarsa düzeltme katsayısı %0 olarak hesaplanmaktadır.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan ateşleme avans düzeltmesi;

$(80)_{16} = (128)_{10} \rightarrow \%0$ olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$0F ile emme hava sıcaklığı durumunun izlemesi yapılır.

>01 0F

41 0F 4A

Emme manifoldu hava sıcaklığı, doğrudan (IAT sensörüyle) ya da dolaylı olarak (MAP sensörüyle) ölçülerek hesaplanabilir.

Hesaplanan emme manifoldu hava sıcaklığı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değerden ölçekleme biti çıkartılarak hesaplanan emme manifoldu hava sıcaklığı değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$0F numaralı PID'nin ölçekleme biti 40'tır. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan emme manifoldu hava sıcaklığı; $(4A)_{16} = (74)_{10} \rightarrow 74-(40) = 34^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Servis \$01'de PID \$10 ile hava akış hızının durum izlemesi yapılır.

>01 10

41 10 00 00

Hava akış hızı bilgisi, kütle hava akış (MAF) sensöründen alınmaktadır.

Hesaplanan hava akış hızı bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan motor devri değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$10 numaralı PID'nin ölçekleme biti 0,01'dir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan hava akış hızı bilgisi; $(0000)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0 \times (0,01) = 0 \text{ g/s}$ 'dir.

Kontak anahtarı açık ve motor kapalı durumda iken Data A ve Data B baytlarındaki tüm bitlerin değeri 0 olacak şekilde rapor edilmektedir.

Servis \$01'de PID \$11 ile mutlak gaz kelebeği konumunun durum izlemesi yapılır.

>01 11

41 11 34

Mutlak gaz kelebeği konum sensörünün çalışma prensibi giriş/çıkış voltaj değerleri ile ölçülür. Örneğin araçta 0-5 voltluk bir sensör kullanılıyorsa ve sensör gerilimi 1 volt ise gaz kelebeği konumu $(1/5=0,2) \%20$ 'dir.

Mutlak gaz kelebeği konumu %0 ile %100 arasında bir değer olarak görüntülenecektir. Gaz kelebeğinin konumu, rölantide %0'dan fazla olduğu ve tamamen açık olduğu durumda ise %100'den az olduğu bilinmektedir.

Servis \$01'deki \$11 numaralı PID'nin ölçekleme biti 100/255'dir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan mutlak gaz kelebeği konumunun düzeltilmesi;

$(34)_{16} = (52)_{10} \rightarrow 52 \times (100/255) = \%20,39$ olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$13 ile araçta bulunan oksijen sensörlerinin sayısı ve konumlarının durum izlemesi yapılır.

>01 13

41 13 03

Araç üzerinde bir adet bank (Bank 1) ya da iki adet bank (Bank1 + Bank 2) varsa \$13 numaralı PID desteklenir. Araç üzerindeki bank sayısı 2'den fazla ise \$13 numaralı PID desteklenmez, \$1D numaralı PID desteklenir. PID \$13 ile PID \$1D aynı araçta desteklenmez.

Araçta bulunan oksijen sensörlerinin sayısı ve konumlarının tespiti için;

Data A 7. bit değeri = 0 → Bank 2 - Sensör 4 mevcut değil.

Data A 6. bit değeri = 0 → Bank 2 - Sensör 3 mevcut değil.

Data A 5. bit değeri = 0 → Bank 2 - Sensör 2 mevcut değil.

Data A 4. bit değeri = 0 → Bank 2 - Sensör 1 mevcut değil.

Data A 3. bit değeri = 0 → Bank 1 - Sensör 4 mevcut değil.

Data A 2. bit değeri = 0 → Bank 1 - Sensör 3 mevcut değil.

Data A 1. bit değeri = 1 → Bank 1 - Sensör 2 mevcut.

Data A 0. bit değeri = 1 → Bank 1 - Sensör 1 mevcut.

Servis \$01'de PID \$15 ile Bank 1- Sensör 2'deki oksijen sensörünün durum izlemesi yapılır.

>01 15

41 15 5B FF

Hesaplanan oksijen sensörü çıkış gerilim bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan oksijen sensörü çıkış gerilimi değerine erişilir. $(5B)_{16} = (91)_{10} \rightarrow 91 \times (0,005) = 0,455 \text{ V}$ olarak hesaplanmaktadır.

Hesaplanan kısa süreli yakıt ayarlama bilgisi B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. B baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan oksijen sensörü çıkış gerilimi değerine erişilir. $(FF)_{16} = (255)_{10} \rightarrow 255 \times (100/128) - 100 = \%99,22$ olarak hesaplanmaktadır.

Kısa süreli yakıt ayarı hesaplamasında Bank 1- Sensör 2 kullanılmıyorsa ya da kısa süreli yakıt ayarı uygulanmıyorsa B baytı FF olarak rapor edilir.

Servis \$01'de PID \$1C ile aracın ya da motorun sertifikalandırıldığı OBD gereksinimlerinin durum izlemesi yapılır.

>01 1C

41 1C 06

Araç için veriler tek bir ECU tarafından raporlanabilir ya da arıza lambasını etkinleştirebilen OBD ECU'su tarafından raporlanabilir.

A baytı onaltılık sayı tabanında verilmektedir. OBD standartları tarafından belirlenen tabloda, A baytının değerine karşılık gelen standarda bakılarak aracın ya da motorun sertifikalandırıldığı OBD gereksinimleri tespit edilmektedir.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan OBD gereksinimleri bilgisi;

$(06)_{16} \rightarrow \text{EOBD}$ 'dir.

Servis \$01'de PID \$1F ile motor çalışma süresinin durum izlemesi yapılır.

>01 1F

41 1F 00 00

Hibrit olmayan araçlar için; kontak anahtarı açılıp motor çalıştırıldıktan sonra motor çalışma süresi işlemeye başlamaktadır. Motor kapalı konuma getirildiğinde ise süre sıfırlanmaktadır.

Hibrit araçlar için; kontak anahtarı açılıp motor çalıştırıldıktan sonra motor çalışma süresi işlemeye başlar, içten yanmalı motor kapanıp sadece elektrik modunda ilerlemeye devam ederken motor çalışma süresi işlemeye devam etmektedir. Araç sadece elektrik modunda iken tahrik sistemleri aktif halden çıktığında motor çalışma süresi sıfırlanmaktadır.

Motor çalışma süresinin maksimum değeri; $(FFFF)_{16} = (65535)_{10} \rightarrow 65535$ saniyedir. Bu süre dolduğunda sayaç sıfırlanmamaktadır.

Servis \$01'de PID \$21 ile arıza lambası yandıktan sonra kat edilen mesafenin izlemesi yapılır.

>01 21

41 21 00 00

Araç için veriler tek bir ECU tarafından raporlanabilir ya da arıza lambasını etkinleştirebilen OBD ECU'su tarafından raporlanabilir.

Araç arıza lambası yandıktan sonra kat edilen mesafe, km cinsinden kayıt altına alınmaktadır. Arıza lambası sönmüş halde iken, arıza lambası yanar ise sonra sayaç sıfırlanır. Arıza lambası yanık halde iken kayıt altına alınan araç mesafe değeri, arıza lambası söndükten sonra sıfırlanmaz. Servis \$04 ile arıza kayıtları silindiğinde, sayaç verileri de sıfırlanmış olur.

Araç arıza lambası yandıktan sonra kat edilen mesafe değeri;

$(0000)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0 \text{ km'dir.}$

Servis \$01'de PID \$23 ile yakıt hattı basıncının durum izlemesi yapılır.

>01 23

41 23 00 2F

Yakıt hattı basıncı, atmosfer basıncını referans alarak ölçülmektedir. Servis \$01'deki PID \$23 yüksek basınç aralığına sahip, dizel yakıtlı sistemler ve direkt enjeksiyonlu benzinli sistemler için tasarlanmıştır.

Hesaplanan yakıt hattı basıncı bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan motor devri değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$23 numaralı PID'nin ölçekleme biti 10'dur. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan yakıt hattı basıncı bilgisi;

$(002F)_{16} = (47)_{10} \rightarrow 47 \times (10) = 470 \text{ kPa'dır.}$

Servis \$01'de PID \$2E ile evaporatif tahliye kontrol valfinin durum izlemesi yapılır.

>01 2E

41 2E 00

Evaporatif tahliye kontrol valfine açılma/kapanma komutu yüzde olarak verilmektedir. Evaporatif tahliye kontrol valfine kapalı (akışın olmadığı) komutu verildiğinde A baytı 00 (%0) olarak değer alırken, açık komutu verildiğinde FF (%100) değerini almaktadır.

Servis \$01'deki \$2E numaralı PID'nin ölçekleme biti 100/255'dir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan evaporatif tahliye kontrol valfinin konum düzeltilmesi;
 $(00)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0 \times (100/255) = \%0$ olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$2F ile depodaki yakıt seviyesinin durum izlemesi yapılır.

>01 2F

41 2F AE

Araç deposundaki yakıtın seviyesi yüzde olarak verilmektedir. Araç deposundaki yakıt seviyesi, doğrudan bir sensör ya da araç veri yolu haberleşmesinden dolayı olarak elde edilebilmektedir. Çift yakıtlı araçlarda, her yakıt türü için ayrı bir depo varsa bildirilen yakıt seviyesinin türü motorun çalıştığı andaki yakıt deposunun bilgisini içermelidir.

Servis \$01'deki \$2F numaralı PID'nin ölçekleme biti 100/255'dir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan depodaki yakıt seviyesinin durumu;
 $(AE)_{16} = (174)_{10} \rightarrow 174 \times (100/255) = \%68$ olarak hesaplanmaktadır.

Üzerinde çalışma yapılan aracın yakıt deposu hacmi 50 litre olduğu bilindiğine göre, aracın deposunda 34 litre benzin bulunmaktadır.

Servis \$01'de PID \$30 ile araç hafızasındaki arızalar silindikten sonraki ısınma çevrimleri sayısının izlemesi yapılır.

>01 30

41 30 FF

OBD düzenlemelerine göre ısınma çevrimi; motorun çalıştırılmasından itibaren soğutma suyu sıcaklığının en az 22°C artması ve minimum 70°C (dizel araçlar için 60°C) sıcaklığa ulaşması için gereken motor çalışması olarak tanımlanmaktadır.

Hesaplanan ısınma çevrimleri sayısı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek hesaplanan ısınma çevrimleri sayısı değerine erişilir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan ısınma çevrimleri sayısı; $(FF)_{16} = (255)_{10} \rightarrow 255$ olarak hesaplanmaktadır.

Bu PID ile araç hafızasındaki arızaları silmek için harici test ekipmanının en son ne zaman kullanıldığına dair bilgi edinilmektedir. Araç hafızasındaki arızalar silindikten sonra 255'ten fazla ısınma çevrimi gerçekleştiyse sayaç 255'te kalır, sıfırlanmamaktadır.

Servis \$01'de PID \$31 ile araç hafızasındaki arızalar silindikten sonraki kat edilen mesafenin izlemesi yapılır.

>01 31

41 31 0F A4

Bu PID ile araç hafızasındaki arızaları silmek için harici test ekipmanının en son ne zaman kullanıldığına dair bilgi edinilmektedir. Araç hafızasındaki arızalar silindikten sonra kat edilen mesafe 65535 km'den fazla ise sayaç 65535'te kalır, sıfırlanmamaktadır.

Hesaplanan kat edilen mesafe sayısı bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek hesaplanan kat edilen mesafe sayısı değerine erişilir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan kat edilen mesafe sayısı; $(0FA4)_{16} = (4004)_{10} \rightarrow 4004$ km'dir.

Servis \$01'de PID \$33 ile barometrik basıncın durum izlemesi yapılır.

>01 33

41 33 64

Araca özel bir barometre sensöründen ölçülen atmosfer basıncı değeri, o esnada kullanılan manifold mutlak basınç (MAP) sensörü ve kütle hava akış (MAF) sensörü girdilerinde kullanılır.

Kontak açık ve motor açık iken barometrik basınç sensörü çıkartılırsa, sensör bilgileri aracın RAM hafızasında saklanır. Bunların devamında aracın bellek hafızası silinir ya da akü bağlantısı kesilirse, barometrik basınç değerleri doğru değerler olmayabilir.

Hesaplanan barometrik basınç değerleri bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek hesaplanan barometrik basınç değerine erişilir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan barometrik basınç değeri; $(64)_{16} = (100)_{10} \rightarrow 100 \text{ kPa}$ olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$34 ile Bank 1-Sensör 1 için oksijen sensör değerlerinin izlemesi yapılır.

>01 34

41 34 00 00 7F FF

Doğrusal ya da geniş oranlı oksijen sensörleri için hava-yakıt denklik oranı (lambda) ve oksijen sensörünün maksimum akım değerlerinin görüntülenmesi için kullanılmaktadır.

Araç ECU'su tarafından PID \$4F desteklenmiyorsa, okunan değer ölçeklendirme biti ile çarpılır. PID \$4F desteklendiği durumda, hava-yakıt denklik oranı (Data A-B) ya da oksijen sensörü maksimum akımı (Data C-D) değerlerinden \$00 içeren var ise okunan değer ölçeklendirme biti ile çarpılır.

Araç ECU'su tarafından PID \$4F destekleniyor ve PID \$4F'deki Data A baytı \$00'dan büyük bir değer içeriyor ise ölçeklendirmeyi ve aralığı harici test ekipmanı hesaplayacaktır.

Hesaplanan hava-yakıt denklik oranı bilgisi A ve B baytlarında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek ve

ardından ölçekleme biti ile çarpılarak hesaplanan hava-yakıt denklik oranına erişilir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan hava-yakıt denklik oranı;
 $(0000)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0 \times (2/65535) = 0$ olarak hesaplanmaktadır.

Hesaplanan oksijen sensörünün maksimum akım değeri bilgisi C ve D baytlarında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. C ve D baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilerek ve ardından ölçekleme biti ile çarpılarak hesaplanan oksijen sensörünün maksimum akım değerine erişilir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan oksijen sensörünün maksimum akım değeri;
 $(7FFF)_{16} = (32767)_{10} \rightarrow 32767 \times (128/32768) - 128 = 0$ mA olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$3C ile Bank 1-Sensör 1 için katalizör sıcaklık değerlerinin izlemesi yapılır.

>01 3C

41 3C 06 09

PID \$3C; Bank 1 katalizör sıcaklığını ya da Bank 1-Sensör 1 katalizör sıcaklık sensörünün değerini göstermektedir.

Hesaplanan katalizör sıcaklık değeri bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan katalizör sıcaklık değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$3C numaralı PID'nin ölçekleme biti $(x0,1)-40$ 'tır. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan katalizör sıcaklık değeri bilgisi;

$(0609)_{16} = (1545)_{10} \rightarrow 1545 \times (0,1) - 40 = 114,5^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Servis \$01'de PID \$41 ile mevcut sürüş çevrimindeki izlemelerin etkinleştirme ve tamamlanma durumlarının izlemesi yapılır.

PID \$41 ile izlemelerin tamamlanıp tamamlanmadığı tespitinden önce PID \$01 ile izlemelerin desteklenip desteklenmediği durumuna bakılır. Desteklenen izlemeler için PID \$41 ile izleme durumlarına bakılır.

>01 41

41 41 00 07 E1 E1

A baytında;

- 0-7 bitleri rezerve edilmiştir, 0 olarak rapor edilecektir.

B baytında;

- Misfire izlemesi desteklendiği durumda; 0. bit değeri 0 ise misfire izlemesi devre dışıdır, 0. bit değeri 1 ise misfire izlemesi etkinleştirilmiştir. Misfire izlemesi desteklenmiyorsa 0.bitin değeri 0 olur.
- Kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi desteklendiği durumda; 1. bit değeri 0 ise kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi devre dışıdır, 1. bit değeri 1 ise kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. Kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 1.bitin değeri 0 olur.
- Kapsamlı bileşen sistemi izlemesi desteklendiği durumda; 2. bit değeri 0 ise kapsamlı bileşen sistemi izlemesi devre dışıdır, 2. bit değeri 1 ise kapsamlı bileşen sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. Kapsamlı bileşen sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 2.bitin değeri 0 olur.
- 3. bit değeri; 0 ise benzinli bir araç olduğunu, 1 ise dizel bir araç olduğunu belirtmektedir.
- Misfire izlemesi desteklendiği durumda; 4. bit değeri 0 ise misfire izlemesinin tamamlandığını, 4. bit değeri 1 ise misfire izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Misfire izlemesi desteklenmiyorsa 4.bitin değeri 0 olur.
- Kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi desteklendiği durumda; 5. bit değeri 0 ise kapalı döngü yakıt sistemi izlemesinin tamamlandığını, 5. bit değeri 1 ise kapalı döngü yakıt sistemi izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Kapalı döngü yakıt sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 5.bitin değeri 0 olur.

- Kapsamlı bileşen sistemi izlemesi desteklendiği durumda; 6. bit değeri 0 ise kapsamlı bileşen sistemi izlemesinin tamamlandığını, 6. bit değeri 1 ise kapsamlı bileşen sistemi izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Kapsamlı bileşen sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 6.bitin değeri 0 olur.
- 7. bit ise ISO/SAE tarafından rezerve edilmiştir.

C baytında (benzinli araçlar için);

- Katalizör sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bit değeri 0 ise katalizör sistemi izlemesi devre dışıdır, 0. bit değeri 1 ise katalizör sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. Katalizör sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 0.bitin değeri 0 olur.
- Isıtıcı katalizör sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bit değeri 0 ise ısıtıcı katalizör sistemi izlemesi devre dışıdır, 1. bit değeri 1 ise ısıtıcı katalizör sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. Isıtıcı katalizör sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 1.bitin değeri 0 olur.
- Evaporatif sistem izlemesinin desteklendiği durumda; 2. bit değeri 0 ise evaporatif sistem izlemesi devre dışıdır, 2. bit değeri 1 ise evaporatif sistem izlemesi etkinleştirilmiştir. Evaporatif sistem izlemesi desteklenmiyorsa 2.bitin değeri 0 olur.
- İkincil hava sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bit değeri 0 ise ikincil hava sistemi izlemesi devre dışıdır, 3. bit değeri 1 ise ikincil hava sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. İkincil hava sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 3.bitin değeri 0 olur.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Oksijen sensörü izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bit değeri 0 ise oksijen sensörü izlemesi devre dışıdır, 5. bit değeri 1 ise oksijen sensörü izlemesi etkinleştirilmiştir. Oksijen sensörü izlemesi desteklenmiyorsa 5.bitin değeri 0 olur.
- Oksijen sensörü ısıtıcısı izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bit değeri 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısı izlemesi devre dışıdır, 6. bit değeri 1 ise oksijen sensörü ısıtıcısı izlemesi etkinleştirilmiştir. Oksijen sensörü ısıtıcısı izlemesi desteklenmiyorsa 6.bitin değeri 0 olur.

- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bit değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesi devre dışıdır, 7. bit değeri 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 7.bitin değeri 0 olur.

C baytında (dizel araçlar için);

- Metan olmayan hidrokarbon katalizörü sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bit değeri 0 ise metan olmayan hidrokarbon katalizörü sistemi izlemesi devre dışıdır, 0. bit değeri 1 ise metan olmayan hidrokarbon katalizörü sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. Metan olmayan hidrokarbon katalizörü sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 0.bitin değeri 0 olur.
- Seçici katalitik indirgeyici izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bit değeri 0 ise seçici katalitik indirgeyici izlemesi devre dışıdır, 1. bit değeri 1 ise seçici katalitik indirgeyici izlemesi etkinleştirilmiştir. Seçici katalitik indirgeyici izlemesi desteklenmiyorsa 1.bitin değeri 0 olur.
- 2. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bit değeri 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesi devre dışıdır, 3. bit değeri 1 ise basınç yükseltici sistem izlemesi etkinleştirilmiştir. Basınç yükseltici sistem izlemesi desteklenmiyorsa 3.bitin değeri 0 olur.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Egzoz gazı sensör izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bit değeri 0 ise egzoz gazı sensör izlemesi devre dışıdır, 5. bit değeri 1 ise egzoz gazı sensör izlemesi etkinleştirilmiştir. Egzoz gazı sensör izlemesi desteklenmiyorsa 5.bitin değeri 0 olur.
- Partikül madde filtreleme izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bit değeri 0 ise partikül madde filtreleme izlemesi devre dışıdır, 6. bit değeri 1 ise partikül madde filtreleme izlemesi etkinleştirilmiştir. Partikül madde filtreleme izlemesi desteklenmiyorsa 6.bitin değeri 0 olur.
- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bit değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesi devre dışıdır, 7. bit değeri 1 ise EGR

ve/veya VVT sistemi izlemesi etkinleştirilmiştir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesi desteklenmiyorsa 7.bitin değeri 0 olur.

D baytının (benzinli araçlar için);

- Katalizör sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bitin değeri 0 ise katalizör sistemi izlemesinin tamamlandığını, 0. bitin değeri 1 ise katalizör sisteminin izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Katalizör sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 0. bitin değeri 0 ise katalizör sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Isıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bitin değeri 0 ise ısıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin tamamlandığını, 1. bitin değeri 1 ise ısıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Isıtıcı katalizör sisteminin izlemesinin desteklenmediği durumda; 1. bitin değeri 0 ise ısıtıcı katalizör sisteminin izlemesi uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Evaporatif sistemin izlemesinin desteklendiği durumda; 2. bitin değeri 0 ise evaporatif sistemin izlemesinin tamamlandığını, 2. bitin değeri 1 ise evaporatif sistemin izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Evaporatif sistemin izlemesinin desteklenmediği durumda; 2. bitin değeri 0 ise evaporatif sistemin izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- İkincil hava sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bitin değeri 0 ise ikincil hava sistemi izlemesinin tamamlandığını, 3. bitin değeri 1 ise ikincil hava sistemi izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. İkincil hava sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 3. bitin değeri 0 ise ikincil hava sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Oksijen sensörü izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü izlemesinin tamamlandığını, 5. bitin değeri 1 ise oksijen sensörü izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Oksijen sensörü izlemesinin desteklenmediği durumda; 5. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

- Oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin tamamlandığını, 6. bitin değeri 1 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin desteklenmediği durumda; 6. bitin değeri 0 ise oksijen sensörü ısıtıcısının izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin tamamlandığını, 7. bitin değeri 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

D baytının (dizel araçlar için);

- Hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklendiği durumda; 0. bitin değeri 0 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin tamamlandığını, 0. bitin değeri 1 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Hidrokarbon katalizörü izlemesinin desteklenmediği durumda; 0. bitin değeri 0 ise hidrokarbon katalizörü izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklendiği durumda; 1. bitin değeri 0 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin tamamlandığını, 1. bitin değeri 1 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Katalitik indirgeyicinin izlemesinin desteklenmediği durumda; 1. bitin değeri 0 ise katalitik indirgeyicinin izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- 2. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.
- Basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklendiği durumda; 3. bitin değeri 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin tamamlandığını, 3. bitin değeri 1 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Basınç yükseltici sistem izlemesinin desteklenmediği durumda; 3. bitin değeri 0 ise basınç yükseltici sistem izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- 4. bit değeri ise ISO/SAE tarafından rezerve olarak ayarlanmıştır, değeri 0'dır.

- Egzoz gaz sensör izlemesinin desteklendiği durumda; 5. bitin değeri 0 ise egzoz gaz sensör izlemesinin tamamlandığını, 5. bitin değeri 1 ise egzoz gaz sensör izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Egzoz gaz sensör izlemesinin desteklenmediği durumda; 5. bitin değeri 0 ise egzoz gaz sensör izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- Partikül madde filtre izlemesinin desteklendiği durumda; 6. bitin değeri 0 ise partikül madde filtre izlemesinin tamamlandığını, 6. bitin değeri 1 ise basınç partikül madde filtre izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. Partikül madde filtre izlemesinin desteklenmediği durumda; 6. bitin değeri 0 ise partikül madde filtre izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.
- EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklendiği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin tamamlandığını, 7. bitin değeri 1 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin tamamlanmadığını belirtmektedir. EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin desteklenmediği durumda; 7. bitin değeri 0 ise EGR ve/veya VVT sistemi izlemesinin uygulanamaz olduğunu belirtmektedir.

Servis \$01'de PID \$42 ile ECU'nun giriş gerilimi değerlerinin izlemesi yapılır.

>01 42

41 42 2F 1E

Normal şartlar altında ECU gerilimi, araç aküsü gerilimi ile aynı değerde olmaktadır. 42 Volt gerilim sistemlerine sahip araçlarda farklı sistemler için birden fazla gerilim değerleri kullanılabilir. 42 Volt gerilim değeri kullanılan sistemlerde, ECU giriş gerilim değeri araç aküsü gerilim değerinden farklı olabilmektedir.

Hesaplanan ECU giriş gerilim değeri bilgisi A ve B baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan ECU giriş gerilim değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$42 numaralı PID'nin ölçekleme biti (0,001)'dir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan ECU giriş gerilim değeri bilgisi;

$$(2F1E)_{16} = (12062)_{10} \rightarrow 12062 \times (0,001) = 12,062 \text{ Volt'tur.}$$

Servis \$01'de PID \$43 ile mutlak motor yükü değerinin izlemesi yapılır.

>01 43

41 43 00 00

Mutlak motor yükü değeri, emme stroku başına hava kütesinin normalleştirilmiş değeridir, yüzde olarak görüntülenmektedir.

Mutlak motor yükü değeri, PID \$04 ile hesaplanan motor yükü değerinden farklıdır.

Mutlak motor yükü değeri şu şekilde hesaplanmaktadır;

$[Hava\ kütesi\ (g/emme\ stroku)] / [1,184\ (g/litre) \times Silindir\ hacmi\ (litre/emme\ stroku)]$

Mutlak motor yükü değeri; atmosferik emişli motorlarda %0-95 arasında değişirken, aşırı emişli motorlarda %0-400 arasında değişmektedir.

Kontak anahtarı açık ve motor kapalı durumda iken mutlak motor yükü değeri %0'dır.

Tahrik için içten yanmalı motorları kullanan tüm araçlar Servis \$01'deki \$04 numaralı PID'yi desteklemelidir.

Hesaplanan mutlak motor yükü değeri A ve B baytlarında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ile ölçekleme biti çarpılarak hesaplanan mutlak motor yükü değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$43 numaralı PID'nin ölçekleme biti (100/255)'tir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan mutlak motor yükü değeri bilgisi;

$(0000)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0x\ (100/255) = \%0'$ dir.

Servis \$01'de PID \$44 ile komutlu yakıt/hava denklik oranı izlemesi yapılır.

>01 44

41 44 FF FF

Geleneksel oksijen sensörü kullanan benzinli araçlardaki yakıt kontrol sistemi, açık döngüdeyken komutlu yakıt/hava denklik oranını göstermektedir. Geniş aralıklı/doğrusal oksijen sensörlerini kullanan yakıt kontrol sistemlerinde ise hem açık döngüde hem de kapalı döngüde komutlu yakıt/hava denklik oranı gösterilmektedir.

Hava/yakıt denklik oranı = (Stokiyometrik hava/yakıt oranı) / (Gerçek hava/yakıt oranı)

Hava/yakıt denklik oranı; >1 ise zengin karışım, <1 ise fakir karışım olur.

Yakıt/hava denklik oranı = (Stokiyometrik yakıt/hava oranı) / (Gerçek yakıt/hava oranı)

Yakıt/hava denklik oranı; >1 ise fakir karışım, <1 ise zengin karışım olur.

Komutlu yakıt/hava denklik oranı; stokiyometrik hava/yakıt oranını ile lambda değerinin çarpılmasıyla elde edilir. Örneğin benzin için stokiyometrik oran 14,64:1 'dir.

Yakıt kontrol sistemi lambda komutunu 0,95 olarak verirse;

komutlu hava/yakıt denklik oranı = 14,64 x 0,95 = 13,9 olur.

Hesaplanan komutlu yakıt/hava denklik oranı bilgisi A ve B baytlarında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A ve B baytlarının değeri onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değer ölçekleme biti ile çarpılarak hesaplanan komutlu yakıt/hava denklik oranına erişilir.

Servis \$01'deki \$44 numaralı PID'nin ölçekleme biti (2/65535)'tir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan komutlu yakıt/hava denklik oranı;

$(FFFF)_{16} = (65535)_{10} \rightarrow 65535 \times (2/65535) = 2$ olarak hesaplanmaktadır.

Servis \$01'de PID \$45 ile bağıl gaz kelebeği konumunun durum izlemesi yapılır.

>01 45

41 45 18

Bağıl (öğrenilmiş) gaz kelebeği konum sensörünün çalışma prensibi giriş/çıkış voltaj değerleri ile ölçülür. Örneğin araçta 0-5 voltluk bir sensör kullanılıyorsa ve gaz kelebeğinin kapalı konumundaki sensör gerilimi 1 volt ise gaz kelebeği konumu; $(1-(1)) / 5 = \%0$ 'dır. Sensör gerilimi 2,5 volt ise gaz kelebeği konumu; $(2,5-(1)) / 5 = \%30$ 'dur.

Gaz kelebeği kapalı durumda iken bağıl gaz kelebeği konumu %0 değerini göstermektedir. Gaz kelebeğinin kapalı durumda iken gerilim üretmesi nedeniyle, gaz kelebeği tam açık halde iken bağıl gaz kelebeği konumu %100'den daha düşük değer almaktadır.

Servis \$01'deki \$45 numaralı PID'nin ölçekleme biti 100/255'dir. zerinde alışma yapılan araçtan alınan bağıl gaz kelebeği konumunun düzeltmesi;

$$(18)_{16} = (24)_{10} \rightarrow 24 \times (100/255) = \%9,41 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Servis \$01'de PID \$46 ile ortam havası sıcaklığının izlemesi yapılır.

>01 46

41 46 4A

Ortam havası sıcaklığı, doğrudan (IAT sensörüyle) ya da dolaylı olarak (MAP sensörüyle) llerek hesaplanabilir.

Hesaplanan ortam havası sıcaklığı bilgisi A baytında onaltılık sayı tabanında verilmektedir. A baytının değerini onaltılık tabandan onluk tabana çevrilir, elde edilen değerden ölçekleme biti çıkartılarak hesaplanan ortam havası sıcaklığı değerine erişilir.

Servis \$01'deki \$46 numaralı PID'nin ölçekleme biti 40'tır. zerinde alışma yapılan araçtan alınan ortam havası sıcaklığı;

$$(4A)_{16} = (74)_{10} \rightarrow 74 - (40) = 34^{\circ}\text{C'dir.}$$

Servis \$01'de PID \$47 ile mutlak gaz kelebeği "B" konumunun durum izlemesi yapılır.

>01 47

41 47 33

Mutlak gaz kelebeği "B" konum sensörünün çalışma prensibi giriş/çıkış voltaj değerleri ile ölçülür. Örneğin araçta 0-5 voltluk bir sensör kullanılıyorsa ve sensör gerilimi 1 volt ise gaz kelebeği "B"nin konumu $(1/5=0,2) \%20$ 'dir.

Mutlak gaz kelebeği konumu %0 ile %100 arasında bir değer olarak görüntülenecektir. Gaz kelebeği “B” konumu, rölantide %0’dan fazla olduğu ve tamamen açık olduğu durumda ise %100’dan az olduğu bilinmektedir.

Servis \$01’deki \$47 numaralı PID’nin ölçekleme biti 100/255’dir. zerinde alışma yapılan araçtan alınan mutlak gaz kelebeği “B” konumunun düzeltmesi;

$$(34)_{16} = (51)_{10} \rightarrow 51 \times (100/255) = \%20 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Servis \$01’de PID \$49 ile gaz pedalı “D” konumunun durum izlemesi yapılır.

>01 49

41 49 26

Gaz pedalı “D” konum sensörünün çalışma prensibi giriş/çıkış voltaj değerleri ile ölçülür. Örneğin araçta 0-5 voltluk bir sensör kullanılıyorsa ve sensör gerilimi 1 volt ise gaz pedalı “D” konumu ($1/5=0,2$) %20’dir.

Gaz pedalı “D” konumu %0 ile %100 arasında bir değer olarak görüntülenecektir. Gaz pedalı “D” konumu, rölantide %0’dan fazla olduğu ve tamamen açık olduğu durumda ise %100’dan az olduğu bilinmektedir.

Servis \$01’deki \$49 numaralı PID’nin ölçekleme biti 100/255’dir. zerinde alışma yapılan araçtan alınan gaz pedalı “D” konumunun düzeltmesi;

$$(26)_{16} = (38)_{10} \rightarrow 38 \times (100/255) = \%14,90 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Servis \$01’de PID \$4A ile gaz pedalı “E” konumunun durum izlemesi yapılır.

>01 4A

41 4A 13

Gaz pedalı “E” konum sensörünün çalışma prensibi giriş/çıkış voltaj değerleri ile ölçülür. Örneğin araçta 0-5 voltluk bir sensör kullanılıyorsa ve sensör gerilimi 1 volt ise gaz pedalı “E” konumu ($1/5=0,2$) %20’dir.

Gaz pedalı “E” konumu %0 ile %100 arasında bir değer olarak görüntülenecektir. Gaz pedalı “E” konumu, rölantide %0’dan fazla olduğu ve tamamen açık olduğu durumda ise %100’den az olduğu bilinmektedir.

Servis \$01’deki \$4A numaralı PID’nin ölçekleme biti 100/255’dir. zerinde alışma yapılan araçtan alınan gaz pedalı “E” konumunun düzeltmesi;

$$(13)_{16} = (38)_{10} \rightarrow 38 \times (100/255) = \%7,45 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Servis \$01’de PID \$4C ile komutlu gaz kelebeği aktüatör kontrolünün izlemesi yapılır.

>01 4C

41 4C 4A

Komutlu gaz kelebeği aktüatör kontrol sistemi, gaz kelebeği açıklığının miktarını kontrol etmek için kullanılır ve değeri yüzde olarak görüntülenir. Komutlu gaz kelebeği aktüatör kontrol değeri %0 ise gaz kelebeği tamamen kapalıdır, %100 ise gaz kelebeği tamamen açıktır.

Gaz kelebeğinde lineer ya da step motor kullanılıyorsa, ara pozisyonlarda sayaç sayısına göre gaz kelebeği konum yüzdesini gösterecektir. Örneğin 128 sayaca sahip bir kademeli motor, 64 sayımda gaz kelebeği konumunu %50 olarak görüntüleyecektir.

Servis \$01’deki \$4C numaralı PID’nin ölçekleme biti 100/255’dir. zerinde alışma yapılan araçtan alınan komutlu gaz kelebeği aktüatör kontrolünün değeri;

$$(4A)_{16} = (74)_{10} \rightarrow 74 \times (100/255) = \%29,02 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Servis \$01’de PID \$51 ile içten yanmalı motor tarafından kullanılan yakıt türünün izlemesi yapılır.

>01 51

41 51 01

İçten yanmalı motor tarafından kullanılan yakıt türünün izlemesi ile aracın yakıt sistemi hakkında bilgi edinilir. Aracın tek yakıtlı, çift yakıtlı ya da alternatif yakıtlı olduğunu

gösterir. Tek yakıtlı motorlar, tek tip yakıtla çalışır (benzin, dizel gibi). Çift yakıtlı motorlar ise iki yakıtın karışımı ile çalışabilir (benzin-etanol gibi E0, E85, E100). Alternatif yakıtlı motorlar ise iki yakıttan bir tanesi ile (karışım olmadan) çalışabilmektedir (benzin, LPG gibi). Hibrit araçlarda da PID \$51 kullanılmaktadır, araç tahriğinin hangi sistemle (benzin, elektrik, benzin+elektrik) yapıldığı hakkında bilgi vermektedir.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan içten yanmalı motor tarafından kullanılan yakıt türü; $(01)_{16} \rightarrow$ Benzin olarak gözlemlenmektedir.

Servis \$01'de PID \$56 ile uzun süreli ikincil oksijen sensörü ile yakıt ayarlama izlemesi yapılır.

>01 56

41 56 80

Uzun süreli ikincil yakıt ayarı, ikincil kapalı döngü geri besleme sistemini kullanarak hava/yakıt oranını ayarlayan benzinli araçlar tarafından desteklenmektedir.

Uzun süreli ikincil yakıt ayarı hem açık döngü hem de kapalı döngü yakıt kontrolünde, verilerin talep edildiği anda yakıt kontrol algoritması tarafından halihazırda kullanılmakta olan düzeltmeyi belirtecektir.

Araçta Bank 3'ün olması ve bu bank üzerinde herhangi bir oksijen sensörü bulunması halinde Data A baytı ile birlikte Data B baytına da cevap vermek zorundadır.

Servis \$01'deki \$56 numaralı PID'nin ölçekleme biti $(100/128)-100$ 'dür.

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan kısa süreli yakıt ayarlama düzeltmesi;

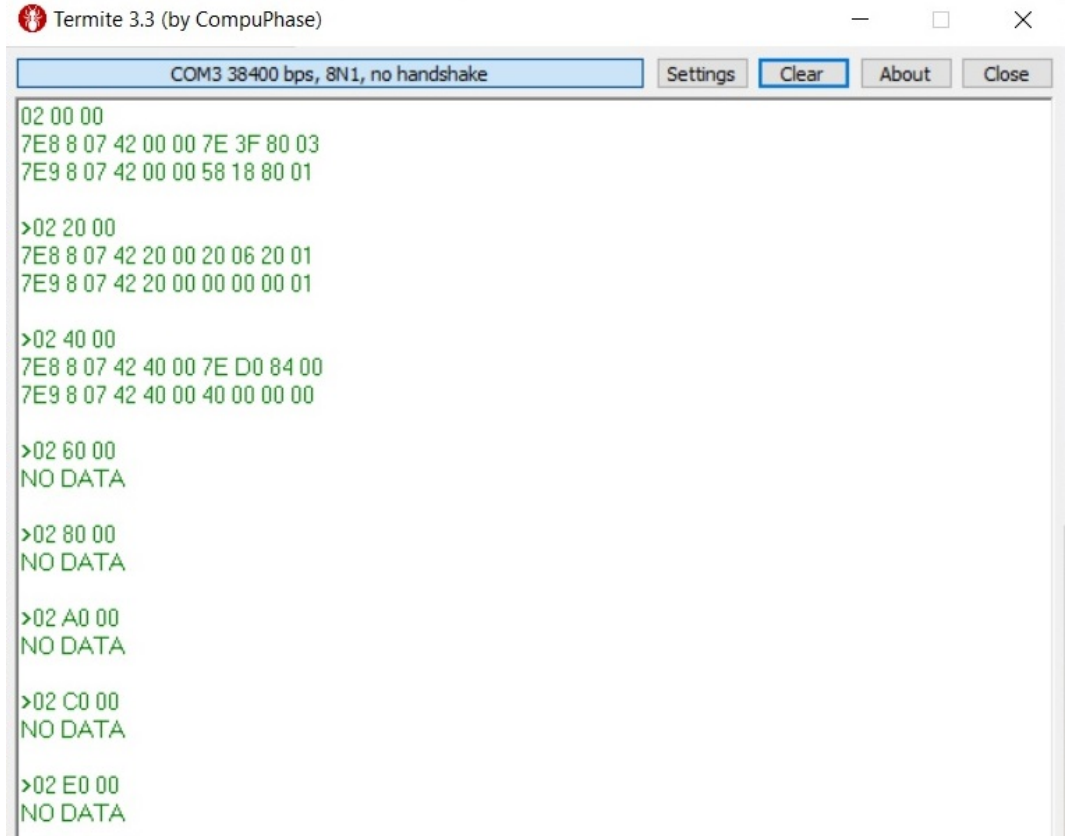
$(80)_{16} = (128)_{10} \rightarrow [128 \times (100/128)] - 100 = \%0$ olarak hesaplanmaktadır.

Açık döngü sırasında yakıtta herhangi bir düzeltme kullanılmazsa, uzun süreli ikincil yakıt ayarı $\%0$ düzeltme bildirecektir. Uzun süreli ikincil yakıt ayarı, yakıt kontrol algoritması tarafından hiç kullanılmıyorsa ise \$56 numaralı PID desteklenmeyecektir.

4.1.2. Servis \$02 çözümlemesi

Servis \$02 ile dondurulmuş veri çerçeve (freeze frame) verilerine erişilmektedir. Araç hafızasında freeze frame'e neden olan arıza olması durumunda, arızanın oluştuğu andaki kayıt altına alınan araç sensör ve eyleyici verilerine erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta;

- Servis \$02'de desteklenen ve desteklenmeyen PID'lerin sorgusu yapıldı
- Desteklenen PID'ler tespit edildi
- Araç hafızasında freeze frame'e neden olan arıza ya da arızaların sayısına bakıldı



Şekil 4.5. Servis \$02 için desteklenen ve desteklenmeyen PID'lerin sorgulanması

Mesaj ID'si 7E8 olan ECU'dan aldığımız veriler dört bayttan (7E 3F 80 03) oluşmaktadır. Bu dört bayt; Data A, Data B, Data C, Data D olarak adlandırılmaktadır. Cevap mesajında yer alan bu baytlar onaltılık sayı tabanında olup, onaltılık sayı tabanından ikilik sayı tabanına çevrilir. Bu çevrim sonrasında ikilik sayı tabanındaki

değeri “1” olan PID’ler desteklenen PID’lerdir. Desteklenen PID’lere bakarak, araç hafızasında freeze frame’e neden olan bir arıza meydana geldiğinde kayıt altına alınacak sensör ve eyleyici datalarının hangilerinin olduğu bilgisine erişilir.



Şekil 4.6. Servis \$02 için \$02 numaralı PID’nin sorgulanması

Servis \$02’de PID \$02 ve \$00 numaralı frame ile \$00 numaralı freeze frame’deki dataların saklanmasına neden olan arıza kodunu gösterir.

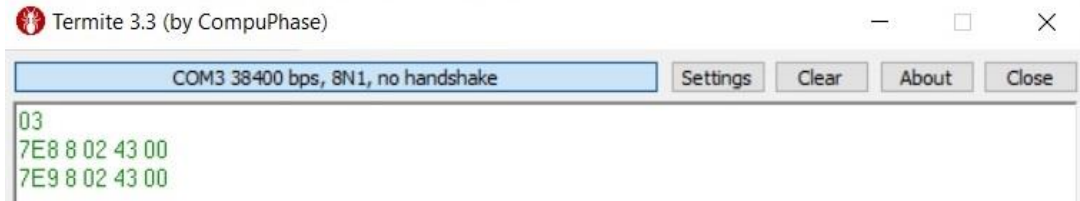
>02 02 00

42 02 00 00 00

Yanıt mesajı Data A ve Data B olmak üzere iki bayttan oluşur. Arıza kodunun high byte değerini Data A, low byte değerini Data B gösterir. Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan verilere göre, araç hafızasında freeze frame’e neden olan bir arızanın olmadığı görülmüştür.

4.1.3. Servis \$03 çözümü

Servis \$03 ile kayıt altına alınmış emisyonla ilgili arıza kodlarına erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta arıza lambası yanmamaktadır.



Şekil 4.7. Servis \$03’ün sorgulanması

Mesaj ID'si 7E8 olan ECU'dan aldığımız veriler bir bayttan oluşmaktadır. Cevap mesajında yer alan bu bayt onaltılık sayı tabanında olup, onluk sayı tabanına çevrilerek kayıt altına alınmış emisyonla ilgili arıza kodlarının sayısına erişilir.

Servis \$03 ile kayıt altına alınmış emisyonla ilgili arıza kodlarının sayısına ve bu arızaların arıza kodlarına erişilir.

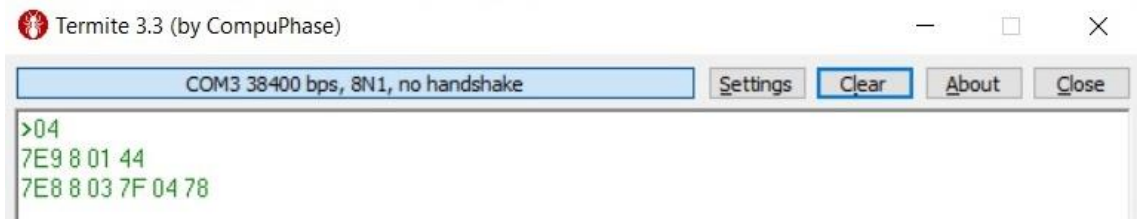
>03

43 00

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan verilere göre, araç hafızasında kayıt altına alınmış emisyonla ilgili arızanın olmadığı görülmüştür.

4.1.4. Servis \$04 çözümü

Servis \$04 ile araç hafızasında bulunan arıza kodları ve kayıt altına alınmış verileri temizlenir.



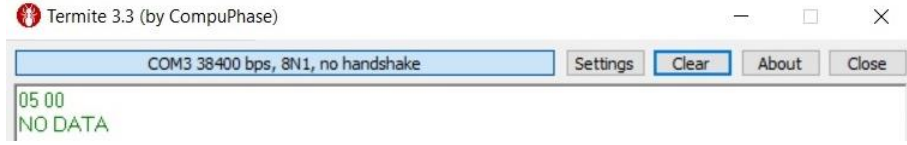
Şekil 4.8. Servis \$04'ün sorgulanması

Alınan yanıt mesajına bakıldığında Mesaj ID'si 7E9 olan ECU, hafızasında bulunan arıza kodları ve kayıt altına alınmış verileri temizlemiştir.

Mesaj ID'si 7E8 olan ECU ise 7F kodu ile olumsuz yanıt mesajı göndermiştir. Olumsuz yanıt mesajındaki son bayta baktığımızda ise; temizleme isteğinin doğru şekilde alındığını ve yanıt beklediğini belirtmektedir (bkz. Çizelge3.3.).

4.1.5. Servis \$05 çözümlenmesi

CAN haberleşme protokolünü kullanmayan araçlarda, Servis \$05 ile oksijen sensörü izlenerek test sonuçlarına ait verilere erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta haberleşme protokolü olarak ISO 15765-4 CAN kullanıldığı için ECU'lar Servis \$05'e yanıt mesajı olarak "NO DATA" mesajını göndermektedir.

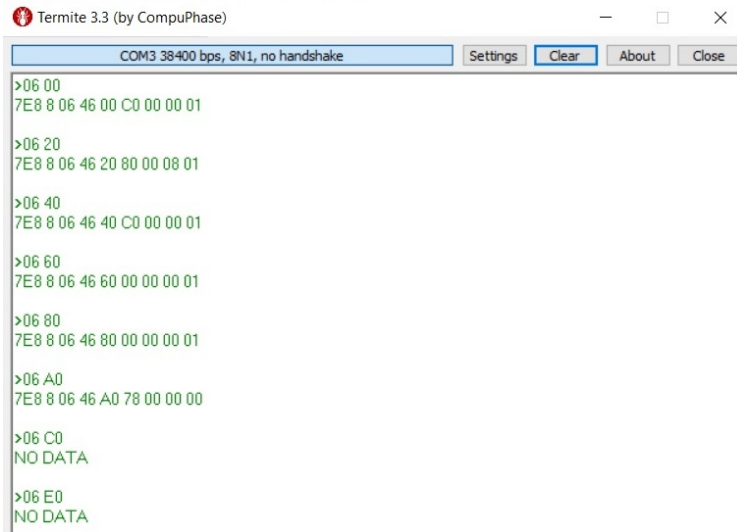


Şekil 4.9. Servis \$05'in sorgulanması

4.1.6. Servis \$06 çözümlenmesi

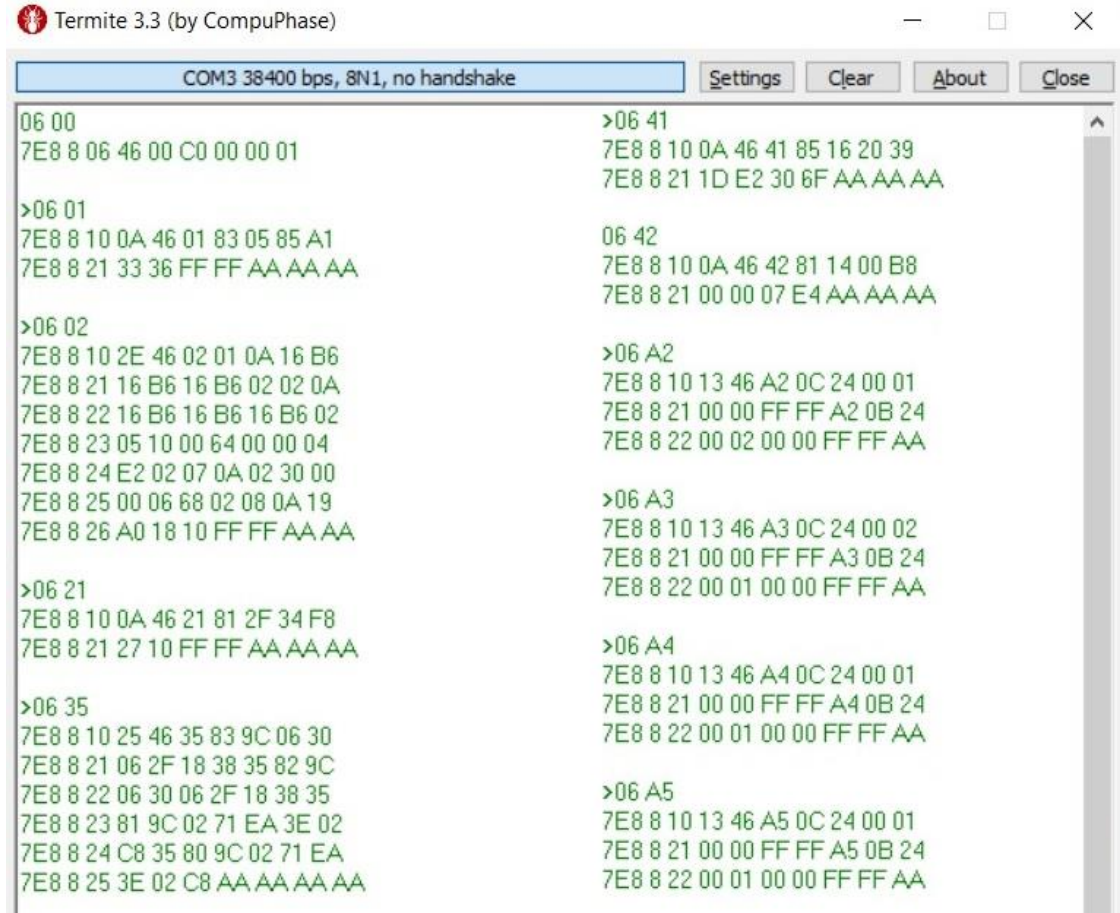
CAN haberleşme protokolünü kullanan araçlarda, Servis \$06 ile sistem ve bileşenler izlenerek test sonuçlarına erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta;

- Servis \$06'da desteklenen ve desteklenmeyen OBDMID'lerin sorgusu yapıldı
- Desteklenen OBDMID'ler tespit edildi
- Desteklenen OBDMID'lerin sorgulaması yapılarak araca ait test sonuçlarına erişim sağlandı



Şekil 4.10. Servis \$06 için desteklenen OBDMID'lerin sorgulanması

Mesaj ID'si 7E8 olan ECU'dan aldığımız veriler dört bayttan (örneğin C0-00-00-01) oluşmaktadır. Bu dört bayt; Data A, Data B, Data C, Data D olarak adlandırılmaktadır. Cevap mesajında yer alan bu baytlar onaltılık sayı tabanında olup, onaltılık sayı tabanından ikilik sayı tabanına çevrilir. Bu çevrim sonrasında ikilik sayı tabanındaki değeri "1" olan PID'ler desteklenen PID'lerdir. Desteklenen PID'leri sorgulayarak, sistem ve bileşenlerin test sonuçlarına erişim sağlanmıştır.



```
COM3 38400 bps, 8N1, no handshake [Settings] [Clear] [About] [Close]

06 00 >06 41
7E8 8 06 46 00 C0 00 00 01 7E8 8 10 0A 46 41 85 16 20 39
7E8 8 21 1D E2 30 6F AA AA AA

>06 01 06 42
7E8 8 10 0A 46 01 83 05 85 A1 7E8 8 10 0A 46 42 81 14 00 B8
7E8 8 21 33 36 FF FF AA AA AA 7E8 8 21 00 00 07 E4 AA AA AA

>06 02 >06 A2
7E8 8 10 2E 46 02 01 0A 16 B6 7E8 8 10 13 46 A2 0C 24 00 01
7E8 8 21 16 B6 16 B6 02 02 0A 7E8 8 21 00 00 FF FF A2 0B 24
7E8 8 22 16 B6 16 B6 16 B6 02 7E8 8 22 00 02 00 00 FF FF AA
7E8 8 23 05 10 00 64 00 00 04
7E8 8 24 E2 02 07 0A 02 30 00
7E8 8 25 00 06 68 02 08 0A 19
7E8 8 26 A0 18 10 FF FF AA AA

>06 21 >06 A3
7E8 8 10 0A 46 21 81 2F 34 F8 7E8 8 10 13 46 A3 0C 24 00 02
7E8 8 21 27 10 FF FF AA AA AA 7E8 8 21 00 00 FF FF A3 0B 24
7E8 8 22 00 01 00 00 FF FF AA

>06 35 >06 A4
7E8 8 10 25 46 35 83 9C 06 30 7E8 8 10 13 46 A4 0C 24 00 01
7E8 8 21 06 2F 18 38 35 82 9C 7E8 8 21 00 00 FF FF A4 0B 24
7E8 8 22 06 30 06 2F 18 38 35 7E8 8 22 00 01 00 00 FF FF AA
7E8 8 23 81 9C 02 71 EA 3E 02
7E8 8 24 C8 35 80 9C 02 71 EA
7E8 8 25 3E 02 C8 AA AA AA AA >06 A5
7E8 8 10 13 46 A5 0C 24 00 01
7E8 8 21 00 00 FF FF A5 0B 24
7E8 8 22 00 01 00 00 FF FF AA
```

Şekil 4.11. Servis \$06 için OBDMID'lerin talebi

Servis \$06'da OBDMID \$01 ile Bank 1- Sensor 1'deki egzoz gazı sensörünün test sonuçlarına erişilmektedir.

```
>06 01
46 01 83 05 85 A1 33 36 FF FF
```


Çizelge 4.2. Servis \$06'da OBDMID \$01'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 1'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	01
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	83
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,0000305)	05
5	Test değeri-High Byte: $(85A1)_{16} = (34209)_{10}$	85
6	Test değeri-Low Byte: $(34209 \times 0,0000305) = \mathbf{1,043}$	A1
7	Minimum test değeri-High Byte: $(3336)_{16} = (13110)_{10}$	33
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(13110 \times 0,0000305) = \mathbf{0,39}$	36
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 0,0000305) = \mathbf{1,99}$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$02 ile Bank 1- Sensor 2'deki egzoz gazı sensörünün test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 02

46 02 01 0A 16 B6 16 B6 16 B6 02 02 0A 16 B6 16 B6 16 B6 02 05 10 00 64 00 00 04
E2 02 07 0A 02 30 00 00 06 68 02 08 0A 19 A0 18 10 FF FF

Çizelge 4.3. Servis \$06'da OBDMID \$02'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	02
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Zengin karışımdan fakir karışıma geçiş sırasında sensör eşik gerilimi	01
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,122) mV	0A
5	Test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
6	Test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709 \text{ mV}}$	B6
7	Minimum test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709 \text{ mV}}$	B6
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709 \text{ mV}}$	B6

Çizelge 4.3. Servis \$06'da OBDMID \$02'in yanıt mesajı açıklaması (devam)

11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	02
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Zengin karışımdan fakir karışıma geçiş sırasında sensör eşik gerilimi	02
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,122) mV	0A
14	Test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
15	Test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709\ mV}$	B6
16	Minimum test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709\ mV}$	B6
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(16B6)_{16} = (5814)_{10}$	16
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(5814 \times 0,122) = \mathbf{709\ mV}$	B6
20	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	02
21	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Anahtarlama esnasında zengin karışımdan fakir karışıma geçiş zamanı	05
22	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1) ms	10
23	Test değeri-High Byte: $(0064)_{16} = (100)_{10}$	00
24	Test değeri-Low Byte: $(100 \times 1) = \mathbf{0,1\ s}$	64
25	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
26	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 1) = \mathbf{0\ s}$	00
27	Maksimum test değeri-High Byte: $(04E2)_{16} = (1250)_{10}$	04
28	Maksimum test değeri-Low Byte: $(1250 \times 1) = \mathbf{1,25\ s}$	E2
29	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	02
30	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Test döngüsünde hesaplanan minimum sensör gerilim değeri	07
31	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,122) mV	0A
32	Test değeri-High Byte: $(0230)_{16} = (560)_{10}$	02
33	Test değeri-Low Byte: $(560 \times 0,122) = \mathbf{68,32\ mV}$	30
34	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
35	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 0,122) = \mathbf{0\ mV}$	00
36	Maksimum test değeri-High Byte: $(0668)_{16} = (1640)_{10}$	06
37	Maksimum test değeri-Low Byte: $(1640 \times 0,122) = \mathbf{200\ mV}$	68
38	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensör 2'deki egzoz gaz sensörünün izlemesi	02
39	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Test döngüsünde hesaplanan maksimum sensör gerilim değeri	08
40	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,122) mV	0A
41	Test değeri-High Byte: $(19A0)_{16} = (6560)_{10}$	19
42	Test değeri-Low Byte: $(6560 \times 0,122) = \mathbf{800,3\ mV}$	A0
43	Minimum test değeri-High Byte: $(1810)_{16} = (6160)_{10}$	18
44	Minimum test değeri-Low Byte: $(6160 \times 0,122) = \mathbf{751,5\ mV}$	10
45	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
46	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 0,122) = \mathbf{7,99\ V}$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$21 ile Bank 1'deki katalizörün test sonuçlarına erişilmektedir.
>06 21

46 21 81 2F 34 F8 27 10 FF FF

Çizelge 4.4. Servis \$06'da OBDMID \$21'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1'deki katalizör izlemesi	21
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	81
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,01) %	2F
5	Test değeri-High Byte: $(34F8)_{16} = (13560)_{10}$	34
6	Test değeri-Low Byte: $(13560 \times 0,01) = \%135,6$	F8
7	Minimum test değeri-High Byte: $(2710)_{16} = (10000)_{10}$	27
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(10000 \times 0,01) = \%100$	10
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 0,01) = \%655,35$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$35 ile Bank 1'deki VVT'nin test sonuçlarına erişilmektedir.
>06 35

46 35 83 9C 06 30 06 2F 18 38 35 82 9C 06 30 06 2F 18 38 35 81 9C 02 71 EA 3E 02
C8 35 80 9C 02 71 EA 3E 02 C8

Çizelge 4.5. Servis \$06'da OBDMID \$35'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1'deki VVT izlemesi	35
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	83
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (0,01) ^o (açı)	9C
5	Test değeri-High Byte: $(0630)_{16} = (1584)_{10}$	06
6	Test değeri-Low Byte: $(1584 \times 0,01) = 15,84^o$	30

Çizelge 4.5. Servis \$06'da OBDMID \$35'in yanıt mesajı açıklaması (devam)

7	Minimum test değeri-High Byte: $(062F)_{16} = (1583)_{10}$	06
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(1583 \times 0,01) = 15,83^\circ$	2F
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(1838)_{16} = (6200)_{10}$	18
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(6200 \times 0,01) = 62^\circ$	38
11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1'deki VVT izlemesi	35
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	82
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x $(0,01)^\circ$ (açı)	9C
14	Test değeri-High Byte: $(0630)_{16} = (1584)_{10}$	06
15	Test değeri-Low Byte: $(1584 \times 0,01) = 15,84^\circ$	30
16	Minimum test değeri-High Byte: $(062F)_{16} = (1583)_{10}$	06
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(1583 \times 0,01) = 15,83^\circ$	2F
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(1838)_{16} = (6200)_{10}$	18
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(6200 \times 0,01) = 62^\circ$	38
20	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1'deki VVT izlemesi	35
21	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	81
22	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x $(0,01)^\circ$ (açı)	9C
23	Test değeri-High Byte: $(0271)_{16} = (625)_{10}$	02
24	Test değeri-Low Byte: $(625 \times 0,01) = 6,25^\circ$	71
25	Minimum test değeri-High Byte: $(EA3E)_{16} = (59966)_{10}$	EA
26	Minimum test değeri-Low Byte: $(59966 \times 0,01) = 599,66^\circ$	3E
27	Maksimum test değeri-High Byte: $(02C8)_{16} = (712)_{10}$	02
28	Maksimum test değeri-Low Byte: $(712 \times 0,01) = 7,12^\circ$	C8
29	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1'deki VVT izlemesi	35
30	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	80
31	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x $(0,01)^\circ$ (açı)	9C
32	Test değeri-High Byte: $(0271)_{16} = (625)_{10}$	02
33	Test değeri-Low Byte: $(625 \times 0,01) = 6,25^\circ$	71
34	Minimum test değeri-High Byte: $(EA3E)_{16} = (59966)_{10}$	EA
35	Minimum test değeri-Low Byte: $(59966 \times 0,01) = 599,66^\circ$	3E
36	Maksimum test değeri-High Byte: $(02C8)_{16} = (712)_{10}$	02
37	Maksimum test değeri-Low Byte: $(712 \times 0,01) = 7,12^\circ$	C8

Servis \$06'da OBDMID \$41 ile Bank 1 - Sensor 1'deki egzoz gaz sensör ısıtıcısının test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 41

46 41 85 16 20 39 1D E2 30 6F

Çizelge 4.6. Servis \$06'da OBDMID \$41'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensor 1'deki egzoz gaz sensör ısıtıcısının izlemesi	41
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	85
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): [Değer x (0,1)] – 40°C (sıcaklık)	16
5	Test değeri-High Byte: $(2039)_{16} = (8249)_{10}$	20
6	Test değeri-Low Byte: $(8249 \times 0,1) - 40 = 824,9 \text{ °C}$	39
7	Minimum test değeri-High Byte: $(1DE2)_{16} = (7650)_{10}$	1D
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(7650 \times 0,1) - 40 = 725 \text{ °C}$	E2
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(306F)_{16} = (12399)_{10}$	30
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(12399 \times 0,1) - 40 = 1199,9 \text{ °C}$	6F

Servis \$06'da OBDMID \$42 ile Bank 1 - Sensor 2'deki egzoz gaz sensör ısıtıcısının test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 42

46 42 81 14 00 B8 00 00 07 E4

Çizelge 4.7. Servis \$06'da OBDMID \$42'nin yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Bank 1 – Sensor 2'deki egzoz gaz sensör ısıtıcısının izlemesi	42
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Üretici tarafından tanımlanan TID	81
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1) Ohm (direnç)	14
5	Test değeri-High Byte: $(00B8)_{16} = (184)_{10}$	00
6	Test değeri-Low Byte: $(184 \times 1) = \mathbf{184 \text{ Ohm}}$	B8
7	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 1) = \mathbf{0 \text{ Ohm}}$	00
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(07E4)_{16} = (2020)_{10}$	07
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(2020 \times 1) = \mathbf{2020 \text{ Ohm}}$	E4

Servis \$06'da OBDMID \$A2 ile silindir 1 için misfire test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 A2

46 A2 0C 24 00 01 00 00 FF F A2 0B 24 00 02 00 00 FF FF

Çizelge 4.8. Servis \$06'da OBDMID \$A2'nin yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 1 için misfire verilerinin izlemesi	A2
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Mevcut ya da son sürüş çevriminde gerçekleşen misfire sayısı	0C
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
5	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
6	Test değeri-Low Byte: $(1 \times 1) = \mathbf{1}$	01
7	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 1) = \mathbf{0}$	00
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 1) = \mathbf{65535}$	FF

Çizelge 4.8. Servis \$06'da OBDMID \$A2'nin yanıt mesajı açıklaması (devam)

11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 1 için misfire verilerinin izlemesi	A2
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Önceki sürüş çevrimlerinde gerçekleşen misfire sayısı	0B
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
14	Test değeri-High Byte: $(0002)_{16} = (2)_{10}$	00
15	Test değeri-Low Byte: $(2 \times 1) = 2$	02
16	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 1) = 0$	00
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 1) = 65535$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$A3 ile silindir 2 için misfire test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 A3

46 A3 0C 24 00 02 00 00 FF FF A3 0B 24 00 01 00 00 FF FF

Çizelge 4.9. Servis \$06'da OBDMID \$A3'ün yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 2 için misfire verilerinin izlemesi	A3
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Mevcut ya da son sürüş çevriminde gerçekleşen misfire sayısı	0C
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
5	Test değeri-High Byte: $(0002)_{16} = (2)_{10}$	00
6	Test değeri-Low Byte: $(2 \times 1) = 2$	02
7	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(0 \times 1) = 0$	00
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535 \times 1) = 65535$	FF

Çizelge 4.9. Servis \$06'da OBDMID \$A3'ün yanıt mesajı açıklaması (devam)

11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 2 için misfire verilerinin izlemesi	A3
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Önceki sürüş çevrimlerinde gerçekleşen misfire sayısı	0B
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
14	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
15	Test değeri-Low Byte: $(1x1) = 1$	01
16	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(0x1) = 0$	00
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535x1) = 65535$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$A4 ile silindir 3 için misfire test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 A4

46 A4 0C 24 00 01 00 00 FF FF A4 0B 24 00 01 00 00 FF FF

Çizelge 4.10. Servis \$06'da OBDMID \$A4'ün yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 3 için misfire verilerinin izlemesi	A4
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Mevcut ya da son sürüş çevriminde gerçekleşen misfire sayısı	0C
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
5	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
6	Test değeri-Low Byte: $(1x1) = 1$	01
7	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(0x1) = 0$	00
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535x1) = 65535$	FF

Çizelge 4.10. Servis \$06'da OBDMID \$A4'ün yanıt mesajı açıklaması (devam)

11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 3 için misfire verilerinin izlemesi	A4
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Önceki sürüş çevrimlerinde gerçekleşen misfire sayısı	0B
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
14	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
15	Test değeri-Low Byte: $(1x1) = 1$	01
16	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(0x1) = 0$	00
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535x1) = 65535$	FF

Servis \$06'da OBDMID \$A5 ile silindir 4 için misfire test sonuçlarına erişilmektedir.

>06 A5

46 A5 0C 24 00 01 00 00 FF FF A5 0B 24 00 01 00 00 FF FF

Çizelge 4.11. Servis \$06'da OBDMID \$A5'in yanıt mesajı açıklaması

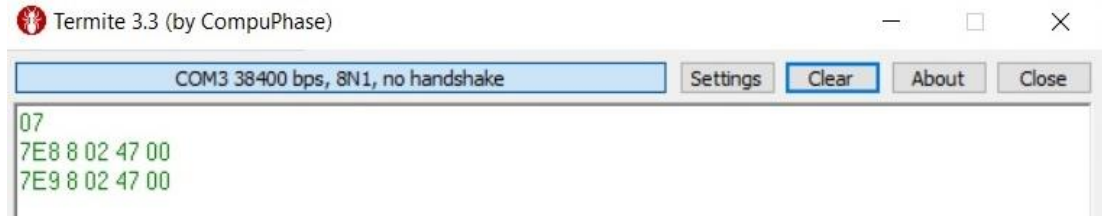
Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: sürekli olarak izlenen sistemler için yerleşik izleme testi sonuçları isteğine yanıtı	46
2	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 4 için misfire verilerinin izlemesi	A5
3	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Mevcut ya da son sürüş çevriminde gerçekleşen misfire sayısı	0C
4	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
5	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
6	Test değeri-Low Byte: $(1x1) = 1$	01
7	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
8	Minimum test değeri-Low Byte: $(0x1) = 0$	00
9	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
10	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535x1) = 65535$	FF

Çizelge 4.11. Servis \$06’da OBDMID \$A5’in yanıt mesajı açıklaması

11	OBDMID (Çizelge 3.6.): Silindir 4 için misfire verilerinin izlemesi	A4
12	Standartlaştırılmış üretici tanımlı TID (Çizelge 3.8.): Önceki sürüş çevrimlerinde gerçekleşen misfire sayısı	0B
13	Birim ve ölçeklendirme kimliği (Çizelge 3.7.): Değer x (1)	24
14	Test değeri-High Byte: $(0001)_{16} = (1)_{10}$	00
15	Test değeri-Low Byte: $(1x1) = 1$	01
16	Minimum test değeri-High Byte: $(0000)_{16} = (0)_{10}$	00
17	Minimum test değeri-Low Byte: $(0x1) = 0$	00
18	Maksimum test değeri-High Byte: $(FFFF)_{16} = (65535)_{10}$	FF
19	Maksimum test değeri-Low Byte: $(65535x1) = 65535$	FF

4.1.7. Servis \$07 çözümü

Servis \$07 ile bekletilen (yeni oluşan veya tekrar etmeyen) arıza kodlarına erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta arıza lambası yanmamaktadır.



Şekil 4.12. Servis \$07’nin sorgulanması

Mesaj ID’si 7E8 olan ECU’dan aldığımız veriler bir bayttan oluşmaktadır. Cevap mesajında yer alan bu bayt onaltılık sayı tabanında olup, onluk sayı tabanına çevrilerek bekletilen (yeni oluşan veya tekrar etmeyen) arıza kodları hakkında bilgilere erişilir.

Servis \$07 ile bekletilen (yeni oluşan veya tekrar etmeyen) arıza kodlarının sayısına ve bu arızaların arıza kodlarına erişilir.

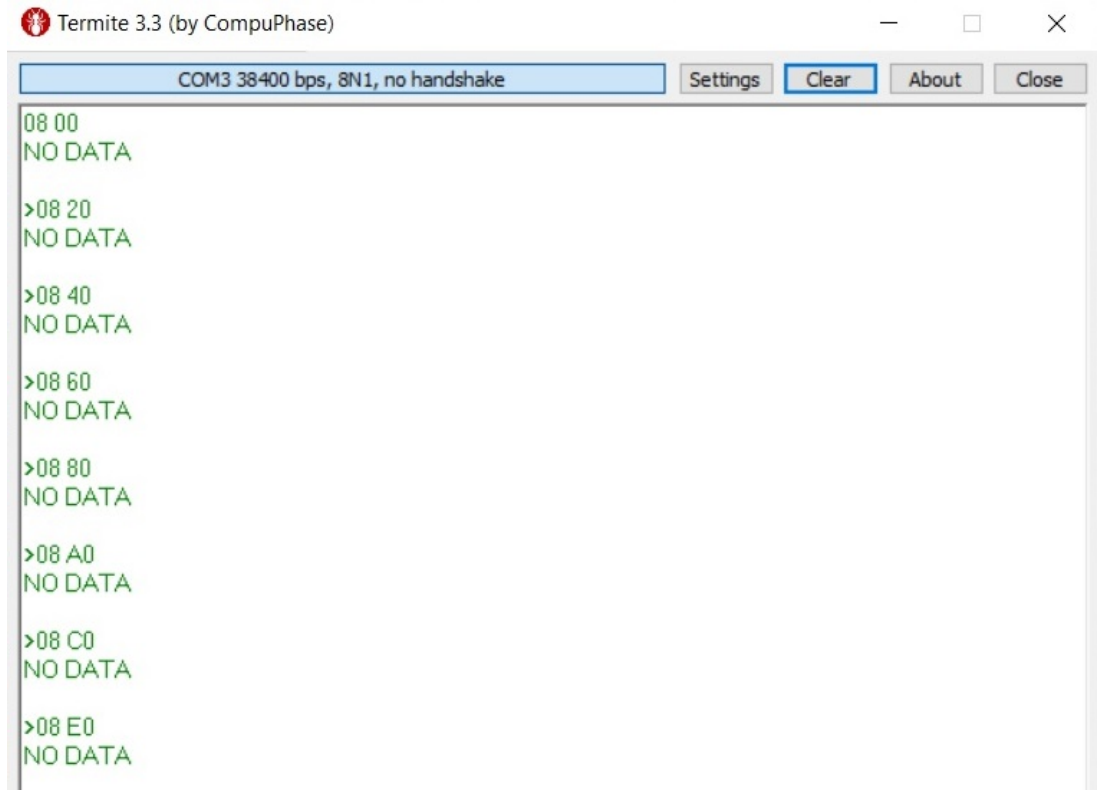
>07

47 00

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan verilere göre, araç hafızasında bekletilen (yeni oluşan veya tekrar etmeyen) arıza sayısı; $(00)_{16} = (0)_{10} \rightarrow 0$ 'dir.

4.1.8. Servis \$08 çözümü

Servis \$08 ile OBD sistemi ve bileşenlerinin kontrol işlemlerine ait verilere erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta Servis \$08 desteklenmediği için ECU yanıt mesajı olarak "NO DATA" mesajını göndermektedir.



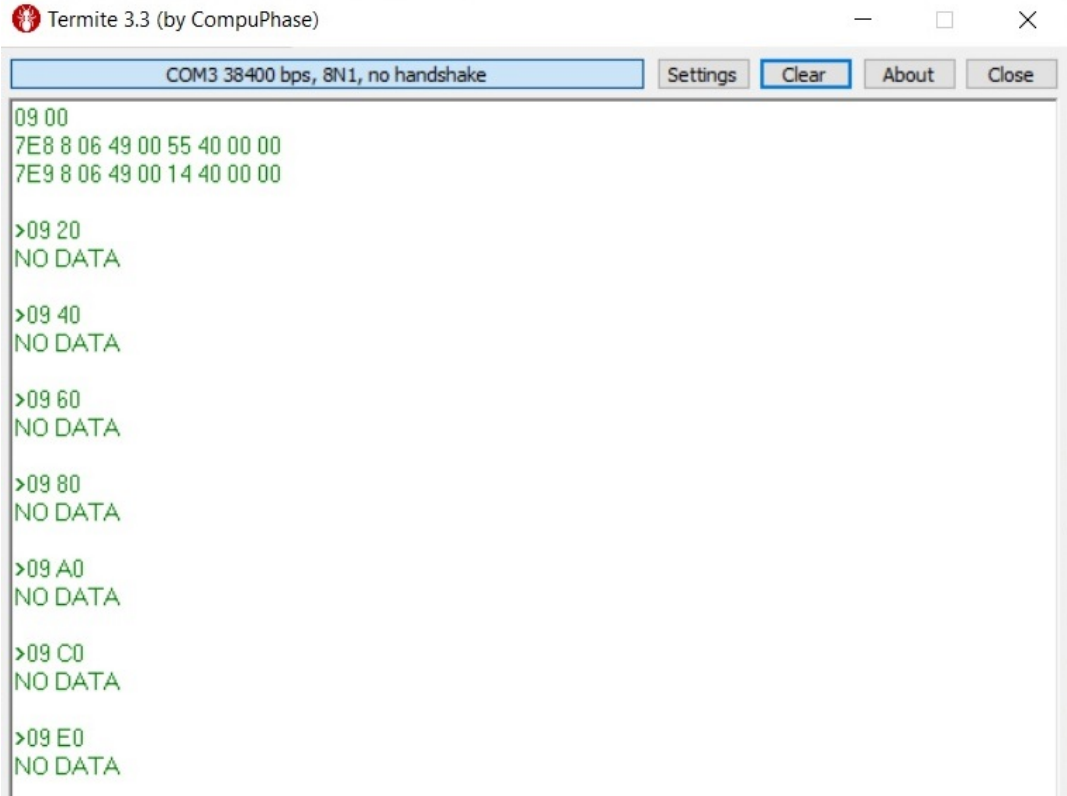
Şekil 4.13. Servis \$08'in sorgulanması

4.1.9. Servis \$09 çözümü

Servis \$09 ile araca ait bilgilere (VIN numarası gibi) erişilmektedir. Üzerinde çalışma yapılan araçta;

- Servis \$09'da desteklenen ve desteklenmeyen InfoType'ların sorgusu yapıldı
- Desteklenen InfoType'lar tespit edildi

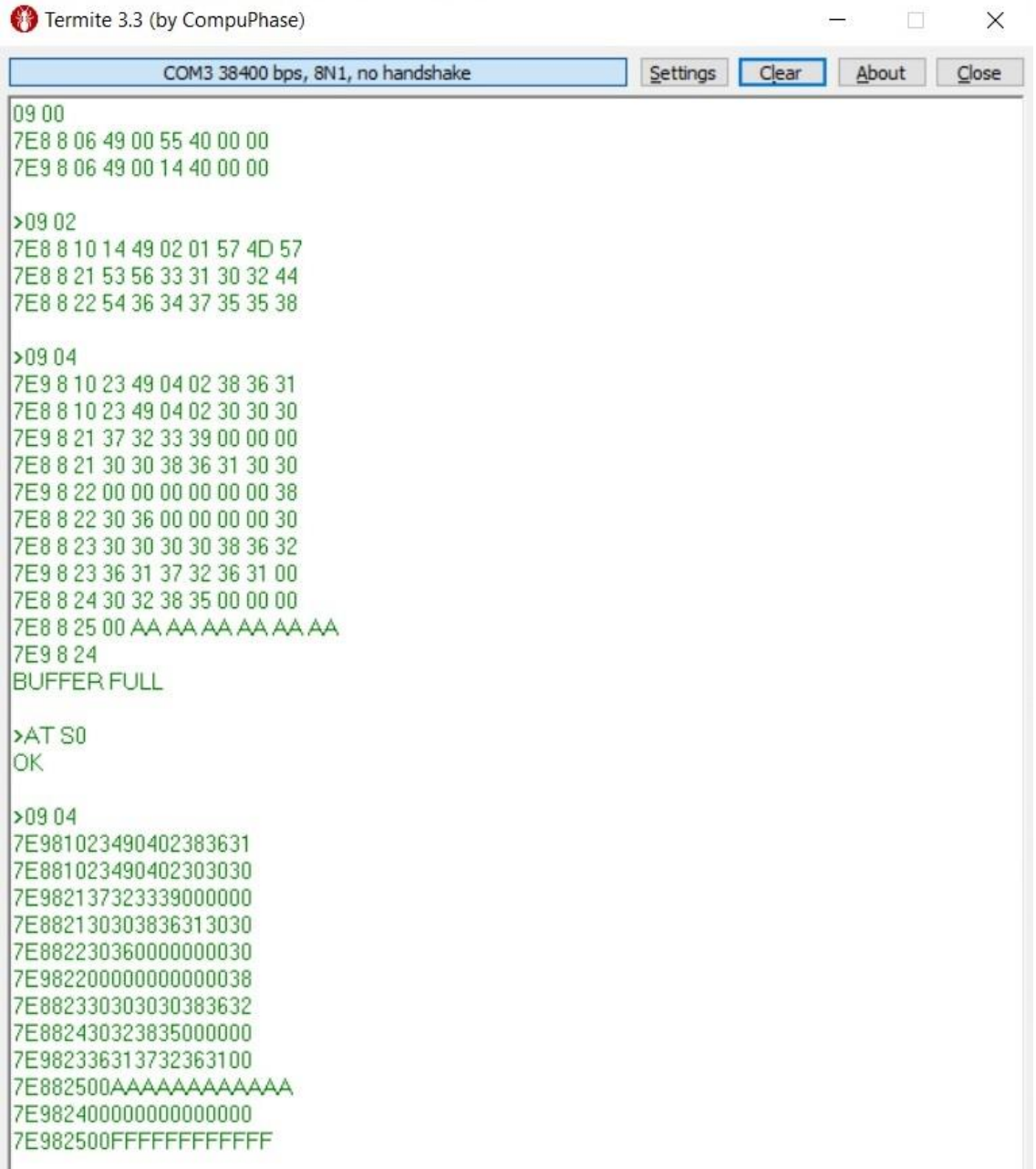
- Desteklenen InfoType'ların sorgulanması yapılarak araca ait bilgilere erişim sağlandı



Şekil 4.14. Servis \$09 için desteklenen ve desteklenmeyen InfoType'ların sorgulanması

Mesaj ID'si 7E8 olan ECU'dan aldığımız veriler dört bayttan (örneğin 55-40-00-00) oluşmaktadır. Bu dört bayt; Data A, Data B, Data C, Data D olarak adlandırılmaktadır.

Cevap mesajında yer alan bu baytlar onaltılık sayı tabanında olup, onaltılık sayı tabanından ikilik sayı tabanına çevrilir. Bu çevrim sonrasında ikilik sayı tabanındaki değeri "1" olan InfoType'lar desteklenen InfoType'lardır. Desteklenen InfoType'ları sorgulayarak, araca ait bilgilere erişim sağlanmıştır.



```
Termit 3.3 (by CompuPhase)
COM3 38400 bps, 8N1, no handshake
Settings Clear About Close

09 00
7E8 8 06 49 00 55 40 00 00
7E9 8 06 49 00 14 40 00 00

>09 02
7E8 8 10 14 49 02 01 57 4D 57
7E8 8 21 53 56 33 31 30 32 44
7E8 8 22 54 36 34 37 35 35 38

>09 04
7E9 8 10 23 49 04 02 38 36 31
7E8 8 10 23 49 04 02 30 30 30
7E9 8 21 37 32 33 39 00 00 00
7E8 8 21 30 30 38 36 31 30 30
7E9 8 22 00 00 00 00 00 00 38
7E8 8 22 30 36 00 00 00 00 30
7E8 8 23 30 30 30 30 38 36 32
7E9 8 23 36 31 37 32 36 31 00
7E8 8 24 30 32 38 35 00 00 00
7E8 8 25 00 AA AA AA AA AA AA
7E9 8 24
BUFFER FULL

>AT S0
OK

>09 04
7E981023490402383631
7E881023490402303030
7E982137323339000000
7E882130303836313030
7E882230360000000030
7E982200000000000038
7E882330303030383632
7E882430323835000000
7E982336313732363100
7E882500AAAAAAAAAAAA
7E982400000000000000
7E982500FFFFFFFFFFFF
```

Şekil 4.15. Servis \$09 için InfoType'ların talebi

Şekil 4.16'da görüldüğü üzere Servis \$09'da \$04 numaralı InfoType talep edildiğinde arabellek dolu mesajı alınmıştır ve verilerin tamamı görüntülenememektedir. Baytlar arasındaki boşluk arabellekte yer kapladığı için bu boşluklar kaldırılarak arabellekte yer açılması sağlanmıştır. AT S0 komutu kullanarak, baytlar arasındaki boşluğu silme işlemi gerçekleştirilmiş ve dataların tümüne erişim sağlanmıştır.

Servis \$09'da InfoType \$02 ile araç kimlik (VIN) numarasına erişilmektedir.

>09 02

49 02 01 57 4D 57 53 56 33 31 30 32 44 54 36 34 37 35 35 38

Çizelge 4.12. Servis \$09'da InfoType \$02'nin yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): Araç kimlik (VIN) numarası	02
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex):	01
4	Araç kimlik numarasının 1. ASCII karakteri:57 →W	57
5	Araç kimlik numarasının 2. ASCII karakteri:4D →M	4D
6	Araç kimlik numarasının 3. ASCII karakteri:57 →W	57
7	Araç kimlik numarasının 4. ASCII karakteri:53 →S	53
8	Araç kimlik numarasının 5. ASCII karakteri:56 →V	56
9	Araç kimlik numarasının 6. ASCII karakteri:33 →3	33
10	Araç kimlik numarasının 7. ASCII karakteri:31 →1	31
11	Araç kimlik numarasının 8. ASCII karakteri:30 →0	30
12	Araç kimlik numarasının 9. ASCII karakteri:32 →2	32
13	Araç kimlik numarasının 10. ASCII karakteri:44 →D	44
14	Araç kimlik numarasının 11. ASCII karakteri:54 →T	54
15	Araç kimlik numarasının 12. ASCII karakteri:36 →6	36
16	Araç kimlik numarasının 13. ASCII karakteri:34 →4	34
17	Araç kimlik numarasının 14. ASCII karakteri:37 →7	37
18	Araç kimlik numarasının 15. ASCII karakteri:35 →5	35
19	Araç kimlik numarasının 16. ASCII karakteri:35 →5	35
20	Araç kimlik numarasının 17. ASCII karakteri:38 →8	38

Servis \$09'da InfoType \$04 ile araç kalibrasyon kimliğine (CAL ID) erişilmektedir.

>09 04

49 04 02 30 30 30 30 30 38 36 31 30 30 30 36 00 00 00 00 30 30 30 30 30 38 36 32 30
32 38 35 00 00 00 00

Çizelge 4.13. Servis \$09'da InfoType \$04'ün yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): Araç kalibrasyon kimliği (CAL ID)	04
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex):	02
4	Araç kalibrasyon kimliğinin 1. ASCII karakteri: 30→0	30
5	Araç kalibrasyon kimliğinin 2. ASCII karakteri: 30→0	30
6	Araç kalibrasyon kimliğinin 3. ASCII karakteri: 30→0	30
7	Araç kalibrasyon kimliğinin 4. ASCII karakteri: 30→0	30
8	Araç kalibrasyon kimliğinin 5. ASCII karakteri: 30→0	30
9	Araç kalibrasyon kimliğinin 6. ASCII karakteri: 38→8	38
10	Araç kalibrasyon kimliğinin 7. ASCII karakteri: 36→6	36
11	Araç kalibrasyon kimliğinin 8. ASCII karakteri: 31→1	31
12	Araç kalibrasyon kimliğinin 9. ASCII karakteri: 30→0	30
13	Araç kalibrasyon kimliğinin 10. ASCII karakteri: 30→0	30
14	Araç kalibrasyon kimliğinin 11. ASCII karakteri: 30→0	30
15	Araç kalibrasyon kimliğinin 12. ASCII karakteri: 36 → 6	36
16	Araç kalibrasyon kimliğinin 13. ASCII karakteri: 00→boş	00
17	Araç kalibrasyon kimliğinin 14. ASCII karakteri: 00→boş	00
18	Araç kalibrasyon kimliğinin 15. ASCII karakteri: 00→boş	00
19	Araç kalibrasyon kimliğinin 16. ASCII karakteri: 00→boş	00
20	Araç kalibrasyon kimliğinin 1. ASCII karakteri: 30 → 0	30
21	Araç kalibrasyon kimliğinin 2. ASCII karakteri: 30 → 0	30
22	Araç kalibrasyon kimliğinin 3. ASCII karakteri: 30 → 0	30
23	Araç kalibrasyon kimliğinin 4. ASCII karakteri: 30 → 0	30
24	Araç kalibrasyon kimliğinin 5. ASCII karakteri: 30 → 0	30
25	Araç kalibrasyon kimliğinin 6. ASCII karakteri: 38 → 8	38
26	Araç kalibrasyon kimliğinin 7. ASCII karakteri: 36 → 6	36
27	Araç kalibrasyon kimliğinin 8. ASCII karakteri: 32 → 2	32
28	Araç kalibrasyon kimliğinin 9. ASCII karakteri: 30 → 0	30
29	Araç kalibrasyon kimliğinin 10. ASCII karakteri: 32 → 2	32
30	Araç kalibrasyon kimliğinin 11. ASCII karakteri: 38 → 8	38
31	Araç kalibrasyon kimliğinin 12. ASCII karakteri: 35 → 5	35
32	Araç kalibrasyon kimliğinin 13. ASCII karakteri: 00 → boş	00
33	Araç kalibrasyon kimliğinin 14. ASCII karakteri: 00 → boş	00
34	Araç kalibrasyon kimliğinin 15. ASCII karakteri: 00 → boş	00
35	Araç kalibrasyon kimliğinin 16. ASCII karakteri: 00 → boş	00

Servis \$09'da InfoType \$06 ile kalibrasyon doğrulama numaralarına (CVN) erişilmektedir.

>09 06

49 06 02 35 AB 23 3B 99 7A 9C D0

Çizelge 4.14. Servis \$09'da InfoType \$06'nın yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): Kalibrasyon doğrulama numaraları	06
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex):	02
4	Kalibrasyon doğrulama numaraları 1 – Data A:	35
5	Kalibrasyon doğrulama numaraları 1 – Data B:	AB
6	Kalibrasyon doğrulama numaraları 1 – Data C:	23
7	Kalibrasyon doğrulama numaraları 1 – Data D:	3B
8	Kalibrasyon doğrulama numaraları 2 – Data A:	99
9	Kalibrasyon doğrulama numaraları 2 – Data B:	7A
10	Kalibrasyon doğrulama numaraları 2 – Data C:	9C
11	Kalibrasyon doğrulama numaraları 2 – Data D:	D0

Servis \$09'da InfoType \$08 ile anlık (16-20 sayaç) performans takibine erişilmektedir.

>09 08

49 08 14 05 B7 20 27 05 84 05 B3 00 00 00 00 07 2A 05 B4 00 00 00 00 1B 5E 05 AA
00 00 00 00 00 00 00 00 03 C6 05 B7 00 00 00 00

Çizelge 4.15. Servis \$09'da InfoType \$08'in yanıt mesajı açıklaması

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): Anlık performans takibi	08
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex): $14_{16} = 20_{10} \rightarrow 20$ sayaçlı	14

Çizelge 4.15. Servis \$09’da InfoType \$08’in yanıt mesajı açıklaması (devam)

4	OBD izlemelerinin karşılanma sayımları – High Byte: Belirlenen OBD izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	05
5	OBD izlemelerinin karşılanma sayımları – Low Byte: Belirlenen OBD izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	B7
6	Ateşleme döngüsü sayacı – High Byte: Araç motorunun kaç kez çalıştırıldığını gösterir	20
7	Ateşleme döngüsü sayacı – Low Byte: Araç motorunun kaç kez çalıştırıldığını gösterir	27
8	Bank 1 için katalizör izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte Katalizör sistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	05
9	Bank 1 için katalizör izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte Katalizör sistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	84
10	Bank 1 için katalizör izlemesinin karşılanma sayımları –High Byte Belirlenen katalizör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	05
11	Bank 1 için katalizör izlemesinin karşılanma sayımları –Low Byte Belirlenen katalizör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	B3
12	Bank 2 için katalizör izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte Katalizör sistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
13	Bank 2 için katalizör izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte Katalizör sistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
14	Bank 2 için katalizör izlemesinin karşılanma sayımları –High Byte Belirlenen katalizör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
15	Bank 2 için katalizör izlemesinin karşılanma sayımları –Low Byte Belirlenen katalizör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
16	Bank 1 için O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı –High Byte O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	07
17	Bank 1 için O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı –Low Byte O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	2A
18	Bank 1 için O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı –High Byte Belirlenen O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	05
19	Bank 1 için O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – Low Byte Belirlenen O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	B4
20	Bank 2 için O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı –High Byte O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
21	Bank 2 için O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı –Low Byte O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
22	Bank 2 için O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – High Byte Belirlenen O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
23	Bank 2 için O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – Low Byte Belirlenen O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
24	EGR veya VVT izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte EGR veya VVT arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	1B
25	EGR veya VVT izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte EGR veya VVT arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	5E
26	EGR veya VVT izlemesinin karşılanma sayımı – High Byte Belirlenen EGR veya VVT izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	05

Çizelge 4.15. Servis \$09’da InfoType \$08’in yanıt mesajı açıklaması (devam)

27	EGR veya VVT izlemesinin karşılanma sayımı – Low Byte Belirlenen EGR veya VVT izleme koşullarında aracın çalıştırılma	AA
28	İkincil hava sistemi izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte İkincil hav asistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
29	İkincil hava sistemi izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte İkincil hava sistemi arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
30	İkincil hava sistemi izlemesinin karşılanma sayımı – High Byte Belirlenen ikincil hava sistemi izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
31	İkincil hava sistemi izlemesinin karşılanma sayımı – Low Byte Belirlenen ikincil hava sistemi izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
32	Evaporatif sızıntı izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte Evaporatif sistem sızıntı arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
33	Evaporatif sızıntı izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte Evaporatif sistem sızıntı arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
34	Evaporatif sızıntı izlemesinin karşılanma sayımı – High Byte Belirlenen evaporatif sistem sızıntısı izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
35	Evaporatif sızıntı izlemesinin karşılanma sayımı – Low Byte Belirlenen evaporatif sistem sızıntısı izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
36	Bank 1 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı – High Byte İkincil O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	03
37	Bank 1 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı – Low Byte İkincil O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	C6
38	Bank 1 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – HB Belirlenen ikincil O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	05
39	Bank 1 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – LB Belirlenen ikincil O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	B7
40	Bank 2 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı – HB İkincil O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
41	Bank 2 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin tamamlanma sayımı – LB İkincil O ₂ sensör arızalarının tespiti için yapılan izlemelerin sayısı	00
42	Bank 2 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – HB Belirlenen ikincil O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00
43	Bank 2 için ikincil O ₂ sensör izlemesinin karşılanma sayımı – LB Belirlenen ikincil O ₂ sensör izleme koşullarında aracın çalıştırılma sayısı	00

Servis \$09'da InfoType \$0A ile araçta bulunan ECU'ların isimlerine erişilmektedir.
>09 0A

49 0A 01 45 43 4D 00 2D 45 6E 67 69 6E 65 43 6F 6E 74 72

Çizelge 4.16. Servis \$09'da InfoType \$0A'nın yanıt mesajı açıklaması – 7E8

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): ECU'ların isimleri	0A
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex):	01
4	ECU isminin 1. ASCII karakteri: 45 →E	45
5	ECU isminin 2. ASCII karakteri: 43 →C	43
6	ECU isminin 3. ASCII karakteri: 4D →M	4D
7	ECU isminin 4. ASCII karakteri: 00 →boş	00
8	ECU isminin 5. ASCII karakteri: 2D →-	2D
9	ECU isminin 6. ASCII karakteri: 45 →E	45
10	ECU isminin 7. ASCII karakteri: 6E →n	6E
11	ECU isminin 8. ASCII karakteri: 67 →g	67
12	ECU isminin 9. ASCII karakteri: 69 →i	69
13	ECU isminin 10. ASCII karakteri: 6E →n	6E
14	ECU isminin 11. ASCII karakteri: 65 →e	65
15	ECU isminin 12. ASCII karakteri: 43 →C	43
16	ECU isminin 13. ASCII karakteri: 6F →o	6F
17	ECU isminin 14. ASCII karakteri: 6E →n	6E
18	ECU isminin 15. ASCII karakteri: 74 →t	74
19	ECU isminin 16. ASCII karakteri: 72 →r	72
20	ECU isminin 17. ASCII karakteri: 6F →o	6F
21	ECU isminin 18. ASCII karakteri: 6C →l	6C
22	ECU isminin 19. ASCII karakteri: 00 →boş	00
23	ECU isminin 20. ASCII karakteri: 00 →boş	00

Servis \$09'da InfoType \$0A ile araçta bulunan ECU'ların isimlerine erişilmektedir.
>09 0A

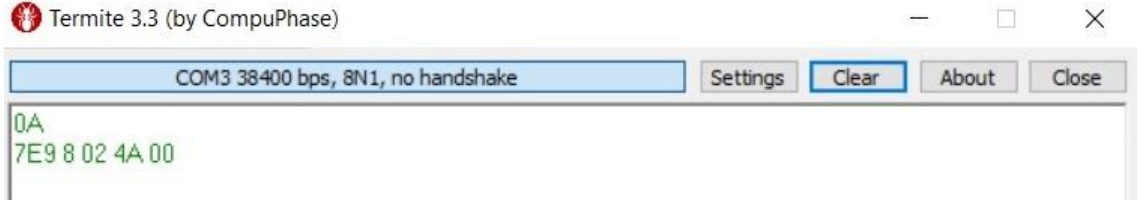
49 0A 01 54 43 4D 00 2D 54 72 61 6E 73 6D 69 73 43 74 72 6C 00 00 00

Çizelge 4.17. Servis \$09'da InfoType \$0A'nın yanıt mesajı açıklaması – 7E9

Data Bayt	Açıklama	Bayt Değeri (hex)
1	SID: araç bilgilerinin talep isteği	49
2	InfoType (Çizelge 3.9.): ECU'ların isimleri	0A
3	Gelen dataların sayfa sayısı (hex):	01
4	ECU isminin 1. ASCII karakteri: 54→T	54
5	ECU isminin 2. ASCII karakteri: 43 → C	43
6	ECU isminin 3. ASCII karakteri: 4D → M	4D
7	ECU isminin 4. ASCII karakteri: 00 → boş	00
8	ECU isminin 5. ASCII karakteri: 2D → -	2D
9	ECU isminin 6. ASCII karakteri: 54→T	54
10	ECU isminin 7. ASCII karakteri: 72→r	72
11	ECU isminin 8. ASCII karakteri: 61→a	61
12	ECU isminin 9. ASCII karakteri: 6E→n	6E
13	ECU isminin 10. ASCII karakteri: 73→s	73
14	ECU isminin 11. ASCII karakteri: 6D→m	6D
15	ECU isminin 12. ASCII karakteri: 69→i	69
16	ECU isminin 13. ASCII karakteri: 73→s	73
17	ECU isminin 14. ASCII karakteri: 43→C	43
18	ECU isminin 15. ASCII karakteri: 74 → t	74
19	ECU isminin 16. ASCII karakteri: 72 → r	72
20	ECU isminin 17. ASCII karakteri: 6C→l	6C
21	ECU isminin 18. ASCII karakteri: 00 → boş	00
22	ECU isminin 19. ASCII karakteri: 00 → boş	00
23	ECU isminin 20. ASCII karakteri: 00 → boş	00

4.1.10. Servis \$0A çözümlenmesi

Servis \$0A ile kalıcı (silinmeyen) diyagnostik arıza kodlarına erişilmektedir.



Şekil 4.16. Servis \$0A'nın sorgulanması

Mesaj ID'si 7E9 olan ECU'dan aldığımız veriler bir bayttan oluşmaktadır. Cevap mesajında yer alan bu bir bayt onaltılık sayı tabanında olup, onluk sayı tabanına çevrilerek kalıcı (silinmeyen) diyagnostik arıza kodlarına erişilir.

>09 0A

4A 00

Üzerinde çalışma yapılan araçtan alınan verilere göre, araç hafızasında kalıcı (silinmeyen) diyagnostik arıza kodu olmadığı görülmüştür.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

ELM327 tanı koyma cihazı ile yapılan testlerin doğruluğu SeedStudio CAN BUS Shield destekli ATmega328P tabanlı Arduino UNO R3 kontrol kartı kullanılarak sınanmış ve aynı sonuçların elde edildiği gözlemlenebilmiştir.

Test aracının içten yanmalı motor ve transmisyon elektronik kontrol ünitelerine, veri hattı üzerinden erişilerek desteklenen tüm OBD-II servisleri işletilmiş ve bu servisler ile ilişkili gerekli çözümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, elde edilen verilerin sürücü davranışları ve önleyici bakım gibi birçok farklı uygulama alanında kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma, araç tanı koyma işlemlerine yönelik tasarlanacak yerli ve milli sistemlere ilişkin bir temel teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021a. OBD-II Background.
<http://obdii.com/background.html> - (Erişim tarihi: 04.05.2021)
- Anonim, 2021b. History of on-board diagnostics.
<https://www.geotab.com/blog/obd-ii/> - (Erişim tarihi: 04.05.2021)
- Anonim, 2021c. Araç Arıza Tespit Cihazı.
<https://carstechnic.com/motorparcalari/arac-ariza-tespit-cihazı-obd-nedir/> - (Erişim tarihi: 04.05.2021)
- Baltusis, P., 2004. On Board Vehicle Diagnostics. Proceedings of the SAE, Detroit, MI, 2004.
- ELM Electronics Inc, 2010. ELM327 OBD to RS232 Interpreter.
<https://www.elmelectronics.com/wp-content/uploads/2016/07/ELM327DSH.pdf> - (Erişim tarihi: 14.10.2021)
- Fugiglando, U., Massaro, E., Santi, P., Milardo, S., Abida, K., Stahlmann, R., Netter, F., Ratti, C., 2019. Driving Behavior Analysis through CAN Bus Data in an Uncontrolled Environment. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 20, no. 2, pp. 737-748, Feb. 2019.
- Jain, J.J., Busso, C., 2011. ANALYSIS OF DRIVER BEHAVIORS DURING COMMON TASKS USING FRONTAL VIDEO CAMERA AND CAN-BUS INFORMATION. 2011 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), Barcelona, Spain, Jul. 2011.
- Joseph, P.C., Kumar, S.P., 2015. Design and Development of OBD-II Compliant Driver Information System. Indian Journal of Science and Technology, vol 8(21), 2015
- Malik, M., Nandal, R., 2021. A framework on driving behavior and pattern using On-Board diagnostics (OBD-II) tool. Department of Computer Science and Engineering, U.I.E.T, Maharshi Dayanand University, Rohtak 124001, India.
- Nguyen, D.L., Lee, M-E., Lensky, A., 2012. The Design and Implementation of New Vehicle Black Box Using The OBD Information. Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCCT), IEEE 2012, pp.1281 – 1284
- Pan, Y-J., Yu, T-C., Cheng, R-S., 2017. Using OBD-II Data Explore Driving Behavior Model. 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI), 10.1109/ICASI.2017.7988297.

SAE International J1979, 2014. E/E Diagnostic Test Modes J1979_201202. (Revised 2014-08).

https://www.SAE.org/standards/content/j1979_201408/ - (Erişim tarihi:08.06.2021)

SAE International J1979-DA, 2014. J1979-DA Digital Annex of E/E Diagnostic Test Modes J1979DA_201110. (Revised :2014-06)

https://www.sae.org/standards/content/j1979da_201406/ - Erişim tarihi:08.06.2021)

Sathyanarayana, A., Boyraz, P., Purohit, Z., Lubag, R., Hansen, J.H.L., 2010. Driver Adaptive and Context Aware Active Safety Systems using CAN-bus signals. IEEE Center for Robust Speech Systems, Dept. of Electrical Engineering, University of Texas at Dallas.

Shinde, B.J., Kore, D.S., Thipse, D.S., 2016. Comparative Study Of On Board Diagnostics Systems – EOBD, OBD-I, OBD-II, IOBD and IOBD-II. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 03, no. 03, p. 1532.

Terzi, S. 2004. Otomobil Arıza Teşhisinde Elektronik Kontrol Yöntemleri ve Yeni Test Teknolojileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Türker, G.F., Kutlu, A. 2014. Araçlarda On Board Diyagnostic Sistem ve Mobil Cihaz Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta.

Yolcu, C., Şahan, B., 2016. Araç İçi Durum Takibi ve Arıza Tespit Cihazı. Kentkart Ege Elektronik A.Ş., Araştırma Geliştirme Bölümü, İzmir.

Zhang, C., Patel, M., Buthpitiya, S., Lyons, K., Harrison, B., Abowd, G.D., 2016. Driver Classification Based on Driving Behaviors. In Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '16), 80-84.

Zhang, J., Wu, Z., Li, F., Xie, C., Ren, T., Chen, J., Liu, L., 2019. A Deep Learning Framework for Driving Behavior Identification on In-Vehicle CAN-BUS Sensor Data. Sensors, vol.19, no. 6, p. 1356.

Zhou, A., Li, Z., Shen, Y., 2019. Anomaly Detection of CAN Bus Messages Using a Deep Neural Network for Autonomous Vehicles. Appl. Sci. 2019, 9, 3174.

Wikipedia, 2021a. On-board diagnostics.

https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics - (Erişim tarihi: 24.05.2021)

Wikipedia, 2021b. OBD-II PIDs.

https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs - (Erişim tarihi: 24.05.2021)

Wikipedia, 2021c. CAN bus.

https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus - (Erişim tarihi: 24.05.2021)