Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

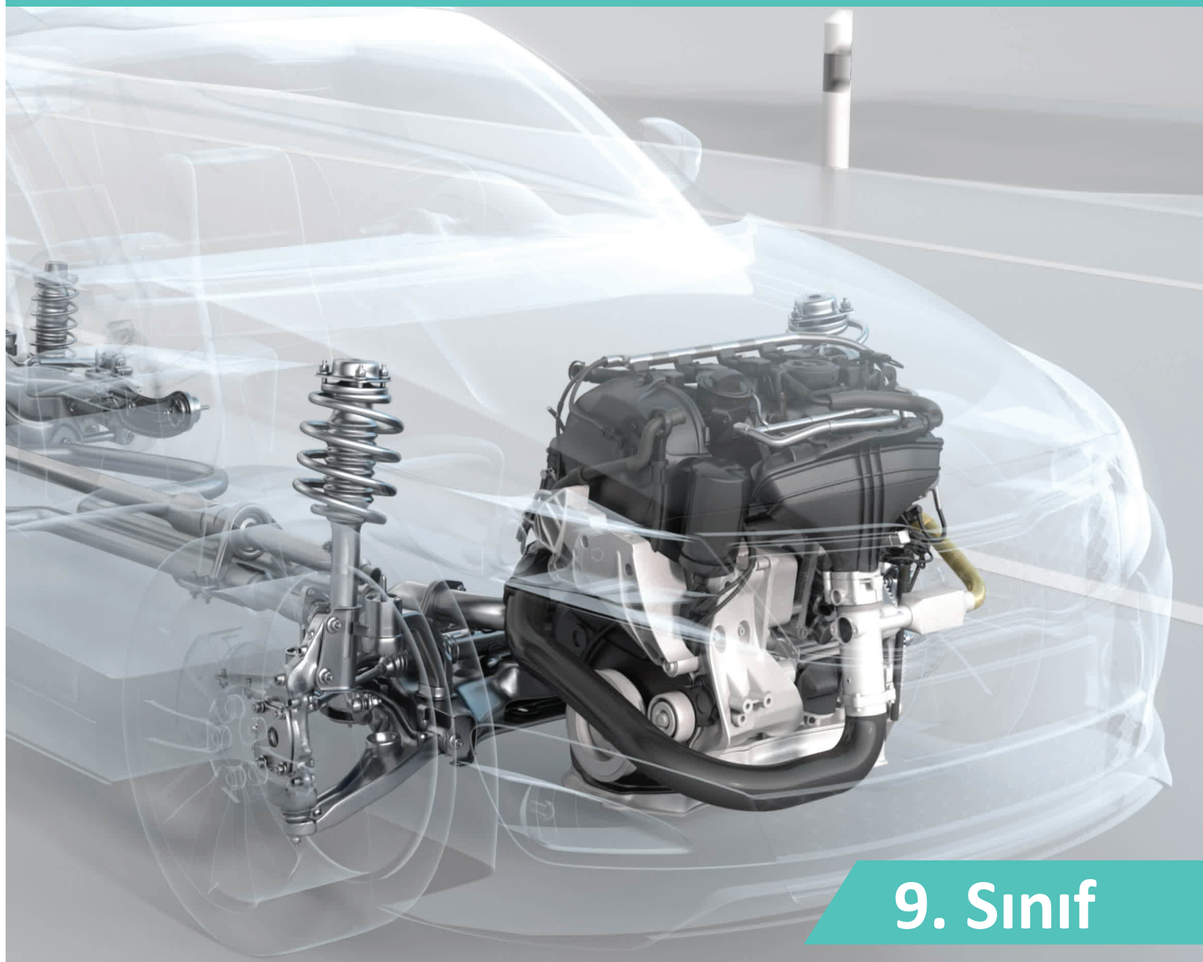
ARAÇ TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİ

Ders Kitabı

Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

Motorlu Araçlar Teknolojisi

ARAÇ TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİ



9. Sınıf

Ders Kitabı

Motorlu Araçlar Teknolojisi

ARAÇ TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİ

9

Ders Kitabı

YAZARLAR

Adem YİĞİT
Mesut ÖZER
Rıza BAHAR
Salih KARA

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı
Tülay PEKŞEN

Görsel Tasarım Uzmanı
Adem KURBAN

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

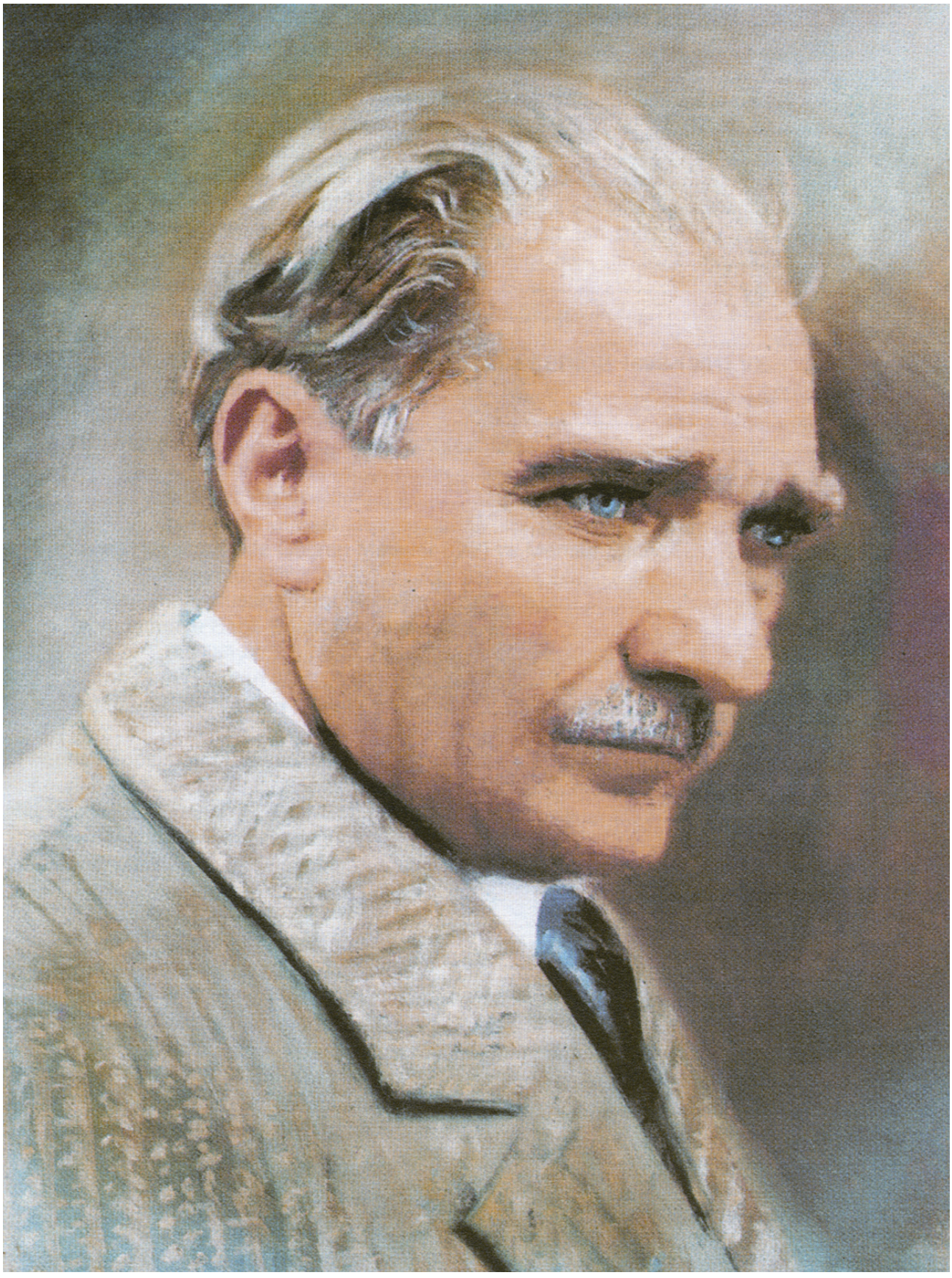
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal ATATÜRK



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 17

1.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 18

1.1.1. Atölye Çalışma Alanı 18
1.1.2. Atölyede Yaşanabilecek Olan İş Kazaları 19
1.1.3. İş Güvenliğinin Amacı 21
1.1.4. Meslek Hastalığı 24

1.2. YANGIN ÖNLEME TEDBİRLERİ 26

1.2.1. Tanımı 26
1.2.2. Sebepleri 26
1.2.3. Atölyede Yangına Sebep Olabilecek Etkenler 26
1.2.4. Yangın Önleme 26
UYGULAMA 1. YANGIN ÖNLEME TEDBİRLERİNİ ALMA 28

1.3. ACİL DURUMLAR 29

1.3.1. Tanımı 29
1.3.2. Sebepleri 29
1.3.3. Acil Durum Planı 29
1.3.4. Acil Durum Ekipleri 29
1.3.5. Tahliye Planları 29
UYGULAMA 2. ACİL DURUM VE YANGIN TAHLİYE PLANI YAPMA 30

1.4. ÇEVRE KORUMA 31

1.4.1. Atık Maddelerin Depolanması 31

1.5. ÇALIŞMA ALET VE DONANIMLARININ BAKIMLARI 32

1.5.1. Makine Bakım Kartları 32

1.6. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI 33

1.6.1. Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanılma Amaçları 33
1.6.2. Kullanılan Bazı Kişisel Koruyucu Donanımları 33
UYGULAMA 3. ATÖLYE VE DONANIMLARININ TEMİZLİĞİNİ YAPMAK 34

2. TEMEL SERVİS EKİPMANLARI 35

2.1. ANAHTAR ÇEŞİTLERİ 36

2.1.1. Lokma Anahtarları Ve Lokma Takımları 36
2.1.2. Yıldız Ağızlı Anahtarlar 40
2.1.3. Açık Ağız Anahtarlar 40
2.1.4. Kombine (Yarım) Anahtarlar 40
2.1.5. Rekor Anahtarları 41
2.1.6. Alyan (Allen) anahtarlar 41
2.1.7. Torx Anahtarlar 41
2.1.8. Çakma Anahtarlar 41
2.1.9. Kurbağacık (Ayarlı) Anahtar 42
2.1.10. Boru Anahtarı 42
2.1.11. Tornavidalar 42
UYGULAMA 1. CIVATA VE SOMUNLARI UYGUN ANAHTAR İLE SÖKME TAKMA 44

2.2. EL TAKIMLARI 45

2.2.1. Penseler 45
2.2.2. Çekiçler 46
2.2.3. Conta Kazıyıcısı (Iskarpela) 47
2.2.4. Zımba 47
2.2.5. Motor Kompresyon Saati 47
2.2.6. Akü Hidrometresi 47
2.2.7. Mekanik Steteskop 47
2.2.8. Filtre Sökme Anahtarı 48
2.2.9. Tapa Anahtarı 48
2.2.10. Madeni Yağlık 48
2.2.11. Segman Çemberi 48

2.2.12. Bijon Anahtarları 48
2.2.13. Perçin Tabancası 48
2.2.14. Spiralli Mıknatıs 48
2.2.15. Supap Çektirmesi 49
2.2.16. Levye 49
2.2.17. Gres Pompası 49
2.2.18. Çektirme 49
2.2.19. Tel Fırça 49
UYGULAMA 2. UYGUN EL TAKIMLARI KULLANARAK VERİLEN SÖKME VE TAKMA İŞLEMLERİNİ YAPMA 50
2.3. MOTORLU ARACI KALDIRMA, SEHPALAMA, MORTORLU ARAÇLARIN ALET VE DONANIMLARI 51
2.3.1. Krikolar 51
2.3.2. Araç Kaldırma Lifti 52
2.3.3. Araç Sehpaları 52
2.3.4. Seyyar Vinç 52
2.3.5. Caraskal (Üç Ayaklı Vinç) 52
UYGULAMA 3. ARACI LİFTE ALIP KALDIRMA 53
2.4. ÖLÇÜ VE KONTROL ALETLERİ İLE ÖLÇME KONTROL 54
2.4.1. Uzunluk Ölçü Sistemleri 54
2.4.2. Çelik Cetveller 54
2.4.3. Mastar 55
2.4.4. Sentil 55
2.4.5. Kumpas 55
2.4.6. Mikrometre 57
2.4.7. Komparatör 58
2.4.8. Teleskobik Geyç 58
UYGULAMA 4. KUMPAS İLE ÖLÇME 59
UYGULAMA 5. MİKROMETRE VE KOMPARATÖR İLE İÇ ÇAP ÖLÇME 60
UYGULAMA 6. PLASTİK GEYÇ İLE YAĞ BOŞLUĞUNU ÖLÇME 62
3. TEMEL MEKANİK İŞLEMLER 63
3.1. KESME 64
3.1.1. Tanımı 64
3.2. GÖNYELEME 67
3.2.1. Eğeleme 67
3.3. MARKALAMA 68
3.3.1. Tanımı 68
3.4. TAŞLAMA 69
3.4.1. El Taşlama Aleti 69
3.5. BİLEME 70
3.5.1. Ayaklı Zımpara Taşı Tezgâhı 70
3.6. DELİK DELME 71
3.6.1. Matkap 71
3.6.2. El Breyzi 71
3.6.3. Matkap Tezgâhları 72
3.7. KILAVUZ İLE DİŞ AÇMA 73
3.7.1. Tanım 73
3.7.2. Matkap 73
3.7.3. Havşa Açma Matkabı 73
3.7.4. Kılavuzlar 73
3.7.5. Diş Tarakları 74
3.8. PAFTA İLE DİŞ AÇMA 75
3.8.1. Tanım 75
3.9. PERÇİNLEME 76

3.9.1. Tanımı 76
3.9.2. Perçin Tabancası 76
3.10. CIVATA SÖKME VE TAKMA 77
3.10.1. Cıvata 77
3.10.2. Torkmetre 77
UYGULAMA 1. ÇEKİÇ YAPIMI 79
UYGULAMA 2. T SOMUNU YAPIMI 80
UYGULAMA 3. SAPLAMA YAPIMI 81
UYGULAMA 4. PERÇİNLEME İŞLEMİ 82
4. MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME 83
4.1. İÇTEN YANMALI MOTORLARIN TANIMI VE KRONOLOJİK TARİHÇESİ 84
4.2. İÇTEN YANMALI MOTORUN GENEL YAPISI VE PARÇALARI 85
4.2.1. Silindir Bloğu 85
4.2.2. Silindir Kapağı Ve Silindir Kapak Contası 85
4.2.3. Krank Mili 86
4.2.4. Piston Ve Segmanlar 86
4.2.5. Biyel (Piston Kolu) 86
4.2.6. Yataklar 86
4.2.7. Kam Mili 87
4.2.8. Supaplar 87
4.3. ALTERNATİF MOTORLAR 88
4.3.1. Lpg Yakıtlı Sistemler 88
4.3.2. Cng Yakıtlı Sistemler 89
4.3.3. Hidrojen Yakıtlı Sistemler 89
4.3.4. Elektrik Motorları 90
4.3.5. Hibrit Sistemler 91
4.3.6. Wankel Motorlar (Rotary-Renesis Motor) 91
4.4. MOTOR TERİMLERİ 92
4.4.1. Ölü Nokta 92
4.4.2. Kurs Boyu (Strok) 92
4.4.3. Kurs Hacmi 92
4.4.4. Yanma Odası Hacmi 92
4.4.5. Silindir Hacmi 93
4.4.6. Motor Hacmi 93
4.4.7. Sıkıştırma Oranı 93
4.4.8. Hacimsel Verim 93
4.4.9. Basınç 93
4.4.10. Atmosfer Basıncı 93
4.4.11. Vakum 93
4.4.12. Hava Fazlalık Katsayısı 93
4.4.13. Sente 93
4.4.14. Supap Bindirmesi 93
4.4.15. Çevrim 94
4.4.16. Zaman 94
4.4.17. Dört Zamanlı Motorlarda Çevrim 95
4.4.18. Supap Zaman Ayar Diyagramı Ve Otto Pratik Çevrimi 98
4.5. MOTORU SENTEYE GETİRME 100
UYGULAMA 1. ARAÇ KALDIRMA VE MOTOR SEHPALAMA 102
UYGULAMA 2. ARACI LİFTE ALIP, KALDIRMA 103
UYGULAMA 3. MOTORU SEHPAYA ALMA 104
UYGULAMA 4. MOTORU SENTEYE GETİRME 105
5. SABİT MOTOR PARÇALARI 107
5.1. MOTOR TAKOZLARININ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ 108
UYGULAMA 1. MOTOR ALT TAKOZU (KULAĞI) DEĞİŞİMİ 109
5.2. MANİFOLDLARIN KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ 110

5.2.1. Emme Manifoldu 110
5.2.2. Egzoz Manifoldu..... 111
5.2.3. Katalitik Konvertör 111
5.2.4. Dpf (Dizel Partikül Filtresi) 112
5.2.5. Dizel Oksidasyon Katalizörü..... 112
5.2.6. Manifoldların Arızaları 112
UYGULAMA 2. EMME MANİFOLDU CONTASI DEĞİŞİMİ 113
UYGULAMA 3. EGZOZ MANİFOLDU CONTASI DEĞİŞİMİ 115
5.3. SİLİNDİR KAPAĞI KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ 118
5.3.1. Yanma Odaları 119
5.3.2. Silindir Kapak Contası..... 120
5.3.3. Silindir Kapağında Meydana Gelebilecek Arızalar Ve Belirtileri 120
UYGULAMA 4. SİLİNDİR KAPAĞININ SÖKÜLMESİ VE TAKILMASI 121
UYGULAMA 5. SİLİNDİR KAPAĞININ KONTROLLERİ 125
5.4. SİLİNDİR BLOĞU KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ 127
5.4.1. Silindir Tasarımları 128
UYGULAMA 6. SİLİNDİR BLOĞUNUN KONTROLLERİNİN YAPILMASI 130
6. SUPAP SİSTEMLERİ 133

6.1. KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ 134
6.1.1. Görevi..... 134
6.1.2. Yapısal Özellikleri 134
6.1.3. Külbütor..... 135
6.1.4. İticiler 136
UYGULAMA 1. KÜLBÜTOR MEKANİZMASINDA YAPILAN KONTROLLER..... 138
6.2. KAM MİLİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ..... 141
6.2.1. Görevi..... 141
6.2.2. Yapısal Özellikleri 141
UYGULAMA 2. KAM MİLİNİN DEĞİŞİMİ..... 143
UYGULAMA 3. KAM MİLLERİNDE YAPILAN KONTROLLER..... 148
6.3. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ 151
6.3.1. Görevi..... 151
6.3.2. Çeşitleri 151
UYGULAMA 4. ZAMANLAMA ZİNCİRİ DEĞİŞİMİ 153
UYGULAMA 5. ZAMAN AYAR MEKANİZMALARINDA YAPILAN KONTROLLER 161
6.4. SUPAP MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ..... 164
6.4.1. Görevi..... 164
6.4.2. Çeşitleri 164
6.4.3. Parçaları..... 165
6.4.4. Supap Boşluğu 169
UYGULAMA 6. SUPAP MEKANİZMASINDAKİ KONTROLLER 170
UYGULAMA 7. SUPAPLARIN DEĞİŞİMİ 176
UYGULAMA 8. SUPAP AYARI 179
6.5. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ 182
6.5.1. Görevi..... 182
6.5.2. Çeşitleri Ve Yapısal Özellikleri..... 182
UYGULAMA 9. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA SİSTEMİ DEĞİŞİMİ 186
UYGULAMA 10. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ 189
7. MOTOR DONANIMLARI 191
7.1. MOTORLARDA SOĞUTMA SİSTEMİNİN BAKIM, ONARIM VE KONTROLÜ 192
7.1.1. Sistemin Görevleri..... 192
7.1.2. Soğutma Sistemi Çeşitleri..... 192
7.1.3. Sistemin Yapısı Ve Parçaları 194
7.1.4. Sistemin Arızaları 197
UYGULAMA 1. BASINÇLI TEST SETİ İLE SOĞUTMA SİSTEMİ KAÇAK KONTROLÜ..... 198
UYGULAMA 2. TERMOSTAT KONTROLÜ, DEĞİŞİMİ 200
UYGULAMA 3. SU POMPASININ DEĞİŞİMİ 202

UYGULAMA 4. SOĞUTMA SIVISI YOĞUNLUK KONTROLÜ VE SOĞUTMA SIVISI DEĞİŞİMİ 205
7.2. MOTORLARDA YAĞLAMA SİSTEMİNİN BAKIM, ONARIM VE KONTROLÜ 207
7.2.1. Sürtünme Çeşitleri 207
7.2.2. Motorda Yağlama Sisteminin Görevleri 208
7.2.3. Motor Yağları 208
7.2.4. Yağlama Sistemi Çeşitleri 211
7.2.5. Yağlama Sisteminin Parçaları 212
7.2.6. Karter Havalandırma 215
7.2.7. Sistem Arızaları Ve Sebepleri 215
UYGULAMA 5. YAĞLAMA SİSTEMİ BASINÇ TESTİ 216
UYGULAMA 6. YAĞ POMPASININ DEĞİŞİMİ 217
UYGULAMA 7. YAĞ POMPASININ KONTROLLERİ 220
UYGULAMA 8. MOTOR YAĞI VE YAĞ FİLTRESİNİN DEĞİŞİMİ 222
8. PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI 225

8.1. PİSTON BİYEL MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ 226
8.1.1. Pistonlar 227
UYGULAMA 1. PİSTONLARDA YAPILAN KONTROL VE ÖLÇÜMLER 230
UYGULAMA 2. PİSTON DEĞİŞİMİ 232
8.1.2. Segmanlar 234
8.1.3. Piston Pimi 236
UYGULAMA 3. SEGMANLARDA YAPILAN KONTROL VE ÖLÇÜMLER 237
UYGULAMA 4. PİSTON PİMİ YAĞ BOŞLUNUN BULUNMASI 239
8.1.4. Piston Kolu (Biyel Kolu) 241
UYGULAMA 5. BİYEL KOLLARINDAKİ KONTROL VE ÖLÇÜMLER 243
UYGULAMA 6. PİSTON KOLU YAĞ BOŞLUNUN ÖLÇÜLMESİ 245
8.2. KRANK MİLİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ 248
8.2.1. Görevi 248
8.2.2. Malzemesi Ve Yapısal Özellikleri 248
8.2.3. Çeşitleri 250
UYGULAMA 7. KRANK MİLİ ANA YATAK YAĞ BOŞLUĞUNUN ÖLÇÜMÜ 253
UYGULAMA 8. KRANK MİLİ EKSENEL GEZİNTİSİNİN ÖLÇÜMÜ 256
UYGULAMA 9. KRANK MİLİNDEKİ SALGI VE OVALLİK-KONİKLİK ÖLÇÜMLERİ 258
8.3. KRANK KEÇESİNİN, YATAKLARININ KONTROL VE DEĞİŞİMİ 261
8.3.1. Motor Yatakları 261
8.3.2. Gezinti Yatakları 264
UYGULAMA 10. PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASININ SÖKÜLMESİ VE TOPLANMASI 267
8.3.3. Krank Mili Keçeleri 276
UYGULAMA 11. KRANK MİLİ ARKA KEÇESİ DEĞİŞİMİ 277
UYGULAMA 12. KRANK MİLİ ÖN KEÇESİ DEĞİŞİMİ 280
8.4. VOLANIN KONTROL VE DEĞİŞİMİ 282
8.4.1. Görevleri 282
8.4.2. Malzemesi 282
8.4.3. Çeşitleri 282
8.4.4. Volanın Arızaları Ve Volan Arızalarının Belirtileri 283
UYGULAMA 13. VOLANIN DEĞİŞİMİ 284
UYGULAMA 14. VOLAN SALGININ ÖLÇÜMÜ 286
9. ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ 287

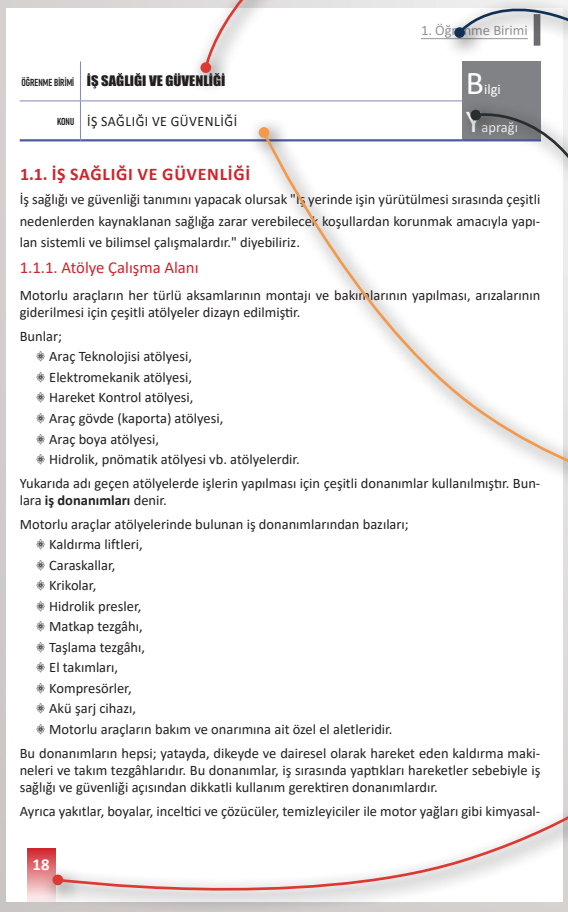
9.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ 288
9.1.1. Elektriğin Tanımı 288
9.1.2. İletken, Yalıtkan Ve Yarı İletken Kavramları 288
9.1.3. Elektron Akışı (Elektrik akımı) 289
9.1.4. Elektrik Akım Çeşitleri 289
9.1.5. Elektrik Ölçü Birimleri 290
9.1.6. Elektrik Ölçü Aletleri 292
UYGULAMA 1. BASİT ELEKTRİK DEVRESİ VE ÖLÇMELER 294

9.2. SERİ VE PARALEL ELEKTRİK DEVRELERİ 298
9.2.1. Seri Devre 298
9.2.2. Paralel Devre 299
9.2.3. Karışık Devre 300
UYGULAMA 2. SERİ ELEKTRİK DEVRESİ 302
UYGULAMA 3. PARALEL ELEKTRİK DEVRESİ 304
UYGULAMA 4. KARIŞIK BAĞLI ELEKTRİK DEVRESİ 306
9.3. ELEKTRİĞİN MANYETİK VE KİMYASAL ETKİSİ 308
9.3.1. Elektriğin Manyetik Etkisi 308
9.3.2. Elektriğin Kimyasal Etkisi 308
UYGULAMA 5. ELEKTRİĞİN MANYETİK ETKİSİ 309
UYGULAMA 6. ELEKTRİĞİN KİMYASAL ETKİSİ 311
10. ARAÇLARDA TEMEL ELEKTTRONİK İŞLEMLERİ 313
10.1. ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ KONTROLÜ 314
10.1.1. Diyotlar 314
10.1.2. Dirençler 315
10.1.3. Transistörler 316
10.1.4. Kondansatörler 318
10.1.5. Röleler 318
10.1.6. Diğer Elektronik Devre Elemanları 319
UYGULAMA 1. DİYOT SAĞLAMLIK KONTROLÜ 320
UYGULAMA 2. DİRENÇLERİN KONTROLÜ VE DİRENÇ DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ 322
UYGULAMA 3. TRANSİSTÖR BACAKLARININ VE TİPİNİN BELİRLENMESİ 324
UYGULAMA 4. KONDANSATÖR SAĞLAMLIK KONTROLÜ 326
10.2. ÇEŞİTLİ ELEKTRONİK DEVRELERİN YAPIMI 328
10.2.1. Lehimleme 328
UYGULAMA 5. TRANSİSTÖR VE KONDANSATÖRLÜ LED DEVRESİ 330
UYGULAMA 6. SICAKLIK UYARISI VEREN DEVRE 332
UYGULAMA 7. KARANLIKTA YANAN LAMBA DEVRESİ 334
UYGULAMA 8. FLİP FLOP DEVRESİ 336
UYGULAMA 9. LEHİMLEME 338
UYGULAMA 10. RÖLE KONTROLÜ 340
11. OTOMOTİV AKÜLERİ 341
11.1. AKÜ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ 342
11.1.1. Akünün Tanımı, Görevleri, Çalışma Prensibi Ve Yapısı 342
11.1.2. Akü Çeşitleri 344
11.1.3. Akü Kapasitesini Etkileyen Faktörler 345
11.1.4. Taşıta Göre Akü Seçimi 345
11.1.5. Akü Kontrolleri 345
UYGULAMA 1. AKÜLERİN ARAÇTAN SÖKÜLÜP TAKILMASI 348
UYGULAMA 2. AKÜNÜN GÖZLE KONTROLÜ 350
UYGULAMA 3. AKÜNÜN YOĞUNLUK KONTROLÜ 352
UYGULAMA 4. AKÜNÜN KAPASİTE KONTROLÜ 354
11.2. AKÜ ŞARJ İŞLEMLERİ 356
11.2.1. Akünün Şarjı Ve Deşarjı 356
11.2.2. Bataryalarda Şarj İşlemi 357
11.2.3. Aşırı Şarj Ve Deşarjın Zararları 358
11.2.4. Uzun Süre Kullanılmadan Bekletilmiş Akülerde Yapılacak İşlemler 358
11.2.5. Şarj Akımının Ve Süresinin Tespiti 359
UYGULAMA 5. AKÜYÜ ŞARJ SİSTEMİ İLE ŞARJ ETME 360
KAYNAKÇA 362

KİTABIN TANITIMI

Öğrenme birimi adını gösterir.

Konuları gösterir.



Öğrenme birimi adı.

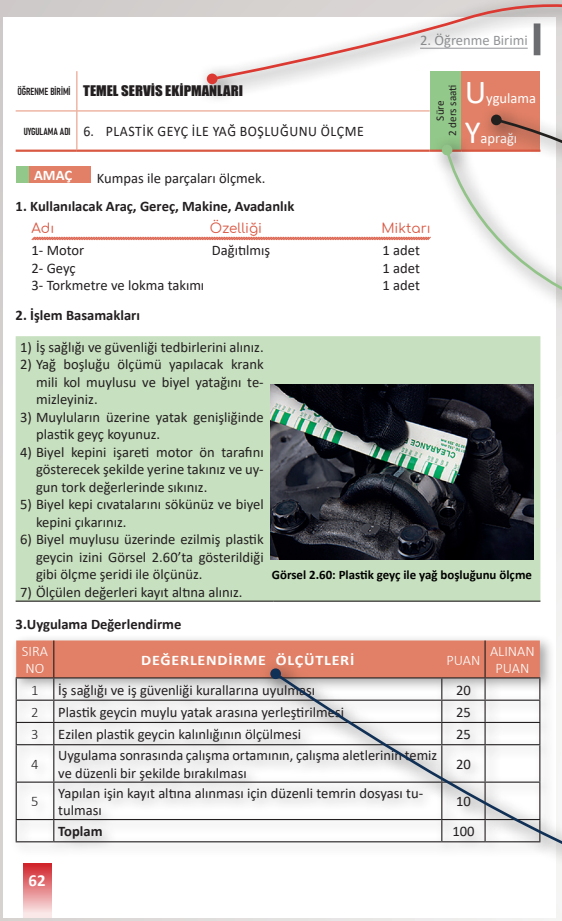
Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Konu anlatımlarının başlangıcını gösterir.

Kounu başlığını gösterir.

Kitap sayfa numaralarını gösterir.

KİTABIN TANITIMI



2. Öğrenme Birimi

ÖĞRENME BİRİMİ **TEMEL SERVİS EKİPMANLARI**

UYGULAMA ADI 6. PLASTİK GEYÇ İLE YAĞ BOŞLUĞUNU ÖLÇME

Süre 2 ders saati

Uygulama Yaprağı

AMAÇ Kumpas ile parçaları ölçmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Motor	Dağıtılmış	1 adet
2- Geyç		1 adet
3- Torkmetre ve lokma takımı		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Yağ boşluğu ölçümü yapılacak krank mili kol muylusu ve biyel yatağını temizleyiniz.
3) Muyluların üzerine yatak genişliğinde plastik geyç koyunuz.
4) Biyel kepini işareti motor ön tarafını gösterecek şekilde yerine takınız ve uygun tork değerlerinde sıkınız.
5) Biyel kepi cıvatalarını sökünüz ve biyel kepini çıkarınız.
6) Biyel muylusu üzerinde ezilmiş plastik geycin izini Görsel 2.60'ta gösterildiği gibi ölçme şeridi ile ölçünüz.
7) Ölçülen değerleri kayıt altına alınız.

Görsel 2.60: Plastik geyç ile yağ boşluğunu ölçme

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Plastik geycin muylu yatak arasına yerleştirilmesi	25	
3	Ezilen plastik geycin kalınlığının ölçülmesi	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

62

Öğrenme birimi adını gösterir.

Uygulama yaprağının başlangıcını gösterir.

Uygulamanın süresini gösterir.

Uygulama değerlendirme tablosunu gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ

1. İş Sağlığı ve Güvenliği
2. Yangın Önleme Tedbirleri
3. Acil Durumlar
4. Çevre Koruma
5. Çalışma Alet ve Donanımlarının Bakımları
6. Kişisel Koruyucu Donanımları

ÖĞRENME BİRİMİ	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	Bilgi Yaprağı
KONU	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	

1.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

İş sağlığı ve güvenliği tanımını yapacak olursak "İş yerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır." diyebiliriz.

1.1.1. Atölye Çalışma Alanı

Motorlu araçların her türlü aksamlarının montajı ve bakımlarının yapılması, arızalarının giderilmesi için çeşitli atölyeler dizayn edilmiştir.

Bunlar;

- Araç Teknolojisi atölyesi,
- Elektromekanik atölyesi,
- Hareket Kontrol atölyesi,
- Araç gövde (kaporta) atölyesi,
- Araç boya atölyesi,
- Hidrolik, pnömatik atölyesi vb. atölyelerdir.

Yukarıda adı geçen atölyelerde işlerin yapılması için çeşitli donanımlar kullanılmıştır. Bunlara **iş donanımları** denir.

Motorlu araçlar atölyelerinde bulunan iş donanımlarından bazıları şulardır:

- Kaldırma liftleri
- Caraskallar
- Krikolar
- Hidrolik presler
- Matkap tezgâhı
- Taşlama tezgâhı
- El takımları
- Kompresörler
- Akü şarj cihazı

Motorlu araçların bakım ve onarımına ait özel el aletleridir. Bu donanımların hepsi; yatayda, dikeyde ve dairesel olarak hareket eden kaldırma makineleri ve takım tezgâhlarıdır. Bu donanımlar, iş sırasında yaptıkları hareketler sebebiyle iş sağlığı ve güvenliği açısından dikkatli kullanım gerektiren donanımlardır.

Ayrıca yakıtlar, boyalar, inceltici ve çözücüler, temizleyiciler ile motor yağları gibi kimyasal-

lar da atölye ortamında bulunmakta veya depolanmaktadır. Bu kimyasalların büyük bir bölümü direkt olarak solunması durumunda sağlığa direkt etki ettikleri gibi yangın tehlikesini de beraberinde getirmektedir.

1.1.2. Atölyede Yaşanabilecek Olan İş Kazaları

1.1.2.1. İş Kazası

Çalışanı bedenen ya da ruhen özre uğratan olaya denir. Sanayileşmenin gelişmesi ile birlikte işletmelerde çalışan sayısı artmaya başlamış ve bu artış işletmelerde çalışan personelin sağlığını ve can güvenliğini tehdit eden iş kazası, meslek hastalığı yaşaması gibi birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar işgücü kayıplarına sebebiyet vermiş ve işletmelerin iş verimini düşürmeye başlamıştır.

İşletmeleri, çalışanlarının bedenen ve ruhen sağlıklı olmaları için gerekli tedbirleri almaya ve güvenli bir işyeri ortamı oluşturmaya sevk etmiştir. Artık işletmeler, çalışanını iş kazalarına karşı korumak için güvenlik tedbirleri almadan üretim veriminin artmayacağının bilincine varmışlardır. Dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliğinin bilimsel olarak ele alınmasının gerekliliği ortaya çıkmış ve 'iş sağlığı ve güvenliği' kavramı doğmuştur.

1.1.2.2. Motorlu Araçlar Atölyesinde Yaşanabilecek Muhtemel İş Kazaları

a. Motor çalışır haldeyken kravat, zincir, künye, yüzük, elbise vb. takılması

Motor çalışır haldeyken, sürekli hareket eden kayışlar (V kayışı, triger kayışı, klima kayışı, vantilatör kayışı, alternatör kayışı, devir daim kayışı, hidrolik direksiyon kayışı, kompresör kayışı) bulunduğu için özellikle bu bölgelere tornavida, kablo, üstüpü, iş önlüğü veya parmakları kaptırmamak için gerekli özen gösterilmeli ve tedbir alınmalıdır.

b. Kapalı yerlerde çalıştırılan motorlardan çıkan egzoz gazından zehirlenme

Egzoz gazları insan sağlığı için tehlikeli ve zehirli gazlardır. Bu nedenle atölyelerde egzoz dumanlarını atacak aspiratör veya vantilatör sistemleri bulunmalı ve aynı zamanda atölye çok iyi havalandırılmalıdır.

c. Sıcak motorun üzerinde çalışırken yanma

Uzun süre çalışan bir motor üzerinde çok sıcak kısımlar bulunduğu için bu kısımlara dokunulmamalı, sıcak parçalar sökülmemelidir.

ç. Motor sıcakken radyatör kapağının açılması

Motor sıcak iken radyatör kapağı açılmamalıdır. Açılması gerekiyor ise bir bezle radyatör kapağının üzeri kapatılarak tutulmalı ve yavaş yavaş gevşetilerek kızgın buhar çıktıktan sonra radyatör kapağını açılmalıdır. Kapak birdenbire açılırsa, basınçlı kızgın buhar, çok ciddi yanıkların oluşabileceği kazalara neden olabilir.

d. Akülerin (sökülüp takılması veya şarj esnasında) patlaması

Akü şarj olurken hidrojen gazı açığa çıkarır, bu gaz son derece patlayıcı bir gazdır. Şarj olan akülerin yanına gözlük takmadan girilmemeli, ateşle kesinlikle yaklaşılmamalıdır. Bu nedenle akü şarj odalarının/bölümlerinin havalandırılması çok iyi olmalıdır. Batarya asidinin ellere temas etmesi veya göze kaçması halinde bol temiz su ile eller veya gözler hemen

yıkanmalı ve en yakın sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

Akü araçtan sökülürken ilk önce (-) sonra (+) kablosu sökülür. Yerine takılırken ilkönce (+) sonra (-)kablosu takılmalıdır.

e. Motor çalışırken buji kablolarının sökülmesi

Motor çalışırken sekonder devredeki yüksek voltajlı akım sağlığa olumsuz etki edebileceği için buji kabloları çıplak elle tutulmaz. Bu yüzden buji kablolarında kıvılcım kontrolü yaparken özel izoleli penseler veya izoleli buji kontrol tornavidaları kullanılmalıdır.

f. Araç yakıtlarının alev alması

Benzin, motorin gibi yanıcı maddeler çok çabuk alev aldıkları için kapalı ortamda ve özel kaplarda saklanmalı yere dökülen maddeler acilen temizlenmelidir.

g. Krikoların yük altında iken boşalması

Araç kriko ile kaldırılırken iken aracın altına kesinlikle girilmemeli, aracın uygun yerlerinden sehpaya alınmalıdır. Aracın hareket etmesini önlemek için ön taraf kaldırılırken arka tekerleklere, arka taraf kaldırılırken ön tekerleklere takoz konulduktan sonra aracın altına girilmemelidir.

ğ. Lift kaldırırken ve indirirken altında birinin olması

Araç lift ile kaldırılır iken, lift ayakları eşit yükseklikte olacak şekilde araca uygun olarak ayarlanmalıdır. Lift ayakları aracın uygun kaldırma yerlerine yerleştirilmeli ve dengede ise araç kaldırılmalıdır. Araç lifte kaldırılırken veya Liftten indirilirken altında kimse bulunmamalıdır.

h. Elektrik çarpması

Elektrikli cihazlar ıslak veya yağlı elle tutulmamalı; ezilmiş, kopmuş veya sarkmış elektrik kablolarına kesinlikle dokunulmamalıdır. Elektrik kablolarının ıslak, yağlı veya ısıtılmış bölgelerden geçmesine ve aşırı kıvrılmasına müsaade edilmemelidir. Elektrikli cihazların çalışmasında herhangi bir düzensizlik tespit edilirse cihaz acilen kapatılmalı ve durum öğretmene bildirilmelidir.

i. Araç elektrik tesisatındaki kısa devreden ötürü aracın alev alması

Araç elektrik tesisatında yapılacak olan en küçük işlem bile özenle ve dikkatli yapılmalıdır. Kabloların yanlış, hatalı bağlanması veya izole edilmeden(bantlanmadan) bağlanması kısa devreye ve yangınlara sebep olabilir.

ı. Yakıt sistemi kaçaklarından ötürü aracın alev alması

Araç yakıt sistemi, her zaman kontrol edilmelidir. Yakıt sisteminde parça değişimi, tamir, bakım, kontrol yapılmışsa yakıt sisteminde sızıntı olup olmadığı iyice gözlemlenmeli sızıntı veya kaçak varsa sorun acilen giderilmelidir.

j. Fren hidrolik sıvısının vücuda temas etmesi

Fren hidrolik sıvısının(yağının) deri ve gözler ile teması kesinlikle önlenmelidir. Bu nedenle fren sisteminde hava alma işlemi esnasında fren hidrolik yağının göze kaçmamasına dikkat etmelidir. Olası temas durumunda gözler hemen bol su ile yıkamalıdır. Fren hidrolik sıvısı

boyalı ve plastik yüzeylere ciddi şekilde zarar verdiği için bu yüzeylere temas etmemesine dikkat edilmelidir.

k. Elektrik-oksijen kaynağı yanıkları

Atölyelerde zaman zaman metal, demir birleştirme veya kesme işlemleri yapılmaktadır. Bu işlem yapılırken kullanılan elektrik-oksijen kaynağı sırasında (1500 – 2000^{o}C) gibi yüksek sıcaklıklar ortaya çıkarır. Bu yakıcı sıcaklık ile birlikte yakıcı özelliği olan sıcak metal cüruflarının (parçalarının) etrafa saçılması; kaynak işlemini yapanı, çevredekileri ve geniş bir alanı tehlikeye sokar. Yakıcı olan cüruflar çalışanda ve yakınındakiler de yanıklara sebep olabileceği gibi aynı zamanda etrafta yangın çıkmasına da neden olabilir.

l. Zeminin ıslak, yağlı, deterjanlı, kaygan olması

İşyerlerinde kazaların yaklaşık %52'si kaymalardan kaynaklanmaktadır. Bu yüzden atölye ortamı kesinlikle ıslak, yağlı, deterjanlı, kaygan bırakılmamalıdır.

- Çalışma sırasında vida, çivi gibi gereçlerin ağızda tutulması,
- Bozulmuş, kırılmış makine ve ucu sivri, keskin el aletlerinin dikkatsizce kullanılması,
- Aydınlatmanın yetersiz olması,
- Havalandırmanın yetersiz olması,
- Doğalgaz, kömürlü kazan dairelerine sigara, çakmak veya alevle girilmesi,
- Hava kompresörünün üzerinde koruyucu bulunmaması,
- Çalışılan yerde sigara içilmesi, çakmak vb. yakılması,
- Parlayıcı, patlayıcı, yanıcı maddelerin açıkta bırakılması,
- Kaporta boyama gibi işlerinde maske kullanılmaması,
- El aletleri ile cihazların yanlış kullanılması iş kazalarına neden olur.

UNUTMAYINIZ!
İŞ GÜVENLİĞİ KURALLARINI ÖĞRENMENİZ ÇOK ÖNEMLİDİR.

1.1.3. İş Güvenliğinin Amacı

1.1.3.1. Çalışanları Korumak

- Çalışanlara sağlıklı ve mutlu olacakları bir ortam sağlamak,
- Çalışma verimini arttırmak,
- Yapılacak olan en ufak bir işte dahi tüm iş güvenliği kurallarını uygulamaktır.

1.1.3.2. Üretim Güvenliğini Sağlamak

- Üretim verimini arttırmak,
- Üretimin devamlılığını sağlamak,
- Yapılan işin kalitesini arttırmak ile mümkündür.

1.1.3.3. İş Yeri Güvenliğini Sağlamak

- İş ve işçi arasındaki en iyi uyumu sağlayabilmek,
- İşyerindeki kaza risklerini en aza indirgemek ya da riskleri tamamen ortadan kaldırmak,
- İşyerinde meslek hastalığı oluşturabilecek nedenleri ortadan kaldırmak ile olur.

UNUTMAYINIZ!
ÖNCE İŞ GÜVENLİĞİ

1.1.3.4. İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Alınacak Tedbirler

Araç teknolojisi atölyesi; araç-gereç, ekipman, cihaz, takım ve tezgâh bakımından çok zengin bir yerdir. Araç teknolojisi öğrencisi, burada teorik eğitimini alıp bir yandan da maketler ve araç üzerinde uygulama yapacak; aynı zamanda da motorlu araçların tamir, bakım, onarım gibi işlerinde kullanacağı takım ve avadanlıkları kullanmayı öğrenecektir. Zaman içerisinde hangi takımın hangi işe yaradığını ve bunların güvenle nasıl kullanıldığını kavrayacaktır.

Öğrenci, tonlarca ağırlıktaki aracı tek parmağı ile bir tuşa basarak kaldırabileceği gibi yine tek parmağı ile demiri pres ile ezebilir. Havalı tabanca ile en zor somunları dahi çok rahat sökebilir. Matkapla her tür parçayı çok rahat delebilir.

Herhangi bir iş kazası veya olumsuz bir durum yaşanmaması için öğrencilerin atölyede güvenlik için alacağı önlemleri şöyle sıralayabiliriz:

a. Genel İş Güvenliği Kuralları

- Atölye duvarlarına dikkati çekecek şekilde atölye kuralları ile uyarı/ikaz levhaları asılmalıdır.
- Atölyeye aç ve yorgun gelinmemelidir.
- Güvenlik ve temizlik için işe uygun, düğmeleri tam ve ilikli, kolları lastikli olan iş önlüğü giyilmelidir.
- Atölyede çalışırken saat, yüzük, bileklik, kolye veya kravat gibi eşyalar çıkarılmalıdır.
- Atölye içerisinde tehlikeli hareketler (koşma, şakalaşma, malzeme fırlatma vb.) yapılmamalıdır.
- Taşıma güvensiz yapılmamalıdır.
- Güvensiz, arızalı takım ya da tezgâh kullanılmamalıdır.

b. El Aletleri

- Arızalı ya da yağlı takımlar kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Keskiyle bir şey yontulurken yongaların yakında duran birine gelmemesine dikkat edilmelidir.
- Özellikle çekiç kullanırken elimizden fırlamasına özen gösterilmelidir.

c. Tezgâhlar

- Bir makine ya da tezgâhın kullanma eğitimi alınmadan makine ya da tezgâh kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Acil durumlar için makine ya da tezgâhın durdurma düğmesinin yeri öğrenilmelidir.
- Bir makineyi (matkap, spiral taşlama, kaynak makinesi vb.) çalıştırmaya başlamadan önce makinenin koruyucu siperlerinin yerinde olduğu kontrol edilmelidir. Koruyucu siperler yerinde olmadan çalışmaya başlanmamalıdır.
- Tezgâhlar aşırı hızda kullanılmamalıdır.
- Kullandıktan sonra kullanılan makine ve bulunulan ortam temizlenmelidir.
- Çalışan makine durdurulmadan bakım, onarım, ayar, temizlik kesinlikle yapılmamalıdır.
- Tezgâhlar üzerindeki metal talaşları eldiven giyip fırça kullanarak temizlenmelidir (Metal talaşlara elle dokunulmamalıdır.).
- Tezgâhlar veya diğer elektrikli araçlar, ana elektrik şebekesine bağlıdır. Bir arıza ya da olumsuzluk olursa makine hemen durdurulmalı ve öğretmene haber verilmelidir.

ç. Basınçlı Hava

- Zaman zaman parça temizlemek için kullanılan basınçlı hava kimsenin üzerine tutulmalıdır. Aksi halde bu davranış, ciddi yaralanmalara hatta ölüme bile sebep olabilir.
- Basınçlı hava kullanırken daima koruyucu gözlük takılmalıdır.
- Kompresörün üzerinde kayış ve kasnak koruyucusu bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir.

d. Kaldırma Araçları

- Bir kaldırma aracını kullanmadan önce izin alınmalıdır.
- Kaldırma araçları, üzerlerinde açık bir şekilde yazılı olan azami miktarlardaki bir yükü kaldırabilir. Taşınabilir yük sınırını kesinlikle aşılmamalıdır.
- Makine, zincir ve iplerin gözle görülen arızalarının olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- İşyerinde kaldırma araçlarını başkaları kullanıyorsa kaldırılan yüklerin altında yürünmemelidir.

e. Atölyenin, Düzen ve Temizliği

Çalışacağımız atölye ortamı tertipli, düzenli ve temiz olduğunda çalışma isteği artar; moral yükselir ve çalışan mutlu olur. Böyle tertipli, düzenli ve temiz bir ortamda çalışmak; tüm çalışanların moral gücünü yükselttir aynı zamanda iş verimini arttırır ve yaşanabilecek iş kazaları risklerini ortadan kaldırır veya en aza indirir.

İyi bir düzenleme yapabilmek için tüm takım, araç, gereç, makine veya tezgâhların atölye içerisinde mutlaka kendilerine ayrılmış bir yeri olmalıdır. Bunu sağladığımızda ihtiyacımız olan araç ve gereçleri alırken veya yerine koyarken meydana gelecek zaman israfını ve atölye içerisindeki karışıklığı önlemiş oluruz.

Yapılan iş bitirildikten sonra kullandığımız tüm takımlar toplanır ve güzelce temizlenir. Temizlenen el aletleri takım tezgâhındaki ya da takım dolabındaki yerlerine özenli bir şekilde yerleştirilir ve el aletlerinin sayımları yapılır. Çalışılan alanın ortam temizliği özellikle zemin

temizliği özenli bir şekilde yapılır. Bu davranışlar alışkanlık haline getirilmelidir.

- Düşmeye yol açabilecek cisimler ayak altından kaldırılmalıdır.
- Zeminde yakıt, yağ, kimyasal döküntüler olması halinde hemen temizlenmelidir.
- Makine, mengene ve raflardan dışarıya uzanan metal çubuk ve parçalara dikkat edilmelidir.
- Araç-gereç, takım vb. kullanıldıktan sonra yerlerine kaldırılmalı ve bu araç gereçlerin sayımı yapılmalıdır.
- İş bitiminde ortalık toparlanmalı ve güzelce temizlenmelidir.
- Depolardaki raflar gözlü olmalı, oradaki parçanın adı yazılarak üzerine etiketlenmelidir.
- Atölye ortamında kullanılmayan fazlalık raf, masa, vb. kaldırılmalıdır.
- Rafların altı temizlik için yerden yüksekte olmalıdır.
- Kablolar, kablo kanallarından ve uygun yükseklikten geçirilmelidir.
- Hava kanalları veya boruları, uygun yükseklikte monte edilmelidir.
- Her atölye dersi bitiminde yerler güzelce süpürülmelidir.

NASIL BULMAK İSTİYORSANIZ ÖYLE BIRAKINIZ.

1.1.4. Meslek Hastalığı

Meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir.

1.1.4.1. Hastalığa Neden Olan Etkenlerin Vücuda Giriş Yolları

- Akciğerler (solunum)
- Deri (emilim)
- Ağız (sindirim)

1.1.4.2. Meslek Hastalıklarının Sınıflandırılması

a. Kimyasal Kaynaklı Meslek Hastalıkları

- Ağır metaller
- Aromatik ve alifatik bileşikler
- Gazlar

b. Fiziksel Kaynaklı Meslek Hastalıkları

- Gürültü ve sarsıntı
- Tozlar
- Sıcak ve soğuk ortamda çalışma
- Düşük ve yüksek basınçta çalışma
- Radyasyon (iyonize olan ve olmayan)

c. Biyolojik Kaynaklı Meslek Hastalıkları

- Bakteriler
- Virusler

ç. Psiko-Sosyal Kaynaklı Meslek Hastalıkları

- Depresyon
- Manik depressif sendrom

1.1.4.3. Meslek Hastalıklarından Korunma Yolları

- Hijyen kurallarına uyulmalı, molalardan önce ve sonra mutlaka eller bol sabunlu su ile yıkanmalıdır.
- İş kıyafetleri ve harici kıyafetler için ayrı odalar ve ayrı elbise dolapları olmalıdır.
- Ortamın yeterli düzeyde havalandırılması devamlı sağlanmalıdır.
- İşin özelliğine göre sürekli eğitimler alınmalıdır.
- Gerekiyorsa maske, tıkaç, eldiven gibi kişisel koruyucular kullanılmalıdır.
- İstirahat vakti kesinlikle uygulanmalıdır.

1.2. YANGIN ÖNLEME TEDBİRLERİ

1.2.1. Tanımı

Katı, sıvı veya gaz halindeki yanıcı maddelerin kontrol dışı yanma olayına **yangın** denir. Yanıcı maddelerin cinsi yangının çeşidini belirler. Yanan maddenin katı, sıvı, gaz, patlayıcı, hızlı veya yavaş yanan vb. niteliklerde olması yangının çapını, tahribatını ve gücünü etkiler. Kolayca meydana gelebilen yangınlar, canlıların güvenliğini tehlikeye attığı ve mal kayıplarına sebep olduğu için oldukça tehlikeli ve tahrip edici olabilir.

1.2.2. Sebepleri

Yangına sebep olan durumlar incelendiğinde büyük çoğunluğunun hata, dikkatsizlik, kaza, ihmal gibi sebeplerden olduğu açıkça görülür.
Şimdi gelin hep birlikte atölyemizdeki yangına neden olabilecek etkenlere bakalım.

1.2.3. Atölyede Yangına Sebep Olabilecek Etkenler

- Benzin motorin gibi yanıcı veya patlayıcı maddelerin açık ta bulundurulması,
- Benzine, gaza veya yağa bulanmış bez ve üstüpülerin ortalıkta olması,
- Elektrik-oksijen kaynağı sırasında etrafa savrulan cürufların olması,
- Araç yakıt sistemindeki yakıt kaçaklarının olması,
- Araç ateşleme sisteminde kısa devre olması,
- Motor çalışır durumdayken depoya yakıt doldurulması,
- Akülerin (sökülüp takılması veya şarjı esnasında) patlaması,
- Kırık, arızalı prizler, kopuk kablolar, uygun olmayan elektrik tesisatı kullanımı,
- Doğalgaz ve kömürlü kazan dairelerine sigara veya yanan çakmakla girilmesidir.

1.2.4. Yangın Önleme

Atölyede çalışma esnasında yukarıda sayılan yangına neden olabilecek etkenleri ortadan kaldırmak, hatalı iş yapmamak, ihmalkâr tavır ve davranış göstermemek dikkatli ve tedbirli bir şekilde iş güvenliği kurallarına uygun çalışmak yangının önlenmesini sağlar.

1.2.4.1. Yangın Söndürme Tüpleri

- Kolayca ulaşılabilecek bir yerde bulundurulmalıdır.
- Yeri herkes tarafından görülmeli ve bilinmelidir.
- Duvara güzelce sabitlenmelidir.
- Tüplerin bakımı yetkili firma tarafından her yıl yapılmalıdır.
- Bir kez kullanıldıktan sonra mutlaka tekrar doldurulmalıdır.

1.2.4.2. Yangın Söndürme Tüplerinin Kullanımı

- Rüzgârı arkanıza alınız.
- Pimi çekiniz.
- Ateşin kaynağına yöneltiniz.
- Sıkınız.
- Süpürünüz.

1.2.4.3. Yangın Anında Yapılması Gerekenler

- Telaşa kapılmadan çevrede yangın ihbar butonu varsa ona basılmalıdır.
- 110 aranarak yangının adresi en kısa ve doğru şekilde mümkünse yangının cinsi ile birlikte (bina, benzin, araç vb.) bildirilmelidir.
- İtfaiye gelinceye kadar mümkünse yangını söndürmek için eldeki (yangın söndürme tüpü, su kum vb.) mevcut imkânlardan yararlanılmalıdır.
- Bunlar yapılırken ilk önce kişinin kendi güvenliği sonra başkalarının güvenliğini dikkate alınmalıdır.
- Yangın kapalı alandaysa yayılmasını önlemek için kapı ve pencereler kapatılmalıdır.
- Alevler çoğalmışsa ve binadan çıkış olanaksızsa pencereden dışarıdakilerle iletişim kurulmaya çalışılmalıdır.
- Dumandan boğulmamak için yardım gelene kadar eğilerek ve sürünerek hareket edilmeli, ağız ve burun ıslak bez ya da mendille kapatılarak nefes alınmalıdır.
- Duman ve yanık kokusu başka odadan geliyorsa kapılar açılmamalı, duman ya da koku gelen odanın kapısına dokunulmamalıdır.
- Kıyafetler alev almışsa koşulmamalı, durup yere yatarak yuvarlanılmalıdır. Battaniye türü örtüler alınarak alevler boğulmaya çalışılmalıdır.
- Vücutta yanık varsa yanık olan kısım hemen soğuk suya tutulmalıdır.

ÖĞRENME BİRİMİ	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. YANGIN ÖNLEME TEDBİRLERİNİ ALMA		

AMAÇ Yangın önleme tedbirlerinin alınmasını sağlamak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yangın yönergesi		1 adet
2- Yangın tüpleri		Yeteri kadar

2. İşlem Basamakları

1. Yangın yönergesini inceleyiniz.
2. Yönergeleri uygun yerlere okunacak şekilde asınız.
3. Atölyedeki tüm yangın tüplerinin kullanım sürelerini kontrol ediniz.
4. Kullanım süreleri dolmuş tüpleri doluma gönderilmek üzere ayırınız.
5. Eksik yangın tüplerini yerlerine bırakınız.
6. Acil durumlar için atölyeden kaçış planı hazırlayınız.
7. Kaçış kapılarının işlerliğini sağlayınız.
8. Kaçış işaretlerini kontrol ediniz.

Görsel 1.1: Yangın söndürme talimatı

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Yangın tüplerinin kontrol edilmesi	20	
3	Yangın tüplerinin uygun yüksekliğe asılması	20	
4	Yangın söndürme talimatının uygun yere asılması	20	
5	Atölye acil çıkış uyarı levhasının asılması	10	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

1.3. ACİL DURUMLAR

1.3.1. Tanımı

İş yerinde (atölyede) meydana gelebilecek yangın, patlama, tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklanan yayılım, doğal afet gibi acil müdahale, ilk yardım veya tahliye gerektiren olayları ifade eder.

Atölye ortamında karşılaşabileceğimiz acil durum halleri şunlardır:

- Boğulma
- Terör, sabotaj, kurşunlama, bıçaklama, kavga vb.
- Yüksekten düşme
- Ciddi iş kazaları, uzuv kopmaları, kırıklar, yaralanmalar, kanamalar
- Elektrik çarpması
- Ciddi yanıklar
- Zehirlenmeler
- Hastalığa bağlı krizler (Kalp krizi, bayılma, şuur bozukluğu, felç, solunum problemleri, yüksek ateş vb.)

1.3.2. Sebepleri

- İş kazaları
- Süre veya geçici hastalıklar
- Yangın
- Sabotaj
- Patlama
- Doğal afet (Deprem, sel, yıldırım düşmesi vb.)

1.3.3. Acil Durum Planı

İş yerlerinde (atölyelerde) meydana gelebilecek acil durumlarda yapılacak iş ve işlemler dahil bilgilerin ve uygulamaya yönelik eylemlerin yer aldığı plandır. Planın amacı; acil bir durumda meydana gelebilecek can, mal ve bilgi kayıplarını önlemektir.

1.3.4. Acil Durum Ekipleri

En az 10 bağımsız bölümü olan konutlar ile 50'den fazla kişinin bulunduğu her türlü yapı, bina, tesis ve işletmede aşağıdaki ekipler oluşturulur.

- Söndürme ekibi
- Kurtarma ekibi
- Koruma ekibi
- İlkyardım ekibi

Söndürme ve kurtarma ekipleri en az 3'er, koruma ve ilk yardım ekipleri ise en az 2'şer kişiden oluşur.

1.3.5. Tahliye Planları

İnsanların çabuk ve kolay bir şekilde tahliyesinin sağlanması amacıyla hangi noktalara doğru hareket edip hangi noktalardan çıkacaklarını belirten tahliye planları işletmenin tahliye planlarında gösterilir.

ÖĞRENME BİRİMİ	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. ACİL DURUM VE YANGIN TAHLİYE PLANI YAPMA		

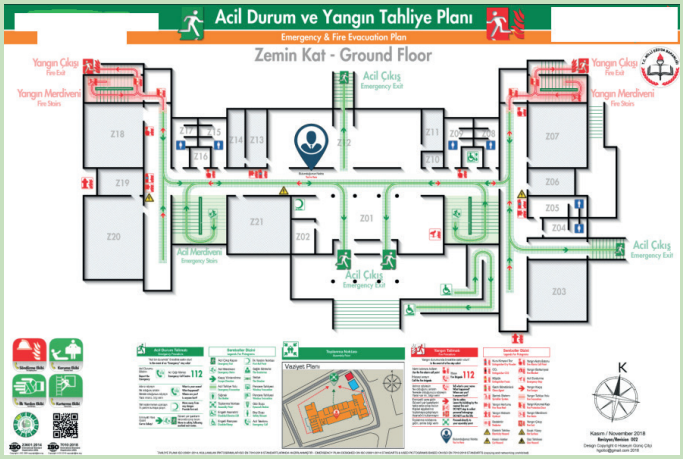
AMAÇ Acil durum ve yangın tahliye planı yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Örnek tahliye planı		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) Acil durum ekiplerini kurunuz.
2) Verilen örneğe uygun tahliye planını hazırlayınız.



Görsel 1.2: Acil durum ve yangın tahliye planı

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Acil durum ekiplerinin kurulması	30	
3	Atölye tahliye planının hazırlanması	30	
4	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

1.4. ÇEVRE KORUMA

Yaşadığımız yeryüzü her gün sanayi atıkları, kimyasal atıklar, ev atıkları gibi çöplerden ötürü kirlenmektedir. Canlıların yaşama alanları gün geçtikçe kirlilik yüzünden daralmaktadır. Bu yüzden dünyada verimli araziler yok olmakta, temiz su kaynakları kurumakta ya da kirlenmektedir.

Dünyanın önemli bir kısmı çölleşme ile karşı karşıya kalmakta ve susuzluk çekmektedir. İnsanoğlu olarak bize düşen yaşadığımız evimizi, çevremizi ülkemizi ve dünyamızı temiz tutmaktır. Bu toprakları atalarımız nasıl bize miras olarak bıraktıysa bizlerde çocuklarımıza torunlarımıza miras olarak bırakacağımızı unutulmamalıyız. Çevremizi her zaman temiz tutmalıyız.

1.4.1. Atık Maddelerin Depolanması

Atık yağlar, hurda malzemeler (eski akü, filtre elemanı, kırılan motor parçaları), gres yağı, yakıt, deterjan, yağlanmış bez veya üstüpüler çevre düşmanı oldukları için çevremizi kirletirler. Bu atıkların toprağa, suya, kanalizasyona karışmaması gerekir. Bu atıklar ayrı ayrı olmak üzere uygun varil, kap veya torba içerisinde tutulup atık yönergelerine uygun olarak atılmalıdır.

Görsel 1.3: Geri dönüşüm kutuları

1.5. ÇALIŞMA ALET VE DONANIMLARININ BAKIMLARI

Kullandığımız takım veya tezgâhların temiz, düzenli ve bakımlı olması; yapılan işlerin düzgün ve kaliteli olmasını sağlar ayrıca meydana gelebilecek iş kazalarının büyük bir kısmını da engeller.

Bizden sonra başkalarının da bu atölyedeki çalışma alet ve donanımları kullanacağı düşünülerek her kullanımdan sonra alet ve donanımlar temizlenerek yerine bırakılmalıdır.

Atölyede bulunan tezgâhların periyodik (günlük, haftalık, aylık, yıllık) bakımları bakım talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır. Bu şekilde yapılırsa bu alet ve tezgâhlar uzun yıllar kullanılabilir. Bu yüzden cihaz ve ekipmanların doğru olarak kullanımı ve bakımının nasıl yapılacağı öğrenilmelidir.

Çalışma alet ve donanımlarının bakım yapılmaması halinde;

- Periyodik zamanlarda bakımı yapılmayan tezgâhlar arızalanır ve tezgâhların ömrü kısa olur.
- Sürekli arıza yapan alet ve donanımlar iş verimini düşürür.
- Zamanında bakımı yapılmayan tezgâhların tamir masrafları çok yüksek çıkar, bu durum maliyetleri arttırır.
- İşlem sonucunda temizlenmeyen takımlar bir sonraki kullanımda çalışanın iş kazası geçirmesine neden olabilir.
- Kırık, kopuk, arızalı bırakılan takım ya da tezgâhlar bizden sonra kullanacak kişiye çeşitli sorunlar çıkarır.

1.5.1. Makine Bakım Kartları

Makine ve tezgâh bakım kartları, tezgâh ya da makinenin görünebilecek ve üzerinde değişiklik yapılabilecek kısmına yerleştirilir. Bu kartlarda; makine veya tezgâhın adı, imalat yılı, yağ bakım tarihi varsa yağ bakımının bitiş süresi, elektrikle çalışıyorsa çalışma gerilimi, akımı ve diğer özellikleri bulunur. Ayrıca değişimi yapılan parçalar ve değişim tarihleri karta işlenir.

1.6. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLARI

Çalışanı yürütülen işten kaynaklı sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan, bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç, gereç ve cihazları ifade eder.

1.6.1. Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanılma Amaçları

Kişisel koruyucu donanımlar; iş kazası ya da meslek hastalığının önlenmesi, çalışanların sağlık ve güvenlik risklerinden korunması, sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılır.

1.6.2. Kullanılan Bazı Kişisel Koruyucu Donanımları

- Baş koruyucuları (Baretler)
- Kulak koruyucuları (Kulak tıkaçları)
- Göz ve yüz koruyucuları (Gözlük, baretli siperler)
- Solunum sistemi koruyucu (Gaz, toz filtreli maskeler)
- El ve kol koruyucuları (Eldivenler)
- Ayak ve bacak koruyucuları (Parmak koruyuculu ayakkabılar)

ÖĞRENME BİRİMİ	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. ATÖLYE VE DONANIMLARININ TEMİZLİĞİNİ YAPMAK		

AMAÇ Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak atölye ve donanımlarının temizliğini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Temizlik fırçası		1 adet
2- Üstüpü		
3- Toz maskesi		1 adet
4- İş eldiveni		1 çift
5- İş ayakkabısı		1 çift
6- Baret		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2) Koruyucu donanımları giyiniz.
3) Fırça ve üstüpü kullanarak tezgâhların temizliğini yapınız.
4) Temizlik malzemeleri ve koruyucu donanım yerine kaldırınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Kişisel koruyucuların giyilmesi	30	
3	Atölye ve donanımların temizliğinin yapılması	30	
4	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

2. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL SERVİS EKİPMANLARI

1. Anahtar Çeşitleri
2. El Takımları
3. Motorlu Aracı Kaldırma, Sehpalama, Mortorlu Araçların Alet ve Donanımları
4. Ölçü ve Kontrol Aletleri ile Ölçme Kontrol

2.1. ANAHTAR ÇEŞİTLERİ

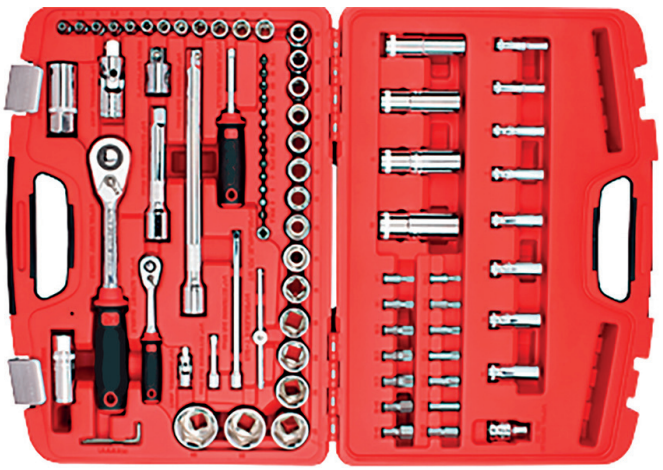
El ve Ölçü Aletlerin Kullanımındaki Temel Kurallar

- El aletleri ve ölçü aletlerinin doğru kullanım şekli iyi bilinmelidir.
- Çalışılan parçanın veya yerin özelliklerine göre uygun alet seçilmelidir.
- Her kullanımdan sonra el ve ölçme aletleri temizlenmeli, gerekirse yağlanmalı, düzenli ve korunaklı olarak pano veya takım dolaplarında saklanmalıdır.
- El ve ölçü aletlerinin bakımları periodik olarak yapılmalıdır.
- Kalibrasyon yapılması gereken aletlerin belli aralıklarla kalibrasyon kontrolleri yapılmalıdır.

2.1.1. Lokma Anahtarları Ve Lokma Takımları

Lokma anahtarı, farklı cıvata ve somun başları gibi sökülebilen bağlama elemanlarını sıkma, gevşetme ve sökme gibi işlevleri diğer anahtarlara göre güvenli ve çalışma kolaylığı sağlayan takımdır.

Krom-vanadyum çelikten imal edilmiştir. Krom kaplanarak polisajı yapılmıştır. ¼", ⅜", ½", 1", 1¼", 1½" ve 2"lik gibi çeşitleri vardır. Otomotiv sektöründe çoğunlukla 1"liğe kadar olanları kullanılmaktadır (" **işareti**, inç uzunluk ölçme birimidir. Lokmanın arkasındaki lokma adaptörünün takıldığı kısmın ölçüsüdür). Kullanım amacına göre etli ve yüksek torklara dayanımlı şekilde üretilenleri vardır. Ayrıca büyüklük olarak standart lokma ve derin lokma şeklinde çeşitlendirilirler.



Görsel 2.1: Lokma anahtar ve lokma takımı

Lokma anahtarının ağız yapılarına göre çeşitleri şunlardır:

2.1.1.1. Altı Köşe Lokma Anahtarlar

Cıvata ve somun başlarında temas yüzeyi geniş olduğundan sıyırma, kaydırma gibi olumsuz durumların en az olacağı takımdır.

2.1.1.2. On İki Köşe (Yıldız) Lokma Anahtarlar

Altı köşe lokma anahtarlara göre somun ve cıvata başlarını daha açılı tutma olanağı sağlar. On iki köşe cıvatalarda hem köşelerden hem yüzeylerden temas sağlar ve çok mükemmel bir kavrama sağlar.

2.1.1.3. Torx Uçlu Lokma Anahtarlar

Torx başlı cıvataları sökme ve sıkma da kullanılır. Cıvata başı ile kavraşma çok iyidir. Düz ve delikli torx şeklinde çeşitleri vardır.

2.1.1.4. Alyan (Allen) Uçlu Lokma Anahtarlar

Allen başlı cıvataları sökme ve sıkma da kullanılır. Bu lokma tipinde de cıvata başı ile kavraşma çok iyidir.

2.1.1.5. Tornavida Uçlu Lokma Anahtarlar

¼" lokma büyüklüğünde üretilir. Düz, yıldız, pozidriv ve wing uçlu vida başlarına göre çeşitleri vardır.

2.1.1.6. XZN Uçlu Lokma Anahtarlar

Yıldız lokmanın erkek tipidir. XZN başlı cıvataları sökme ve sıkma için kullanılır.

2.1.1.7. Dış Torx Lokma

Torx uçlu lokmanın dişi tipidir.

Görsel 2.2: Ağız yapısına ve boyuna göre lokma anahtarı çeşitleri

UYARI: Fazla yüksek tork, lokmaya ve küçük cıvatalara zarar verebilir.

Lokma Takımı ve İçindekiler

Çeşitli ağız yapılarında ve büyüklüklerinde lokma anahtarlar ile bu anahtarlar ile birlikte kullanılan kolların, adaptörlerin bulunduğu takım setidir. Lokma anahtarlar kol ve adaptör ile birlikte kullanılırlar. Genel olarak bir lokma takımını oluşturan parçaları aşağıdaki gibidir.

2.1.1.8. Lokma Adaptörü

Kullanım şekline göre iki çeşidi vardır. Biri farklı büyüklükte lokma anahtarlar ile kolların birlikte kullanılmasını sağlar. Diğeri aynı büyüklükte lokma anahtar ile kolların birlikte kullanılmasını sağlar.

Görsel 2.3: Lokma adaptörü

Görsel 2.4: Üniversal mafsal

2.1.1.9. Üniversal Mafsal

Kolların lokma anahtarlara açılı olarak bağlanmasını sağlar.

UYARI: Üniversal mafsal çok geniş açıyla yatırılmışken tork uygulamayınız. Üniversal mafsalı havalı aletlerle kullanmayınız.

2.1.1.10. Uzatma Kolu (Ara Kol)

Uzunluğuna göre birkaç faklı boyutta olanı vardır. Cıvata veya somunun en uygun mesafeden sökülmesini veya sıkılmasını sağlar.

Görsel 2.5: Uzatma kolu (Ara kol)

UYARI: Kullanmadan önce kolu yerine sabitlenene kadar kaydırınız. Yerine sabitlenmemişse kol kullanım sırasında içeri ya da dışarı kayabilir. Bu, teknisyenin çalışma konumunu değiştirebilir ve yaralanmasına sebep olabilir.

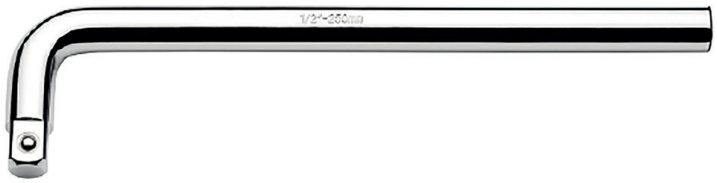
2.1.1.11. T Kol

Tork gerektiren yerlerde kullanılır.

Görsel 2.6: T kol

2.1.1.12. L Kol

Yüksek tork gerektiren yerlerde kullanılır.



Görsel 2.7: L kol

2.1.1.13. Cırcır Kol

Seri şekilde sökme ve sıkmada kullanılır. Yüksek tork gerektiren veya ilk gevşetme ve son sıkma işlemlerinde kullanılmamalıdır.

Görsel 2.8: Cırcır kol

2.1.1.14. Fırdöndü Kol

Seri şekilde sökme ve sıkmada kullanılır.

Görsel 2.9: Fırdöndü kol

2.1.1.15. Torkmetre (Tork Anahtarı)

Cıvata ve somunların tork değerlerinde sıkılmaları için kullanılır.
UYARI: Torkmetre gibi takımların ve ölçü aletlerinin doğru iş yapılabilmesi için belli aralıklarla kalibre edilmeleri gerekir.

Görsel 2.10: Torkmetre

2.1.2. Yıldız Ağızlı Anahtarlar

Yıldız anahtarın ağız kısımları on iki köşelidir. Cıvata ve somun başlarının çevresel tüm köşelerini kavradığından lokma anahtardan sonra ilk tercih edilmesi gereken anahtardır. On iki köşeli başlı cıvata ve somunları tam kavrar. Yıldız ağızlı anahtarların, yıldız iki ağız yıldız anahtar, düz yıldız anahtar ve yarım ay yıldız anahtar gibi çeşitleri bulunmaktadır.

Görsel 2.11: Yıldız iki ağız ve yarım ay yıldız anahtarlar

2.1.3. Açık Ağız Anahtarlar

Açık ağız anahtar lokma anahtar ve yıldız anahtarın kullanılamadığı durumlarda tercih edilmelidir. Cıvata başını ve somunu sadece iki yüzey ve köşeden kavrar. Bu sebeple kaydırma cıvata başını bozma ihtimali artar.

UYARI: Anahtar koluna boru takılmamalıdır. Bu, aşırı tork uygulanmasına neden olacak ve cıvataya ya da açık ağızlı anahtara zarar verecektir.

Görsel 2.12: İkili ve tekli açık ağızlı anahtar

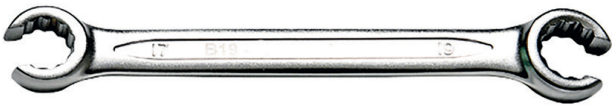
2.1.4. Kombine (Yarım) Anahtarlar

Açık ağızlı ve yıldız ağızlı anahtarı birlikte bulunduran anahtardır. Kombine anahtarların cırcırlı çeşitleri de vardır.

Görsel 2.13: Kombine anahtarlar

2.1.5. Rekor Anahtarları

Rekorlu birleştirme yapılan yerlerde bağlantıların sökülüp takılmasında kullanılır. Açık ağız anahtarlara göre daha kuvvetli kavrama sağlar.



Görsel 2.14: Rekor Anahtarı

2.1.6. Alyan (Allen) anahtarlar

Alyan başlı cıvata, somunları sökmek ve takmak için kullanılır.

Görsel 2.15: Alyan anahtarlar

2.1.7. Torx Anahtarlar

Görsel 2.16: Torx anahtarlar

2.1.8. Çakma Anahtarlar

Görsel 2.17: Düz ağızlı çakma

2.1.9. Kurbağacık (Ayarlı) Anahtar

Görsel 2.18: Ayarlı anahtar (Kurbağacık)

UYARI: Anahtarı, ayarlı çene dönme yönünde olacak şekilde döndürünüz. Anahtar bu şekilde döndürülmediğinde ayar vidası üzerinde baskı oluşabilir ve vida zarar görebilir.

2.1.10. Boru Anahtarı

Ağız açıklığı ayarlanabilen uzun kollu anahtardır.

Görsel 2.19: Boru anahtarı

2.1.11. Tornavidalar

Vidaların sökülmesi ve takılması için kullanılır. Uç şekillerine göre isimlendirilen tornavidaların çeşitleri şunlardır:

2.1.11.1. Düz Tornavida

Düz başlı vidaların sökülmesi ve takılması için kullanılır. Görsel 2.20'de düz tornavida ve düz tornavidanın uç şekli gösterilmiştir.

2.1.11.2. Yıldız Tornavida

Yıldız başlı vidaların sökülmesi ve takılması için kullanılır. Görsel 2.20'de yıldız başlı tornavida ve yıldız başlı tornavidanın uç şekli gösterilmiştir.

2.1.11.3. Lokma Uçlu Tornavida

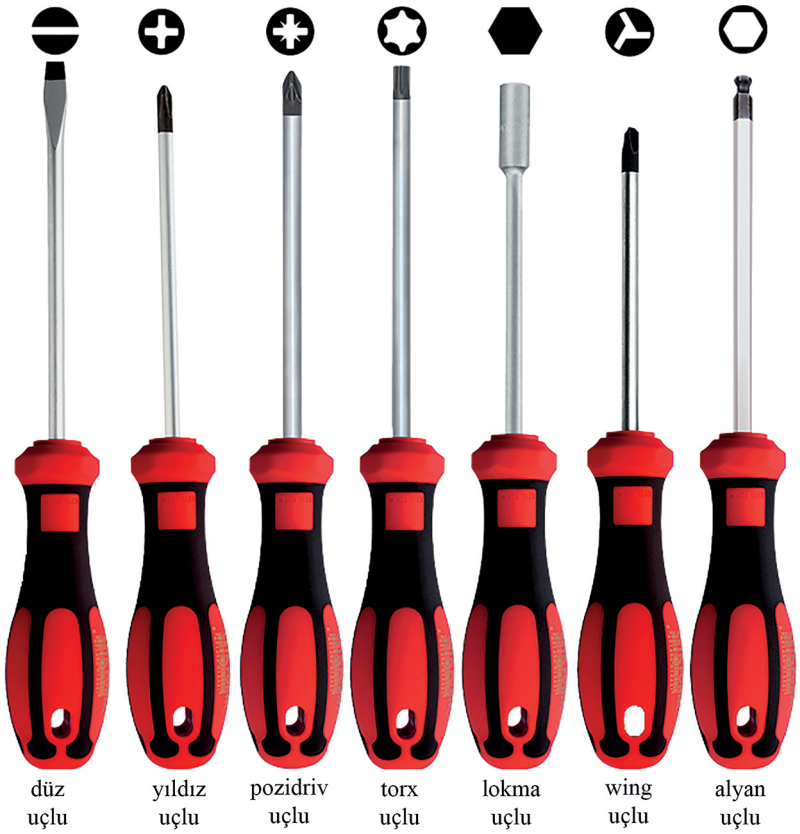
Genellikle ¼" boyutundadır. Lokma anahtar takımına göre daha pratik kullanım için geliştirilmiştir. Görsel 2.20'de lokma uçlu tornavida ve lokma uçlu tornavidanın uç şekli gösterilmiştir.

2.1.11.4. Pozidriv Uçlu Tornavida

Pozidriv başlı vidaların sökülmesi ve takılması için kullanılır (Görsel 2.20).

2.1.11.5. Torks Uçlu Tornavida

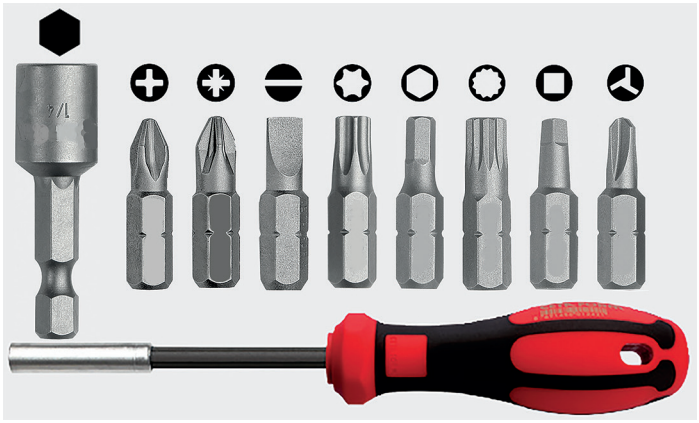
Torks başlı vidaların sökülmesi ve takılması için kullanılır. Torks uçlu tornavidanın düz ve delikli olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Tornavida çeşitleri

2.1.11.6. Bits Tutucu Uçlu Tornavida

Farklı tornavida uçlarının bulunduğu takımdır.



Görsel 2.21: Bits tutucu tornavida ve bits uçları

ÖĞRENME BİRİMİ	2. TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. CIVATA VE SOMUNLARI UYGUN ANAHTAR İLE SÖKME TAKMA		

AMAÇ Uygun anahtar seçerek cıvata ve somunları sökme ve sıkma işlemlerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Lokma takımı		
2- Yıldız anahtar takımı		
3- Açık ağız anahtar takımı		

2. İşlem Basamakları

1) Çalışma ortamının ve kişisel güvenlik tedbirlerini alınız.
2) Verilen sökme ve takma işlemlerine göre uygun anahtarları seçiniz.
3) Anahtarın özelliğine göre anahtarı doğru kullanınız.
4) Uygulamada dengesiz güç kullanmayınız.
5) Belirtilen sökme ve sıkma işlemlerini sırasıyla gerçekleştiriniz.

Görsel 2.22: Uygun anahtar kullanmak

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Uygun anahtarın seçilmesi ve anahtarın doğru kullanılması	25	
3	Sıkma işlemlerinde uygun torkun kullanılması	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Bilgi Yaprağı
KONU	EL TAKIMLARI	

2.2. EL TAKIMLARI

2.2.1. Penseler

Küçük parçaları tutmak, çekmek, sıkıştırmak, döndürme ya da kesme işlemlerinde kullanılan el aleti olup genelde sap kısımları izole edilmiştir.

2.2.1.1. Standart Pense

Küçük parçaları tutma, çekme, bükme ya da kesme işlemlerinde kullanılır.

Görsel 2.23: Pense çeşitleri

2.2.1.2. Kargaburun

Dar yerlerde çalışmak ya da küçük parçaları tutmak için kullanılır.
UYARI: Çenelere aşırı tork uygulamayınız. Bu, bükülmelerine ve hassas işlerde kullanılamayacak hale gelmelerine neden olur.

2.2.1.3. Yan Keski

İnce tel kesmek için kullanılır. Kesici ağız uçları yuvarlatılmış olduğundan ince tel ya da kablo demeti içerisinden sadece gerekli olan telin kesilmesi için kullanılır.

UYARI: Kalın kablo kesmek için kullanılmaz. Bu işlem kesici ağızlara zarar verebilir.

2.2.1.4. Ayarlı Pense

Nesnelerin tutulması veya sıkılması için kullanılır. Çene sıkma aralığı ayarlanır. Çeneler, kıstırmak ya da kavramak ve çekmek için kullanılabilir.

UYARI: Kolay hasar görebilecek parçalar, pense ile kavranmadan önce kumaş ya da benzeri bir örtü ile örtülmelidir.

2.2.1.5. Fort (Papağan) Pense

Baş kısmı eğik olan fort pense, cıvata sıkma ya da sökme gibi amaçlar için kullanılır.

2.2.1.6. Segman Pensesi

Mil üzerinde veya iç çap içerisinde bulunan segmanları sökmeye ve takmaya yarayan takımlardır. Bu işlevleri yerine getirmek için dış segman pense ve iç segman pense kullanılır. Görsel 2.24'te segman pensesi çeşitleri verilmiştir.

Görsel 2.24: Segman penseleri

2.2.2. Çekiçler

Zımbaya, murca, keskiye vurmak; yataklara burç çakmak, millere vurarak küçük darbeler yapmak için kullanılır. Çekiçlerin kullanım amaçlarına göre çelik, plastik ve lastik gibi çeşitleri vardır.

Görsel 2.25: Çekiç çeşitleri

2.2.3. Conta Kazıyıcısı (Iskarpela)

Silindir kapağı contalarını, sıvı contaları, yapışkanları ve diğer malzemeleri düz yüzeylerden sökmek için kullanılır.

Görsel 2.26: Conta kazıyıcısı

UYARI: Elinizi bıçağın önüne koymayınız. Bıçak ile kendinizi yaralayabilirsiniz. Bıçağı taşlama aleti ile bileylemeyiniz. Bıçağı her zaman yağ taşı ile bileyleyiniz.

2.2.4. Zımba

Parçaların işaretlenmesi, sökülmesi, takılması veya ayarlanmasında kullanılır. Uçları ısıyla sertleştirilmiştir. Zımbanın pirinç zımba, nokta zımba ve pim zımbası gibi çeşitleri vardır.

Görsel 2.27: Zımba

2.2.5. Motor Kompresyon Saati

Silindirin kompresyon basıncını ölçmede kullanılır.

Görsel 2.28: Motor kompresyon saati

Görsel 2.30: Motor dinleme steteskopu

2.2.6. Akü Hidrometresi

Akü içerisindeki elektrolit yoğunluğunu ölçmek için kullanılır.

Görsel 2.29: Akü hidrometresi

2.2.7. Mekanik Steteskop

Motor, yatak ve diğer hareketli parçalardaki hataları tespit etmek için kullanılır.

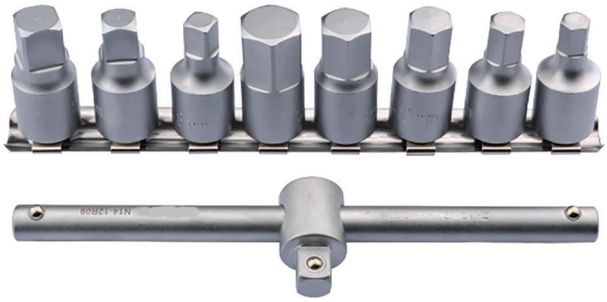
2.2.8. Filtre Sökme Anahtarı

Araç yağ filtresinin sökülmesinde veya sıkılmasında kullanılır.

2.2.9. Tapa Anahtarı

Yağ karteri altındaki yağ boşaltma tapasının sökülüp takılmasında kullanılır.

Görsel 2.31: Filtre sökme aparatı



Görsel 2.32: Tapa anahtarı takımı

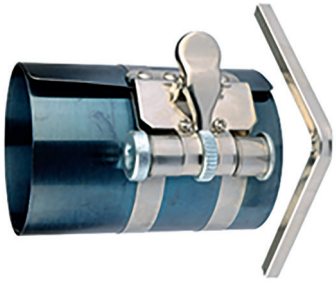
2.2.10. Madeni Yağlık

Parçaların yağlanmasında kullanılır.

Görsel 2.33: Madeni yağlık

2.2.11. Segman Çemberi

Pistonları silindir içerisine takarken veya silindir içinden çıkarırken segmanları piston yuvalarında tutmak için kullanılır.



Görsel 2.34: Segman çemberi

2.2.12. Bijon Anahtarları

Tekerlek bijon somununun ve cıvatalarının sökülmesinde veya takılmasında kullanılır. Krom-vanadyum çeliğinden imal edilmiştir. Bijon anahtarlarının pipo, T kollu, istavroz tipi ve ağır hizmet tipi gibi çeşitleri bulunmaktadır.

2.2.13. Perçin Tabancası

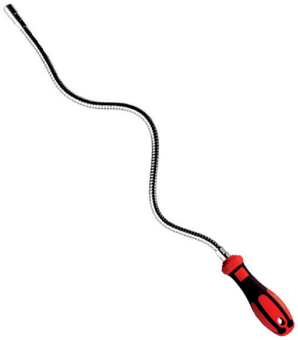
İki ya da daha çok malzemeyi birleştirmek için kullanılan bir alettir.

2.2.14. Spiralli Mıknatıs

Araç üzerinde cıvata somun gibi küçük parçaları söküp takarken ulaşılması zor olan bir yere düştüğünde kullanılır. Ucundaki mıknatıs sayesinde parça düştüğü yerden çıkartılır. Mıknatısın kaldırabileceği ağırlığa göre sınıflandırılır.

Görsel 2.35: Bijon anahtarları

Görsel 2.36: Perçin tabancası



Görsel 2.37: Spiralli mıknatıs

2.2.15. Supap Çektirmesi

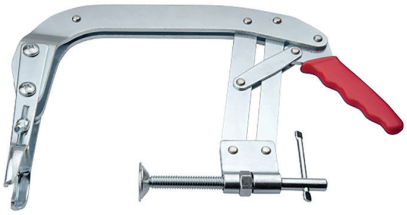
Motor silindir kapağı üzerinde bulunan supap yaylarının kapağa zarar vermeden sökülüp takılmasında kullanılır.

2.2.16. Levye

Lastik sökme takma amacı ile kullanılması yanında kuvvet uygulama gereken yerlerde manivela kolu olarak da kullanılır.

2.2.17. Gres Pompası

Araç üzerinde bulunan gresörlüklere gres yağı doldurmak ve basmak için kullanılır.



Görsel 2.38: Supap çektirmesi (Supap yay pensi)

Görsel 2.39: Tel fırça ve levye

Görsel 2.40: Gres pompası

2.2.18. Çektirme

Rulman gibi sıkı geçme ile bağlanan makine elemanlarını sökmek için kullanılır. Çektirme aparatları iki veya üç kollu olur.

UYARI: Çektirme kullanırken çektirme kollarının, parçayı kasıntı meydana getirmeden tutmasına ve çok iyi kavramasına dikkat edilir. Ayrıca çektirme mili yıldız veya lokma anahtar ile sıkılmalıdır.

Görsel 2.41: Çektirme

2.2.19. Tel Fırça

Bu fırçalar; yüzey temizleme, yüzeydeki pası giderme, boyayı çıkarma ve yüzeyi parlatma işlemlerinde kullanılır.

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. UYGUN EL TAKIMLARI KULLANARAK VERİLEN SÖKME VE TAKMA İŞLEMLERİNİ YAPMA		

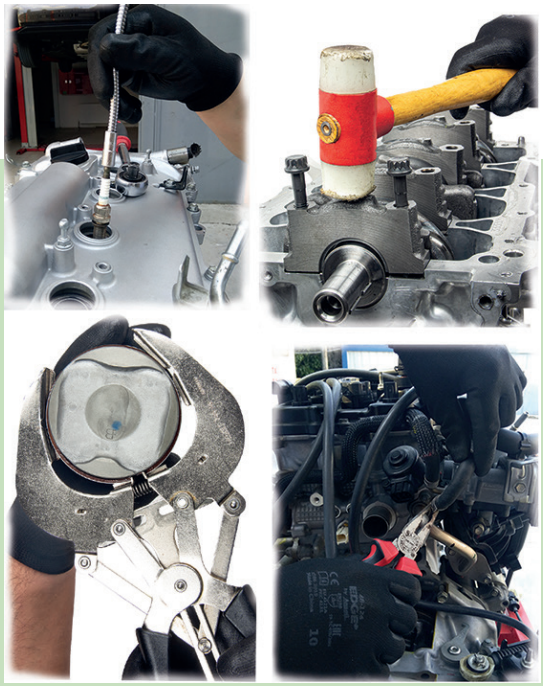
AMAÇ Verilen işe uygun el takımını seçerek sökme ve takma işlemlerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Segman pensesi		
2- Spiral mıknatıs		
3- Plastik çekiç		
4- Pense		

2. İşlem Basamakları

1) Çalışma ortamının ve kişisel güvenlik tedbirlerini alınız.
2) Görsel 2.42'deki gibi uygulamanın işlevine uygun el aletini seçiniz.
3) El aletinin özelliğine göre doğru kullanınız.
4) Uygulamada dengesiz güç kullanmayınız.
5) Belirtilen sökme ve sıkma işlemlerini sırasıyla gerçekleştiriniz.



Görsel 2.42: Verilen işlere uygun el aletini kullanma

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Uygulamaya uygun el aletinin seçilmesi	25	
3	Uygulamada el aletinin işlevine uygun kullanılması	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Bilgi Yaprağı
KONU	MOTORLU ARACI KALDIRMA, SEHPALAMA, MORTORLU ARAÇLARIN ALET VE DONANIMLARI	

2.3. MOTORLU ARACI KALDIRMA, SEHPALAMA, MORTORLU ARAÇLARIN ALET VE DONANIMLARI

Araçların veya ağır parçaların kaldırılması, kaldırıldığı yükseklikte sabit olarak durması için kullanılan kaldırma ve sehpalama aletleri; motor atölyelerinin olmazsa olmazlarındandır.

2.3.1. Krikolar

Elle kaldırması zor olan ağır yüklerin istenilen yüksekliğe kaldırılması ve kaldırılan yerde tutulması için kullanılır. Otomobillerin kaldırılmasında küçük kapasiteli krikolar yeterli iken iş makineleri gibi ağır makinelerin kaldırılmasında büyük kapasiteli krikolar tercih edilmelidir. Bir ton ile yirmi beş ton ağırlığı kaldırma özelliğine sahip krikolar bulunmaktadır. Krikoların mekanik ve hidrolik olanları bulunmaktadır.

Görsel 2.43: Mekanik kriko

Görsel 2.44: Hidrolik kriko

Görsel 2.45: Araç sehpaları

UYARILAR

1. Araç kriko ile kaldırılmadan önce zeminin sağlam ve düzgün olduğundan emin olunmalıdır.
2. Kriko üretici firmanın belirttiği yerlere araca dik bir şekilde konumlandırılmaldır.
3. El freninin tuttuğundan emin oluncaya kadar kriko ile kaldırılmalıdır.
4. Aracın hareket etmesini önlemek için ön taraf kaldırılırken arka tekerleklere, arka taraf kaldırılırken ön tekerleklere takoz konulmalıdır.
5. Araç kriko ile kaldırılır iken aracın altına kesinlikle girilmemelidir.
6. Kriko üzerinde yazılı olan kapasite aşılmamalıdır.
7. Krikonun tahrik kolu, kaldırma işleminden sonra ya yerinden çıkarılmalı ya da en alt konumda olmalıdır ve çok iyi kavramasına dikkat edilmelidir. Ayrıca çektirme mili yıldız veya lokma anahtar ile sıkılmalıdır.
8. Krikonun tahrik kolu, kaldırma işleminden sonra ya yerinden çıkarılmalı ya da en alt konumda olmalıdır.

2.3.2. Araç Sehpaları

Araç kriko ile kaldırıldıktan sonra emniyetli bir şekilde kaldırılmış halde kalması için kullanılır.

UYARI: Daima kaldırılan aracın ağırlığına uygun sehpalar seçilmeli ve uygun yerlerine konulmalıdır.

2.3.3. Seyyar Vinç

Motor ve vites kutusu gibi ağır parçaların araç üzerinden alınması, taşınması veya montajı sırasında kullanılır. Zincirin ucunda bulunan kancaya araç üzerindeki ağır parçalar takılır ya da asılır. Seyyar elektrikli veya mekanik vinç çeşitleri bulunmaktadır.

UYARI: Zincir baklaları birbirine tam olarak oturduktan sonra parçalar yerinden alınmalı, kaldırılmalı, taşınmalı veya montajı yapılmalıdır.

2.3.4. Caraskal (Üç Ayaklı Vinç)

Motor ve vites kutusu gibi ağır parçaların araç üzerinden alınması, taşınması veya montajı sırasında kullanılır. Hidrolik kriko kolu ile yük, istenilen yüksekliğe çıkarılır.

UYARI: Caraskal (Üç ayaklı vinç) hareket ettirilirken dikkat edilmeli sert ve hızlı hareketlerden kaçınılmalıdır.

Görsel 2.46: Seyyar (Elektrik ve mekanik) vinçler

Görsel 2.47: Caraskal (Üç ayaklı vinç)

2.3.5. Araç Kaldırma Lifti

Aracın istenilen yüksekliğe kaldırılması ve kaldırıldığı yükseklikte emniyetli bir şekilde kalması için kullanılır.

UYARI: Araç lift ile kaldırılırken, lift ayakları eşit yükseklikte olacak şekilde araca uygun olarak ayarlanmalı, lift ayakları aracın uygun kaldırma yerlerine yerleştirilmeli ve dengede ise araç kaldırılmalıdır. Araç Lifte kaldırılırken veya Liftten indirilirken altında kimse bulunmamalıdır.

Görsel 2.48: Araç kaldırma lifti

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. ARACI LİFTE ALIP KALDIRMA		

AMAÇ Aracı güvenli bir şekilde lifte alıp kaldırmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Araç kaldırma lifti		
2- Eğitim aracı		

2. İşlem Basamakları

1) Liftin sütunları arasına alınan aracın liftin ayaklarına göre konumlandırınız.
2) Aracın kaymaması için arka tekerleğinin önüne takoz koyunuz.
3) Liftin dört ayağını aracın altında uygun yerlere konumlandırınız.
4) Lifti bir miktar kaldırınız ve ayakları kontrol ediniz.
5) Araç üzerinde gerekli çalışmayı yapmak için lifti uygun yüksekliğe kaldırınız.

Görsel 2.49: Aracı lifte alma

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Aracın liftin ayaklarına göre konumlandırılması	20	
3	Liftin ayaklarının aracın altında uygun yerlere yerleştirilmesi ve aracın kaldırılması	40	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	10	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

2.4. ÖLÇÜ VE KONTROL ALETLERİ İLE ÖLÇME KONTROL

2.4.1. Uzunluk Ölçü Sistemleri

2.4.1.1. Metrik Ölçü Sistemi

Uzunluk ölçme birimi **metre**dir. Metrenin üst katları dakametre (dam), hektometre (hm) ve kilometre (km)'dir. Ast katları desimetre (dm), santimetre (cm) ve **milimetre** (mm)'dir. Otomotiv ve makine sektöründe milimetre kullanılır. 1 mm= 0,001 m'dir. Uzunluk ölçü birimleri ast katlarına çevrilirken her kademe için 10 ile çarpılır (Örnek: 15 cm= 150 mm'dir). Üst katlarına çevrilirken ise her kademe için 10 ile bölünür (Örnek: 15 mm= 0,15 dm'ye eşit olur.)

2.4.1.2. Parmak Ölçü Sistemi (İnch, whitworth)

Metrik sistem dışında yaygın olan bir başka ölçü sistemidir. **İnç ölçü sistemini** otomotiv sektöründe İngiltere, Amerika ve Kanada gibi birkaç ülke kullanır. Havacılık sektöründe inç ölçü sistemi kullanılır.

İnç ölçü sisteminde uzunluk ölçü birimi **inç**'tir (**"** simgesi ile gösterilir). 1" = 25,4 dir.

UYARILAR

1. Ölçülecek parça ve ölçme aleti temiz olmalıdır.
2. Uygun ölçme aleti seçilmelidir.
3. Ölçme aleti kalibre edilmiş olmalıdır.
4. Ölçme aletinin arızalı olmadığı kontrol edilmelidir.
5. Ölçme aleti ölçülecek olan parçaya doğru konumda olmalıdır.
6. Uygun kademede kullanılmalıdır.
7. Ölçüm değerini okurken gösterge göz hizasında iken okuma yapılmalıdır.

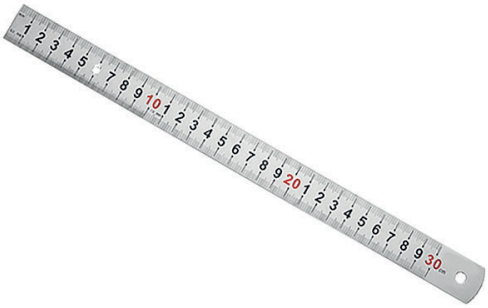
Motorculuk alanında en çok kullanılan ölçü aletleri şunlardır:

2.4.2. Çelik Cetveller

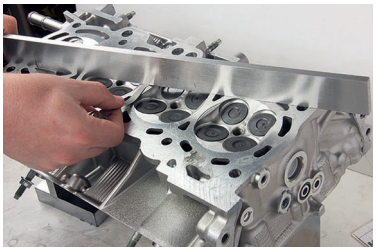
Düz bir şerit üzerine rakamların yerleştirilmesiyle oluşturulmuş, çabuk ve kolay ölçme yapmak için kullanılır. Darbeli çalışan yerlerde kullanıldığından genelde yay çeliği gibi sert ve esnek malzemeden 15 cm ile 100 cm arasında imal edilmişlerdir.

Çelik cetvellerin metrik ve inç olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır. Metrik çelik cetvelde mm'ler kısa çizgi, cm'ler ise uzun çizgi ile belirtilmiştir. İnç çelik cetvelde 1 ve diğer ana inç çizgileri en yüksek, inçlerin yarısını gösteren çizgiler daha kısa, inç' in 1/16'sı gösteren çizgileri ise en kısadır.

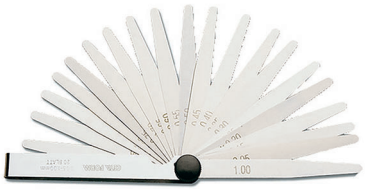
UYARI: Çelik cetveller tornavida yerine kullanılmamalıdır; çekiç, nokta, çizecek veya eğe gibi araçlarla zedelenmemelidir.



Görsel 2.50: Metrik çelik cetvel



Görsel 2.51: Mastar



Görsel 2.52: Sentil

2.4.3. Mastar

Büyük yüzeylerin üzerine konularak sentil yardımıyla yüzeylerin çarpılma ve eğiklik miktarlarını ölçmek için kullanılır (Görsel 2.51).

2.4.4. Sentil

İki parça arasındaki boşluk ya da aşıntı miktarını ölçmek için kullanır. Farklı kalınlardaki yapraklardan oluşur. Yapraklar üzerindeki sayılar, sentilin kalınlığını belirtmektedir. 0.05 mm'den 1 mm'ye kadar çok hassas ölçüm yapabilen sentil, ince, esnek, çelikten yapılmış olup, inç ve metrik olmak üzere iki çeşidi mevcuttur.
Motorculuk alanında;

- Buji tırnak aralığının ölçülmesi ve ayarlanması için kullanılır.
- Piston segmanı ağız aralığı veya segman yan boşluğu gibi kısımların ölçülmesi için kullanılır.
- Supap boşluk ayarında; sentil yaprakları en inceden başlayarak teker teker boşluğa sokulur, en son "tatlı-sıkı" giren yapraktaki ölçü bize aralık kalınlığını verir.
- Piston segmanı ağız aralığı veya segman yan boşluğu gibi kısımların ölçülmesi için kullanılır.

2.4.5. Kumpas

Üzerinde hassas bölüntüler bulunan kumpas ile iç çap, dış çap, derinlik, uzunluk ve yükseklik gibi değerlerin "mm" ve "inç" cinsinden ölçümleri yapılır.
Kumpaslar, paslanmaz çelikten yapılırlar. Piyasada, ölçüyü dijital ve saatli olarak otamatik gösteren kumpaslar mevcuttur.
Kumpas çeşitleri şunlardır:

2.4.5.1. Ölçü Sistemlerine Göre

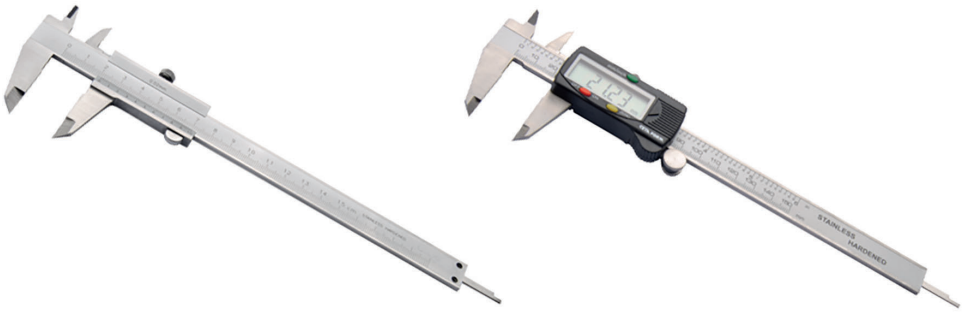
Metrik kumpaslar: 1/10, 1/20, 1/50 mm hassasiyetli kumpaslar.
İnç(") kumpaslar: 1/32", 1/64", 1/128", 0.001" hassasiyetli kumpaslar.

2.4.5.2. Kullanım Alanlarına Göre

- Sürgülü,
- İç ve dış çap,
- Vida,
- Derinlik,
- Modül,
- Saatli,
- Dönebilen çeneli,
- Dijital,
- Markalama,
- Kalınlık kumpası,
- Özel kumpaslar olmak üzere çeşitlendirilebilir.

2.4.5.3. Kumpasların Kısımları

- Sabit ve hareketli (iç çap) çeneler (Horoz): İç alanlardaki genişlikleri, delik ve kanalları ölçmek için kullanılır.
- Sabit ve hareketli (dış çap) çeneler: Parçanın dış ebatlarını ölçmek için kullanılır.
- Sabitleme mandalı: Kumpasın hareketli çenesini sabitler.
- Metrik verniyer: “mm” olarak ondalık değerlerin okunmasını sağlar. “mm” cinsinde daha hassas ölçünün alındığı yerdir.
- Metrik cetvel: Kumpasın “mm” cinsinden değerinin bulunduğu kısımdır.
- Derinlik ölçme çubuğu (Kılıç): Delik derinliğini ve yüksekliğini, parçanın yükseklik değerlerini ölçer.
- İnç ölçüm cetveli: Kumpasın “inç” cinsinden değerleri okunması için kullanılan kısmıdır.
- İnç verniyer: Parçanın “inç” cinsinden ondalık değerinin okunmasını sağlar. “İnç” cinsinden daha hassas ölçüm yapılan kısımdır.



Görsel 2.53: Kumpas

2.4.5.4. Kumpas İle Ölçüm Yapmadan Önce Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Çeneleri tamamen kapatınız ve kaliperlerin arasından ışık geçebilecek kadar boşluk olduğundan emin olunuz.
- Ölçüm yaparken parçanın çenelerin arasına doğru şekilde oturmasını sağlamak için kaliperi hafifçe hareket ettiriniz.
- Parça çenelerin arasına doğru şekilde yerleştikten sonra hareketli skalanın sabitleme vidası ile sabitlenmesi ölçümün okunmasını kolaylaştırır.
- Çeneleri tamamen kapatınız ve kaliperlerin arasından ışık geçebilecek kadar boşluk olduğundan emin olunuz.
- Ölçüm yaparken parçanın çenelerin arasına doğru şekilde oturmasını sağlamak için kaliperi hafifçe hareket ettiriniz.
- Parça çenelerin arasına doğru şekilde yerleştikten sonra hareketli skalanın sabitleme vidası ile sabitlenmesi ölçümün okunmasını kolaylaştırır.

2.4.5.5. Kumpasla Ölçme

1/10 mm hassasiyetli kumpas

Sabit cetvel üzerindeki 9 mm'lik uzunluk, verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüş ise bu kumpas 1/10'luktur. Tam sayı değeri dışında 0,1-0,2-0,3-0,4-0,5-0,6-0,7-0,8-0,9 mm gibi ölçüm değerleri okunabilir.

1/20 mm hassasiyetli kumpas

Sabit cetvel üzerindeki 19 mm'lik uzunluk, verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüş ise bu kumpas 1/20'liktir. Tam sayı değeri dışında 0,05-0,1-0,15-0,4-0,45 mm gibi ölçüm değerleri okunabilir.

1/50 mm hassasiyetli kumpas

Sabit cetvel üzerindeki 49 mm'lik uzunluk, verniyer üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüş ise bu kumpas 1/50 liktir. Tam sayı değeri dışında 0,02-0,04-0,1-0,16-0,42-0,46 mm gibi ölçüm değerleri okunabilir.

2.4.6. Mikrometre

Bir parçanın dış çapını/kalınlığını ölçen vidalı ölçü aletidir. Metrik mikrometreler ile 0,01 ve 0,001 mm, inç mikrometreler ile "0,001'' ve "0,0001'' hassasiyetinde ölçme yapılır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan mikrometreler 0–25 mm, 25–50 mm, 50–75 mm,75–100 mm, 100-125mm, 125-150mm aralıklı olanlarıdır.

Görsel 2.54: Mikrometre

2.4.6.1. Mikrometrenin Önemli Kısımları

Sabit ağız, hareketli ağız, kilitleme mandalı, duy, tambur ve cırcır stoperdir.

2.4.7. Komparatör

Her türlü silindir ve yatakların iç çap ölçülerini almak için kullanılır. Alınan ölçülerin birbiri ile karşılaştırılması açısından önemli bir ölçü aletidir. Bir gövde ve bu gövdeye bağlı bir komparatör saatinden oluşur.

Görsel 2.55: Komparatör

Komparatör ile;

a. Dış çap kontrolü,
b. İç çap kontrolü,
c. Yükseklik kontrolü,
d. Derinlik kontrolü,
e. Salgı kontrolü,
f. Karşılıklı konum kontrolü,
g. Yüzeye diklik kontrolü,
h. Doğrusal hareketin kontrolü,
i. Aynı anda çoklu boyut kontrolü,
j. Üretim kontrolü yapılır.

Komparatör ile ölçme yaparken

Ölçü saatinin bir kadranı ve kadranın merkezinde dönen bir ölçme ibresi bulunur. Kadran çevresi 100 eşit parçaya bölünmüştür. Ölçme ibresi bir tam devir yaptığında komparatör ucu 1 mm aşağı veya yukarı hareket eder ve bu hareket tur sayacında da görülür. İbrenin sağa dönmesi ile uç yukarı çıkar, sola dönmesi ile uç aşağı iner. Böylece ölçme ve kontrol işleme yapılır.

2.4.8. Teleskobik Geyç

Silindirik iç deliklerin ölçme ve kontrol işlerinde kullanılır. Motorculuk alanında ise silindirlerin aşıntı ölçümlerinde faydalanılır. Sonraki öğrenme birimlerinde geyç ile yağ boşluklarının nasıl ölçüldüğünü etraflıca öğreneceksiniz.

Görsel 2.56: Teleskobik geyç

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. KUMPAS İLE ÖLÇME		

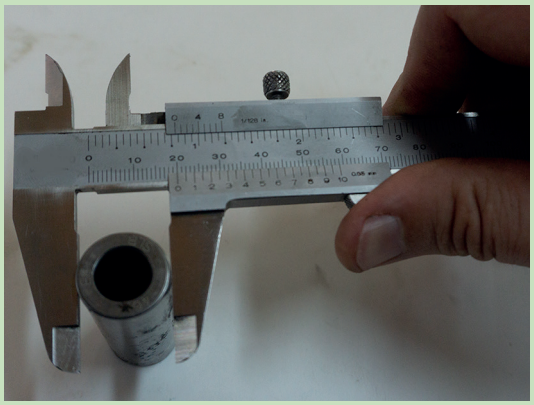
AMAÇ Kumpas ile iç çap, dış çap, derinlik ve et kalınlığı gibi uzunlukları ölçme hakkında gerekli bilgi ve beceriyi kazanmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kumpas	1/10 metrik	1 adet
2- Kumpas	1/20 metrik	1 adet
3- Kumpas	1/30 metrik	1 adet
4- Muhtelif iş parçaları		

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) 1/10 kumpas ile bir silindirik parçayı kumpas ölçme çeneleri arasına alınız.
4) Verniyerin sıfır noktasının solunda bulunan cetvel üzerindeki rakamı okuyunuz.
5) Verniyerin cetvel ile aynı hizaya geldiği (çakıştığı) noktayı okuyunuz.
6) Ölçülen değerleri toplayıp kayıt altına alınız.
7) Bu ölçmeleri 1/20 ve 1/50 kumpaslarla çeşitli iş parçalarının delik iç çaplarını, malzeme kalınlığını ölçecek şekilde en az 10 ölçme yapacak şekilde tekrarlayınız.



Görsel 2.57: Kumpas ile ölçü alma

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenlik tedbirlerinin alınması	5	
2	Gerekli araç, gereç ve donanımların hazırlanması	10	
3	1/10'luk kumpasla ölçme yapılması	20	
4	1/20'lik kumpasla ölçme yapılması	20	
5	1/50'lik kumpasla ölçme yapılması	20	
6	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. MİKROMETRE VE KOMPARATÖR İLE İÇ ÇAP ÖLÇME		

AMAÇ Mikrometre ve komparatör ile iç çap ölçümü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Mikrometre		1 adet
2- Komparatör		1 adet
3- Kumpas		1 adet
4- Muhtelif İş Parçaları		

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) Komparatör ayağına, silindir iç çap ölçüsüne uygun uç takınız ve komparatörü birinci silindirin yatay ekseni "A" noktasında Görsel 2.58'deki gibi sıfırlayınız ("A" noktasının Görsel 2.59'da belirtilmiştir).
4) Komparatörün sıfırlanma pozisyonunu mikrometre ile ölçünüz (Görsel 2.58).

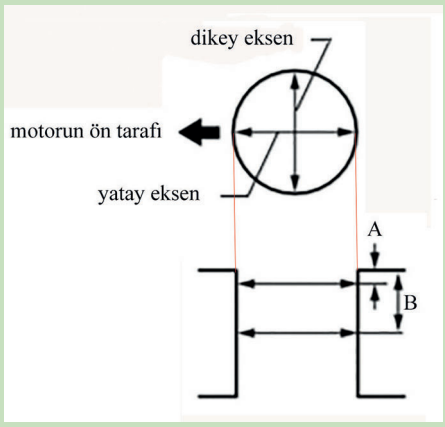
Not: Burada ölçülen değer: 78,56 mm

5) Diğer silindirlerde de ölçümler yapınız.

Görsel 2.58: Mikrometre ve komparatör ile ölçme

6) Aldığınız ölçüleri tabloya not ediniz.

Not: A noktası üstten 10mm, B noktası üstten 50mm mesafededir.



Görsel 2.59: Ölçü alma yerleri

		1. silindir	2. silindir	3. silindir	4. silindir
Yatay eksen	A				
	B				
Dikey eksen	A'				

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Ölçülecek iç çapa göre komparatörün ayarlanması	20	
3	İç çapın içine uygun yerlere komparatörü yerleştirme ve sıfırlama işlemi	20	
4	Komparatörün sıfırlanma pozisyonunun mikrometre ile ölçülmesi	20	
5	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL SERVİS EKİPMANLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. PLASTİK GEYÇ İLE YAĞ BOŞLUĞUNU ÖLÇME		

AMAÇ Kumpas ile parçaları ölçmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Motor	Dağıtılmış	1 adet
2- Geyç		1 adet
3- Torkmetre ve lokma takımı		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Yağ boşluğu ölçümü yapılacak krank mili kol muylusu ve biyel yatağını temizleyiniz.
3) Muyluların üzerine yatak genişliğinde plastik geyç koyunuz.
4) Biyel kepini işareti motor ön tarafını gösterecek şekilde yerine takınız ve uygun tork değerlerinde sıkınız.
5) Biyel kepi cıvatalarını sökünüz ve biyel kepini çıkarınız.
6) Biyel muylusu üzerinde ezilmiş plastik geycin izini Görsel 2.60'ta gösterildiği gibi ölçme şeridi ile ölçünüz.
7) Ölçülen değerleri kayıt altına alınız.

Görsel 2.60: Plastik geyç ile yağ boşluğunu ölçme

3.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Plastik geycin muylu yatak arasına yerleştirilmesi	25	
3	Ezilen plastik geycin kalınlığının ölçülmesi	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	Toplam	100	

3. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL MEKANİK İŞLEMLER

1. Kesme
2. Gönyeleme
3. Markalama
4. Taşlama
5. Bileme
6. Delik Delme
7. Kılavuz ile Diş Açma
8. Pafta ile Diş Açma
9. Perçinleme
10. Civata Sökme ve Takma

3.1. KESME

3.1.1. Tanımı

Kesme; metallerin, istenen ölçülerdeki iş parçasına dönüştürülmesi İşlemidir. Metaller genel olarak talaş kaldırılarak, talaş kaldırmadan veya ergiterek kesilir. Talaşlı kesme işlemlerinde testereler, talaşsız kesme işlemlerinde keski ya da makaslar; ergiterek kesme işleminde ise kaynak makineleri kullanılır.

Kesme İşleminde Kullanılan Aletler

- Testere
- Keski
- El makasları
- Kol makasları
- Mengene

3.1.1.1. Testere

Metal parçaları kesmek için kullanılır. Kesme işlemini gerçekleştiren testere lamasının kesici dişleri, kesme yönüne (ileriye) bakacak şekilde testere kolundaki yerlerine gergin hâlde takılmalıdır.

Görsel 3.1: El testeresi

El testeresinin boru keskisi, şerit testere makinesi ve tepsi testere makinesi gibi çeşitleri bulunmaktadır.

El testeresi ile kesme işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesme işlemine başlamadan önce iş parçası, belirtilen ölçüde markalanmalıdır.
- İş parçası, mengeneye mümkün olduğu kadar kısa ve düzgün bağlanmalıdır.
- İş parçası kesme yapacak kişinin tam karşısında olmalıdır.
- Testere ileri doğru hareket ettirilirken testere koluna baskı kuvveti uygulanmalı, geri çekilirken baskı kuvveti uygulanmamalıdır.
- Testere, kesilen parçaya daima dik tutulmalıdır.
- Kesme işlemi esnasında testere lamasının bütün boyu kullanılmalıdır.
- Kesme işlemini yapan kişi, iş parçasını karşısına alır. Kişinin bacakları öne doğru hafif açılmış vaziyette, dik ve yere sağlam basmalı ve sadece kolları ileri geri hareket etmelidir.

- Kesme işlemi esnasında ortaya çıkan çapakları almak için mutlaka eldiven kullanılmalıdır.
- Talaş tozları göze kaçabileceğinden üflenerek veya hava sıkılarak talaş tozları masadan uzaklaştırılmamalıdır.

3.1.1.2. Keski

Ufak metal parçaların kesilmesinde veya koparılmasında kullanılır. Düz keski, kavisli keski, tırnak keski, oluk keskisi, çürütme keskisi, makaslama keski ve yuvarlak keski gibi çeşitleri vardır.

Keski ile kesme işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- İş parçası mengeneye bağlanmalıdır.
- İşe uygun ve sağlam keski kullanılmalıdır.
- Kopan parçaların diğer çalışanlara zarar vermemesi için siper ve kafes kullanılmalıdır.
- Uygun ağırlıkta çekiç kullanılmalıdır.
- Keski ve çekiç sağlam olmalı ve doğru bir şekilde tutulmalıdır.
- Son vuruşlar hafif olmalıdır.
- Kesme neticesini iyi görebilmek için kesici ağzı sürekli gözle takip edilmelidir.

Görsel 3.2: Keski çeşitleri

3.1.1.3. El Makasları

Genellikle et kalınlığı 1 mm'nin altında olan ince metal saçların kesiminde kullanılır. El makaslarının düz ve eğri ağızlı çeşitleri bulunmaktadır. İnce saç, teneke ve tellerin kesilmesinde düz ağızlı makaslar, saçların yuvarlak olarak kesilmesinde eğri ağızlı makaslar kullanılmaktadır.

El makasları ile kesme işlemlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesilecek iş parçası ilkönce markalanmalıdır.
- Makas ağızları bilenmiş olmalıdır.
- Sertleştirilmiş ve kalın parçalar kesilmemelidir.
- Kesilecek şekle göre uygun makas seçilmelidir.
- Çapaklara el sürülmemelidir.
- Parmaklar kesici ağızdan uzak tutulmalıdır.

Görsel 3.3: El makası

3.1.1.4. Kol Makasları

El makasları ile kesilemeyen saç, levha, çeşitli çubuk ve profil demirlerinin kesilmesinde kullanılır.

Kol makasları ile kesme işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesilen parçaların keskin çapakları eldivenle tutulmalıdır.
- Kesme işi tamamlanınca makasın kolu yukarı kaldırılmalı ve aşağı düşmemesi için mandalı takılmalıdır.
- Kesici ağızların arasına el veya parmaklar sokulmamalıdır.
- Makaslarda kolu gövdeye bağlayan milin iki yanındaki helis yayları sık sık kontrol edilmelidir. Özelliğini yitiren yaylar hemen değiştirilmelidir.

Görsel 3.4: Kol makası

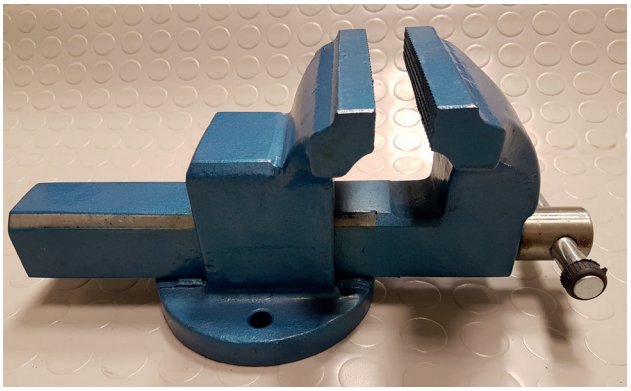
3.1.1.5. Mengene

İş parçasını sabitleyerek üzerinde kesme, eğeleme, matkapla delik delme gibi işlemleri yapmak için kullanılır.

Mengenelerin tesviyeci mengenesi, paralel ağızlı makine mengeneleri, ayaklı mengeneler, boru mengenesi ve el mengenesi olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır.

Mengene kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Mengene kullanılmaya başlamadan önce gövdesinde ve çeneleri kontrol edilmeli; kırık, çatlak ya da bozulma gibi sorunların olup olmadığına bakılmalıdır.
- Kol ve vida gibi çeneye hareket veren parçalar incelenmeli, sıkıştırma kaybı varsa mengene kullanılmamalıdır.
- Parçayı fazla sıkmak için mengene koluna çekiçle vurulmamalıdır.
- İş parçası, mengene çenelerinin ortasına gelecek şekilde bağlanmalıdır.
- Dökme demir mengenelerinde ağır çekiç ile çalışılmamalıdır.
- Çene yüzeylerin bozulmaması için mengene ağızlıkları kullanılmalıdır.
- Mengeneler kullanılmadığı zaman çeneler arasında 5 mm açıklık olmalıdır.
- Mengene ile çalışma bittiğinde kol zemine dik gelecek şekilde bırakılmalıdır.



Görsel 3.5: Mengene

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Bilgi Yaprağı
KONU	GÖNYELEME	

3.2. GÖNYELEME

3.2.1. Eğeleme

Metal malzemeler üzerinden, eğe ile talaş kaldırarak istenilen şekil ve ölçülere getirme işlemine denir. Eğeleme yapılan iş parçasının yüzeyleri üzerindeki sık sık gönye ile düzgünlük kontrolü yapılarak eğelemenin düzgünlüğü sağlanır.

3.2.1.1. Eğe

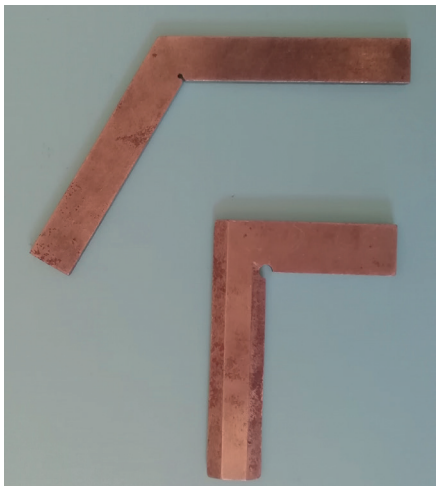
Görsel 3.6: Eğe

Yüzey tesviye aracıdır.

Eğe ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Yapılacak işe uygun eğeler seçilmelidir.
- Eğelerin sapları metal bilezikli ve sağlam olmalıdır.
- Sapsız veya sapı gevşek eğe kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Parçaların eğelenecek yüzleri mengene çenelerine yakın (4-5 mm) olmalıdır.
- Eğelenecek malzeme, sağlam bir şekilde mengeneye bağlanmalıdır.
- Eğe dişlerindeki talaşlar fırça ile temizlenmelidir.
- Eğeye ileri itilirken bastırılmalı, geri çekilirken bastırılmamalıdır.
- Yumuşak metallerin eğelenmesinde kaba dişli eğeler kullanılmalıdır.
- Eğeler parçaya çok hızlı sürülmemelidir.
- Sert malzemeler eğelendikten sonra eğeler, eğe fırçası ile temizlenmelidir.
- Yumuşak malzemeler eğelendikten sonra eğe temizleme laması ile diş istikametinde temizlenmelidir.

3.2.1.2. Gönye



Görsel 3.7: Gönye

Eğeleme yapılan iş parçasının yüzey düzgünlüğünü kontrol eden alettir.

İş parçası sakin ve sabırlı bir şekilde eğelenmelidir. Eğelenen yüzeyler gönye ile sık sık kontrol edilmeli ve yüzeylerin istenilen ölçüye gelip gelmediğine bakılmalıdır. Gönye yüzey üzerine konulur ve arasından ışık sızmayacak şekilde olması istenir.

Gönyelerin kıl gönyeler, sabit açılı gönyeler, şapkalı gönyeler, taşçı gönyeleri, ayarlı gönyeler ve üniversal gönyeler olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır.

3.3. MARKALAMA

3.3.1. Tanımı

Önceden hazırlanmış yapım resminin, iş parçası üzerine çizecek adı verilen sert uçlu çiziciler yardımıyla çizilmesi işlemine **markalama** denir. Markalama işlemlerinde pleyt, mihengir, çizecek, nokta, çekiç, markalama cetvelleri, pergeller, v yatağı, merkezleme gönyesi, merkezleme çanı, markalama boyaları kullanılır.

Markalama işlem basamakları şunlardır:

- İş parçasında çapaklar zampara ile temizlenir.
- Markalanacak yüzeyler markalama boyaları ile boyanır.
- Markalanacak parça pleyt üzerine yerleştirilir.
- Öncelikle eksen çizgileri ile merkezler çizilir.
- Yapım resmi parça üzerine aktarılır.
- Markalama kontrol edilir.

Görsel 3.8: Markalama takımları

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Bilgi Yaprağı
KONU	TAŞLAMA	

3.4. TAŞLAMA

Taşlama, sert aşındırıcı taneler içeren kesici spiral taşı ile iş parçası üzerinden talaş kaldırma işlemidir. Bu işlemi yapan makinelere **el taşlama aleti** denir.

3.4.1. El Taşlama Aleti

Metal malzemelerini kesilmesinde, taşlanmasında veya zımparalanmasında kullanılır.
El taşlama aletine yapılacak işleme göre kesme, taşlama veya zımpara taşı takılabilir.
El taşlama aletleri ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- İşe uygun makine seçilmelidir.
- Çapak muhafazası olmadan el taşlama aleti kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Taş yerine doğru bir şekilde takılı olmalıdır.
- Taşların değişimi işi bilen tecrübeli personel tarafından yapılmalıdır.
- Kişisel koruyucu ekipmanların kullanılmış olması gereklidir.
- Makine katalogda belirtilen süre kadar boşta çalıştırılarak makinenin sağlamlık kontrolü yapılmalıdır.
- İş parçasının mengeneye sabitlendiğinden emin olunmalıdır.
- Kesim noktası iş parçasının sabitlendiği noktaya olabildiğince yakın olmalıdır.
- Metaller soğuk olduğu için kesme işlemine yavaş başlanmalı, taşın ve metalin ısınmasına izin verilmelidir.
- Kesilecek olan parçaya mutlaka köşeden başlanmalıdır, ortadan başlanırsa aşırı ısı girdisi olacağından metal genleşebilir ve taşı sıkıştırabilir. Bu da taşın patlaması veya göbekten ayrılması ile sonlanabilir.
- Kesme işlemi, taşın operatöre uzak olan alt çapraz noktası ile yapılır.
- Kesme taşları ile taşlama işlemi kesinlikle yapılmamalıdır.
- Kesme işlemi, düz bir hat halinde yapılmalıdır.
- Kesme işleminden sonra taşlama taşı takılarak metal üzerindeki çapaklar alınmalıdır.
- Taşlama işleminden sonra zımpara taşı ile parça güzelce temizlenmelidir.

Görsel 3.9: El taşlama aleti

3.5. BİLEME

Zımpara taşı ile nokta, çizecek, tornavida, matkap ve keski ağzı gibi delici ve kesici el aletlerin uç kısımlarından talaş kaldırma işlemine bileme denir. Bu işlemi yapan makinelere ise ayaklı zımpara taşı tezgâhı denir.

3.5.1. Ayaklı Zımpara Taşı Tezgâhı

Delici veya kesici el aletlerinin bilenmesinde kullanılan tek devirli makinelerdir. Bu tür tezgâhlarda biri sert diğeri yumuşak cinste olmak üzere iki ayrı zımpara taşı bulunur. Sert malzemeler sert taş ile yumuşak malzemeler yumuşak taş ile bilenmelidir.

Ayaklı zımpara taşı tezgâhı ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Koruyucusu olmayan taşlar kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Çalışırken mutlaka koruyucu gözlük veya koruyucu maske takılmalıdır.
- Taşların yan yüzeyleri bileme için kullanılmamalıdır.
- İş dayama parçası ile taş arasında 3 mm boşluk olmalıdır.
- Taşların değişimi işi bilen tecrübeli personel tarafından yapılmalıdır.
- Soğutma sıvısı kabı daima dolu olmalıdır.

Görsel 3.10: Ayaklı zımpara taşı tezgâhı

Nokta Bilemede Dikkat Edilecek Kurallar

Nokta taşın ön yüzeyine 30°lik açı ile değdirilir ve taş döndürülerek bilenir. Nokta ucunun aşırı ısıdan yanmaması için nokta taşı sık sık soğutma sıvısına batırılarak soğutulmalıdır.

Çizecek Bilemede Dikkat Edilecek Kurallar

Çizecek ucu ince olduğu için dikkatli ve yavaş bir şekilde taşa sürtülmeli ve yanmaması için sık sık soğutma sıvısına batırılarak soğutulmalıdır.

Tornavida Bilemede Dikkat Edilecek Kurallar

- Tornavida ucu ilkönce taşa dik tutularak düzgün bir şekilde kültleştirilmesi sağlanır.
- Tornavida dayama parçasına belli bir açıda bastırılarak taş yüzeyinde gezdirilir.
- Yeterli ağız kalınlığı elde edildikten sonra tornavidanın yan yüzeyleri düzeltilir.

Matkap Bilemede Dikkat Edilecek Kurallar

- Matkap bileme işinde mutlaka gözlük kullanılmalıdır
- Matkap elde doğru tutularak taşlanmalıdır.
- Matkap bilenirken özel mastarı ile sık sık kontrol edilmelidir.
- Matkap bilenirken sık sık soğutma sıvısına batırılarak soğutulmalıdır.

Keski Ağzı Bilemede Dikkat Edilecek Kurallar

- Keskinin ucu ilkönce taşa dik tutularak düzgün bir şekilde kültleştirilmesi sağlanır.
- Keski, dayama parçasına belli bir açıda bastırılarak taş yüzeyinde gezdirilir.
- Yeterli ağız kalınlığı elde edildikten sonra keskinin yan yüzeyleri düzeltilir.

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Bilgi Yaprağı
KONU	DELİK DELME	

3.6. DELİK DELME

Metal ya da başka malzemelerin üzerine matkap adı verilen takımlarla silindirik delik açma işlemine **delik delme** denir.

3.6.1. Matkap

Metal, beton, maden, tahta gibi maddelerin üzerinde delik delinmesinde ve havşa açılmasında da kullanılır. Üzerinde bulunan helisel kanallar sayesinde talaşları malzemeden uzaklaştırır. Matkapların punta matkapları, helisel oluklu matkaplar ve konik havşa matkapları gibi çeşitleri bulunmaktadır. Silindirik saplı el bireyz matkapları mandren ile konik saplı matkap tezgâhı matkapları ise mors koniği ile sökülüp takılır. Delme işlemi, el breyzi ya da matkap tezgâhı yardımıyla gerçekleşir.

Görsel 3.11: Matkap

3.6.2. El Breyzi

13 mm'ye kadar delme işlemi yapabilen ve el ile taşınabilen delme makinesidir.
El breyzi ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Delinecek parçaya uygun matkap seçilmelidir.
- Matkap yüzeye dik açı ile tutulmalıdır.
- Matkap ucu istenilen yere tutturulduktan sonra gereken baskı uygulanmalıdır.
- Elektrik bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve dönen uçtan uzak tutulmalıdır.

Görsel 3.12: El breyzi

3.6.3. Matkap Tezgâhları

Delme kapasitesi el breyzlerinden daha büyük olanlara **matkap tezgâhı** adı verilir.
Matkap tezgâhlarının masa üstü matkap tezgâhları ve sütunlu matkap tezgâhları olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır.
Matkap tezgâhları ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kullanmayı bilmediğiniz makineyi kesinlikle kullanmayınız.
- İş güvenliği için gözlüğünüzü takınız kol uçları lastikli olan iş önlüğünüzü giyiniz.
- Matkap tezgâhında çalışırken eldiven, kolye, bilezik, yüzük, künye kullanmayınız.
- Matkap tezgâhını kontrol ederek uygun matkap kullanınız ve matkabın devir sayısını ayarlayınız.
- Delinecek iş parçasını uygun nokta ile noktalayınız.
- İş parçasını mengeneye bağlayınız.
- Matkap tezgâhını çalıştırınız ve matkap tezgâhının koluna düzgün şekilde baskı yaparak parçayı delme işlemine başlayınız.
- Matkaptan çıkan talaşları kesinlikle el ile temizlemeyiniz.
- Delme işlemi bitiminde tezgâhı durdurunuz. Mandreni elle durdurmaya çalışmayınız.
- İş parçasını ve matkap ucunu güvenli bir şekilde sökünüz.
- Tabla ve mengeneyi fırça veya hava ile temizleyiniz.

Görsel 3.13: Matkap tezgâhı

3.7. KILAVUZ İLE DİŞ AÇMA

3.7.1. Tanım

Silindirik parçaların iç kısımlarına vida açılması işlemine kılavuz ile **diş açma** denir. Bu işlem için matkap, havşa açma matkabı, kılavuzlar ve diş tarağı aletleri kullanılır.

3.7.2. Matkap

İş malzemesine istenilen ölçüdeki vida için uygun matkap ile delik açılır.

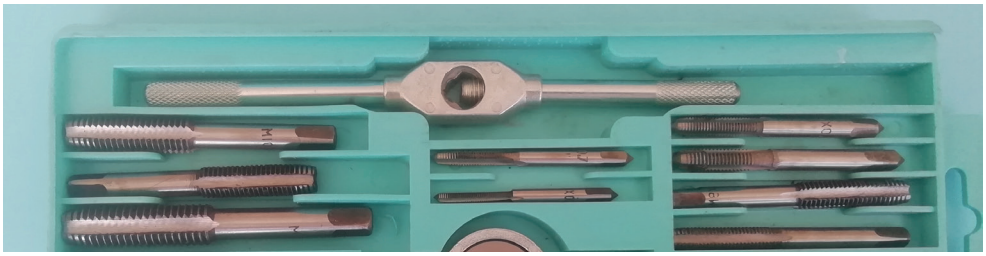
3.7.3. Havşa Açma Matkabı

Önceden matkap ile delinmiş olan deliklerin büyütülmesinde, delik içerisindeki çapakların alınmasında kullanılır.
Havşa matkabının konik havşa matkabı, silindirik havşa matkabı matkabı ve özel havşa matkabı olmak üzere çeşitleri vardır.

Görsel 3.14: Havşa matkabı

3.7.4. Kılavuzlar

Vida veya cıvata yuvalarına diş açılmasında kullanılan, üzerinde kesici ağızlar ile helisel oluklar bulunan ve kılavuz kolu ile beraber kullanılan takımlardır. Kılavuzlar, el kılavuzları ve makine kılavuzları takımı olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 3.15: Kılavuz takımı

El kılavuz takımı, üç adet kılavuzdan meydan gelir:

I no.lu kılavuz: Bu kılavuzun sap kısmında I çizgi olup ucundaki dişler siliktir.
II no.lu kılavuz: Bu kılavuzun sap kısmında II çizgi olup ucundaki dişler biraz belirgindir.
III no.lu kılavuz: Bu kılavuzun sap kısmında III çizgi olup ucundaki dişler tam belirgindir(Diş

temizleme kılavuzu).
Kılavuz ile Diş Açmada İşlem Sırası:

1. ADIM

İlk önce kılavuz çekilecek deliğin matkap çapı bulunur. Bu işlem için metrik vida diş tablosuna bakılır. Bu tablodan istenilen diş ölçüsünün metrik değeri ve adım değeri (P) okunur. Aşağıdaki formülde yerlerine yazılır.

Matkap çapı =Metrik ölçü- Adım değeri (P)

Örnek: Metrik M10'luk diş açılacaksa tablodan M10 değeri ve sağındaki adım değeri (P) okunur ve formülde yerine yazılır.

Matkap çapı =Metrik ölçü- Adım değeri (P)

Matkap çapı = 10 – 1,50 = 8,5 bulunur ve iş parçası mengeneye bağlanarak 8,5 matkap ile delik delinir.

2. ADIM

Kılavuzun düzgün bir şekilde ağızlaması için açılan deliğin girişine havşa matkabı ile ufak da olsa havşa açılır.

3.ADIM

- Kılavuz takımındaki 1 no.lu kılavuz kılavuz koluna takılır.
- Mengenedeki iş parçasının 90° olacak şekilde bağlı olması sağlanır.
- Kılavuz yerine tam oturduktan sonra bir miktar yağ dökülür.
- Kılavuz ağızlatma işlemi başparmak ile baskı yaptırılıp saat yönünde çevrilir.
- İstenilen vida boyuna gelindiğinde 1 no.lu kılavuz sıkma yönünün aksi istikametinde döndürülerek çıkartılır.
- Aynı işlemler 2 ve 3 no.lu kılavuz ile tekrarlanır.
- 3 no.lu kılavuz (diş temizleme kılavuzu) ile iş tamamen netleştirir.

UYARI: Kılavuz malzemesi kırılgan olduğu için delik çapı küçüldükçe kırılabilir.
Delik çapı büyüdükçe uygulanan kuvvet artar ve iki ileri bir geri döndürme yapılarak kılavuz açılır.
Vida dişleri zaman içerisinde farklı nedenlerden ötürü deforme olabilir ya da kırılabilir.

- Vida tamamen deforme olmamış ise
- Uygun ölçüdeki kılavuz takımı kullanılarak tekrar aynı dişler açılabilir.
- Vida deliği tamamen deforme olmuş ise

Vida deliği uygun ölçüdeki matkap ile tamamen önceki dişlerden arınır ve pürüzsüz hale getirilir. Daha sonra uygun ölçüdeki kılavuz takımı kullanılarak yeni diş açılır.

3.7.5. Diş Tarakları

Vidaların ölçülerinin bulunması ve tespit edilmesi için kullanılan mastarlardır.

Görsel 3.16: Diş tarağı

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Bilgi Yaprağı
KONU	PAFTA İLE DİŞ AÇMA	

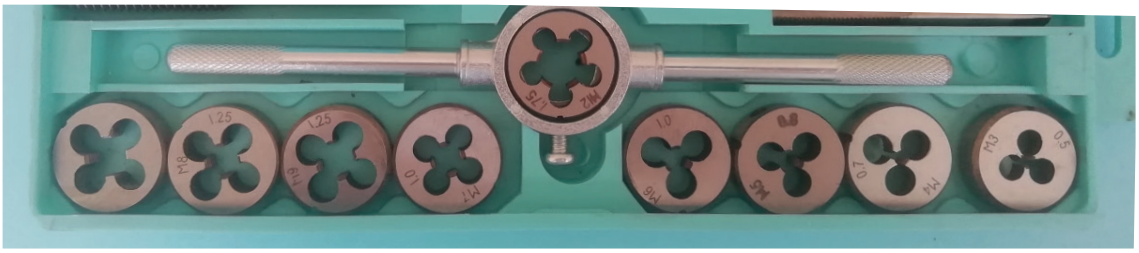
3.8. PAFTA İLE DİŞ AÇMA

3.8.1. Tanım

Silindirik parçaların dış kısımlarına vida açılması işlemine pafta ile diş açma denir (Görsel 3.17). Bu işlemin gerçekleşmesi için kumpas, zımpara taşı ve paftaya ihtiyaç vardır.

Silindirik Parçaya Diş Açmada İşlem Sırası

- Silindirik parçanın dış çapı kumpas ile ölçülür.
- Silindirik parçanın uç kısmına zımpara taşı ile pah kırılır.
- Pah kırılan silindirik parça düzgün ve sağlam bir şekilde mengeneye bağlanır.
- Silindirik parçanın ölçüsüne uygun pafta (Örneğin, silindirik parçanın metriği 10 ise paftada metriği 10 olmalıdır.) seçilmelidir.
- Pafta, pafta koluna yerleştirilerek kolun sabitleme cıvataları sıkılır ve silindirik parça yağlanır.
- Paftanın düzgün ve dikkatli bir şekilde silindirik parçaya tutturulması sağlanır.
- Tutturulan pafta saat yönünde tam bir tur ileri yarım tur geri olacak şekilde döndürülür.
- İstenilen uzunluğa kadar döndürme işlemine devam edilir.



Görsel 3.17: Pafta

3.9. PERÇİNLEME

3.9.1. Tanımı

İki veya daha fazla metal parçayı kaynak yapmadan veya vidalamadan çözülemez bir şekilde birbirine bağlama işlemine perçinleme denir. Malzemesine, baş şekillerine ve kullanılma yerlerine göre perçin çeşitleri bulunmaktadır.

3.9.2. Perçin Tabancası

Perçinleme işlemi, perçin tabancası ile yapılır.

Görsel 3.18: Perçin tabancası

Perçin tabancasında çivi çaplarına göre dört adet kullanım başlığı mevcuttur. Perçin çivisi hangi başlığa uyarsa o başlık pensenin ucuna takılır.

Perçinleme Yapımında İşlem Sırası

- Perçinleme yapılacak iş parçaları matkap ile delinmelidir.
- Bu delik içerisinden geçebilecek çapta ve uzunlukta olan perçin seçilmelidir.
- Seçilen perçin, perçin tabancasındaki uygun olan başlığa takılır ve başlık içerisindeki tırnaklar perçin çivisini kavrar.
- Perçin delinen kısma yerleştirilir.
- Perçin tabancası tetiklendiğinde perçin çivisini çeker.
- Sıkışma olduktan sonra perçinin arkası şişmeye başlar ve tabanca çiviyi kırar.
- Perçinleme işlemi tamamlanmış olur.

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Bilgi Yaprağı
KONU	CIVATA SÖKME VE TAKMA	

3.10. CIVATA SÖKME VE TAKMA

3.10.1. Cıvata

İki veya daha fazla parçanın birbirine tutturulması ya da sabitlenmesi istenilen yerlerde kullanılır. Makine elemanların en temel ögelerinden olan cıvata, kalın parçalarda ve sağlam montajın istendiği yerlerde kullanılır. Cıvatanın üzerinde dişler bulunduğundan takılacağı yerde de cıvata sıkıldığında rahatlıkla ilerlemesi için dişlerin olması gerekir.

Görsel 3.19: Cıvata

Piyasada cıvatanın altı köşe cıvata, alyan başlı cıvata, havşa başlı alyan cıvata, kasa cıvatası, halkalı cıvata ve kancalı cıvata olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır.

3.10.2. Torkmetre

Hassas sıkma gerektiren bazı cıvata ya da somunların tork değerlerine göre sıkılmasında kullanılır. Bu değerler ilgili makinenin kataloğunda mevcut olup bu işlem tork anahtarı denilen özel anahtarlar ile yapılır.

Görsel 3.20: Torkmetre

Torkmetre ile çalışma yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Torkmetreyi kullanmadan önce torkmetrenin kullanım talimatını okuyunuz ve belirtilen bakımları zamanda yapınız.
- Çalışmaya başlamadan önce torkmetreyi kontrol ediniz.
- Torkmetrenin kilidini açınız.
- Sıkma işlemi için teknik el kitabından gerekli tork değerini öğreniniz.

- Torkmetreyi o değere ayarlayınız (Ayar değeri daima düşük değere yakın olmalı ve torkmetre ölçü dışında ayarlanmamalıdır.).
- Uygun tork değeri girildikten sonra torkmetreyi kilitleyiniz.
- Tek yönlü mekanizmanın dönmesi gerektiği yönde dönüp dönmediğini kontrol ediniz.
- Torkmetreye ihtiyaç halinde uygun uzatma kolu ve sonrasında lokma anahtarını takınız.
- Torkmetreyi tutma kolunu merkezinden kavrayınız ve torkmetreye uzatma kolu takmayınız.
- Torklama işlemi için rahat ve uygun bir duruş sağlayınız.
- Torklamayı yavaş ve yumuşak bir hareketle yapınız.
- Klik sesini duyduğunuzda veya hissettiğinizde torklamayı durdurunuz.
- Torkmetreyi ne tam sıkılı ne de tam gevşek durumda bırakınız.
- Torkmetreyi sola doğru tamamen çevirip sonra bir miktar sıkarak kilitleme bileziğini kilitleyiniz (Bu şekilde yapılmazsa içerisindeki yay zamanla arıza yapar).
- İş bitiminde torkmetreyi kutusuna koyunuz ve daima orada muhafaza ediniz.

UYARI: Torkmetre zaman zaman veya yere düşürüldüğünde kalibre edilmelidir.

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Süre 8 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. ÇEKİÇ YAPIMI		

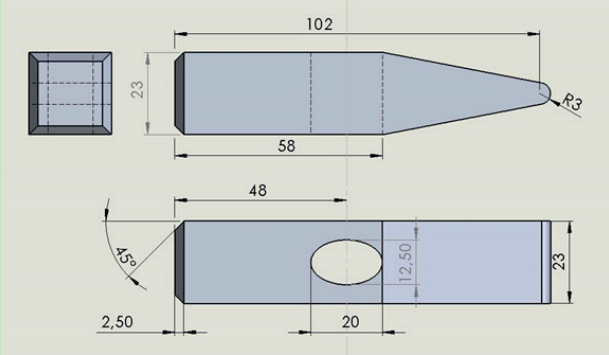
AMAÇ Markalama, eğeleme, gönyeleme ve delik delme işlemlerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Eğe		1 adet
2- Gönye		1 adet
3- Matkap		1 adet
4- Nokta		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) İş parçasını (Şekil 3.1'de) verilen ölçülere göre kesip gönyesinde eğeleyiniz.
4) Çekicin uç kısmını markalama yapınız.
5) Uç kısmı ölçü ve gönyesinde eğeleyiniz.
6) Çekicin oval deliğini markalayınız.
7) Çekiç deliğini matkapla deliniz.
8) Deliği yuvarlak eğe ile eğeleyiniz.
9) Çekicin pahlarını kırınız.



Şekil 3.1: Çekiç yapım resmi

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	İş parçasını verilen ölçülere göre kesilip gönyesinde eğelenmesi	20	
3	Çekiç kısımlarının markalanması	20	
4	Çekiç deliğinin matkapla delinmesi	20	
5	Çekiç kısımları pahlarının yapılması	10	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Süre 8 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. T SOMUNU YAPIMI		

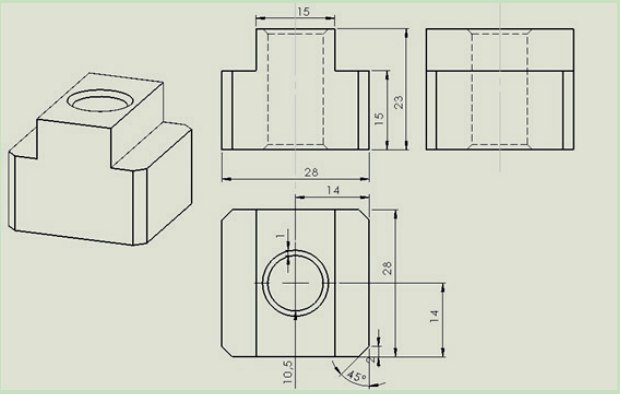
AMAÇ Matkap ile delinmiş deliklere diş açmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Eğe		1 adet
2- Gönye		1 adet
3- Matkap		1 adet
4- Nokta		1 adet
5- Kılavuz		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) İş parçasını resimde verilen ölçülere göre kesip gönyesinde eğeleyiniz.
4) İş parçasını (Şekil 3.2'de) verilen ölçülere göre markalama yapınız.
5) Kılavuz çekilecek deliği matkap ile deliniz ve delik ağzına havşa açınız.
6) Yağ kullanarak saat yönünde ileri geri hareketlerle kılavuz çekiniz.



Şekil 3.2: T Somunu yapım resmi

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	İş parçasını verilen ölçülere göre kesilip gönyesinde eğelenmesi	30	
3	İş parçasına verilen ölçülere göre delik delinmesi ve havşa açılması	20	
4	Yağ kullanarak saat yönünde ileri geri hareketlerle kılavuz çekilmesi	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Süre 8 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. SAPLAMA YAPIMI		

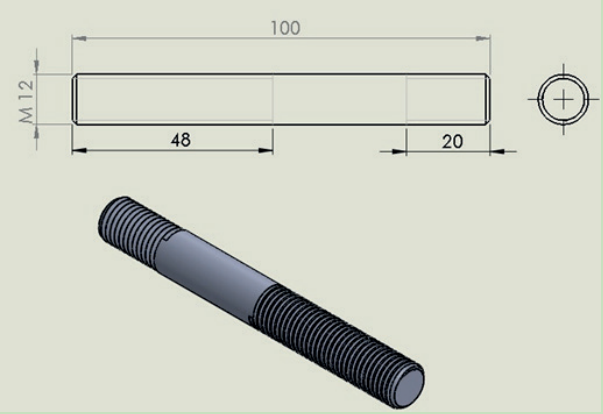
AMAÇ Silindirik parçanın dış yüzeyine diş açmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Eğe	Talaş kaldırır	1 adet
2- Pafta	Silindirik parçanın dış yüzeyine diş açar	1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) İş parçasını (Görsel 3.3'te) verilen ölçülere göre kesiniz ve eğeleyiniz.
4) Paftanın kolay kullanılması için iş parçasının uçlarının pahını kırınız.
5) İş parçasına yağ yardımıyla pafta çekiniz.
6) Diş tarakları ile vidanın dişlerini kontrol ediniz.



Şekil 3.3: Saplama yapım resmi

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	İş parçasını verilen ölçülere göre kesilip gönyesinde eğelenmesi	20	
3	İş parçası pahının alınması	20	
4	İş parçasına yağ yardımı ile ileri geri hareketlerle pafta çekilmesi	20	
5	Diş tarakları ile vidanın dişlerinin kontrol edilmesi	10	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	TEMEL MEKANİK İŞLEMLER	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. PERÇİNLEME İŞLEMİ		

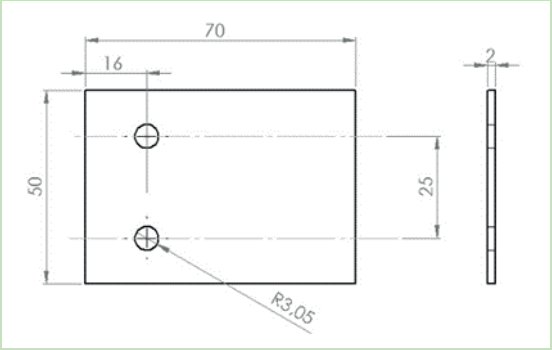
AMAÇ İki parçayı birbirine perçin ile tutturmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Perçin		1 adet
2- Perçin tabancası		1 adet
3- Matkap		1 adet
4- Nokta		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Gerekli araç, gereç ve donanımı hazırlayınız.
3) İş parçasını (Şekil 3.4'te) verilen ölçülere göre markalama yapınız.
4) Perçinlenecek her iki iş parçasına uygun çapta matkapla delik deliniz.
5) Delik çapına uygun perçin çivisini perçin tabancasının başlığına takınız ve perçinleme işini yapınız.



Şekil 3.4: Perçinleme yapım resmi

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	İş parçasının verilen ölçülere göre markalama yapılması	20	
3	İş parçalarına uygun çapta delik delinmesi	20	
4	İş parçalarının perçinlemesi	30	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4. ÖĞRENME BİRİMİ

MOTOR TERİMLERİ ve MOTORU SENTEYE GETİRME

1 İçten Yanmalı Motorların Tanımı ve Kronolojik Tarihçesi

2 İçten Yanmalı Motorun Genel Yapısı ve Parçaları

3 Alternatif Motorlar

4 Motor Terimleri

5 Motoru Senteye Getirme

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME	Bilgi Yaprağı
KONU	İÇTEN YANMALI MOTORLARIN TANIMI VE KRONOLOJİK TARİHÇESİ	

4.1. İÇTEN YANMALI MOTORLARIN TANIMI VE KRONOLOJİK TARİHÇESİ

İçten yanmalı motorlar, ısı enerjisini mekanik enerjiye çeviren makinelerdir. Gerekli ısı enerjisini yanma odalarında yaktıkları yakıttan elde ederler.

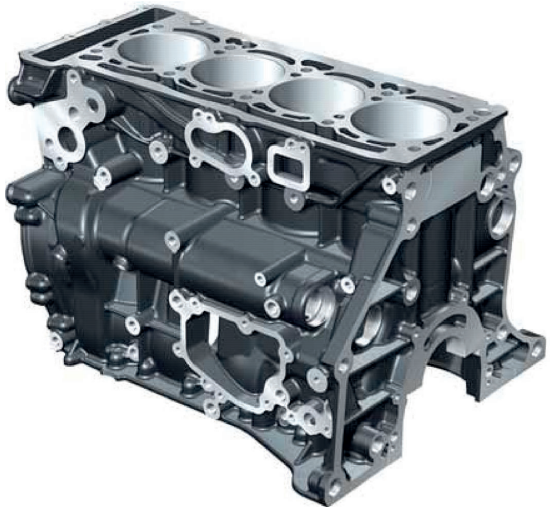
- **1794'te** İngiliz mühendis Mr. R. Street (Mistır Striyt), terebentin ve hava karışımını bir alevle ateşleyerek çalışabilecek bir motor projesi yaptı. Bu çalışma uygulamaya geçmese de daha sonra bu alanda çalışacaklara ışık tutmuştur.
- **1796'da** İngiliz mühendis Murdock (Mürdok), taş kömüründen özel yöntemlerle hava gazı üretti.
- **1860'da** Fransız mühendis Etienne Lenoir (Etiyen Lenör), hava gazı ile çalışan ilk içten yanmalı motoru yaptı.
- **1866'da** Alman mühendis Eugen Langen(Egın Lengen) ve Nikolaus August Otto (Nikolas Agus Ooto), benzinli motor üretti.
- **1876'da** Alman mühendis Nikolaus August Otto, dört zamanlı otto çevrimli motoru üretti.
- **1878'de** İngiliz mühendisi Dugal Clerk (Tügıl Klark), iki zaman esasına göre çalışan ilk motoru üretti.
- **1883'te** Alman mühendisler Daimler (Daymla) ve Wilhelm Maybach (Wilhem Maybah), karbüratörlü ve sıcak boru ateşlemeli motoru geliştirdi.
- **1885'te** Alman Karl Benz (Kar Benz), Daimler'in motoruna kendi bulduğu elektrikli ateşleme sistemini de uygulayarak üç tekerlekli aracı üretti.
- **1887'de** Alman Robert Bosch (Rabır Boş), elektrikli ateşleme sistemini geliştirdi.
- **1892'da** Rudolf Diesel (Rudolf Dizel), benzine göre daha ucuz olan kömür tozu veya ağır yağlarla çalışan dizel motorunu buldu.
- **1893'te** Ford, ilk seri üretim motorlu aracı üretti.
- **1899'da** Alman Krup fabrikalarında ilk dizel motoru yapıldı.
- **1901'de** Bosch firmasında çalışan Gottlop Honold (Gatlop Hanıld), yüksek gerilimli manyetoyu yaptı, 1902'de buji ateşlemeli motorlar yapıldı.
- **1914'te** marş motoru ve şarj dinamosu yapıldı.
- **1922'den** itibaren süper şarjlı motorlar üretilmeye başlandı.
- **1928'den** itibaren akü ile ateşleme sistemi kullanılmaya başlandı.
- **1980'li** yıllardan itibaren elektronik kontrollü yakıt sistemleri ve elektronik ateşleme sistemleri kullanılmaya başlandı.

İçten yanmalı motorlar; verimliliğine, ürettikleri güç ve tork değerine, yakıt tüketimlerine, ihtiyaç yerlerinin çeşidine göre yük taşıma araçlarında, yolcu taşıma araçlarında, tarım araçlarında, iş makinelerinde, deniz araçlarında, otomobillerde, motosikletlerde, uçaklarda, jeneratörlerde, pompa sistemlerinde ve bunlar gibi birçok araçta ve alanda kullanılmışlardır ve kullanılmaya devam etmektedir.

4.2. İÇTEN YANMALI MOTORUN GENEL YAPISI VE PARÇALARI

4.2.1. Silindir Bloğu

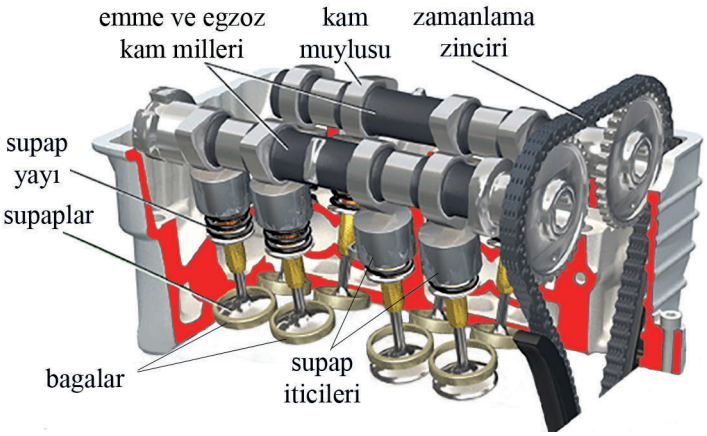
Silindirleri, krank milini, motorun ana parçalarını üzerinde taşıyan; motorun gövdesini oluşturan parçadır.



Görsel 4.1: Silindir bloğu

4.2.2. Silindir Kapağı Ve Silindir Kapak Contası

Silindirlerin üzerini kapatarak yanma odalarının büyük kısmını oluşturur. Kam mili ve supap mekanizması, manifoldlar gibi motor parçaları silindir kapağı üzerine montajlıdır. **Silindir kapak contası**, silindir kapağı ile silindir bloğu arasında bulunur ve sızdırmazlık sağlar.



Görsel 4.2: Silindir kapağı ve üzerindeki diğer parçalar

4.2.3. Krank Mili

Krank mili, silindir bloğu üzerinde yataklandırılmıştır. Dairesel hareketi doğrusal harekete çevirerek biyel vasıtasıyla pistona hareket verir ve biyel vasıtasıyla pistondan almış olduğu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir ve çevrimin oluşmasını sağlar.

4.2.4. Piston Ve Segmanlar

Piston; silindir içerisinde ÜÖN ile AÖN arasında hareket eder, zamanların oluşmasındaki temel parçalardan biridir.

İki çeşit segman vardır. Bunlar, kompresyon segmanları ve yağ segmanlarıdır. Kompresyon segmanları yanma odası ile karter arasında sızdırmazlık sağlar, yağ segmanları silindir iç yüzeyinin yağlanmasını sağlar ve yüzeydeki yağı kartere sıyırır.

Görsel 4.3: Krank mili, piston, biyel ve yataklar

4.2.5. Biyel (Piston Kolu)

Krank mili ile piston arasındaki bağlantıyı sağlar.

4.2.6. Yataklar

Krank mili, kam mili muyluları ile biyel gibi millere bağlanan parçalar arasına yerleştirilerek yataklık yapar.

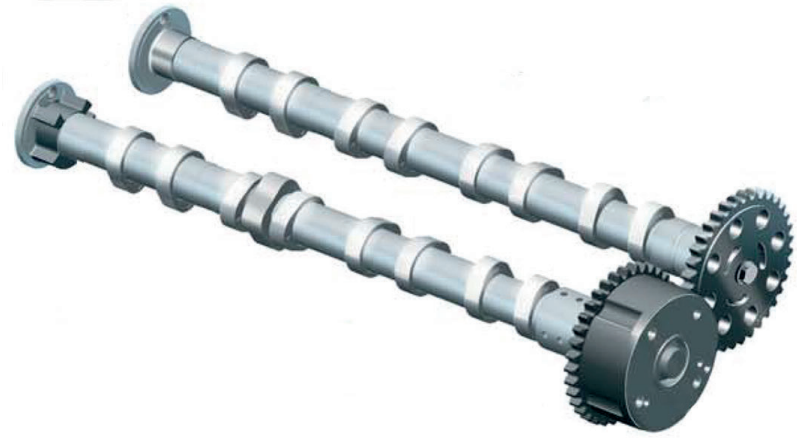
4.2.6.1. Gezinti Ayı

Krank milinin eksenel kaymasını engeller.

Görsel 4.4: Krank mili gezinti yatakları

4.2.7. Kam Mili

Silindir kapağı üzerinde yataklandırılmıştır. Supapların açılmasını, açık kalmasını sağlar ve açılma miktarını ayarlar.



Görsel 4.5: Emme ve egzoz kam milleri

4.2.8. Supaplar

Silindir içerisine taze dolgunun alınmasını sağlayan emme supabı ve yanmış gazların silindir dışına atılmasını sağlayan egzoz supabı olmak üzere iki çeşit supap vardır. Motorlarda silindir başına sayıları ikiden fazla olabilir.

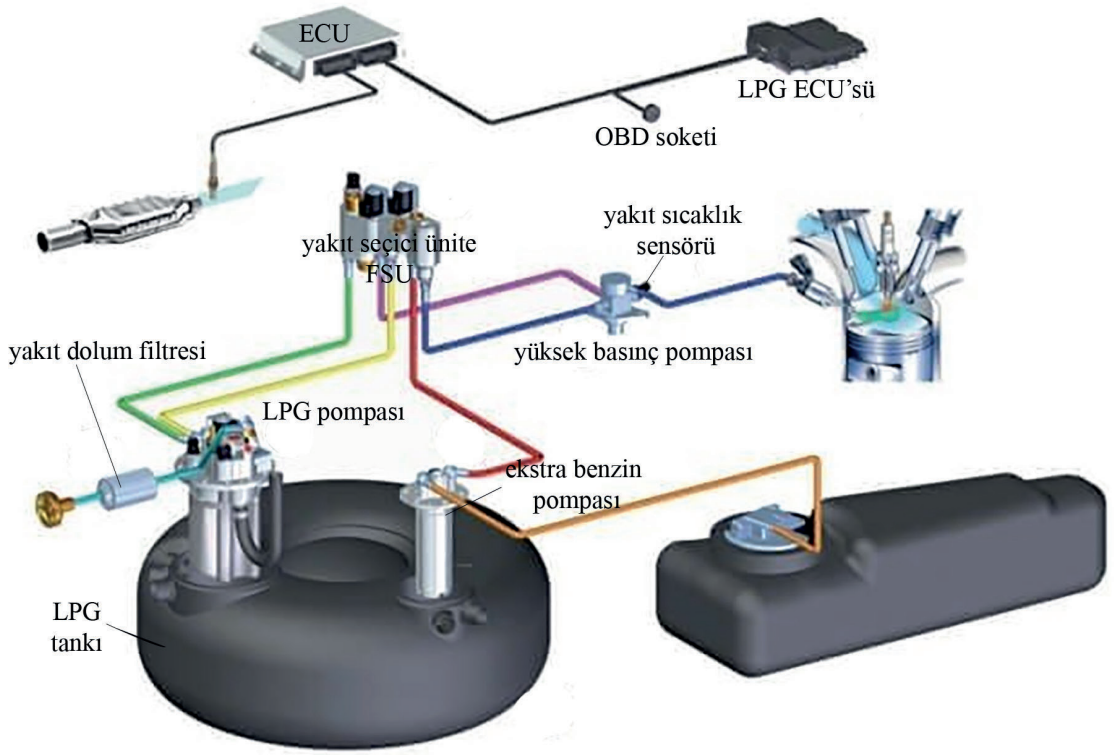
Görsel 4.6: Supaplar

4.3. ALTERNATİF MOTORLAR

4.3.1. Lpg Yakıtlı Sistemler

LPG'nin dilimizdeki karşılığı sıvılaştırılmış petrol gazıdır. Ham petrolün damıtılması ve doğal gaz yatakları olmak üzere iki kaynaktan elde edilir. Ticari olarak %70 bütan gazı ve %30 propan gazından oluşur. Ülkemizde kış mevsimlerinde ve soğuk ülkelerde LPG içeriğindeki propan oranı arttırılır. Gaz yoğuştuğundan hacimsel kaybı azaltmak için ticari değeri düşük olan propan gazının oranı arttırılır. Propan gazı, renksiz ve kokusuzdur. Herhangi bir kaçak durumunun fark edilebilmesi için üretici tarafından kokulandırılır.

Yaygın olarak otto çevrimli motorlar üzerlerinde gerekli değişiklikler ve eklemeler yapılarak LPG'li sistemlere dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu sistem, ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.



Görsel 4.7: Sıvı püskürtmeli LPG sistemi ve parçaları

4.3.1.1. LPG'nin Avantajları

- Benzine göre daha ekonomiktir.
- Yanma verimi yüksektir.

- Yanma odası içerisinde kurum bırakmaz.
- Egzoz emisyon değerleri benzine göre daha iyidir.
- Yüksek sıkıştırma oranında yanmaya uygundur, vuruntuya sebep olmaz.
- Motor yağı daha az kirlenir.

4.3.1.2. LPG'nin Dezavantajları

- Yanma anındaki sıcaklık daha yüksektir. Bu sebeple NOx salınımının artmasını tetikler.
- Yüksek sıcaklıktan bazı motorlarda supap saplarının uzamasına, bagaların aşınmasına sebep olur.
- Dönüşüm yapılan aracın ağırlığını arttırır.
- Depo bagajda veya stepne alanında ekstra yer kaplar.

4.3.2. Cng Yakıtlı Sistemler

CNG'nin [Compressed Natural Gas (Komprest naçurıl gas)] dilimizdeki karşılığı sıkıştırılmış doğal gazdır. 3000-3600 psi basıçla sıkıştırılarak basınca dayanıklı depolarda tutulur. Renksiz ve kokusuzdur. % 80-90 metan gazı, % 5-10 etan gazı, % 5 civarı bütan ve ve propan gazlarından oluşur. Havaya göre iki kat daha hafiftir. -162°C'de sıvı hale gelir. Oktan sayısı 124-128'dir. Depolama çok yer kapladığından veya otomobillere takılan depolardaki doğal gaz ile az menzil yapıldığından genellikle ağır yük taşıtlarında ve toplu taşıma araçlarında kullanılırlar.

4.3.2.1. CNG'nin Avantajları

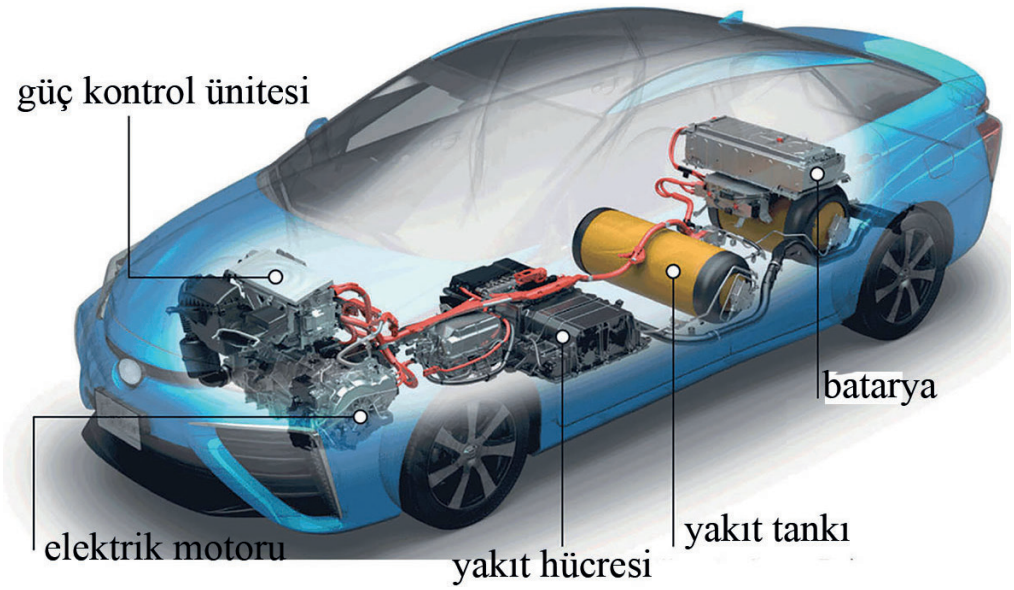
- Diğer yakıtlara göre daha ekonomiktir.
- İçeriğinde kükürt veya organik bileşikleri olmadığından diğer fosil yakıtlara (benzin, motorin gibi) göre en temiz yakıttır.
- Motora direkt gaz olarak girdiğinden soğuk havalarda dahi kolayca yanar.
- Doğal gazın tutuşma sıcaklığı 650^{o}C benzininki ise 350^{o}C'dir.
- Oktan sayısının yüksek olduğundan motor yanma verimi daha yüksektir.
- NOx salınımı dizel yakıtlarına göre % 70, benzin ve LPG'ye göre % 30 daha iyidir.
- CO salınımında diğer yakıtlara göre % 90 daha iyidir.

4.3.2.2. CNG'nin Dezavantajları

- CNG dönüşümü yapılan araçlarda menzil ve güç kayıplarına neden olur.
- Depoları çok yer kaplar. Bu sebeple küçük araçlarda çok tercih edilmez.
- Dolum istasyonları azdır. Kurulum maliyetleri yüksektir.

4.3.3. Hidrojen Yakıtlı Sistemler

Hidrojen; havadan 14 kat, doğal gazdan yaklaşık 10 kat daha hafiftir. Isıl verimi yüksek bir yakıttır. Buna karşılık depolama problemi vardır. Hidrojen üretimi doğal gazdan (ve diğer fosil yakıtlardan) buhar reformasyonu yöntemiyle ve sudan elektroliz yöntemiyle üretilir. Üretimde yaygın olmamakla birlikte farklı yöntemlerde kullanılmaktadır. 2019 yılında üretilen 70 milyon ton hidrojenin %49'u doğal gazdan, %29'u petrolden, %18'i kömürden ve %4'ü elektrolizden üretilmiştir. Elektroliz ile hidrojen üretimi hem fosil yakıtların kullanımını tamamen ortadan kaldıracak hem de doğaya olan etkiler daha da azalacaktır. Ama bu yöntemin şu an için yüksek maliyetli olması önemli bir dezavantajdır.



Görsel 4.8: Yakıt pilli otomobil

Günümüzde sıkıştırılarak veya sıvılaştırılarak basınçlı çelik tanklarda (Karbonfiber tanklarda kullanılmaktadır.) depolama ya da kimyasal bileşik yaptırılarak depolama yapılmaktadır. ($NaBH_4$) SodyumBorHidrür kullanarak ülkemizde de Tübitak ve Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü tarafından Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır.

Hidrojen, yakıt olarak araçlarda iki şekilde kullanılmaktadır:

1- İçten yanmalı motorda kullanımı: Yakıt olarak fosil yakıtlara göre daha verimlidir. Egzoz emisyonu olarak CO, CO_2, HC gibi salınımlar gerçekleşmez. Fakat yüksek sıcaklıklardan dolayı NOx salınımı yüksektir. Hidrojenin içten yanmalı motorlarda kullanımı çok yaygın değildir. Fosil yakıtlardan vazgeçilip hidrojen yakıtına bir yönelim olursa LPG kitleri gibi mevcut araçlar için kitler geliştirilip yaygınlaştırılma ihtimali yüksektir.
2- Yakıt pili olarak kullanımı: Otomotiv üreticileri tarafından tercih edilen ve yaygın olan kullanım şeklidir. Bu araçlar aslında elektrik motoru ile tahrik edilirler. Araç üzerinde depo edilen hidrojen ile yakıt hücrelerinde elektrik üretilir. Üretilen bu elektrik ile elektrik motorları çalıştırılır.

Hidrojen yakıt pilli araçlar özellikle Avrupa'da bazı ülkelerde ve Japonya'da 2013 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçların kullanımı için hidrojen şarj istasyonlarının yaygınlaşması gerekmektedir. Bu istasyonların işletim maliyetleri, hidrojenin üretim maliyetleri ve yakıt hücreli araçların üretim maliyetleri son kullanıcı açısından fosil yakıtlı araçlarla kıyaslandığında yüksektir.

4.3.4. Elektrik Motorları

Elektrik motorlu araçlar, günümüzde daha çok konuşulmaya başlanmıştır. İçten yanmalı motorlarla kıyaslandıklarında elektrikli motorların yüksek verimlilikleri, çevreyi daha az kirletmeleri, düşük maliyetli menzilleri ve motor tahrik sistemleri çok az parçadan oluşması gibi avantajları dikkat çeker. Bu sebeple elektrikli motorlar, geleceğin sistemlerinden biridir. Fakat özellikle ülkemizdeki şarj istasyonu sayısının az olması, son tüketici fiyatlarının

yüksek olması, batarya hammadde ve teknolojilerinin belli tekellere bağlı olması şu an için elektrik motorlu araçların dezavantajlı durumudur. Ancak ülkemizde yerli aracın elektrikli olarak üretilmesi bu araçların önümüzdeki yıllarda yaygınlaşacağının habercisidir.

Görsel 4.9: Türkiye'nin ilk elektrikli aracı (TOGG) ve elektrikli araç alt yapı konsepti

4.3.5. Hibrit Sistemler

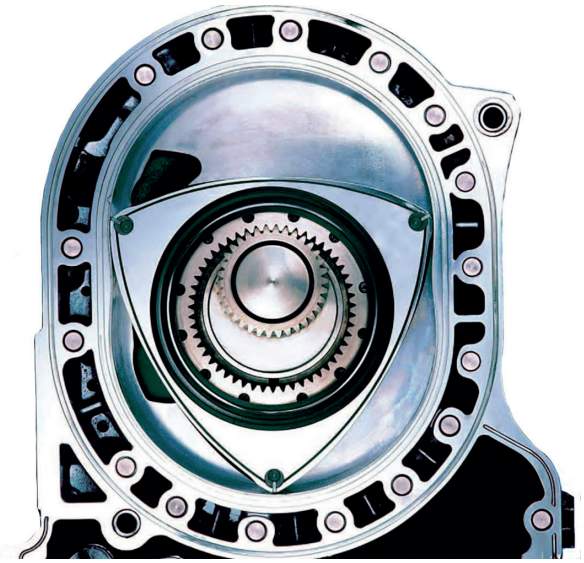
Otomotiv sektöründe belli bir pazar payını yakalamış sistemlerdir. Sistem, otomobil ya da ticari araçlarda uygulanmaktadır. Sistem bir içten yanmalı motor ve bir elektrik motorundan oluşur. Hibritin; seri hibrit, paralel hibrit, plug-in hibrit gibi çeşitleri vardır.

4.3.6. Wankel Motorlar (Rotary-Renesis Motor)

Felix Wankel (Feliks Vankıl) tarafından tasarlanmış olan wankel motorlar, birkaç markada kullanılsa da maliyetli olması ve motor ömrünün düşük olması sebebiyle yaygın kullanım alanı yakalayamamıştır. Mazda, bütün ticari haklarını satın alarak geliştirdiği motor tipini RX otomobil serilerinde günümüze kadar kullanmıştır. Rotay motorunun günümüzde uygulanan emisyon standartlarına uyarlamak için Ar-Ge çalışmaları devam etmekte olup bu motor firmanın yeni modellerinde kullanılmamıştır.

4.3.6.1. Çalışması

Rotary motorda bir odacık içerisinde bir rotorun dönerek hava giriş çıkış portlarının kanallarını açıp kapamasıyla ve oda içerisine aldığı taze dolguyu sıkıştırıp yakmasıyla dört zaman (emme, sıkıştırma, ateşleme ve egzoz) oluşturulur. Bu dört zaman, rotorun her üç yüzeyinde ve rotorun bir turunda gerçekleşir yani tek turda sırayla gerçekleşir.



Görsel 4.10: Rotary (Wankel) motor

4.4. MOTOR TERİMLERİ

4.4.1. Ölü Nokta

Pistonun silindir içerisinde dönüş yaparken anlık olarak durakladığı yerlere **ölü nokta** denir. İki ölü nokta vardır:

4.4.1.1. Üst Ölü Nokta (ÜÖN)

Pistonun dönüş yaparken çıktığı en üst noktadır (Görsel 4.11).

4.4.1.2. Alt Ölü Nokta (AÖN)

Pistonun dönüş yaparken indiği en alt noktadır (Görsel 4.11).

4.4.2. Kurs Boyu (Strok)

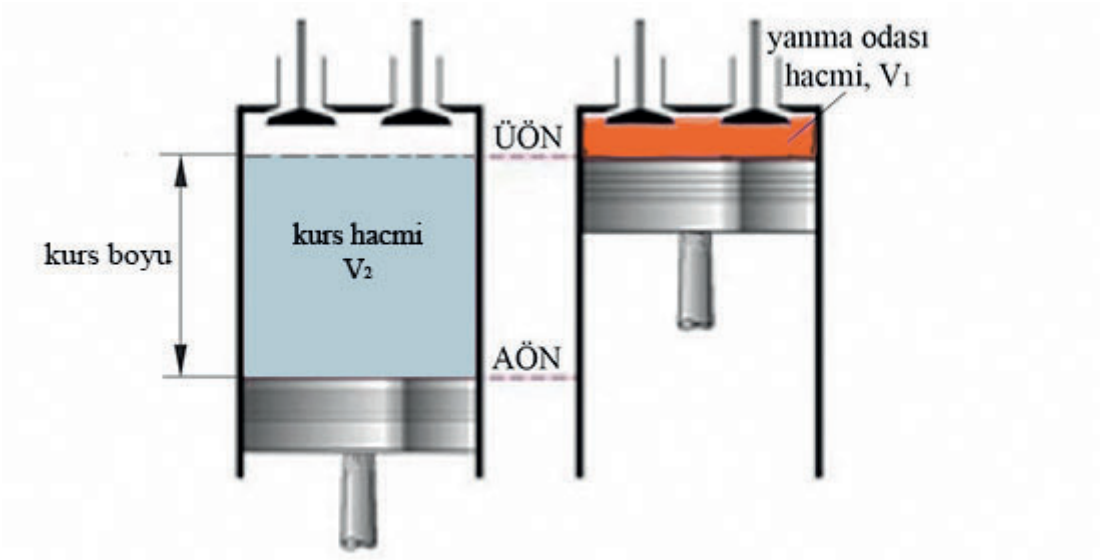
ÜÖN ile AÖN arasındaki mesafedir (Görsel 4.11).

4.4.3. Kurs Hacmi

Pistonun ÜÖN ile AÖN arasında taramış olduğu hacimdir. Silindirin taban alanı ile kurs boyunun çarpımına eşittir (Görsel 4.11).

4.4.4. Yanma Odası Hacmi

Piston ÜÖN'de iken üzerinde kalan hacimdir (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Motor terimleri

4.4.5. Silindir Hacmi

Yanma odası hacmi ile kurs hacminin toplamıdır. Piston AÖN'de iken üzerinde kalan hacimdir.

4.4.6. Motor Hacmi

Silindir hacmi ile silindir sayısının çarpımına eşittir.

4.4.7. Sıkıştırma Oranı

Yanma odası hacminin silindir hacmine oranıdır. Sıkıştırma Oranı = (V1 + V2) / V1

4.4.8. Hacimsel Verim

Silindir içerisine alınan taze dolgunun hacminin silindir hacmine oranıdır. Hacimsel verim motor gücüne, momentine ve yakıt sarfiyatına etki eder.

4.4.9. Basınç

Birim yüzeye etki eden kuvvete denir. Basınç birimleri; bar, atmosfer(kg/cm^2), pascal, PSİ cinsinden kullanılır.

4.4.10. Atmosfer Basıncı

Atmosferi oluşturan gazlar, ağırlıkları ile yer yüzeyi üzerine bir kuvvet uygular. Bu kuvvete **atmosfer basıncı** denir. Deniz seviyesinde 15˚C sıcaklıkta ölçülen atmosfer basıncı, 1 atmosfer = 1 kg/cm^2dir. Rakım arttıkça atmosfer basıncı düşer. Çünkü yükseklere çıkıldıkça hava yoğunluğu azalır.

4.4.11. Vakum

Herhangi bir ortamda havanın basıncının dış ortamdaki havanın yani atmosfer basıncının altında olması durumudur. Başka bir tanımla ortamdaki havanın azalması veya yokluğudur.

4.4.12. Hava Fazlalık Katsayısı

1 birim hacim yakıtı yakabilmek için 14,7 birim hacim havaya ihtiyaç vardır. Yani silindirlere alınması gereken yakıt hava karışım oranı 1/14,7'dir. Hava fazlalık katsayısı ise silindirlere giren gerçek hava miktarının, silindirlere girmesi gereken ideal hava miktarına oranıdır. ''λ'' sembolü ile gösterilir. İdeal oran $\lambda = 1$ olmalıdır. $\lambda > 1$ olursa fakir karışım, $\lambda < 1$ olursa zengin karışım olur.

4.4.13. Sente

Piston ÜÖN'de iken emme ve egzoz supaplarının kapalı olduğu andır. İş zamanının başlangıç anıdır. Motor üzerindeki ayarlamalar senteye göre yapılır. Motorun 1. silindirinin sente pozisyonu, motorun sente pozisyonudur.

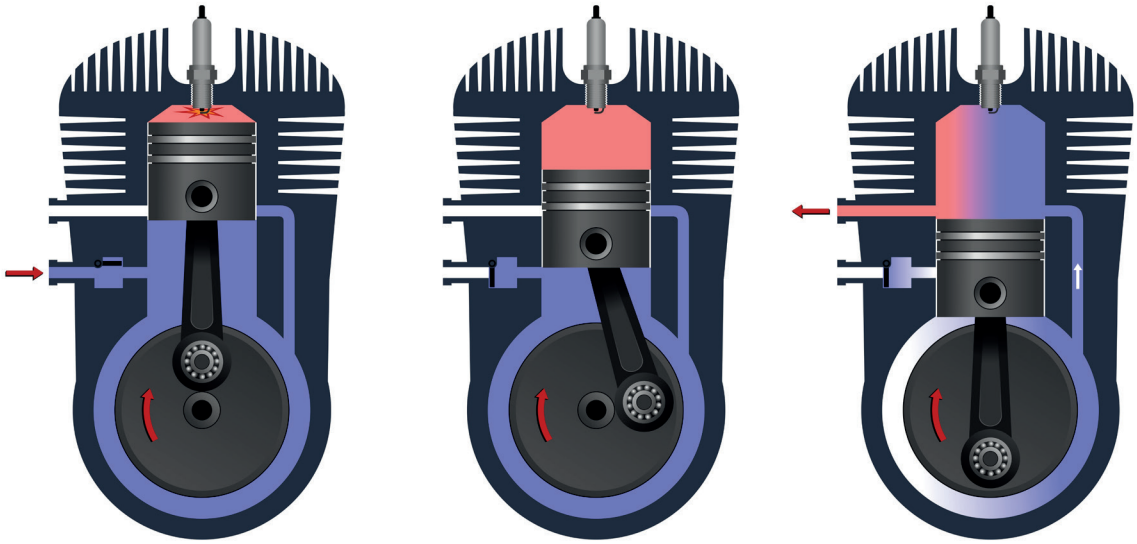
4.4.14. Supap Bindirmesi

Piston ÜÖN'de iken emme ve egzoz supaplarının açık olduğu andır. Egzoz zamanı sonu emme zamanının başlangıç anıdır.

4.4.15. Zaman

Teorik olarak pistonun ÜÖN ile AÖN arasında yapmış olduğu 180°lik hareketine **zaman** denir. Motorda oluşan zamanlar gerçekte supapların açılmaları ve kapanmaları ile oluşur. Dolayısıyla zamanlar gerçekte 180°den farklı değerler alır. Bu zamanlar; emme, sıkıştırma, iş, egzoz şeklinde isimlendirilirler.

Zamanlarına göre iki motor çeşidi vardır. Bunlar, 2 zamanlı motor ve 4 zamanlı motordur. İki zamanlı motorlarda piston ÜÖN'den AÖN'ye inerken iş zamanının sonu egzoz zamanının başlangıcında transfer portu üzerinden karterdeki benzin-hava karışımı yanma odasına alınır. Yanma odasına giren taze karışım yanmış gazlarında bir miktarını egzoz portundan atılmasını sağlar. Piston AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken egzoz portunu ve transfer portunu kapatır, sıkıştırma zamanı başlar. Sıkıştırma zamanı gerçekleşirken emme portu açılır ve kartere benzin-hava karışımı alınmaya başlanır. Sıkıştırma zamanı sonunda buji ile ateşleme yapılır ve iş zamanı başlar. Piston üzerinde oluşan basıncın etkisiyle tekrar ÜÖN'den AÖN'ye doğru inmeye başlar. Piston bir miktar indikten sonra egzoz portu ve transfer portu açılır. Yeni döngü başlar. Kısaca krank milinin bir devrinde zamanlar iç içe girmiş bir şekilde çevrim tamamlanır (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: İki zamanlı motor

4.4.16. Çevrim

Motorda bir iş gerçekleşmesi için sırasıyla emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanları gerçekleşir. Buna **bir çevrim** denir. Bir çevrim, 2 zamanlı motorlarda krank milinin bir devrinde yani 360°de gerçekleşir. 4 zamanlı motorlarda ise krank milinin iki devrinde yani 720°de gerçekleşir.

Çevrim çeşitleri; otto çevrimi, dizel çevrimi, atkinson çevrimi ve günümüzde kullanımda olmayan stirling çevrimidir.

4.4.17. Dört Zamanlı Motorlarda Çevrim

4.4.17.1. Otto Çevrimli Motorlarda Zamanların Gerçekleşmesi (Teorik)

Teorik çevrimde zamanlar 180°de tamamlanır. Görsel 4.13'ten zamanların oluşumunu takip ediniz.

Emme Zamanı

Piston ÜÖN'de iken emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye inerken vakum oluşur ve silindir içerisine yakıt hava karışımı alınır. Teorik olarak basıncın değişmediği kabul edilir. Piston AÖN'ye geldiğinde emme supabı kapanır. Emme zamanı tamamlanır.

Sıkıştırma Zamanı

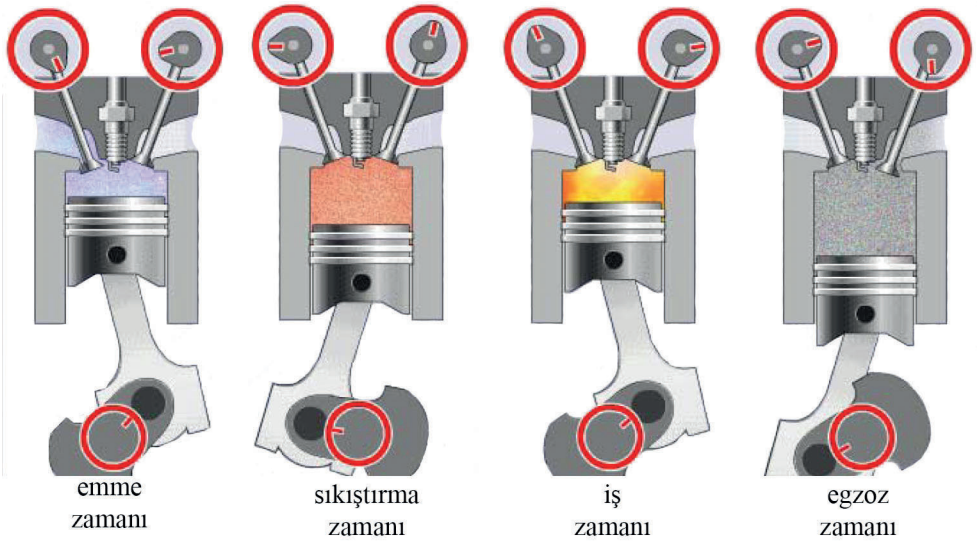
Emme ve egzoz supapları kapalıdır; piston AÖN'den ÜÖN'ye giderken silindir içindeki yakıt hava karışımını sıkıştırır, karışımın basınç ve sıcaklığı artar. Piston ÜÖN'ye geldiğinde sıkıştırma zamanı tamamlanır.

İş Zamanı

Emme ve egzoz supapları kapalıdır ve piston ÜÖN'dedir. Buji ile yakıt hava karışımı ateşlenir, hacim sabittir. Yanma odasındaki basınç ve sıcaklık daha da artar. Piston AÖN'ye ittirilir. İş zamanı piston AÖN'ye geldiğinde tamamlanır.

Egzoz Zamanı

Piston AÖN'ye geldiğinde egzoz supabı açılır; yanmış gazlar egzoz kanalından silindir dışına kendiliğinden çıkmaya başlar ve basınç aniden düşer, hacim değişmez. Piston ÜÖN'ye geldiğinde egzoz zamanı ve bir teorik otto çevrimi tamamlanmış olur.



Görsel 4.13: Motorlarda pistonun hareketine göre zamanların oluşumu

4.4.17.2. Dizel Teorik Çevrimi

Dizel teorik çevrimde de zamanlar 180°de tamamlanır. Görsel 4.14'ten zamanların oluşumunu takip ediniz.

Emme Zamanı

Piston ÜÖN'dedir ve emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye iner, silindir içerisine sadece hava alınır. Piston AÖN'ye geldiğinde emme supabı kapatılır, basınç değişmez.

Sıkıştırma Zamanı

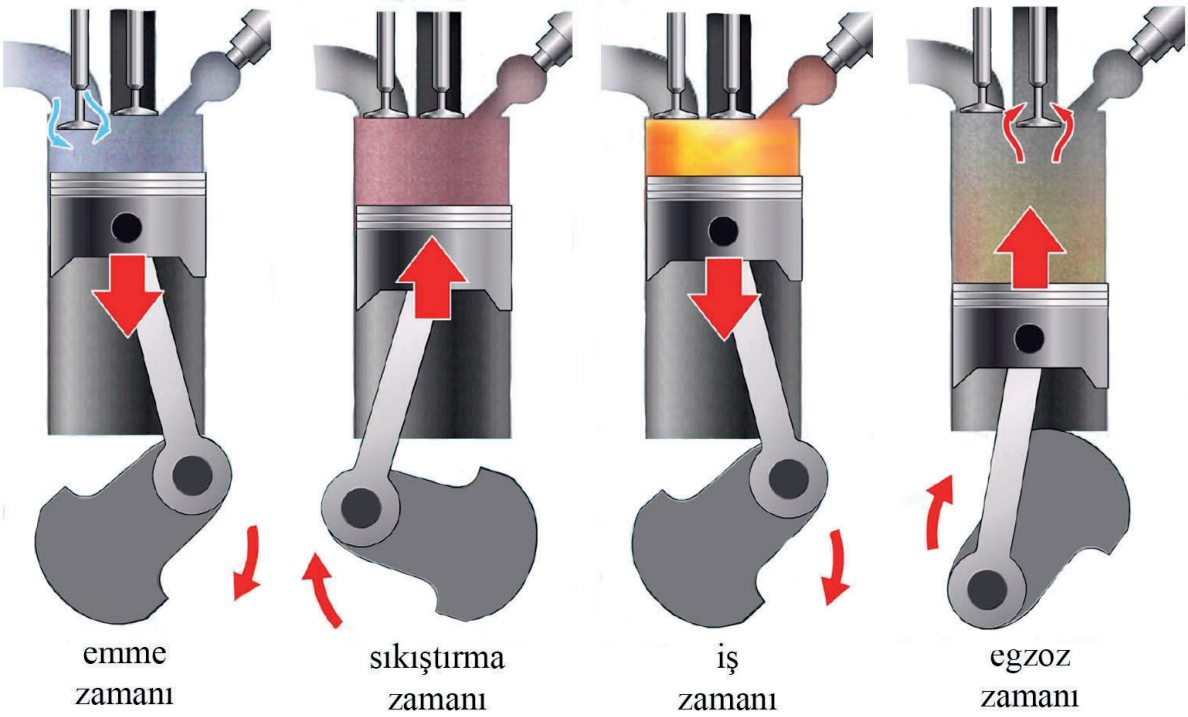
Emme ve egzoz supapları kapalıdır; piston AÖN'den ÜÖN'ye giderken silindir içindeki havayı sıkıştırır, havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Piston ÜÖN'ye geldiğinde sıkıştırma zamanı tamamlanır.

İş Zamanı

Sıcaklığı yüksek olan havanın içerisine basınçlı yakıt püskürtülür ve yakıt yanmaya başlar. Yanma odasında sıcaklık sabit basınçta en yüksek noktaya çıkar ve piston AÖN'ye ittirilir. Piston AÖN'ye geldiğinde iş zamanı tamamlanır.

Egzoz Zamanı

Piston AÖN'de iken egzoz supabı açılır; yanmış gazlar silindir dışına kendiliğinden çıkmaya başlar ve basınç aniden düşer, hacim değişmez. Piston ÜÖN'ye geldiğinde egzoz zamanı ve dizel çevrimi tamamlanır.



Görsel 4.14: Dizel çevrimli motorlarda zamanların oluşumu

4.4.17.3. Otto Pratik Çevrimi

Bu konu, supap ayar diyagramı konusu işlenirken detaylı olarak ele alınacaktır.

Emme Zamanı

Piston ÜÖN'ye gelmeden 5°-10° önce emme supabı açılır (Görsel 4.13 ve Görsel 4.15). Piston ÜÖN'den AÖN'ye doğru giderken silindir içinde vakum oluşur. Basınç atmosfer basıncından düşüktür. Silindir içine yakıt hava karışımı alınır. Piston AÖN'yi yaklaşık 50° geçtikten sonra emme supabı kapanır.

Sıkıştırma Zamanı

Emme supabı kapandıktan sonra piston AÖN'den ÜÖN'ye doğru çıkarken yakıt hava karışımını sıkıştırır, karışımın basıncı ve sıcaklığı artar.

İş Zamanı

Piston ÜÖN'ye gelmeden 5°-15° önce karışım buji ile ateşlenir. Alev hızlı şekilde yanma odasına yayılır, basınç ve sıcaklık aniden artar. Basınç piston ÜÖN'yi yaklaşık 5° geçtikten sonra en yüksek değerine ulaşır ve piston AÖN'ye doğru itilir.

Egzoz Zamanı

Piston AÖN'ye gelmeden 45° önce egzoz supabı açılır. Yanmış gazlar zaten basınçlı olduklarından kendiliğinden dışarıya çıkmaya başlarlar. Piston, AÖN'den ÜÖN'ye doğru giderken yanmış gazları dışarıya atmaya devam eder. Piston ÜÖN'yi 5°-15° geçtikten sonra kapanır. Çevrim tamamlanır.

4.4.17.4. Dizel Pratik Çevrimi

Görsel 4.14'te piston ve supapların hareketine göre zamanlar aşağıdaki gibi oluşur:

Emme Zamanı

Piston ÜÖN'ye gelmeden emme supabı açılır. Piston ÜÖN'den AÖN'ye giderken vakum oluşturur. Basınç atmosfer basıcının altına düşer. Silindir içine hava alınmaya başlar. Emme supabı piston AÖN'yi geçtikten sonra kapanır.

Sıkıştırma Zamanı

Piston, silindir içine alınan havayı sıkıştırır ve havanın basıncı ve sıcaklığı artar.

İş Zamanı

Piston ÜÖN'ye gelmeden enjektörden basınçlı sıcak havanın içine basınçlı yakıt püskürtülür. Tutuşma olur; hızlı bir yanma başlar, basınç ve sıcaklık aniden yükselir. Enjektörden yakıt püskürtmenin devam etmesiyle yanma kontrollü olarak devam eder. Oluşan basınç ile piston AÖN'ye itilir.

Egzoz Zamanı

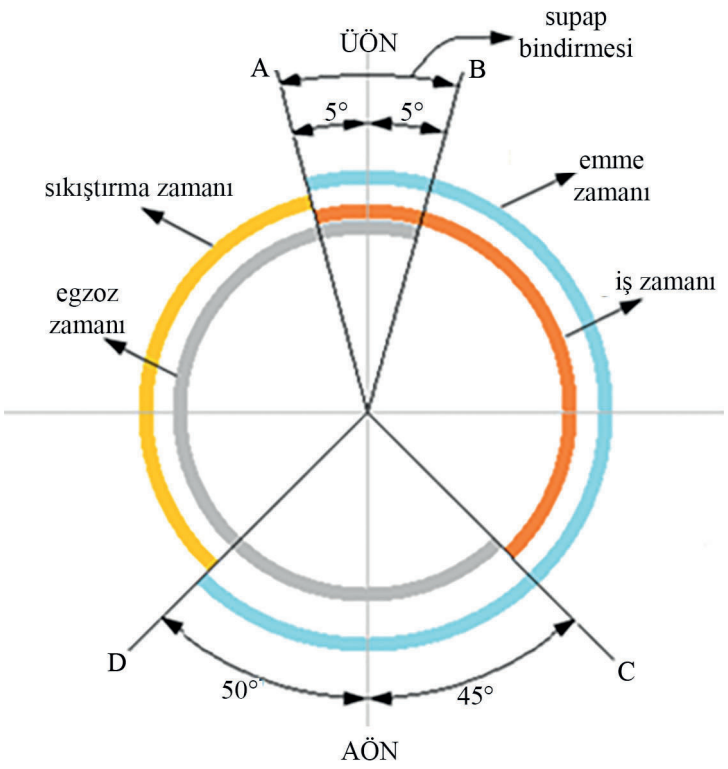
Egzoz supabı piston AÖN'ye gelmeden egzoz supabı açılır. Yanmış basınçlı gazlar dışarıya çıkmaya başlar. Piston AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken yanmış gazları dışarıya atmaya devam eder. Piston ÜÖN'yi geçtikten sonra egzoz supabı kapanır ve çevrim tamamlanır.

4.4.17.5. Otto ve Dizel Çevrimlerinin Karşılaştırılması

- Teorik otto çevriminde yanma, sabit hacimde teorik dizel çevriminde ise sabit basınçta gerçekleşir.
- Dizel motorlarının yakıt sarfiyatı düşüktür.
- Dizel motorlarında daha yüksek tork üretilir.
- Otto motorlardan daha fazla güç üretilir.
- Dizel motorlarda yüksek NOx salınımı vardır. Ayrıca partikül madde çıkışı vardır.
- Otto motorlarda CO ve HC salımı vardır. NOx salınımı dizele göre düşüktür.
- Dizel motorların bakım maliyetleri daha yüksektir.

4.4.18. Supap Zaman Ayar Diyagramı Ve Otto Pratik Çevrimi

İçten yanmalı motorlarda zamanlar, supapların açılmaları ve kapanmaları durumuna göre oluşur. Teorik çevrimde zamanlar 180°de tamamlanır fakat pratikte yani gerçekte böyle değildir. Bu diyagram krank milinin dönüş açısına göre supapların açılmalarını ve kapanmalarını gösteren diyagramdır.



Görsel 4.15: Supap ayar diyagramı

Günümüz teknolojisinin motorlarında yaygın olarak aşırı doldurma sistemleri, emme ve egzoz supaplarının açılma anlarını ve açılma kurslarını değiştiren sistemler kullanılır. Bu sistemlerin bir amacı, silindir içerisine yeterli miktarda taze dolgu alabilmek bir diğer amacı ise egzoz gazlarının tamamını en hızlı şekilde silindir dışına atabilmektir. Şimdi örnek olarak verilen motorun supap ayar diyagramına göre konuyu ele alalım (Görsel 4.15).

(Görsel 4.15) Emme supabı piston ÜÖN'ye gelmeden 5° önce açılır (A noktası). Egzoz gazları hem kendi basıncı ile hem de pistonun ittirmesiyle egzoz kanalına doğru hareket eder ve silindir içinde kısmi bir vakum oluşturur. Piston ÜÖN'ye gelmeden önce emme supabı açılarak bu vakumun etkisinden yararlanılır ve içeriye taze dolgu alınmaya başlanır. Piston ÜÖN'yi geçtikten sonra hacim genişlemeye başlar ve silindir içerisinde vakum oluşur. Vakumunda etkisiyle taze dolgu içeriye alınmaya devam eder. Emme supabı AÖN'yi yaklaşık 50° geçtikten sonra kapanır D noktası). Emme zamanı A noktası ile D noktası arasında 235° (5+180+50)'lik açı ile tamamlanır.

D noktasından itibaren sıkıştırma zamanı başlar. Silindir içerisine alınan taze dolgu sıkıştırılarak basıncı ve sıcaklığı artırılır. Sıcaklık 400-500 °C'ye, basınç 10-15 bara kadar ulaşır.

A noktasında sıcaklığı ve basıncı arttırılmış olan karışım buji ile kıvılcım çaktırılarak ateşlenir. Yanma sonunda sıcaklık 2000-2500 °C'ye ve basınç yaklaşık 50 bara yükselir. Piston AÖN'ye itilir.

Ateşlemenin ÜÖN'den önce yapılmasına **ateşleme avansı** denir. Yanmadan sonra piston üzerinde oluşan basıncın piston ÜÖN'yi 5° geçtikten sonra gerçekleşmesi istenir. Ateşleme avansı ile karışımın tutuşup yanma basıncını oluşturacak kadar bir süre olması sağlanır.

C noktasında piston AÖN'ye gelmeden 45° önce egzoz supabı açılır. Yanmış gazlar genleşmeden dolayı zaten basınçlı olduğundan silindir dışına çıkmaya başlar. AÖN'den itibaren piston yanmış gazları dışarıya süpürmeye devam eder. Egzoz supabı B notasında, piston ÜÖN'yi 5° geçtikten sonra kapanır.

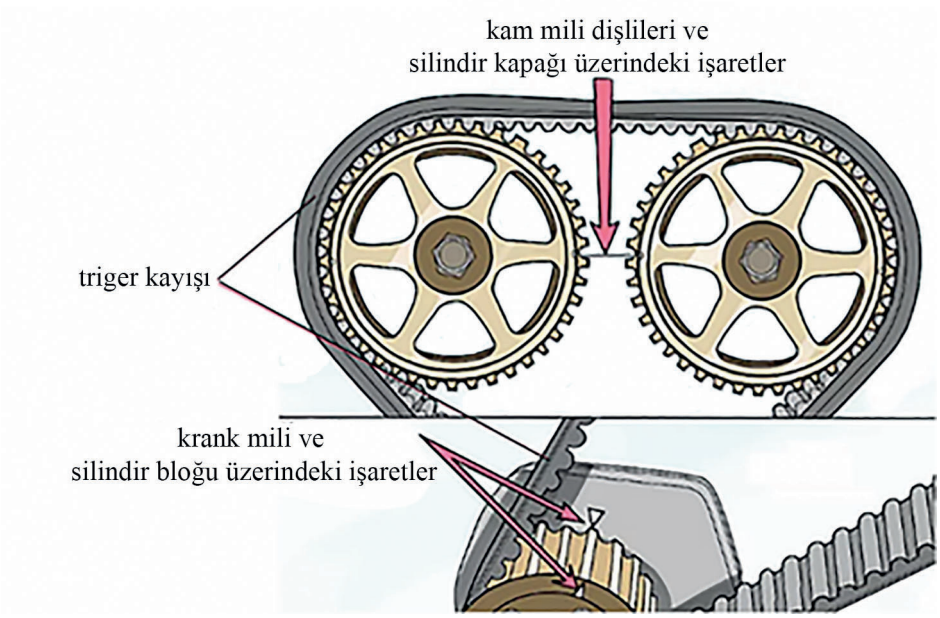
Piston ÜÖN'yi geçmesine rağmen yanmış gazlar egzoz kanalına doğru kazanmış oldukları hızla dışarıya çıkmaya devam ederler. Böylece bir çevrim tamamlanmış olur.

Motorlarda supapların açılma ve kapanma açıları farklılık gösterir. Burada verilen değerler örnek değerlerdir.

4.5. MOTORU SENTEYE GETİRME

Motor üzerinde hareketli birçok parçanın ve sistemin pozisyonu motorun sente pozisyonuna göre ayarlanır. Bu sebeple motorların sente pozisyonlarının bilinmesi ve motorun senteye getirilmesi önemlidir.

Dişli ile hareket iletimli, triger kayışı ile hareket iletimli ve zincir ile hareket iletimli olmak üzere üç farklı zamanlama mekanizması vardır (Görsel 4.16, Görsel 4.17). Her mekanizmada ve motor tipinde birbirinden farklı zamanlama işaretleri kullanılır. Bu sebeple motor senteye getirilirken ilgili aracın motor kataloğundan yararlanılır.



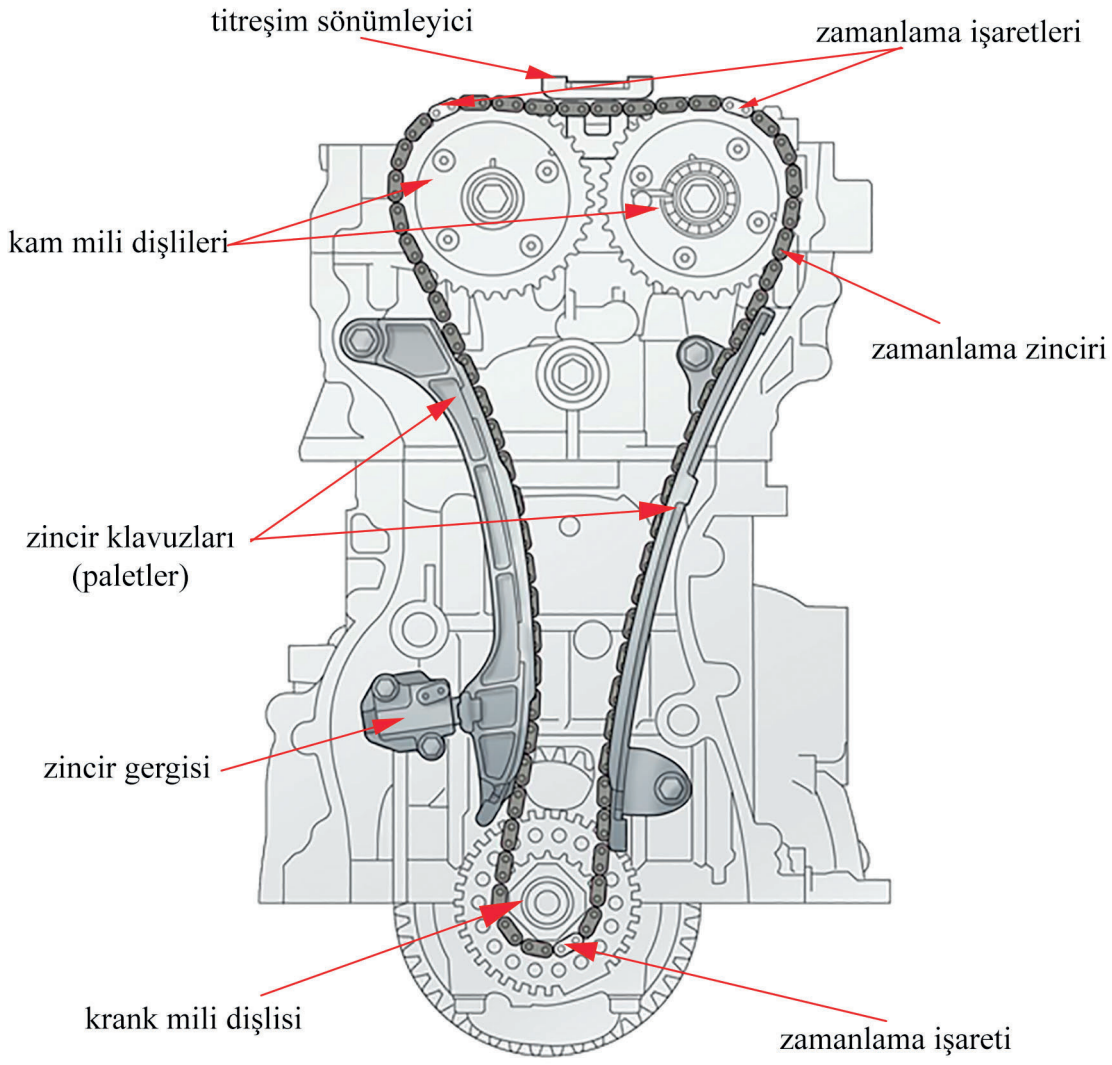
Görsel 4.16: Triger kayışlı sistem ve sente işaretleri

Motoru dönüş yönünde döndürerek supapların açılmasına ve kapanmasına bakarak 1. silindir senteye getirilir. 1. silindirin sente pozisyonu, motorun sente pozisyonudur.

Üst kapak açılıp hangi supapların emme supabı, hangilerinin egzoz supabı olduğu; emme ve egzoz manifoldlarının konumlarına bakılarak tespit edilir.

Motor üzerinde motorun sente pozisyonunu gösteren işaretlere göre de motor senteye getirilir (Görsel 4.17). Bu işaretler zaman ayar dişlileri üzerinde ve zaman ayar mekanizmasının bulunduğu kısımlarda bulunur. Bu işaretler karşılaşıncaya kadar motor dönüş yönünde döndürülür. İşaretler karşılaştığında motor senteye gelmiş olur. Motor dönüş yönünde döndürülerek silindirlerin senteye geliş sıralaması, motorun ateşleme sırasını da gösterir.

4 silindirli ve üzerindeki çift silindir sayılı motorlarda kardeş çalışan iki silindir vardır. Yani aynı anda ÜÖN ve AÖN'de olurlar. İki piston ÜÖN'de iken silindirlerden biri supap bindirmesinde diğeri sentededir. 4 silindirli sıra tip motorlarda 1. ve 4. ; 2. ve 3. silindirler birlikte çalışır.



Görsel 4.17: Zincir ile hareket iletimli zamanlama mekanizması

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. ARAÇ KALDIRMA VE MOTOR SEHPALAMA		

AMAÇ Aracı güvenli bir şekilde kaldırmak ve sehpaya almak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı — Özelliği — Miktarı

1- Araç kaldırma krikosu
2- Araç kaldırma sehpası
3- Tekerlek sabitleme takozları

2. İşlem Basamakları

1) Aracı güvenli bir şekilde çalışmanın yapılacağı alana park ediniz. El frenini çekiniz.

2) Tekerleklerin arkasına takoz yerleştiriniz.

3) Aracı uygun yerinden kriko ile kaldırınız.

4) Sehpayı aracın altında uygun olan yere yerleştiriniz ve krikoyu yavaşça indiriniz.

Görsel 4.18: Tekerleğe takoz yerleştirme

Görsel 4.19: Aracı kriko ile kaldırma

Görsel 4.20: Aracı sehpaya alma

5) Bu işlemleri dört tekerlek için yapınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Krikonun kurallara uygun kullanılması ve aracı uygun yerden kaldırmasının sağlanması	25	
3	Sehpanın uygun olarak yerleştirilmesi	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. ARACI LİFTE ALIP KALDIRMA		

AMAÇ Aracı güvenli bir şekilde lifte alıp kaldırmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Araç kaldırma lifti		

2. İşlem Basamakları

1) Liftin sütunları arasına alınan aracın liftin ayaklarına göre konumlandırınız.
2) Aracın kaymaması için arka tekerleğinin önüne takoz koyunuz.
3) Liftin dört ayağını aracın altında uygun yerlere konumlandırınız.
4) Lifti bir miktar kaldırınız ve ayakları kontrol ediniz.
5) Araç üzerinde gerekli çalışmayı yapmak için lifti uygun yüksekliğe kaldırınız.

Görsel 4.21: Lifte alma

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Aracın liftin ayaklarına göre konumlandırılması	20	
3	Liftin ayaklarının aracın altında uygun yerlere yerleştirilmesi ve aracın kaldırılması	40	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	10	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. MOTORU SEHPAYA ALMA		

AMAÇ Güvenli bir şekilde motoru sehpaya almak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı Özelliği Miktarı

1- Motor sehpası
2- Caraskal
3- Bağlantı cıvataları
4- Lokma ve yıldız anahtar takımı

2. İşlem Basamakları

1) Motor askı kulaklarına caraskal zincirini takınız.
2) Caraskal ile motoru sehpaya bağlayabileceğiniz yüksekliğe kaldırınız.
3) Sehpanın kollarını motora bağlantı yapılabilecek şekilde konumlandırınız.
4) Uygun ebatlarda cıvatalarla motoru sehpaya bağlayınız.

Görsel 4.22: Motoru sehpaya alma

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Motorun ceraskala uygun şekilde asılması	25	
3	Motor uygun yüksekliğe getirilerek sehpaya uygun şekilde bağlanması	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR TERİMLERİ VE MOTORU SENTEYE GETİRME	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. MOTORU SENTEYE GETİRME		

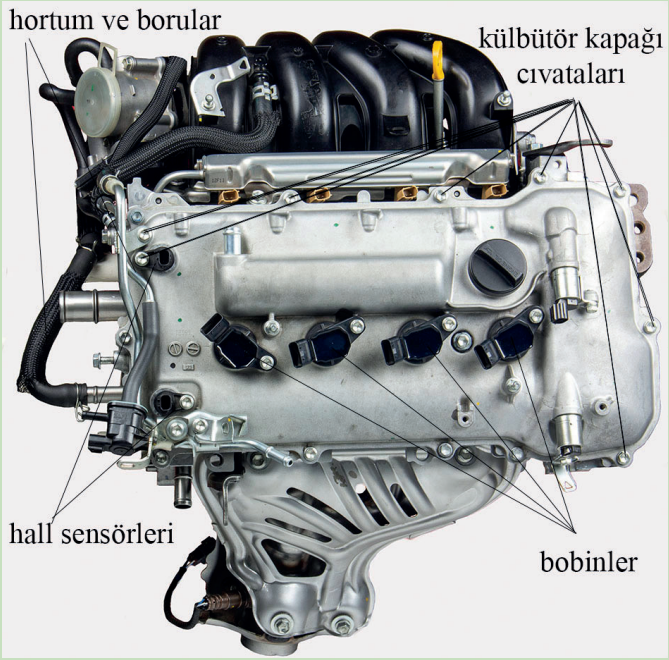
AMAÇ Zamanlama zinciri ile hareket iletimi olan motoru senteye getirmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Lokma takımı		
2- Yıldız anahtar, düz anahtar takımı		
3- Tornavida takımı		

2. İşlem Basamakları

1) Külbütör kapağının üzerinden ateşleme bobinlerini, hall sensörlerini, boru ve hortumbağlantılarını sökünüz.
2) Külbütör kapağının cıvatalarını sökünüz ve kapağı yerinden çıkarınız.



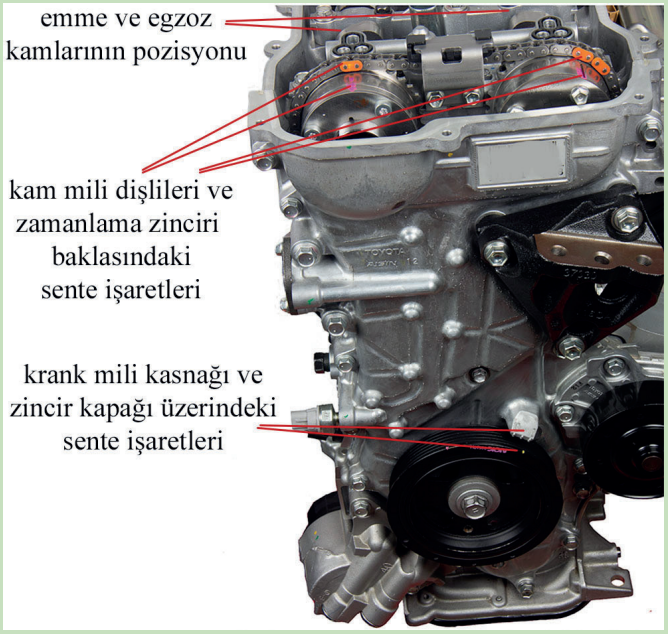
Görsel 4.23: Motor üst bağlantıları

3) 19 mm lokma ve cırcır ile krank mili kasnağı cıvatasından motoru dönüş yönünde döndürünüz.

4) Zincir üzerindeki işaretli iki bakla ile kam mili dişlileri üzerindeki işaretleri üst üste gelene kadar motoru döndürünüz. Aynı zamanda krank mili kasnağı üzerindeki çentik ile zamanlama zinciri kapağı üzerindeki işareti aynı hizaya getiriniz.

5) Birinci silindirin supapları üzerindeki kamların yönünü kontrol ediniz (Emme ve egzoz kamları açılı bir şekilde yukarıyı göstermelidir).

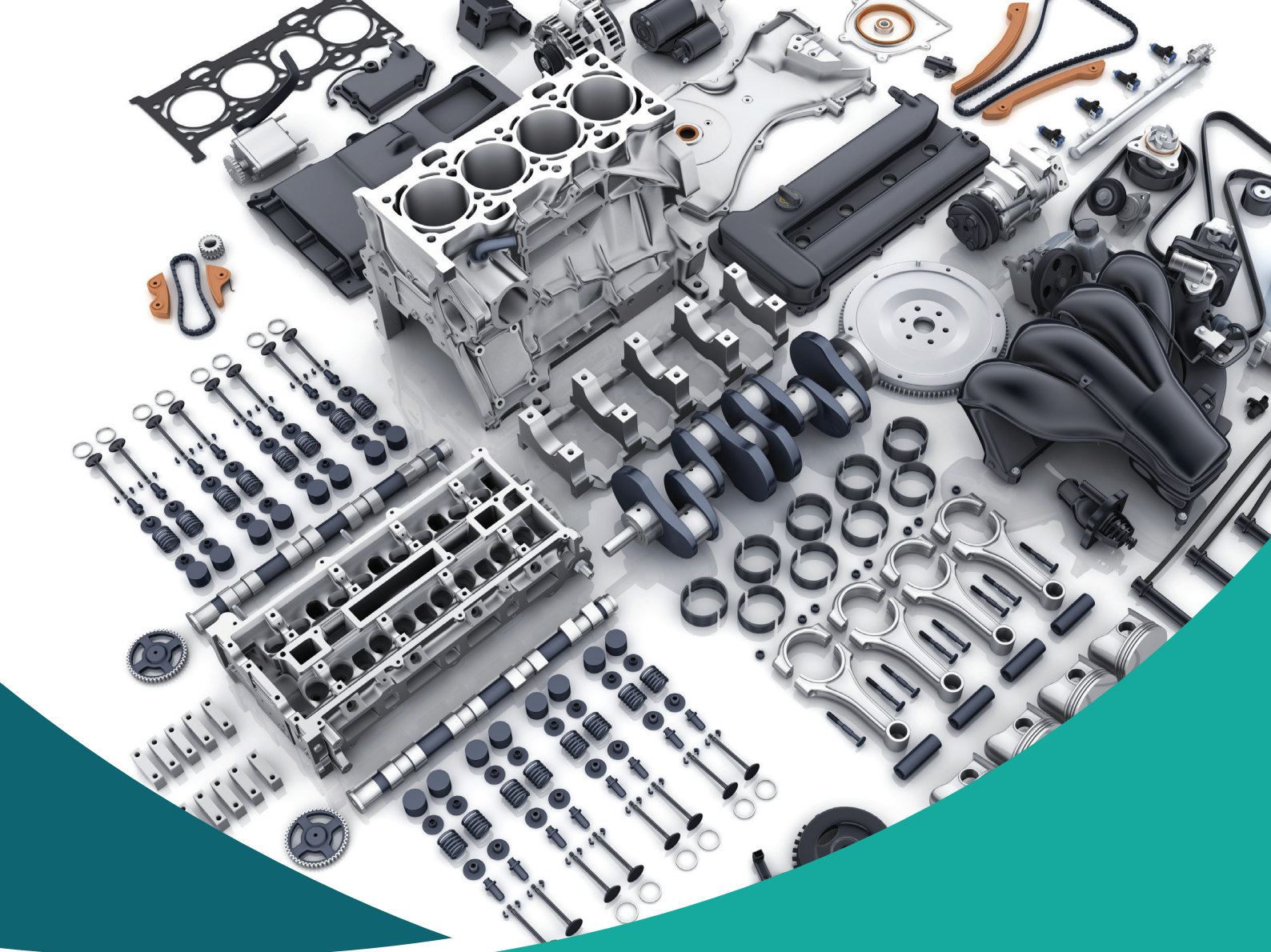
6) Zincir ile kam mili dişlileri işaretleri, krank kasnağındaki çentik ile kapak üzerindeki işaretler hizalandığında motor senteye getirilmiş olur.



Görsel 4.24: Sente işaretleri

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Motoru senteye getirme adımına geçmeden önce gerekli sökme adımlarının gerçekleştirilmesi	20	
3	Motorun senteye getirilmesi	30	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	



5. ÖĞRENME BİRİMİ

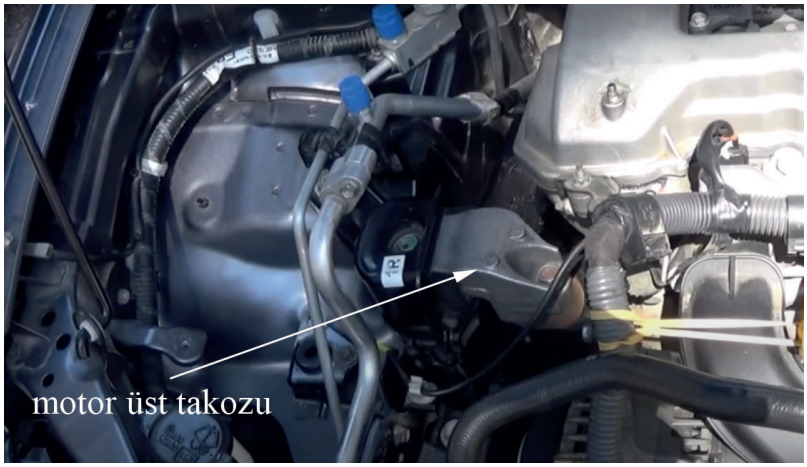
SABİT MOTOR PARÇALARI

1. Motor Takozlarının Kontrolleri ve Değişimi
2. Manifoldların Kontrolleri ve Değişimi
3. Silindir Kapağı Kontrolleri ve Değişimi
4. Silindir Bloğu Kontrolleri ve Değişimi

5.1. MOTOR TAKOZLARININ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

Motor takozları (motor kulağı); motoru aracın karoserine ve traverse bağlamaya yarayan, motor titreşimlerini absorbe ederek (emerek) araç gövdesine iletilmesini engelleyen parçalardır. Araca yan yerleşimli motorlarda motor ön kısmında **motor üst kulağı** bulunur. Motor arkasında şanzıman ile birlikte motoru araç gövdesine bağlayan bir kulak daha bulunur. Araç altında aracın ön kısmından bağlanan bir motor kulağı daha bulunur. Motor kulaklarının yerleşimi motorun araç üzerine yerleşimine göre araçtan araca farklılık gösterir.

Görsel 5.1: Motor takozu örnekleri



Görsel 5.2: Motor üst takozu

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. MOTOR ALT TAKOZU (KULAĞI) DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Motor alt takozunu değiştirmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yeni motor alt takozu		
2- Lokma takımı, kombine anahtar takımı		

2. İşlem Basamakları

1) Aracı lifte alınız ve ayaklarını uygun şekilde yerleştiriniz.
2) Motor kaputunu açınız ve çalışacağınız alana çamurluk bezlerini yerleştiriniz. KKD'lerinizi hazırlayınız.
3) Görsel 5.3'de gösterildiği gibi takozun burcundan geçen cıvata ve somunu sökünüz.
4) Lifti kaldırınız ve takozun altındaki bağlantı somunlarını sökünüz.
5) Takozu yerinden çıkarınız.

Görsel 5.3: Motor alt takozu

6) Yeni takozu yerine yerleştiriniz ve sökme adımlarının tersine sırayla takma adımlarını uygulayınız. Cıvataları sıkma torku: 90 Nm
7) Somunları sıkma torku: 80 Nm

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.

Görsel 5.4: Takoz alt somunları

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Motor takozunun sökülmesi	30	
3	Motor takozunun takılması	30	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5.2. MANİFOLDLARIN KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

Motorlarda emme manifoldu ve egzoz manifoldu olmak üzere en az iki manifold bulunur.

5.2.1. Emme Manifoldu

Emme manifoldu; otto çevrimli motorlarda yakıt hava karışımının ya da sadece havanın, dizel motorlarda ise sadece havanın silindirlere gönderilmesini sağlayan kanalların bulunduğu parçadır.

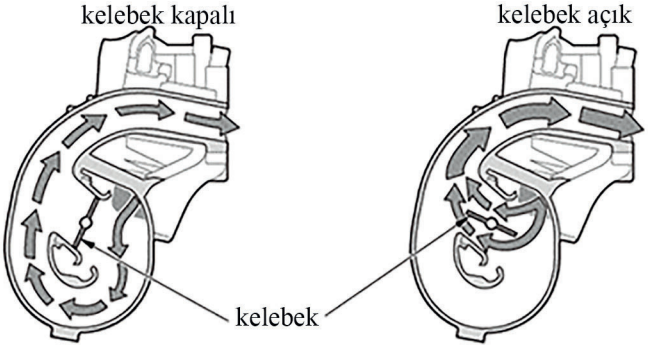
Görsel 5.5: Farklı tasarımlarda emme manifoldları

Emme manifoldu emiş sisteminin bir parçasıdır. Girişi hava filtresinden veya turbo şarj ünitesinden gelen borulara, diğer yüzeyi silindir kapağına bağlıdır. EFI yakıt enjeksiyon sistemlerinde enjektörler emme manifoldlarının çıkışına yakın bir şekilde manifold üzerine yerleştirilmiştir.

Emme manifoldları çoğunlukla alüminyum alaşımlarından, magnezyum alaşımlarından ve sert plastikten (polimerden) yapılırlar (Görsel 5.5). Bu malzemelerin tercih edilme sebepleri; ısı iletimleri, hafif olmaları ve kolay imal edilmeleridir.

Manifoldların iç yüzeyleri çok pürüzlü, kanalları keskin köşeli olmamalıdır. Kanalların silindire mesafeleri eşit uzaklıkta olmalıdır.

Günümüzde bazı motorlarda değişken yollu emme manifoldları kullanılır. Bu manifoldlarda iki çeşit kanal bulunur. Bu kanallardan biri kısa diğeri uzundur. Düşük devirlerde torkun arttırılması için uzun kanal kullanılır. 4000 dev/dk üzeri devirlerde kısa kanal kullanılarak yüksek güç çıkışı sağlanır (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Değişken yollu emme manifoldunun yapısı

5.2.1.1. Hava Filtresi

Silindirlere alınan havanın filtre edilerek tozlardan arındırılmasını sağlar.

5.2.1.2. Turbo Şarj

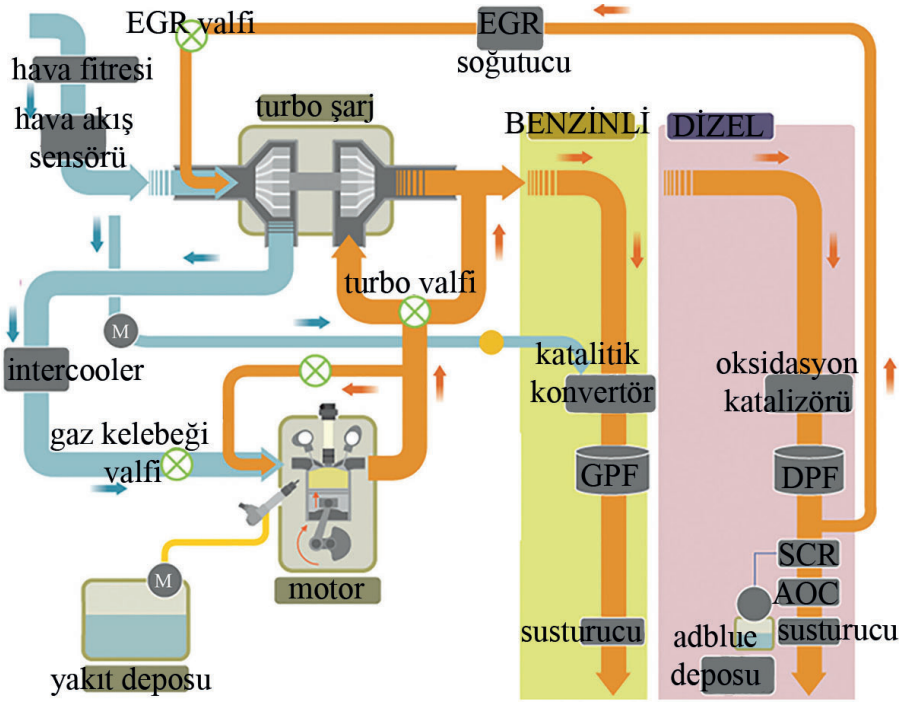
Silindirler içine alınan havanın miktarının arttırılmasını sağlar.

5.2.2. Egzoz Manifoldu

Yanmış gazları silindir kapağı kanallarından tek boruya toplayarak egzoz sisteminin sıradaki diğer parçasına (katalitik konvertör, DPF gibi) aktarır.

Görsel 5.7: Çeşitli egzoz manifoldları

Egzoz manifoldu, yanmış gazlar egzoz borusuna gönderilirken geri tepme yapmayacak şekilde tasarlanır.

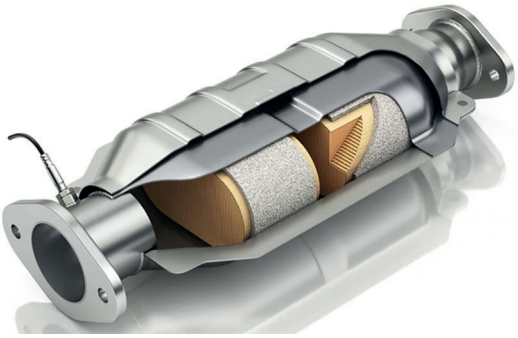


Görsel 5.8: Hava emiş sistemi ve egzoz sistemi

5.2.3. Katalitik Konvertör

Konvertör dönüştürücü demektir. Zararlı egzoz emisyon gazlarını doğada kullanılabilir gazlara dönüştürme işlemini yapar. Günümüzde araçlarda üç yollu katalitik konvertörler kullanılmaktadır. Üç yollu denilmesinin sebebi; CO, NOx ve HC gazlarını CO_2, N_2, O_2 ve H_2O gazlarına dönüştürmesidir.

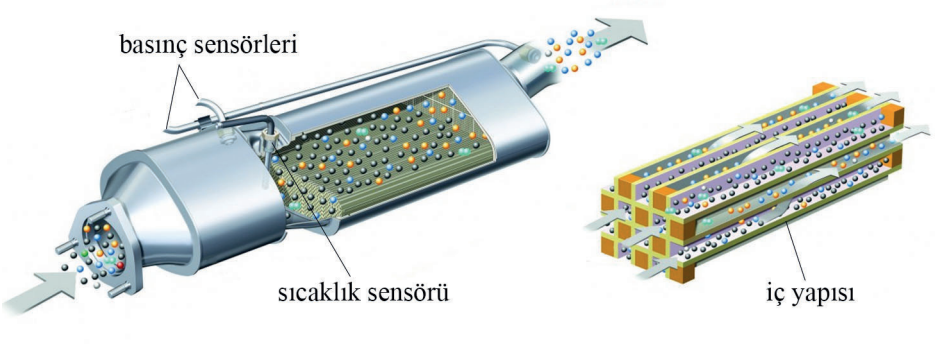
Katalitik konvertörün içi seramik petek yapıdadır. Seramik peteğin yüzeyleri; paladyum, platin ve radyum gibi katalizör elementlerle kaplanır. Bir kimyasal tepkimeyi hızlandıran ve tepkimede yapısı değişmeyen maddelere **katalizör** denir. Radyum azot oksitlerin, platin ve paladyum ise hidrokarbon ve karbon monoksitlerin katalizörleridir. Katalitik konvertörün çalışma sıcaklığı 400 °C - 500 °C'dir.



Görsel 5.9: Katalitik konvertörün iç yapısı

5.2.4. Dpf (Dizel Partikül Filtresi)

Dizel yakıtının içinde bulunan maddelerden dolayı yanma sonucunda oluşan maddelerden biri de partikül maddedir. Odun gibi yakacakları yaktığımızda ortaya çıkan kurum gibi bir maddedir. DPF; partikül maddeleri biriktirir, doğaya salınımı engeller. DPF'in tıkanmaması için belli zaman ve koşullarda partikül maddelerin yanması sağlanır. Bu olaya rejenerasyon denir. **Rejenerasyon** pasif, aktif, ECU uyarısıyla ve serviste teknisyen operasyonu ile olmak üzere farklı şekillerde gerçekleştirilir.



Görsel 5.10: Dizel partikül filtresi

5.2.5. Dizel Oksidasyon Katalizörü

Dizel oksidasyon katalizörü, katalitik konvertörde olduğu gibi HC'leri ve CO'ları CO_2, H_2O'ya dönüştürür. Dizel oksidasyon katalizörü de seramik petek yapıdadır ve yüzeyleri paladyum, iridyum, platin gibi elementlerle kaplanmıştır.

Katalitik konvertörlerde dizel oksidasyon katalizörlerinde ve DPF'lerde genellikle tıkanma arızaları ortaya çıkar. Kurumdan dolayı tıkanmanın yanında iç petek yapıların kırılması veya yapıların bozulması da tıkanıklığa sebep olur. Kurum tıkanıklığı sökülmeden çözülemiyorsa katalizörün değiştirilmesi gerekir.

5.2.6. Manifoldların Arızaları

Manifoldlar, aşırı sıcaklık değişikliklerine maruz kaldıklarından çatlama ve çarpılma gibi arızalar oluşabilir ve manifoldların silindir kapağına oturma yüzeyleri bozulabilir. Boğaz contası ve oturma yüzeyi contası bozulabilir ve kaçak yapabilir.

Emme manifoldunda kaçak olduğunda silindirlere gönderilen hava hacmi ile ECU'ya bildirilen hava hacmi bilgisi farklı olacaktır. Rölanti dengesizliği oluşacak, yakıt enjeksiyon süresinin hesabı bozulacaktır. Egzoz manifoldundaki kaçak durumu; aşırı rahatsız edici sese, egzoz kokusuna ve egzoz emisyon değerlerinin bozulmasına sebep olur.

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. EMME MANİFOLDU CONTASI DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Emme manifold contasını değiştirmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yeni emme manifold contası		
2- Torkmetre ve lokma ve kombine anahtar takımı		
3- Hortum segmanı pensesi		
4- Tornavida		
5- Temizlik malzemeleri		
6- Kişisel koruyucu donanımlar		

2. İşlem Basamakları

- Araçlarda farklı motorlar kullanıldığı için manifoldları da farklıdır.
- Bu uygulamada gerçekleştirdiğimiz adımlar bu araca özel olsa da genel sökme takma prosedürleri aynıdır.
- Siz uygulama yapacağınız aracın kataloğundan yararlanarak bu uygulamayı gerçekleştiriniz.
- Bu uygulama araç üzerinde gerçekleştirilmiştir. Siz sehpa alınmış motor üzerinde de aynı uygulamayı yapabilirsiniz. Uygulama adımları azalacaktır.

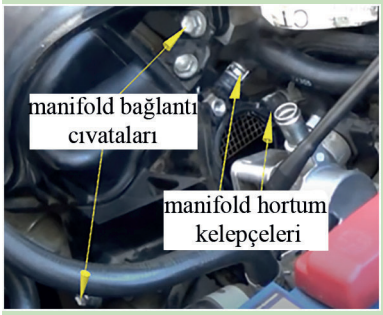
1) Araç uygulamanın yapılacağı alana güvenli bir şekilde park ediniz.
2) Araç için çamurluk bezleri ve teknisyen için KKD (kişisel koruyucu donanımlar)'ler hazırlayınız. Motor kaputunu açınız.
3) Görsel 5.11'de belirtilen motor üst plastik koruma kapağını sökünüz.
4) Görsel 5.11'de gösterilen manifold ile hava filtresi arasındaki hava hortumu, önce soket ve diğer bağlantıları çıkarılarak sökünüz.

Görsel 5.11: Motor üst bağlantılar

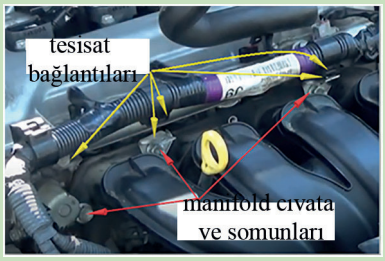
5- Gaz kelebeği gövdesinin üç adet cıvatasını sökünüz ve gövdeyi yerinden çıkarınız.

Görsel 5.12: Gaz kelebeği

6) Emme manifolduna bağlı hortumları ve bağlantı cıvatalarını sökünüz.
7) Emme manifoldu tesisat bağlantılarını sökünüz.
8) Emme manifoldu bağlantı cıvatası ve somunlarını sökünüz ve manifodu geriye çekiniz.
9) Manifold alt hortum bağlantısını sökünüz ve manifoldu çıkarınız.



Görsel 5.13: Hortum kelepçeleri



Görsel 5.14: Emme manifoldu

Görsel 5.15: Manifold alt hortum bağlantısı

10) Emme manifold contasını yuvasından çıkarınız.
11) Manifoldu ve conta yuvasını temizleyiniz.
12) Yeni contayı takınız.
13) Sökme adımlarının sırası ile tersini uygulayarak manifoldu yerine takınız.
14) Manifold bağlantı cıvatalarını ve somunlarını uygun torkta sıkınız. Sıkma torku: 10Nm

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.

Görsel 5.16: Emme manifold contası

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Emme manifoldunun sökülmesi	30	
3	Emme manifoldunun takılması	30	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. EGZOZ MANİFOLDU CONTASI DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Egzoz manifoldunun kontrollerini yapmak ve contalarını değiştirmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı

1- Yeni egzoz manifold contası
2- Yeni egzoz manifoldu boğaz contası
3- Mastar, sentil
4- Torkmetre ve lokma ve kombine anahtar takımı
5- Hortum segmanı pensesi
6- Tornavida
7- Temizlik malzemeleri
8- İnce zımpara
9- Kişisel koruyucu donanımlar

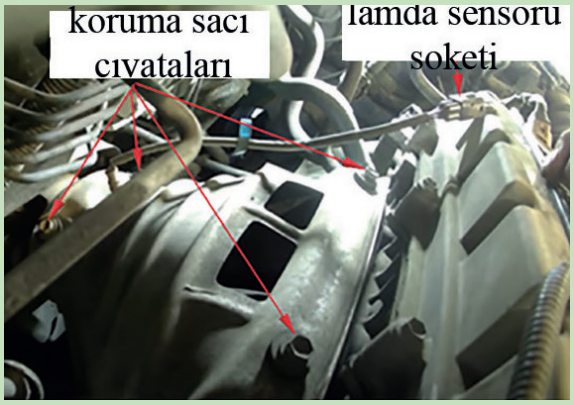
2. İşlem Basamakları

- Araçlarda farklı motorlar kullanıldığı için manifoldları da farklıdır.
- Bu uygulamada gerçekleştirdiğimiz adımlar bu araca özel olsa da genel sökme takma prosedürleri aynıdır.
- Siz uygulama yapacağınız aracın kataloğundan yararlanarak bu uygulamayı gerçekleştiriniz.
- Bu uygulama araç üzerinde gerçekleştirilmiştir. Siz sehpa alınmış motor üzerinde de aynı uygulamayı yapabilirsiniz. Uygulama adımları azalacaktır.

1) Araç uygulamanın yapılacağı lifte güvenli bir şekilde alınız ve aracın üzerinden çalışılabileceğiniz yüksekliğe kaldırınız.
2) Araç için çamurluk bezleri ve teknisyen için KKD (kişisel koruyucu donanımlar)'leri hazırlayınız. Motor kaputunu açınız.
3) Görsel 5.17'de belirtilen motor üst plastik koruma kapağını sökünüz.

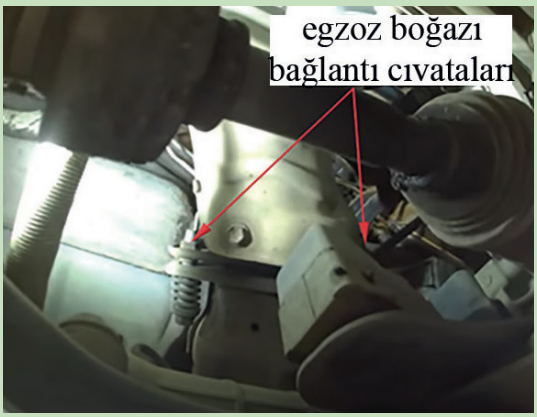
Görsel 5.17: Motor üst bağlantılar

4) Lamda soketini ayırınız.
5) Koruma sacı cıvatalarını sökünüz ve koruma sacını çıkarınız.



Görsel 5.18: Hortum kelepçeleri

6) Lifti kaldırınız ve alttan egzoz manifoldu boğazının bağlantı cıvatalarını sökünüz.



Görsel 5.19: Egzoz boğazı

7) Aracın altından manifold alt koruma sacının motora bağlantı cıvatasını sökünüz.
8) Lifti indiriniz ve üstten manifold bağlantı somunlarını sökünüz (5 adet).
9) Egzoz manifoldunu yerinden çıkarınız.

Görsel 5.20: Egzoz manifoldu

10) Contayı çıkarınız.
11) Monifold üzerinde gözle kontrol yapınız. Korozyona uğrayan yüzeyleri kontrol ediniz (Manifold üzerinde herhangi bir kaçak noktası veya çatlak varsa gözle görülebilir. Siyah kurum izi olur.).
12) Manifold oturma yüzeyini ve boğaz contası oturma yuvasını temizleyiniz.
13) Manifoldun silindir kapağına oturan yüzeyini temizleyiniz.

Görsel 5.21: Egzoz manifold contası

14) Manifoldun yüzeyinde mastar ve sentil kullanarak eğiklik kontrolü yapınız. Manifold yüzeyinde 0,7 mm'den fazla eğiklik olmaması gerekir. Fazla ise manifoldu değiştiriniz.
15) Yeni contayı yerine yerleştiriniz ve manifoldu yerine oturtunuz. Somunlarını saplamalara takıp boşluklarını alınız. Sonra gösterilen sıraya göre torkmetre ile sıkınız. Sıkma torku: 37 Nm
16) Boğaz contasını takarak, katalitik konvertör boğazı ile birleştiriniz ve cıvatalarını sıkınız.
17) Geri kalan takma adımlarını sökme adımlarının sırayla tersini uygulayarak gerçekleştiriniz.

UYARI: Uygulamada verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.

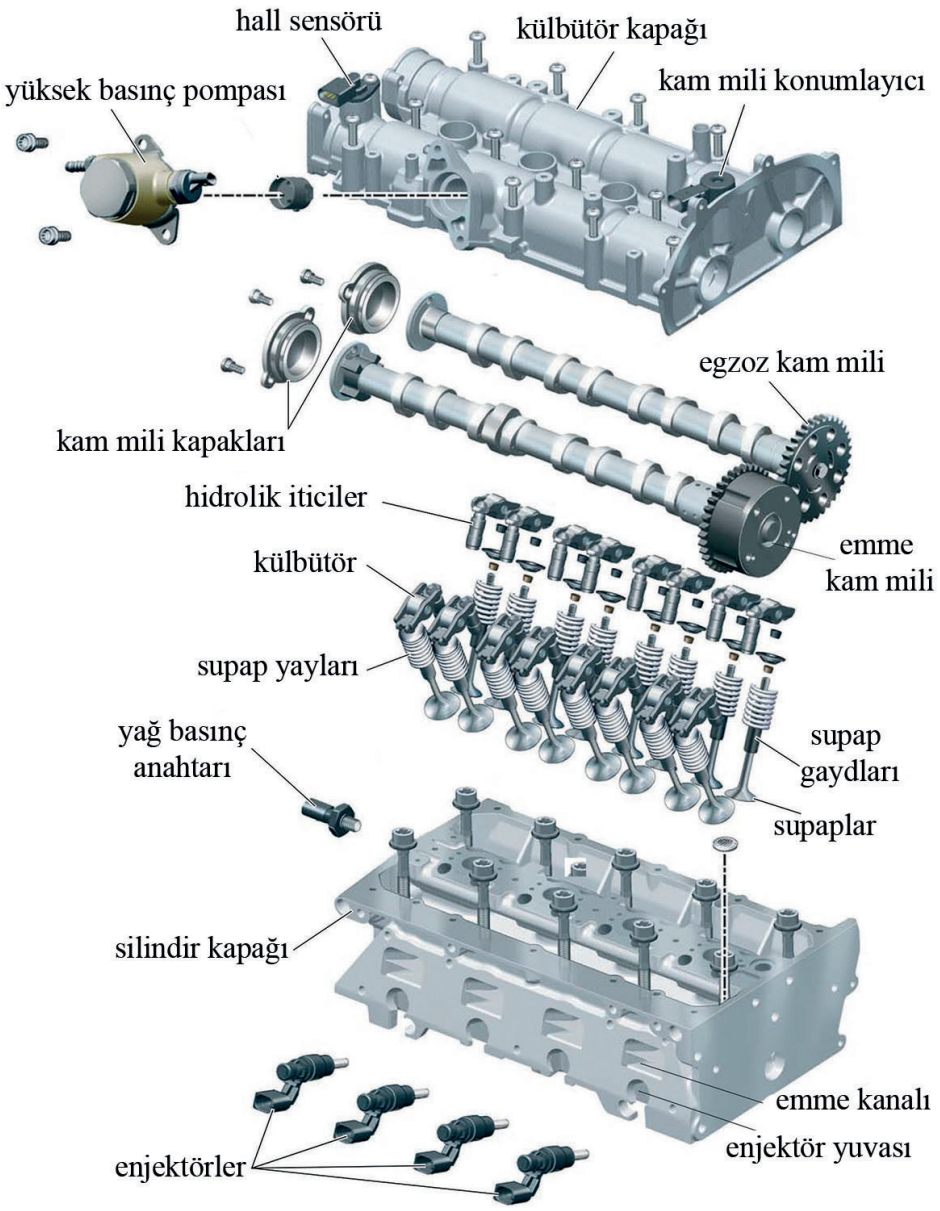
Görsel 5.22: Egzoz manilfodu yüzeyi eğiklik kontrolü

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Egzoz manifoldunun sökülmesi	30	
3	Egzoz manifoldunun takılması	30	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5.3. SİLİNDİR KAPAĞI KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

Silindir kapağı silindirlerin üstlerini örterek yanma odasının büyük bir kısmını teşkil eder. Aynı zamanda supap mekanizması; kam milleri, emme ve egzoz manifoldları gibi motor parçalarını üzerinde taşır ve onlara yataklık eder. Üzerinde supap baga yuvaları, supap gaydı (kılavuzu) yuvaları, enjektör yuvaları, buji yuvaları, sensör ve valf yuvaları, emme ve egzoz kanalları, soğutma sıvısı kanalları ve yağ kanalları bulunur.



Görsel 5.23: Silindir kapağı ve üzerindeki mekanizmalar, parçalar

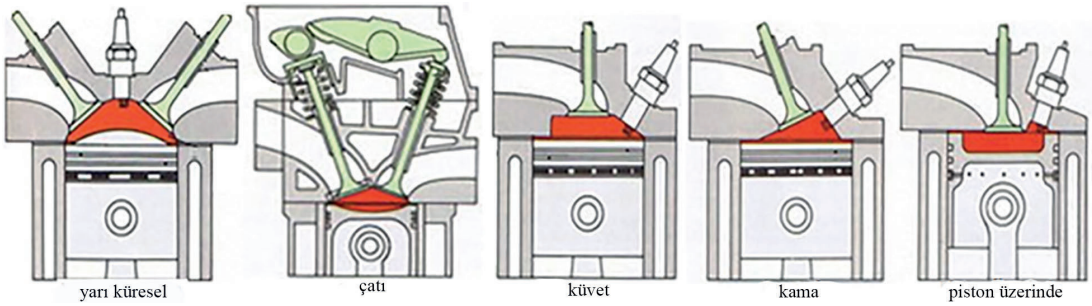
Sıra tipi motorlarda, V Tipi motorlarda, W tipi motorlarda, boksör tipi küçük hacimli motorlarda bir silindir kapağı iki ve ikiden fazla silindirin üzerini kapatmaktadır. Yıldız tip veya büyük hacimli motorlarda (gemi, iş makinesi motorları gibi) her silindir başına tek silindir kapağı düşmektedir.

Hava soğutmalı motorlarda silindir kapağının çevresi soğutma kanatçıkları ile kaplıdır. Kanatçıklar soğutma yüzey alanının artmasını sağlamaktadır.

Silindir kapağında malzeme olarak alüminyum alaşımları ve lamel grafitli dökme demir kullanılır. Üreticiler; işlemesi kolay, ısı iletimi yüksek ve hafif olduğundan genellikle alüminyum alaşımlı malzemeleri tercih etmektedir.

5.3.1. Yanma Odaları

Piston ÜÖN'de iken üzerinde kalan hacme **yanma odası** denilir. Buji ateşlendikten sonra veya enjektörler yakıt püskürtüp tutuşma başladıktan sonra alevin yayılması ve piston üzerinde oluşan basıncın en iyi şekilde meydana gelmesi için yanma odasının tasarımı önemlidir.



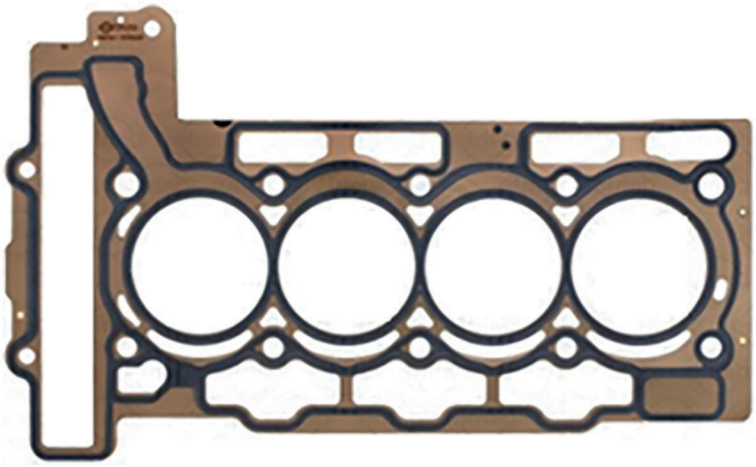
Görsel 5.24: Yanma odası tasarımları

Günümüz teknolojisi ile üretilen otto çevrimli motorların sıkıştırma oranları gittikçe yükseltilmektedir. Bu, yanma odalarının daha da küçüldüğü anlamına gelmektedir. Yanma odaları küçülürken supap sayısının artması; direk yakıt püskürtmeli motorlarda yanma odasına enjektör de yerleştirilmesi, yanma odası tasarımını daha da zor hale getirmektedir. Bu sebeple yanma odasının diğer önemli yüzeyini oluşturan piston kafalarının tasarımları buna göre yapılmaktadır.

Görsel 5.25: Yanma odasının diğer yüzeyini oluşturan piston kafası tasarımları

5.3.2. Silindir Kapak Contası

Silindir kapak contası, silindir kapağı ile silindir bloğu arasında bulunur. Silindirlerden kompresyon kaçağını engeller, su ceketleri ile yağ kanalı arasında sızdırmazlık sağlar. Basınç ve yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılırlar. Silindir kapak contası; iç katmanı asbest, dışı çelik saçlardan yapılır ya da sadece silindir çevreleri çelik saç olacak şekilde yapılır. Yerine takılırken conta üzerindeki işaretli, yazılı veya dikişli tarafı üste yani silindir kapağı tarafına gelmelidir. Yüksüklere geçecek şekilde yerine oturtulur. Yağ kanalına gelen deliğin açık olup olmadığı kontrol edilmelidir.



Görsel 5.26: Silindir kapak contası

5.3.3. Silindir Kapağında Meydana Gelebilecek Arızalar Ve Belirtileri

Silindir kapağından kaynaklı bir arıza meydana geldiğinde şu şekilde belirtiler ortaya çıkar:

- Soğutma sıvısı eksilir: Bu durum silindir kapak contası veya yanma odası yüzeyinde herhangi bir çatlaktan kaynaklanabilir. Sıkıştırma ve iş zamanlarında basınç yükseldiği için kaçak olan bölgelerden soğutma sistemine basınç olur ve soğutma sıvısının genleşme kabı kapağından atılmasına sebep olur. Emme zamanında bu kaçak bölgelerinden silindir içerisine bir miktar sıvı da çekilebilir. Bu durum da egzozdan beyaz duman çıkmasına sebep olur.
- Motor yağına soğutma sıvısı karışır: Bu arıza da silindir kapak contasından veya silindir kapağının oturma yüzeylerinde korozyondan kaynaklı bozulmalardan kaynaklanır. Motor yağının rengi çamursu bir renk alır.
- Soğutma sıvısının içerisine yağ karışır: Silindir kapağına yağlama sisteminden bir yağ kanalı vardır. Silindir kapak contalarında bu yağ kanalının çevresinden su ceketlerine kaçak motor yağı geçişi olur. Çünkü yağlama sistemi kanalları üzerindeki yağ basıncı soğutma sistemindeki basınçtan yüksektir. Genleşme kabı içerisinde soğutma sıvısının rengi koyulaşır ve kapağı açıldığında çamur renginde bir sıvı ile karşılaşılır.
- Kompresyon kaçağı olur: Bu arıza kendini motor rölanti devrinde bozukluk çekişte düşüklükle kendini gösterir. Sebebi supaplardan, supap bagalarından, silindir kapak contasından, piston üzerindeki segmanlardan ve silindir kapağında yer alan herhangi bir çatlak olabilir.

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 6 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. SİLİNDİR KAPAĞININ SÖKÜLMESİ VE TAKILMASI		

AMAÇ Silindir kapağını sökmek, kontrollerini yapmak ve motor üzerine takmak.

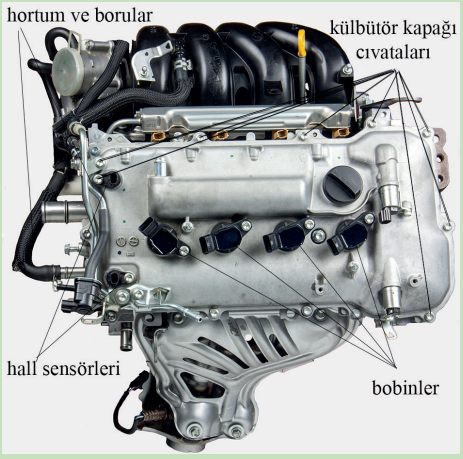
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı

1- Külbütör kapağı ve silindir kapağı contası
2- Emme manifoldu ve egzoz manifoldu contası
3- Lokma takımı, kombine ve yıldız anahtar takımları
4- Tornavida takımı ve bits takım
5- Torkmetre

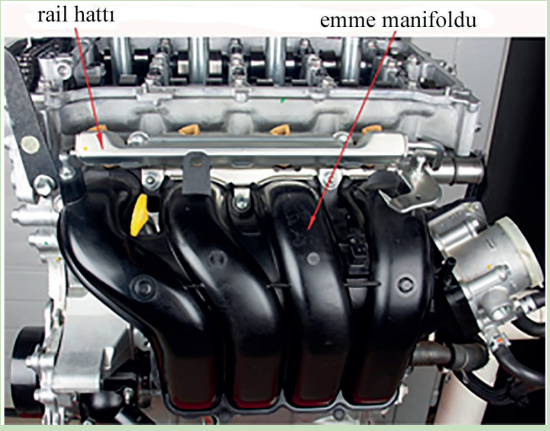
2. İşlem Basamakları

1) Külbütör kapağı üzerindeki hortum ve boru bağlantılarını sökünüz.
2) Ateşleme bobinlerini ve hall (kam mili konum) sensörlerini sökünüz.
3) Karşılıklı olarak külbütör kapağı cıvatalarını sökünüz ve külbütör kapağını çıkarınız.



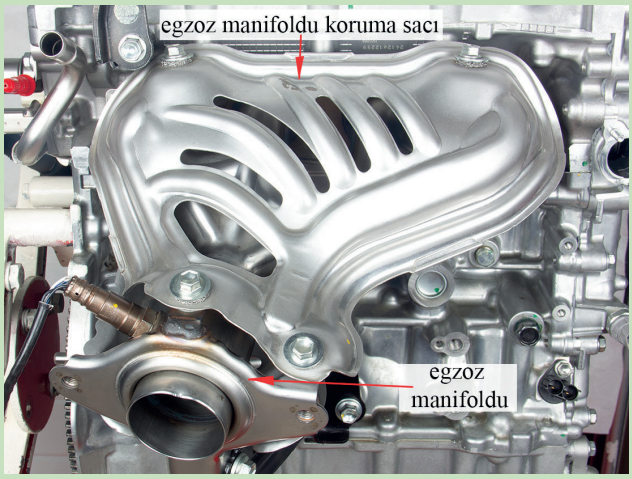
Görsel 5.27: Motor üst bağlantıları

4) Enjektör rail hattını sökünüz.
5) Emme manifoldu cıvata ve somunlarını sökünüz ve emme manifoldunu çıkarınız.



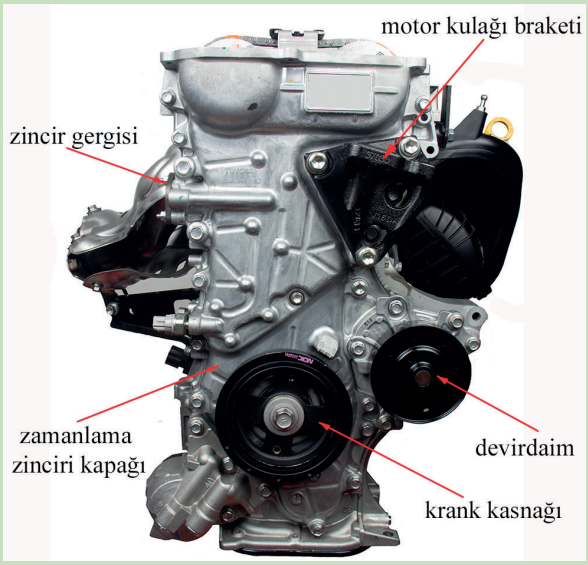
Görsel 5.28: Emme manifoldu

6) Egzoz manifoldu koruma sacını sökünüz.
7) Egzoz manifoldu somunlarını sökünüz ve manifoldu çıkarınız.
8) Egzoz manifold contasını çıkarınız.



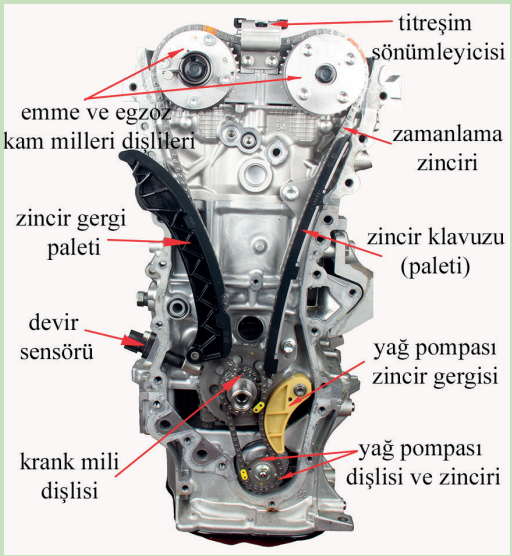
Görsel 5.29: Egzoz manifoldu

9) Krank kasnağı cıvatasından döndürerek motoru senteye getiriniz.
10) Motor kulağı braketini sökünüz.
11) Zincir gergisini sökünüz ve gergiyi çıkardıktan sonra gergiyi kapalı pozisyona getiriniz.
12) Devirdaimi sökünüz.
13) Krank kasnağını sökünüz.
14) Zincir kapağını (motor ön kapağı) sökünüz.



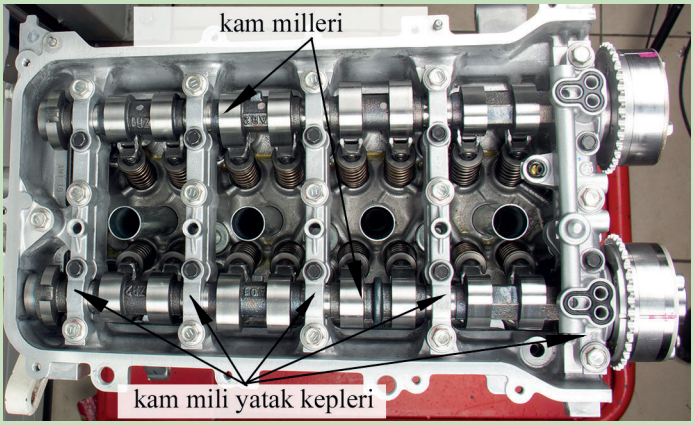
Görsel 5.30: Motor ön kapak bağlantıları

15) Yağ pompası zinciri gergisini sökünüz.
16) Yağ pompası dişlisini ve zincirini sökünüz.
17) Zamanlama zinciri paletlerini sökünüz.
18) Devir sensörünü sökünüz.
19) Titreşim sönümleyiciyi sökünüz.
20) Zamanlama zincirini sökünüz.



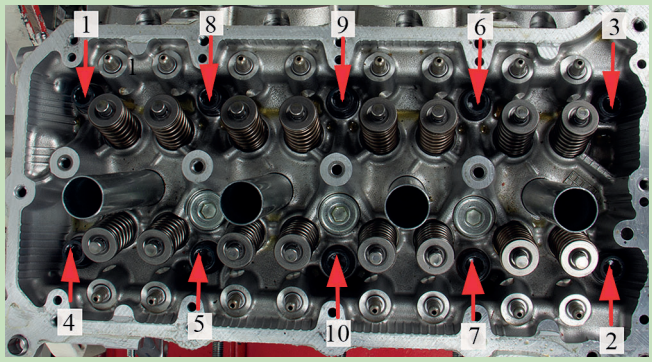
Görsel 5.31: Zamanlama zinciri bağlantıları

21) Kam mili yatak keplerinin önce cıvatalarını gevşetiniz. Sonra yatak keplerini sökünüz.
22) Kam millerini yerlerinden çıkarınız.
23) Makaralı iticileri (külbütörleri) ve hidrolik iticileri yerlerinden çıkarınız.
24) Kam mili yatağını sökünüz.



Görsel 5.32: Kam mili yatak kepleri

25) Silindir kapak cıvatalarını yandaki görseldeki sıralamaya göre gevşetiniz.
26) Silindir kapağının cıvatalarını sökünüz ve silindir kapağını yerinden alınız.
27) Silindir kapak contasını yerinden çıkarınız.



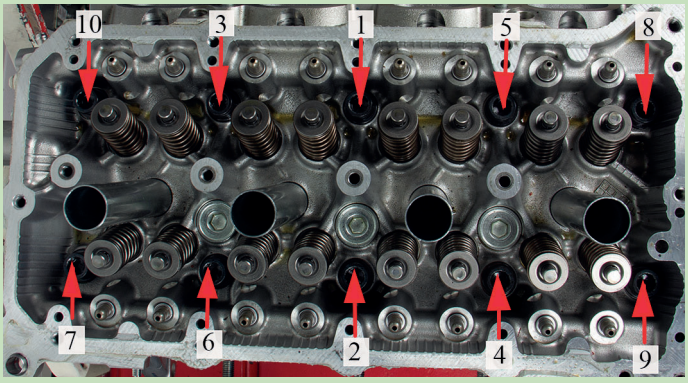
Görsel 5.33: Silindir kapağı cıvataları sökme sırası

Silindir kapağının takılması

28) Silindir kapağını temizleyiniz.
29) Silindir kapak contasını yerine yerleştiriniz (Silindir kapak contasında yazılı ya da işaretli yüzey üst tarafa gelmelidir.).
30) Silindir kapağını yerine yerleştiriniz.

Görsel 5.34: Silindir kapak contası

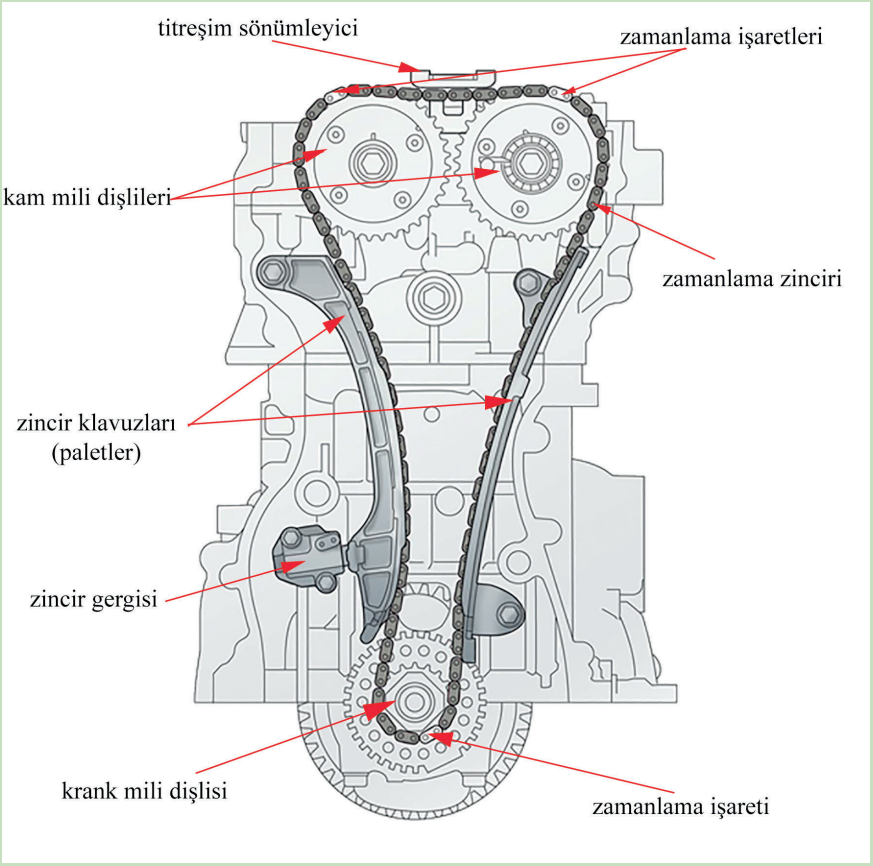
31) Silindir kapak cıvatalarının boşluklarını alınız ve sıkma sırasına göre torkmetre ile sıkınız. Sıkma torku: 50 Nm
32) Torkmetre ile sıktıktan sonra her bir cıvatayı sıkma sırasına göre önce 90° sonra 45° tekrar sıkınız.
33) Kam mili yatağını yerine takınız.
34) Makaralı külbütörleri, hidrolik iticileri ve kam millerini yerine yerleştiriniz.



Görsel 5.35: Silindir kapağı cıvataları sıkma sırası

35) Kam mili yatak keplerini yerlerine yerleştiriniz. Cıvatalarını sıkınız. Sıkma torku: 50 Nm
36) Yağ pompası dişli gurubunu yerine takınız.
37) Krank mili dişlisi ve zincirini takınız.
38) Zincir paletlerini yerine takınız. Sente pozisyonuna göre krank mili dişlisinin, kam mili dişlilerinin ve zincirdeki işaretlere göre zincirin pozisyonu ayarlayınız.
39) Titreşim sönümleyici yerine takınız ve zincir kapağını yerine takınız. Cıvataları sıkınız.
40) Zincir gergisini yerine takınız.
41) Devirdaimi ve braketi yerine takınız.
42) Emme ve egzoz manifoldlarını yerine takınız.
43) Külbütör kapağını ve üzerindeki bağlantıları yerine takınız.

UYARI: Uygulamada verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 5.36: Motorun sente pozisyonu

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Silindir kapağının sökülmesi	30	
3	Silindir kapağının takılması	40	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	10	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. SİLİNDİR KAPAĞININ KONTROLLERİ		

AMAÇ Silindir kapağının kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

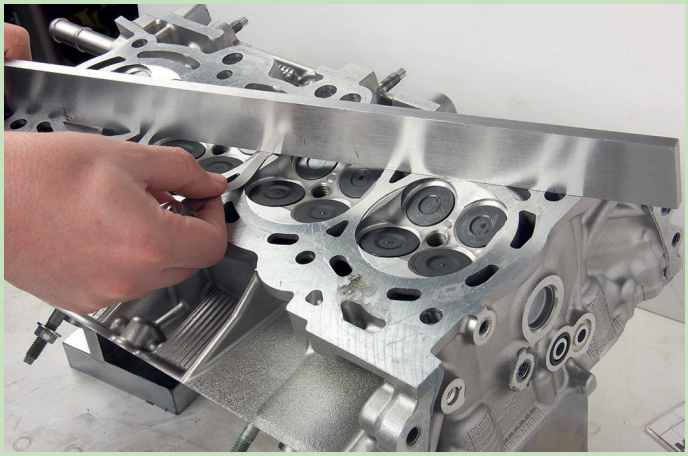
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Mastar, sentil		
2- Pleyt veya çalışma masası		

2. İşlem Basamakları

- Sökülen silindir kapağı üzerinde temizlik yapmadan önce silindir bloğuna ve manifoldlara oturma yüzeylerini, bagaları ve supap gaydlarını gözle kontrol ediniz.
- Yanma odaları içi ve birleşim noktalarında çatlak kontrolü yapınız.
- Contanın oturma yüzeylerinde kaçak izlerine bakınız.
- Silindir kapağı temizlendikten sonra aşağıdaki adımları gerçekleştirerek oturma yüzeylerinde eğiklik kontrollerini yapınız.

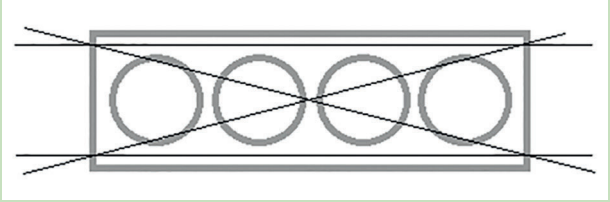
1) Silindir kapağının silindir bloğuna oturduğu yüzeyindeki eğiklik kontrolünü Görsel 5.37'deki gibi mastar ve sentil kullanarak yapınız. Mastar altından karşıdan ışık görünen boşluklara uygun kalınlıkta sentil yaprağını yerleştiriniz. Boşluk miktarını ölçünüz.

En fazla boşluk miktarı: 0,05 mm



Görsel 5.37: Silindir kapak yüzeyi eğiklik kontrolü

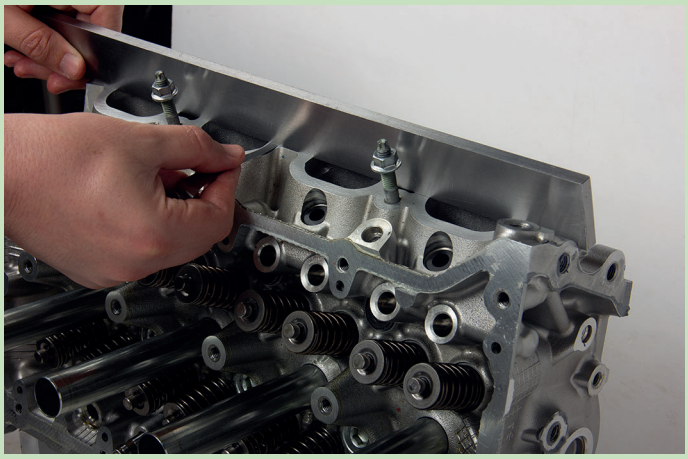
2) Mastarı Görsel 5.38'deki gibi yerlerde konumlandırınız. Kontrol yapınız.



Görsel 5.38: Silindir kapak yüzeyi eğiklik kontrolü

3) Emme ve egzoz manifoldları oturma yüzeylerinin eğiklik kontrolünü Görsel 5.39'daki gibi mastar ve sentil kullanarak yapınız.

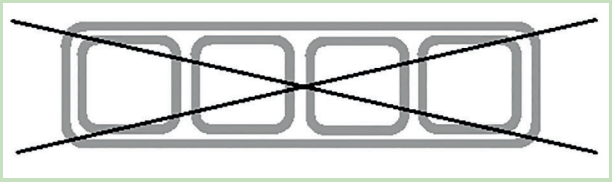
En fazla boşluk miktarı: 0,10 mm



Görsel 5.39: Manifold oturma yüzeyi eğiklik kontrolü

4) Mastarı Görsel 5.40'daki gibi yerlerde konumlandırınız. Kontrol yapınız.

UYARI: Uygulamada verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



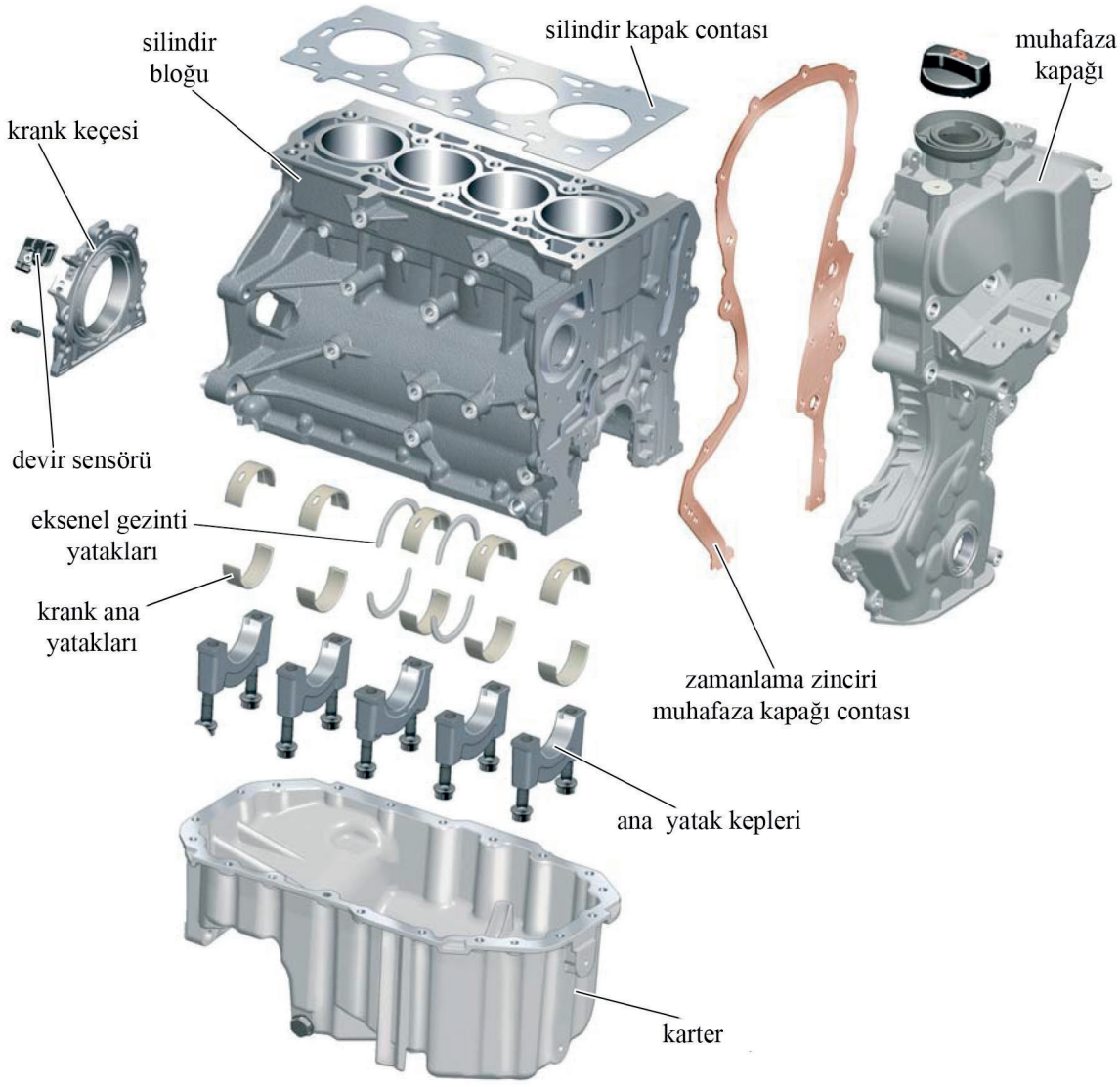
Görsel 5.40: Kontrol konumları

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Silindir kapağının silindir bloğuna oturma yüzeyinde eğiklik kontrolünün yapılması	25	
3	Silindir kapağının manifold oturma yüzeyinde eğiklik kontrolünün yapılması	20	
4	Ölçü aletlerinin doğru kullanılması	15	
5	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5.4. SİLİNDİR BLOĞU KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

Silindir bloğu; silindirlerin, pistonların, krank milinin, zaman ayar mekanizmasının, motor donanımlarının ve diğer motor parçalarının büyük kısmının üzerinde bulunduğu motorun gövdesinin büyük bölümünü oluşturan parçasıdır. Silindir bloğuna üst kısımdan silindir kapağı, alt kısımdan karter bağlanır. Silindirlerin çevresinde su ceketleri bulunur. Ana yağ kanalı da silindir bloğu üzerindedir. Piston üzerindeki basınçtan kaynaklı oluşan gerilimlere ve krank mili ana yataklarında oluşan gerilimlere maruz kalır. Silindir bloğu, lamel grafitli dökme demirden veya alüminyum alaşımlarımdan imal edilir.



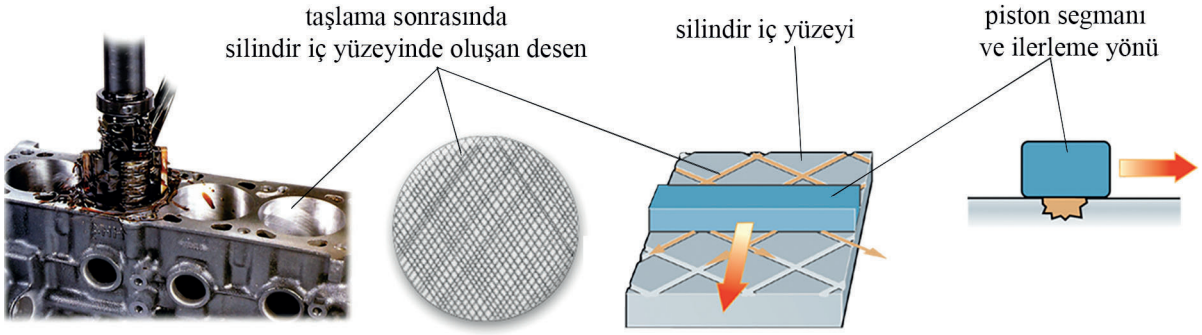
Görsel 5.41: Silindir bloğu ve silindir bloğunun üzerine bağlanan sabit motor parçaları

5.4.1. Silindir Tasarımları

Özel silindir gömlekleri aşınmayı ve sürtünmeyi önlemek için silindir bloğunda dökümle monoblok (tek parçalı) olarak üretilir veya silindir bloğuna monte edilir. Bunlar ayrıca silindir bloğunun dengesini yükseltir. Pistonlar silindirlere takılmadan önce iç yüzeylerde talaş alma işlemi yapılır.

5.4.1.1. Klasik Silindir Bloklarında Taşlama

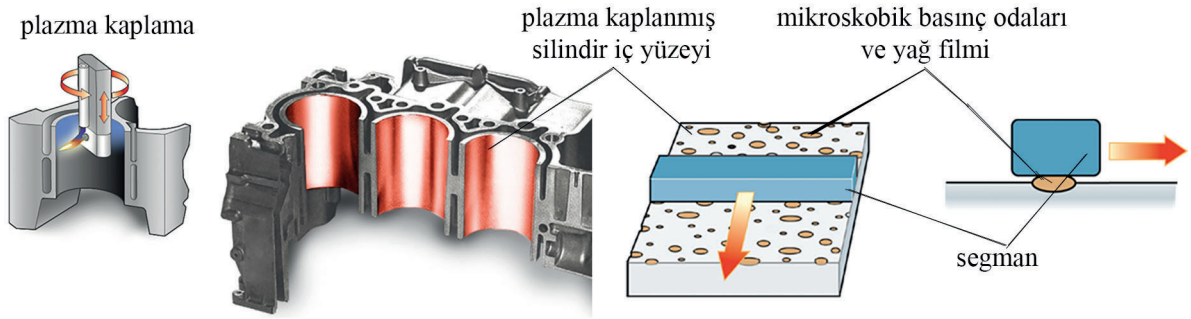
Bu teknolojinin bir dezavantajı, segmanların yağı silindir cidarı boyunca sadece ön kısmında kalacak şekilde itmeleridir. Bu durum, silindir iç yüzeylerinin erken aşınmasına neden olur.



Görsel 5.42: Klasik silindir bloklarında taşlama, segmanın ilerleme yönü

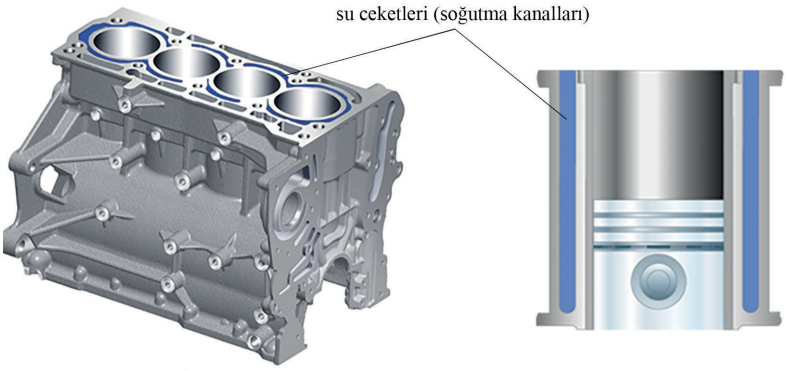
5.4.1.2. Silindirleri Plazma Kaplama ve Taşlama

Silindir cidarları (yüzeyleri), özellikle düşük sürtünmeli aşınma direncine sahip (200 mikron kalınlıkta) bir plazma tabaka kaplanır. Kaplama işleminden sonra silindir yüzeyleri için geliştirilmiş bir taşlama prosedürü uygulanır. Bu işlemden sonra mikroskobik basınç odaları olarak da adlandırılan yağın tutulmasını sağlayan çok küçük çentikler oluşturulur (Görsel 5.43). Segman bu mikroskobik basınç odalarının birinin üzerinden geçince segmana karşı bir basınç meydana gelir. Segman yağ filmini bozmadan üzerinden geçer. Bu, sürtünmeyi ve aşınmayı belirgin şekilde azaltır.



Görsel 5.43: Üst kısımları açık soğutma kanallı silindirler (Yaş gömlek)

5.4.1.3. Üst Kısımları Açık Soğutma Kanallı Silindirler (Yaş Gömlek)

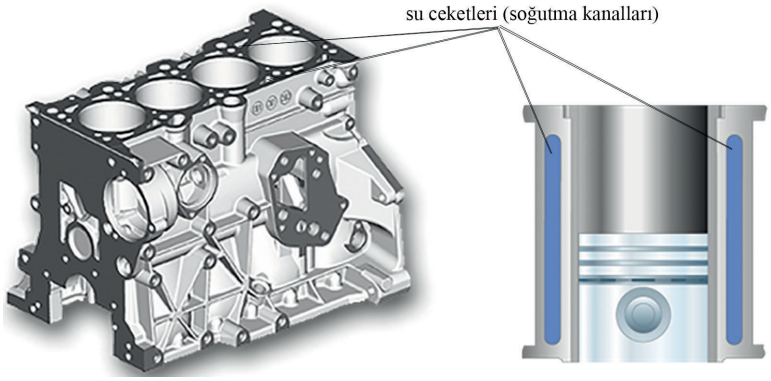


Görsel 5.44: Yaş gömlek (üst kısmı açık soğutma kanallı silindir tasarımı)

Silindir bloğu ile monoblok yapıda olmasına rağmen su ceketlerinin üst kısmı açık olduğundan **yaş gömlek** de denir (Görsel 5.44). Bu yapı silindirlerin yüzeylerinin etkin bir şekilde soğutulmasını sağlar. Ancak silindirlerin üst sabitlemeleri olmadığı için silindir bloğunun dengesini azaltır. Bu durum metal silindir kapak contaları kullanılarak telafi edilir.

5.4.1.4. Üst Kısımları Kapalı Soğutma Kanallı Silindirler (Kuru Gömlek)

Üst kısımları kapalı soğutma kanallı silindirlerin silindir bloğu daha dengeli sağlam yapılıdır. Ancak soğutma yüzey alanı daha küçük olduğundan soğutma verimi düşüktür (Görsel 5.45).



Görsel 5.45: Kuru gömlek (üst kısımları kapalı soğutma kanallı tasarım)

Silindir Bloğu Arızaları ve Nedenleri

- Silindir cidarlarında krepaj (derin çizilmeler) olur: Segmanların kırılması, aşırı hararet ve yüzeylerin yağlanmamasından kaynaklanır.
- Silindir yüzeylerinde aşınmalar olur: Km'ye bağlı normal aşıntıdan başka soğutmanın verimli yapılamaması ve yüzeylerin yeterli yağlanamaması bu arızaya sebep olur.
- Silindir bloğunun yüzeyinde eğilme olur: Motorun hararet yapmasından ve silindir kapağının uygun sökülüp takılmamasından kaynaklanır.
- Krank ana yataklarında aşıntı olur: Km'ye bağlı normal aşıntıdan başka yağlamanın iyi yapılamaması ve yatak ile muyluların arasına yüzeyi bozucu yabancı madde girmesi bu arızaya sebep olur.

ÖĞRENME BİRİMİ	SABİT MOTOR PARÇALARI	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. SİLİNDİR BLOĞUNUN KONTROLLERİNİN YAPILMASI		

AMAÇ Silindir bloğunun kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

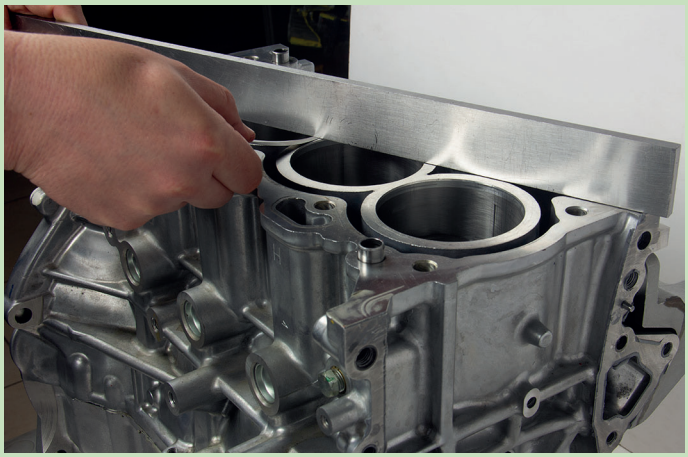
Adı	Özelliği	Miktarı

1- Mastar, sentil
2- Pleyt veya çalışma masası
3- Komparatör, mikrometre

2. İşlem Basamakları

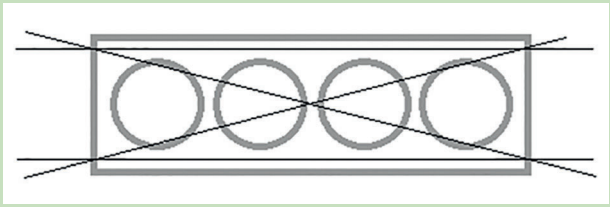
1) Silindir bloğunun yüzeyinde eğiklik kontrolünü Görsel 5.46'daki gibi mastar ve sentil kullanarak yapınız.

En fazla boşluk miktarı: 0,05 mm



Görsel 5.46: Silindir bloğu yüzey eğikliği kontrolü

2) Mastarı Görsel 5.47'deki gibi yerlerde konumlandırınız. Kontrol yapınız.



Görsel 5.47: Kontrol konumları

Silindirlerde ovallik ve koniklik kontrolü

3) Komparatör ayağına, silindir iç çap ölçüsüne uygun uç takınız ve komparatörü birinci silindirin yatay ekseni "A" noktasında Görsel 5.48'deki gibi sıfırlayınız ("A" noktası Görsel 5.48'de belirtilmiştir.).

4) Komparatörün sıfırlanma pozisyonunu mikrometre ile ölçünüz (Görsel 5.48). (Burada ölçülen değer: 78,56 mm)

Görsel 5.48: Silindir iç çaplarının ölçülmesi

5) Sonraki ölçümler için mikrometre kullanmayınız. Komparatör ile silindirlerin "A" ve "B" noktalarında ölçü alırken, komparatörün ibresinin "0" noktasından kaç çizgi hareket ettiğine bakınız. Komparatör ibresi "0" çizgisinden sağa bir çizgi hareket ederse ölçümüz aşağıdaki gibi hesaplanır (Komparatör kadranında her iki çizgi arası 0,01 mm'dir).

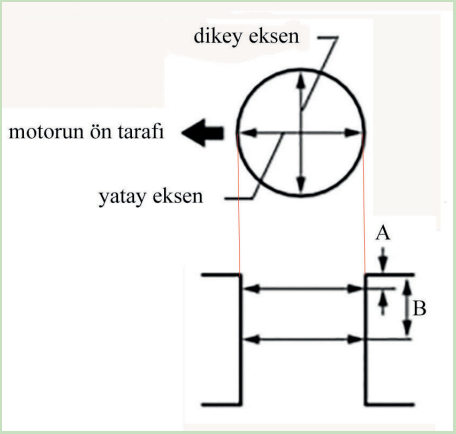
78,56 mm + 0,01 mm = 78,57 mm oldu.

İbre sola kaç çizgi hareket ederse ilk ölçüden (78,56 mm) o kadar çıkarınız.

6- Motorun sıra ile dört silindirinde yatay eksenlerde "A" ve "B" noktalarında komparatör ile ölçü alınız (komparatörün sıfırlanma pozisyonunu değiştirmeyiniz.).

Not: A noktası üstten 10mm, B noktası üstten 50mm mesafededir.

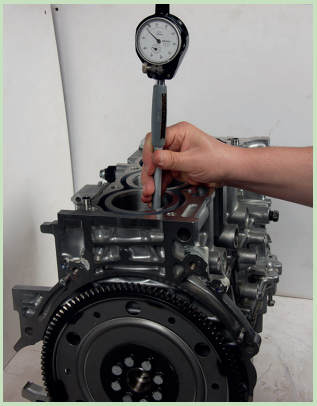
7) 5. adımda anlatılan metotla ölçülerinizi hesaplayınız ve hesaplanan değeri her bir silindir için 10. adımdaki tabloya not ediniz.



Görsel 5.49: Ölçü alma yerleri

8) Her silindir için dikey eksende "A" ve "B" noktalarında komparatör ile ölçü alınız (komparatörün sıfırlanması bozulmayacak).

9) Aldığınız ölçüleri aynı metotla hesaplayınız ve 10. adımdaki tabloya not ediniz.



Görsel 5.50: Silindir iç çaplarının ölçülmesi

10) Aldığınız ölçüleri tabloya not ediniz:

		1. silindir	2. silindir	3. silindir	4. silindir
Yatay eksen	A				
	B				
Dikey eksen	A'				
	B'				

11) Verilen ölçülere göre aşağıdaki örnek hesaplamayı inceleyerek yazmış not ettiğiniz silindir ölçülerini kullanarak her silindirin ovalliklerini ve konikliklerini hesaplayınız.

Örnek hesaplama:

Ovallik ölçüsü:
Birinci silindir için
A-B= 78,57 - 78,56= 0,01 mm'dir.
Koniklik ölçüsü:
Birinci silindir için
A-A'= 78,56 - 78,56= 0 mm'dir.

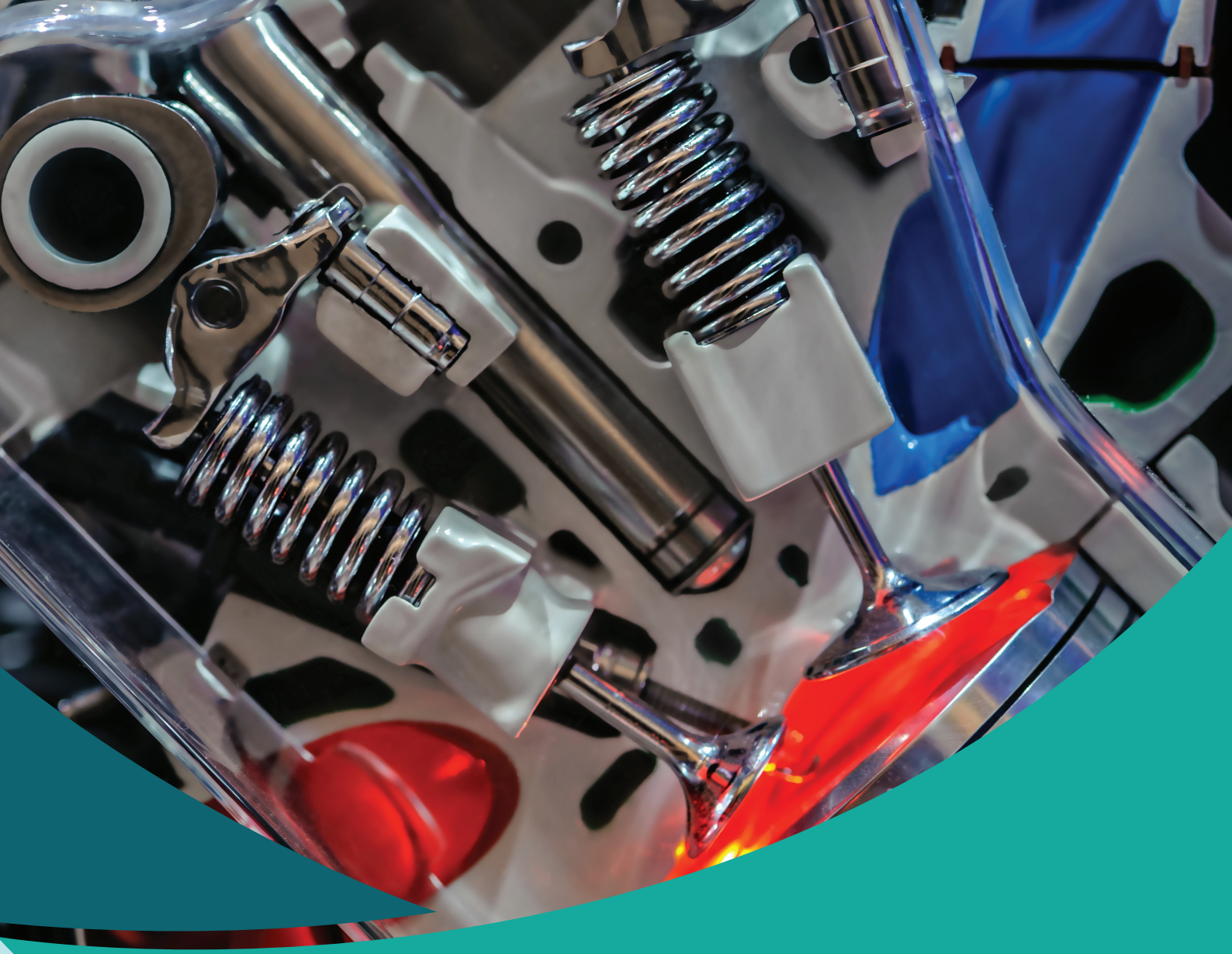
		1. silindir
Yatay eksen	A	78,56 mm
	B	78,57 mm
Dikey eksen	A'	78,56 mm
	B'	78,57 mm

12) Motor kataloğundan silindirlerin standart çap ölçülerine bakınız. Ölçtüğünüz değer standart çap ölçüsünden 0,10 mm'den fazla ise silindir bloğunu değiştiriniz.

UYARI: Uygulamada verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Yatay ve dikey eksenlerde ölçü alınması	20	
3	Ölçü aletlerinin doğru kullanılması	20	
4	Ölçülerin not edilmesi, ovallik ve konikliklerin hesaplanması	20	
5	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	



6. ÖĞRENME BİRİMİ

SUPAP SİSTEMLERİ

1. Külbütör Mekanizması Kontrol ve Değişimi
2. Kam Mili Kontrol ve Değişimi
3. Zaman Ayar Mekanizması Kontrol ve Değişimi
4. Supap Mekanizması Kontrol ve Değişimi
5. Değişken Supap Zamanlama Mekanizması Kontrol ve Değişimi

6.1. KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

6.1.1. Görevi

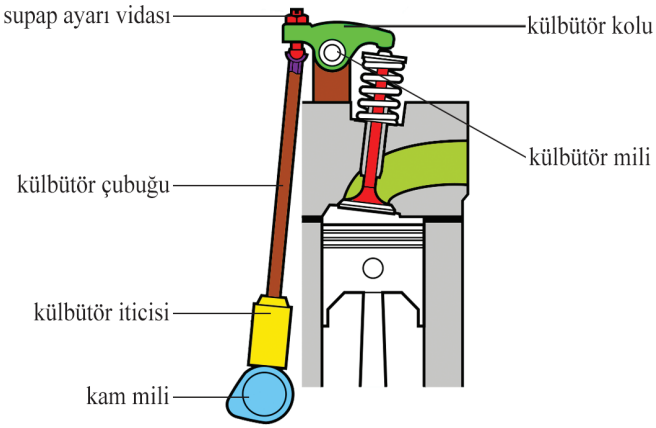
Kam milinden aldığı hareketle supapların açılıp kapanmasını sağlayarak zamanların oluşmasını sağlar.

6.1.2. Yapısal Özellikleri

Külbütör mekanizması silindir kapağında, kam mili ile supaplar arasında bulunmaktadır. Kam milinin motor üzerindeki yerine göre külbütör mekanizması yapısal farklılık gösterir. Külbütör mekanizmasının üst tarafı kapatan kapak **külbütör kapağı** ya da **motor üst kapağı** olarak isimlendirilir. Motor yağ dolum kapağı külbütör kapağında üstünde bulunur. Külbütör kapağı malzeme olarak plastikten, çelik sacdan veya alüminyum alaşımından yapılır. Görsel 6.1'de plastikten yapılmış bir külbütör kapağı görülmektedir.

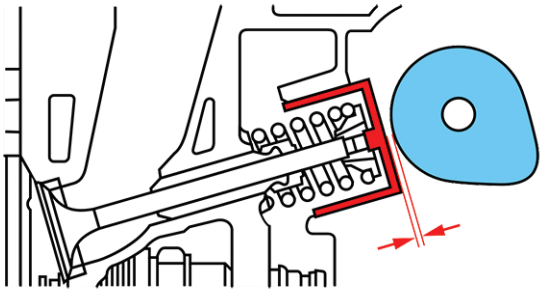
Kam mili silindir bloğunda olan külbütör mekanizması; supap iticisi, külbütör çubuğu, külbütör mili ve külbütör kolundan oluşmaktadır. Bu supap mekanizması günümüz araçlarında kullanılmayan bir sistemdir. Motorların devir sayıları ve güçleri arttıkça bu tip mekanizmalar bu tür ihtiyaçları karşılayamadığından kam mili silindir kapağına alınmış ve sistem değiştirilerek daha basit hale gelmiştir. Görsel 6.2'de kam mili silindir bloğunda olan külbütör sistemi görülmektedir.

Görsel 6.1: Külbütör kapağı



Görsel 6.2: Kam mili silindir bloğunda olan külbütör sistemi

Bazı motorlarda külbütör mekanizması bulunmamaktadır. Bu motorlarda kam mili direkt olarak supap fincanına ve dolayısıyla supaba hareket verdiğinden bu motorlar külbütör mekanizmasına ihtiyaç duymazlar. Görsel 6.3'te külbütör mekanizması bulunmayan bir supap sistemi görülmektedir.



Görsel 6.3: Külbütör kolu olmayan supap sistemi

6.1.3. Külbütor

6.1.3.1. Görevi

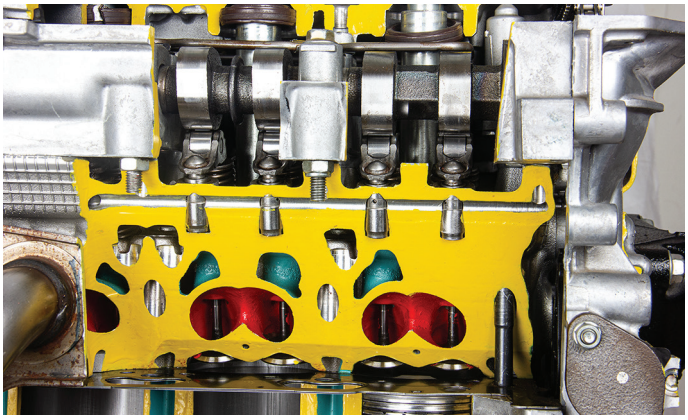
Külbütör kolları, çalışma şekillerine göre iki farklı yapıda yapılır. Bunlar, kam milinden direkt hareketi alan parmak uçlu külbütör kolu ve bir dönme mekanizmasına sahip olan makaralı külbütör koludur.

a. Parmak Uçlu Külbütör Kolu

Külbütör mekanizmalarında supapların açılmasını sağlayan parçaya **külbütör kolu, piyano** veya **külbütör manivelası** adı verilmektedir. Parmak uçlu külbütör kolu, kam milinin motor üzerindeki yerine göre yapısal farklılık gösterir. Kam mili, silindir bloğunda olan supap sistemlerinde külbütör kolu hareketini külbütör çubuğundan almaktadır. Görsel 6.4'te parmak uçlu külbütör kolu görülmektedir.

Görsel 6.4: Parmak uçlu külbütör kolu

Kam mili, silindir kapağında olan supap mekanizmalarında kam mili direkt olarak parmak uçlu külbütör koluna hareket verir. Külbütör kolu da suplara hareket verir ve supap iticisine ihtiyaç duymaz. Bu sayede motorlar yüksek devirli ve daha güçlü olurlar. Görsel 6.5'te kam mili silindir kapağında olan külbütör sistemi görülmektedir.



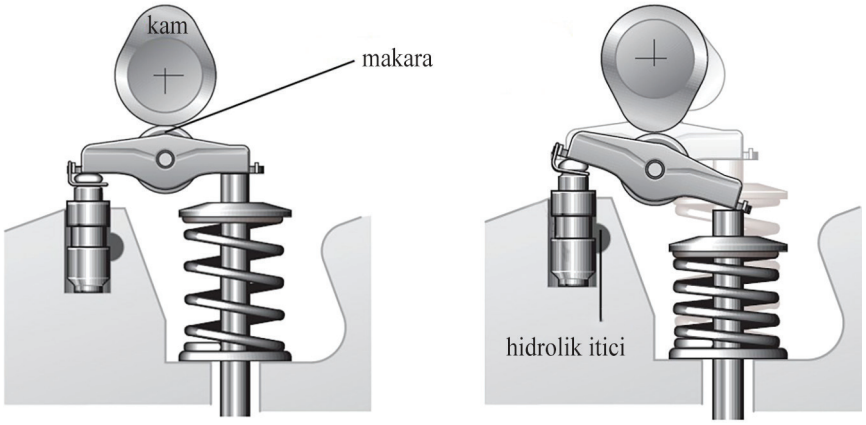
Görsel 6.5: Kam mili silindir kapağında olan külbütör sistemi

b. Makaralı Tip Külbütör Kolu

Parmak uçlu külbütör kolları direkt olarak kam milinin üzerindeki kamlarla temas ettiğinden yüksek devirlerde fazla miktarda aşıntıya ve yüksek gürültüye sebep olurlar. Bu sebepten hem yüksek devirlere dayanabilen hem de aşıntısı ve gürültüsü az olan makaralı tip külbütör kolları geliştirilmiştir. Günümüz motorlarının supap sistemlerinde makaralı tip külbütör kolları kullanılmaktadır. Görsel 6.6'da makaralı tip külbütör kolu görülmektedir.

Görsel 6.6: Makaralı tip külbütör kolu

Eksantrik milinin üstündeki kam profili döndüğünde külbütör kolundaki makarayı aşağıya doğru iter, külbütör kolu da aşağıya hareket ederek supap sapını iter ve supapların açılmasını sağlar. Makaralı tip külbütör kolunun çalışması Görsel 6.7'de görülmektedir.



Görsel 6.7: Makaralı tip külbütör kolunun çalışması

6.1.4. İticiler

6.1.4.1. Görevi

Kam milinin hareketini külbütör koluna veya supap başına ileten parçalardır. Supap iticileri aynı zamanda **supap fincanı** veya **tapet** olarak adlandırılır.

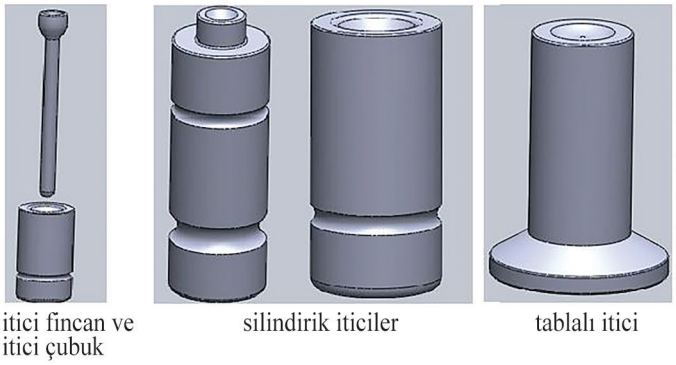
6.1.4.2. Çeşitleri

Supap iticileri mekanik ve hidrolik olarak iki çeşittir.

a. Mekanik İticiler

Mekanik supap iticilerinin yapısı, kam milinin motor üzerindeki yerine göre farklılık gösterir. Üstten eksantrikli külbütör kolu olmayan supap sisteminde supap iticileri, metal fincan şeklindedir ve bu iticilere **tapet** denir. Fincanların (tapetlerin) iç kısmı supap sapına hareket verirken üst kısmı kam milinden hareket almaktadır. Fincanlar, krom nikelli çelik alaşımlarından yapılır. Fincanların kam mili ile çalışan yüzeyleri sertleştirilerek iticilerin daha uzun süre çalışması sağlanır. Görsel 6.8'de mekanik fincanlar görülmektedir.

Görsel 6.8: Mekanik fincanlar



Görsel 6.9: Çeşitli tip mekanik iticiler

Kam mili silindir bloğunda olan supap sistemlerinde iticiler daha uzun ve silindirik yapıdadır. Mekanik iticilerin külbütör mekanizmasına temas eden yüzeyleri külbütörün çalışması için yarı küresel olarak yapılmıştır. Şekil 6.9'da farklı tipte mekanik fincanlar görülmektedir.

b. Hidrolik İticiler

Mekanik itici kullanan supap sistemlerinde ısıl genleşmelerinden dolayı külbütör kolu veya iticisi ile supap sapı arasında belirli bir miktarda boşluk bırakılması gerekir. Bu boşluğa **supap boşluğu** denir ve boşluğun ayarı gerekir. Hidrolik supap iticisi, supap boşluğunu motor yağ basıncını kullanarak otomatik olarak ayarlar. Hidrolik itici kullanan supap sistemlerinde sıfır supap boşluğu vardır. Isıl genleşmeler olduğunda hidrolik itici, bu uzamalara göre kendini ayarlayarak supap boşluğunu ayarlar. Görsel 6.10'da hidrolik tip iticiler görülmektedir.

Hidrolik Supap İticisinin Avantajları

- Supap ayarı gerektirmez.
- Supaplar daha sessiz çalışır.
- Motorun rölanti devri daha düzgün hale gelir.
- Supapların kullanım ömürleri daha uzundur.

Görsel 6.10: Hidrolik iticiler

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. KÜLBÜTOR MEKANİZMASINDA YAPILAN KONTROLLER		

AMAÇ Külbütör mekanizmasındaki kontrolleri yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kumpas	Dijital	1 adet
2- Mikrometre	Dış çap	1 adet
3- Hava alma iğnesi		1 adet

2. İşlem Basamakları

a- Külbütör Kolunda Yapılan Kontroller

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Sökülmüş külbütör kolunun temizliğini ve gözle kontrolünü yapınız. Külbütör kolunun çapını dijital kumpas ile ölçülünüz. Ölçtüğünüz değer standart değerden fazlaysa bakır burcu veya külbütör kolunu değiştiriniz.

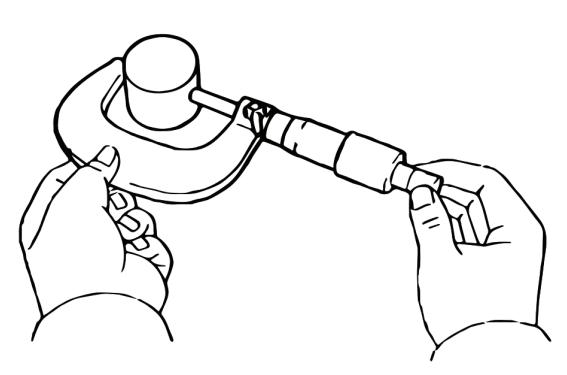
Görsel 6.11: Külbütör kolu çap ölçümü

4) Makaralı tip külbütör makarasının rahat dönüp dönmediğini kontrol etmek için makarayı elle döndürünüz. Makara rahat dönmüyorsa makaralı külbütör kolunu değiştiriniz.

Görsel 6.12: Makaralı külbütör kontrolü

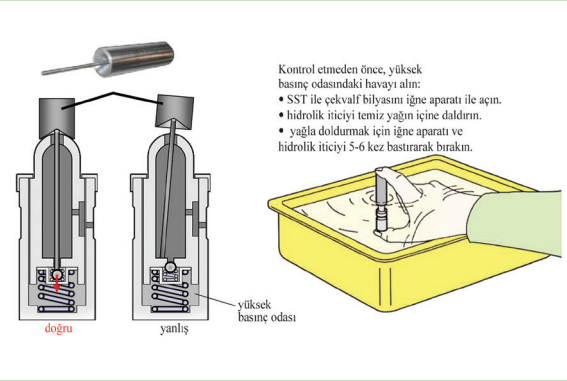
b- Supap İticilerinde Yapılan Kontroller

5) Mekanik supap iticilerin öncelikle gözle kontrolünü yapınız. Bir mikrometre yardımıyla iticinin dış çapını ölçünüz. Ölçtüğünüz değer, standart değerden daha küçükse supap iticisini değiştiriniz



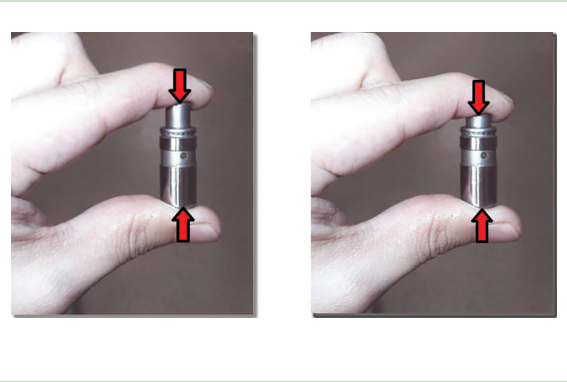
Görsel 6.13: Supap itici çap ölçümü

6) Hidrolik iticilerin gözle kontrolünü yapınız. Hidrolik iticinin çalışıp çalışmadığının kontrolünü yapmadan önce hidrolik iticinin içindeki havayı dışarı atınız. Görsel 6.14'te hidrolik iticinin içindeki havanın atılma işlemi anlatılmıştır.



Görsel 6.14: Hidrolik supabın havasının alınması

7) Hidrolik iticinin havasını aldıktan sonra Görsel 6.15'te gösterildiği gibi iticinin pistonunu aşağıya doğru bastırınız. Piston üç defadan fazla sıkışabiliyorsa bozuktur bu durumda pistonu yenisi ile değiştiriniz.



Görsel 6.15: Hidrolik supabın çalışma kontrolü

3. Uygulama Değerlendirme

Külbütör kolu çap ölçümleri							
1. silindir		2. silindir		3. silindir		4. silindir	

Supap fincanları çap ölçümleri							
1. silindir		2. silindir		3. silindir		4. silindir	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Külbütör kollarının ölçülmesi	20	
3	Supap iticilerinin ölçülmesi	30	
4	Hidrolik iticilerin kontrol edilmesi	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

6.2. KAM MİLİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

6.2.1. Görevi

Kam millerinin üzerinde bulunduğu motorların teknolojisine göre birçok görevi vardır. Ancak tüm içten yanmalı motorlardaki temel görevleri;

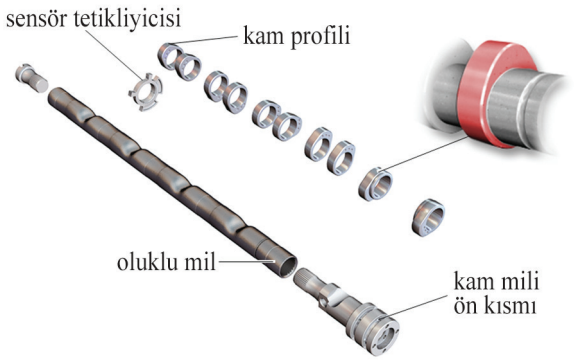
a. Supapları istenildiği zamanda açma,
b. Supap yayları yardımı ile supapları kapatma,
c. Supapları istenilen süre kadar açık bırakmadır.

Kam milleri, bu görevlerin dışında dizel motorlarında yüksek basınç pompasına, vakum pompasına; benzin motorlarında değişken supap zamanlama sistemine ve direkt püskürtmeli benzin motorlarında yüksek basınç pompasına hareket verirler. Görsel 6.16'da örnek bir kam mili görülmektedir.

Görsel 6.16: Kam mili

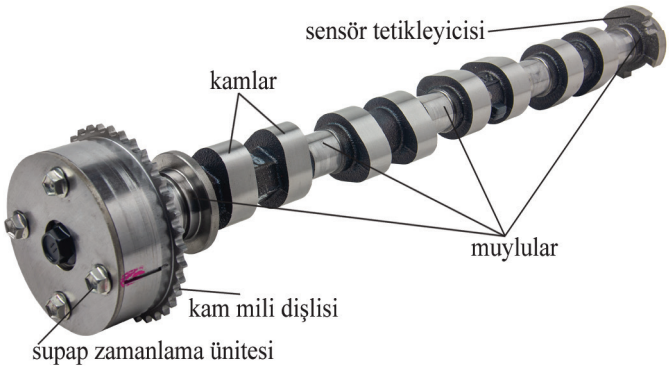
6.2.2. Yapısal Özellikleri

Kam millerinde malzeme olarak yüksek kalitede çelik alaşımı kullanılır. Kam milleri dövülerek veya tek parça halinde dökülerek üretilirler. Muyluları ve kam yüzeyleri, ısıl işlemle sertleştirilir ve aşıntıya karşı dayanımları arttırılır. Bazı kam millerinin kısımları ayrı ayrı üretilip daha sonra birleştirilir. Görsel 6.17'de ayrı ayrı parçaları üretilmiş bir kam mili görülmektedir.



Görsel 6.17: İçi boş kam mili

Kam mili; kam profilleri, kam muyluları, kam mili konum sensörü tetikleyicisi, kam mili dişlisi, akıllı supap zamanlama kontrol ünitesi (her motorda olmayabilir) vb. kısımlardan oluşur (Görsel 6.18).

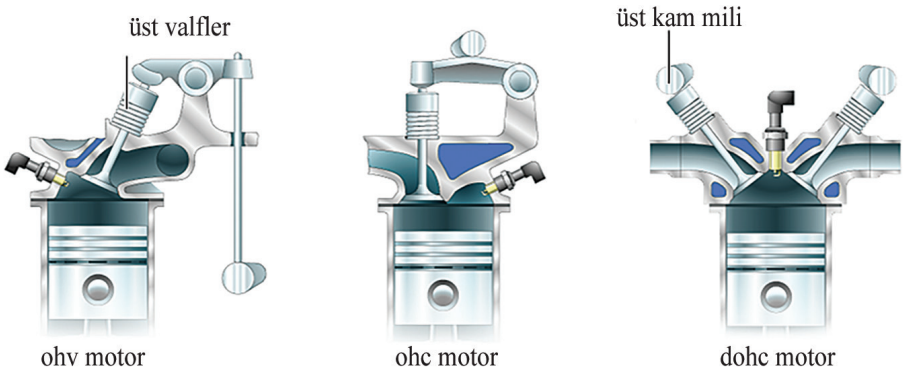


Görsel 6.18: Kam milinin kısımları

Eksantrik milinin üzerinde supap sayısı kadar kam bulunur. Eksantrik mili hareketini, zamanlama zinciri, triger kayışı yada zamanlama dişli mekanizması vasıtasıyla krank milinden alır. Eksantrik milleri, krank millerinin yarım devrinde dönerler. Başka bir ifade ile krank milleri, kam millerinin iki katı devrinde döner.

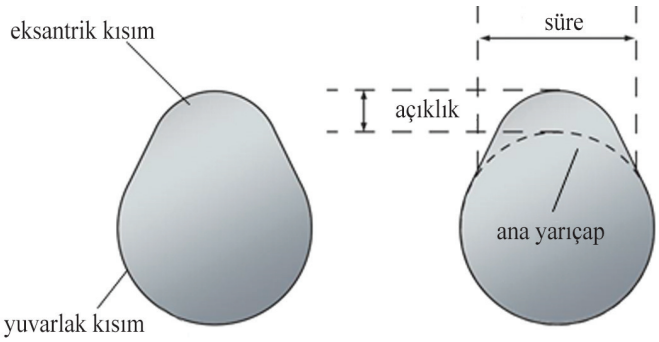
Motorlar, kam milinin motor üzerinde bulunduğu yere göre isimlendirilmiştir. Bu isimlendirmelerden bazıları şunlardır:

OHV (Over HeadValve): Kam mili silindir bloğunda ve supaplar silindir kapağında bulunur.
SOHC (Single Over Head Camshaft): Kam mili silindir kapağının üstünde ve bir tanedir.
DOHC (Double Over Head Camshaft): Kam mili silindir kapağının üstünde ve iki tanedir.



Görsel 6.19: Kam millerinin motordaki yerleri

Kam milinin üzerindeki kamlar, supapların açık kalma sürelerini ve açılma mesafelerini belirlerler. Kam profilinin iki kısmı vardır. Alt kısmı yuvarlak üst kısmı eksantrik biçimlidir. Eksantrik profilin yüksekliği, supapların silindir içerisine doğru açılma mesafesini; eksantrik şeklin çevresi, supapların açık kalma süresini belirler. Supaplar, kam profilinin yuvarlak kısmında kapalı durumdadırlar (Görsel 6.20).



Görsel 6.20: Kamların kısımları

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. KAM MİLİNİN DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Kam milinin değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

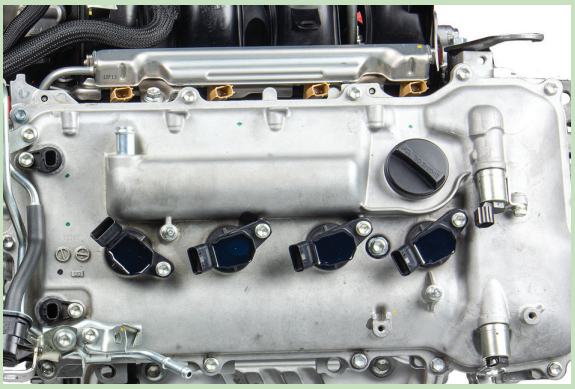
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Torkmetre		1 adet
2- Lokma takımı		1 adet
3- Açık ağızlı anahtar		1 adet
4- Kurbağacık		1 adet
5- Yağdanlık		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

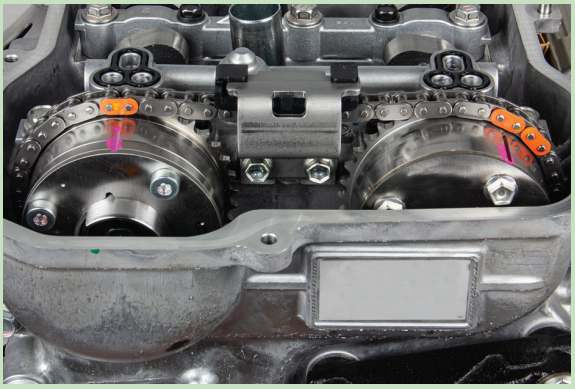
2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Külbütör kapağını sökünüz.



Görsel 6.21: Külbütör kapağı

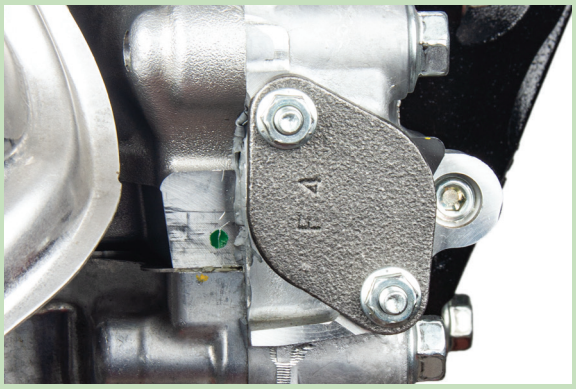
4) Birinci silindiri sente konumuna getiriniz. Emme ve egzoz kam mili zamanlama dişlileri üzerindeki sente işaretlerini aynı hizaya getiriniz. İşaretler hizalanmadığında krank milini bir tam tur (360°) döndürünüz ve zamanlama işaretlerini Görsel 6.22'deki gibi hizalayınız.



Görsel 6.22: Sente işaretleri

5) Zincir titreşim sönümleyicisini sökünüz.

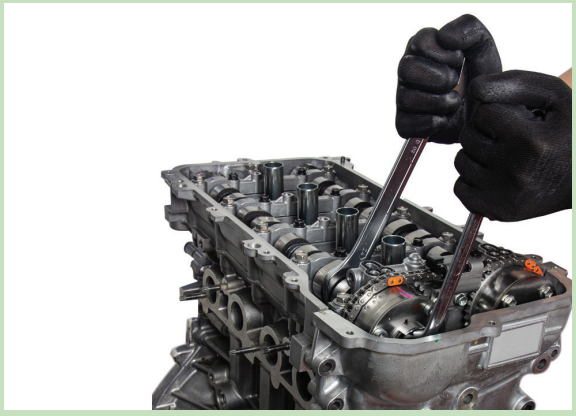
6) Zincir gergisini sökünüz.



Görsel 6.23: Zincir gergisi

7) Egzoz kam milinin akıllı supap zamanlama dişlisini sökünüz.

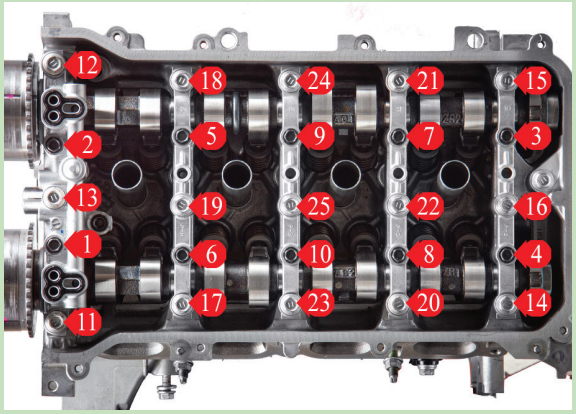
Not:Supap zamanlama dişlisi üzerindeki 4 adet cıvatayı (TORX cıvatası) kesinlikle sökmeyiniz. Cıvataların herhangi birinin sökülmesi durumunda kam mili egzoz supap zamanlama dişlisi grubunu değiştiriniz.



Görsel 6.24: Supap zamanlama dişlisinin sökülmesi

8) Egzoz kam milinin akıllı supap zamanlama dişlisini kam milinden ayırınız.

9) Kam mili yatak kep cıvatalarını Görsel 6.25'teki sökme sırasına dikkat ederek sökünüz.



Görsel 6.25: Supap zamanlama dişlisinin sökülmesi

10) Egzoz kam milini silindir kapağından çıkartınız.

11) Zamanlama zincirini tutunuz ve emme kam mili zamanlama dişlisinde ayırınız.

12) Emme kam mili supap zamanlama dişlisini kam milinden ayırınız.

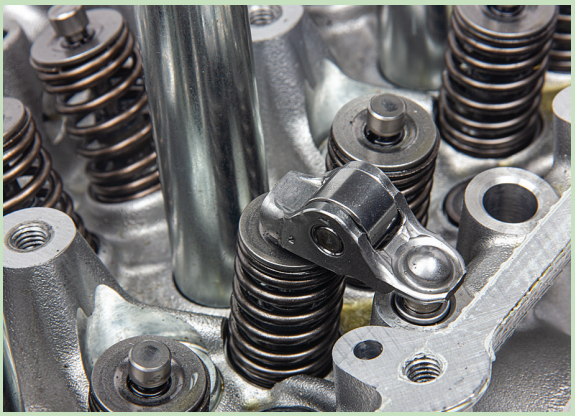
13) Yeni kam milini takmadan önce bir nolu kepin yataklarını temizleyip kontrol ediniz.

14) Emme kam mili zamanlama dişlisi grubunu kam miline takınız.
Not: Kam mili zamanlama dişlisi grubunu kuvvetli itmeyiniz. Bu durum, düz pim ucunun kam mili zamanlama dişlisi grubunun montaj yüzeyinde hasara neden olabilir.

15) Kam mili zamanlama dişlisi grubunu hafifçe kam miline doğru iterken bir miktar döndürünüz. Pimi kanalın içine girene kadar itiniz.
Not: Kam mili zamanlama dişlisi grubunu rötar yönünde döndürmeyiniz.

16) Kam mili zamanlama dişlisi grubunu kam miline bağlayan cıvatayı torkmetre ile uygun tork değerinde sıkınız.

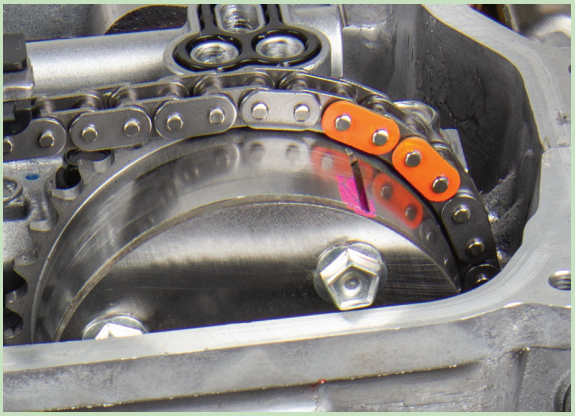
17) Makaralı külbütör kollarınındoğru takılı olduğundan emin olunuz.



Görsel 6.26: Makaralı külbütör kolunun takılması

18) Emme kam mili muylularını temizleyiniz ve motor yağı ile yağlayınız.

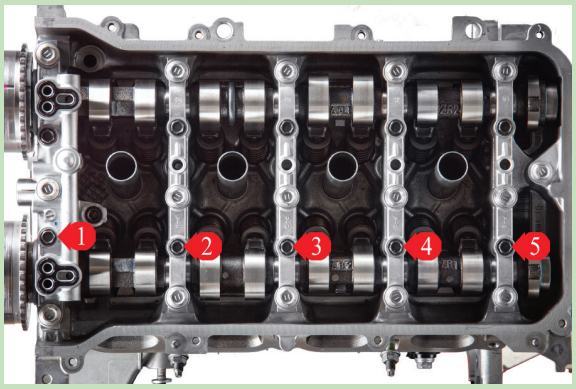
19) Emme kam milini yerine takarken zamanlama zinciri üzerindeki işaret ile zamanlama dişlisi üzerindeki işaretleri hizalamayı unutmayınız.



Görsel 6.27: Emme kam mili sente işaretleri

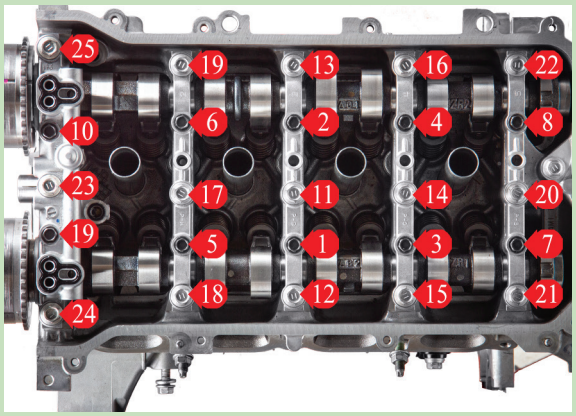
20) Egzoz kam milini yerine takınız.

21) Kam mili yatak keplerini Görsel 6.28'deki gibi numaralarına dikkat ederek yerlerine takınız.



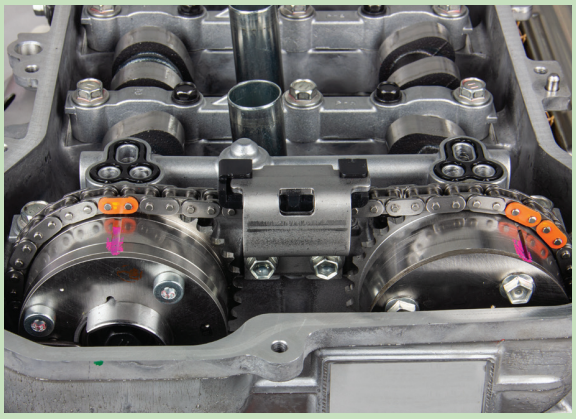
Görsel 6.28: Kam mili yatak keplerinin numaraları

22) Yatak kep cıvatalarını Görsel 6.29'daki gibi uygun sıkma sırası ile tork değerinde sıkınız.



Görsel 6.29: Kam mili cıvatalarının sıkma işlemi sırası

23) Egzoz kam mili zamanlama dişlisinin sente işareti ile zamanlama zincir üzerindeki sente işaretini karşılaştırılarak egzoz kam mili zamanlama dişlisi cıvatasını yerine takınız.

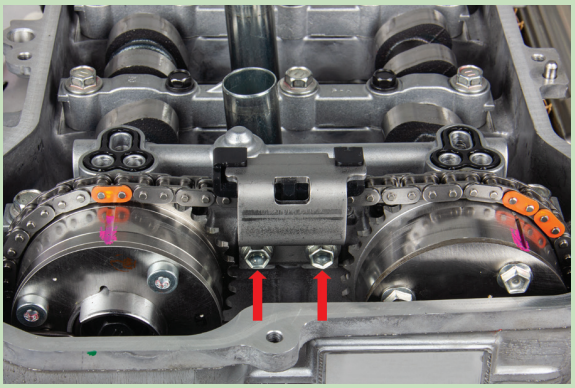


Görsel 6.30: Sente işaretlerinin karşılaştırılması

24) Egzoz kam mili zamanlama dişlisini yerine takarken kam mili üzerindeki pim ile dişli üzerindeki kanal aynı hizaya getiriniz.

25) Kurbağacık anahtar yardımıyla kam milinin üzerinde bulunan altıgen kısmını tutunuz ve kam milinin dönmesini engelleyiniz. Yıldız anahtar ile egzoz kam mili zamanlama dişlisini uygun tork değerinde sıkınız.

26) Zamanlama zincir titreşim sönümleyicisini takınız ve cıvatalarını uygun tork değerinde sıkınız.



Görsel 6.31: Zincir titreşim sönümleyicisinin takılması

27) Zamanlama zincir gergisini takınız.

28) Külbütör kapağını takınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Kam millerinin senteye getirilmesi	10	
3	Kam milinin silindir kapağından sökülmesi	20	
4	Kam milinin takılması ve cıvataların uygun şekilde sıkılması	20	
5	Motorun senteye getirilmesi ve zamanlama zincirinin takılması	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. KAM MİLLERİNDE YAPILAN KONTROLLER		

AMAÇ Kam milinin kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

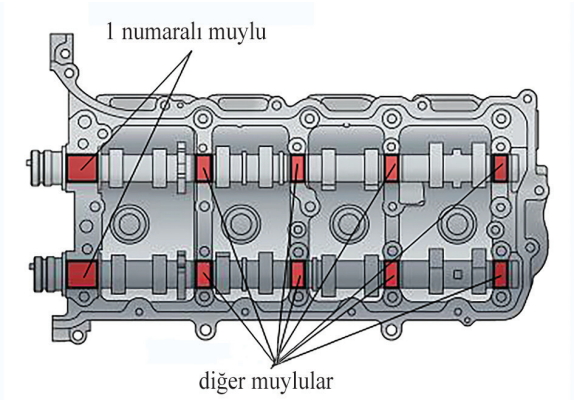
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komprasör		1 adet
2- Plastik geyç		1 adet
3- Mikrometre		1 adet
4- Ayarlı pense		1 adet
5- Torkmetre		1 adet
6- Lokma takımı		1 adet
7- Tornavida		1 adet

2. İşlem Basamakları

a- Kam Mili Eksenel Boşluğunun Ölçülmesi

Komparatörün ayağını ayarlı pense yardımıyla silindir kapağına sabitleyiniz. Tornavida yardımıyla kam milini ileri ve geri hareket ettirerek kam milinin eksenel boşluğunu ölçünüz. Ölçülen değer maksimum değerden fazlaysa kam mili keplerini değiştiriniz. Kam mili muyluları yüzeyleri aşınmışsa kam milini de değiştiriniz.

Görsel 6.32: Kam mili eksenel boşluk ölçümü



Görsel 6.33: Kam milinin muyluları

b- Kam Mili Yağ Boşluğunun Ölçülmesi

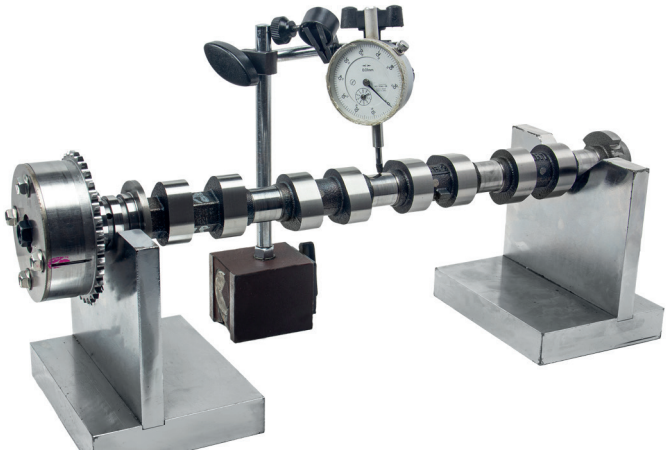
Tüm kam mili muylu yüzeylerine bir miktar plastik geyç uygulayınız. Bütün kam mili muylu yatak keplerini tork değerinde sıkınızve sonra kepleri tekrar sökünüz.

Görsel 6.34: Kam mili yağ boşluğu ölçümü

Kam mili muylu yüzeylerindeki ezilmiş plastik geyçlerin en geniş noktasını ölçünüz. Ölçülen yağ boşluk değerleri maksimum değerden fazlaysa kam milini değiştiriniz. Gerekliyse silindir kapağını da değiştiriniz.

c- Kam Mili Salgısının Ölçülmesi

Kam milini Görsel 6.35'teki gibi V yatakları arasına yerleştiriniz. Kam mili orta muylusuna komparatör ayağını temas ettiriniz. Kam milini bir tur çeviriniz ve komparatördeki salgı miktarını ölçünüz. Ölçülen salgı miktarı maksimum değerden fazlaysa kam milini değiştiriniz.



Görsel 6.35: : Kam mili yağ boşluğu ölçümü

d- Kam Aşıntısının Ölçülmesi

Kam profili yüksekliğini Görsel 6.36'daki gibi mikrometre ile ölçünüz. Ölçülen aşıntı değeri maksimum aşıntı değerinden fazlaysa kam mili değiştiriniz. Bu ölçüm işlemini kam milinin tüm kamları için tekrar ediniz.

Görsel 6.36: Kam profili aşıntı ölçümü

3. Uygulama Değerlendirme

Emme kam mili eksenel gezintisi	..... mm
Egzoz kam mili eksenel gezintisi	..... mm

Emme kam mili salgısı	..... mm
Egzoz kam mili salgısı	..... mm

Emme Kam mili yağ boşluğu					Egzoz kam mili yağ boşluğu				
1. muylu	2. muylu	3. muylu	4. muylu	5. muylu	1. muylu	2. muylu	3. muylu	4. muylu	5. muylu

Emme kam milindeki kamların yükseklikleri							
1. silindir		2. silindir		3. silindir		4. silindir	

Egzoz kam milindeki kamların yükseklikleri							
1. silindir		2. silindir		3. silindir		4. silindir	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Kam milleri eksenel gezintisinin ölçülmesi	10	
3	Kam milleri salgısının ölçülmesi	20	
4	Kam milleri yağ boşluklarının ölçülmesi	20	
5	Kam millerindeki kam aşıntılarının ölçülmesi	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

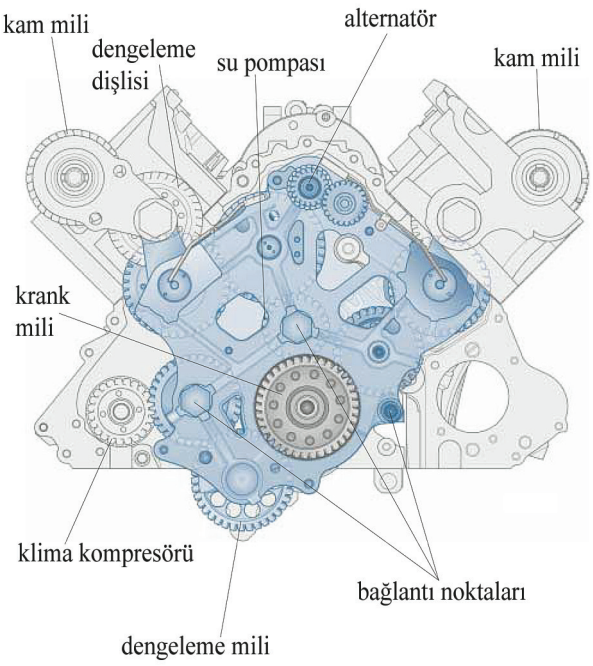
6.3. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

6.3.1. Görevi

Kam milleri, kendi başlarına hareket edemezler. Kam millerinin başka bir mekanizma tarafından döndürülmeleri gerekir. İçten yanmalı motorlarda kam milleri, hareketini krank millerinden alır. Günümüz otomobillerinde kam milleri genelde silindir kapağında bulunduğundan krank milleri ile birbirinden uzakta olan mesafededir. Bu nedenle krank mili ile kam milini birbirine bağlayan bir mekanizmaya ihtiyaç duyarlar. Bu mekanizma, zaman ayar mekanizmasıdır. Zaman ayar mekanizmaları krank milinin hareketini kam miline iletirler.

6.3.2. Çeşitleri

Zaman ayar mekanizmaları farklı yapıda olabilirler. İçten yanmalı motorlarda kullanılan zaman ayar mekanizmaları; dişli tip, kayışlı tip ve zincirli tip olmak üzere üç çeşittir. Günümüz otomobillerinde en çok zincirli tip ve sonra kayışlı tip tercih edilmektedir.



Görsel 6.37: Zaman ayar dişli mekanizması

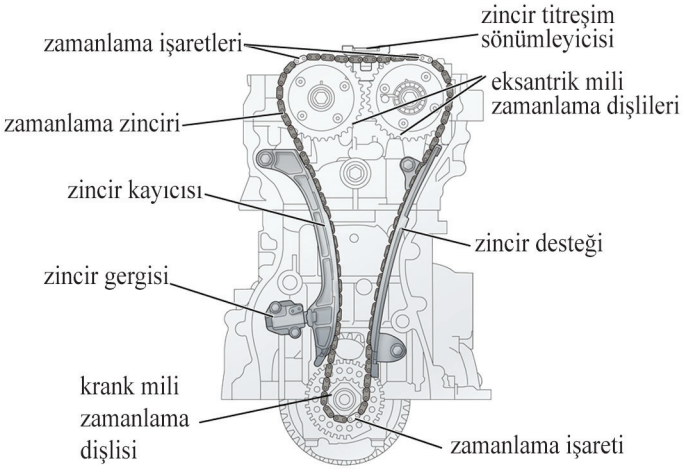
6.3.2.1. Zaman Ayar Dişlileri

Zaman ayar dişlileri, krank milinin dairesel hareketini motor üzerindeki birçok parçaya iletir. Bu parçalardan bazıları; kam milleri, su pompası, alternatör, klima kompresörüdür. Krank dişlisi çelik alaşımından yapılmış olup kama veya cıvata gibi birleştirmelerle krank miline bağlanır. Zaman ayar dişlileri çalışırken daha sessiz olması için helisel biçimde üretilmişlerdir. Zamanlama dişlileri, motor yağlama sistemi tarafından sürekli olarak yağlanır. Görsel 6.37'de V motora ait dişli tip zaman ayar mekanizması görülmektedir.

6.3.2.2. Zaman Ayar Zinciri

Krank mili, zincirli zaman ayar mekanizmasında kam milini bir zincir yardımı ile döndürür. Kam millerinde ve krank milinde zincirin kullanılabilmesi için zaman ayar dişlileri bulunur. Kam mili zaman ayar dişlileri kam miline cıvata ile bağlanırken krank mili zaman ayar dişlisi kamalı birleştirme ile bağlanır. Zincirli zaman ayar mekanizmaları kayışlı tip mekanizmalara göre daha uzun ömürlüdür.

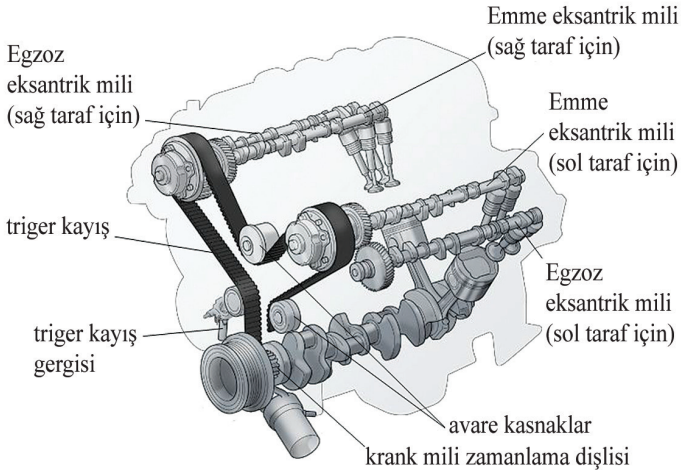
Zincire kılavuzluk yapan zincir kayıcıları (palet) zincirin iki tarafında kullanılır. Zincirin gerdirilmesi için zincir gergisi kullanılır. Ayrıca bazı ayar mekanizmalarında zincirin titreşimini sönümleyen sistemler de mevcuttur. Zincirin üstünde zaman ayar işaretleri bulunur. Bu işaretler, motoru senteye getirmede kullanır. Zincir mekanizması motor yağlama sistemi tarafından devamlı yağlanmaktadır. Görsel 6.38'de zincirli zaman ayar sistemi görülmektedir.



Görsel 6.38: Zaman ayar zincir mekanizması

6.3.2.3. Zaman Ayar Kayışı (Triger Kayışı)

Zaman ayar kayış mekanizmasına aynı zamanda **triger kayışı** da denilmekte ve en çok bu isim kullanılmaktadır. Triger kayışı, fiber glass ile güçlendirilmiş kauçuktan üretilmiştir. Triger kayışının kam mili zaman dişlilerine hareket verebilmesi için kayışın iç kısmına diş açılmıştır. Gerilme dayanımı çok yüksektir, ısı değişiminden çok az etkilenir ve çok az bir esneme yapar.



Görsel 6.39: Zaman ayar kayış mekanizması

Triger kayışının yağlanmasına gerek yoktur. Bu nedenle kayışlı zamanlama sisteminin kapakları plastikten yapılır. Triger kayışlarının belirli kullanım ömürleri vardır. Kullanım ömrünü tamamlayan kayış sistemi set halinde değiştirilir.

Triger kayışının diş atlamaması için kayışın gergin olması gerekir. Bunun için sistemde kayış gergisi kullanılır. Kayışın farklı motor parçalarına hareket verebilmesi için yönlendirilmesi gerekir. Kayışın yön değiştirme noktalarında da avare kasnaklar kullanılmıştır. Görsel 6.39'da bir V motorun triger kayış sistemi görülmektedir.

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 6 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. ZAMANLAMA ZİNCİRİ DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Zamanlama zincir değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Lokma takımı		1 adet
2- Lastik tokmak		1 adet
3- Sıvı conta		1 adet
4- Torkmetre		1 adet
5- Krank kasnağı kilitleme aparatı		1 adet
6- Tornavida		1 adet
7- Açık ağızlı anahtar		1 adet
8- Kurbağacık		1 adet
9- Yağdanlık		1 adet

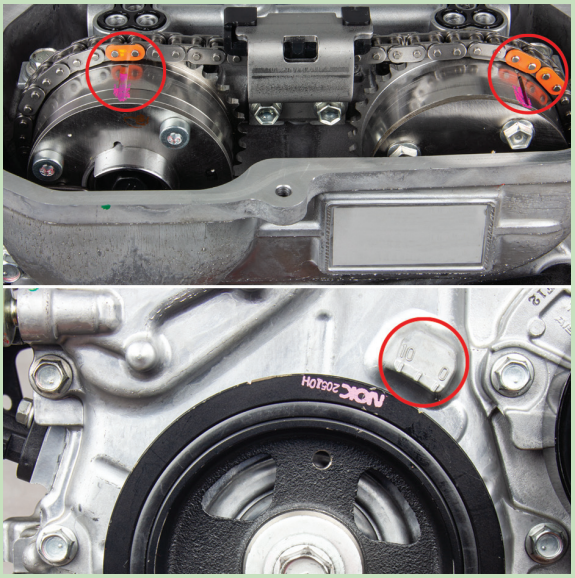
2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

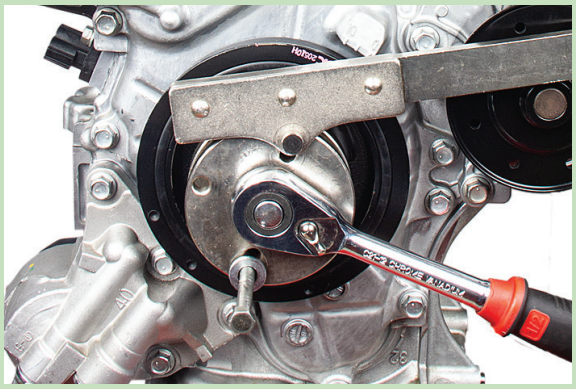
3) Külbütör kapağını sökünüz.

4) Krank milini, krank mili kasnağındaki çentik ile motor ön kapağındaki zamanlama işareti "0" a hizalanana kadar döndürünüz ve motoru senteye getiriniz.



Görsel 6.40: Kam mili ve motor kasnağı üzerindeki sente işaretleri

5) Krank mili kasnağını özel aparat ile sabitleyiniz ve kasnağın cıvatasını sökünüz.

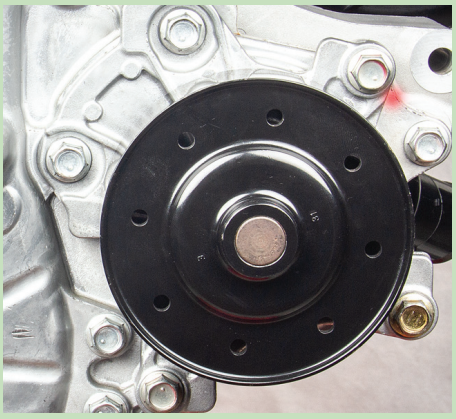


Görsel 6.41: Krank mili kasnağının sabitlenmesi

6)Zincir gergisini sökünüz.
7)Motor sağ üst bağlantı braketini sökünüz.
8)Yağ filtresi braketini sökünüz.
9)Motor ön kapağına ait olan cıvataları sökünüz.

Görsel 6.42: Motor ön kapağı ve üzerindeki parçaları

10) Su pompasına ait cıvataları sökünüz.

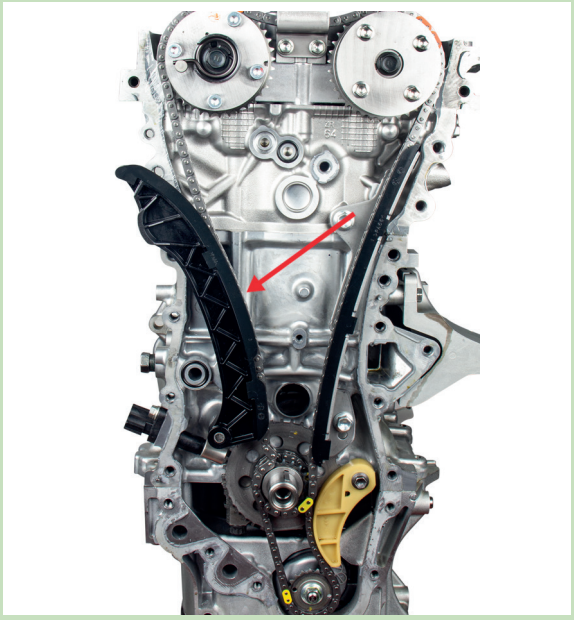


Görsel 6.43: Su pompası ve cıvataları

11)Bir tornavida yardımı ile motor ön kapağını çıkartınız.
Not:Tornavidanın temas ettiği yüzeylere zarar vermemeye dikkat ediniz.
Öneri:Kullanmadan önce tornavidanın ucunu bantlayınız.

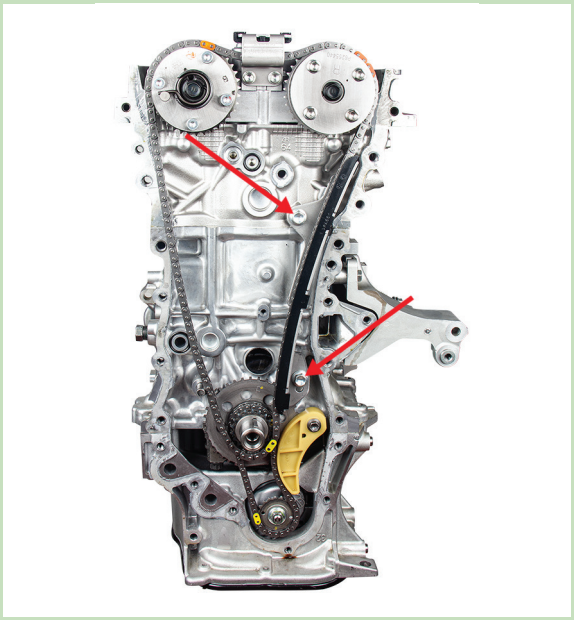
12)Zincir titreşim sönümleyicisini sökünüz.

13) Zincir gergi kaydırıcısını sökünüz.



Görsel 6.44: Zincir gerdirici kaydırıcısının sökülmesi

14)Zincir titreşim sönümleyicisini sökünüz.



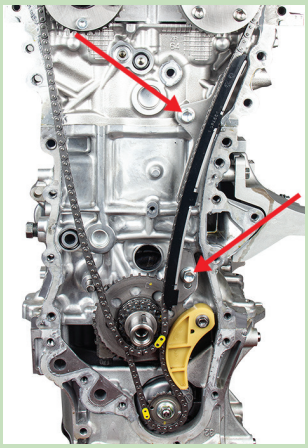
Görsel 6.45: Zincir titreşim sönümleyicisinin sökülmesi

15) Kam milinin üzerinde bulunan altıgen kısmını bir kurbağacık anahtar ile tutunuz ve kam mili zamanlama dişlileri arasındaki zincirin gerginliğini gevşetmek için kam mili zamanlama dişlisini saatin tersi yönde döndürünüz.

16)Zamanlama zinciri gevşek iken zinciri kam mili zamanlama dişlisinden ayırınız ve kam mili zamanlama dişlisi üzerine koyunuz.

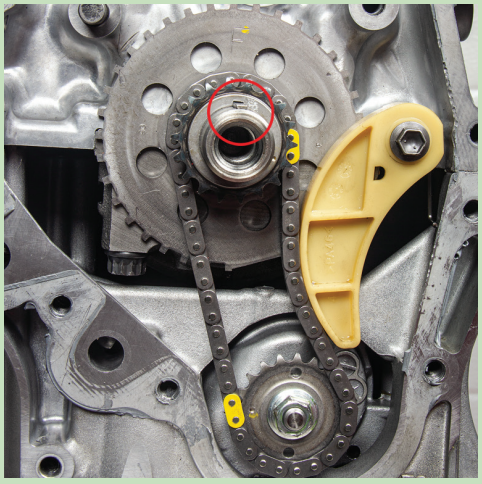
TAKILMASI

17) Zincir titreşim sönümleyicisini takınız. Görsel 6.46'da görülen iki adet cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.



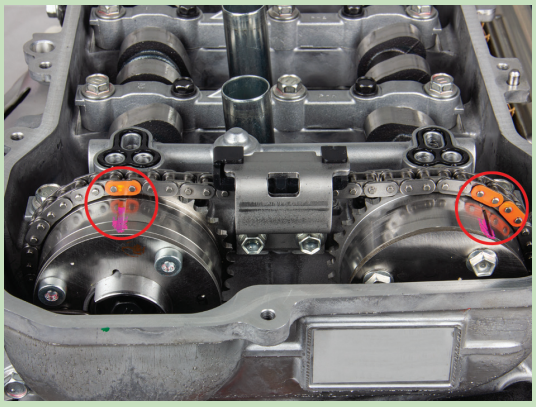
Görsel 6.46: Zincir titreşim sönümleyicisinin takılması

18)Krank milinin üzerinde bulunan kama yukarı bakacak şekilde olmalıdır. Bu konumda değilse krank milini döndürerek bu konuma getiriniz.



Görsel 6.47: Krank mili üzerindeki kamanın hizalanması

19)Emme ve egzoz kam mili zamanlama dişlisi üzerindeki zamanlama işaretlerini Görsel 6.48'de gösterildiği gibi hizalandırınız (Emme ve egzoz kam milinin birinci silindirine ait kamlar yukarı bakacak şekilde olmalıdır.).

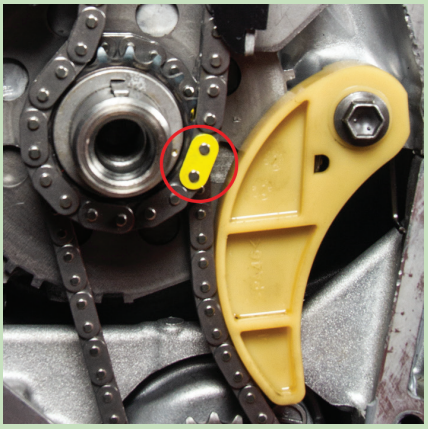


Görsel 6.48: Kam milleri üzerindeki sente işaretleri

20)Yeni zamanlama zincirini emme kam mili dişlisine takınız. Zincir üzerindeki işaret ile kam mili dişlisi üzerindeki işareti hizalayınız.
21)Zinciri, zincir titreşim sönümleyicisinden geçiriniz.
22)Zincirin üzerindeki turuncu işaret ile egzoz kam mili dişlisi üzerindeki işareti karşılaştırınız ve zinciri dişliye takınız.
23)Zinciri, krank mili üzerine mil etrafından geçirmeden yerleştiriniz.
24)Zamanlama zincirinin yanlış hizalanmasını önlemek için emme kam mili zamanlama dişlisi saat yönünde yavaşça döndürünüz. Böylece zamanlama zinciri gerginleşmiş olacaktır.

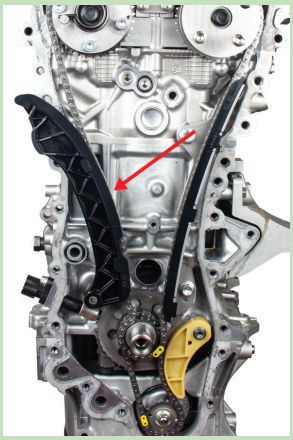
Görsel 6.49: Kam milinin anahtar yardımıyla döndürülmesi

25)Zamanlama zinciri üzerindeki sarı işaret ile krank mili zamanlama dişlisi üzerindeki işaretleri hizalayınız. Daha sonra krank mili zamanlama dişlisini krank milindeki kamaya hizalayarak yerine takınız.



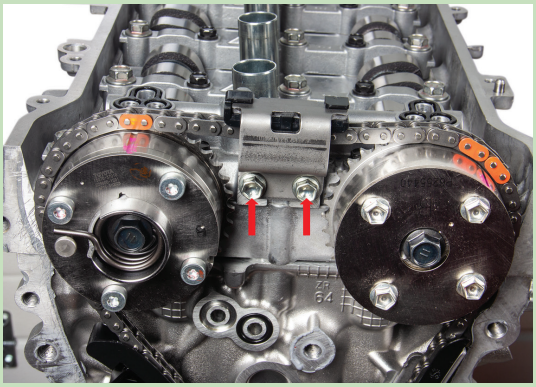
Görsel 6.50: Kam mili zamanlama dişlisi ile zamanlama zinciri üzerindeki sente işaretleri

26)Zincir gergi kaydırıcısını silindir bloğundaki yerine takınız.



Görsel 6.51: Zincir gergi kaydırıcısının takılması

27) Zincir titreşim sönümleyicisini takınız ve iki cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.

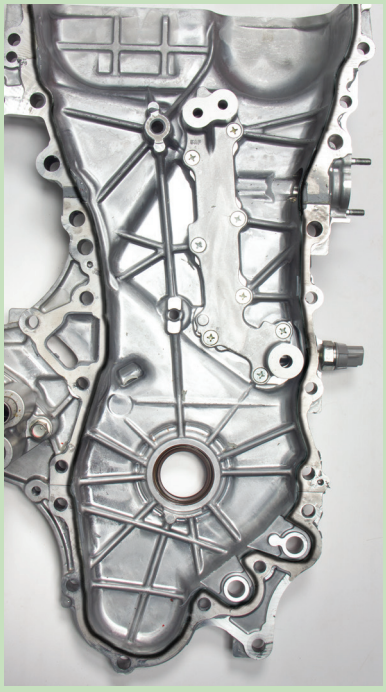


Görsel 6.52: Zincir titreşim sönümleyicisinin takılması

28)Su giriş muhafazasını yeni contası ile birlikte silindir bloğundaki yerine takınız. Üç cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.

29)Zamanlama zincir kapağında sıvı conta kalıntıları varsa temizleyiniz.

30)Zamanlama zincir kapağına şekilde gösterildiği gibi doğru yerlere ve uygun kalınlıkta sıvı contayı dikkatlice sürünüz.

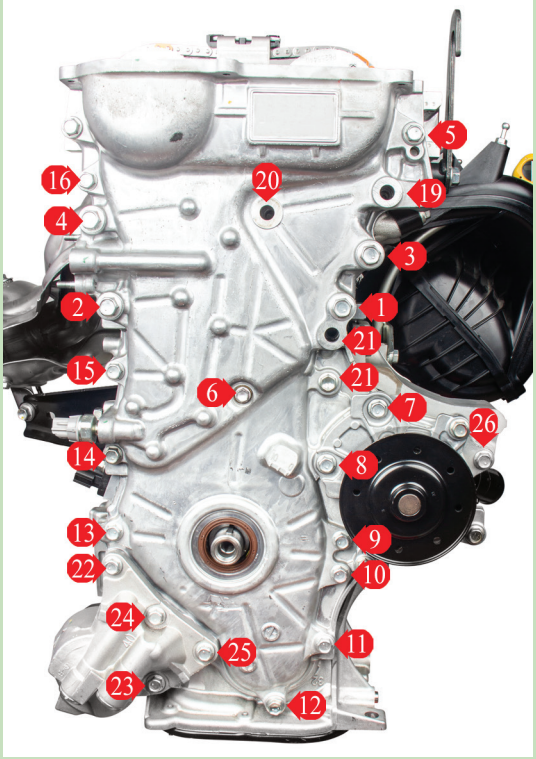


Görsel 6.53: Zamanlama zincir kapağına sıvı conta uygulaması

31)Zamanlama zincir kapağını silindir bloğundaki yerine dikkatlice takınız.
32)Su pompasını yeni contası ile yerine takınız.
33)Sağ motor kulağı braketini yerine takınız.
34)Yağ filtresi gövdesini yerine takınız.
35)Zamanlama zinciri kapağının 26 adet cıvatasını şekilde gösterilen sırayla uygun tork değerinde sıkınız.

Not:

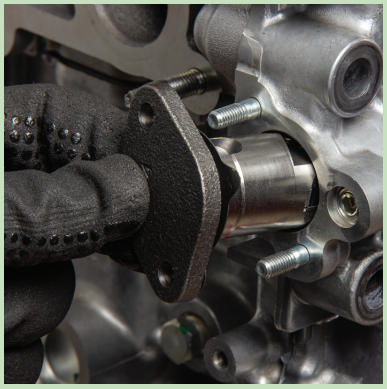
- Sıvı contayı sürdükten sonra 3 dakika içinde zamanlama zinciri kapağını takınız ve 10 dakika içinde cıvatalarını sıkınız.
- Zamanlama zinciri kapağına sıvı conta uyguladıktan sonra motor sağ üst kulağı braketini ve yağ filtresi gövdesini 10 dakika içerisinde takınız.
- Takma işleminden 2 saat sonra motor yağı ilave ediniz.
- Takma işleminden 2 saat sonra sonra motoru çalıştırınız.



Görsel 6.54: Motor ön kapağı üzerindeki cıvataların sıkma sırası

36)Krank mili kasnağını kama kanalı ile hizalayarak krank miline takınız. Özel aparat kullanarak krank mili kasnağını sabitleyiniz ve cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.

37)Zincir gergisini takınız.



Görsel 6.55: Zincir gergisinin takılması

38)Zincir gergisinin yeni contasın üzerine takarak silindir bloğu üzerindeki yerine takınız ve 2 adet somununu uygun tork değerinde sıkınız.

39)Krank milini saat yönünün tersine yavaşça döndürünüz ve zincir gergisi kancasının serbest kalıp kalmadığını kontrol ediniz.

40)Krank milini saat yönünde iki tur döndürünüz hem gerginin çalıştığını hem de sente ayarının doğruluğunu kontrol ediniz.

41)Külbütör kapağını yerine takınız ve cıvatalarını uygun tork değerinde sıkınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Motorun senteye getirilmesi	10	
3	Ön kapağın sökülmesi	10	
4	Zincirin sökülmesi	10	
5	Yeni zincirin takılması	20	
6	Motor ön kapağına sıvı conta sürülmesi ve cıvatalarının sıkılması	10	
7	Zincir zamanlama işaretlerinin ayarlanması	10	
8	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
9	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. ZAMAN AYAR MEKANİZMALARINDA YAPILAN KONTROLLER		

AMAÇ Zaman ayar mekanizmalarının kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kumpas		1 adet
2- Yaylı kantar		1 adet
3- Tornavida		1 adet

2. İşlem Basamakları

a- Dişli Zaman Ayar Mekanizmalarında Yapılan Kontroller

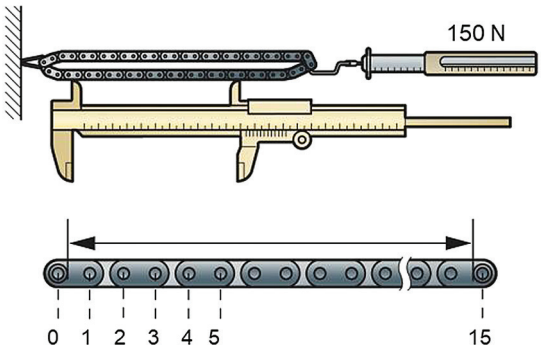
Motor onarımı sırasında krank mili ve kam mili zamanlama dişlilerini gözle kontrol ediniz. Gözle kontrol sonrasında dişlilerde kırılma varsa dişlileri yenisi ile değiştiriniz. Dişlilerdeki aşınma miktarlarını bir komparatör yardımıyla kontrol ediniz. Komparatörün gövdesini silindir bloğunda bir yere sabitledikten sonra komparatörün ölçüm ucunu aşıntısı kontrol edilecek dişliye değdiriniz. Dişliyi ileri geri hareket ettirilerek çalışma boşluğunu ölçülünüz. Ölçülen boşluk değeri maksimum değerden fazlaysa dişliyi değiştiriniz.

b- Zincirli Zaman Ayar Mekanizmalarında Yapılan Kontroller

Zamanlama zincirlerinin belirli bir periyodik değişim kilometreleri yoktur. Zamanlama zincirlerinden ses geldiğinde ya da motorun yenileştirme işlemi sırasında zamanlama zincir mekanizmasını da kontrol ediniz.

c- Zincir Boy Uzama Kontrolü

Zamanlama zincirleri, uzun süreli çalışmalarından sonra ya da çokça yapılan ani kalkışlardan dolayı uzayabilir. Söküldüklerinde uzunluklarının kontrol edilmesi gerekir. Uzunluk kontrolünde yaylı bir kantar kullanarak zinciri 150N (15 kg) kuvvetle çekiniz ve bir kumpas ile Görsel 6.56'daki gibi on beş zincir baklasının arasını ölçünüz. Bu ölçümü baklaları değiştirerek zincirin üç farklı noktasından yapınız. Ölçülen değerler maksimum değerden fazlaysa zinciri değiştiriniz.

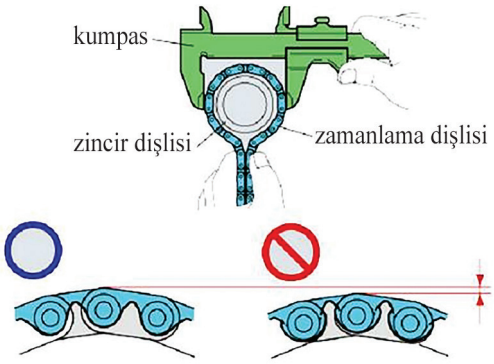


Görsel 6.56: Zincir uzaması kontrolü

d- Zamanlama Dişlisi Aşıntı Kontrolü

Zamanlama zinciri çalıştığı dişliler ile beraber aşınır. Aşınan zincir dişlisinin diş yüksekliği düşecek ve zamanlama zinciri sesli çalışmaya başlayacaktır. Görsel 6.57'deki gibi zinciri, beraber çalıştığı dişlinin etrafına sarınız sonra bir kumpas ile çapını ölçünüz. Ölçülen çap standart çaptan daha küçükse zincir ve dişliyi değiştiriniz.

Krank mili ve kam mili zamanlama dişlilerinin aşıntılarını ayrı ayrı kontrol ediniz. Bazı içten yanmalı motorlarda yağ pompasının tahriki içinde ayrı bir zincir mekanizması kullanılır. Zamanlama zinciri mekanizması için yapılan tüm kontrolleri yağ pompası zinciri içinde yapınız.



Görsel 6.57: Zamanlama dişlisinin aşıntı kontrolü

e- Zincir Gergisinin Kontrolü

Zamanlama zincir gergisinin kilit mandalını parmağınızla kaldırınız ve pistona bastırarak pistonun düzgün bir şekilde hareket edip etmediğini kontrol ediniz. Gergi pistonunu parmağınızla ittiğiniz zaman kilit mandalı tarafından kilitlenip kilitlenmediğinin de kontrolünü yapınız.

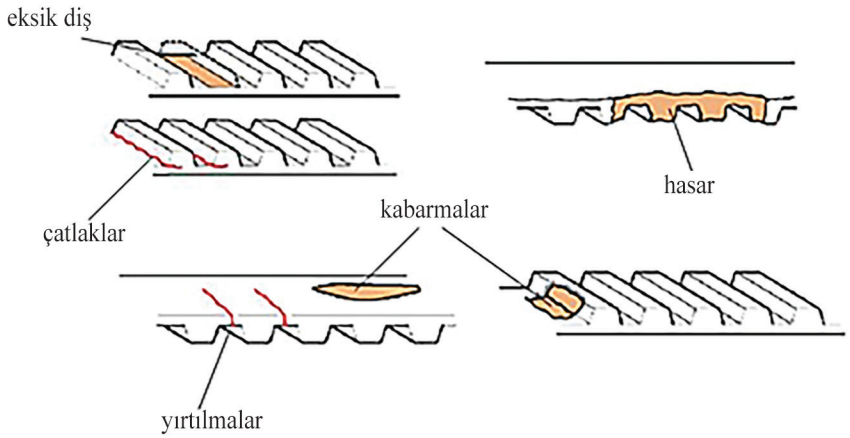
Görsel 6.58: Zincir gergisinin çalışma kontrolü

f- Kayışlı Zaman Ayar Mekanizmalarında Yapılan Kontroller

Triger kayışı, periyodik değişimi olan bir parçadır. Değişim kilometresi otomotiv firmalarına göre farklılık gösterir. Kilometresi dolan triger kayışını set halinde değiştiriniz. Triger kayışını değişirken kayış, avare rulman ve kayış gergisini set halinde değiştiriniz. Bazı otomotiv firmalarında su pompası hareketini triger kayışından aldığı için triger seti değişimi yapılırken su pompası da değiştirilebilir.

Motoru yenileştirme esnasında triger seti söküldüğü için parçaların kontrollerini yapınız. Görsel 6.59'da triger kayışı takılmadan önce kontrol edilmesi gereken durumlar gösterilmiştir.

Kayış gergisinin dönüş anındaki çıkardığı sesi kontrol ediniz. Gergiden anormal ses geliyorsa kayış gergisini değiştiriniz. Bazı araçların triger setlerinde otomatik gergi kullanırken bazılarında yay kullanılır. Yay kullanan gergi sistemlerinde gergi yayının yüksüz ve yüklü durumunda boy kontrolünü yapınız. Ölçülen değeri katalog değeri ile karşılaştırınız. Standart değerleri taşımıyorsa gergi yayını değiştiriniz.



Görsel 6.59: Zamanlama kayışının kontrolü

3. Uygulama Değerlendirme

Zamanlama zincirinin uzunluk ölçümü		
1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm

Zamanlama dişlerinin aşıntı ölçümü		
Krank mili dişlisi	Emme kan mili dişlisi	Egzoz kan mili dişlisi

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Zamanlama zincir boyunun ölçülmesi	10	
3	Zamanlama dişlilerinin aşıntısının ölçülmesi	10	
4	Zincir gergisinin kontrolünün yapılması	20	
5	Triger kayışı avare kasnağının kontrolünün yapılması	10	
6	Triger kayışının görsel kontrolünün yapılması	10	
7	Zincir zamanlama işaretlerinin ayarlanması	10	
8	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
9	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

6.4. SUPAP MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

6.4.1. Görevi

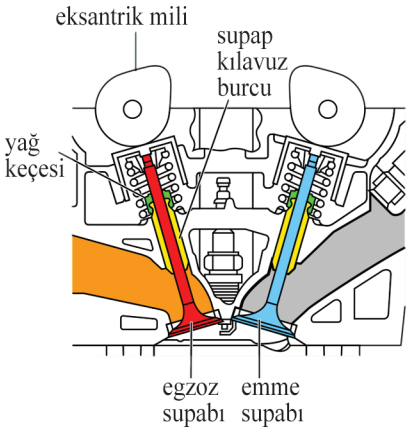
Supap mekanizması; içten yanmalı motorlarda emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımının alınmasını, sıkıştırma zamanında supapların kapalı tutulmasını ve egzoz zamanında yanmış gazların dışarı atılmasını sağlar.

6.4.2. Çeşitleri

İçten yanmalı motorlar; supapların yerleşimlerine göre L tipi, T tipi, F tipi ve I tipi olarak çeşitlendirilir. L tipi, F tipi ve T tipi supap mekanizmaları günümüz motorlarında kullanılmamaktadır. Günümüzdeki motorlar, üstten eksantrikli I tipi supap yerleşimli supap mekanizmalarını kullanmaktadır.

Üstten Eksantrikli I Tipi Supap Mekanizması

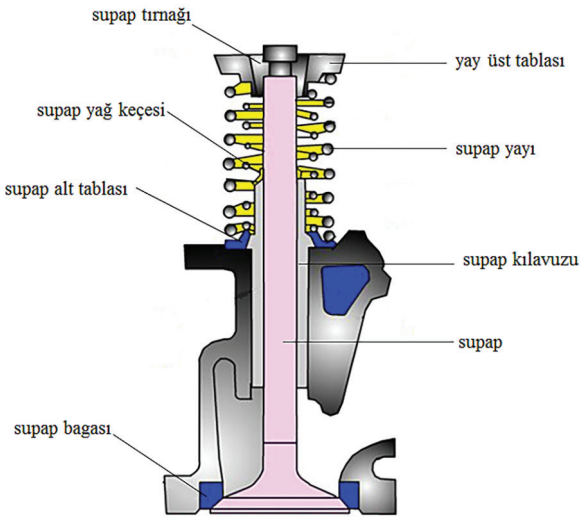
I tipi supap mekanizmasında supaplar, silindir kapağına baş aşağı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu sayede yanma odaları istenilen biçimde tasarlanabilmektedir. Kam milleri, silindir kapağında tek ve çift olarak kullanılabilmektedir. Tek kam mili kullanıldığında tüm supaplar bu kam milinden hareket almaktadır. Çift kam mili kullanıldığında ise emme ve egzoz supapları için ayrı ayrı kam milleri kullanılır. Görsel 6.63'te üstten çift eksantrikli I tipi supap mekanizması görülmektedir.



Görsel 6.60: Üstten çift eksantrikli I tipi supap mekanizması

6.4.3. Parçaları

Supap mekanizmaları genel olarak supap, supap kılavuzu, supap yağ keçesi, supap yayı, supap yayı tablası, supap yay tutucu kilitleri ve supap bagasından oluşur. Görsel 6.61'de supap mekanizması parçaları görülmektedir.



Görsel 6.61: Supap mekanizması parçaları

6.4.3.1. Supaplar

Supaplar, emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımının alınmasını ve egzoz zamanında yanmış gazların dışarı atılmasını sağlayan supap mekanizması parçasıdır. Supaplar dört zamanlı motorlarda kullanılır. İki zamanlı motorlarda port adı verilen delikler supapların görevini yaparlar.

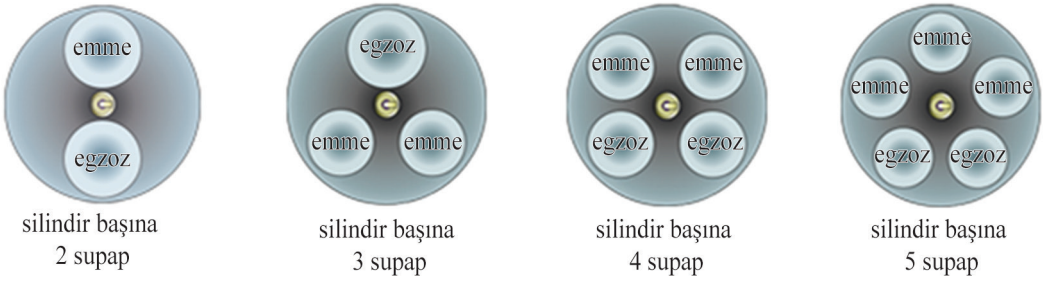
Dört zamanlı motorlarda emme ve egzoz supabı olmak üzere iki çeşit supap kullanılır. Emme supapları, emme zamanında silindirlere hava veya hava-yakıt karışımını alırken egzoz supapları, egzoz zamanında yanmış gazların silindirlerden çıkışını sağlarlar. Emme supapları içeriye daha fazla hava veya hava-yakıt karışımını alabilmek için egzoz supaplarından daha büyük yapılırlar.

Supapların çok yüksek sıcaklıklar ve basınçlar altında eğilmeden, kırılmadan, erimeden, çatlamadan görevlerini yerine getirmeleri gerekir. Bu sebeple supaplar dayanıklı ve sağlam malzemeden üretilir. Emme supapları genellikle nikel (Ni), krom (Cr) ve silisyum (Si) katıklı çeliklerden yapılmaktadır. Egzoz supapları daha yüksek ısılara maruz kaldıklarından krom (Cr)-nikel (Ni)-Wolframlı(W), krom (Cr)-mangan (Mn) ve krom (Cr)-kobaltlı (Co) çeliklerden yapılırlar.

Görsel 6.62: Supap kısımları

Supap yapısal olarak supap tırnak yuvası, supap sapı, supap oturma yüzeyi ve supap başından oluşmaktadır. Görsel 6.62'de de bir supabın kısımları gösterilmiştir. Eski nesil motorlarda silindir başına iki adet supap kullanılırdı. Bu supaplardan biri egzoz diğeri de emme supabıydı.

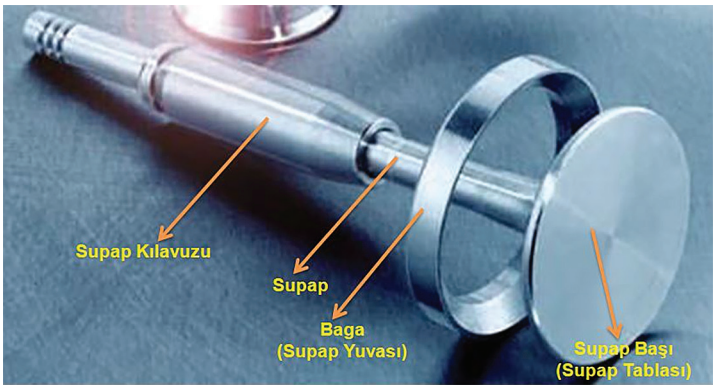
İçten yanmalı motorlardan daha fazla güç ve yakıt sarfiyatı istendiğinden çoklu supap teknolojisine geçilmiştir. Bu teknoloji; silindirlere daha fazla temiz hava alabilme, düşük yakıt tüketimi ve daha düşük zararlı egzoz emisyonları sağlayabilme imkânını vermiştir. Günümüz otomobillerinde en çok kullanılan supap sayısı silindir başına dörttür. Bu supaplardan iki tanesi emme iki tanesi egzoz supabıdır. Görsel 6.63'te içten yanmalı motorlarda silindir başına kullanılan supap sayısı ve supap isimleri gösterilmiştir.



Görsel 6.63: Silindir başına kullanılan supap sayıları

6.4.3.2. Supap Yuvası (Baga)

Supap başlarının silindir kapağında oturduğu silindirik yuvalara baga denir. Supap yuvası, supaplar kapalıyken silindirin sızdırmazlığını sağlar. Böylece sıkıştırma zamanındaki kompresyon kaçağı engellenmiş olur. Supap yuvası silindir kapağına preslenerek takılmıştır. Yanma sırasında ısınan supapların ısısını silindir kapağına ileterek supapların soğumasını sağlar. Görsel 6.64'te supap bagası görülmektedir.



Görsel 6.64: Supap bagası

Yeni nesil motorlarda supap yuvası, preslenmiş ayrı bir parça olarak değil silindir kapağına lazerle kaynatılmış ve silindir kapağıyla tek parça haline getirilmiş olarak üretilmektedir. Lazerle kaynatılmış supap yuvaları değiştirilemez. Supap bagası; yüksek sıcaklığa, mekanik darbeye, aşınmaya ve sıcaklığa dayanıklı malzemeden üretilir. Presle geçirilen bagalar kaliteli dökme demir veya stellit denen alaşımdan üretilir.

Supap bagası, supap oturma yüzeyi gibi açılı bir yüzeye sahiptir. Baga yüzeylerinin açıları farklı çeşitlerde olabilir. Genelde 45° açı kullanılır.

6.4.3.3. Supap Kılavuzu (Gayd)

Supap kılavuzuna aynı zamanda **supap gaydı** da denir. Supap kılavuzu, genellikle dökme demirden bazen de bronz alaşımdan üretilir. Supap kılavuzu silindir kapağına preslenerek takılır. Bazı motorlarda supap kılavuzları silindir kapağıyla tek parça halinde üretilmiştir olabilir.

Supap sapı, supap kılavuzunun içinde aşağı ve yukarı doğru hareket eder. Supap kılavuzu, supapların aşağı ve yukarı hareketine kılavuzluk ederek düz bir şekilde hareket etmelerini sağlar. Böylece supaplar yuvalarına tam olarak oturarak boşluk,titreşim,yalpalama yapamaz ve supaplar ile supap yuvaları arasından kompresyon kaçağı oluşmaz. Görsel 6.65'te supap sistemindeki supap kılavuzu görülmektedir.

Supap sapı, supap kılavuzunun içinde aşağı ve yukarı doğru hareket eder. Supap kılavuzu, supapların aşağı ve yukarı hareketine kılavuzluk ederek düz bir şekilde hareket etmelerini sağlar. Böylece supaplar yuvalarına tam olarak oturarak boşluk,titreşim,yalpalama yapamaz ve supaplar ile supap yuvaları arasından kompresyon kaçağı oluşmaz. Görsel 6.65'te supap sistemindeki supap kılavuzu görülmektedir.

Görsel 6.65: Supap kılavuzu

Görsel 6.66: Supap yağ keçesi

6.4.3.4. Supaplar Yağ Keçesi (Supap Lastiği)

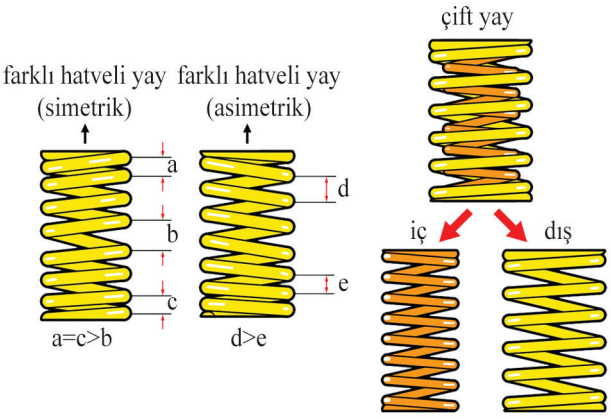
Supap sapının supap kılavuzu içinde aşağı ve yukarıya hareket ederken sıkışmaması için motor yağı ile yağlanması gereklidir. Motor yağının supap sapı ile supap kılavuzu arasındaki çalışma boşluğundan yanma odasına sızması engellenmelidir. Motor yağlama yağının kılavuzla supap sapı arasından sızmasını önlemek için supap yağ keçesi kullanılır.

6.4.3.5. Supap Yayı

Supap yayı, kam mili ve supap iticisi tarafından itilen (açılan) supabın görevi bittikten sonra supap yuvasına geri çekilmesini (kapanması) sağlayan supap mekanizması parçasıdır. Supap yayları özel yay çeliğinden helisel sarımlı olarak yapılır.

Görsel 6.67: Supap yayı

Çoğu motorda supap başına bir supap yayı vardır ancak bazı motorlar supap başına iki yay kullanır. Motor yüksek devirlerde çalışırken supabın titremesini önlemek için farklı hatveli yaylar veya çift yay kullanılır.



Görsel 6.68: Çift supap yayı kullanımı

6.4.3.6. Supaplar Yay Tablası

Supap yay tablası, supap yaylarını supap sapına bağlamak için kullanılır. Böylece supap kam tarafından aşağıya doğru itildiğinde supap yayının sıkıştırılmasını sağlar. Yay tablaları, supap yayını supap sapı çalışma ekseninde tutar. Dolayısıyla supap yayının eğilmesini önlemiş olur.

Görsel 6.69: : Supap yay tablası

6.4.3.7. Supap Tırnakları

Supap tırnakları, supap tablası ile iç içe geçerek supap yayının supap sapına bağlanmasını sağlar ve bu sayede supap yayı istenilen konumda tutulmuş olur.

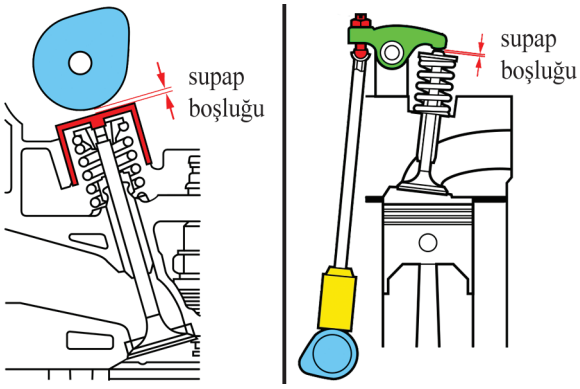
Görsel 6.70: Supap tırnakları

6.4.4. Supap Boşluğu

6.4.4.1. Tanımı

İçten yanmalı motorların birçok parçası metal malzemeden yapılmıştır. Metaller, ısındıkça genleşen yani boyu uzayan malzemelerdir. İçten yanmalı motorların çalışma sıcaklıkları farklılık gösterdiklerinden beraber çalışan parçalar arasında çalışma boşluğu olmak zorundadır. Kam mili ile supap sapı arasındaki çalışma boşluğuna **supap boşluğu** denir.

Supap boşluğu, direkt tahrikli supap sisteminde kam profilinin yuvarlak kısmı ile supap fincanı arasındaki boşluk iken külbütör supap mekanizmasında külbütör koluyla (manivela piyano ile) supap sapı arasındaki boşluktur (Görsel 6.71).



Görsel 6.71: Külbütör sistemlerinde supap boşlukları

Supap boşluklarının değerleri kullanılan külbütör mekanizmalarına göre değişiklik gösterir. Egzoz supapları daha yüksek ısılarda çalıştıklarından supap boşluk değerleri emme supaplarına göre daha fazladır.

Supap boşluğu fazla olduğunda motorda supap vurma sesi (supap vuruntusu) oluşur. Motorun supap zamanlaması bozulur, motor performansı düşer, yakıt tüketimi artar. Supap boşluğu az olduğunda supaplar tam olarak kapanamaz, motor kompresyon kaçırır. Motor performansı azalır, yakıt tüketimi artar.

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. SUPAP MEKANİZMASINDAKİ KONTROLLER		

AMAÇ Supap mekanizmasındaki parçaların kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kumpas	1/20	1 adet
2- Mikrometre	Dış çap 0-25 mm	1 adet
3- Mikrometre	İç çap 0-25 mm	1 adet
4- Supap alıştırma macunu	(Prusya mavisi)	1 adet
5- İnce uçlu fırça		1 adet
6- Yay tansiyon aparatı		1 adet
7- Kare çelik mastar		1 adet

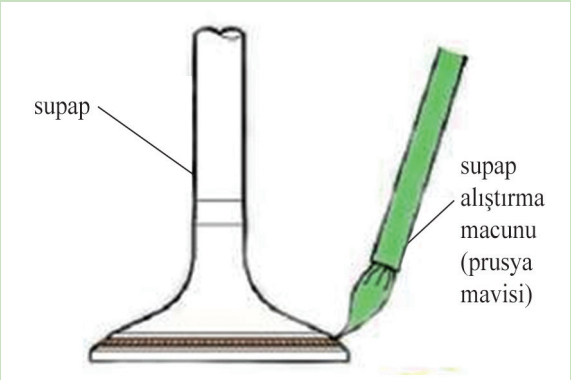
2. İşlem Basamakları

a- Supap Oturma Yüzeyinin Kontrolü

1- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2- Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3- Supap oturma yüzeyine, bir fırça yardımı ile ince bir katman supap alıştırma macunu (Prusya mavisi) uygulayınız.



Görsel 6.72: Supap başına alıştırma macunun sürülmesi

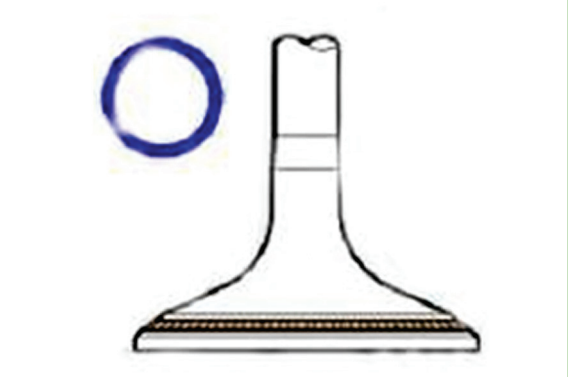
4- Supap oturma yüzeyini hafif bir şekilde supap yuvasına (bağaya) doğru bastırınız.

Not: Supabı bastırırken çevirmeyiniz.

Görsel 6.73: Supabın supap yüzeyine bastırılması

5- Supap oturma yüzeyini ve supap bagasını kontrol ediniz.

Supap yuvası ve supap temas yüzeylerinde supap alıştırma macununun eşit şekilde iz bırakıp bırakmadığını kontrol ediniz. Alıştırma macunu izi eşit değilse yatak yuvasını yeniden işleyiniz.



Görsel 6.74: Alıştırma macununun supap oturma yüzeyindeki izi

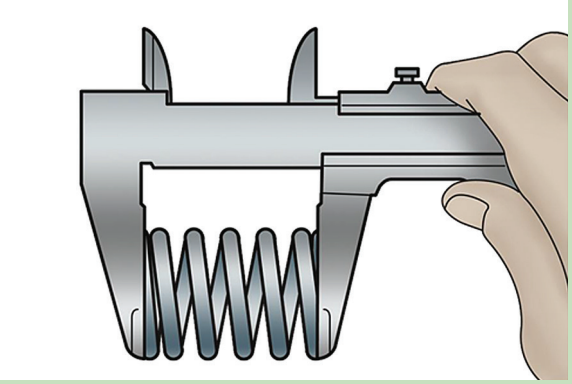
b- Supap Yayının Kontrolleri

1- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2- Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

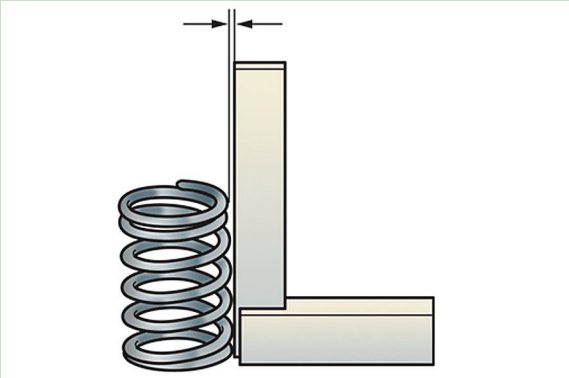
3- Kumpas kullanarak supap yayının serbest uzunluğunu ölçünüz.

Ölçülen supap yayı uzunluğu standart değerler arasında değilse supap yayını yenisi ile değiştiriniz.



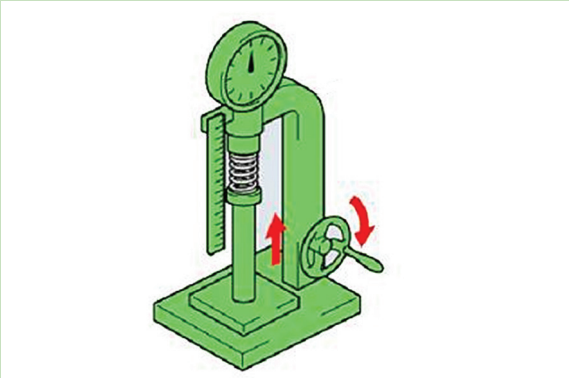
Görsel 6.75: Supap yayı uzunluk ölçümü

4- Çelik kare kullanarak supap yayının sapmasını ölçünüz. Ölçülen sapma değeri maksimum değerden daha fazlaysa supap yayını değiştiriniz.



Görsel 6.76: Supap yayı eğrilik ölçümü

5-Supap yaylarını, yay tansiyon aletinde katalogda belirtilen boy uzunluğuna kadar sıkıştırınız. Yay, katalogda belirtilen boyda yeterli direnç kuvvetini göstermiyorsa supap yayını değiştiriniz.



Görsel 6.77: Supap yayı sertlik ölçümü

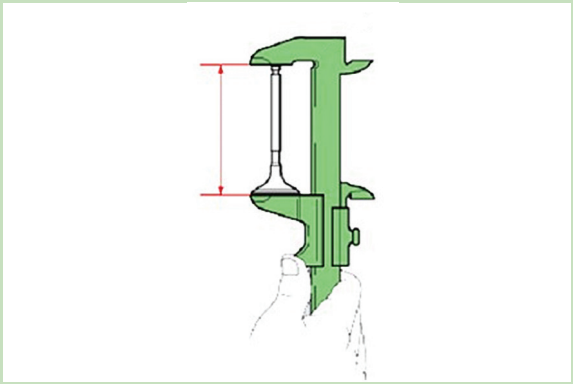
c- Supapların Kontrolleri

1- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2- Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3- Kumpas kullanarak supapların toplam uzunluğunu ölçünüz.

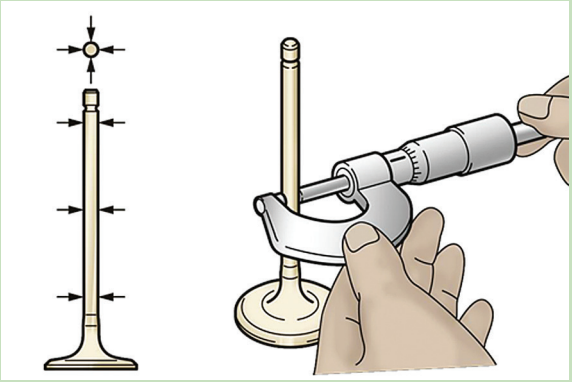
Supap toplam uzunluğu minimum değerden düşükse supabı değiştiriniz.



Görsel 6.78: Supap boyu ölçümü

4- Bir mikrometre kullanarak supapların sap çapını x ve y eksenlerinde olmak üzere üç farklı noktadan toplam 6 ölçüyü görsel 6.79'daki gibi ölçünüz.

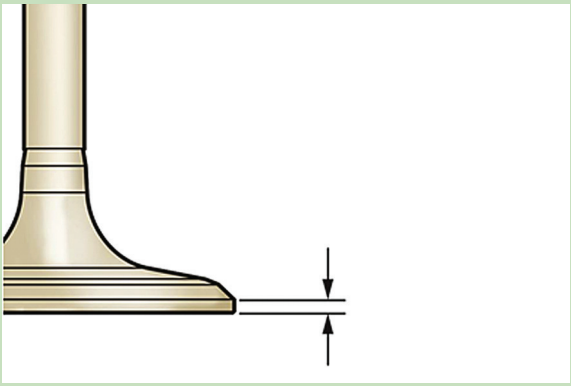
Supapların sap çapı belirtilen değerde değilse supap kılavuz burcu yağ boşluğunu kontrol ediniz.



Görsel 6.79: Supap sapı çap ölçümü

5- Bir kumpas kullanarak supap et kalınlığını ölçünüz.

Ölçülen supap et kalınlığı minimum değerden düşükse supabı değiştiriniz.



Görsel 6.80: Supap et kalınlığı ölçümü

d- Supap Kılavuz Yağ Boşluğunun Ölçümü

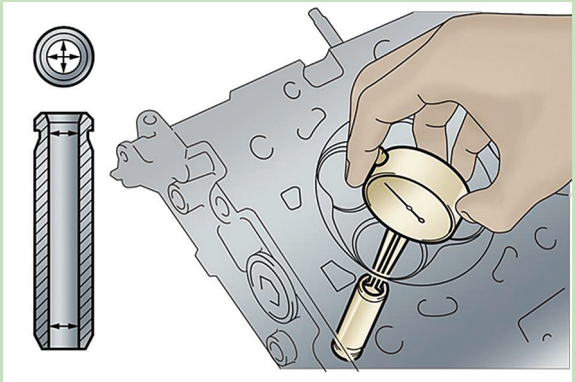
1- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2- Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3- Bir iç çap mikrometresi kullanarak supap kılavuz burcunun x ve y ekseninde iki farklı noktadan iç çapını ölçünüz.

4-Kılavuz burcu iç çap ölçümünden supap sapı çapı ölçümünü çıkarınız ve yağ boşluk değerini bulunuz.

5-Bulunan yağ boşluğu maksimum seviyeden büyükse supap ve supap kılavuz burcunu değiştiriniz.



Görsel 6.81: Supap kılavuz çapı ölçümü

3. Uygulama Değerlendirme

Supap yaylarının uzunluk ölçümleri															
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir			
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz	

Supap yaylarının eğrilik ölçümleri															
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir			
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz	

Supapların uzunluk ölçümleri															
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir			
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz	

Supapların et kalınlığı ölçümleri															
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir			
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz	

Supap saplarının çap ölçümleri															
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir			
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz	
1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap
X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde	
Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde	

Supap kılavuzlarının çap ölçümleri																
1. silindir				2. silindir				3. silindir				4. silindir				
Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		Emme		Egzoz		
1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	1. supap	2. supap	
X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		X ekseninde		
Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		Y ekseninde		

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Supap yaylarının uzunluklarının ölçülmesi	10	
3	Supap yaylarının sapmasının ölçülmesi	10	
4	Supap uzunluklarının ölçülmesi	20	
5	Supap sapı çaplarının ölçülmesi	10	
6	Supap başı et kalınlıklarının ölçülmesi	10	
7	Supap kılavuz çaplarının ölçülmesi	10	
8	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
9	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 6 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	7. SUPAPLARIN DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Supapların değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Supap çektirmesi		1 adet
2- Mıknatıslı spiral kablo		1 adet
3- Tornavida		1 adet
4- Yağdanlık		1 adet
5- Kargaburun		1 adet
6- Lastik tokmak		1 adet

2. İşlem Basamakları

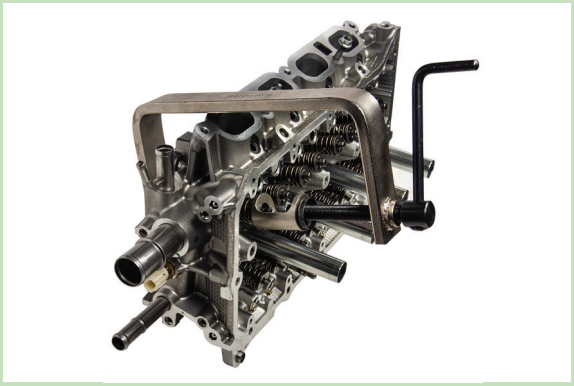
a- Supap Oturma Yüzeyinin Kontrolü

1- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2- Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3- Supap çektirmesi kullanarak supap yayı tablasını sıkıştırınız

Öneri: Silindir kapağı yüzeyinin zarar görmemesi için silindir kapağını ahşap takozlar üzerine yerleştiriniz.



Görsel 6.82: Supap çektirmesinin kullanımı

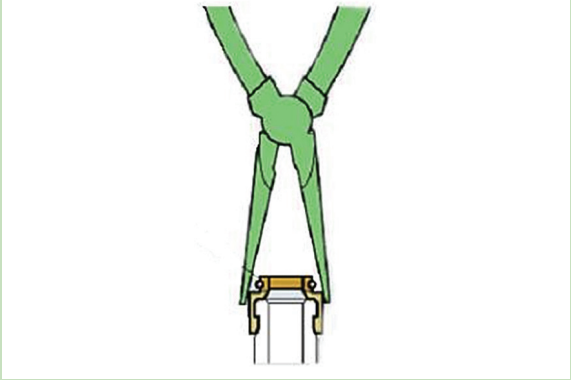
4- Supap tırnaklarını bir mıknatıslı spiral kablo yardımıyla supap tablasındaki yerinden çıkarınız.

Görsel 6.83: Supap tırnaklarının sökülmesi

5-Supap çektirmesini gevşetiniz ve supap tablası ile supap yayını silindir kapağından çıkartınız. Bu işlemleri tüm supaplara uygulayınız.

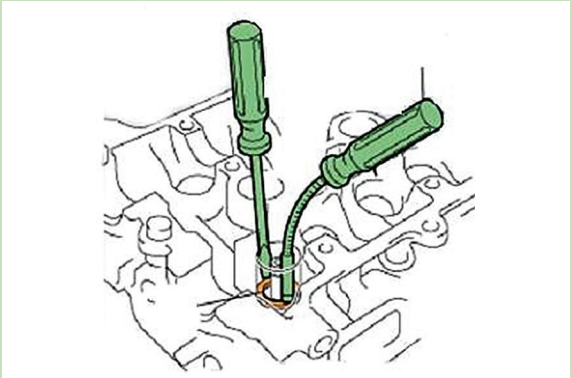
Öneri: Sökülmüş parçaları doğru sıra ile sıralayınız ve diğer parçalarla karıştırmayınız.

6-Kargaburnu kullanarak supap yağ keçesini (supap lastiği) sökünüz.



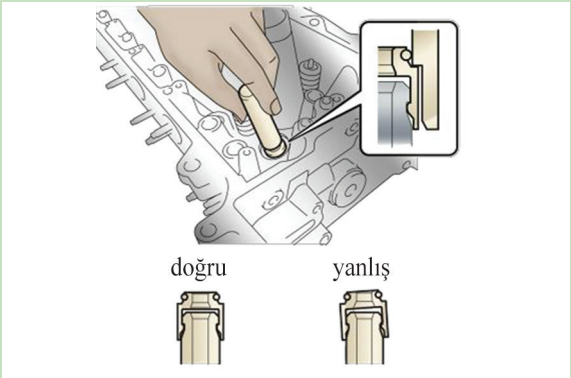
Görsel 6.84: Supap yağ keçesinin sökülmesi

7-Bir tornavida ve mıknatıslı spiral kablo yardımıyla supap yayı alt tablasını silindir kapağından çıkartınız.



Görsel 6.85: Supap yayı alt tablasının silindir kapağından çıkartılması

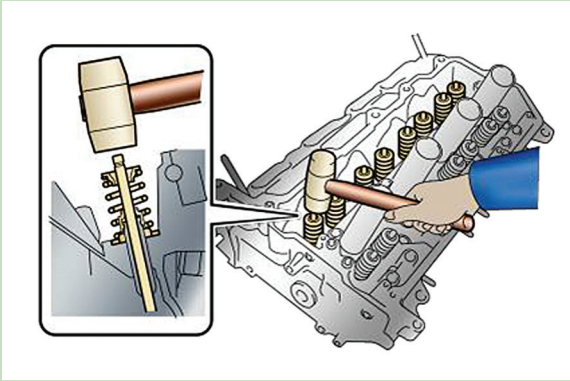
8-Yeni supap lastiklerini silindir kapağındaki yerlerine dikkatlice takınız.



Görsel 6.86: Yeni supap lastiğinin silindir kapağına takılması

9-Supap gövdesinin uç kısmına yeterli miktarda motor yağı sürünüz. Supabı, supap yayını ve supap tırnaklarını supap çektirmesi yardımı ile silindir kapağına takınız. Bu işlemleri tüm supaplara uygulayınız.

10-Plastik bir çekiç kullanarak supap tırnaklarının yerine düzgün takılmasını sağlamak için supap gövdesi ucuna hafifçe vurunuz.



Görsel 6.87: Supap tırnaklarının yerine oturup oturmadığının kontrolü

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Supap çektirmesinin kullanılması	20	
3	Supapların silindir kapağından sökülmesi	20	
4	Yeni supapların silindir kapağına takılması	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	8. SUPAP AYARI		

AMAÇ Supap ayarını yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

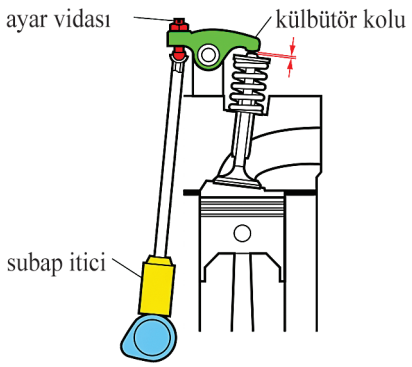
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Sentil		1 adet
2- Lokma takımı		1 adet
3- Kumpas	0-25 mm	1 adet
4- Mikrometre	Dış çap 0-25 mm	1 adet

2. İşlem Basamakları

Supap Boşluk Ayarı

Supap boşluğu kontrolü ve ayarı; bazı otomotiv firmalarında periyodik olarak motordan supap sesi geldiğinde, motor performansı düştüğünde, rölanti devrinde dalgalanma olduğunda veya yakıt tüketimi arttığında yapılmalıdır.

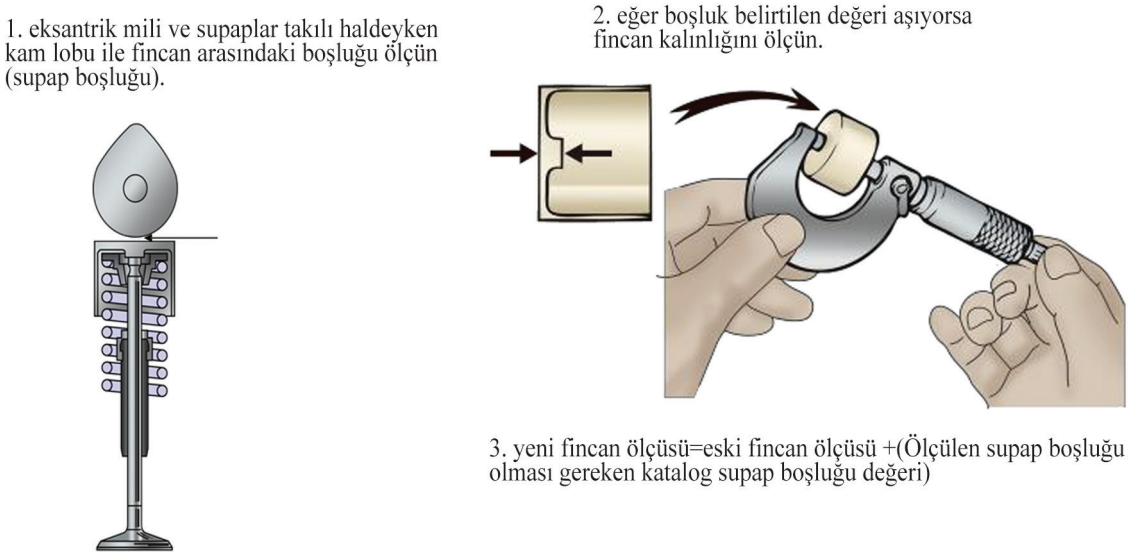
Külbütör sistemi olan supap mekanizmasında supap ayarını ölçmek için külbütör kolu ile supap sapı arasına bir sentil yerleştiriniz ve supap boşluğunu kontrol ediniz. Ölçülen boşluk standart değerinden farklıysa külbütör kolu üzerinde bulunan ayar vidası ile supap boşluklarını istenilen değere getiriniz.



Görsel 6.88: Külbütör kollu sistemde supap boşluk ayarı

Külbütör kolu olmayan (direkt tahrikli) supap sistemlerinin supap ayarı iki şekilde yapılabilir. Bunlar, supap fincanı değişimi ve ayar şimi değişimidir.

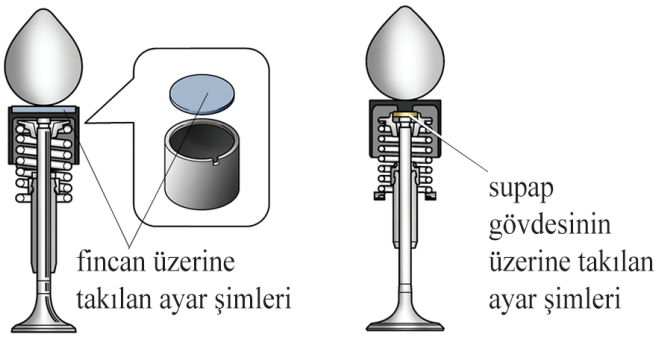
1-Supap fincanı değişimi ile supap ayarını yaparken supap fincanı ile kam mili arasındaki boşluğu sentil ile ölçünüz. Ölçülen değer standart değerden farklıysa supap ayarını yapabilmek için yeni fincan yüksekliğini Görsel 6.89'daki hesaplamaya göre bulunuz.



Görsel 6.89: Supap fincanlı sistemin supap ayarı

2-Ayar şimi değişimi ile supap ayarını yaparken ayar şimi ile kam mili arasındaki boşluğu sentil ile ölçünüz. Ölçülen değer standart değerden farklıysa supap ayarını yapabilmek için yeni şim yüksekliğini Görsel 6.90'daki hesaplamaya göre bulunuz.

yeni şim ölçüsü = eski şim ölçüsü + (Ölçülen supap boşluğu - olması gereken katalog supap boşluğu değeri)



Görsel 6.90: Ayar şimli sistemin supap ayarı

Hidrolik supap iticilerine sahip supap mekanizmalarında supap ayarı yapılmaz. Bu tip motorlar, sıfır supap boşluğu ile çalışır. Supap sistemindeki parçaların sıcaklık etkisi ile uzaması halinde hidrolik itici yeni çalışma boşluğunu ayarlayarak supap ayarını otomatik olarak ayarlamış olur.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Motorun senteye getirilmesi	10	
3	Supap boşluklarının ölçülmesi	20	
4	Yeni fincan veya ayar şim yüksekliklerinin hesaplanması	20	
5	Supap ayarının yapılması	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

6.5. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

6.5.1. Görevi

Değişken supap zamanlama sisteminin görevi; her motor devrinde (rölanti, orta yük, yüksek devir) motora yeterli havanın alınabilmesi için uygun olan kam açısını vermek, motor performansını yükseltmek, yakıt sarfiyatını ve egzoz emisyonlarını azaltmaktır.

6.5.2. Çeşitleri Ve Yapısal Özellikleri

Değişken supap zamanlama sistemlerinin yapısını anlayabilmek için bu sitemin supap sisteminde değiştirdiği etkenlerin bilinmesi gerekir. Bu değişen etkenler; supap bindirmesi, valf zamanlaması, valf açıklığı ve valfin açık kalma süresidir.

Supap Bindirmesi: Egzoz zamanı sonunda emme ve egzoz supaplarının beraber açık kaldığı zamana denir. Supap bindirmesi, EGR etkisi yapan bir durumdur. Supap bindirmesi sayesinde egzoz emisyonları azalmaktadır.

Supap Zamanlaması: Emme ya da egzoz supaplarının açıldığı zamanlamadır. Örneğin, emme supabı erken açılırsa düşük devirde egzoz gazı emme manifolduna girebilir.
Supap Açıklığı: Supapların yanma odasına doğru açıldığı mesafedir.Supap zamanlama sistemi olmayan içten yanmalı motorlarda supapların motor devri ne olursa olsun yanma odalarına doğru olan açılma mesafeleri değişmez. Düşük motor devirlerinde supabın açılma mesafesi az olması istenirken yüksek motor devirlerinde daha fazla hava alabilmek için supabın açılma mesafesinin daha fazla olması gerekir.

Supabın Açık Kalma Süresi: Krank mili açısı değerinden supapların açık kalma süreleridir. Yüksek motor devirlerinde supapların çok uzun süre açık kalması istenirken düşük motor devirlerinde bu süre daha düşük olmalıdır.
Otomotiv firmaları, değişken supap zamanlama sistemi için farklı yapılar ve isimlendirmeler kullanmaktadır. Ancak sistemlerin çalışma esasları birbirine çok benzemektedir. Değişken supap zamanlama sistemleri; supap zamanlamasına, valf açıklığına ve valfin açık kalma sürelerine göre çeşitlendirilir.

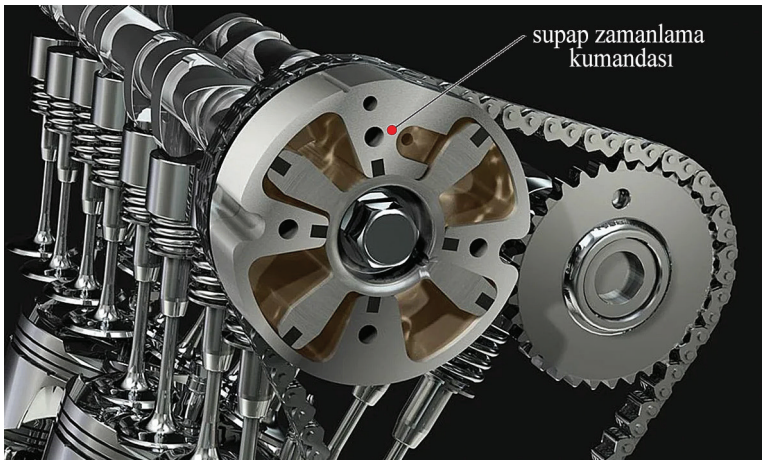
6.5.2.1. Supap Zamanlamasına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri

Bu değişken supap zamanlama sisteminde kam mili, dönüşünü yaklaşık 40-60 derecelik krank mili açısı içerisinde değiştirerek supap zamanlamasını değiştirir. Valf zamanlaması kumanda sistemi, eksantrik mili kam açısını değiştirir. Yani supapların açılma kapanma

zamanlamalarını öne (avans) ya da arkaya (rötar) alır. Supapların açılma miktarını ve açık kalma sürelerini değiştirmez.

Motor kontrol ünitesi, motordan aldığı verilere göre eksantrik mili dönüş konumunu değiştirerek supaplarının açılma zamanını değiştirir. Böylece supap bindirme süresini her motor devri için en ideal şekilde ayarlayarak motor performansını arttırır, yakıt tüketimini ve egzoz emisyonlarını azaltır. Eksantrik milinin supaplara daha önce veya daha sonra basması, supapların daha erken açılması ya da daha geç açılması anlamına gelir. Eksantrik mili supaplara daha önce basarsa buna **supap avansı**, daha sonra basarsa buna **supap rötarı** denir. Bu sistemin; emme kam mili kontrolü, emme ve egzoz kam mili kontrolü olmak üzere iki çeşidi vardır.

Valf zamanlamasına kumanda eden değişken supap zamanlama sistemine, Toyota VVT-I, Toyota Dual VVT-I Honda Vtec, Mitsubishi MIVEC, Ford Ti-VCT, BMW Vanosve Hyundai CVVT' sistemleri örnek verilebilir.



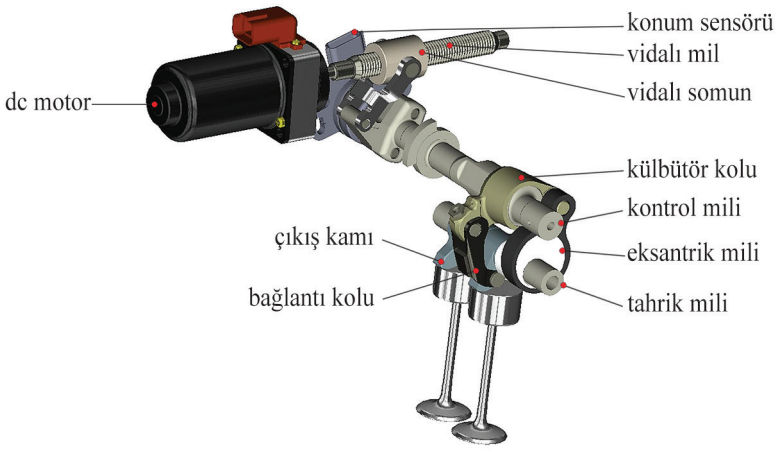
Görsel 6.91: Valf zamanlamasına kumanda eden değişken supap zamanlama sistemi

6.5.2.2. Supap Açıklığına Kumanda Edebilen Değişken Supap Zamanlama Sistemleri

Değişken supap açıklığı sistemi olmayan motorlarda emme supaplarının yanma odasına olan açıklığı sabittir ve bu durum hiç değişmez. Sürücünün gaz pedalına basarak talep ettiği güce, yol ve yük şartlarına göre supap açıklığı kumanda sistemi supap açıklığını sürekli değiştirerek silindirlere alınan hava miktarını değiştirir. Bu sistem, motorun çalışma durumuna göre hem yakıt ekonomisi hem de performans artışı sağlar. Supap açıklığı kumanda sistemleri; iki farklı kam profili arasında geçiş yöntemi ve supapların açılma miktarını kontrol yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır.

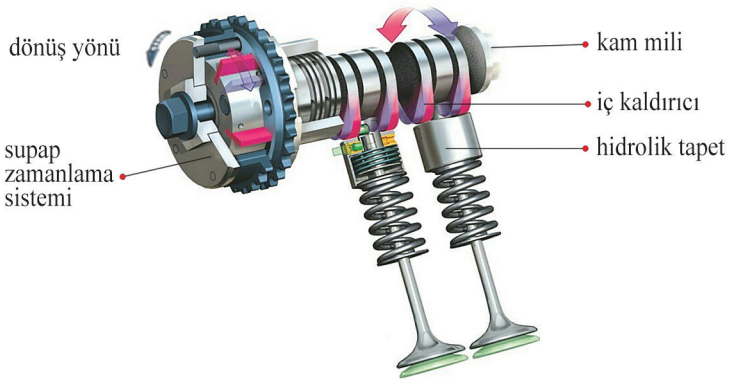
Kam profili değişimi yapan değişken supap zamanlaması sisteminde belirli bir devirden sonra motor torkunu arttırmak amacıyla emme supaplarının açılma miktarını (kamın supaba basma miktarını) arttıran bir ek sistem eklenmiştir. Böylece hem eksantrik milinin kam açısı değiştirilir hem de emme supaplarının daha fazla ve daha uzun süreli açılması sağlanır. Motorun yüksek devirlerde ihtiyaç duyduğu daha fazla havanın yanma odasına girmesi sağlanmış olur.

Honda I-VTEC, Nissan VVL, Toyota VVTL-I sistemleri bu sisteme örnek gösterilebilir (Görsel 6.92).



Görsel 6.92: Kam profili değişmi olan değişken supap zamanlama sistemi

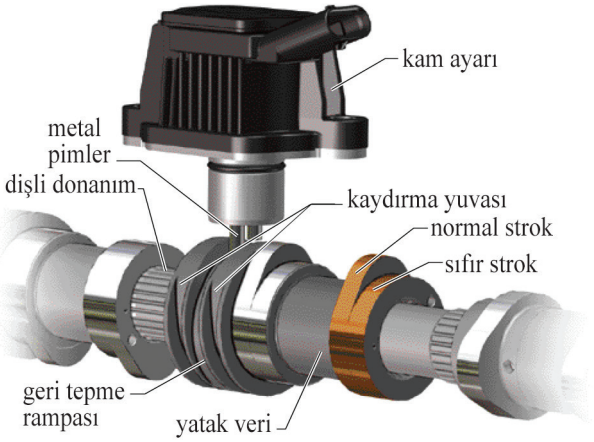
Supapların açılma miktarını (kursunu) kontrol eden supap zamanlama sistemi; gaz pedalına basılma miktarına, motor yükü ve devrine göre supap açılma miktarını 1 milimetre ile 11 milimetre değerleri arasında değişken olarak çok hassas şekilde değiştirir. Bu sayede silindirlere alınan havanın miktarı çok hassas şekilde ayarlanır. Supap açılma miktarı kontrol sistemi; gaz pedalına az basıldığında düşük motor gücü taleplerinde, emme supaplarının açılma miktarını düşük tutar. Böylece düşük motor gücü ve yakıt ekonomisi sağlanır. Bu sistem; ani hızlanma, yokuş çıkma, yüksek hızlarda ve yüksek motor devirlerinde, performanslı sürüşlerde emme supaplarının açılma miktarını arttırarak emme kanalının büyümesini ve supapların daha uzun süre açık kalmasını sağlar. Bu durumda silindir içerisine daha fazla hava-yakıt karışımı girer ve motor gücü artar. Bu supap zamanlama sistemine Bmw-Valvetronic, Toyota- Valvematic ve Nissan VVEL sistemleri örnek gösterilebilir (Görsel 6.93).



Görsel 6.93: Supap açılma miktarı değişimi yapan değişken supap zamanlama sistemi

6.5.2.3. Aktif Silindir Yönetim Sistemi

Aktif silindir yönetim sistemi, bir veya birden fazla supabın çalışmasını durdurarak veya tekrar devreye alarak çalışan bir supap zamanlama sistemidir. Aktif silindir yönetiminde iki metot kullanılır. Birinci metot, içten yanmalı motorun belirli silindirlerine giden supapları komple kapatarak silindirleri pasif duruma getirir. Bu sayede düşük hızlarda %16'ya varan yakıt ekonomisi sağlanır. İkinci metot; silindirlerin iki emme supabından birini kapatıp havanın yanma odasına farklı giriş yapmasını sağlayarak içeride doğal bir girdap oluşturmasını, hava ve yakıtın tamamen karışmasını sağlamaktır. Bu sayede yakıt sarfiyatı azalır ve EGR (Egzoz gazı geri dönüşümü) etkisi daha fazla olur. Honda VCM, VW ACT sistemleri aktif silindir yönetim sistemine örnek gösterilebilir.



Görsel 6.94: Aktif silindir yönetim sistemi

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 4 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	9. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA SİSTEMİ DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Değişken supap zamanlama sisteminin değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Torkmetre		1 adet
2- Açık ağız anahtar		1 adet
3- Yıldız anahtar		1 adet
4- Lokma takımı		1 adet
5- Yağdanlık		1 adet
6- Kurbacık		1 adet

2. İşlem Basamakları

a- Supap Oturma Yüzeyinin Kontrolü

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Külbütör kapağını sökünüz.

4) 1 no.lu silindiri sente konumuna getiriniz.

5) Emme ve egzoz kam mili zamanlama dişlileri üzerindeki işaretleri aynı hizaya getiriniz.

6) Zincir titreşim sönümleyicisini sökünüz.

7) Zincir gergisini sökünüz.

8) Egzoz kam milinin akıllı supap zamanlama dişlisini sökünüz.

Not: Supap zamanlama dişlisi üzerindeki 4 adet cıvatayı ("TORX"cıvatası) kesinlikle sökmeyiniz. Cıvataların herhangi bir nedenle sökmeniz durumunda kam mili egzoz zamanlama dişlisi grubunu değiştirmeniz gerekir.

Görsel 6.95: Egzoz kam mili akıllı supap zamanlama dişlisinin sökülmesi

9) Egzoz kam milinin akıllı supap zamanlama dişlisini kam milinden ayırınız.

10) Egzoz kam milini silindir kapağından çıkartınız.

11) Zamanlama zincirini tutunuz ve emme kam milini zamanlama dişlisinden ayırınız.

12) Emme kam mili supap zamanlama dişlisini kam milinden ayırınız.

Not: Emme kam mili zamanlama dişlisini sökmeden önce kilit piminin açılmış olup olmadığından emin olunuz.

Görsel 6.96: Supap zamanlama dişlisinin sökülmesi

13) Yeni kam milini takmadan önce bir nolu kepin yataklarını temizleyip kontrol ediniz.

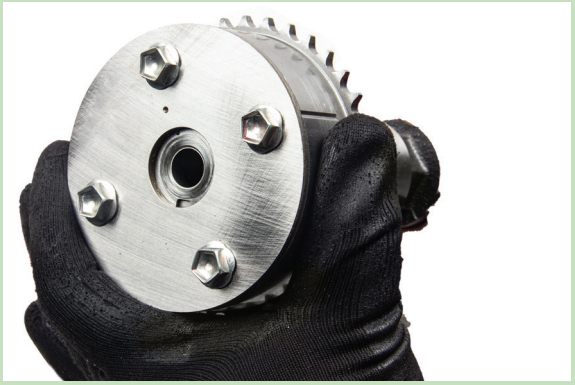
14) Emme kam mili zamanlama dişlisi grubunu kam miline takınız.

Not: Kam mili zamanlama dişlisi grubunu kuvvetli itmeyiniz. Bu durum düz pim ucu kam mili zamanlama dişlisi grubunun montaj yüzeyinde hasara yol açabilir.

Görsel 6.97: Supap zamanlama dişlisinin sökülmesi

15) Kam mili zamanlama dişlisi grubunu hafifçe kam miline doğru iterken şekilde gösterildiği gibi döndürünüz. Pimin kanalın içine girdiği pozisyona kadar itiniz.

Not: Kam mili zamanlama dişlisi grubunu rötar yönünde döndürmeyiniz.



Görsel 6.98: Supap zamanlama grubunun kam miline takılırken döndürülmesi

16) Kam mili zamanlama dişlisi grubunu ve kam miline bağlayan cıvatayı, torkmetre ile uygun tork değerinde sıkınız.

17) Emme kam mili muylularını temizleyiniz ve motor yağı ile yağlayınız.
18) Emme kam milini yerine takarken zamanlama zinciri üzerindeki işaret ile zamanlama dişlisi üzerindeki işaretleri hizalamayı unutmayınız.
19) Egzoz kam mili muylularını temizleyiniz ve motor yağı ile yağlayınız.
20) Egzoz kam milini yerine takınız.
21) Kam mili yatak keplerini şekildeki gibi, numaralarına dikkat ederek yerlerine takınız.
22) Egzoz kam mili zamanlama dişlisinin işareti ile zamanlama zinciri üzerindeki işaret karşılaştırılarakzamanlama dişlisi cıvatasını yerine takınız.
23) Egzoz kam mili zamanlama dişlisi yerine takılırken, kam mili üzerindeki pim ile dişli üzerindeki kanal aynı hizada olmalıdır.
24) Kurbağacık anahtar kullanarak kam milinin altıgen kısmını tutunuz ve kam milinin dönmesini engelleyiniz. Yıldız anahtar ile egzoz kam mili zamanlama dişlisinin cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.
25) Zamanlama zincir gergisini takınız.
26) Külbütör kapağını takınız.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Motorun senteye getirilmesi	10	
3	Kam millerinin sökülmesi	15	
4	Yeni supap zamanlama sisteminin kam miline takılması	15	
5	Kam millerinin silindir kapağına takılması	15	
6	Zamanlama zincirinin takılması ve sente işaretlerinin hizalanması	15	
7	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
8	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	SUPAP SİSTEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	10. DEĞİŞKEN SUPAP ZAMANLAMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ		

AMAÇ Değişken supap zamanlama siteminin kontrolünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Bant		1 adet
2- Hava tabancası		1 adet
3- Hava kompresörü		1 adet

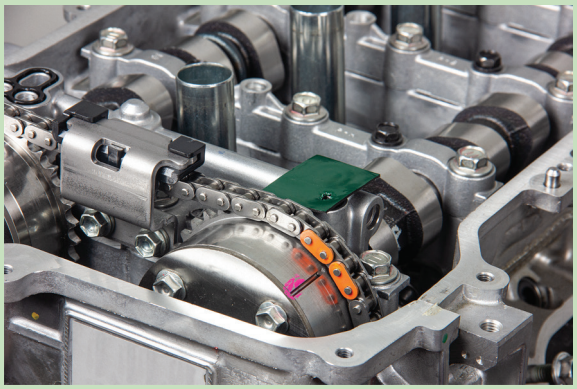
2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Supap zamanlama kumandası yağ deliğini temizledikten sonra hava çıkışını engellemek için yağ deliklerini yapışkan bir bant veya benzeri bir malzeme ile Görsel 6.99'da gösterildiği gibi tamamen kapatınız.

Not: Yetersiz sızdırmazlıktan kaynaklanan hava kaçakları kilit piminin serbest kalmasını engelleyeceğinden yağ deliğinin sızdırmazlığını tamamen sağladığınızdan emin olunuz.



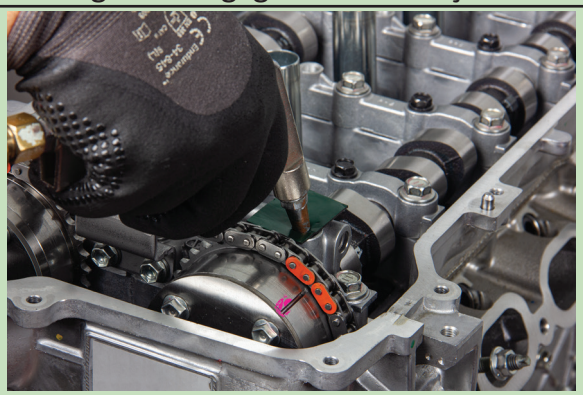
Görsel 6.99: Değişken supap zamanlama sistemine bant yapıştırılması

2) Yağ deliğini kapatan bant üzerinde Görsel 6.99'da gösterildiği gibi bir delik açınız.

3) Açılan deliğe yaklaşık 150 kPa (1,5 kg/cm^2, 22 psi.) hava basıncı uygulayarak kilit pimini açınız.

Not: Eğer hava kaçağı varsa yapışkan bantı tekrar takınız. Hava basıncı uygularken yağ sıçramasını önlemek için yağ deliğini bir parça bez ile kapatınız.

Kam mili dişlisi grubunu kilitlemeyiniz. Kilitli ise kam mili dişlisinin pimini açınız.



Görsel 6.100: Değişken supap zamanlama sistemine basınçlı hava verilmesi

4) Supap zamanlama dişlinin rahat dönüp dönmediğinden emin olunuz. Dişli rahat dönmüyorsa supap zamanlama grubunu değiştiriniz.
5)Kam mili yatağı kepinden yapışkan bandı sökünüz.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Supap zamanlama sitemi yağ kumandasına bant yapıştırılması	20	
3	Supap zamanlama sitemi kumandasına basınçlı hava verilmesi.	25	
4	Supap zamanlama sitemi kumandasının hareketinin gözlemlenmesi.	25	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	10	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

7. ÖĞRENME BİRİMİ

MOTOR DONANIMLARI

1 Motorlarda Soğutma Sisteminin Bakım, Onarım ve Kontrolü

2 Motorlarda Yağlama Sisteminin Bakım, Onarım ve Kontrolü

7.1. MOTORLARDA SOĞUTMA SİSTEMİNİN BAKIM, ONARIM VE KONTROLÜ

Soğutma sistemi, motorun belirli bir sıcaklık aralığında çalışmasını sağlar. Bu sıcaklığa **rejim sıcaklığı** da denir.

7.1.1. Sistemin Görevleri

Soğutma sisteminin temel görevi, yanma odası ve silindir çevresindeki parçalardaki ısıyı üzerine almaktır. Soğutma sistemi, bu temel görevinin yanında motorun hacimsel büyüklüğü ve teknolojik yapısına göre aşağıdaki görevleri de yerine getirir:

- Motor yağının soğutulmasını sağlamak.
- Turbo şarj mekanizmasının soğutulmasını sağlamak.
- EGR valfine gelen egzoz gazlarının soğutulmasını sağlamak.
- Bazı motorlarda yakıtın soğutulmasını sağlamak.
- Bazı araçlarda şanzıman yağını soğutmak.
- Araç kabin içinin ısıtılmasını sağlamak.
- Motorun ideal çalışma sıcaklığında kalmasını sağlamak.

7.1.2. Soğutma Sistemi Çeşitleri

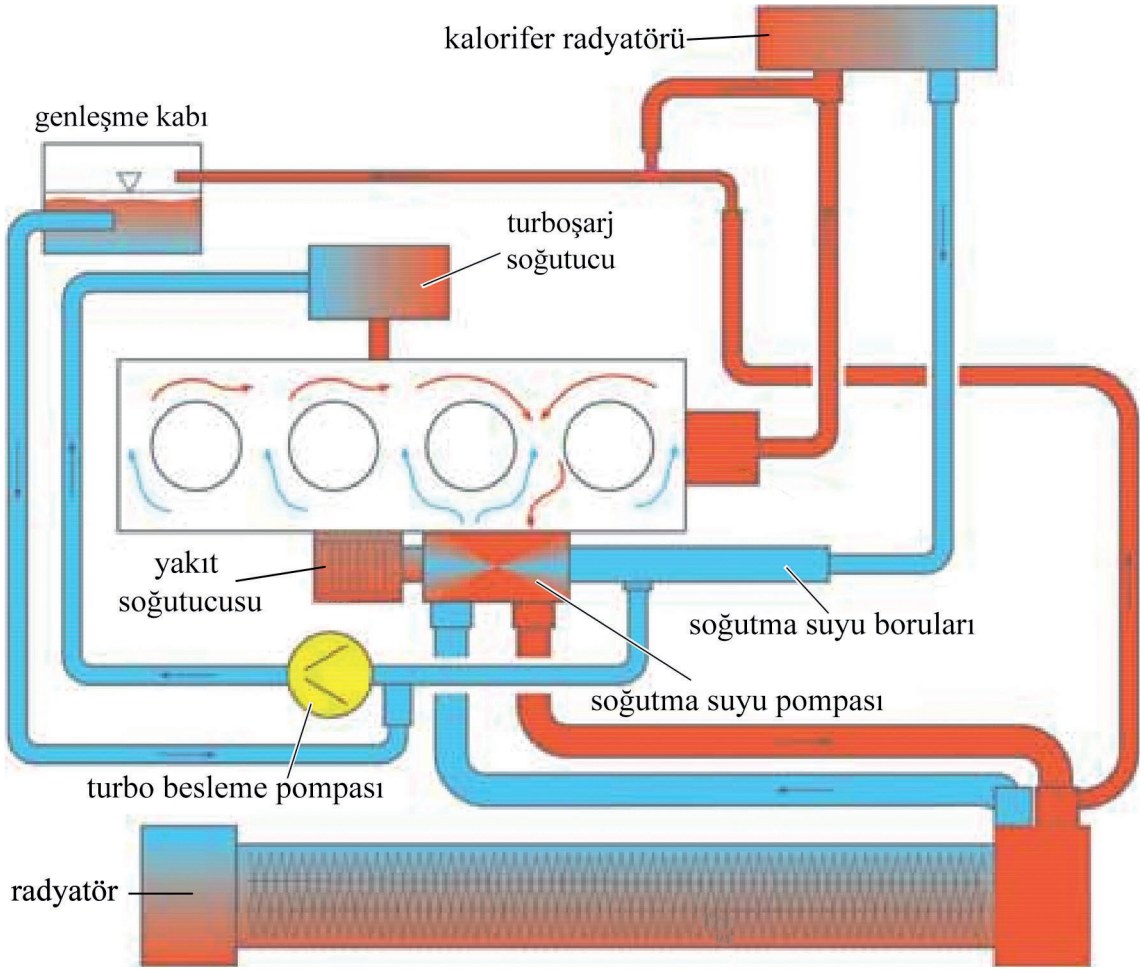
7.1.2.1. Havalı Soğutma Sistemi

Günümüzde genellikle motosiklet motorlarında kullanılmaktadır. Sıcaklık kontrolü ve soğutma performansı zayıf olmasına karşın sistemin basitliği, bakım onarım işlemleri gerektirmemesi bu sistemin tercih edilme sebebidir. Bu motorların silindir bloklarının ve silindir kapağının çevresi hava kanatçıkları ile çevrilidir (Görsel 7.1). Bu kanatçıklar, soğutma yüzey alanının artmasını sağlamaktadırlar. Bu kanatçıklara çarpan hava, yüzeylerin ısısını üzerine alır.

Görsel 7.1: Hava soğutmalı motosiklet motoru

7.1.2.2. Sıvı Soğutmalı Sistem

Küçük ve büyük hacimli motorlar fark etmeksizin günümüzde motorlarda sıvı soğutmalı sistemler kullanılır. Bu sistemde su kanallarının, su ceketlerinin, boruların ve hortumların oluşturmuş olduğu hat içinde soğutma sıvısı dolaşım yapar.



Görsel 7.2: Soğutma sistemi devresi

Soğutma sıvısında genellikle su ve antifriz %50 oranında karıştırılır. Ancak aracın katalog bilgisi bu konuda geçerli olanıdır. Antifrizin görevi, 0°C'de donmaya ve genleşmeye başlayan suyun donma sıcaklığını düşürerek soğutma sıvısının donmasını engellemektir. Ancak antifrizin ham maddesi ve içerisine eklenenlerle antifrize farklı özellikler ve görevler de kazandırılmaktadır.

Antifrizlerin Çeşitleri ve Özellikleri

Antifrizler normalde renksizdir. Üreticiler ayırt edilebilmeleri için antifrizleri renklendirmişlerdir. Ancak OAT, HOAT ve NOAT antifrizler aynı renklerde olabilir.

- İnorganik Antifriz [Inorganic Asid Teknology (İnorganik asid teknoloci)- IAT]
  Dökme demir ve alüminyum alaşımlı parçalarda korozyonu önler. Genellikle yeşil ve mavi renklidir. İnorganik antifrizin fosfat ve silikat içerir. 40 - 50 bin km civarı kullanım ömrü vardır. Fosfat, sert sularda çökme yapar.
- Organik Antifriz [Organic Asid Teknology (organik asid teknoloci)- OAT]

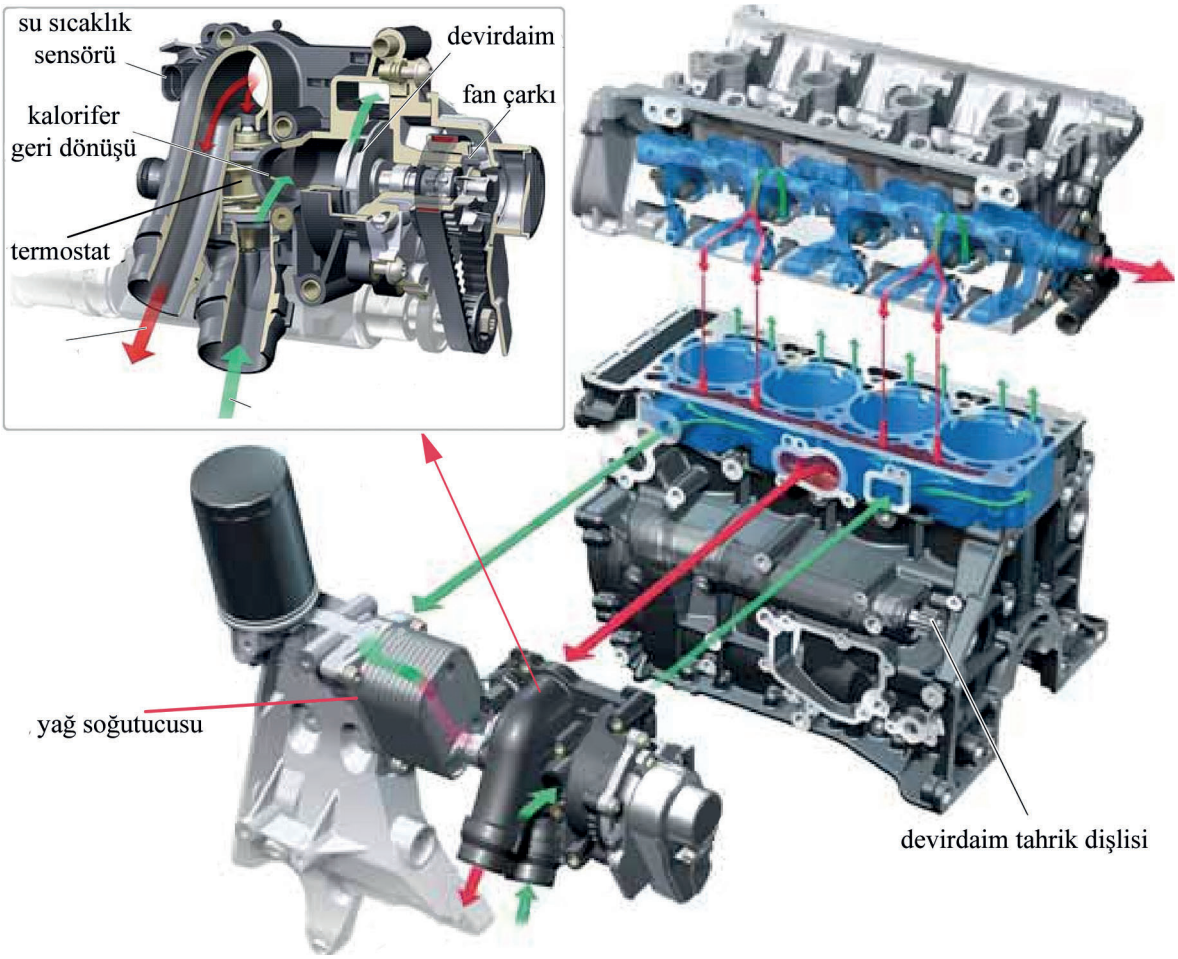
İnorganik antifrizler kadar korozyon koruması yoktur. Kırmızı, sarı, turuncu ve pembe gibi renklerde olur. 2-Etilhekzanoik asit ve bazı bazlar içerir. Yaklaşık 200 bin km kullanım ömrü vardır.

- Hibrit Organik Antifriz [Hybrit Organic Asid Teknology (hibrit organik asid teknoloci)- HOAT] Bu antifrizin içeriğinde organik ve inorganik antifrizlerinin içerikleri belli oranda bulunur. Ancak bu antifrizde fosfat yerine asit bulunur. Kırmızı, turuncu, sarı, pembe gibi birçok renkte bulunur.
- Nitritli Organik Antifriz [Nitrited Organic Asid Teknology (nititıd organik asid teknoloci)- NOAT] İçeriğinde nitrit ve molibden gibi maddeler bulunur. Çok uzun ömürlüdür. Genellikle iş makineleri gibi ağır hizmet araçlarında kullanılır. Kırmızı, sarı, turuncu ve pembe gibi renklerde olur.

7.1.3. Sistemin Yapısı Ve Parçaları

Özellikle büyük hacimli, verimliliği arttırıcı ve egzoz emisyonunu düzeltmek için çok sistem içeren motorlarda soğutma sistemi de daha karmaşık hale gelir. Çünkü sistemin görevlerinde de bahsedildiği gibi ekstra birçok sistemin soğutulması gerekir. Bu durum soğutma sisteminde parçaların çoğalmasına sebep olur.

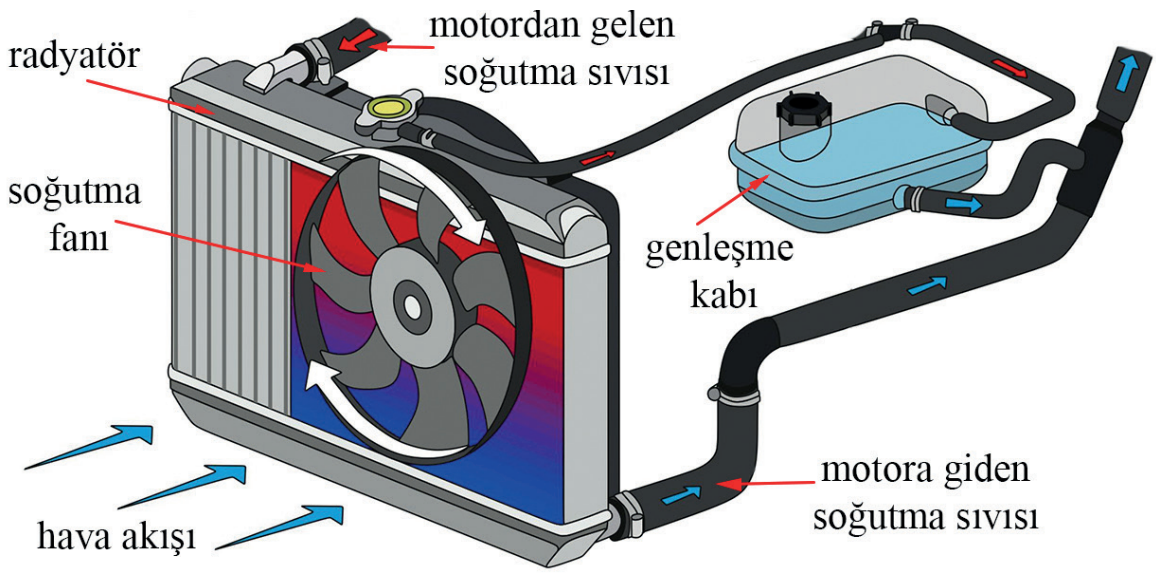
Görsel 7.2 ve Görsel 7.3'teki sistemde görüldüğü gibi soğutma suyu silindirlerin ve yanma odasının çevresini soğutmakla birlikte motor yağını ve turboşarjı soğutmaktadır. Ayrıca kalorifer radyatörüne dolaşım sağlamaktadır.



Görsel 7.3: Motorun soğutma sistemi

7.1.3.1. Radyatör

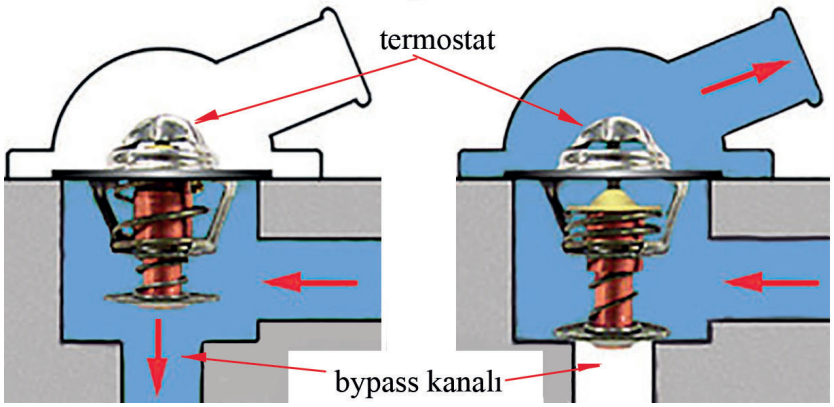
Radyatör, içindeki kanallardan geçen soğutma suyunun ısısını radyatör petekleri arasından geçen hava akımının üzerine almasını sağlar. Böylece soğutma suyunun sıcaklığı düşürülmüş olur. Radyatörün ince yapraklardan oluşan ızgara şeklinde yapısı vardır.



Görsel 7.4: Radyatör

7.1.3.2. Temostat

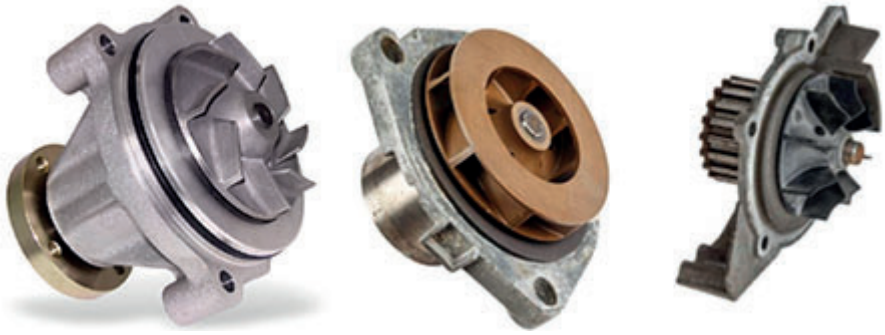
Termostat, motor soğukken radyatöre giden kanalı kapatarak soğutma sıvısının geçişine izin vermez. Motorun ideal çalışma sıcaklığına çabuk ulaşmasını sağlar ve motor sıcaklığı düşerse tekrar kapanarak sıcaklığın belli derecenin altına düşmesine engel olur. Soğutma sıvısı silindir bloğu ve silindir kapağında dolaşım yapar. Soğutma suyu sıcaklığı belli değere ulaşınca termostat açılır. Soğutma suyu radyatör içerisinde dolaştırılarak motor ideal bir sıcaklıkta tutulur. 60°C, 72°C, 82°C, 90°C gibi farklı sıcaklıklarda açılan termostatlar vardır. Açılırken bypass kanalını kapatan termostatlar da vardır.



Görsel 7.5: Termostat kapalı ve açık durumu

7.1.3.3. Devirdaim (Su Pompası)

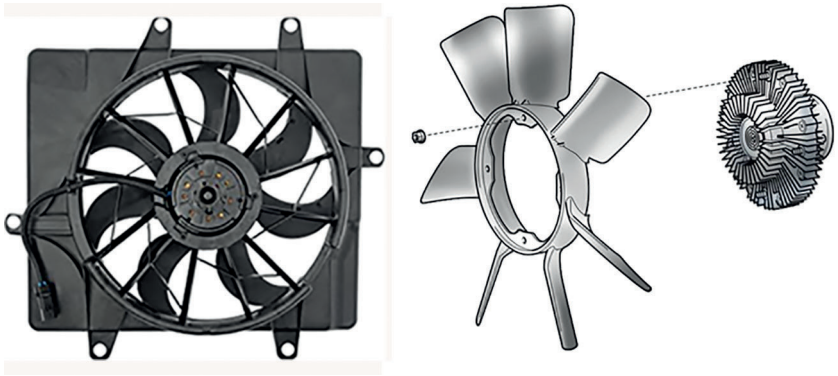
Soğutma sistemi üzerinde soğutma sıvısının dolaşımını sağlar. Hareketini "V" kayışı, triger kayışı veya dişli sistem vasıtasıyla krank milinden alır. Ayrıca elektrikli su pompaları da bazı motorlarda kullanılmaktadır. Performans motorlarında turboşarj, yakıt soğutucu, EGR soğutucu gibi sistemlere de ekstra su pompaları kullanılır.



Görsel 7.6: Devirdaim örnekleri

7.1.3.4. Soğutma Fanı

Radyatörden geçen hava akışını hızlandırarak radyatörden geçen soğutma sıvısının sıcaklığının düşürülmesini sağlar. Hareketini aldığı yere göre günümüzdeki araçlarda genellikle elektrikli ve hidrolik kavramalı olmak üzere iki farklı vantilatör kullanılmaktadır. Elektrik tahrikli olanı ve yaygın olarak kullanılanına **fan** denir. Fan, soğutma sıvısının sıcaklığı belli bir seviyeyi geçtikten sonra açılır ve soğutma sıvısının sıcaklığını düşürür.



Görsel 7.7: Soğutma fanı (Elektrikli ve hidrolik kavramalı)

7.1.3.5. Genleşme Kabı

Isı alan her madde gibi soğutma sıvısı da sıcaklığı arttıkça genleşir. Sistemdeki soğutma sıvısının hacmi artar. Hacimsel olarak fazlalık sıvı genleşme kabında toplanır. Sıvı, hacim düştükçe sisteme dâhil olur. Sistemdeki soğutma sıvısının miktarı değişmemiş olur. Genleşme kabındaki sıvı miktarı max. ve min. çizgileri arasında olmalıdır.

Görsel 7.8: Genleşme kabı

7.1.3.6. Hortumlar, Su Ceketleri, Su Kanalları

Radyatör hortumları, kalorifer hortumları, silindir çevresindeki su ceketleri, silindir kapağı içinde su kanalları da soğutma sisteminin diğer parçalarıdır. Bu parçalar, soğutma sıvısının soğutulması gereken bölgelere taşınmasını ve dolaşımı sağlarlar.

7.1.3.7. Su Sıcaklık Sensörü, Hararet Göstergesi

Su, sıcaklık sensörü soğutma suyu sıcaklığını algılar ve ECU'ya bilgi gönderir. ECU bu veri ile yakıt miktarının, ateşleme avansının ayarlamasını yapar. Gösterge panelindeki göstergeyi çalıştırır.

7.1.4. Sistemin Arızaları

Sistemdeki motor sıvısı sıcaklığı, sürücü tarafından gösterge panelinde fark edilir. Hararet çok yüksek olmayıp soğutma sıvısının eksilmesi gibi arızalar belli aralıklarla elle ve gözle yapılan kontroller ile tespit edilir. Sıvı eksilmesi genleşme kabındaki seviyeye bakılarak görülebilir. Araç durduğu anda araç altına damlama oluyorsa gözle takip edilip nereden kaynaklandığı tespit edilir.

Soğutma Sıvısı Eksilmesi

- Devirdaim yataklarının bozulması sonucu keçesinden kaçak yapabilir. Bu durumda devirdaimin değiştirilmesi gerekir.
- Termostat kapalı kalabilir ve soğutma sıvısı radyatöre gidemediği için hararet yükselir. Erken fark edilmezse silindir kapak contasının yanmasına sebep olabilir. Termostatın değiştirilmesi gerekir.
- Silindir kapak contası yanması durumunda silindir içinde oluşan basınç soğutma kanallarındaki soğutma sıvısına etki eder. Soğutma sisteminde basınç yükselmeye başlayınca soğutma sıvısı eksilir. Silindir kapak contasının değiştirilmesi gerekir.
- Radyatör, kalorifer radyatörü, hortumlar ve borulardan sıvı kaçağı olabilir. Tespitinin yapılıp kaçağın giderilmesi gerekir.

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. BASINÇLI TEST SETİ İLE SOĞUTMA SİSTEMİ KAÇAK KONTROLÜ		

AMAÇ Basınçlı test seti ile soğutma sistemi kaçak kontrolü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Test seti		
2- Tornavida takımı		

2. İşlem Basamakları

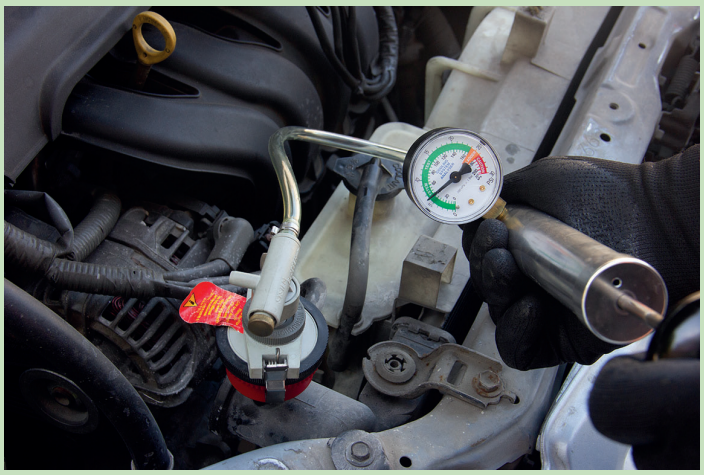
1) Aracı güvenli bir şekilde park ediniz.
2) Motor kaputunu açınız ve çamurluklara kılıf koyunuz.
3) Kişisel koruyucu tedbirleri alınız ve kullanılacak KKD'leri hazırlayınız.
4) Kullanılacak soğutma sistemi basınçlı test cihazını ve diğer takımları hazırlayınız.

Görsel 7.9: Test seti

5) Genleşme kabının kapağını çıkarınız. Motor sıcak ise biraz soğumasını bekleyiniz ve motorun kapağını dikkatlice açınız.
6) Test setinden genleşme kabının ağzına göre adaptör seçiniz.
7) Cihazı bu adaptörle genleşme kabının ya da radyatörün ağzına bağlayınız.

Görsel 7.10: Radyatör ve genleşme kabı

8) Cihazın pompası ile sisteme 1,5-2 bar hava basınız.
9) 5 dakika bekleyiniz. Kaçak varsa cihazın monometre ibresi düşmeye başlar.



Görsel 7.11: Test uygulaması

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Uygun adaptör kullanılarak test cihazının radyatör girişine bağlanması	25	
3	Basınç testinin yapılması	25	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. TERMOSTAT KONTROLÜ, DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Termostat kontrollerini ve değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

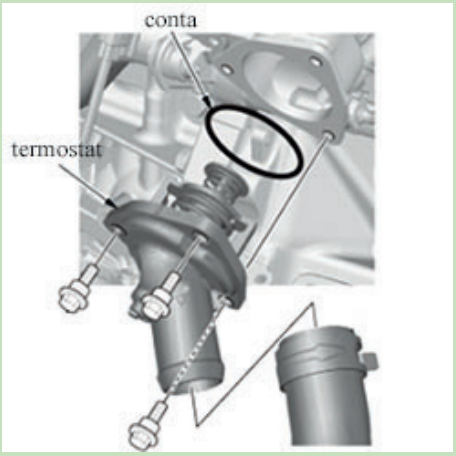
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yeni termostat		
2- Temizleme malzemeleri (kazıyıcı, sprey)		
3- Sökme ve takma için lokma takımı		
4- Tornavida		
5- Isıtıcı ve termometre		

2. İşlem Basamakları

1) Aracı lifte alınız, gerekli tedbirleri alarak aracı yerden kesilecek kadar kaldırınız.
2) Motor kaputunu açınız ve çamurluk bezlerini yerleştiriniz.
3) Radyatör alt tapasını açarak soğutma sıvısını temiz bir kaba bir miktar boşaltınız ve tapayı tekrar kapatınız.

Görsel 7.12: Soğutma sıvısının boşaltılması

4) Radyatörden termostata gelen hortum kelepçesini, kelepçe pensi kullanarak açınız ve hortumu termostat üzerinden ayırınız.
5) Termostat cıvatalarını gevşetiniz ve sökünüz.
6) Termostatı sökünüz.



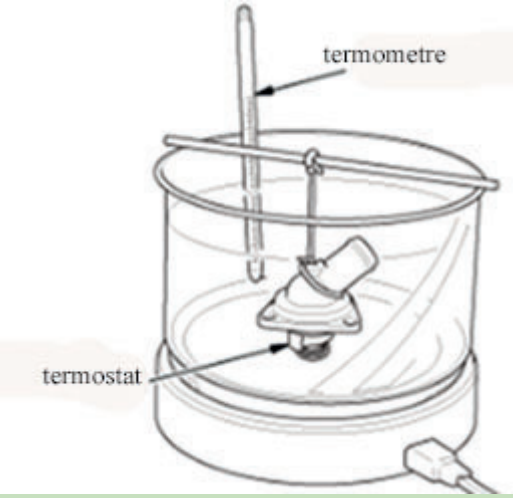
Görsel 7.13: Termostatın sökülmesi

7) Isıtıcı kaba su koyunuz.
8) Termostatı suya tamamen dalacak ve tabana değmeyecek şekilde ısıtıcının içine asınız.
9) Isıtıcıyı çalıştırınız. Termometre ile suyun sıcaklığını ölçünüz.
10) Termostat açılmaya başladığı zamanki sıcaklığı ve tamamen açıldığı sıcaklığı ölçünüz.
11) 88°C'lik termostat ise 90°C'de tamamen açılması gerekir.
12) Termostat açılmaz ise veya açılması gereken sıcaklık değerinde yeterli açılmazsa termostatı değiştiriniz.
13) Termostat oturacağı yüzeyi iyice temizleyiniz.

Takma adımları

14) Sökülmüş olan parçaları sökme adımlarının tersine sırayla takınız. Cıvataları uygun tork ile sıkınız. Sıkma torku: 10 Nm
15) Temiz kaba boşalttığınız soğutma sıvısını tekrar sisteme ekleyiniz.

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 7.14: Termostatın test edilmesi

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Termostatın sökülmesi	20	
3	Termostatın kontrolünün (test edilmesinin) yapılması	20	
4	Termostatın takılması	20	
5	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
6	Yapılan işi kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. SU POMPASININ DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Devirdaim (su pompası) değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yeni devirdaim		
2- Conta		
3- Takımlar		
4- Temizleme malzemeleri		

2. İşlem Basamakları

1) Aracı lifte alınız, gerekli tedbirleri alarak aracı yerden kesilecek kadar kaldırınız.
2) Motor kaputunu açınız ve çamurluk bezlerini yerleştiriniz.
3) Radyatör alt tapasını açarak soğutma sıvısını temiz bir kaba boşaltınız ve tapayı tekrar kapatınız.

Görsel 7.15: Soğutma sıvısının boşaltılması

4) Sağ çamurluk davlumbazını ve alt kaplamaları sökünüz.

Görsel 7.16: Araç altı kaplamalar

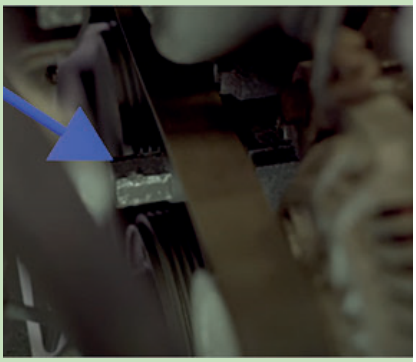
5) Sağ tekerleği sökünüz.

Görsel 7.17: Tekerleğin sökülmesi

6) Akü kutup başlarını sökünüz.

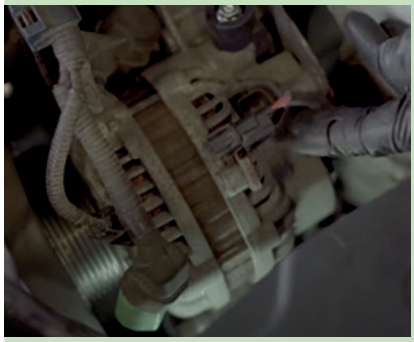
Görsel 7.18: Akü kutup başlarının sökülmesi

7) V kayışı gergisini uygun anahtar ile kastırarak V kayışını sökünüz.



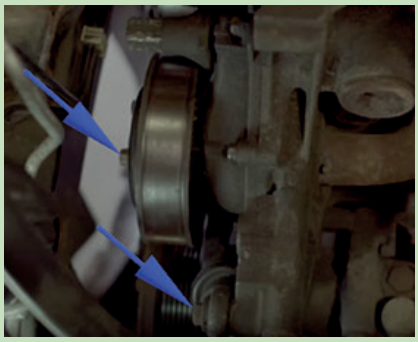
Görsel 7.19: "V" kayışı gergisi

8) Alternatör üzerine bağlı soket ve bağlantı cıvatalarını sökerek alternatörü sökünüz.



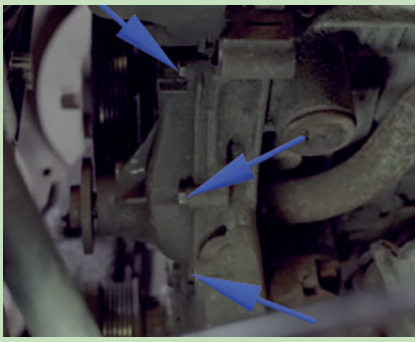
Görsel 7.20: Alternatör

9) Ok ile gösterilen devirdaim kasnağının 3 cıvatasını sökünüz ve devirdaim kasnağını çıkarınız. Ok ile gösterilen V kayışı gergisinin cıvatalarını sökünüz. Gergiyi çıkarınız.



Görsel 7.21: Devirdaim kasnağı ve V kayışı gergisi

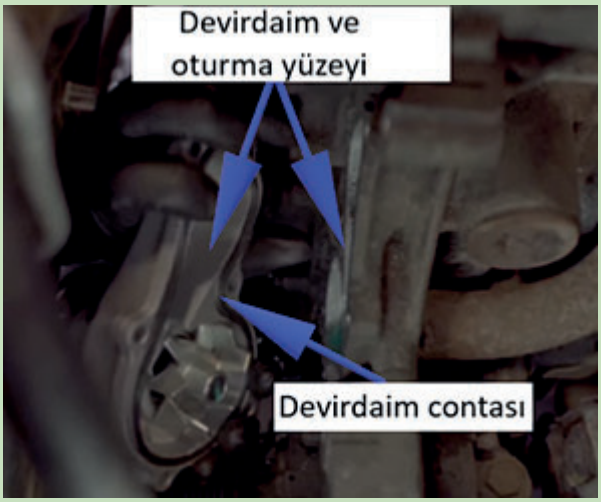
10) Devirdaimin oklar ile gösterilen 5 adet cıvatayı sökünüz (Kalan iki cıvata devirdaimin diğer tarafındadır.) ve devirdaimi yerinden alınız.



Görsel 7.22: Devirdaim

11) Devirdaimin oturacağı yüzeyi iyice temizleyiniz. Contasını da yerine oturtarak yeni devirdaimi yerine takınız. Cıvatalarının boşluğunu alınız. Sonra uygun torkta sıkınız. Sıkma torku: 10 Nm
12) V kayışı gergisini takınız.

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 7.23: Devirdaimin yerine takılması

13) Gergiyi kastırarak V kayışını takınız.
14) Akü kutup başlarını, sağ tekerlek ve davlumbazı yerine takınız.
15) Sisteme soğutma sıvısını doldurunuz.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Devirdaimin sökülmesi	35	
3	Devirdaimin takılması	35	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	10	
5	Yapılan işi kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. SOĞUTMA SIVISI YOĞUNLUK KONTROLÜ VE SOĞUTMA SIVISI DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Soğutma sıvısının yoğunluk kontrolünü yapmak, soğutma sıvısını değiştirmek ve sistemin havasını almak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

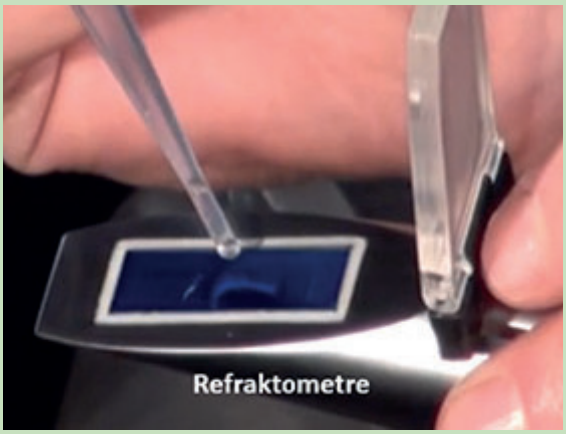
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Refraktometre		
2- Soğutma sıvısı veya antifriz ve ilave su		
3- Tornavida		
4- Kişisel koruyucu donanımlar		

2. İşlem Basamakları

1) Araç güvenli bir şekilde park ediniz.
2) Motor kaputu açınız, çamurluklara kılıf yerleştiniz.
3) Kişisel koruyucu tedbirler alınız ve kullanılacak KKD'leri hazırlayınız.
4) Kontrol setinin pipeti ile genleşme kabından soğutma sıvısı çekiniz.

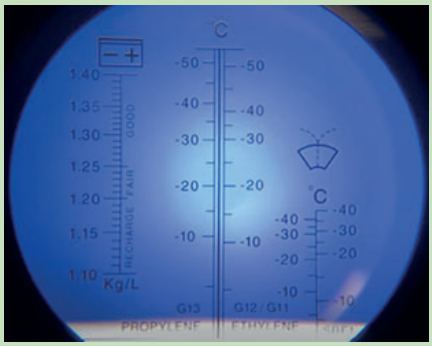
Görsel 7.24: Genleşme kabı

5) Soğutma sıvısı refraktometrenin ekranına birkaç damla damlatınız ve kapağını kapatınız.



Görsel 7.25: Refraktometre

6) Refraktometre ışığa doğru tutunuz, arka merceğinden bakınız (Görsel 7.26'daki gibi bir görüntü olur.). Koyu renkli kısım çizgi halinde sıvının donma derecesini gösterir. Elde edilen sonuca göre soğutma sıvısının derecesi düşükse değiştiriniz.



Görsel 7.26: Refraktometrede görülen ekran

7) Soğutma sıvısının değişimi için aracı güvenli bir şekilde lifte alınız ve aracın altına boşaltma kabı konulacak kadar kaldırınız.
8) Radyatör alt tapasını açınız ve soğutma sıvısı boşaltınız. İşlem sona erince tapayı kapatınız.
9) Sonra genleşme kabında sıvı kaldıysa buradaki sıvıyı da boşaltınız.
10) Aracın katalog verilerine göre ya hazır soğutma sıvısı ya da araçta kullanılması gereken antifrizi ve suyu belirtilen hacimde genleşme kabından sisteme doldurunuz.

Görsel 7.27: Soğutma sıvısının konulması

11) Araç çalışma sıcaklığına ulaşıncaya kadar (termostat açıncaya kadar) aracı çalıştırınız (Termostatın açılıp açılmadığı, termostat çıkışından radyatöre gelen hortumun sıcaklığı kontrol edilerek anlaşılır.).
12) Hava alma tapalarını açarak sistemdeki havayı alınız.
13) Bu esnada sistemde kaçak olup olmadığını gözle kontrol ediniz.

Görsel 7.28: Soğutma sisteminin havasının alınması

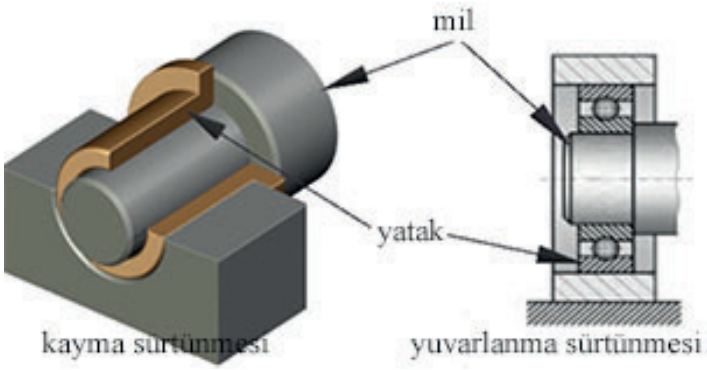
3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Soğutma sıvısının yoğunluk kontrolünün yapılması	30	
3	Soğutma sıvısının değiştirilmesi	35	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işi kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

7.2. MOTORLARDA YAĞLAMA SİSTEMİNİN BAKIM, ONARIM VE KONTROLÜ

Birbiri ile temas ederek hareket eden parçalar arasında harekete karşı bir direnç oluşur. Bu dirence **sürtünme** denir. Temaslı parçalar arasında sürtünmeden dolayı ısı ve aşınma oluşur. Bu sürtünmeden açığa çıkan ısı o kadar yüksek olur ki parçalar birbirine kaynama yapar.

Motorda birbiri ile çalışan yüzeyler arasındaki sürtünmeden kaynaklı aşıntıyı en aza indirebilmek için bir yağlama sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Yağ birbirine temas ederek çalışan motor parçaları arasında bir tabaka oluşturup metalin diğer metale direk temasını önler.



Görsel 7.29: Sürtünmeli yataklar

7.2.1. Sürtünme Çeşitleri

Sürtünme direncine etki eden temel sebep, malzemenin cinsi ve yapısıdır. Parçaların çalışan yüzeylerin imalatını yaparken ne kadar hassas yüzey işleme yaparsanız yapın yine de yüzeyde gözle görülmeyecek, elle hissedilmeyecek şekilde yüzey pürüzlülüğü vardır. Yüzeydeki bu pürüzlülük sürtünme direncini etkiler.

Hareket eden parçalar arasında sürtünme, kayma, yuvarlanma veya kayma-yuvarlanma sürtünmesi şeklinde olabilir. İki parça birbiri üzerinde kayma hareketi yapıyorsa buna **kayma sürtünmesi** denir. İki parça arasında bir yuvarlanma elamanı varsa buna **yuvarlanmalı sürtünme** denir. Hareket eden iki parça arasında hem yuvarlanma elamanı var parçalar hem kayma yapıyorsa buna **kayma yuvalanma sürtünmesi** denir.

Parçalar arasında çalışan yüzeyler arasında yağlayıcı bir madde bulunup bulunmamasına göre üç şekilde sürtünme vardır.

7.2.1.1. Kuru Sürtünme

Çalışan parçalar arasında herhangi bir madde bulunmaz, çalışan yüzeyler birbirine temas eder. Bu sürtünme şeklinde çalışan yüzeylerde ısı birikir, aşınma fazla olur.

7.2.1.2. Sıvı Sürtünmesi

Parçaların çalışan yüzeyleri arasında yağlayıcı madde varsa ve bu madde bir tabaka oluşturup metal yüzeylerin birbiri ile arasındaki teması kesiyorsa buna **sıvı sürtünmesi** denir.

7.2.1.3. Sınır Sürtünmesi

Çalışan yüzeyler arasındaki teması, araya konan yağlayıcı madde tam olarak kesemiyorsa buna **sınır sürtünmesi** denir.

7.2.2. Motorda Yağlama Sisteminin Görevleri

- Birbiri üzerinde çalışan yüzeylerde metalin metale temasını en aza indirerek aşınmayı azaltır.
- Yataklar ve muylular arasında amortisör görevi görerek motorun sessiz çalışmasını sağlar.
- Piston ve silindir yüzeyleri arasında film tabakası oluşturarak sızdırmazlık sağlar.
- Temas ettiği motor parçaları üzerindeki ısıyı alır.
- Sürtünme kaynaklı oluşan parçacıkları ve kurumları temizler.
- Metal yüzeylerde korozyonu engeller.
- Değişken supap mekanizması gibi yağ basıncı ile çalışan sistemlerin çalışmasını sağlar.

7.2.3. Motor Yağları

7.2.3.1. Motor yağlarının yapısal özellikleri

Viskozite

Sıvıların akmaya karşı göstermiş olduğu dirence **viskozite** denir. Viskozite arttıkça yağdaki akışkanlık azalır, viskozite azaldıkça akışkanlık artar. Viskozite sıcaklığa göre değişir. Sıcaklık arttıkça yağın viskozitesi düşer.

Adezyon

Sıvı molekülleri ile katı maddeler arasındaki çekim kuvvetidir. Motor yağının adezyonu arttıkça metal yüzeye yapışma özelliği artar.

Kohezyon

Sıvı maddeyi oluşturan moleküller arasındaki çekim kuvvetine **kohezyon** denir. Motor yağında kohezyon arttıkça akışkanlık azalır. Yani kohezyon arttıkça viskozite de artar.

7.2.3.2. Motor Yağı Çeşitleri

Üç çeşit motor yağı üretilmektedir. Bunlar; mineral yağlar, sentetik yağlar ve yarı sentetik yağlardır.

Mineral Yağlar

Motor yağlarının hepsi petrol türevi ürünlerdir. Petrol damıtıldıktan sonra baz yağ denilen ürün elde edilir. Yağ üreticileri baz yağa çeşitli katkılar ekleyerek çeşitli çalışma şartlarına uygun mineral motor yağı üretirler.

Sentetik Yağlar

Baz yağlar üzerinde kimyasal işlemler yapılarak elde edilirler. Kullanım amaçlarına uygun olarak sentetik yağların içeriğine çeşitli katkılar eklenir. Sentetik yağlar, mineral yağlara göre oldukça pahalıdır. Ancak motora daha fazla korurlar ve uzun ömürlüdürler. Sentetik yağlar mineral yağlara göre yüksek sıcaklığa daha dayanıklıdır ve düşük sıcaklıklarda daha akışkandır.

Yarı Sentetik Yağlar

Yarı sentetik yağlar, mineral yağlar ile sentetik yağların belli oranlarda karıştırılmasından elde edilir. Sentetik yağlara göre daha ekonomiktir.

7.2.3.3. Motor Yağlarının Sınıflandırılması

Motor yağının viskozite sınıflandırması SAE'ye göre yapılır.

SAE Sınıflandırması

SAE [Society Automotive Engineers (soşieti otomotiv enciniirs)]'nin dilimizdeki karşılığı "Otomotiv Mühendisleri Derneği"dir.

Motor yağları, düşük ve yüksek sıcaklıklardaki viskozitelerine göre sınıflandırılırlar. Sınıflandırmalar; SAE10, SAE50, SAE 0W-30 gibi isimlendirilir.

"SAE 0W-30" gibi isimlendirilen yağlar, 4 mevsim kullanılan yağlardır. "0W" ifadesinde "W" (winter) İngilizce kış kelimesinin baş harfidir. Yağın düşük sıcaklıktaki viskozite derecesini ifade eder. Motor yağı -40°C'de dahi akışkan durumdadır. "30" sayısı ise yüksek sıcaklıktaki viskozite derecesini gösterir. Motor yağı bu sıcaklıkta yüzeylerde yağ filmi oluşturmaya devam eder.

Motor yağlarının API, ACEA, ILSAC ve JASO performans sınıflandırmaları vardır. Ülkemizde satışı olan yağ ürünlerinin etiketlerinde genellikle API ve ACEA sınıflandırmaları bulunur.

API Sınıflandırması

API'nın [American Petroleum Institute (Amerikın petrolyum institut)] dilimizdeki karşılığı "Amerikan Petrol Enstitüsü"dür.

Benzinli araçlara göre **SA, SB, SC, SD, GD, SF, SG** ve **SH** kategorileri 1996 model ve daha eski motorlara uygun yağlardır.

SJ : 1997'den itibaren üretilen araçların gereksinimlerini karşılamak üzere tanımlanmıştır.

SL: 2001'de tanımlandı. Yüksek sıcaklıklarda SJ'ye göre daha iyi depozit kontrolü ve düşük yağ eksilmesi sağlar.

SM: 2004'te çıkmış yağ kategorisidir. Antioksidan özelliği; SL'ye göre daha uzun motor ömrü, daha uzun yağ değişim aralığı sağlar.

SN: 2010'da tanımlanan yağ kategorisidir. Emisyon sistemindeki DPF ve katalizörlerle uyumlu, yakıt tasarrufu, turbo koruması sağlar. Yüksek sıcaklıklarda tortu oluşturmaz.

SN Plus: 2018'de tanımlandı. LPSI'ya karşı etkilidir. Direk enjeksiyonlu benzinli motorlarda silindir içerisine püskürtülen yakıt silindir yüzeylerinde kalan yağ ile çözelti oluşturur. Bu çözelti yanma odasında buji ile ateşleme olmadan önce kontrolsüz ateşlemeye sebep olur.

Bu durum zaman içinde pistonlarda hasara yol açar. Bu kontrolsüz yanmaya "LPSI" denir.

Dizel araçlara göre **CA, CB, CC, CD, CE, CF, CF4, CG4** kategorileri 1998 öncesi dizel motorlar için tanımlanmıştır.

CH4 : 1998 emisyon standartlarını karşılamak üzere tanımlanmıştır.

CI4: 2004 emisyon standartlarını karşılamak üzere tanımlanmıştır. EGR ve partikül filtresi gibi parçalara uyumlu yağ kategorisidir.

CI4 Plus: Motorda kurumdan kaynaklı yağdaki viskozite kaybına karşı geliştirilmiş yağları tanımlar.

CJ4: 2007 emisyon standartlarını karşılamak üzere tanımlanmıştır. Egzoz emisyon sistemindeki parçaların korunmasında daha etkilidir.

CK4: 2017 emisyon standartlarını karşılamak ve önceki dizel motorlarda kullanılmak üzere tanımlanmıştır.

ACEA Sınıflandırması

ACEA (Associationdes Constructaeurs Europeensd' Automobile)'nın dilimizdeki karşılılığı "Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği"dir.

Benzinli motorlar için A1, A2, A3, A4 ve A5 kategorileri vardır.

A3: Viskozite koruma, düşük yakıt sarfiyatı ve uzun yağ değişim aralığını sağlayan yağlar için tanımlamadır.

A4: Direk enjeksiyonlu motorlar için gereklilikleri karşılayan yağlar için tanımlamadır.

A5: Düşük viskoziteli, motor ömrünü uzatıcı ve uzun yağa değişim aralığı olan yağlar için tanımlamadır.

Dizel motorlar için B1, B2, B3, B4 ve B5 kategorileri vardır.

B3, B4 ve B5 kategorileri viskoziteyi koruyan, motor aşınmalarını düşüren ve uzun yağ değiştirme aralığına sahip tanımlamalardır. Her seviyedeki kategori bir önceki seviyedeki kategoriye göre daha iyi verilere sahiptir.

Ağır hizmet dizel motorları için E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9 kategorileri vardır.

E9: DPF (Dizel Partikül Filtresi) olan veya olmayan motorlar, EGR'li (Egzoz Gazı Geri çevrimi) motorlar ve SCR' li (Seçici Katalitik İndirgeme) motorlar için uygundur.

ILSAC Sınıflandırması

ILSAC (International Mineral Oil Standards and Approval Committee)'ın dilimizdeki karşılığı "Uluslararası Madeni Yağ Standartları Ve Onay Komitesi"dir.

GF-1, GF-2, GF-3, GF-4, GF-5 ve GF-6 kategorileri vardır.

JASO Sınıflandırması

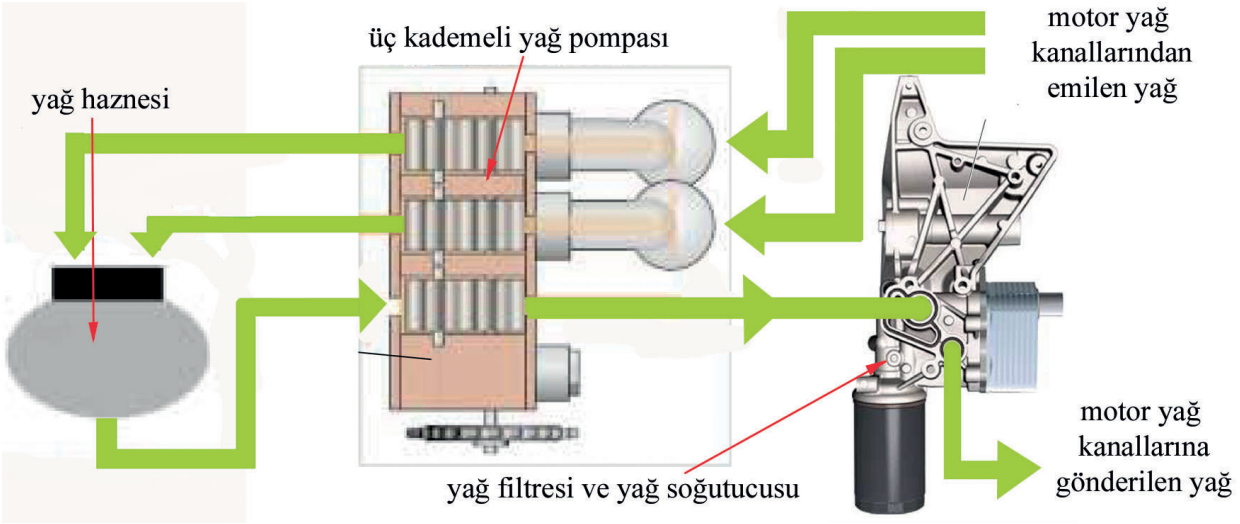
JASO (Engine Oil Standarts İpmlementation Panel)'nun dilimizdeki karşılığı "Japon Motor Yağı Standartları Paneli"dir.

7.2.4. Yağlama Sistemi Çeşitleri

Genel olarak banyolu yağlama, çarpmalı yağlama, fitilli yağlama ve basınçlı yağlama gibi yağlama sistemi çeşitleri vardır. Günümüz otomotiv teknolojisinde basınçlı yağlama sistemi kullanılır. Bu sistemin de iki farklı uygulaması vardır.

7.2.4.1. Kuru Tip Karter

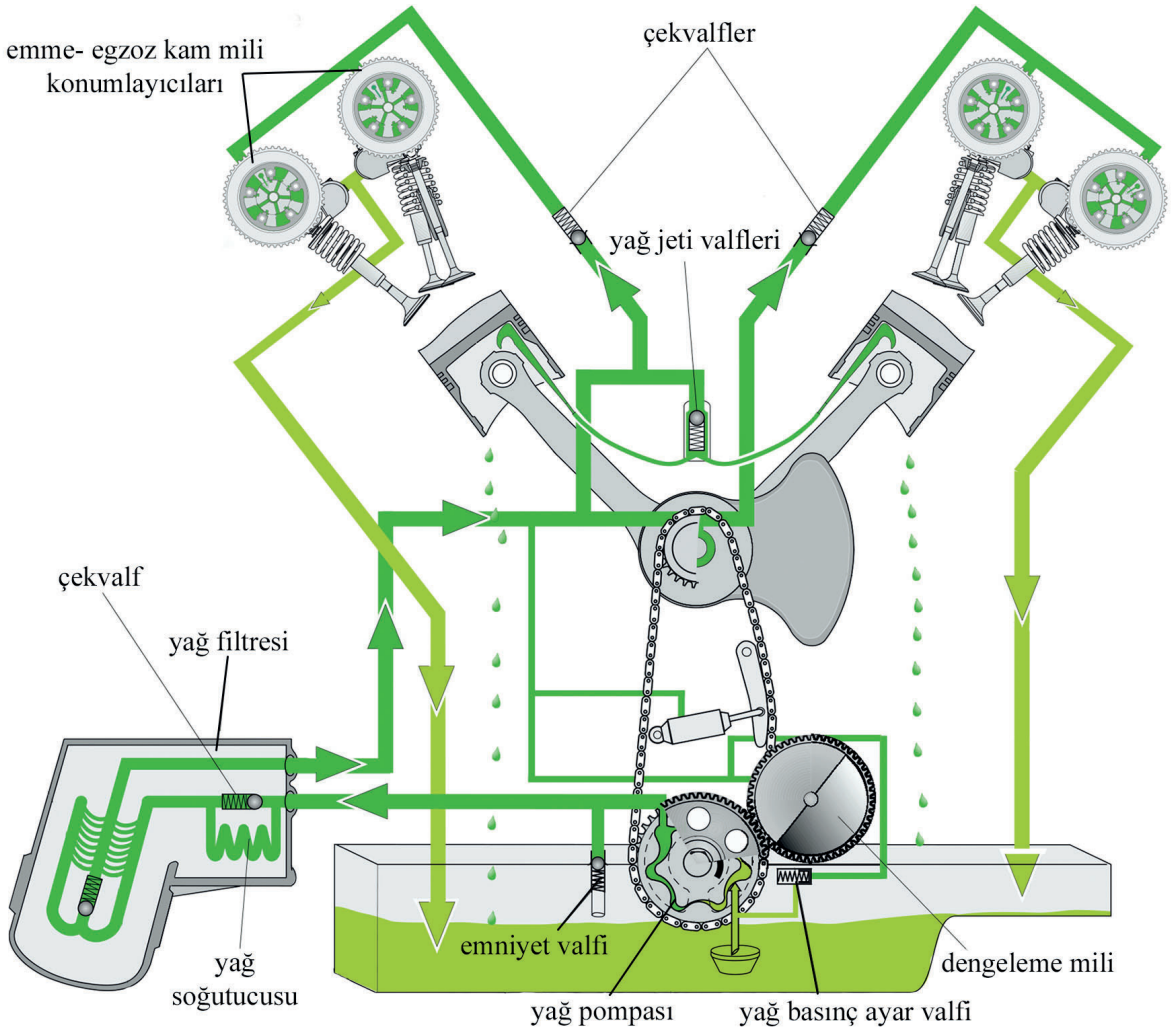
Bu sistem, yüksek performans istenen araçların motorlarında ve yarış aracı motorlarında kullanılır. Çünkü karter büyüklüğü düşürülür ve ayrı bir yağ haznesi kullanılır. Bu sistemde kullanılan yağ pompası üç kademelidir. Yani bir yapının içinde üç pompa vardır. Pompanın iki kısmı sistemdeki yağın toplanmasını sağlar. Üçüncü kademe ise sisteme basınçlı yağ gönderir. Anlaşılacağı gibi yağ, dağıtım hattında da toplama hattında da basınçlı olarak hareket eder.



Görsel 7.30: Kuru tip karter yağlama devresi

7.2.4.2. Islak Tip Karter

Bu sistemde yağ karterde toplanır. Yağ pompası ile yağ basınçlı şekilde sisteme gönderilir. Yağ ulaşması gereken parçaların yüzeylerine ve yataklarına ulaştıktan sonra kendiliğinden süzülerek kartere geri döner. Sistemde parçalara giden yağ kanalları ile kartere dönüşte yağın süzüldüğü kanallar ayrıdır.

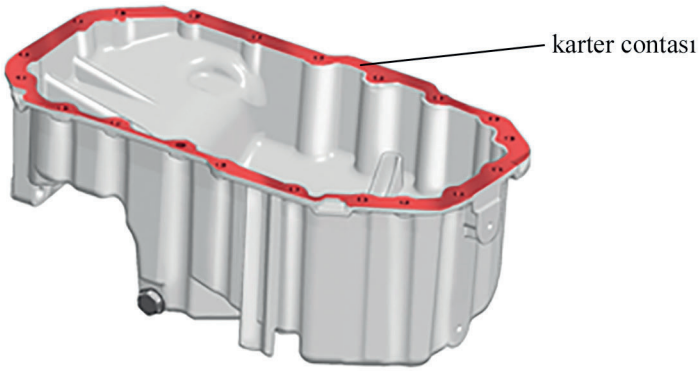


Görsel 7.31: Islak karter yağlama devresi ve parçaları

7.2.5. Yağlama Sisteminin Parçaları

7.2.5.1. Karter

Motor yağının depo edildiği ve sisteme gönderildiği parçadır. Motorun alt kısmını kapatır. Parçaların ve sistemlerin dış etkenlerden korunmasını sağlar. Çelik saçtan ve alüminyum alaşımlarından yapılır. Yağın çalkantı yapmamasını ve motor farklı eğimlerde iken yağ süzgecinin konumlandırıldığı alanda yağın kalmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

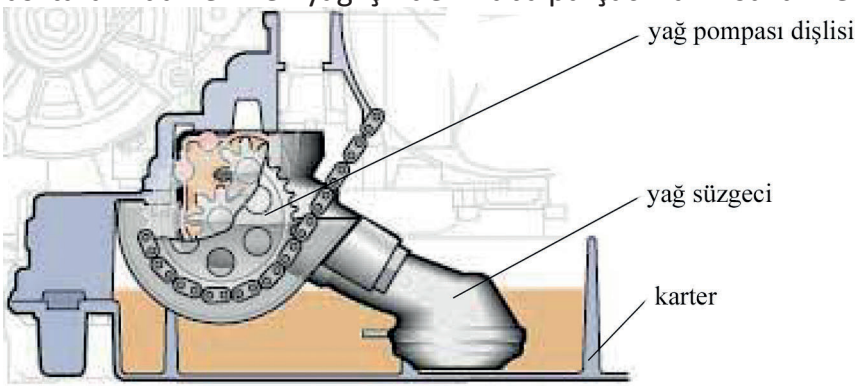


Görsel 7.32: Karter

7.2.5.2. Yağ Pompası ve Yağ Süzgeci

Yağ süzgeci, karterde yağın içine daldırılmış şekilde yağ pompasının girişine bağlıdır. Yağ süzgecinin görevi, yağ pompası tarafından emilen yağ içindeki kaba parçacıkların süzülmesini sağlamaktır.

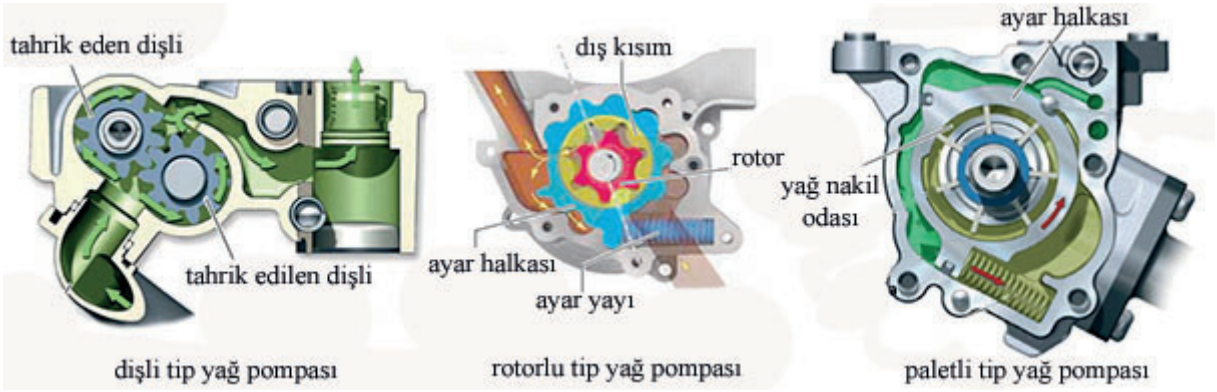
Yağ pompalarının görevi, motor yağını karterden çekerek yağlama sistemine belli bir basınçla pompalamaktır.



Görsel 7.33: Yağ pompası ve yağ süzgeci

Günümüzde motorlarda üç tip yağ pompası kullanılmaktadır (Görsel 7.34):

- Dişli tip yağ pompaları
- Rotorlu tip yağ pompaları
- Paletli tip yap pompaları



Görsel 7.34: Yağ pompası tipleri

Üç tip yağ pompasının iç yapıları farklı olsa da temel çalışma prensipleri aynıdır. Yağ pompalarının giriş kanallarının bulunduğu yerde hacim genişlemesi etkisiyle vakum oluşur ve bu buraya yağ emilir. Yağ pompası elamanlarında (dişli, rotor veya palet) dönüş devam ederken hacim daralır. Hacmin en küçük olduğu noktada çıkış kanalı vardır. Bu kanaldan yağ, basınçlı bir şekilde yağ filtresine gönderilir. Görsel 7.34'teki yağ pompaları, sisteme gönderdikleri yağın hacmini de ayarlayabilmektedir.

7.2.5.3. Yağ Basınç Kontrol Valfi

Yağlama sistemindeki basıncın belli bir değerde kalabilmesi için yağ pompasının çıkışına basınç kontrol valfi eklenmiştir. Yağ pompaları, krank milinden tahrik edildiklerinden motor devri arttıkça yağ pompasının da devri artar. Yağlama sistemine gönderilen yağın hacmi de artar ve bu durum sistemdeki basıncın yükselmesine sebep olur. Basıncın yükselmesiyle birlikte basınç kontrol valfi açılarak yağ hacminin artan miktarının kartere gönderilmesini sağlar. Sistemdeki basıncı dengeler.

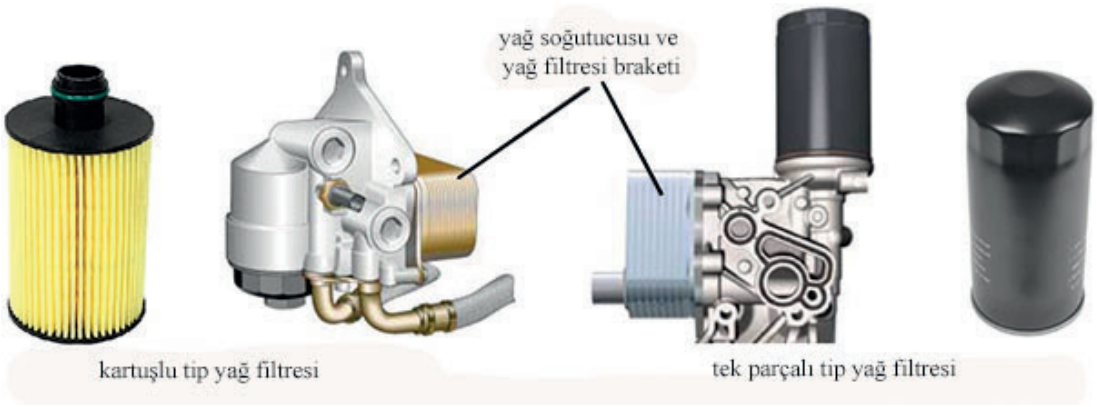
Gelişmiş yağlama sistemlerinde Görsel 7.34'te görüldüğü gibi sisteme pompaladıkları yağ hacmini de ayarlayan yağ pompaları da kullanılmaya başlanmıştır. Bu tip pompalardan başka bazı sistemlerde emniyet valfleri de bulunur.

7.2.5.4. Yağ Filtresi ve Yağ Soğutucusu

Yağ filtresi yağ pompasından gelen motor yağının filtre edilerek sisteme gönderilmesini sağlar. Küçük parçacıklar ve kurum kalıntıları gibi çalışan yüzeylerin arasında istenmeyen maddeler filtre edilir.

Yağ filtresinin kartuşlu tip ya da tek parçalı tip olmak üzere iki çeşidi vardır. Kartuşlu tipte sadece filtre elemanı değiştirilir tek parçalı tipte ise eleman ayrılmaz yapıdadır ve komple değiştirilir (Görsel 7.35).

Yağ soğutucusu genellikle yağ filtresi kütüğüne bağlıdır. Yüzeylerle temas eden yağ, sıcaklığı yükselmiş olarak kartere döner. Karterdeki soğutma yeterli olmayan motorlarda yağ soğutucusu kullanılır. Bu motorların bazılarında motor çalışma sıcaklığına ulaşana kadar yağın soğutucuya gitmesini engelleyen yağ termostatı bulunur.



Görsel 7.35: Yağ soğutucusu ve filtre çeşitleri

7.2.5.5. Yağ Kanalları ve Yağ Jetleri

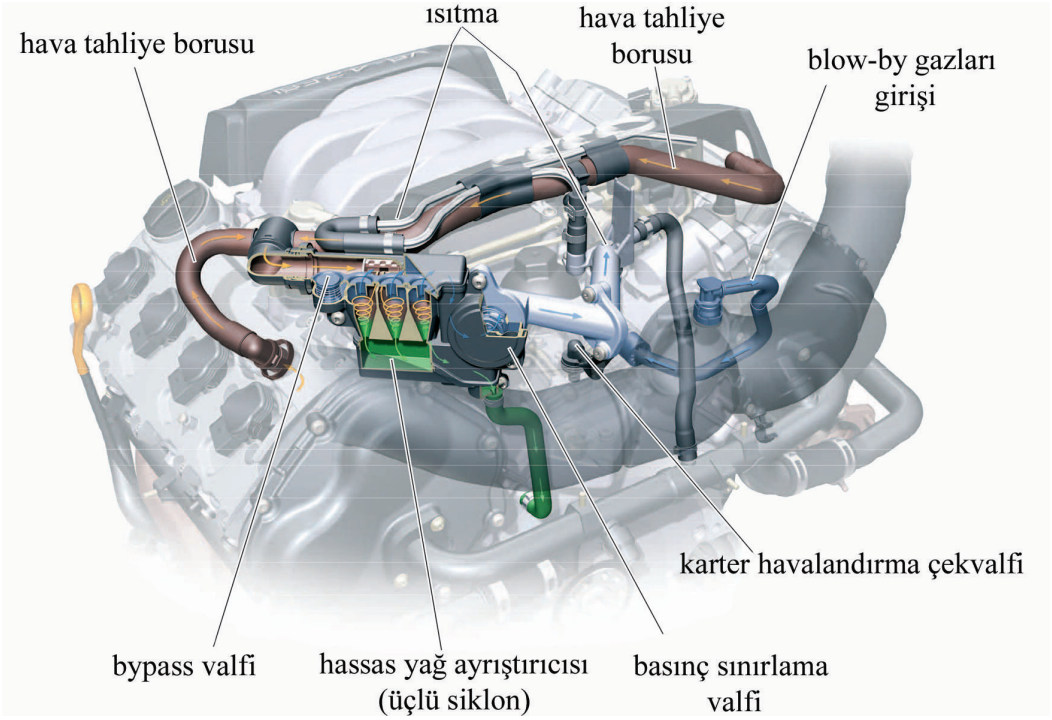
Motor yağı, yağ soğutucusu ve yağ filtresinden geçtikten sonra ana yağ kanalına gelir. Ana yağ kanalından krank mili muylu ve yataklarına, biyel üzerindeki kanallarla piston pimi yatakları ve silindir yüzeylerine, yağ jetlerine, zincir yağlama kanallarına, yağ boruları ile turbo yataklarına ve silindir bloğu üzerindeki diğer kanalla silindir kapağına gelir. Silindir kapağında kam mili muylu ve yataklarına, supap mekanizmasına ve değişken zamanlama dişlilerine gelir. Yatak ve muylu aralarından sızan yağ, süzülme kanallarından kartere süzülür. Yağ jetleri pistonların altından yağ püskürterek hem pistonların soğumasını sağlar hem de piston piminin yağlanmasını sağlar.

7.2.5.6. Yağ Basınç, Seviye ve Sıcaklık Sensörleri ve Yağ Göstergesi

Karterde motor yağı sıcaklığını ve seviyesini algılamak için sensör bulunur. Ana basınç hattı üzerinde de yağ basınç sensörü (yağ müşiri) bulunur. Yağ basıncında düşme olduğunda veya seviyesinde normalin üzerinde eksilme olduğunda gösterge panelinden sürücü uyarılır. Motor yağı sıcaklığı belli bir seviyeye geldiğinde motor yağı soğutucuya gönderilir.

7.2.6. Karter Havalandırma

Motorlar çalışırken yanma odasında basıncın yüksek olduğu zamanlarda piston ve segmanlar arasından kartere bir miktar gaz (blow-by gazları) sızar. Bu gazlar yağın ömrünü etkiler ve karterde basınç oluşturur. Zaten yanma odasında yakılması gereken gazlar olduğundan karter kanallarla emme manifolduna bağlanır. Emme manifoldundaki basınç düşüklüğünden yararlanılarak bu gazlar dışarıdan emilen havanın içerisine çekilir. Bu gazlar emme manifolduna gelirken yağ ayrıştırma (siklon ünitesi) ünitesinden geçirilir ve yağ ayrıştırılarak kartere tahliye edilir.



Görsel 7.36: Karter havalandırma sistemi

7.2.7. Sistem Arızaları Ve Sebepleri

- Sistemde en çok rastlanılan arıza yağ kaçaklarıdır. Kaçaklar conta ve keçelerden kaynaklanır.
- Silindir iç yüzeylerinin aşınması ya da supap keçelerinin bozulması motorun yağ yakmasının, yağın eksilmesinin diğer sebebidir.
- Turbo yataklarında bozulma da motorun yağ yakma sebeplerindendir.
- Yağlama sisteminde basınç düşmesi olası arızalardandır. Düşük ya da çok yüksek yağ seviyesi, yağ sıcaklığının aşırı yüksek olması, basınç kontrol valfinin takılı kalması, yağlama sisteminde basınç hattında kaçak veya millerin yatak ve muylularındaki aşıntı miktarının fazla olması, yağ pompasının veriminin düşmesi ya da düşük viskoziteli yağ kullanımı arızanın sebeplerinden olabilir.
- Basınç kontrol valfinin kapalı olarak takılı kalması, yağ kanallarında tıkanıklık ya da yüksek viskoziteli yağ kullanımı yağlama sisteminde basıncının yükselmesi arızasına sebep olabilir.

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. YAĞLAMA SİSTEMİ BASINÇ TESTİ		

AMAÇ Basınç test setini kullanarak yağlama sisteminin basıncını ölçmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Basınç ölçme seti		
2- Lokma, açıkağız ve yıldız anahtar setleri		

2. İşlem Basamakları

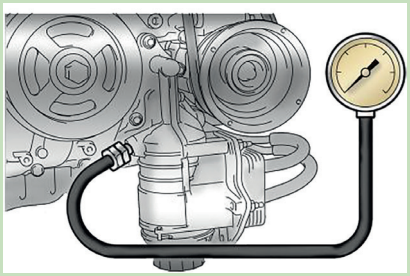
1) Yağ müşirini yerinden sökünüz.
2) Yağ müşiri yerine set içinden uygun adaptörü ve basınç ölçme aletini takınız.
3) Motoru çalışma sıcaklığına gelene kadar çalıştırınız.
4) Motor kataloğunda verilen motor devrinde ölçü aletindeki basınç değerini kaydediniz.
5) Ölçülen değer ile katalog değerini karşılaştırınız. Ölçülen basınç değeri katalog değerine uygun değilse yağ pompasını sökerek kontrol ediniz.

Rölanti devri yağ basıncı: En düşük “25 kPa”
3000d/d : 150 - 550 kPa

6) Ölçülen yağ basıncı normal değerlerdeyse yağ müşirini yerine takınız ve yağ kaçağı kontrolü yapınız.

UYARI: Verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.

Görsel 7.37: Basınç ölçme aleti



Görsel 7.38: Ölçü aletini motora bağlanması

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	20	
2	Ölçü aletinin motora bağlanması	25	
3	Testin yapılması ve değerlendirilme	30	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. YAĞ POMPASININ DEĞİŞİMİ		

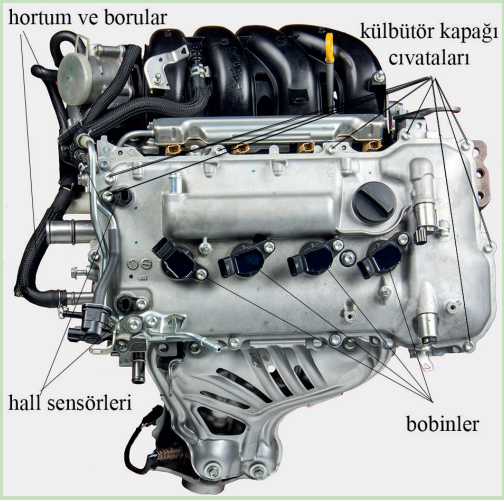
AMAÇ Yağ pompasının değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Yağ pompası		
2- Lokma takımı, tornavida takımı		
3- Torkmetre		

2. İşlem Basamakları

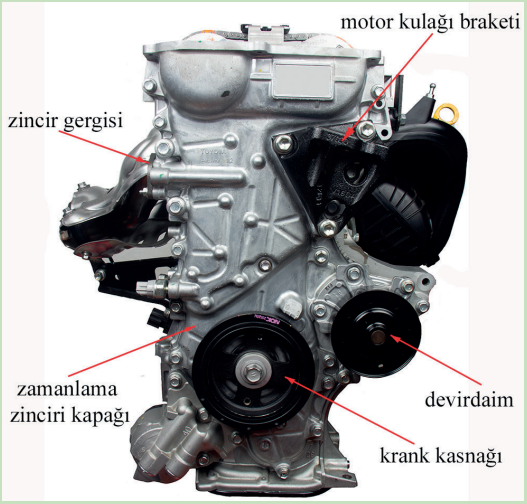
1) Külbütör kapağı üzerindeki hortum ve boru bağlantılarını sökünüz.
2) Ateşleme bobinlerini ve hall sensörlerini sökünüz.
3) Karşılıklı olarak külbütör kapağı cıvatalarını sökünüz ve külbütör kapağını çıkarınız.



Görsel 7.39: Motor üst bağlantıları

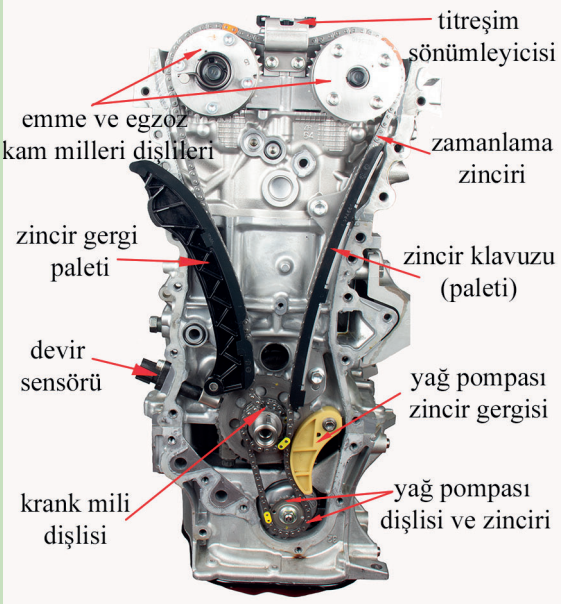
4) Krank kasnağı cıvatasından döndürerek motoru senteye getiriniz.
5) Motor kulağı braketini sökünüz.
6) Zincir gergisini sökünüz ve gergiyi çıkardıktan sonra gergiyi kapalı pozisyona getiriniz.
7) Devirdaimi sökünüz.
8) Krank kasnağını sökünüz.

Zincir kapağını (motor ön kapağı) sökünüz.



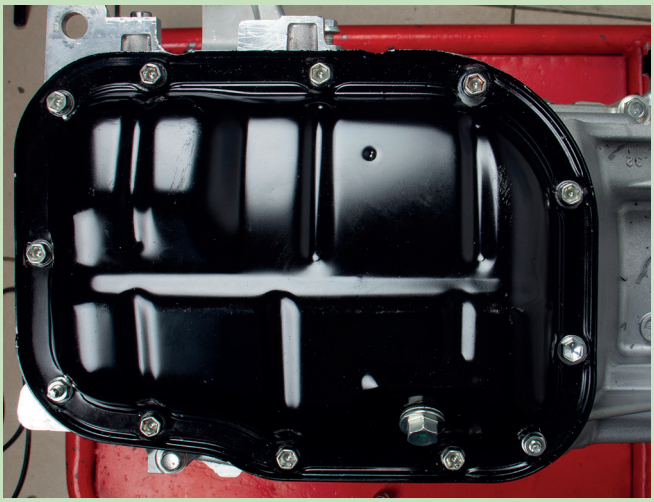
Görsel 7.40: Motor ön kapak bağlantıları

9) Yağ pompası zinciri gergisini sökünüz.
10) Yağ pompası dişlisini ve zinciri-ni sökünüz.



Görsel 7.41: Zamanlama zinciri bağlantıları

11) Karter saplamalarını ve cıvata-larını sökünüz.
12) Karteri sökünüz.



Görsel 7.42: Alt karter

13) Yağ pompasının cıvatalarını sökünüz ve yağ pompasını çıkarınız.

Takma adımları

14) Yağ pompasının oturma yüzeyini temizleyiniz ve yeni yağ pompasını takınız. Cıvatalarını sıkma torku: 20 Nm

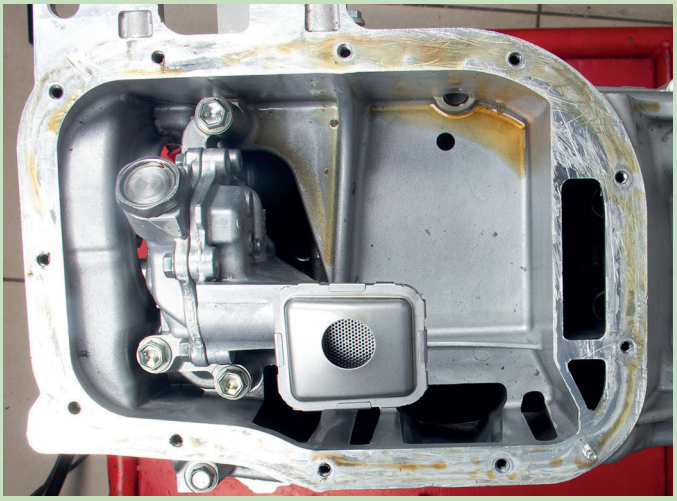
15) Karteri yerine takınız. Cıvatalarını sıkınız.

Sıkma torku: 10 Nm

16) Krank dişlisini, yağ pompası dişlisini ve zinciri işaretlerine getirerek (sentesine) yerine takınız.

17) Diğer takma adımlarını sökme adımlarının tersini uygulayarak gerçekleştiriniz.

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 7.43: Yağ pompası

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Yağ pompasının sökülmesi	20	
3	Yağ pompasının takılması	35	
4	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
5	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	7. YAĞ POMPASININ KONTROLLERİ		

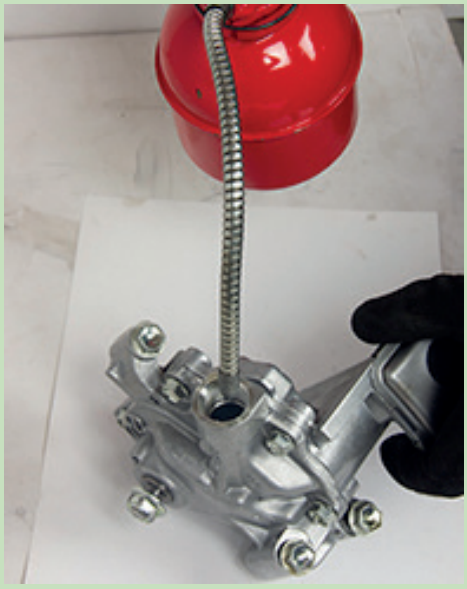
AMAÇ Gerekli ölçme aletlerini kullanarak yağ pompasının kontrollerini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Sentil		
2- Mastar veya çelik cetvel		

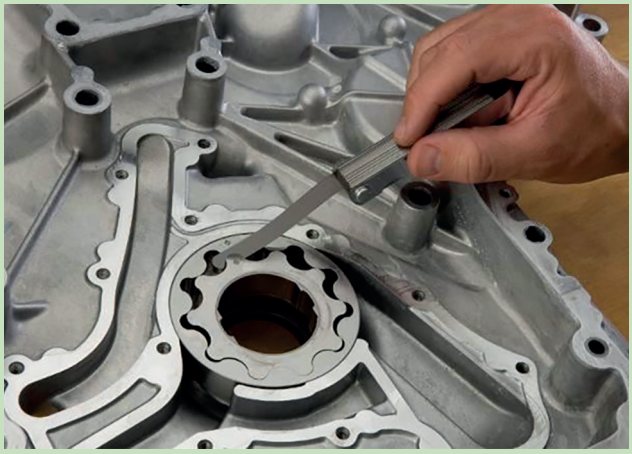
2. İşlem Basamakları

1) Yağ pompası basınç ayarlama valfini motor yağıyla kaplayınız. Daha sonra valf deliğine kendi ağırlığıyla düzgünce düşüp düşmediğini kontrol ediniz (düşmesi gerekir).
Bu olmazsa yağ pompasını değiştiriniz.



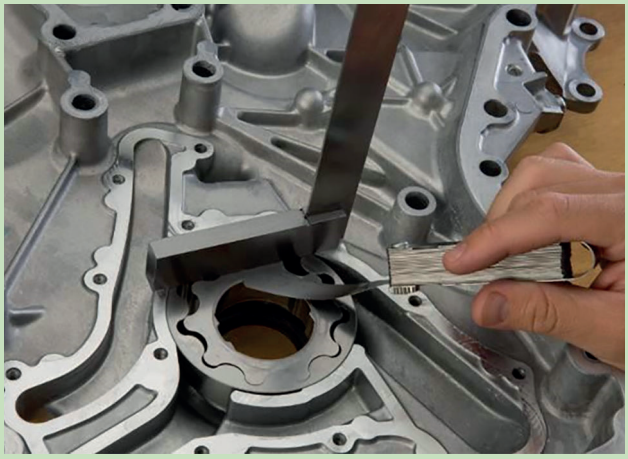
Görsel 7.44: Basınç ayarlama valfinin kontrolü

2) Tahrik eden ve tahrik edilen rotor dişlileri arasındaki boşluğu yandaki görseldeki gibi sentil kullanarak ölçünüz.
3) Boşluk katalog değerinden yüksekse yağ pompasını değiştiriniz (Maksimum boşluk 0,35 mm).



Görsel 7.45: Dişliler arası boşluğun kontrolü

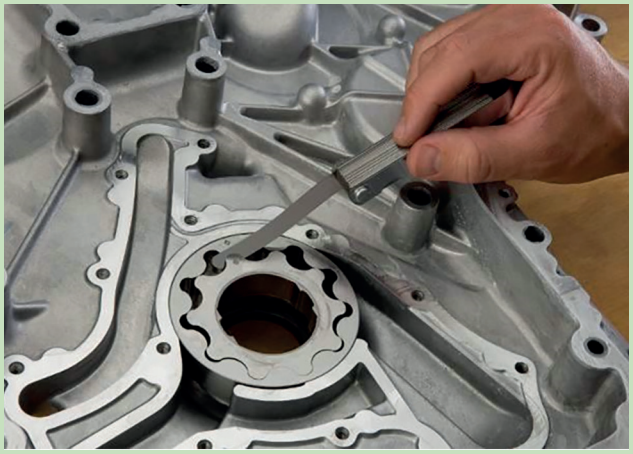
4) Rotor dişlileri ile mastar arasındaki boşluğu sentil ile ölçünüz.
5) Boşluk katalog değerinden yüksek ise yağ pompasını değiştiriniz (Maksimum boşluk 0,16 mm).



Görsel 7.46: Dişliler ile yüzey arası boşluğunun kontrolü

6) Dış rotor dişlisi ile yağ pompasının gövdesi arasındaki boşluğu yandaki şekildeki gibi sentil ile ölçünüz.
7) Boşluk katalog değerinden yüksek ise yağ pompasını değiştiriniz (Maksimum boşluk 0,325mm).

UYARI: Verilen değerler örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 7.47: Dişli ile gövde arasındaki boşluğun kontrolü

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Basınç kontrol supabının çalışmasının kontrol edilmesi	15	
3	Dişliler arasındaki boşluğun ölçülmesi	15	
4	Dişliler ile yüzey arasındaki boşluğun ölçülmesi	15	
5	Dişli ile gövde arasındaki boşluğun ölçülmesi	15	
6	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	MOTOR DONANIMLARI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	8. MOTOR YAĞI VE YAĞ FİLTRESİNİN DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Motor yağını ve yağ filtresini değiştirmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Motor yağı, yağ filtresi ve oring conta		
2- Filtre anahtarı, torkmetre		
3- Temizlik malzemeleri		

2. İşlem Basamakları

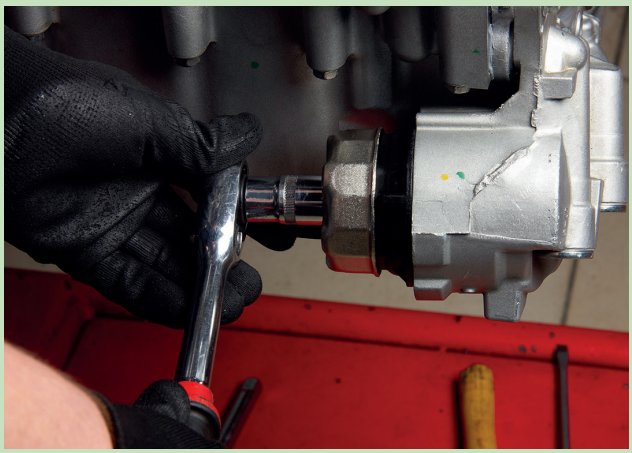
Motor yağının boşaltılması

1) Yağ doldurma kapağını sökünüz.
2) Yağ karteri tahliye tapasını ve contasını sökünüz, ardından motor yağını bir kaba veya yağ tankına boşaltınız.
3) Yağın akması bittikten sonra tapa yuvasını temizleyiniz ve yağ karteri tahliye tapasına yeni bir conta takınız.
4) Yağ karteri tahliye tapasını takınız.

Sıkma torku: 37 Nm

Yağ filtresi kapağı ve filtre elemanının sökülmesi

5) Filtre anahtarı kullanarak yağ filtresi kapağını dört tur gevşetiniz. Yağı bir kap içine akıtınız.
6) Yağ filtresi kapağını sökünüz.



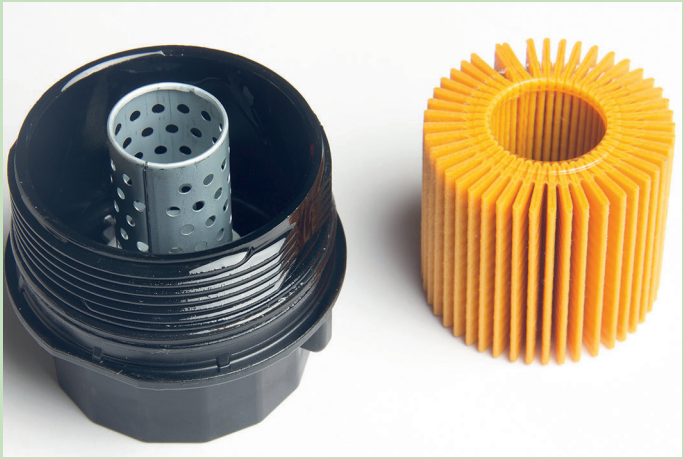
Görsel 7.48: Yağ filtresinin sökülmesi

7) Yağ filtre elemanını ve oring contayı, yağ filtresi kapağından sökünüz.

Görsel 7.49: Filtre elemanı

Yağ filtresi kapağı ve filtre elemanının takılması

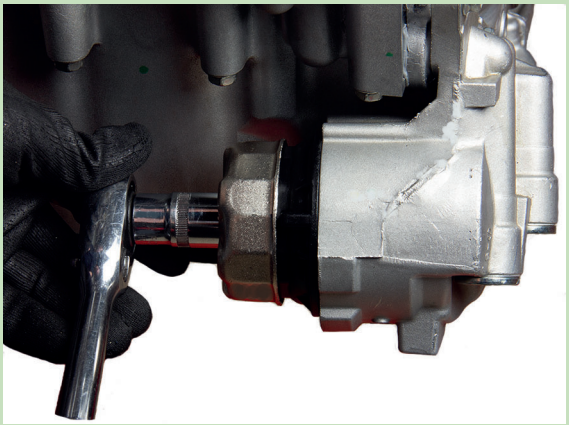
8) Yağ filtresi kapağının içini, dişlerini ve conta yuvasını temizleyiniz.
9) Yağ filtre elemanını ve contayı (üzerine biraz motor yağı sürerek) yağ filtre kapağına takınız.



Görsel 7.50: Yeni filtre elemanının takılması

10) Filtre kapağının takılacağı yerin dişlerini ve çevresi temizleyiniz.
11) Yağ filtresi kapağı dişlerindeki düz yüzey ile yağ filtresi braketindeki oluk arasında 90° olacak şekilde kapağı yerine oturtunuz ve elle birkaç tur çeviriniz.
12) Contaya da dikkat ederek filtre anahtarı ile kapağın boşluğunu alınız.
13) Torkmetre kullanarak 25Nm tork ile sıkınız.

UYARI: Verilen tork değerleri örnek değerlerdir. Söktüğünüz motorun katalog değerlerini uygulayınız.



Görsel 7.51: Filtre kapağının sıkılması

Motor yağının doldurulması

12) Kataloğa göre motorda kullanılması gereken motor yağını doldurma deliğinden huni yardımı ile doldurunuz. Yağ doldurma kapağını kapatınız.
13) Motoru çalıştırınız ve yağ kaçağı olup olmadığını kontrol ediniz.
14) Motoru durdurunuz ve 5 dakika bekleyiniz.
15) Yağ çubuğunu çıkarıp siliniz ve tekrar yerine oturtunuz. Tekrar çıkarınız ve yağ çubuğunu yatay tutarak yağ seviyesini kontrol ediniz. Yağ seviyesi max. ile min. çizgisi arasında olmalıdır.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve iş güvenliği kurallarına uyulması	15	
2	Yağ filtresinin sökülmesi ve temizliğinin yapılması	20	
3	Filtre elemanının değiştirilmesi ve oring contanın takılması	20	
4	Filtre kapağının uygun torkta sıkılması	20	
5	Uygulama sonrasında çalışma ortamının, çalışma aletlerinin temiz ve düzenli bir şekilde bırakılması	15	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8. ÖĞRENME BİRİMİ

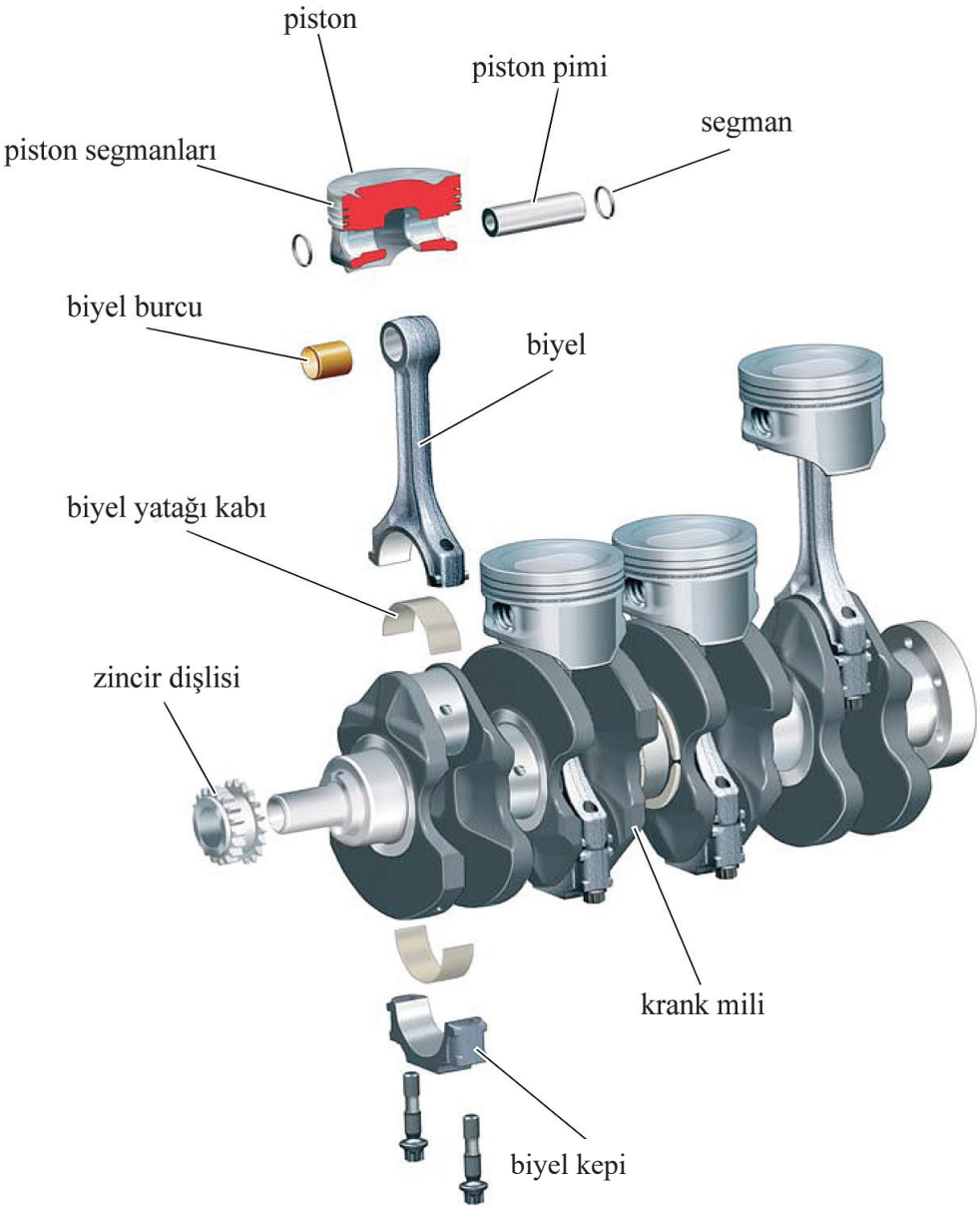
PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI

1. Piston Biyel Mekanizması Kontrol ve Değişimi
2. Krank Mili Kontrol ve Değişimi
3. Krank Keçesinin, Yataklarının Kontrol ve Değişimi
4. Volanın Kontrol ve Değişimi

8.1. PİSTON BİYEL MEKANİZMASI KONTROL VE DEĞİŞİMİ

Piston biyel krank mekanizması, yanma zamanı sonunda oluşan yanmış gazların basıncını dairesel hareketine çevirerek volana iletir.

Piston biyel krank mekanizması grubu; piston, segmanlar, piston pimi, piston kolu (biyel), piston kol yatakları, piston kolu kepleri, krank mili, ana yatak kepleri, krank mili ana yataklarından oluşmaktadır.



Görsel 8.1: Piston biyel krank mekanizması parçaları

8.1.1. Pistonlar

Pistonlar, silindir içerisinde alt ve üst ölü noktalar arasında aşağı ve yukarı yönde hareket ederek yanmış gazların itme hareketini biyel kolu vasıtasıyla krank miline iletirler. Pistonlar yanma odalarının oluşmasını sağlayan hareketli alt kapak gibi görev yaparlar.

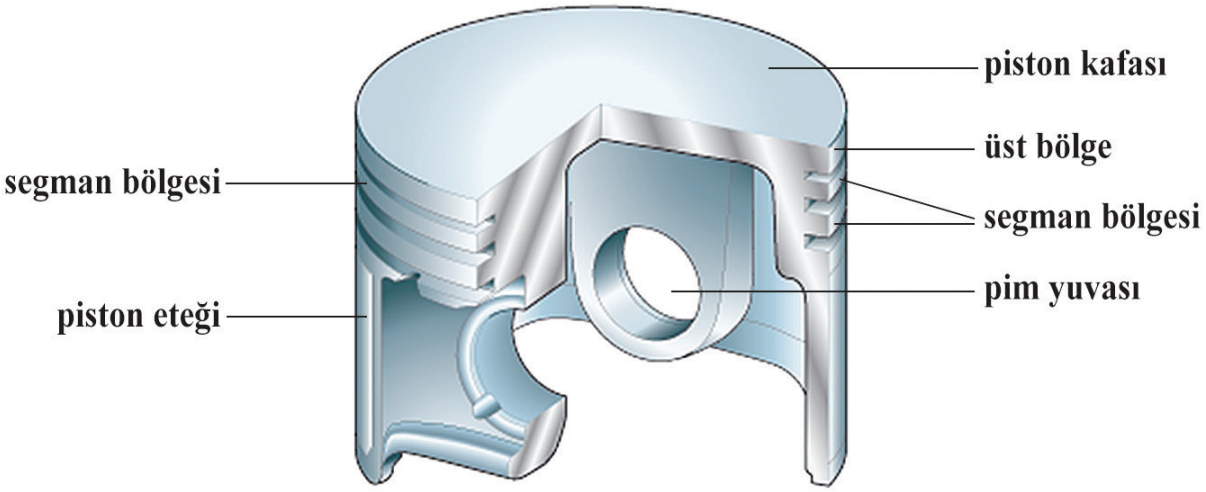
Pistonlar, silidir içerisinde emme zamanında alt ölü noktaya doğru hareket ederek silindir içerisinde oluşturdukları vakum sayesinde hava ya da benzin-hava karışımının silindire dolmasını sağlar. Egzoz zamanında ise üst ölü noktaya doğru hareket ederek yanmış gazların egzozdan dışarı atılmasını sağlar.

8.1.1.1. Görevleri

1. Yanma odasını alttan kapatarak segmanlar sayesinde yanma odasındaki sıkışmış gazların kartere kaçmasına engel olur.
2. Yanma zamanında yanmış gazların oluşturduğu itme hareketini biyel kolu vasıtasıyla krank miline iterek krank milinin dönmesini sağlar.
3. Yanmış gazların oluşturduğu yüksek ısıyı, silindir yüzeylerine ileterek motor parçalarının soğumasına yardımcı olur.
4. Silindir içerisinde alt ve üst noktalara doğru hareket ederek zamanların oluşmasını sağlar.

8.1.1.2. Yapısal Özellikleri ve Kısımları

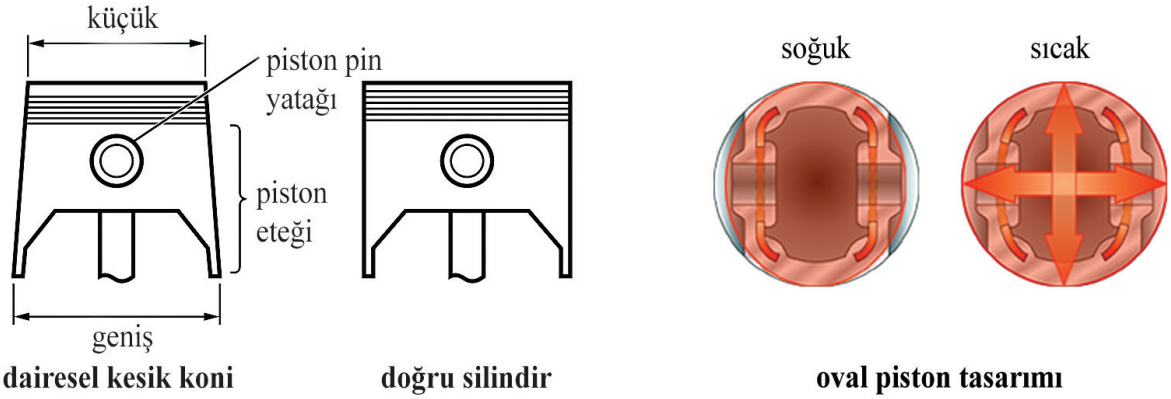
Pistonlar silindirik yapıda olan motor parçalarıdır. Piston tepesi, segman yuvaları, piston eteği, piston gövdesi, piston pimi yuvası gibi kısımlardan oluşmaktadır. Görsel 8.2'de pistonun kısımları görülmektedir.



Görsel 8.2: Pistonun kısımları

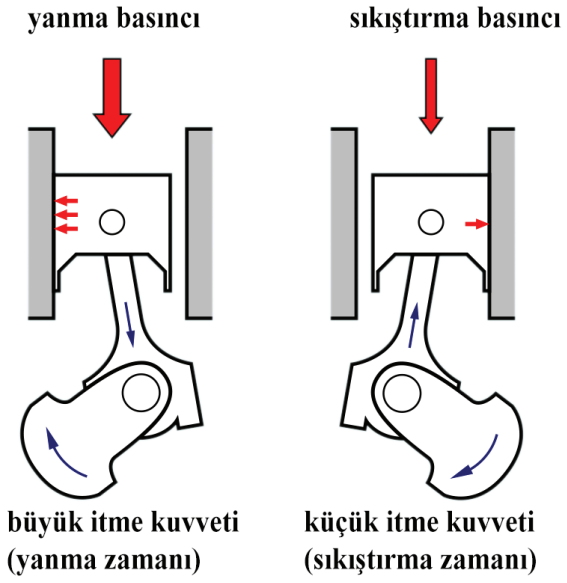
Piston tepeleri genellikle düz, bombeli ve dizel motorlarda çukur biçiminde yapılmaktadır. Segman yuvaları, piston başında bulunur. Benzin motoru pistonlarında genellikle iki kompresyon, bir yağ segmanı bulunmaktadır. Dizel motorlarda iki veya üç kompresyon, bir veya iki yağ segmanı bulunabilir.

Pistonların özellikle tepe kısmı yanmış gazların etkisi ile çok yüksek ısılara maruz kalır. Bu sebepten piston tepesi, piston eteğinden daha küçük yapılır. Piston tepesi daha çok yüksek ısıya maruz kaldığından genleşmesi de fazla olacak ve piston tepesinin silindirin içerisinde sıkışması önlenecektir. Görsel 8.3'te bu durum gösterilmiştir.



Görsel 8.3: Pistonlarda ovallik ve koniklik

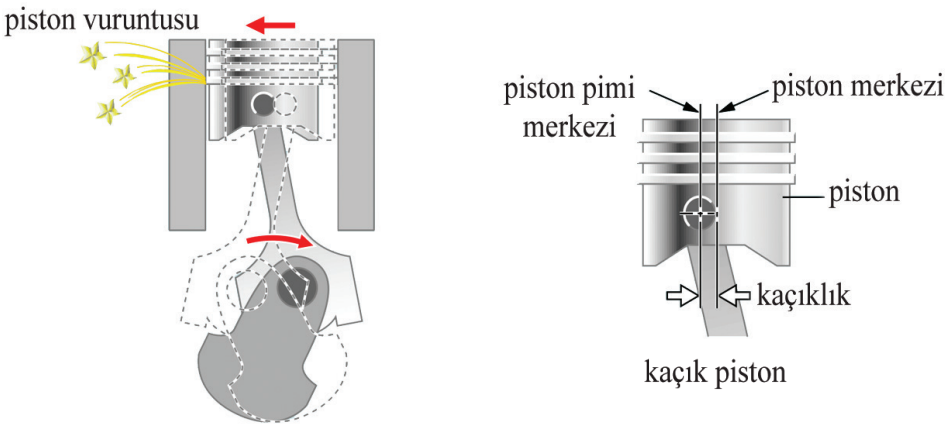
Piston, silindir içerisinde aşağı ve yukarı hareket ettiğinde silindir duvarlarına temas eder. Yanma ve sıkıştırma zamanlarında sıkışan gazlar, pistonu silindir duvarlarına doğru iter. Bu itme kuvveti ikiye ayrılır. Sıkıştırma zamanında sıkıştırılan gazın pistonu silindir duvarına ittiği **küçük itme kuvveti** ve yanma zamanında yanmış gazların pistonu silindir duvarına itmesi ile oluşan **büyük itme kuvveti**. Büyük ve küçük itme kuvvetlerinin etkisi ile silindirlerde büyük ve küçük dayanma yüzeyleri oluşur. Silindirler genellikle büyük dayanma yüzeylerinden daha çok aşınırlar. Bu durum Görsel 8.4'te gösterilmektedir.



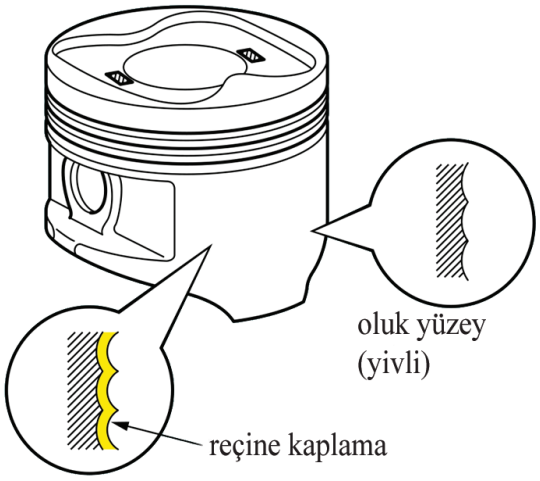
Görsel 8.4: Büyük ve küçük dayanma yüzeyi

Piston vuruntusu, pistonun silindir duvarına çarptığında ortaya çıkan gürültüdür. Buna **yanal vuruntu** da denir. Piston vuruntusu, sıkıştırma zamanından yanma zamanına geçerken pistonu iten kuvvetin yön değiştirmesiyle ortaya çıkar. Piston vuruntusunu, piston yağ boşluğunun miktarı etkiler. Piston yağ boşluğu fazla olduğunda piston vuruntusu daha büyüktür. Bazı motorlarda piston vuruntusunu azaltmak için piston ekseni ile piston pimi ekseni hafifçe kaçıktır. Görsel 8.5'te piston pim kaçıklığı ve piston vuruntusu görülmektedir.

Otomobillerde önceleri gri dökme demir, yumuşak dökme çelik, krom nikeli çelik pistonlar kullanılırken günümüzde yaygın olarak alüminyum alaşımı pistonlar kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımı pistonlar, ısı iletme yeteneği daha iyi olduğundan diğer pistonlara göre daha iyi soğutulur. Bu pistonlar hafif olduklarından atalet kuvvetleri de azdır.



Görsel 8.5: Piston pimi kaçıklığı



Görsel 8.6: Piston üzerindeki reçine kaplama

Alüminyum alaşımı pistonların ataletlerinin düşük olması, yüksek ısılara ve aşınmalara karşı dayanıklılıklarının yüksek olması ve ısı iletimlerinin fazla olması için alüminyum içeresine farklı oranlarda silisyum(Si), bakır(Cu), nikel(-Ni), magnezyum (Mg) gibi katkılar atılarak alüminyum alaşımı oluşturulmaktadır.

Bazı otomotiv firmaları, piston eteğinin yağlama özelliklerini geliştirmek için eteği yivli üretmiştir. Bazı pistonlarda, piston eteğindeki sürtünmeyi azaltmak için karma bir reçine ile kaplaması vardır. Görsel 8.6'da piston eteğindeki yivli oyuklar ve reçine kaplama görülmektedir.

8.1.1.3. Piston Çeşitleri

Benzin motorlarında düz etekli, düz diyagonal yarıklı, T yarıklı, U yarıklı ve oto termik pistonlar kullanılmaktadır. Görsel 8.7'de çeşitli tiplerde pistonlar görülmektedir.

Görsel 8.7: Çeşitli tiplerde pistonlar

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. PİSTONLARDA YAPILAN KONTROL VE ÖLÇÜMLER		

AMAÇ Pistonların kontrol ve ölçümlerini yapmak.

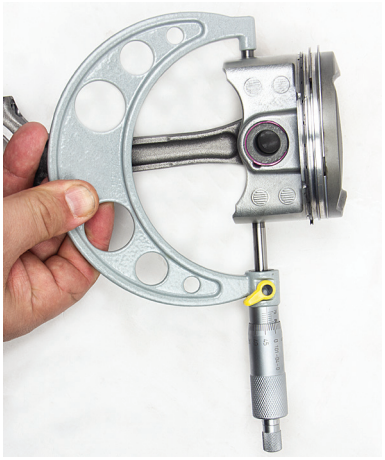
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Mikrometresi	Dış çap 75-100 mm	1 adet
2- Sentil		

2. İşlem Basamakları

Piston Yağ Boşluğunun Ölçümü

Piston yağ boşluğu, silindir ölçüsünden piston etek ölçüsünün çıkarılması ile bulunur. Mikrometre yardımıyla piston eteğini katalogda belirtilen noktasından ölçünüz. Görsel 8.8'de piston etek çapının ölçümü gösterilmiştir. Piston yağ boşluğu maksimum değerden fazlaysa tüm pistonları değiştiriniz.



Görsel 8.8: Piston çap ölçümü

Görsel 8.9: Sekman kanalı boşluğunun ölçümü

Segman Kanalı Boşluğunun Ölçümü

Bir sentil ve yeni segman ile segman kanalı arasındaki boşluğunu ölçünüz. Kanal boşluğu belirtilen değerde değilse piston ve piston segmanını değiştiriniz.

3. Uygulama Değerlendirme

Piston Etek Çapı Ölçümleri	1. piston	2. piston	3. piston	4. piston

Sekman Kanalı Yağ Boşluğu Ölçümleri												
1. piston			2. piston			3. piston			4. piston			
1. segman	2. segman	Yağ segmanı	1. segman	2. segman	Yağ segmanı	1. segman	2. segman	Yağ segmanı	1. segman	2. segman	Yağ segmanı

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Piston etek çapının ölçülmesi	30	
3	Sekman kanalı boşluğunun ölçülmesi	30	
4	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. PİSTON DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Piston değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Tornavida		1 adet
2- Isıtıcı		1 adet
3- Mengene		1 adet
4- Çekiç		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Bir tornavida kullanarak piston pimi segmanlarını yuvalarından çıkarınız.

Görsel 8.10: Piston pimi segmanının çıkartılması

4) Her pistonu kademeli olarak yaklaşık 80 ile 90°ye kadar ısıtınız.

Görsel 8.11: Pistonların ısıtılması

5) Çekiç ve pirinç çubuk yardımıyla piston pimine hafifçe vurarak piston pimini pistondan ve biyel kolundan sökünüz.

6) Bir tornavida kullanarak piston pimi deliğinin yalnızca bir tarafına yeni bir piston pimi segmanı takınız.

Not: Piston pimi deliği segmanının açık ucunun pistonundaki çukurla aynı hizada olmadığından emin olunuz.

Görsel 8.12: Piston piminin çıkartılması

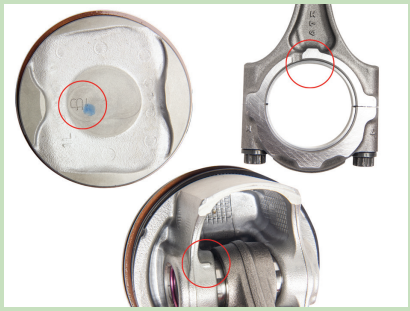
Görsel 8.13: Piston pimi sekmanının takılması

7) Pistonu kademeli olarak yaklaşık 80 ile 90°ye kadar ısıtınız.

8) Piston ve piston kolu üzerindeki ön işaretlerine dikkat ediniz. Piston kolunu ve pistonu hizalayınız, piston pimini parmağınızla itiniz ve pim deliğine takınız.

9) Bir tornavida kullanarak piston pimi deliğinin diğer tarafına yeni bir piston pimi segmanı takınız.

10) Piston ve piston pimi arasındaki hareket durumunu, pistonu piston pimi üzerinde ileri geri hareket ettirerek kontrol ediniz.



Görsel 8.14: Piston ve biyeldeki ön işaretler

Görsel 8.15: Piston hareket durumunun kontrolü

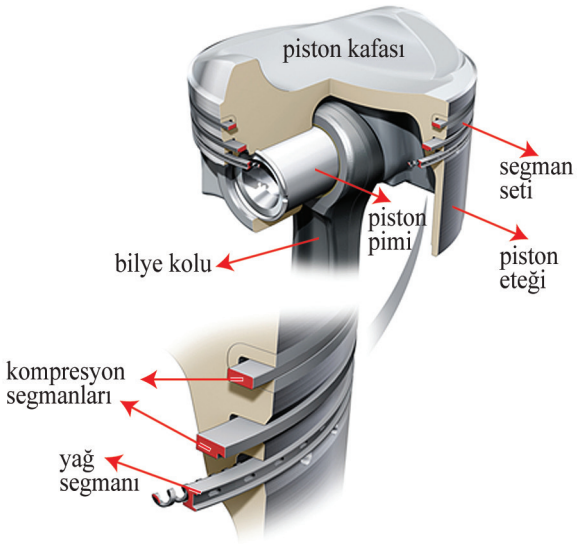
3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Piston pimi segmanının sökülmesi	15	
3	Piston piminin sökülmesi	15	
4	Piston piminin takılması	15	
5	Piston pimi segmanının takılması	15	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.1.2. Segmanlar

Segmanlar, pistonların silindir içerisinde çalışabilmesi için verilmesi gereken çalışma boşluğunu kapatıp sıkıştırma ve yanma zamanlarında sıkışmış gazların kartere geçişini engeller. Aynı zamanda pistonun yağlanmasını sağlayan motor yağını süzerek yanma odasına geçişine izin vermezler.

Piston tepesinde, kompresyon ve yağ segmanı olmak üzere iki çeşit segman bulunur. Benzinli motor pistonlarında genellikle iki kompresyon segmanı ve bir adet yağ segmanı bulunur. Dizel motorlarında da yoğun olarak iki adet kompresyon segmanı ve bir adet yağ segmanı görülmektedir. Ancak bazı dizel motorlarda dört adet segman da kullanılabilir. Dört adet segmanın üçü kompresyon biri yağ ya da ikişer adet kompresyon ve yağ segmanı olarak kullanılır. Görsel 8.16'da piston üzerindeki kompresyon ve yağ segmanlarının yerleri görülmektedir.



Görsel 8.16: Segmanların piston üzerindeki yerleri

8.1.2.1. Görevleri

1- Sıkıştırma ve yanma zamanında piston ile silindir arasından kartere hava-yakıt karışımının ve yanmış gazların kaçışına engel olurlar.
2- Piston eteğini ve silindir cidarlarını yağlayan motor yağının yanma odasına girişini engellerler.
3- Piston ısısını silindir duvarına aktararak pistonun soğumasına yardımcı olurlar.

8.1.2.2. Yapısal Özellikleri

Segmanlar genellikle çelik alaşımlarından yapılır. Bu malzemeler iyi bir sürtünme yüzeyi oluşturduğu gibi motorda meydana gelen yüksek sıcaklık ve yüksek basınca karşı dayanarak da uzun zaman esnekliklerini kaybetmeden görevlerini yaparlar.

8.1.2.3. Segman Çeşitleri

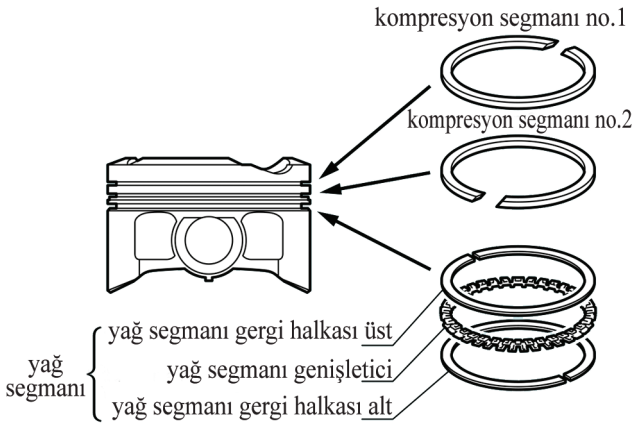
İçten yanmalı motorlarda iki tür segman kullanılır. Bunlar, kompresyon segmanları ve yağ segmanlarıdır.

a- Kompresyon Segmanı: Piston tepesinin üst kısmında bulunan segmanlardır. Piston, sıkıştırma zamanında üst ölü noktaya çıkarken yanma odasındaki gazın kartere geçişine engel olarak gazın sıkıştırılmasını ve yanma zamanı sonunda yanmış gazların kartere geçişini önler. Böylece motorun performansı artar.

Kompresyon segmanları, motorun çalışması sırasında sızdırmazlık sağladıkları gibi silindir yüzeyindeki yağ filmini de kontrol eder. Segmanlar, düz, pahlı, konik, bombeli, burunlu olarak yapılır. Kompresyon segmanları aynı zamanda pistonlardaki ısının silindirlere iletilmesini sağlayarak soğumalarına yardımcı olur.

b- Yağ Segmanı: Yağ segmanı, silindir cidarındaki fazla yağı sıyırarak pistondaki yağ akıtma deliklerinden kartere akıtır. Aynı zamanda silindir cidarında ince bir yağ filminin oluşumunu sağlar.

Motorda silindir yüzeyleri, segmanlar ve pistonlar; biyel başındaki yağ püskürtme deliğinden ve biyel başı kenarlarından ya da dizel motorlarında yağ enjektörlerinden püskürtülen yağlarla yağlanır. Bu yollarla silindir yüzeyine püskürtülen yağ, silindiri yağlayacak yağdan çok fazladır. Bu fazla yağlar, yağ segmanları vasıtasıyla sıyrılıp kartere akıtılır. Ayrıca bu yağlarla birlikte karbon tanecikleri, hava-yakıt karışımı, silindirlere kadar ulaşan toz, toprak ve yabancı maddeler; yağla birlikte sıyrılarak zararsız hale getirilir. Görsel 8.17'de kompresyon ve yağ segmanları görülmektedir.



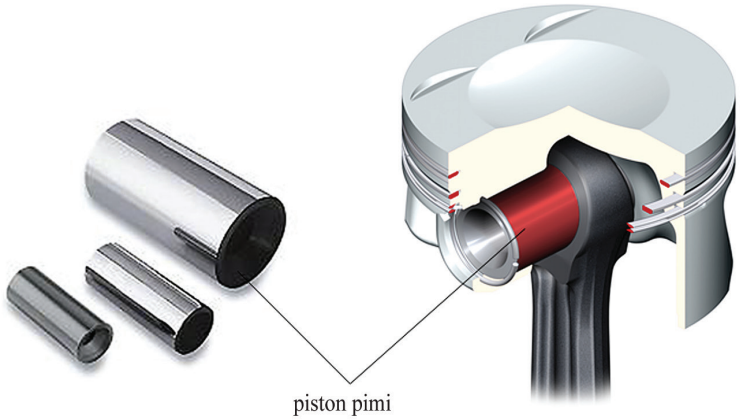
Görsel 8.17: Kompresyon ve yağ segmanları

8.1.3. Piston Pimi

Piston pimi, piston ile biyeli birbirine mafsallı olarak bağlayan motor parçasıdır. Piston başına etki yapan yanmış gaz basıncını biyel yardımıyla krank miline iletir. Görsel 8.18'de piston piminin pistondaki yeri gösterilmiştir.

8.1.3.1. Yapısal Özellikleri

Piston pimi, yanma zamanında ortaya çıkan gazın oluşturduğu yüksek basınç altında çalıştığı için bu kuvvetlere ve aşınmaya dayanıklı olan çelik alaşımlardan yapılırlar.



Görsel 8.18: Piston pimi

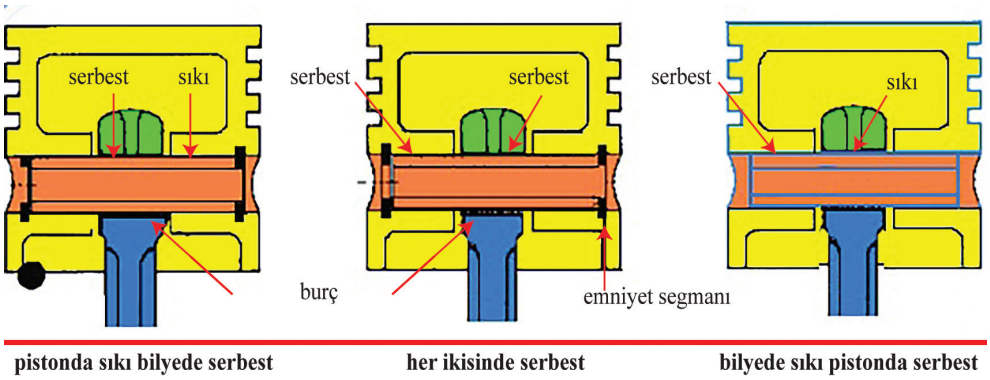
8.1.3.2. Piston Pimlerinin Bağlantı Çeşitleri

Piston ve piston kolu (biyel) özel yöntemlerle birbirine bağlanır. Bunlar; tam yüzer tip, yarı yüzer tip ve sabit tip olmak üzere üç çeşittir.

Tam yüzer tipte piston pimi, piston pim yuvarlarına veya piston koluna sabitlenmemiştir. Piston pimi serbestçe hareket edebilir.

Yarı yüzer tipte ise piston pimi, piston koluna sıkı şekilde geçmiştir veya piston pim yuvalarında serbesttir.

Sabit tipte ise piston pimi her iki parçada da serbest durumda değildir.



Görsel 8.19: Piston pimi bağlantı çeşitleri

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. SEGMANLARDA YAPILAN KONTROL VE ÖLÇÜMLER		

AMAÇ Segmanlarda yapılan kontrol ve ölçümleri yapmak.

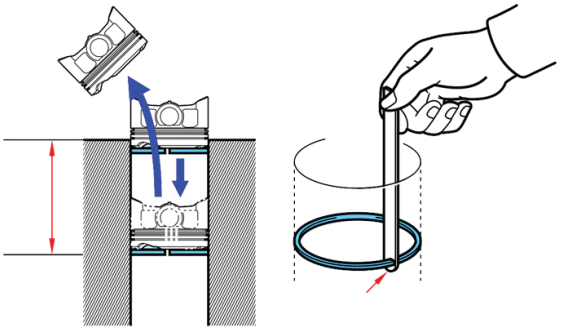
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Sentil		1 adet
2- Segman pensesi		1 adet

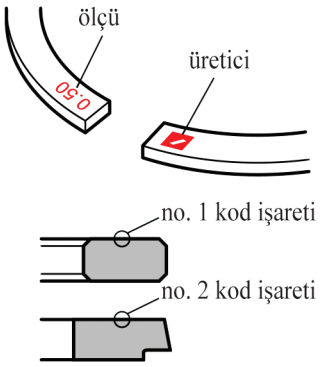
2. İşlem Basamakları

Segman Ağız Aralığının Ölçümü

Segman ağız aralığı ölçümünde bir piston yardımı ile segmanı silindir içerisinde katalogda belirtilen yüksekliğe kadar itiniz (Bu yükseklik motor şekillerine göre değişiklik gösterir.). Bir sentil yardımı ile segman ağız aralığını ölçünüz. Segman ağız aralığı maksimum değerden fazlaysa piston segmanını set halinde değiştiriniz. Segman ağız aralığı yeni bir piston segmanı ile ölçüldüğünde maksimum değerden fazlaysa silindir bloğunu değiştiriniz.



Görsel 8.20: Segman ağız aralığının ölçümü



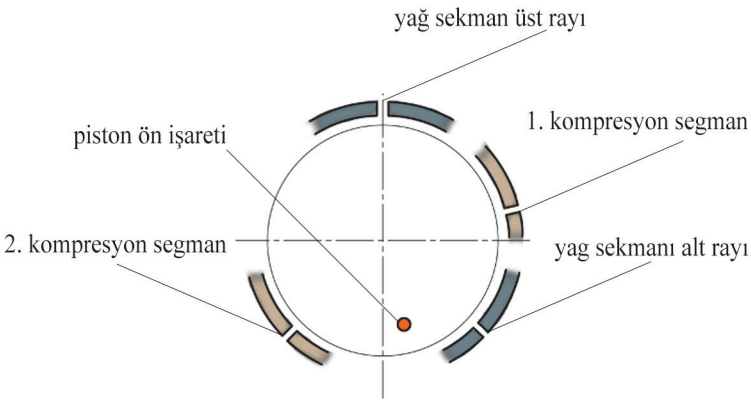
Görsel 8.21: Segmanlardaki işaretler

Segmanların Değişimi

Ölçümler sonucunda değişmesi gereken segmanları katalogdaki şekle göre pistonlara takınız. Segmanları pistonlara takarken otomotiv firmalarının segmanların üzerine yazdığı rakam, harf ya da işaretlere dikkat ediniz.

Kompresyon segmanlarını, segman pensesi adı verilen özel bir aparat ile piston kanalına takınız (Görsel 8.22). Yağ segmanlarını elle takınız. Segmanlar yerlerine takıldıktan sonra segman ağız aralıklarını Görsel 8.23'teki gibi ayarlayınız.

Görsel 8.22: Segmanların takılması



Görsel 8.23: Segman ağız aralıklarının ayarlanması

3. Uygulama Değerlendirme

Sekman Ağız Aralığının Ölçümleri	1. silindir	2. silindir	3. silindir	4. silindir

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Eski segmanların pistondan sökülmesi	20	
3	Segman ağız aralığının ölçülmesi	10	
4	Yeni segmanların pistona takılması	20	
5	Yeni segman ağız aralıklarının ayarlanması	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. PİSTON PİMİ YAĞ BOŞLUNUN BULUNMASI		

AMAÇ Piston pimi yağ boşluğunu ölçmek.

Piston Pimi Yağ Boşluğunun Bulunması

a- Piston pimi çapı ölçüsünü, piston pimi deliği çapı ölçüsünden çıkarınız ve piston pimi yağ boşluğunu bulunuz. Elde edilen yağ boşluğu, maksimum değerden fazlaysa piston kolunu değiştiriniz. Gerekirse pistonu ve piston pimini set olarak değiştiriniz.

b- Piston pimi çapı ölçüsünü, piston kolu pim deliği çapı ölçüsünden çıkarınız. Elde edilen yağ boşluğu maksimum değerden fazlaysa piston kolu pim burcunu değiştiriniz. Gerekirse pistonu ve piston pimini set olarak değiştiriniz.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Mikrometre	Dış çap 0-25 mm	1 adet
2- Kumpas	Dijital	1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereçleri hazırlayınız.

3) Bir kumpas kullanarak piston pimi delik çapını ölçünüz.

Görsel 8.24: Piston pim deliği çapı ölçümü

4) Bir mikrometre kullanarak piston pimi çapını ölçünüz. Piston pimi ölçümü yaparken pimin üç farklı yerinden ölçümünün yapılması gereklidir.

Görsel 8.25: Piston pimi çapı ölçümü

5) Bir kumpas kullanarak piston kolu pim deliğinin çapını ölçünüz.

Görsel 8.26: Piston kolu pim deliği çap ölçümü

3. Uygulama Değerlendirme

Piston pimi delik çapı		..... mm		
Piston kolu pim deliği çapı		..... mm		
Piston pimi çapı	X ekseninde	..... mm	..... mm	..... mm
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	..... mm
Piston pimi yağ boşluğu		..... mm		

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Piston piminin ölçülmesi	20	
3	Piston pim deliği çapının ölçülmesi	10	
4	Biyel kolu pim deliği çapının ölçülmesi	20	
5	Piston pimi yağ boşluklarının bulunması	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.1.4. Piston Kolu (Biyel Kolu)

Piston kolu, piston ile krank milini birbirine hareketli olarak bağlayan bir motor parçasıdır. Biyel kolu motor üzerinde en zor koşullarda çalışan motor parçalarından biridir.

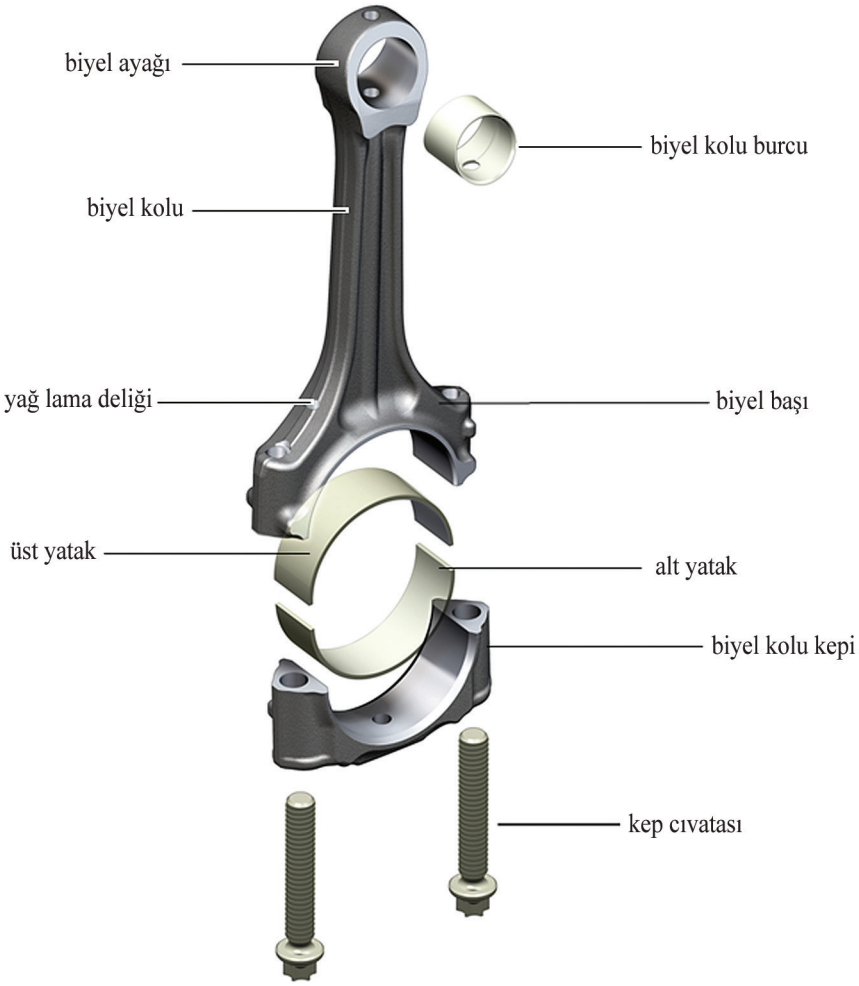
8.1.4.1. Görevi

Biyel kolu, pistondan almış olduğu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirerek krank milinin döndürülmesini sağlar.

8.1.4.2. Yapısal Özellikleri ve Kısımları

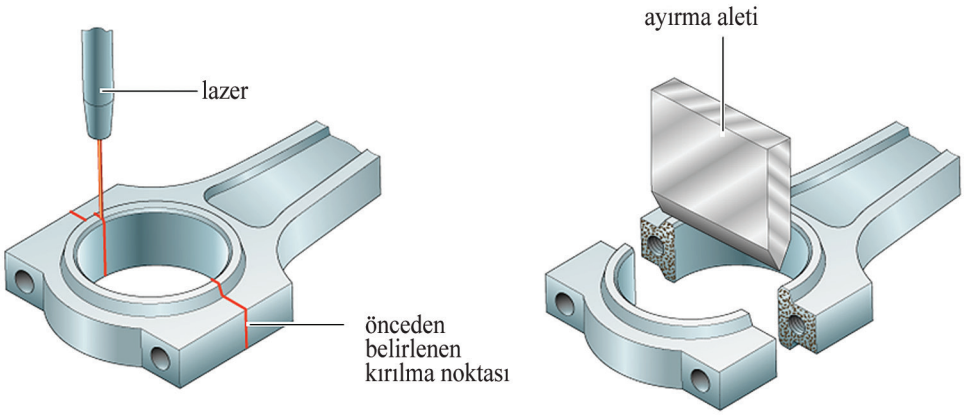
Biyel kolu, pistondan aldığı hareket ile krank milini döndürmektedir. Sürekli olarak hem itme hem de çekme kuvvetlerinin etkisi altında olduğundan biyel kolunun yeterince güçlü ve sağlam yapılması gerekir. Biyel kolları, karbon oranı %0,32 - 0,40 arasında olan çelik alaşımlarından döküm alınarak ya da preste dövülerek imal edilirler.

Piston kolu genellikle üç kısımdan meydana gelir. Biyelin krank miline bağlanan kısmına **biyel başı**, piston pimine bağlanan kısmına **biyel ayağı** ve bunların arasında kalan kısmına da **biyel gövdesi** adı verilir. Görsel 8.27'de bir biyelin kısımları görülmektedir.



Görsel 8.27: Biyel kolunun kısımları

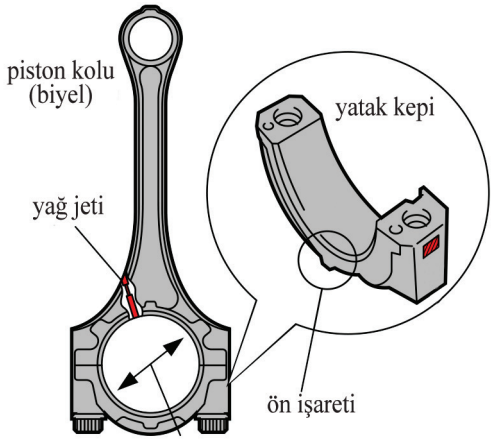
Biyelin baş kısmını krank miline bağlayan kısma **biyel kepleri** denir. Biyel kepleri, cıvata veya somunlarla biyel başını krank muylusuna bağlar. Biyel keplerinin karışmaması için otomotiv firmaları farklı yöntemler geliştirmişlerdir. Bazı firmalar hem biyel başına hem de biyel kepine aynı rakam ya da harfi basmıştır. Bazıları ise biyel kepi ve biyel başını bütün olarak imal edip özel bir kırma yöntemi ile birbirinden ayırarak diğer kepler ile karışmasına engel olmuştur. Görsel 8.28'de biyel kepinin kırılma yöntemi gösterilmiştir.



Görsel 8.28: Biyel kepi kırma yöntemi

Biyelin pistona bağlanan kısma **biyel ayağı** denir. Piston, piston pimi vasıtasıyla biyel ayağına bağlanır. Tam serbest veya biyelde serbest pim bağlama sistemlerinde ise piston pimi-nin biyel ayağına yataklandırılması için biyel ayağında bronz piston pim burçları bulunur.

Biyel başının yan tarafında silindirleri yağlamak için bir yağ püskürtme deliği vardır. Pistonun her ÜÖN'ye çıkışında biyel muylusundaki yağ deliği, biyel başındaki yağ püskürtme deliği ile karşılaşarak silindir cidarına ve pistona yağ püskürtür. Böylece bu parçaların yağlanması ve soğuması sağlanır. Yağlanmanın doğru yüzeye yapılabilmesi ve biyel kolunun doğru krank muylusuna bağlanması için biyel keplerinde **ön işareti** bulunur. Bu işaret, motorun ön kısmına bakacak şekilde biyel krank muylusuna takılmalıdır. Otomotiv firmalarında biyel kolundaki ön işareti şekilleri farklılık gösterebilir. Görsel 8.29'da örnek bir biyel kolu ön işareti görülmektedir.



Görsel 8.29: Biyel kolu ön işareti

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. BİYEL KOLLARINDAKİ KONTROL VE ÖLÇÜMLER		

AMAÇ Biyel kollarındaki kontrol ve ölçümleri yapmak.

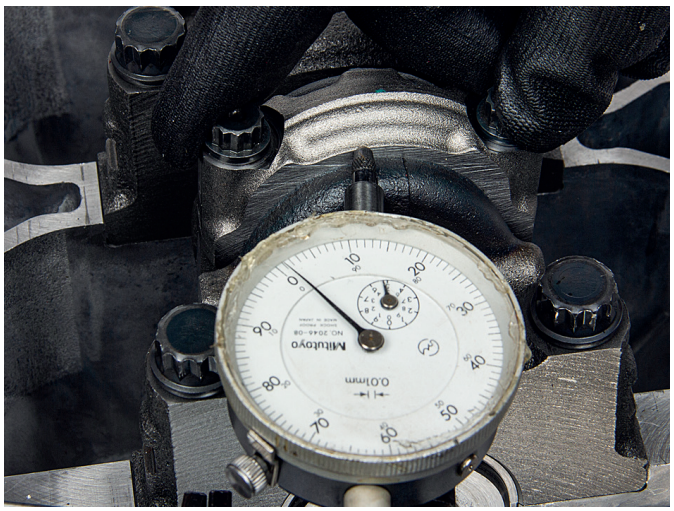
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komparatör		1 adet
2- Torkmetre		1 adet
3- Lokma takımı		1 adet
4- Kumpas	Dijital	1 adet
5- Mikrometre	0-25 mm	1 adet

2. İşlem Basamakları

a- Piston Kolu Eksenel Gezintisinin Kontrolü

1- Biyel kolunu krank miline takınız.
2- Bir komparatör yardımıyla piston kolu kepini öne ve arkaya hareket ettirerek eksenel gezintisini ölçünüz.
3- Bu işlemi tüm biyel kollarına yapınız.
4- Ölçülen eksenel gezinti değeri, maksimum değerden fazlaysa piston kolunu değiştiriniz. Biyel kolu değişimine rağmen eksenel gezinti değerleri istenilen değerlerin dışında kalıyorsa krank milini değiştiriniz.



Görsel 8.30: Piston kolu eksenel gezintisi ölçümü

b- Biyel Kepleri Cıvatalarının Kontrolü

1- Kumpas ölçü aleti kullanarak piston kolu cıvatasının çapını Görsel 8.31'de gösterilen bölgeden ölçünüz.

2- Ölçülen çap, minimum değerden küçükse biyel kolu cıvatasını yenisiyle değiştiriniz.

Görsel 8.31: Biyel kep cıvatası çap ölçümü

3. Uygulama Değerlendirme

Biyel Muylusu Eksenel Gezintisi	1. biyel muylusu		2. biyel muylusu		3. biyel muylusu		4. biyel muylusu	
Biyel Muylusu Kepi Cıvatası	1. biyel muylusu		2. biyel muylusu		3. biyel muylusu		4. biyel muylusu	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Biyel kolu keplerinin sıkılması	30	
3	Komparatörün bağlanması	20	
4	Biyel kep civataları çap ölçülmesi	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	10	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. PİSTON KOLU YAĞ BOŞLUNUN ÖLÇÜLMESİ		

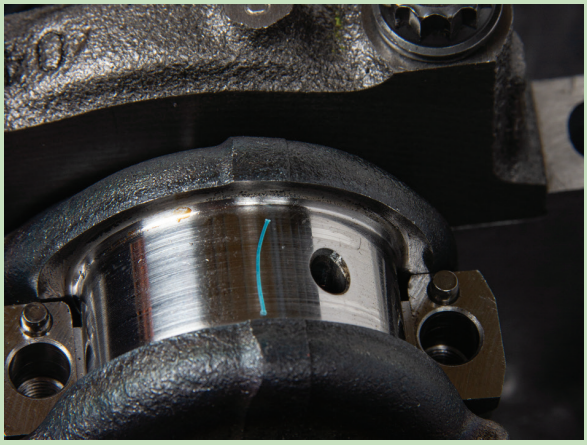
AMAÇ Piston kolu yağ boşluğunun ölçümünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Plastik geyç		
2- Lokma takımı		1 adet
3- T kol		1 adet
4- Torkmetre		1 adet

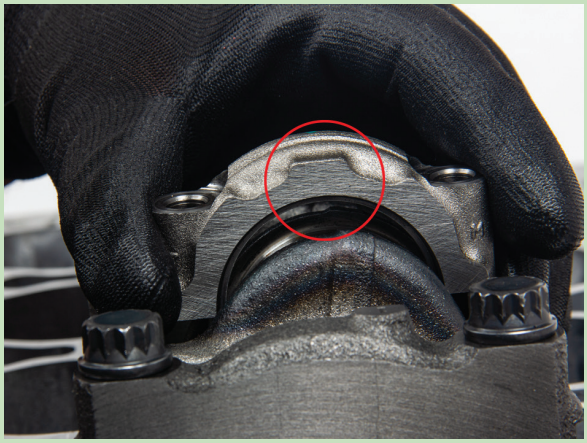
2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.
3) Krank kol muylusunu ve piston kolu yatağını temizleyiniz.
4) Krank mili ve piston kolu yatağında çukurluk ve çizik olup olmadığını kontrol ediniz.
5) Biyel kolu muylusu üzerine bir miktar plastik geyç yerleştiriniz.



Görsel 8.32: Biyel muylusu üzerindeki plastik geyç

6) Piston kolu kepini takarken kep ön işaretinin motorun ön tarafına bakıp bakmadığına dikkat ediniz.



Görsel 8.33: Biyel kol muylusu kepi ön işareti

7) Piston kolu kepini takınız ve cıvatalarını uygun tork değerinde sıkınız.

Görsel 8.34: Kol muylusu kep cıvatalarının sıkılması

8) Piston kolu kepinin cıvatalarını sökünüz ve piston kolu kepini dikkatlice çıkarınız.

9) Biyel muylusu üzerindeki ezilmiş plastik geycin en geniş noktasını kontrol şeridi ile ölçünüz.

Görsel 8.35: Kol muylusu üzerindeki ezilmiş plastik geycin ölçümü

10) Yağ boşluğu maksimum değerden fazlaysa piston kolu yataklarını değiştiriniz.

11) Piston kolu yatağını değiştirirken ilgili piston kolu kepi ile aynı numaraya sahip olan bir yatakla değiştiriniz. Her piston kolu yatağının standart kalınlığı yüzeyindeki rakam, harf ya da renk işareti ile gösterilmiştir.

Uyarı: Ölçümlerden sonra krank mili muylularındaki plastik geyç kalıntılarını tamamen sökünüz.

Görsel 8.36: Kol muylusu yataklarının seçimi

3. Uygulama Değerlendirme

Piston Kolları Yağ Boşluk Değerleri			
1. Silindir piston kolu yağ boşluğu	2. Silindir piston kolu yağ boşluğu	3. Silindir piston kolu yağ boşluğu	4. Silindir piston kolu yağ boşluğu
..... mm	..... mm	..... mm	..... mm

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Kol muylu kep cıvatalarının sıkılması	20	
3	Kol muylu kep cıvatalarının sökülmesi	20	
4	Kol muylu yağ boşluklarının ölçülmesi	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.2. KRANK MİLİ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

8.2.1. Görevi

Krank milleri, yanma zamanı sonundaki yanmış gazların basıncı etkisi ile piston biyel ikilisinin doğrusal hareketini dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volana iletir. Görsel 8.37'de 4 pistonlu bir krank mili görülmektedir.

Krank millerinin görevleri şunlardır:

a- Krank milleri, yanma basıncı etkisi ile pistondan biyel aracılığı ile aldığı doğrusal hareketi, dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volan ve kavramaya iletir.

b- İlk hareket sırasında marş motorundan volan yardımıyla aldığı hareketi pistonlara iletir.

c- Krank milleri; kam mili, alternatör, su pompası, yağ pompası, klima kompresörü gibi motor parçalarına hareket verir.

Görsel 8.37: Krank mili

Krank millerine aynı zamanda **ana mil** denmektedir. Ancak bazı kaynaklarda nadiren de olsa **dirsekli mil** olarak isimlendirilir.

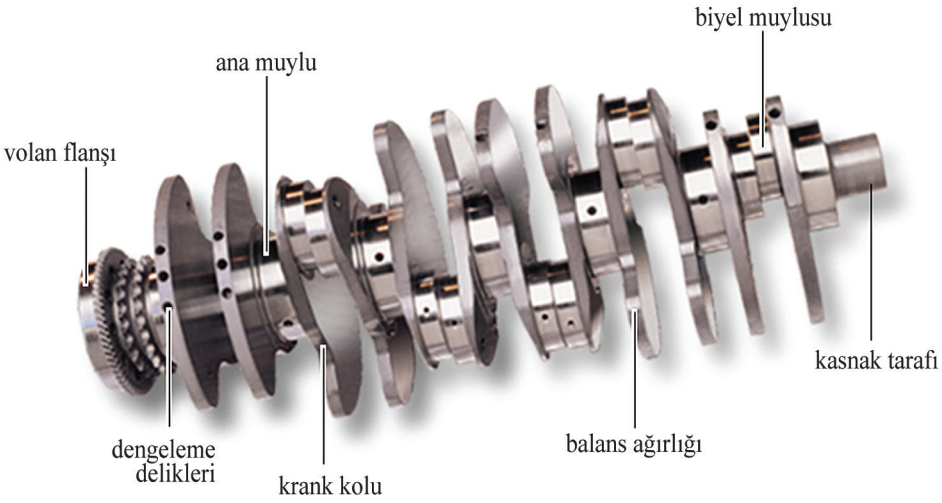
8.2.2. Malzemesi Ve Yapısal Özellikleri

Krank milleri ağır yükler altında çalışmaktadır. Bu sebeple farklı yükleri karşılayacak şekilde yapılmalıdır. Krank milleri, özel çelik alaşımlarından dövülerek veya dökülerek tek parça halinde yapılır. Bir seri tornalama işlemleriyle biçimlendirildikten sonra aşınma, burulma ve eğilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla ısı işlemleri uygulanarak ana ve kol muylu yüzeyleri sertleştirilir. Bu ısıl işlem sayesinde krank millerinin dayanıklılığı %60 - 90 oranında artırılır.

Görsel 8.38: Krank mili üretim yöntemleri

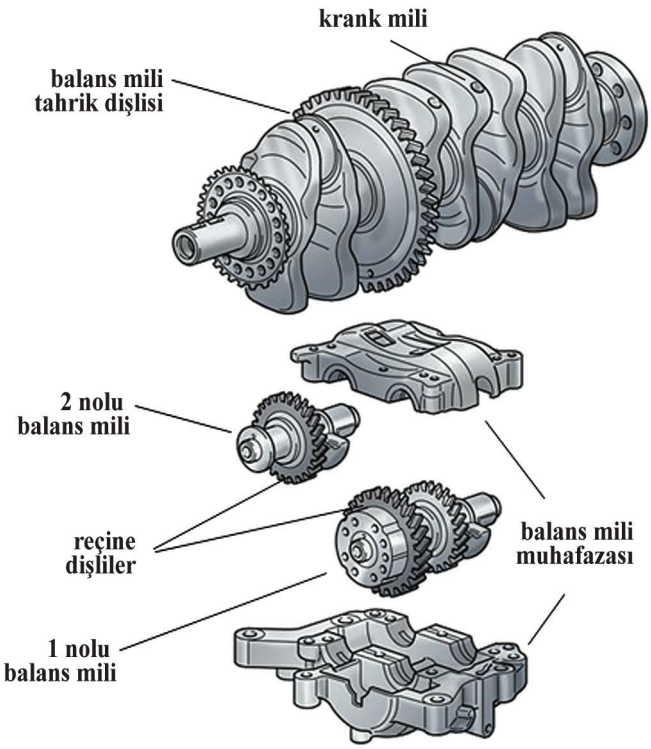
Krank milleri; ana ve kol muylusu, denge ağırlıkları, volan flanşı, ön kasnak bağlantı ucu, çapraz yağ kanalları ve bazı firmalarda farklı motor parçalarına hareket veren tahrik dişlilerinden oluşur. Görsel 8.39'da bir krank milinin kısımları görülmektedir.

Bir krank milinde ana muyluları ve biyel muyluları muylu çapları ve genişlikleri; motorun silindir sayısına, motorun gücüne ve modeline göre değişik biçim ve ölçülerde yapılabilir.



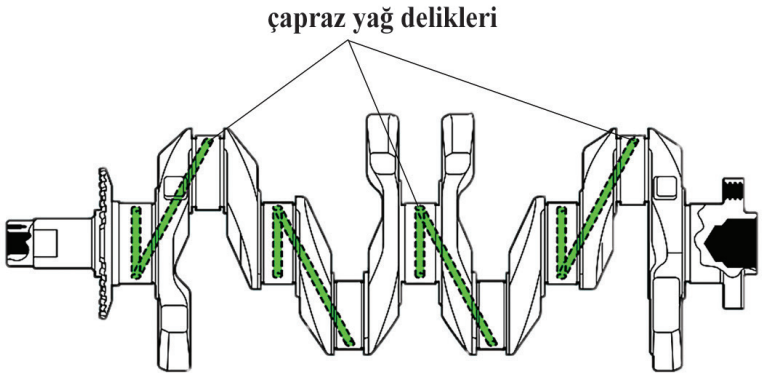
Görsel 8.39: Krank milinin kısımları

Krank milindeki denge milleri, biyel muylularında meydana gelen merkezkaç kuvvetlerini dengelemeye yarar. Bazı motorlarda krank milinin daha dengeli olabilmesi için bir dengeleme mili daha bulunur. Dengeleme milleri krank milinden iki katı hızlı dönerek motor titreşimlerinin azaltılmasını sağlar. Görsel 8.40'ta örnek bir dengeleme ünitesi görülmektedir.



Görsel 8.40: Krank mili dengeleme ünitesi

Piston kol muylularını ve ana yatak muylu yüzeylerini yağlayabilmek için krank milinin içinde çapraz yağ kanalları mevcuttur. Ana yağ galerisinden gelen motor yağı, bu çapraz deliklerden ilerleyerek muyluları ve yatakları yağlar. Görsel 8.41'de krank milindeki çapraz yağ kanalları gösterilmiştir.



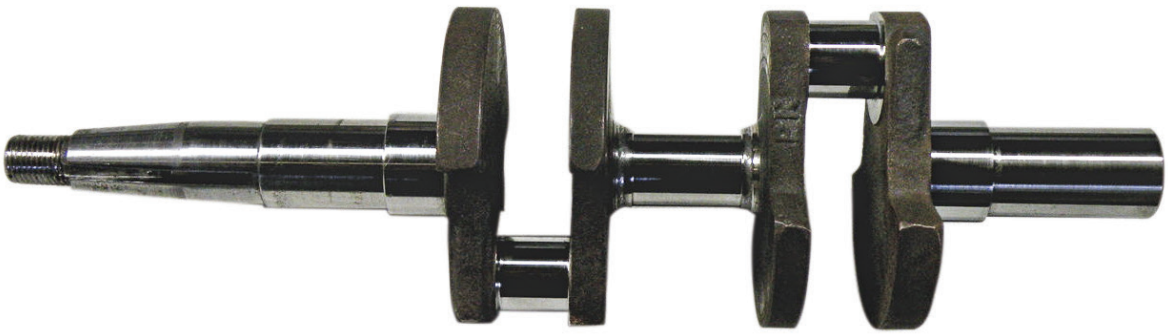
Görsel 8.41: Krank mili çapraz yağ kanalları

8.2.3. Çeşitleri

Krank milleri, sahip oldukları silindir sayısına göre çeşitlendirilirler. Sıra tipi, V tipi ve W tipi motorlarda farklı çeşitlerde krank milleri kullanılmaktadır.

8.2.3.1. Sıra Tipi Motorların Krank Milleri

İki silindirli motorda birbirleri arasında 180º açı bulunan iki adet biyel muylusu ve iki adet ana muylu bulunmaktadır. Bu motorlarda krankın her turunda bir ateşleme yapılmaktadır. Görsel 8.42'de iki silindirli bir motorun krank mili görülmektedir.



Görsel 8.42: İki silindirli motorun krank mili

Dört silindirli krank millerinde beş adet ana muylu ve dört adet biyel muylusu bulunmaktadır. Biyel muyluların ikişer tanesi aynı eksende olduğu için bunlara **kardeş muylu** da denir. Bu sebeple 1. ve 4. piston ile 2. ve 3. pistonlar kardeş piston olur. Kardeş olmayan biyel muyluları arasında 180º açı bulunmaktadır. Bu tip krank miline sahip motorların ateşleme

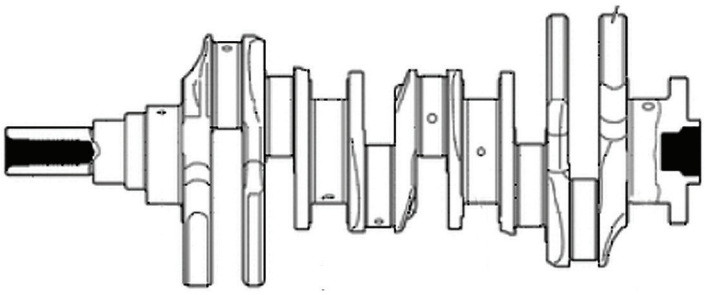
sırası genellikle 1-3-4-2 ve nadiren de olsa 1-2-4-3 olabilir. Görsel 8.43'te sıra tipi dört silindirli bir motora ait krank mili gösterilmiştir.

Görsel 8.43: Dört silindirli motorun krank mili

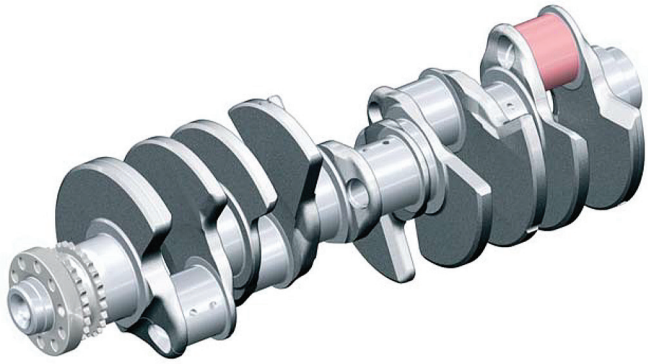
8.2.3.2. V Tipi Motorların Krank Mili

V tipi motorlarda pistonlar, belirli açı ile iki sıra halinde dizilmiştir. Pistonların arasındaki açılar; 60º, 72º, 90º ve 120º olabilir. Bu motorların bloklarının boyut olarak daha kısa olabilmesi için iki adet biyel kolu aynı biyel muylusuna takılır. V ve W motorlarında biyel kollarının kol muylularına bağlanma şekilleri tek muylu, ortak muylu ve muylu kaydırmadır.

Küçük hacimli V (V6 - V8) motorlarında biyel kolları tek muyluya takılır. Görsel 8.44'te tek muylu kullanımı olan bir V6 motorunun krank mili gösterilmiştir.



Görsel 8.44: V6 silindirli motorun krank mili

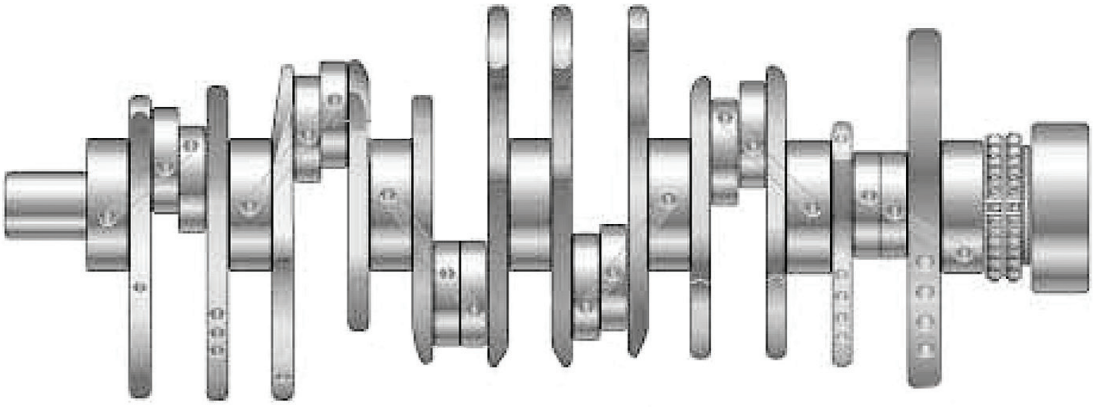


Görsel 8.45: V10 motorun krank mili

Büyük hacimli V (V8, V10, V12) motorlarının krank millerinde ise iki adet biyel kolu aynı kol muylusuna bağlanır. Bu sayede krank milleri normalden daha kısa yapılır. Görsel 8.45'te ortak muylu kullanımı olan bir V10 motoruna ait krank mili gözükmektedir.

8.2.3.3. W Motorların Krank Mili

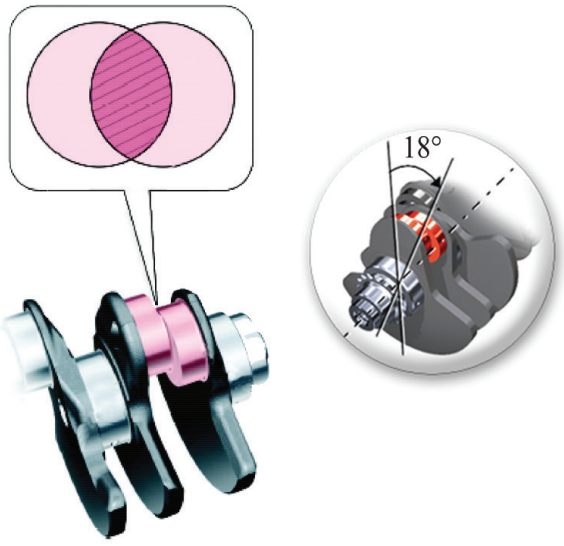
Çok büyük hacimli motora sahip araçlarda W tipi motorlar kullanılır. W tipi sıralanış şekline sahip motorların 8, 10, 12, 16 adet silindir sayısı olanları mevcuttur. Bu motorlar, iki adet V motorun belirli açılar altında birleşmesiyle oluşmaktadır. Pistonlar dört sıra halindedir. Bu motorlarda ortak muylu veya muylu kaydırma yöntemi kullanılarak biyel kollarının krank miline bağlantısı sağlanır. Görsel 8.46'da W12 motora ait bir krank mili görülmektedir. Bu krank milinde altı adet kol muylusu ve yedi adet ana muylu bulunmaktadır.



Görsel 8.46: W12 motorun krank mili

Muylu kaydırma yöntemi: V ve W motorlarda eşit oranlı bir ateşleme mesafesi elde etmek için bu muylu yöntemi kullanılır. Görsel 8.47'de muylu kaydırma yöntemi gösterilmektedir.

Örnek olarak bir V10 motor ele alalım. 4 zamanlı bir motorun tüm silindirleri, 72°lik krank mili açısı içerisinde ateşlenmelidir. Eşit oranlı bir ateşleme elde etmek için 10 silindirli bir motorda ateşleme zamanının 72° olması gerekir. Bu durumda 10 silindirli bir V motorun 72°lik V açısına sahip olması gerekmektedir. Ancak örnek verilen V10 motoru 90°lik V açısına sahip olduğu için eşit oranlı ateşleme oranı elde etmeye yönelik olarak 90 - 72 = 18 olduğundan krank mili muylusunun 18° kaydırılması gerekir.



Görsel 8.47: Muylu kaydırma yöntemi

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 6 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	7. KRANK MİLİ ANA YATAK YAĞ BOŞLUĞUNUN ÖLÇÜMÜ		

AMAÇ Krank mili ana yatak yağ boşluklarının ölçümünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komparatör		1 adet
2- Plastik geyç		
3- Tornavida		1 adet
4- Torkmetre	0-100 Nm	1 adet
5- Plastik tokmak		1 adet
6- Lokma takımı		1 adet
7- T kol		1 adet
8- Uzun ara kol		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.

3) Krank mili ve piston kolu yatağında çukurluk ve çizik olup olmadığını kontrol ediniz.

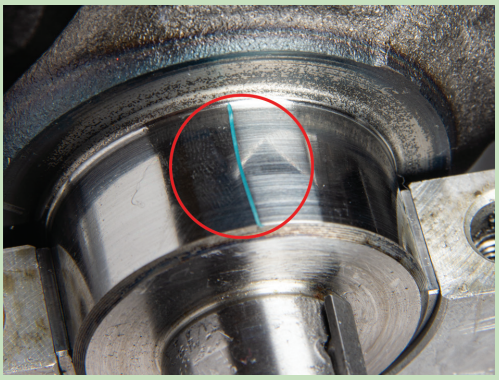
4) Krank mili ana yataklarını silindir bloğu ve ana yatak keplerindeki yerlerine takınız.

Görsel 8.48: Ana yatağın kepe takılması

5) Her bir ana muyluyu ve krank mili yatağını temizleyiniz.

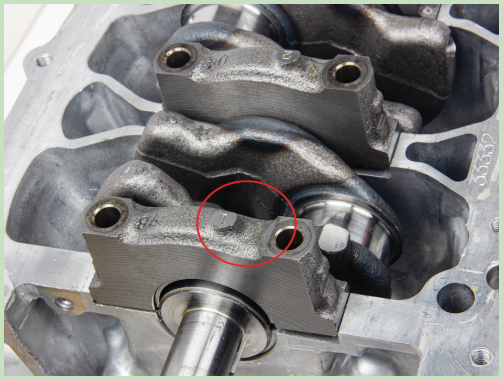
6) Krank milini silindir bloğu üzerindeki yerine yerleştiriniz

7) Her bir ana muylu üzerine bir miktar plastik geyç kontrol şeridi yerleştiriniz.



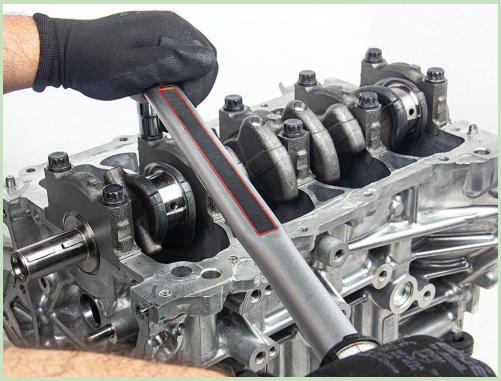
Görsel 8.49: Ana muylu üzerine plastik geyç uygulaması

8) Ana yatak keplerini takarken kep üzerindeki ön işaretlerine ve rakamlarına dikkat ederek bir miktar boşluk kalana kadar krank mili yatak keplerine elinizle bastırınız.



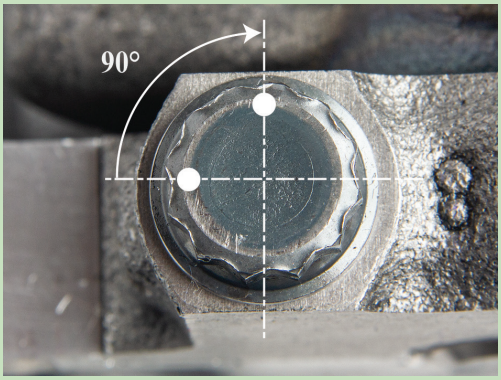
Görsel 8.50: Ana yatak kepinin ön işareti

9) Krank mili ana keplerini sıkma sırasına dikkat ederek torkmetre ile uygun tork değerinde sıkınız.



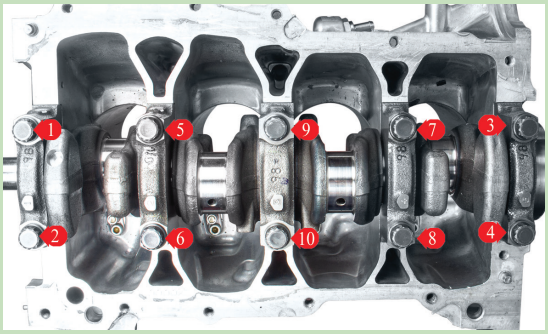
Görsel 8.51: Ana yatak kep cıvatalarının sıkılması

10) Kepleri sıktıktan sonra cıvataların üzerine bir boya ile işaret koyunuz. Her bir cıvatayı sıkma sırasına göre 90º daha sıkınız ve sıkma işlemi tamamlayınız.



Görsel 8.52: Cıvataların 90º'lik açı ile sıkılması

11) Krank mili ana yatak keplerini sökme işlemini Görsel 8.53'teki gibi sökme işlem sırasına göre yapınız.



Görsel 8.53: Ana yatak kep cıvatalarının sökülme sırası

12) Plastik geyç kontrol şeridini en geniş noktasında ölçünüz.

Görsel 8.54: Ana muylu üzerindeki plastik geycin ölçümü

13) Ölçülen yağ boşluğu maksimum değerden fazlaysa krank mili yatağını değiştiriniz. Gerekirse krank milini değiştiriniz.

Not: Ölçümden sonra plastik geyç şeridini muyludan tamamen sökünüz.

3. Uygulama Değerlendirme

Krank Mili Ana Yatak Yağ Boşluk Değerleri				
1. Ana yatak yağ boşluğu	2. Ana yatak yağ boşluğu	3. Ana yatak yağ boşluğu	4. Ana yatak yağ boşluğu	5. Ana yatak yağ boşluğu

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Ana muylulara plastik geycin uygulanması	10	
3	Ana muylu kep cıvatalarının sıkılması	20	
4	Ana muylu kep cıvatalarının sökülmesi	20	
5	Ana muylu yağ boşluklarının ölçülmesi	20	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	10	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	8. KRANK MİLİ EKSENEL GEZİNTİSİNİN ÖLÇÜMÜ		

AMAÇ Krank milinin eksenel gezintisinin ölçümünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komparatör		1 adet
2- Tornavida		1 adet
3- Torkmetre	0-100 Nm	1 adet
4- Lokma takımı		1 adet
5- T kol		1 adet

2. İşlem Basamakları

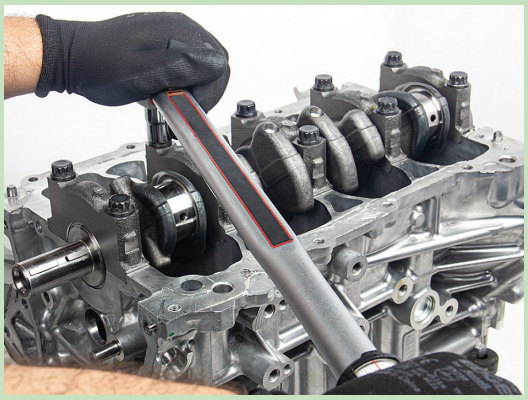
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.

3) Krank milini ve gezinti aylarını silindir bloğundaki yerlerine takınız.

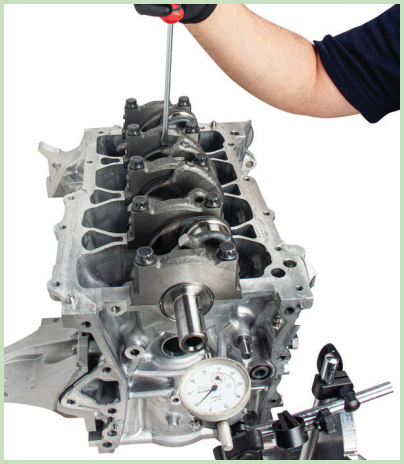
Görsel 8.55: Gezinti aylarının silindir bloğuna takılması

4) Ana yatak keplerini yatakları ile beraber yerine takarak cıvatalarını tork değerinde sıkınız.



Görsel 8.56: Ana kep cıvatalarının sıkılması

5) Bir tornavida yardımı ile krank milini öne ve arkaya iterek krank milinin eksenle gezintisini ölçünüz.



Görsel 8.57: Krank mili eksenle gezintisinin ölçümü

6) Eksenel gezinti değeri maksimum değerden fazlaysa gezinti aylarını set halinde değiştiriniz.

3. Uygulama Değerlendirme

Krank mili eksenel gezinti değeri	..... mm

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Gezinti aylarının takılması	20	
3	Krank milinin takılması ve kep cıvatalarının sıkılması	20	
4	Krank eksenel gezintisinin ölçümü	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	9. KRANK MİLİNDEKİ SALGI VE OVALLİK-KONİKLİK ÖLÇÜMLERİ		

AMAÇ Krank milindeki salgı, ovallik ve koniklik ölçümleri yapmak.

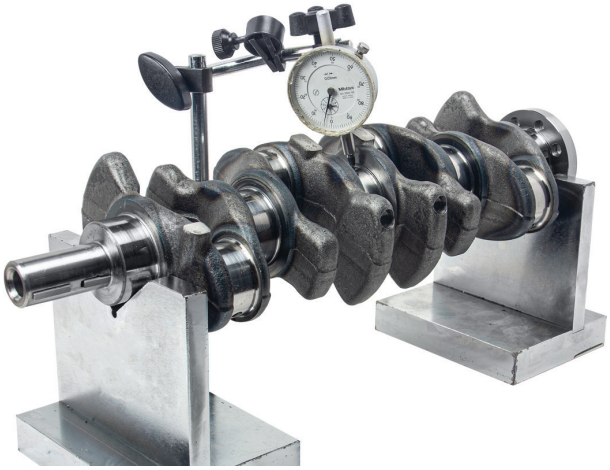
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komparatör		1 adet
2- V yatak		1 adet

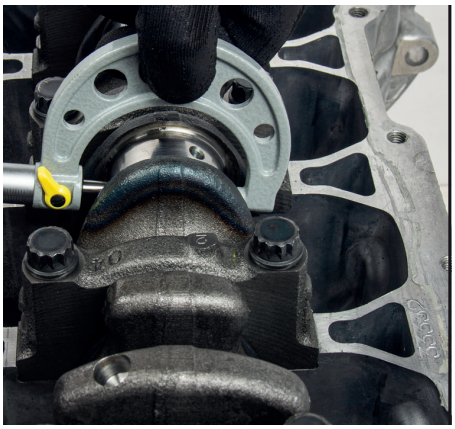
2. İşlem Basamakları

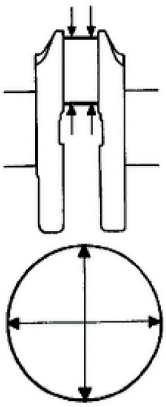
a- Krank Mili Salgı Ölçümü

Krank milini iki adet V yatağının üzerine koyunuz. Komparatörün ucunu krank milinin ortasındaki ana muyluya değdiriniz. Krank mili döndürünüz ve komparatör göstergesindeki salgı miktarına ölçünüz. Ölçülen değer maksimum salgıdan fazlaysa krank milini değiştiriniz.



Görsel 8.58: Krank milinin salgı ölçümü





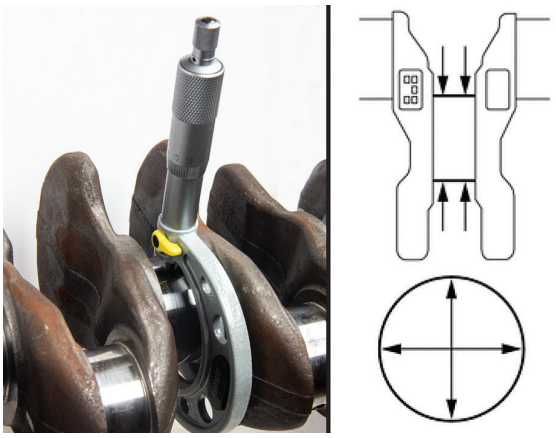
Görsel 8.59: Biyel kol muylusunun koniklik ve ovallik ölçümü

b- Biyel Kol Muyluların Ovallik ve Koniklik Ölçümü

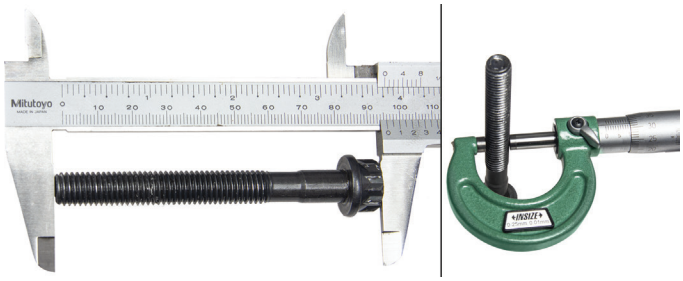
Bir mikrometre kullanarak kol muylusunun x ve y ekseninde ikişer adet ölçümünü yapınız. Elde edilen ovallik ve koniklik değerlerini standart değerler ile karşılaştırınız. Değerler, sınır değerleri içesinde değilse kol yatak yağ boşluğunu kontrol ediniz. Bu ölçüm işlemini tüm biyel kol muyluları için tekrar ediniz. Koniklik veya ovallik maksimum değerden büyükse krank milini değiştiriniz.

c- Ana Muyluların Ovallik ve Koniklik Ölçümü

Bir mikrometre kullanarak ana muylunun x ve y ekseninde ikişer kez ölçümünü yapınız. Elde edilen ovallik ve koniklik değerlerini standart değerler ile karşılaştırınız. Değerler, sınır değerleri içerisinde değilse ana yatak yağ boşluğunu kontrol ediniz. Bu ölçüm işlemini tüm ana muyluları için tekrar ediniz. Koniklik veya ovallik maksimum değerden büyükse krank milini değiştiriniz.



Görsel 8.60: Ana muylunun koniklik ve ovallik ölçümü



Görsel 8.61: Krank mili ana yatak cıvatasının uzunluk ve çap ölçümü

d- Krank Mili Ana Yatak Cıvatasının Ölçümü

Bir kumpas kullanarak krank mili ana yatak kepi cıvatasının uzunluğunu ve çapını başından ucuna kadar ölçünüz (Görsel 8.61).

Cıvataların uzunluk ve çap değerleri maksimum değerden fazlaysa cıvataları yenisiyle değiştiriniz.

3. Uygulama Değerlendirme

Maksimum koniklik				Hesaplanan koniklik
1. biyel muylusu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
2. biyel muylusu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
3. biyel muylusu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
4. biyel muylusu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
Maksimum ovallik				Hesaplanan ovallik
1. biyel muylusu ovalliği	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
2. biyel muylusu ovalliği	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
3. biyel muylusu ovalliği	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
4. biyel muylusu ovalliği	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	

Krank Mili Salgısı	..... mm

Ana Muylu Kepi Cıvatası Uzunluk ölçümü	1.Ana muylu		2.Ana muylu		3.Ana muylu		4.Ana muylu		5.Ana muylu	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Maksimum koniklik				Hesaplanan koniklik
1. ana muylu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
2. ana muylu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
3. ana muylu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
4. ana muylu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
5. ana muylu koniklik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
Maksimum ovallik				Hesaplanan ovallik
1. ana muylu ovallik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
2. ana muylu ovallik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
3. ana muylu ovallik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
4. ana muylu ovallik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	
5. ana muylu ovallik	X ekseninde	..... mm	..... mm	
	Y ekseninde	..... mm	..... mm	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Biyel muyluları ovallik ölçülmesi	15	
3	Biyel muyluları koniklik ölçülmesi	15	
4	Ana muyluları ovallik ölçülmesi	15	
5	Ana muyluları koniklik ölçülmesi	15	
6	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
7	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.3. KRANK KEÇESİNİN, YATAKLARININ KONTROL VE DEĞİŞİMİ

8.3.1. Motor Yatakları

Motor yatakları, mil ve muyluların üzerine gelen yükleri taşır. Millere göre daha yumuşak malzemeden yapıldıkları için mil ve muylularından önce aşınır. Böylece muylu ve millerin çalışma ömürlerini uzatır.

Görsel 8.62: Motor yatakları

8.3.1.1. Görevi

Büyük yükler altında dönerek çalışan hareketli motor parçalarının (krank mili, kam mili, biyel kolu vb.) arasında yük iletimini sağlamak ve parçaları birbirine göre sabit bir konumda tutmaktır.

8.3.1.2. Çeşitleri

Günümüz modern otomobillerinde kullanılan yataklar kusinet tipi yataklardır. Kusinetli yataklar; sağlam, değiştirilmesi kolay, malzemesi oldukça ince ve her türlü motorda kullanılabilen yataklardır.

a- Hassas İşlenmiş Standart Yatak: Motorun ilk montajında kullanılmış olan yataklardır. Herhangi bir alıştırma işlemine gerek kalmadan kullanılabilir.

b- Hassas İşlenmiş Standart Çaptan Küçük Yatak: Uzun süre çalışan mil ve muylular aşınır. Aşınan mil ve muyluların düzgün çalışabilmesi için taşlanması gereklidir. Bu taşlama gelişigüzel yapılamaz. Bu tür yatakların kullanılabilmesi için taşlama işlemi 0,25 mm aralıklarla küçülen yatak çaplarına göre olmalıdır.

c- Yarı İşlenmiş Yatak: Çok ağır koşullarda çalışan motorlarda farklı arızalar oluşmaktadır

(Ana ve kol muylularında ovallik ve koniklik, krank mili eğriliği vb.). Bu gibi durumlarda kullanılabilen yataklar, yarı işlenmiş yataklardır. Yataklar yerlerine takıldıktan sonra gerekli miktarda tekrar işlenerek ortaya çıkan bozukluklar ortadan kaldırmış olur.

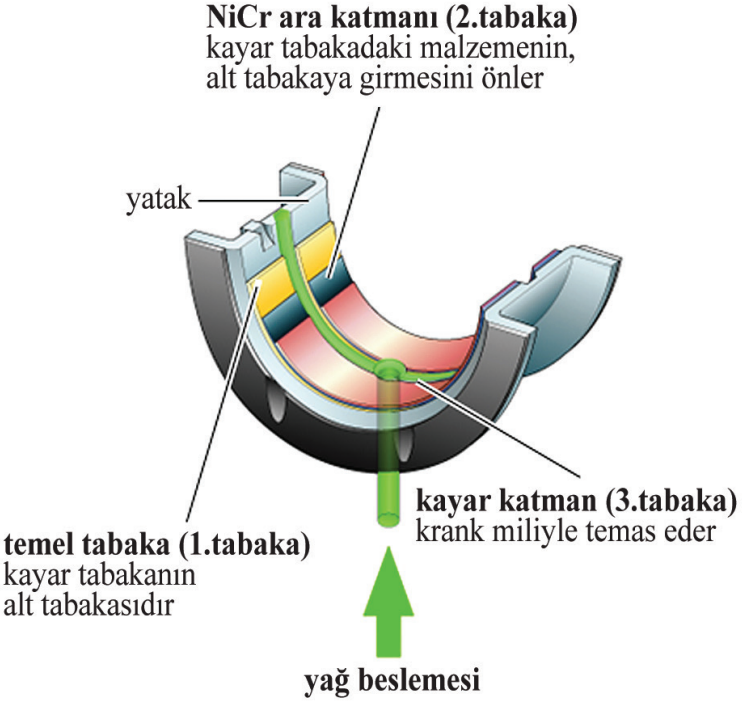
d- Yarı İşlenmiş Merkez Yatak: Krank eksenel gezintisini sınırlayan yataklardır. Krank milinin yenileştirmesinde muylu boyu kısalabilir. Bu nedenle bu yataklar, krank mili eksenel gezintisini sınırlayabilmek için 0,15 mm'lik talaş payı sağlayan yataklardır.

e- Yarı Hassas Yatak: Bazı motorlarda yatak yuvalarındaki bazı özel farklılıkları karşılamak için kullanılan yataklardır. Bu yatakların diğerlerinden tek farkı, kenar çıkıntılarının bir miktar fazla olmasıdır. Bu yataklar yerlerine takılırken sıkıca oturması için kep yüzeyinden 0,025 - 0,050 mm yukarıda kalacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir.

8.3.1.3. Yapısal Özellikleri ve Malzemesi

Yatak malzemeleri motorun çeşidine ve çalışma koşullarına göre farklılık gösterir. Yatak sırtı olarak adlandırılan kısımlarda çoğunlukla çelik malzeme kullanılır. Yatak yüzey malzemesi olarak alaşımlar kullanılır. Bu alaşım, yumuşak metallerin (alüminyum, bakır, kalay kurşun, bronz vb.) kullanılması ile elde edilmektedir.

Yatağın silindir gövdesinde ve kepteki yuvalarında sabit kalabilmesi ve dönmemesi için kilitleme tırnağı vardır. Yataklarda bulanan delik, yağ deliğidir. Motor yağının yatakla muylu arasına girmesini sağlayarak yağ filminin oluşmasını sağlar.

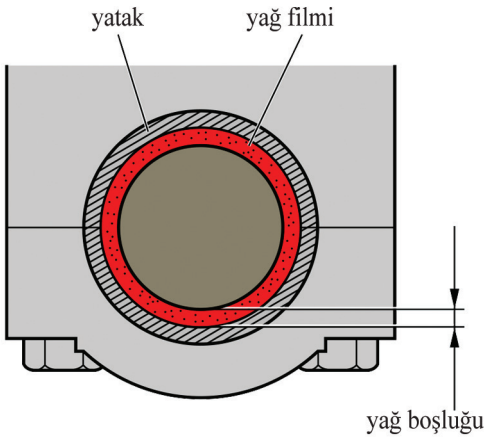


Görsel 8.63: Motor yatak kısımları

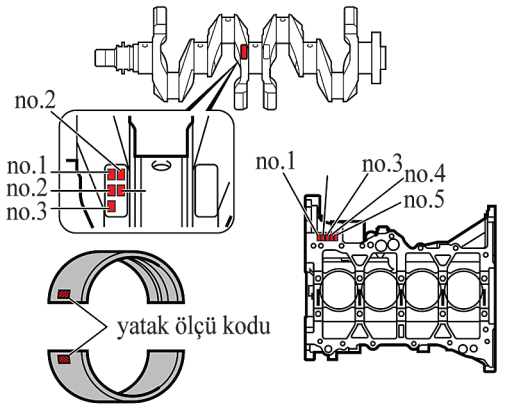
Yağ Boşluğu ve Yatak Seçimi

Yağ boşluğu, yatak ve mil arasındaki boşluktur. Metal parçaların birbirleriyle direkt temasta bulunmamaları için yağ, bu parçaları kaplar. Yağ boşluğu arttığında anormal sesler oluşur ve yağ basıncı azaldığında yatak ve muylunun sıkışmasına neden olabilir. Görsel 8.64'te yağ boşluğu gösterilmiştir.

Krank mili ve biyel yataklarının yağ boşluğu, motor modeline göre belirlenir. Her bir yatak; silindir bloğu ana muylu çapına, krank mili ana muylu çapına ya da biyel kol muylusu iç çapına göre uygun bir yağ boşluğu sağlayacak şekilde seçilmelidir. Yatak seçim metotları, otomotiv firmalarına göre farklılık göstermektedir. Bazı firmalarda yatak rengine bazı firmalarda krank mili ve silindir bloğu üzerindeki rakamların toplamına bazılarında ise harflendirmelere göre yatak seçimi yapılır. Aşağıda örnek bir motorda ana ve kol yatak seçim metodu anlatılmıştır.



Görsel 8.64: Yatak yağ boşluğu



silindir bloğu ana muylu silindir bloğu ana muylu iç çap ölçü kodu (a) + krank mili ana muylu ölçü kodu (b)	0 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 11
Örnek A=4, B=3, +B=7			7	
	1	2	3	4

Görsel 8.65: Ana yatak seçimi

Ana yatak seçimi yaparken doğru yatağı (ölçü kodunu) seçmek için ağıdaki formülü uygulayınız:

A+B =C

A: Silindir bloğu ana muylu iç çap ölçü kodu
B: Krank mili ana muylu ölçü kodu
C: Toplam sayı

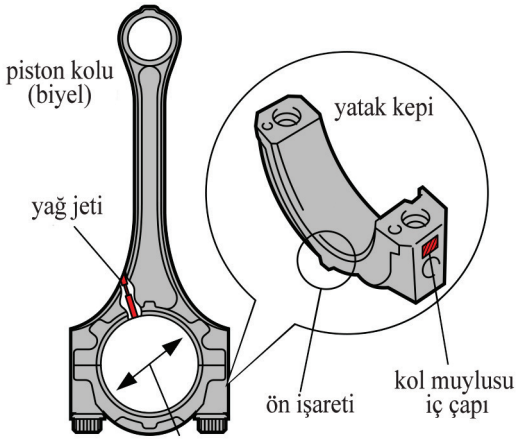
Örnek bir uygulama yaparsak

A: Silindir bloğu ana muylu iç çap ölçü kodu:4
B: Krank mili ana muylu ölçü kodu:3
C: 3+4=7

Soldaki tabloda 7 sayısının olduğu sütunun altında 3 rakamı bulunmaktadır. Bu ana yatakta 3 numaralı yatak kullanılmalıdır.

Kol muylusu yatak seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Kol muylu iç kısmı, biyel ve yatak kepi ile birlikte üretilmiştir. Makine üretimindeki hassasiyete bağlı olarak kol muylu çapları arasında farklılıklar olabilir. Bu nedenle birkaç farklı standart kol muylu çapı bulunmaktadır. Kol muylu iç çap ölçü kodu, yatak kepine işlenmiştir. Kol yatakları değişeceği zaman o muyluya bağlı olan biyel kepi üzerinde yazan rakam ile aynı yatak numarası olan kullanılmalıdır.

Örnek :
3. silindir biyel kepinin üzerinde 2 rakamı yazıyorsa bu biyel kolunda 2 nolu yatak kullanılmalıdır.



Görsel 8.66: Kol yatak seçimi

8.3.2. Gezinti Yatakları

8.3.2.1. Görevi

Millerin eksenel olarak hareketlerini sınırlamaktır.

8.3.2.2. Çeşitleri

Millerin eksenel olarak hareketini sınırlayan bu yataklar iki çeşittir. Bunlar, yaslanma yüzeyli kusinetli yataklar ve ay şeklindeki gezinti yataklarıdır.

Yaslanma yüzeyli kusinetli yataklar, yan yüzeyleri işlenmiş kılavuz muylularda kullanılır. Görsel 8.67'de yaslanma yüzeyli gezinti yatağı görülmektedir.

Görsel 8.67: Yaslanma yüzeyli gezinti yatak

Görsel 8.68: Ay biçimli gezinti yatak

Gezinti yatağı, krank miline eksenel yönde uygulanan kuvveti emer. Krank mili tarafındaki yüzeyde bir yağ kanalı vardır. Gezinti yatağının alt kısmında yatağın dönmesini engelleyen bir tırnak vardır. Bazı motorlarda alt gezinti yatağı yoktur.

8.3.2.3. Yatak Arızaları

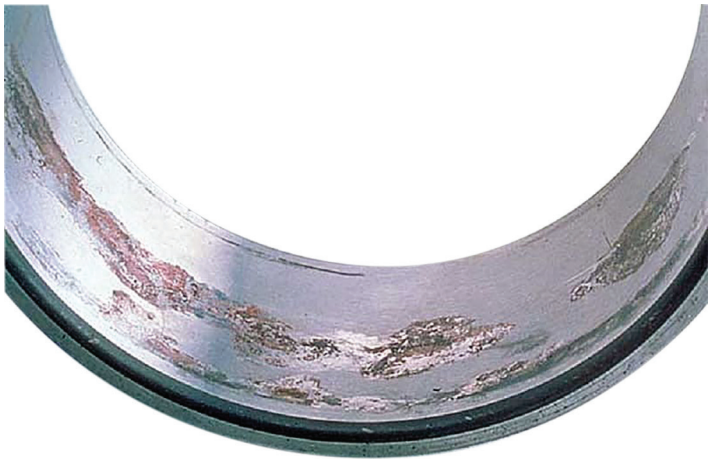
Uzun süre çalışmış motorların ana ve kol muylu yataklarında farklı tipte arızalar görülmektedir. Aşağıda yataklardaki arızalar ve bu arızaların sebepleri açıklanmıştır.

- Yatak erimesi
- Yatak yorgunluğu
- Korozyon
- Aşınma

Yatak erimesi: Motor yataklarındaki yağ filminin kaybolması sonucunda oluşur. Yağ filminin kaybolmasından sonra sürtünmeden dolayı oluşan aşırı ısı yatak üzerindeki alaşım malzemesinin kaybolmasına neden olur. Bu halde çalışmaya devam eden yataklar mile yapışır ve mille beraber dönmeye başlarlar. Bu olaya **yatak erimesi (sarması)** denir. Görsel 8.69'da erimiş bir yatak görülmektedir.

Görsel 8.69: Erimiş bir motor yatağı

Yatak yorgunluğu: Pistonun aşağı yukarı hareketi sırasında oluşan yüksek ve titreşimli yükler, yatak yüzeyinin yorulmasına ve çatlamasına neden olur. Yağdaki kirlilik ve yatak yüzeyinden kopan malzemelerin yağ ile taşınması sonucu diğer yatak yüzeylerine veya krank miline gömülerek çatlaklara, sıyrıklara sebep olurlar. Görsel 8.70'de yatak yorgunluğu görülmektedir.

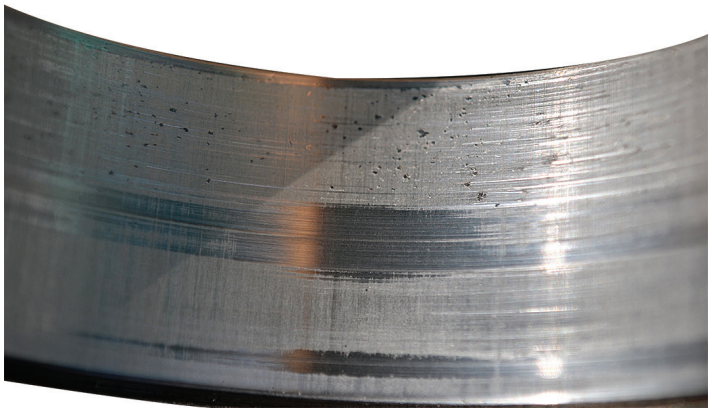


Görsel 8.70: Yatak yorgunluğu olan motor yatağı

Yatak korozyonu: Yakıtın yanması sonucunda sülfürik asit meydana gelir. Motor yağı ile metallere taşınan asit metali etkiler. Özellikle bakır - kurşun alaşımını etkileyerek yatağın metal yüzeyini zımpara gibi aşındırır. Görsel 8.71'de korozyona uğramış bir yatak görülmektedir.

Görsel 8.71: Korozyona uğramış motor yatağı

Yatak aşınması: Aşınma, yetersiz yağlamanın oluşturduğu bir arızadır. Görsel 8.72'de aşınmış bir yatak görülmektedir. Aşağıda bu arızaya sebep olan etkenler sıralanmıştır.



Görsel 8.72: Aşınmış motor yatağı

- Montaj işinin yanlış yapılması
- Yanlış yağ kullanımı
- Kirli yağ kullanımı
- Motorun sürekli ağır yük ve yüksek hızlarda çalıştırılması
- Tıkanmış yağ kanalları
- Isınmamış motora aşırı yüklenme

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 8 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	10. PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASININ SÖKÜLMESİ VE TOPLANMASI		

AMAÇ Piston, biyel ve krank mekanizmasındaki parçaların değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Segman pensesi		1 adet
2- Torkmetre		1 adet
3- Lokma takımı		1 adet
4- Yıldız anahtar takımı		1 adet
5- Yağdanlık		1 adet
6- T kol		1 adet
7- Lastik takoz		1 adet
8- Segman kelepçesi		1 adet

2. İşlem Basamakları

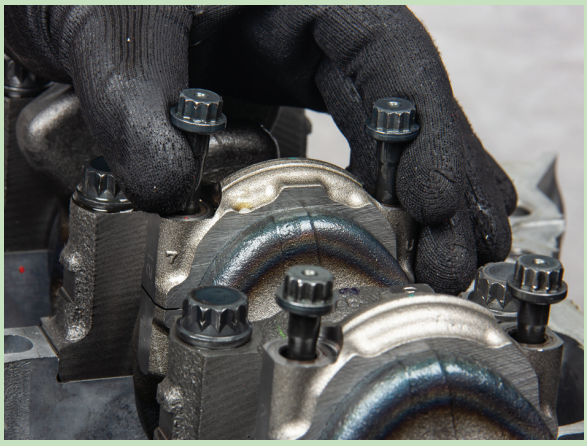
1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.

3) Lokma takımı kullanarak piston kolu kep civatalarını eşit miktarda gevşetiniz ve sökünüz.

Görsel 8.73: Biyel kol kepi cıvatalarının sökülmesi

4) Sökülen piston kolu cıvatasını kullanarak piston kolu kepini öne arkaya oynatarak sökünüz.



Görsel 8.74: Piston kolu kepinin sökülmesi

5) Piston kolunu bir plastik malzeme yardımı ile silindir bloğu üst kısmına doğru itiniz ve piston biyel grubunu bloktan ayırınız. Bu işlemi diğer pistonlarda sıra ile uygulayınız.

Öneriler:

» Piston kolunu, kepini ve yataklarını mutlaka bir arada tutunuz.

» Sökülmüş parçaları doğru sıra ile sıralayınız.

» Sökülmüş olan piston ve piston kolunu mutlaka önceki ile tamamen aynı konumda olacak şekilde birbirine takınız.

6- Piston kolu yataklarını yerlerinden çıkarınız.

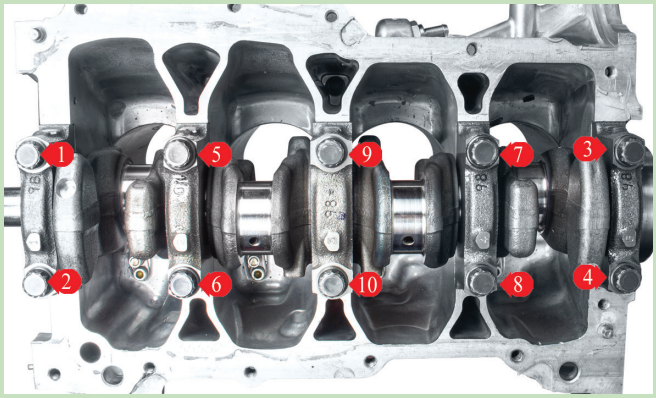
Öneri:

» Sökülmüş piston kolu yataklarını doğru sıra ile sıralayınız

7) Sekman pensesi yardımı ile üst ve alt kompresyon segmanını sökünüz. Yağ segmanını elle sökünüz.

Görsel 8.75: Kompresyon segmanlarının sökülmesi

8) Krank milinin ana yatak keplerine ait cıvatalarını Görsel 8.76'daki sökme sırasına göre eşit miktarda gevşetiniz ve sökünüz.

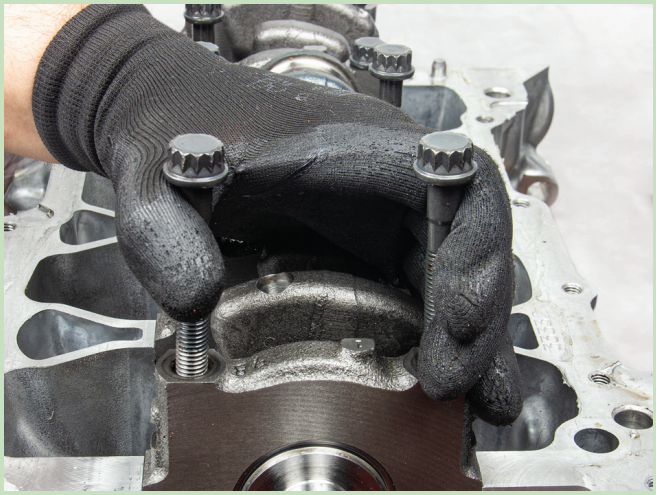


Görsel 8.76: Ana yatak cıvataların sökme sırası

9) Sökülen krank mili ana yatak kepi cıvatalarını kullanarak 5 adet krank mili ana yatak kepini sökünüz.

Öneri:

» Görseldeki gibi cıvataları öne arkaya oynatırken yavaşça yukarı çekerek krank mili ana yatak kepini gevşetiniz. Krank mili ana yatak keplerine ve silindir bloğu temas yüzeylerinde hasara yol açmamaya dikkat ediniz.



Görsel 8.77: Ana yatak keplerin sökülmesi

10) Krank mili ana yatak keplerini çıkardıktan sonra krank milini iki ucundan tutarak dikkatli bir şekilde yerinden çıkarınız.

Öneri:

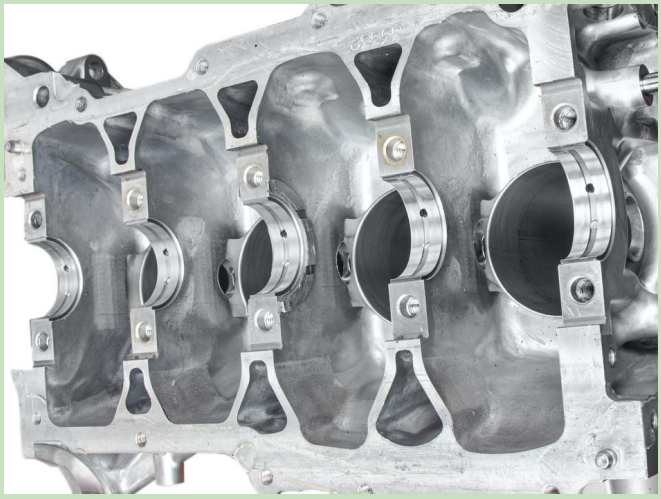
» Krank mili muylularında ve krank mili yataklarında çizik olup olmadığını kontrol ediniz.

» Muylu veya krank mili yatağı hasar görmüşse krank mili yataklarını değiştiriniz. Gerekirse krank milini değiştiriniz.

11) Blok üzerinde bulunan 2 adet gezinti ayını sökünüz.

Görsel 8.78: Gezinti ayların silindir bloğundaki yeri

12) Blok üzerinde bulunan ana yatakları sökünüz.



Görsel 8.79: Ana yatakların silindir bloğundaki yeri

13) Ana yatak keplerindeki yatakları çıkarınız.

Görsel 8.80: Ana yatağın kepe takılması

14) Yağ segmanlarını, pistondaki kanalına elle dikkatlice takınız.

Öneri:

» Yağ segmanının üst ve alt halkalarının açık uçları birbirine zıt gelecek halde takınız.

» Yağ segmanı yayını, alt ve üst segman halkaları arasına güvenli bir şekilde takınız.

Görsel 8.81: Yağ segmanlarının pistona takılması

15) Segman pensesi ile birinci ve ikinci kompresyon segmanlarını, piston üzerindeki yerlerine takarken sekman üzerindeki üst kısmını gösteren işaretlere bakarak segmanların doğru takılmasını sağlayınız.

Görsel 8.82: Kompresyon segmanının pistona takılması

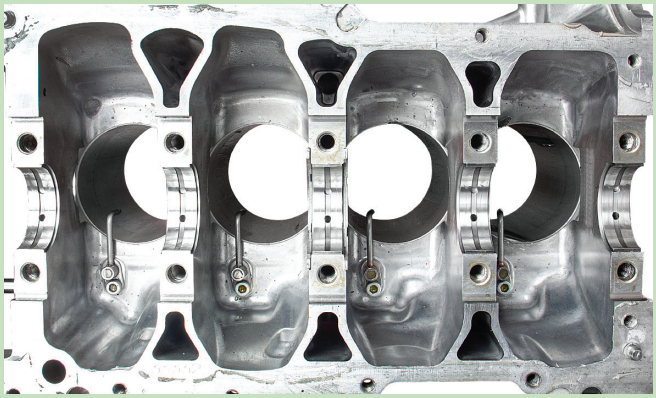
16) Krank milinin silindir bloğu üzerindeki ana yataklarını yerlerine takınız.

Öneriler:

» Silindir bloğuna takılan ana yatakların sağ ve soldan aynı mesafede olduklarına dikkat ediniz.

» Ana yatakların üzerindeki yağ deliklerinin blok üzerindeki yeğ delikleri ile karşılaşmış olmasına dikkat ediniz.

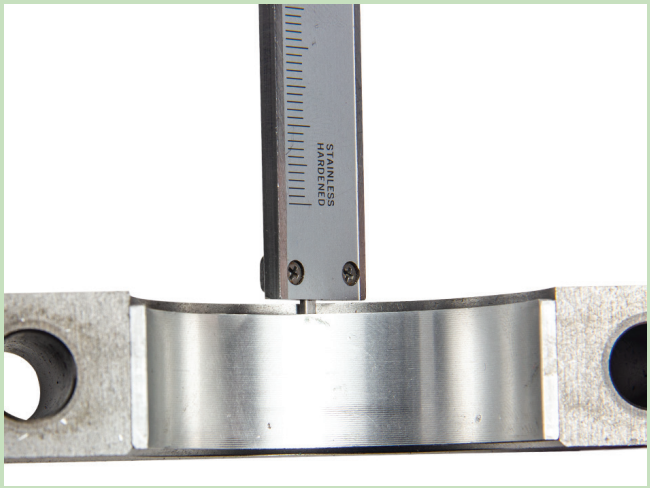
Not: Krank mili yataklarının dış temas yüzeylerine motor yağı sürmeyiniz.



Görsel 8.83: Ana yatakların silindir bloğuna takılması

17) Ana yatak keplerinin yataklarını yerine takınız.

Yatağın iki tarafında kalan mesafenin aynı olmasına dikkat ediniz.



Görsel 8.84: Ana yatakların kepe takılması

18) Krank mili gezinti yataklarını, silindir bloğu üzerindeki yerine yağ kanalları dışa bakacak şekilde takınız.

Öneri:

» Krank mili gezinti yataklarına motor yağı uygulayınız

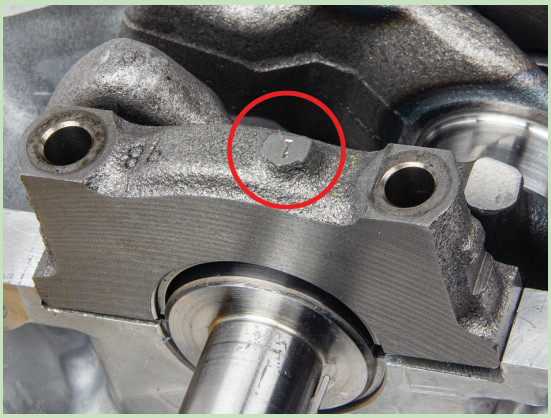
Görsel 8.85: Gezinti ayların silindir bloğuna takılması

19) Krank milini, doğru şekilde (krank milinin ön tarafına dikkat ederek) silindir bloğundaki yerine takınız.

Not: Krank milini takmadan önce silindir bloğundaki ana yatakları motor yağı ile yağlayınız.

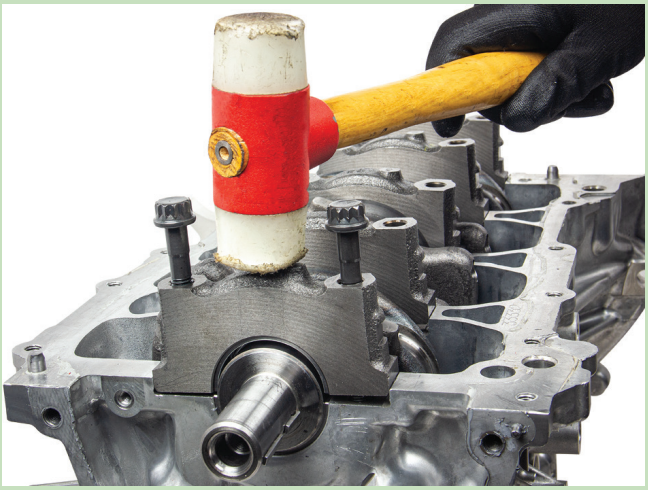
20) Ana yatak keplerini takmadan önce keplerin üzerindeki rakamlara ve ön işaretine dikkat ederek takınız.

Not: Ana kep yataklarına ve kep cıvatalarının dişlerine motor yağı uygulayınız.



Görsel 8.86: Ana yatak kepinin ön işareti

21) Krank mili yatak keplerine silindir bloğundaki yerlerine boşluk 5 mm değerinin altına inene kadar elinizle bastırınız. Plastik bir çekiç kullanarak ana yatak keplerinin düzgün bir şekilde oturmasını sağlayınız.



Görsel 8.87: Ana yatak kepinin yerine oturtulması

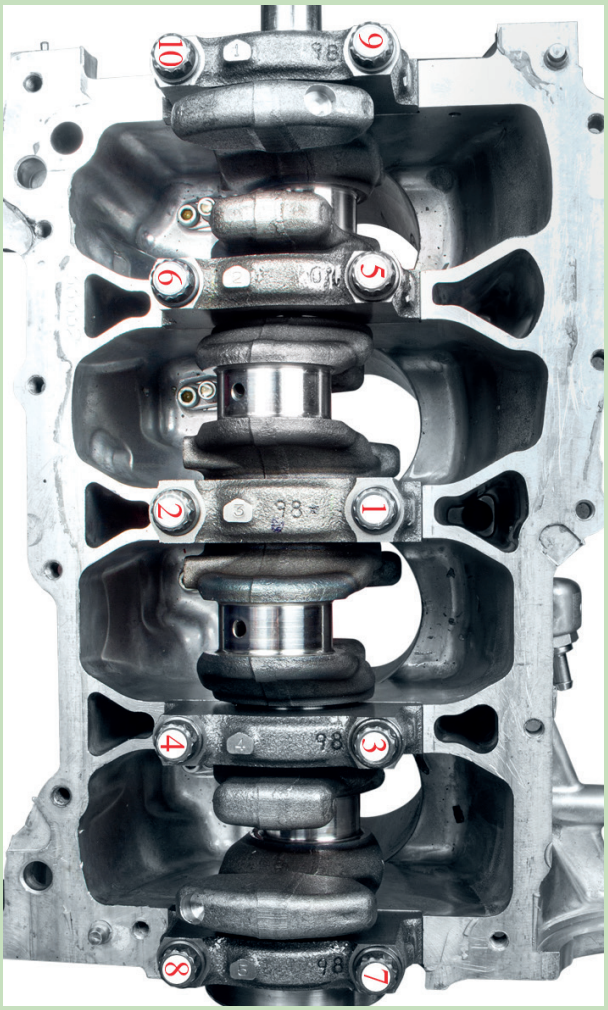
22) Krank mili ana yatak kep cıvatalarını iki adımda sıkınız. Birinci adımda Görsel 8.88'deki sıkma sırasına uygun tork değerinde sıkınız. İkinci adımda ise sıkılmış olan cıvataların üzerine bir işaret koyunuz ve daha sonra cıvataları 90° açı yapacak şekilde sıkınız. İkinci adımdaki cıvata sıkma işlem sırası, birinci adımdaki sıkma işlemi sırası ile aynı olmalıdır.

Öneriler:

Sıkma işleminden sonra

» Krank milinin düzgün şekilde dönüp dönmediğini kontrol ediniz.

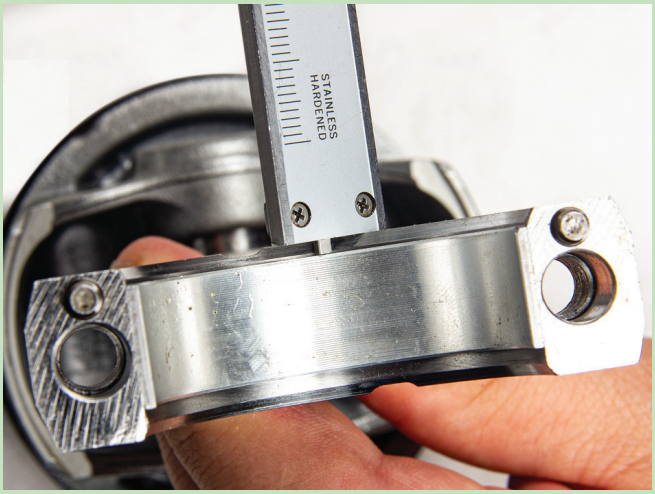
» Krank mili eksenel gezintisini kontrol ediniz.



Görsel 8.88: Ana yatak kep cıvataların sıkma sırası

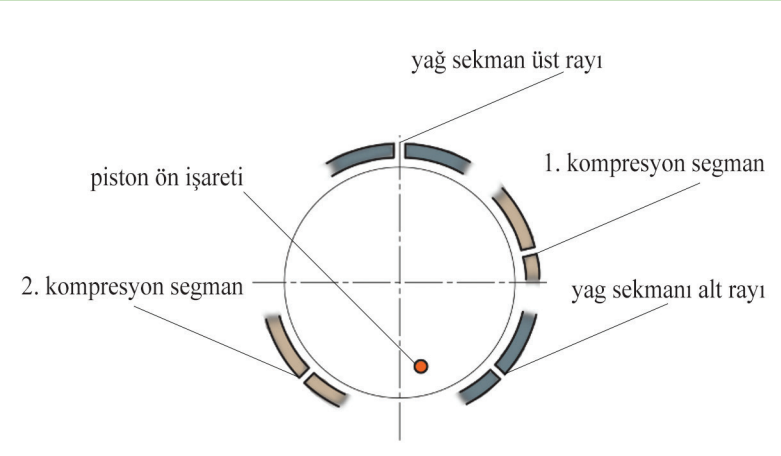
23) Piston kolu yataklarını yerlerine takarken iki tarafta kalan mesafenin aynı olmasına dikkat ediniz.

Not: Piston kolu yataklarının dış kısmına motor yağı sürmeyiniz.



Görsel 8.89: Kol yataklarının takılması

24) Kompresyon ve yağ segmanın ağız aralıklarını şekildeki gibi elle ayarlayınız.

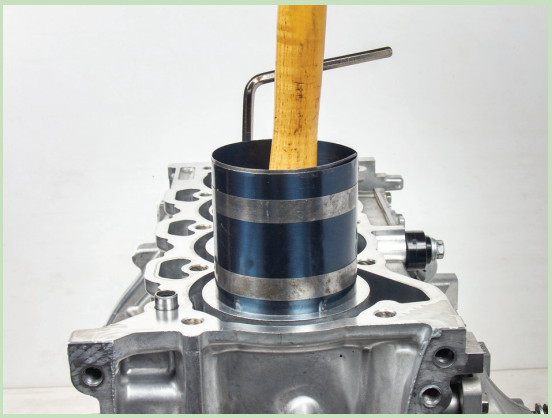


Görsel 8.90: Segman ağız aralıklarının ayarlanması

25) Piston üzerindeki segmanların konumunu bozmadan segman kelepçesi ile sıkıştırınız. Pistonları takmadan önce piston tepesindeki ön işaretine ve piston kolu üzerindeki rakama dikkat ederek uygun silindire takınız.

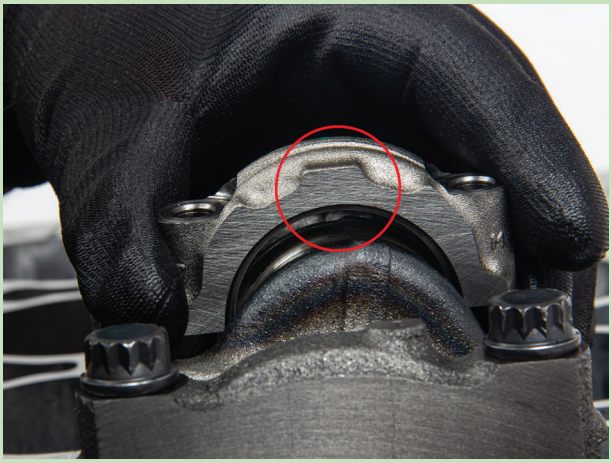
Not: Silindir duvarlarına, pistonlara ve piston kolu yataklarına motor yağı uygulayınız.

Öneri: Pistonları takarken krank mili kol muylularını üste gelecek şekilde ayarlarsanız pistonu kol muylusuna daha kolay takarsınız. Pistonları takarken kardeş pistonların pozisyonundan faydalanırsanız işlem süresi kısalacaktır.



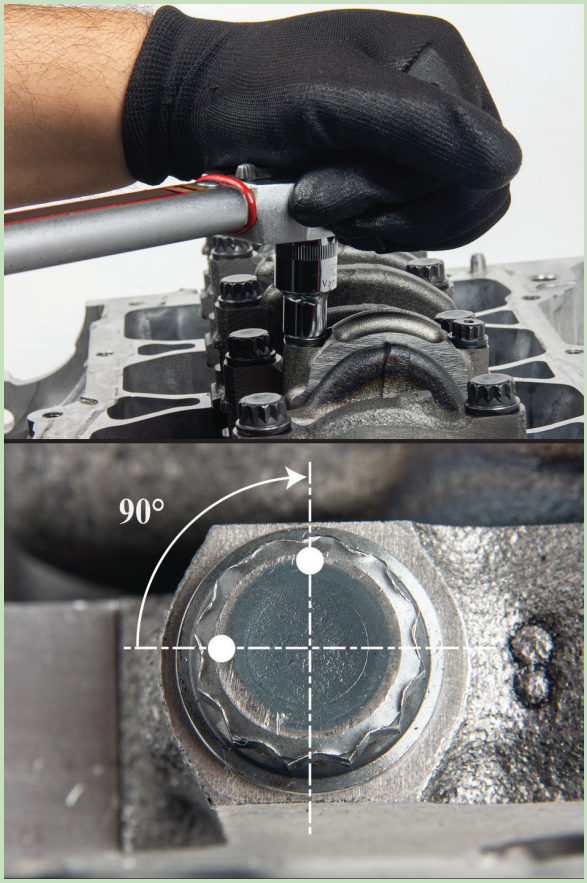
Görsel 8.91: Pistonların silindir bloğuna takılması

26) Piston keplerini üzerindeki ön işaretini motor önünü gösterecek şekilde takınız.



Görsel 8.92: Biyel keplerinin üzerindeki ön işareti

27) Piston kolu kepleri cıvatalarını iki adımda sıkınız. Birinci adımda piston kolu kep cıvatalarını uygun tork değerinde sıkınız. İkinci adımda ise cıvatanın üzerine bir işaret koyup cıvataları 90º açı verecek şekilde bir daha sıkınız.



Görsel 8.93: Piston kolu kep cıvatalarının 90º açı ile sıkılması

28) Tüm piston keplerini taktıktan sonra krank milinin düzgün şekilde dönüp dönmediğini kontrol ediniz.

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Krank milinin sökülmesi	10	
3	Pistonların sökülmesi	10	
4	Segmanların sökülmesi	10	
5	Segmanların takılması ve ağız aralıklarının ayarlanması	10	
6	Pistonların takılması	10	
7	Krank milinin takılması	10	
8	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
9	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.3.3. Krank Mili Keçeleri

Krank mili yağlama sistemi tarafından sürekli olarak yağlanıldığından krank mili uçlarındaki motor yağının silindir bloğu dışına sızmaması gerekir. Bu amaçla içten yanmalı motorlarda krank mili keçeleri kullanılmaktadır.

8.3.3.1. Görevi

Krank millerinin ön ve arka kısımlarında birer adet keçe kullanılmaktadır. Bu keçeler, ana yatakları yağlamak için muylulara gelen yağların motor bloğundan dışarı sızmasını önlemek için kullanılır.

Görsel 8.94: Çeşitli krank keçeleri

8.3.3.2. Malzemesi

Yağ keçeleri; sentetik kauçuk, plastik ve sızdırmaz örgülerden yapılmaktadır.

8.3.3.3. Çeşitleri

Krank milindeki kullanılan keçe türleri; kusinet tipi, segman tipi ve yaylı tip keçelerdir. Bunlardan en çok kullanılanı yaylı tip keçelerdir. Yaylı tip keçelerin dış gövde kısmı metal ve üzeri kaliteli kauçukla kaplanmıştır. Krank mili ile temas eden dudak kısmı bazı tiplerde yaylarla büzülmüştür.

8.3.3.4. Krank Mili Keçelerinde Yapılan Kontroller

Krank mili yağ keçeleri ve çevresini saran kauçuk, iyi durumda olmalıdır. Keçe gövdesinde deformasyon olmamalıdır. Keçe dudaklarında yırtılma, kopma, şekil değişikliği vb. durumlar olmamalıdır.

8.3.3.5. Krank Mili Keçelerinin Arızaları ve Belirtileri

Krank mili keçelerinin arızaları; yırtılma, kopma, sertleşme, yanma, deforme olma gibi durumlardır. Krank mili keçeleri arızalandığı zaman araç kaldırılarak motor alttan gözle kontrol edilir. Ön ve arka keçelerin bulunduğu taraflar yağ ve toz karışımı bir tabaka ile kaplı olarak görülür. Yağ sızıntısı görüldüğü zaman yağ keçesi mutlaka değiştirilmelidir.

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	11. KRANK MİLİ ARKA KEÇESİ DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Krank mili arka keçesinin değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

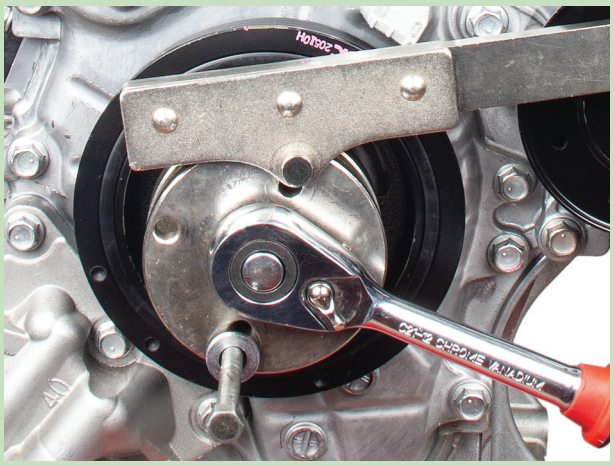
Adı	Özelliği	Miktarı
1- Krank sabitleme aparatı		1 adet
2- T kol		1 adet
3- Lokma takımı		1 adet
4- Tornavida		1 adet
5- Gres yağ		
6- Çekiç		1 adet
7- Keçe takma aparatı		1 adet
8- Torkmetre	0-100 Nm	1 adet
9- Cıvata yapıştırıcısı		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

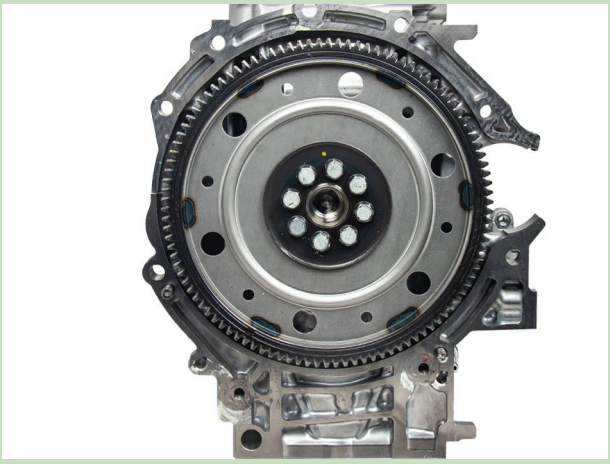
2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.

3) Özel aparat kullanarak krank milini sabitleyiniz.



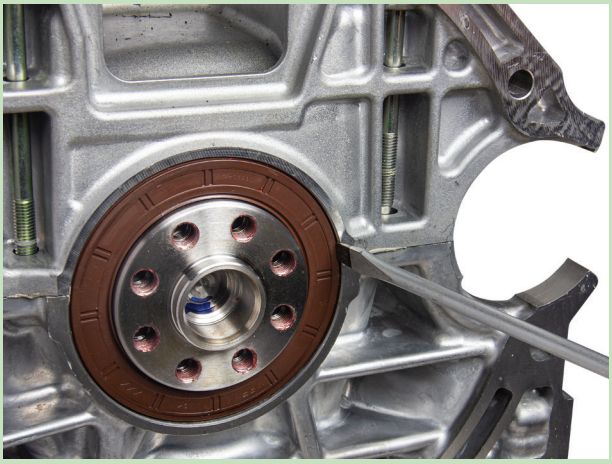
Görsel 8.95: Krank milinin sabitlenmesi

4) Volana ait cıvataları çapraz şekilde uygun takım ile sökünüz.



Görsel 8.96: Volan cıvataları

5) Ucu koruyucu bant ile sarılmış tornavida yardımı ile krank keçesini yerinden çıkarınız.



Görsel 8.97: Arka krank keçesinin çıkartılması

6) Yeni krank keçesinin üstüne gres yağı sürerek uygun aparat ile yerine düz biçimde takınız.

Öneriler:

» Krank keçesi dudağını yerine takarken yabancı maddelerden uzak tutunuz.

» Krank mili volan flanşının üzerindeki fazla yağı siliniz.

Görsel 8.98: Arka krank keçesinin takılması

7) Özel aparat kullanarak krank milini sabitleyiniz.

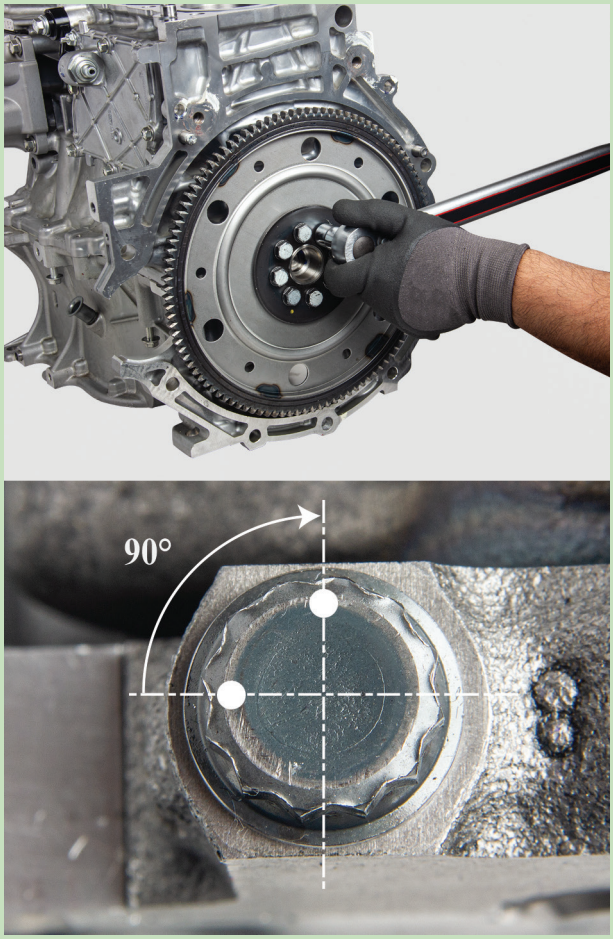
8) Volanı yerine takınız. Cıvatalarını uygun tork değerinde torkmetre ile sıkınız. Daha sonra cıvataları bir kez daha 90ºlik açıyla sıkınız.

Öneriler:

» Cıvataları ve cıvata deliğini temizleyiniz.

» 90º'lik açıyla sıkmadan önce cıvataların üzerine boya ile işaretleyiniz böylece sıkma açısını doğru yaparsınız.

» Cıvataları sıkmadan önce 2 ve 3 dişine yapıştırıcı uygulayınız.



Görsel 8.99: Volan cıvatalarının 90° lik açı ile sıkılması

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Arka krank keçesinin çıkarılması	20	
3	Arka krank keçesinin takılması	20	
4	Volanın takılması	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	12. KRANK MİLİ ÖN KEÇESİ DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Krank mili ön keçesinin değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Krank sabitleme aparatı		1 adet
2- T kol		1 adet
3- Lokma takımı		1 adet
4- Tornavida		1 adet
5- Gres yağ		
6- Çekiç		1 adet
7- Keçe takma aparatı		1 adet
8- Torkmetre	0-100 Nm	1 adet
9- Falçata		1 adet
10- Çektirme		1 adet
44- Bijon anahtarı		1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.
3) Sağ ön tekerleği sökünüz.
4) Motor alt kapağını sökünüz.
5) V kayışını sökünüz.
6) Özel bir aparat ile krank milini sabitleyerek krank mili kasnağını sökünüz.
7) Özel bir çektirme kullanarak krank milinin kasnağını, krank milinden ayırınız.

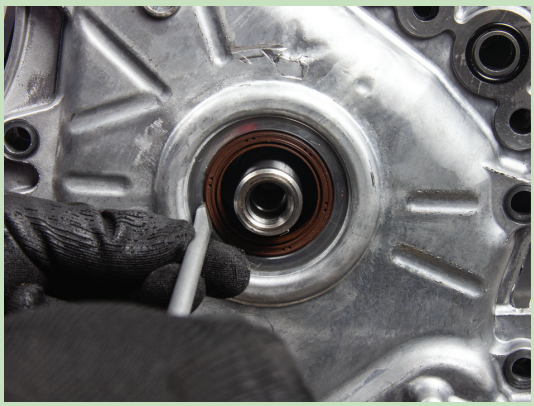
8) Krank ön yağ keçesini sökünüz.

Öneri:

» Bir bıçakla zamanlama zinciri kapağı yağ keçesi dudağını kesiniz.

» Ucu koruyucu bantla sarılmış tornavida kullanarak zamanlama zinciri kapağı yağ keçesini kaldırınız.

» Keçeyi çıkardıktan sonra zincir kapağında hasar olup olmadığını kontrol ediniz. Hasar görmüşse yüzeyi 400 numara zımpara kâğıdı ile düzeltiniz.



Görsel 8.100: Ön krank keçesinin sökülmesi

9) Yeni ön krank keçesini yerine özel aparat yardımı sayesiyle düzgünce takınız.

Öneriler:

» Yeni zamanlama zinciri kapağı yağ keçesi dudağına gres sürünüz.

» Krank keçesi dudağı üzerinde yabancı maddeler var ise temizleyiniz.

» Krank mili üzerindeki fazla gresi siliniz. Zamanlama zinciri kapağı yağ keçesine dik açıda vurunuz.

Görsel 8.101: Ön krank keçesinin takılması

10) Krank mili kasnağını, krank milindeki kamalı yerine hizalama yaparak takınız. Daha sonra krank mili kasnağını özel bir aparat ile sabitleyerek cıvatasını uygun tork değerinde sıkınız.

11) V kayışını yerine takınız. Kayışının gerginliğini ayarlayınız.

12) Motor alt kapağını takınız.

13) Sağ ön tekerleği takınız ve bijonlarını uygun tork değerinde sıkınız.

3. Uygulama Değerlendirme

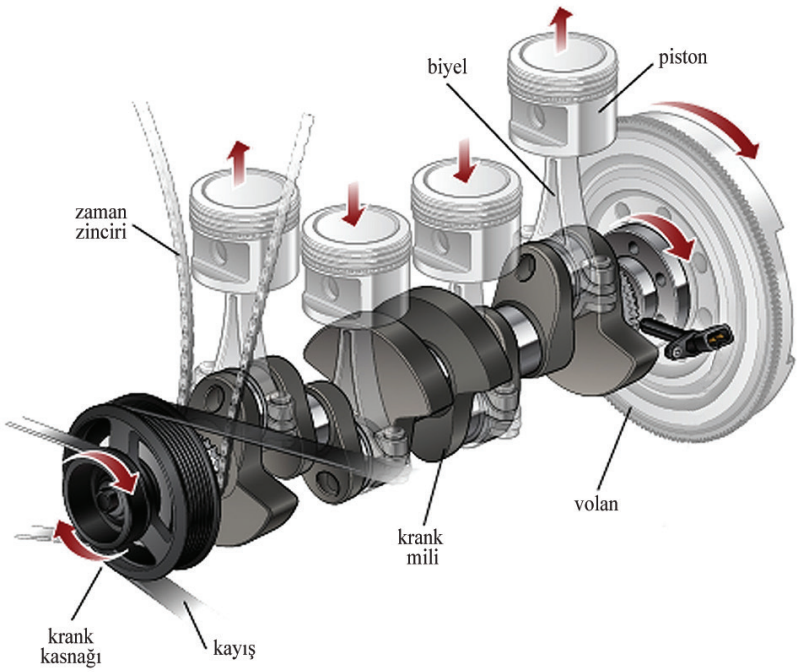
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Ön krank keçesinin çıkartılması	20	
3	Ön krank keçesinin takılması	20	
4	Krank kasnağının takılması	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.4. VOLANIN KONTROL VE DEĞİŞİMİ

Volan, krank milinin ucunda bulunan flanşa cıvatalarla bağlanan bir motor parçasıdır. Görsel 8.102'de volanın krank miline olan bağlantısı görülmektedir.

8.4.1. Görevleri

1- Üzerindeki marş dişlisi sayesinde marş anında motora ilk hareketi verir.
2- Ağırlığı sayesinde kazanmış olduğu enerji ile pistonların ölü noktaları atlamasına yardımcı olur.
3- Krank milinden aldığı dairesel hareketi, kavrama sistemine iletir.



Görsel 8.102: Volanın krank miline bağlantısı

8.4.2. Malzemesi

Volan, işlenmesi kolay olan grafitli dökme demirden yapılır. Grafit zerreleri sürtünme esnasında yağlama etkisi göstererek volan yüzeyinin fazla aşınmasına ve çizilmesine engel olur.

8.4.3. Çeşitleri

İçten yanmalı motorlarda iki tür volan kullanılmaktadır. Bunlar, tek kütleli (katı volan) ve çift kütleli volandır.

8.4.3.1. Tek Kütleli Volan

Tek kütleli volan, uzun yıllardır kullanılmaktadır. Dökme demirden tek kütle olarak yapılır. Daha sonra ısıl işlem ile çevresine marş dişlisi takılır. Günümüzdeki birçok otomobil modelinde bu tür tek kütleli volan kullanılmaya devam etmektedir. Görsel 8.103'te tek kütleli volan görülmektedir.

Görsel 8.103: Tek kütleli (Katı) volan

8.4.3.2. Çift Kütleli Volan

Çift kütleli volan, günümüz yeni nesil araçlarında vites kutusu üzerindeki tork dalgalanmalarını azaltmak ve aracın kalkış anındaki sarsıntıyı en aza indirmek için kullanılan bir volan türüdür. Çift kütleli volanlar iki parçalıdır. Bu parçalar kavraşma anında birbirlerine doğru dairesel olarak hareket edebilir. Bu iki parçanın birbirine doğru hareket etmesini kısıtlayan bir yay sitemi bulunur. Bu yay sistemi, vites kutusu üzerindeki devir dalgalanmalarını azaltır. Çift kütleli volanda kullanılan yaylar sayesinde kavrama diskindeki titreşim damper yaylarına gerek kalmaz.

Görsel 8.104: Çift kütleli volan

8.4.4. Volanın Arızaları Ve Volan Arızalarının Belirtileri

Volanın çalışma yüzeyinde eğrilik, aşınma, yanma, çizilme vb. durumlar özellikle aracın harekete geçme esnasında sarsıntı ve sese sebep olur. Volan yüzeyindeki çizilme, yanma, salgı gibi arızalar tornada belirli ölçüler içinde kalmak şartı ile talaş kaldırma işlemi ile giderilebilirler. Ancak bazı otomotiv firmaları, volan yüzeyinden talaş kaldırılmasına kesinlikle izin vermezler. Volan, bir arızaya neden oluyorsa volanın yenisi ile değiştirilmesini isterler.

Volan dişlerinde kırılma, sıyırma ve aşınma gibi arızalar oluştuğunda aracın marş yapma yeteneği azalacaktır. Volan dişlisinin bozulma sebepleri; araç çalışırken marşa basılması, aracın vurdurularak çalıştırılması, bozuk marş kavraması ve zamana bağlı bozulmalardır. Bu tür arızalar oluştuğunda marş dişlisinin değişmesi gerekmektedir. Marş dişlisinin değişmesi, firmalara göre farklılık gösterebilir. Marş dişlisi, ısıl işlem ile ısıtılır ve yerinden çıkarıldıktan sonra yeni dişli de ısıtılarak volanın üzerine takılır ve dişli soğumaya bırakılır.

Otomatik şanzımanlı araçlarda volan dişlisi kaynak ya da cıvatalar ile tork konvertöre ya da krank miline bağlı olabilir. Dişli değiştirileceği zaman bu kaynaklar çürütülür ve yeni dişli yerine tekrar kaynak yapılır.

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	13. VOLANIN DEĞİŞİMİ		

AMAÇ Volanın değişimini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Krank sabitleme aparatı		1 adet
2- T kol		1 adet
3- Lokma takımı		1 adet
4- Tornavida		1 adet
5- Torkmetre	0-100 Nm	1 adet

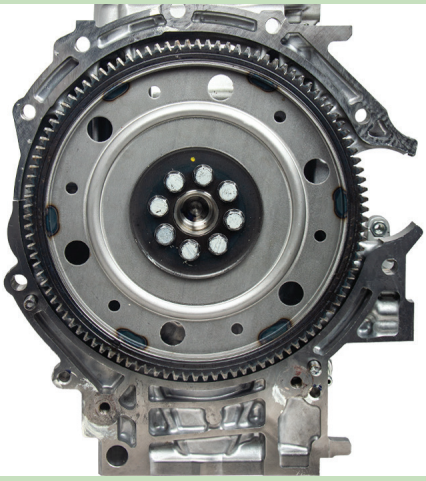
2. İşlem Basamakları

1) İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Uygulama için gerekli araç ve gereci hazırlayınız.

3) Özel aparat kullanarak krank milini sabitleyiniz.

4) Volana ait cıvataları katalogda belirtilen işlem sırasına göre uygun takım ile sökünüz.



Görsel 8.105: Volan cıvataları

5) Özel aparat kullanarak krank milini sabitleyiniz.

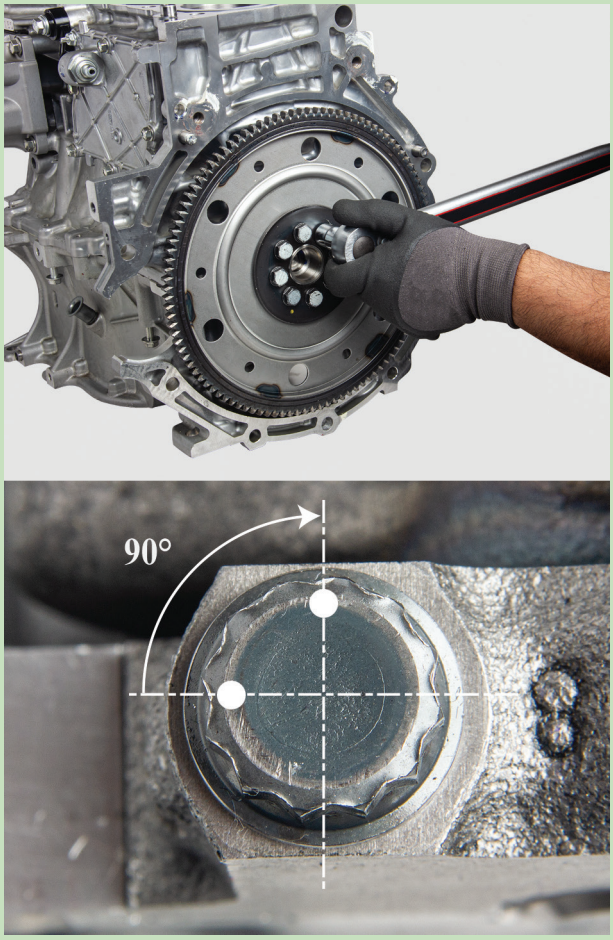
6) Volanı yerine takınız. Cıvataları-nı uygun tork değerinde çapraz şekilde veya katalogda belirtilen işlem sırasına göre torkmetre ile sıkınız. Daha sonra ise cıvataları bir kez daha 90°lik açı ile sıkınız.

Öneriler:

» Cıvataları ve cıvata deliğini te-mizleyiniz.

» 90°lik açı ile sıkmadan önce cı-vataların üzerine boya ile işa-retleyiniz böylece sıkma açısını doğru yaparsınız.

» Cıvataları sıkmadan önce 2 ve 3 dişine yapıştırıcı uygulayınız.



Görsel 8.106: Volan cıvatalarının 90° açı ile sıkılma-sı

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Eski volanın sökülmesi	20	
3	Yeni volanın takılması ve sıkılması	20	
4	Krank kasnağının takılması ve sıkılması	20	
5	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
6	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	PİSTON BİYEL KRANK MEKANİZMASI	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	14. VOLAN SALGININ ÖLÇÜMÜ		

AMAÇ Volan salgısının ölçümünü yapmak.

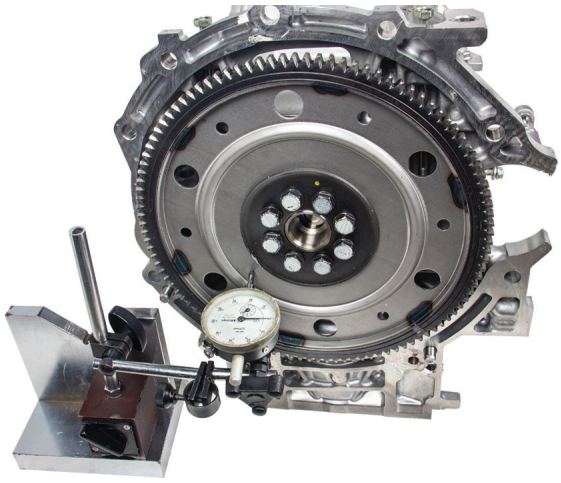
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Komparatör		1 adet

2. İşlem Basamakları

Volan Salgısının Ölçümü

1- Komparatör ölçü aletinin ölçüm ucunu volanın çalışma yüzeyine değdiriniz. Volanı döndürerek komparatördeki salgı değerini ölçünüz.
2- Ölçülen salgı, maksimum değerden fazlaysa volanı taşlayınız ya da değiştiriniz.



Görsel 8.107: Volanın salgı ölçümü

3. Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2	Komparatörün volana takılması	30	
3	Volanın salgısının ölçülmesi	30	
4	Uygulama sonunda kullanılan araç gereçlerin düzenlenmesi	20	
5	Yapılan işin kayıt altına alınması için düzenli dosya tutulması	10	
	TOPLAM	100	

9. ÖĞRENME BİRİMİ

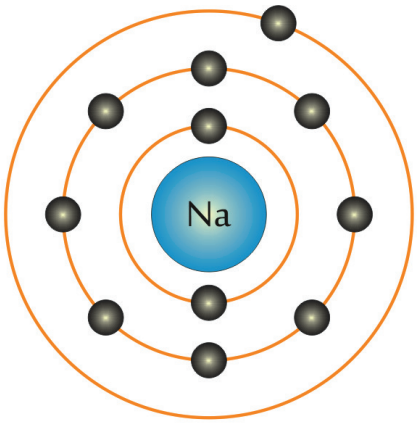
ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ

1. Basit Elektrik Devreleri
2. Seri ve Paralel Elektrik Devreleri
3. Elektriğin Manyetik ve Kimyasal Etkisi

9.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

9.1.1. Elektriğin Tanımı

Elektrik, atomun yörüngesinde dönen ve elektron adı verilen atom altı yüklü parçacıkların hareketiyle oluşan bir enerji türüdür. Elektriğin etkilerini anlayabilmek için atomun yapısının bilinmesi gerekmektedir. Bir elementin bütün kimyasal özelliklerini üzerinde taşıyan en küçük birimine **atom** denir. Görsel 9.1'de atomun yapısı görülmektedir.



Görsel 9.1: Atomun yapısı

Atom çekirdeğinde artı (+) elektrik yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlar bulunur. Bir atomun çekirdeğinin çevresinde proton sayısı kadar elektron döner. Her elektron, eksi (-) elektrik yükü taşır. Elektronlar; çekirdeğin çevresinde belirli enerji düzeylerinde, belirli sayılarda, maksimum 7 yörünge üzerinde hareket eder. Her yörünge belli sayıda elektron alabilir (2, 8, 18, 32, 64). Bir atomun en dış enerji düzeyinde en az 1 en çok 8 elektron bulunabilir. Elementler, en dış enerji düzeylerinde 8 elektron olması eğilimi gösterir ve bu düzeydeki elektron sayılarını 8 yapmaya çalışır. 8 elektrondan fazla elektronu olan atomlar elektron verir ve 8 elektrondan eksik elektronu olanlar da çevredeki bir elementten fazla elektronları alır. Böylece iki element arasında elektron alışverişi olur.

9.1.2. İletken, Yalıtkan Ve Yarı İletken Kavramları

Elektrik akımını ileten maddeler **iletken**, iletmeyen maddeler **yalıtkan**, bazen iletip bazen iletmeyen maddeler de **yarı iletken** olarak isimlendirilir. Bir maddenin iletkenliğini belirleyen faktör, atomlarının son yörüngesindeki elektron sayısıdır. Bu son yörüngeye **valans yörünge**, üzerinde bulunan elektronlara da **valans elektron** denmektedir.

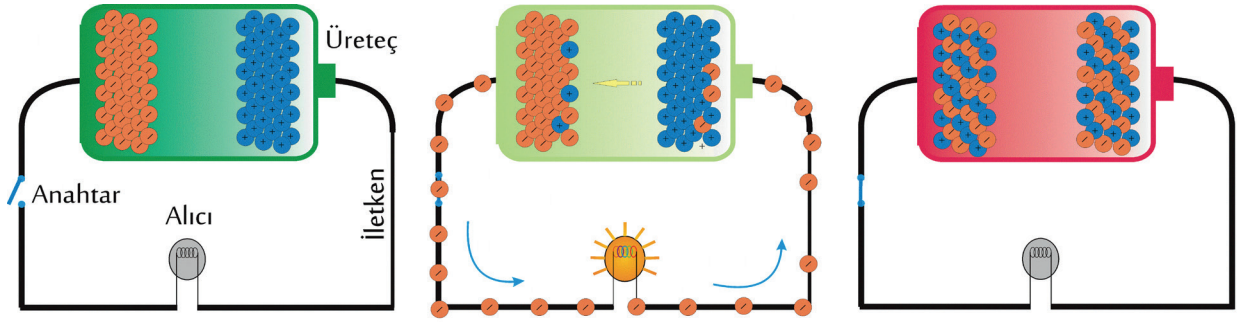
Bir maddenin son yörüngesindeki;

- Valans elektron sayısı 4'ten büyükse o madde yalıtkan,
- Valans elektron sayısı 4'ten küçükse o madde iletken,
- Valans elektron sayısı 4 ise o madde yarı iletken maddedir.

9.1.3. Elektron Akışı (Elektrik akımı)

Bir noktanın başka bir noktaya göre elektron fazlalığı varsa iki nokta arasında bir potansiyel fark yani bir **gerilim** oluşmuştur. Fazlalık olan bu elektronlar daha az elektronlara sahip yüklere doğru akmak isterler. Örneğin, su kendisinden daha düşük seviyelere akma eğilimindedir. Seviye arttıkça akma miktarı ve akış hızı artar. Elektrik akımındaki bu seviye farkı gerilim veya potansiyel fark olarak düşünülebilir. Su tesisatında suyun akışının devam etmesini sağlayan bir pompa olduğu gibi elektrik devrelerinde de elektrik akımının devamlı olmasını sağlayan pil ve akü gibi elektrik enerjisi kaynakları vardır. Bu kaynaklar, bir elektrik devresinde gerilim oluşturarak elektrik akımını meydana getirirler (Görsel 9.2).

Üreteç (pil) tam dolu, anahtar açık, potansiyel fark en üst düzeyde. Elektronlar akmaya hazır.	Anahtar kapalı, elektron akışı var. Alıcı (ampul) çalışıyor.	Anahtar kapalı ancak potansiyel fark bitmiş durumda. Dolayısıyla elektron akışı durmuş. Alıcı (ampul) çalışmıyor.



Görsel 9.2: Elektron akışı

Basit bir elektrik devresinin temel bileşenleri şunlardır:

a. Üreteç (Kaynak)
b. Alıcı (Yük)
c. Anahtar
ç. İletken

Bir elektrik devresinde anahtar kapalıyken kaynaktan çıkan akım alıcı yani yük üzerinden geçiyor ve devresini tamamlıyorsa bu devreye **kapalı elektrik devresi**; akım anahtar kapalıyken iletkenlerinin yalıtımı bozulmuş ve akım, devresini alıcıya ulaşmadan tamamlıyorsa bu devreye **kısa devre** denir. Anahtar açık ve devreden akım geçmiyorsa bu tip devrelere de **açık devre** denir.

9.1.4. Elektrik Akım Çeşitleri

Doğru Akım (DC): Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akımdır. Genelde elektronik devrelerde kullanılır. Doğru akım kaynaklarına piller ve aküler örnek olarak gösterilebilir.

Alternatif Akım (AC): Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımdır. Şehir şebekelerinde alternatif akım dolaşır.

9.1.5. Elektrik Ölçü Birimleri

Bilinmeyen bir büyüklüğün aynı türden olan ancak bilinen bir büyüklükle kıyaslanmasına **ölçme** denir. Elektrikle ilgili ölçmelerde çeşitli ölçü aletlerinden yararlanılır. Bunlardan bazıları; ampermetre, voltmetre, ohmmetre ya da üçünün bütünleştirilmiş hali avometredir.

a. Potansiyel Fark (Gerilim)

Bir devrenin iki ucu (iki kutbu) arasındaki elektron sayısı farkına **potansiyel fark (gerilim)** denir. Birimi **volt**tur. "**U** veya **E**" harfi ile ifade edilir. **Voltmetre** ile ölçülür.

Ölçümlerde voltun as katları için mili volt ve mikro volt, üst katları için kilovolt terimleri kullanılır. Voltmetre devrelere paralel olarak bağlanır.

- 1 mikrovolt (μV) = 10^{-6} volt = 0,000001 volt
- 1 milivolt (mV) = 10^{-3} volt = 0,001 volt
- 1 kilovolt (kV) = 10^{3} volt = 1000 volt
- 1 megavolt (MV) = 10^{6} volt = 1.000.000 volt

b. Akım

Bir elektrik devresinde elektron hareketi "-" den "+" ya doğru olur. Buna **elektron akışı** denir. Bunun tersi yönünde ise bir elektrik akımı vardır. Elektrik akımı **I** harfi ile gösterilir. Akım şiddeti birimi **amper**dir. Devredeki akım şiddeti **ampermetre** ile ölçülür. Ampermetreler devrelere seri olarak bağlanır.

Amperin as katları, mili amper (mA) ve mikroamperdir (μA). Amperin üst katı ise kiloamperdir. Fakat kiloamper çok yüksek bir değer olduğu için fazla kullanılmaz.

- 1 mikroamper (μA) = 10^{-6} amper = 0,000001 amper
- 1 miliamper (mA) = 10^{-3} amper = 0,001 amper
- 1 kiloamper (kA) = 10^{3} amper = 1000 amper (çok yüksek)

c. Direnç Birimi (Ohm)

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir. Direnç **R** harfiyle gösterilir ve birimi **ohm**' dur. Ohm **Ω** işaretiyle gösterilir.

Ohmun üst katlan kilo ohm (kΩ) ve mega ohm (MΩ)'dur. Astkatları kullanılmaz.

- 1 kiloohm (kΩ) = 10^{3} ohm = 1000 ohm
- 1 megaohm (MΩ) = 10^{6} ohm = 1.000.000 ohm

ç. Ohm Kanunu

Bir elektrik devresinde akım, gerilim ve direnç arasında belirli bir ilişki vardır. Yani kapalı bir elektrik devresinden geçen akım şiddeti, devrenin gerilimi ile doğru direnci ile ters orantılıdır. Görsel 9.3' te bu kanunu daha kolay anlamak için "Ohm Kanunu" üçgeni görülmektedir.

I = U / R olur.

Görsel 9.3: Ohm kanunu üçgeni

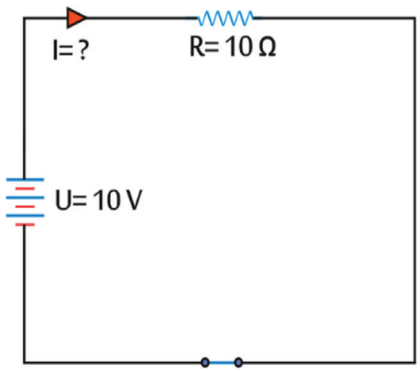
Örnek problem :

1) Görsel 9.4'te verilen elektrik devresinde devre gerilimi 10 V ve alıcının direnç değeri 10 Ω'dur. Direncin çekmiş olduğu akımı bulunuz.

Çözüm:

U = 10 V
R = 10 Ω
I =?

$$I = \frac{U}{R} \qquad I = \frac{10}{10} \qquad I = 1A$$

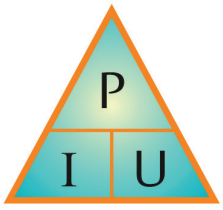


Görsel 9.4:

d. Güç Birimi (Watt)

Bir alıcının uçları arasındaki gerilim farkı 1 V ve içinden geçen akım şiddeti 1 A ise bu alıcının gücü 1 watt'tır. Elektrikli alıcıların çalışmaları sırasında harcanan enerji, **watt** (vat) birimi ile ifade edilir. Elektriksel güç, bize belli bir iş için ne kadar enerji sarfiyatı olduğu konusunda bilgi verir. Bir alıcının veya devrenin gücü, devrenin akım şiddetinin ve geriliminin bulunup çarpılmasıyla watt cinsinden elde edilir. Güç hesaplamamıza yardımcı olması için Görsel 9.5'teki güç üçgeni kullanılabilir. Şöyleki;

Gücü hesaplamak için parmak P üzerine koyulduğunda I ve U yan yana görülür. Böylece denklem, P = I × U olur.



Görsel 9.5: Güç üçgeni

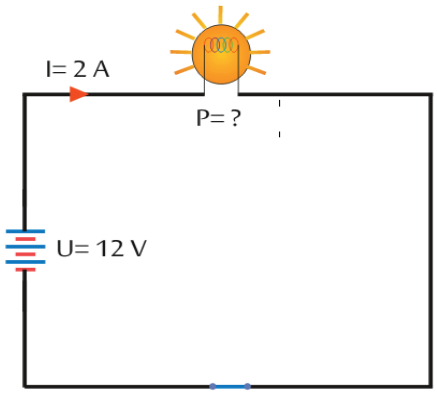
Örnek problem :

1) Görsel 9.6'da verilen elektrik devresinde devre gerilimi 12 V ve alıcının çekmiş olduğu akım 2A dir. Alıcının gücü kaç watt olur?

Çözüm:

U = 12 V
I = 2 A
P = ?

$$P = I \times U \qquad P = 2 \times 12 \qquad P = 24W$$



Görsel 9.6

2) Şehir şebeke geriliminin 220 V olduğu durumda saç kurutma makinesi 1100 V güç tüketmektedir. Makinenin çektiği akımı bulunuz.

Çözüm:

U = 220 V
P = 1100 W
I =?

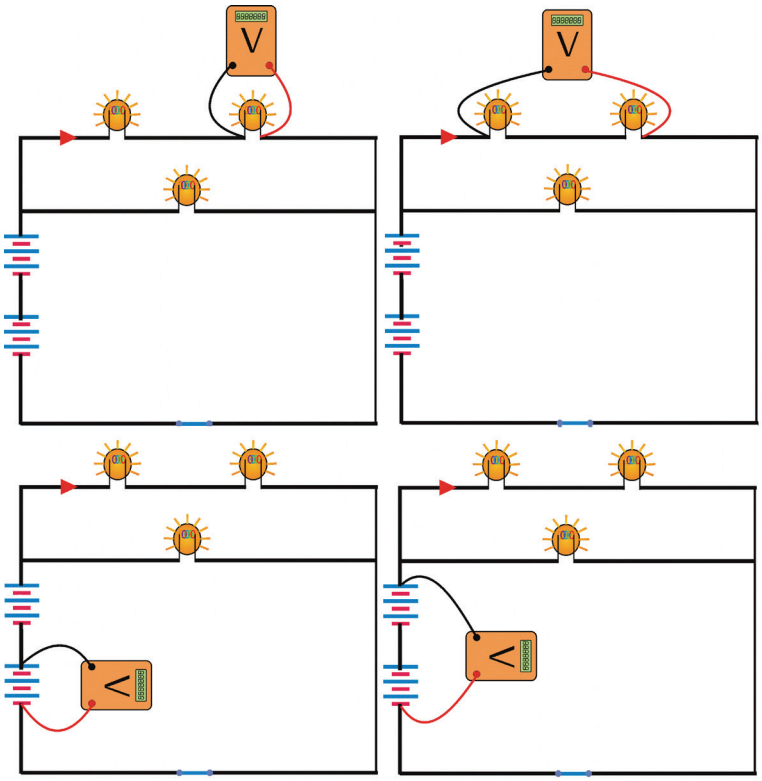
$$I = \frac{P}{U} \qquad I = \frac{1100}{220} = 5W$$

9.1.6. Elektrik Ölçü Aletleri

a. Voltmetre

Elektrikte gerilim (potansiyel fark) ölçen aletlere **voltmetre** denir. Voltmetre elektrik devrelerine **paralel** bağlanır. Voltmetreler analog (Görsel 9.7) ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır. Görsel 9.8'de voltmetrenin devreye bağlanış şekilleri görülmektedir.

Görsel 9.7: Analog voltmetre

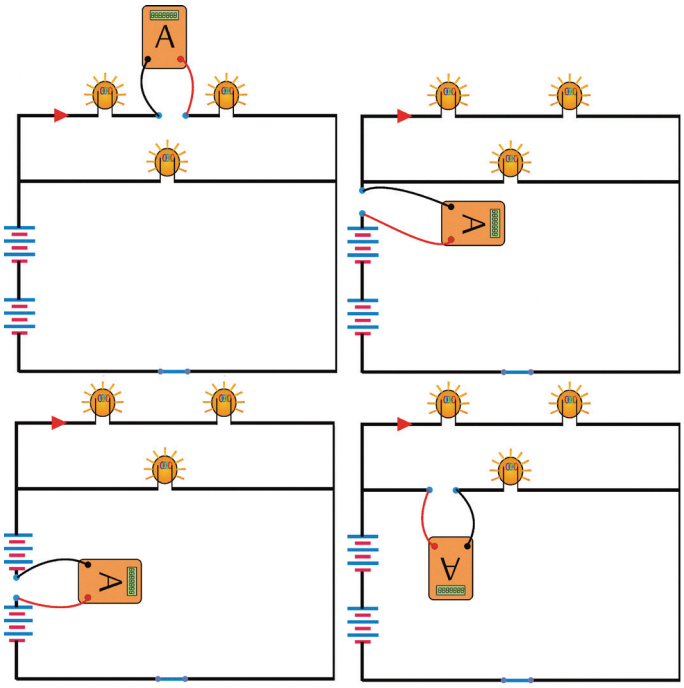


Görsel 9.8: Voltmetre bağlanış şekilleri

b. Ampermetre

Elektrik devresinden geçen akımı ölçen aletlere **ampermetre** denir. Akımın geçtiği yol kesilip araya seri olarak bağlanır. Ampermetre devreye yanlışlıkla paralel olarak bağlanacak olursa devre kısa devre olur. Araç üzerinde akım ölçerken genellikle kablo üstü ampermetre (pens ampermetre) kullanılır. Görsel 9.9'da analog bir ampermetre, Görsel 9.10'da ise bağlantı şekilleri görülmektedir.

Görsel 9.9: Analog ampermetre



Görsel 9.10: Ampermetrenin devreye bağlantı şekilleri

c. Ohmmetre

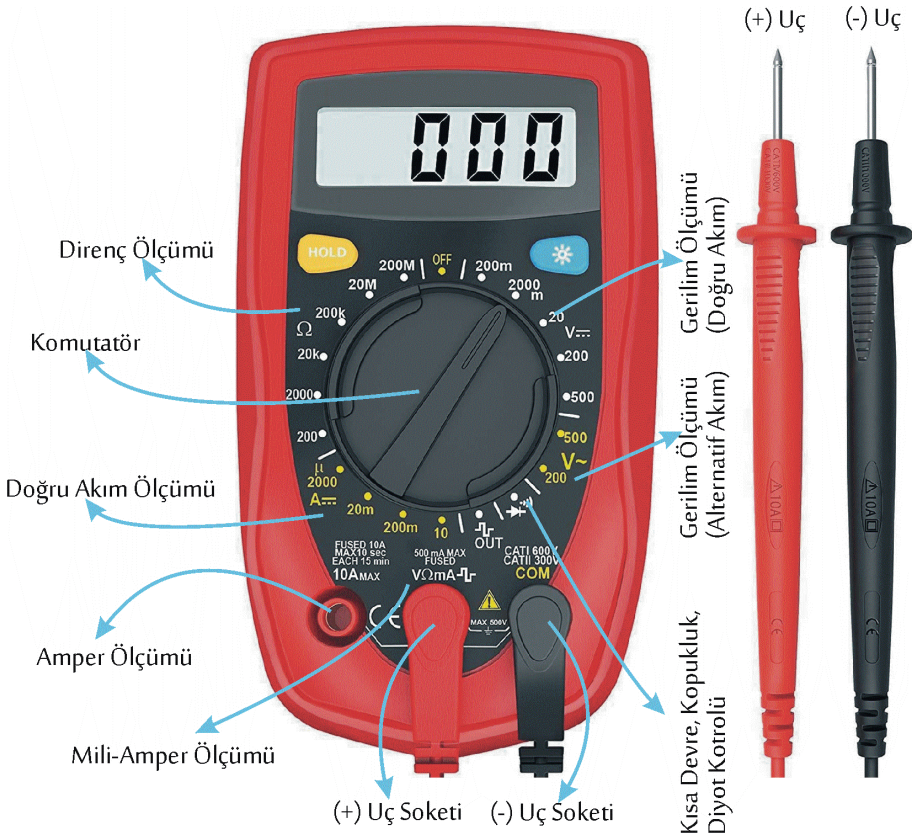
Devrelerde direnci ölçmeye yarayan ölçü aletine **ohmmetre** denir. Devrede direnç ölçümü yapılırken devrenin enerjisi kesilmelidir. Ohmmetrenin ölçüm uçları, ölçülecek olan direncin iki ucuna sıkıca temas ettirilir. Ölçüm sırasında ölçüm yapan kişinin direncin iki ucundan da tutması durumunda kendi vücut direnci de ölçülen direnç ile paralel bağlı olur. Bu durum hatalı ölçmeye sebep olabilir. Ohmmetreler aktif ölçü aletleridir. Ohmmetrenin içinde besleme için pil bulunur. Tek başına kullanılan ohmmetre yerine artık akım, gerilim ve direnç ölçen avometreler veya multimetre gibi tümleşik ölçü aletleri kullanılmaktadır.

ç. Avometre

Avometre; akım, gerilim, direnç ve kısa devre ölçebilen bir elektronik bir ölçü aletidir (Görsel 9.11). Avometre sözcüğü; ölçüm yapabildiği amper, volt ve ohm kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Analog veya dijital olarak imal edilirler. Avometrenin üzerindeki seçim anahtarı (komütatör) ile istenilen ölçme değeri (A, V, O) seçilip ölçme yapılır.

Avometrelerin geliştirilmiş şekline **multimetre** denir. Multimetreler; avometrelerden farklı olarak frekans, diyot, kondansatör kapasitesi, sıcaklık gibi değerleri de ölçebilirler. Avometre ile ölçüm yapmadan önce komütatör doğru konuma alınmalıdır.

Örneğin; 12 volt bir araç aküsünün voltajı ölçülecekse avometre komütatörü, doğru akım voltaj kısmına getirilerek en yakın üst değer olan 20 volt'a ayarlanmalıdır. Multimetre kullanırken pilin tükenmeye yakın olması ölçülen değerlerin yanlış olmasına sebep olabilir. Ayrıca ölçüm yaparken parmaklar ölçüm proplarına temas etmemelidir. Kopukluk kontrolü yaparken avometre kopukluk pozisyonuna alınır. Devrede herhangi bir açık yoksa veya kablo kopuk değilse avometre direnç değeri gösterir, hatta sesli uyarıverebilir. Ancak bir açıklık veya kopukluk varsa avometre tepki vermez bu duruma sonsuz direnç denir. Akım ölçerken ölçü aleti üzerindeki maksimum ölçebileceği akım değerleri dikkate alınmalı, ona göre + uç değiştirilmelidir. Araç tesisatlarında fazla akım geçtiği için manuel ölçü aletlerinin yerine kablo üstü (pens) ampermetrelerin kullanılması tavsiye edilir.



Görsel 9.11: Avometre

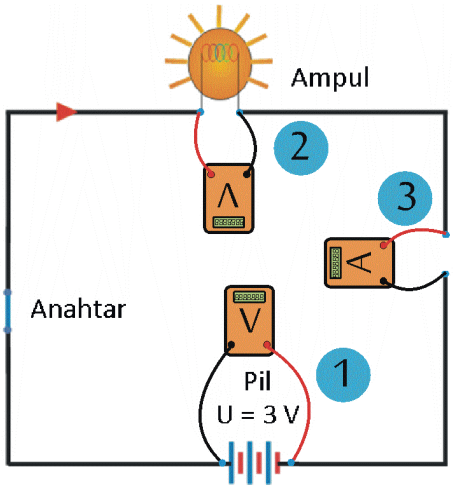
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. BASİT ELEKTRİK DEVRESİ VE ÖLÇMELER		

AMAÇ Basit elektrik devreleri kurarak akım ve gerilim ölçmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Pil	1,5 volt	2 adet
2- Pil Kutusu		1 adet
3- Maşalı kablo (krokodil)	Standart boy	4 adet
4- Ampul ve duy	2,5 Volt ampul	1 adet
5- Anahtar		
6- Avometre		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



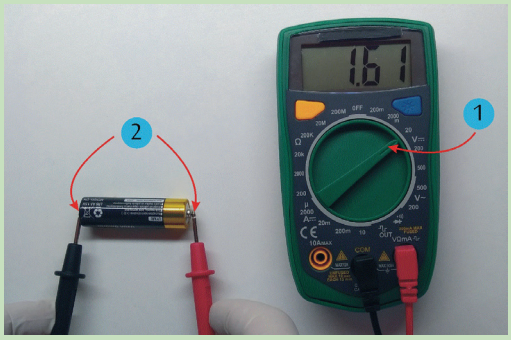
Görsel 9.12: Test seti

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanlarını aşağıda tarif edildiği gibi avometre ile ölçerek sağlamlık kontrollerini yapınız.

Pilin gerilim kontrolü:

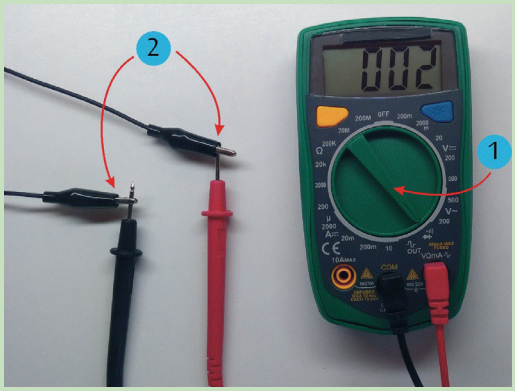
- Seçim anahtarını doğru akım, volt değerine en yakın üst değer pozisyonuna getiriniz
- Avometre uçlarını, Görsel 9.13'teki gibi pilin uygun kutuplarına temas ettiriniz. Değeri pil gerilimi ile karşılaştırınız.
- Ters temas ettiğinde okunan değer (-) görülür.



Görsel 9.13: Pilin sağlamlık kontrolü

Kablo sağlamlık kontrolü:

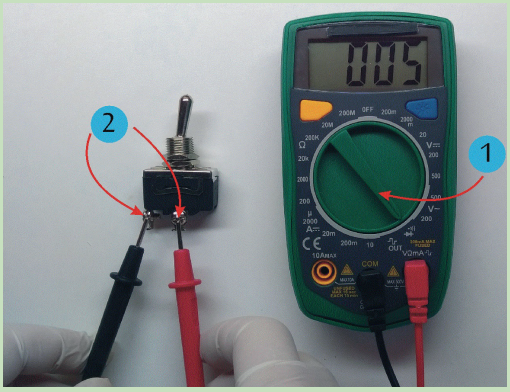
- Seçim anahtarını kopukluk pozisyonuna getiriniz.
- Avometre uçlarını Görsel 9.14'teki gibi kablo uçlarına temas ettiriniz.
- Sonsuz direnç görülüyorsa ölçü aleti tepkisizse kabloda kopukluk vardır.
- Eğer direnç değeri görülüyor hatta sesli ikaz da varsa kablo sağlamdır.



Görsel 9.14: Kablo sağlamlık kontrolü

Anahtar sağlamlık kontrolü:

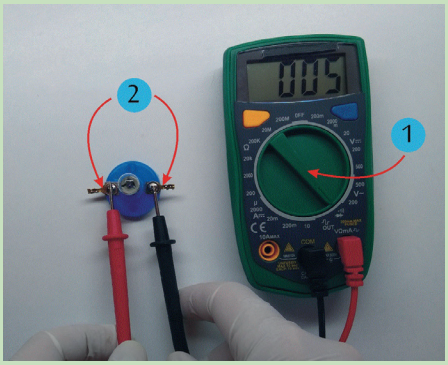
- Seçim anahtarını, kopukluk pozisyonuna getiriniz.
- Avometre uçlarını, Görsel 9.15'teki gibi anahtar uçlarına temas ettiriniz.
- Anahtarın bir pozisyonunda sonsuz direnç, diğer pozisyonunda direnç veya sesli ikaz varsa anahtar sağlamdır.



Görsel 9.15: Anahtar sağlamlık kontrolü

Duy ve ampul sağlamlık kontrolü:

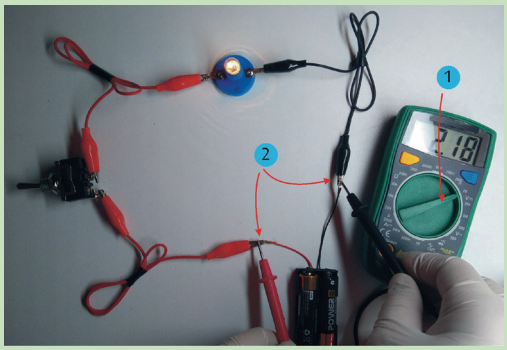
- Seçim anahtarını, kopukluk pozisyonuna getiriniz
- Avometre uçlarını, Görsel 9.16'daki gibi duy giriş ve çıkış uçlarına temas ettiriniz.
- Sonsuz direnç görülüyorsa ölçü aleti tepkisizse arıza vardır. Direnç değeri görülüyorsa hatta sesli ikaz varsa duy ve ampul sağlamdır.



Görsel 9.16: Duy ve ampul sağlamlık kontrolü

4) Devre elemanlarını şemaya göre maşalı kablolarla bağlayınız.
5) Devredeki üretecin gerilim değerini ölçünüz.

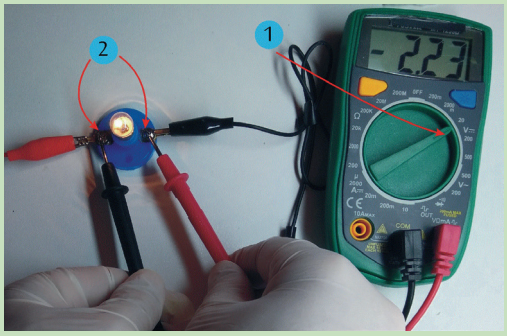
- Seçim anahtarını, DC volt ve pil değerine en yakın üst değer pozisyonuna getiriniz.
- Avometre uçlarını Görsel 9.17'de olduğu gibi pil çıkışına yakın bağlantı uçlarından kutuplara temas ettiriniz.
- Gerilim değerini okuyunuz.



Görsel 9.17: Üreteç gerilim değerini ölçme

6) Devredeki ampulün gerilim değerini ölçünüz.

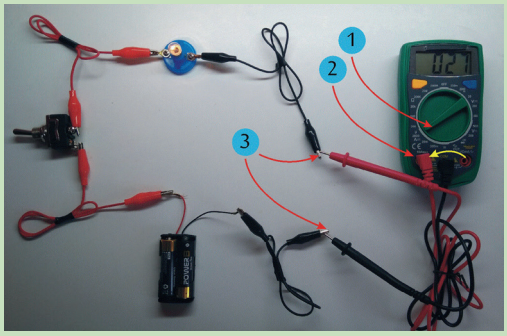
- Seçim anahtarını, DC volt ve devre gerilim değerine en yakın üst değer pozisyonuna getirilir.
- Avometre uçlarını Görsel 9.18'deki gibi ampul-duy giriş ve çıkış uçlarına temas ettiriniz.
- Gerilim değerini okuyunuz.



Görsel 9.18: Ampulün gerilim değerini ölçme

7) Ampulün çekmiş olduğu akım değerini ölçünüz.

- Seçim anahtarını DC akım değerine en yakın üst değer pozisyonuna getiriniz.
- (+) ucu 10 A'e kadar ölçebileceği diğer sokete takınız.
- Avometre uçlarını, Görsel 9.19'daki gibi ampul ile seri bağlantı oluşturacak şekilde tesisat arasına yerleştiriniz.



Görsel 9.19: Ampulün akım değerini ölçme

8. İşi biten devre elemanlarını özenli bir şekilde yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

Alınan değerlendirme

BİLEŞEN	SAĞLAM / SAĞLAM DEĞİL	GERİLİM DEĞERİ (V)	AKIM DEĞERİ (A)
ÜRETEÇ			
KABLOLAR			
AMPUL			

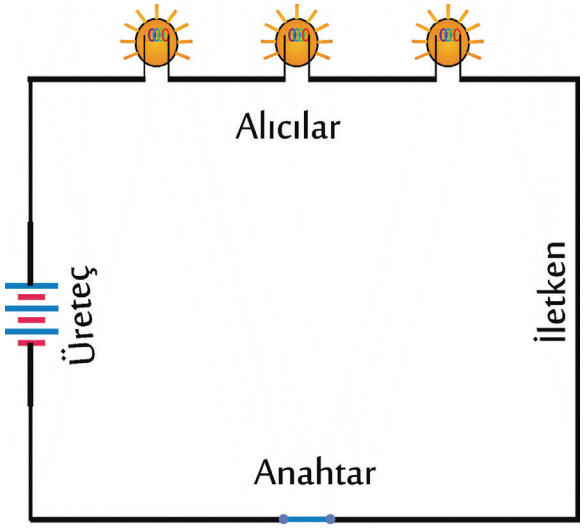
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	10	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	20	
5	Üreteç geriliminin doğru bir şekilde ölçülmesi	20	
6	Ampul geriliminin doğru bir şekilde ölçülmesi	10	
7	Ampulden geçen akımın doğru bir şekilde ölçülmesi	10	
8	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

9.2. SERİ VE PARALEL ELEKTRİK DEVRELERİ

9.2.1. Seri Devre

Birden fazla alıcı veya üretecin tek bir iletken üzerinde sıralanmasıyla oluşturulan devreye **seri devre** denir. Görsel 9.20'de görüldüğü gibi seri bağlı devrede akım, tüm devre elemanlarından geçerek devresini tamamlar. Devrenin herhangi bir yerinde bir kopma, kesilme olursa devreden akım geçmez. Seri bir elektrik devresinde devrenin toplam direnci, devrede bulunan alıcıların dirençlerinin toplamına eşittir.

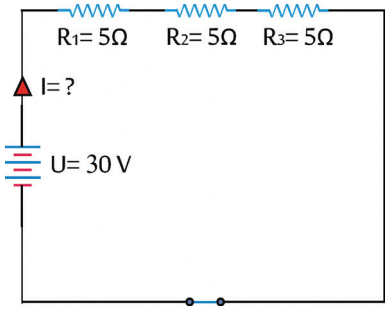
- Toplam direnç : $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$
- Akım şiddeti : $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = ... = I_n$
- Toplam gerilim : $U_T = U_1 + U_2 + U_3 + ... + U_n$



Görsel 9.20: Seri elektrik devresi

Örnek problemler :

1- Görsel 9.21'de görülen devrede dirençlerin çektiği akımı bulunuz.



Görsel 9.21

Çözüm :

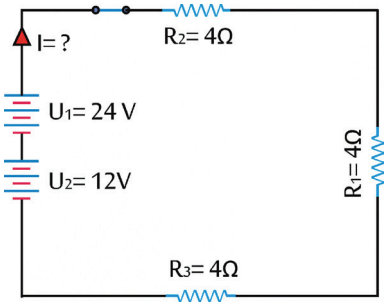
$R_T = R_1 + R_2 + R_3$

$R_T = 5 + 5 + 5$

$R_T = 15\Omega$

$I = \frac{U}{R_T}$ $I = \frac{30}{15}$ $I = 2A$

2- Görsel 9.22'de görülen devrede dirençlerin çektiği akımı bulunuz.



Görsel 9.22

Çözüm :

$R_T = R_1 + R_2 + R_3$

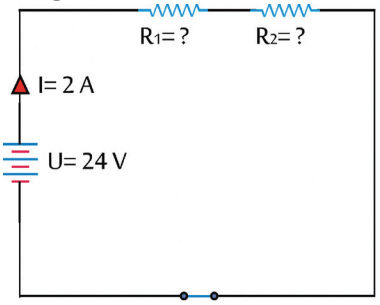
$R_T = 4 + 4 + 4$ $R_T = 12\Omega$

$U_T = U_1 + U_2$

$U_T = 24 + 12 = 36V$

$I = \frac{U_T}{R_T}$ $I = \frac{36}{12}$ $I = 3A$

3- Görsel 9.23'te görülen devrede devrede R_1 ve R_2 dirençleri birbirine eşittir. Değerlerini bulunuz.



Görsel 9.23

Çözüm :

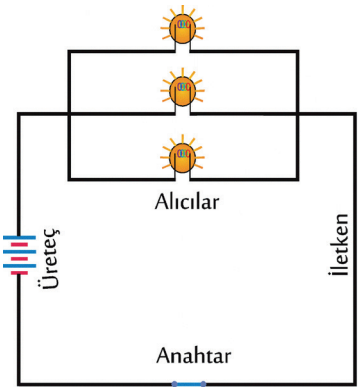
$R_T = \frac{U}{I}$ $R_T = \frac{24}{2}$ $R_T = 12\Omega$

İki eşit değerli direnç olduğuna göre

$R_1 = R_2 = 12/2 = 6\Omega$ olur

9.2.2. Paralel Devre

Akımın kollara ayrıldığı devrelere **paralel devreler** denir. Paralel devre oluştururken alıcı veya üreteçlerde aynı kutuplar birbirine bağlanır. Üreteçler paralel bağlanacaksa eşit gerilimli üreteçlerin seçilmesine dikkat edilir. Görsel 9.24'te görüldüğü gibi paralel devrede elektrik akımı kollara ayrılır ve her koldan kısmi bir akım geçer. Kollardaki akım şiddetleri ölçüldüğünde toplam akımın her bir koldan geçen akımların toplamına eşit olduğu görülür.

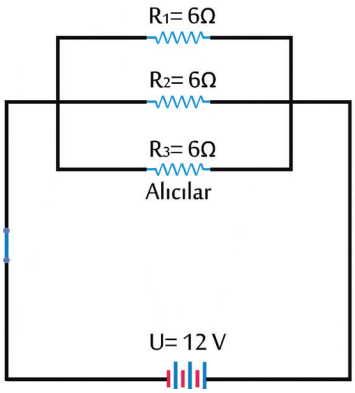


Görsel 9.24: Paralel elektrik devresi

- Toplam direnç : $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}$
- İki direnç var ise : $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$
- Toplam akım şiddeti : $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + ... + I_n$
- Toplam gerilim : $U_T = U_1 = U_2 = U_3 = ... = U_n$

Örnek problemler :

1) Görsel 9.25'te verilen devrede,
   a) Toplam direnci bulunuz. R_T = ?
   b) Devre akımını bulunuz. I=?
   c) R_1, R_2 ve R_3 dirençlerinden geçen akımı bulunuz.



Görsel 9.25

Çözüm :

a) $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}$

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}$

bu işlemi ters çevirirsek

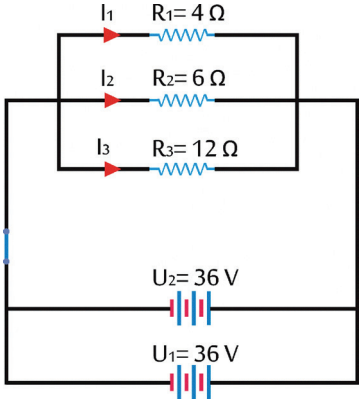
$R_T = 2\Omega$

b) $I = \frac{U}{R_T}$ $I = \frac{12}{6}$

$I = 6$ A

c) R_1, R_2 ve R_3 dirençleri eşit değerde olduğu için her bir direnç üzerinden geçen akım 3'e bölünür. Her bir direnç 2 A akım çeker.

2) Görsel 9.26'da verilen devrede,
   a) Toplam direnci bulunuz. R_T = ?
   b) Devre voltajını ve akımını bulunuz. U=? I=?
   c) R_1, R_2 ve R_3 dirençlerinin çektiği I_1, I_2 ve I_3 akımlarını bulunuz.



Görsel 9.26

Çözüm :

a) $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ formülü uygulanırsa

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$ paydalar 12'de eşitlenir.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3+2+1}{12}$$

$\frac{1}{R_T} = \frac{6}{12}$ bu işlem ters çevrilirse

$R_T = 2\Omega$ bulunur.

b) Paralel devre özelliklerinde birbirine paralel bağlanan aynı değerdeki üreteçlerin toplam gerilimi $U_T = U_1 = U_2$ idi. Bu durumda $U_T = 36$ V olur.

$I_T = \frac{U_T}{R_T}$ $I_T = \frac{36}{2}$

$I_T = 18$ A

c) Toplam 18 amperlik akım paralel devre kolları arasında direnç değerlerine göre paylaşılacaktır. Bu konuda yine ohm yasasından faydalanılır.

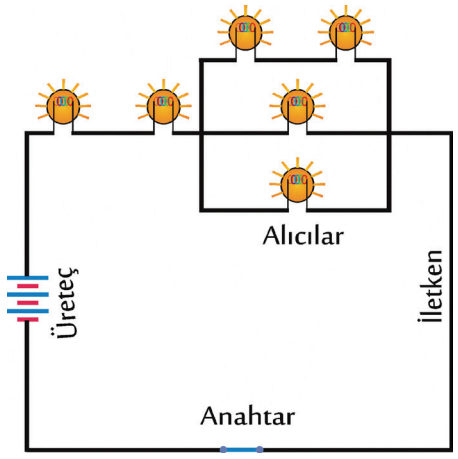
$I_1 = \frac{U_T}{R_1}$ $I_1 = \frac{36}{4}$ $I_1 = 9$ A

$I_2 = \frac{U_T}{R_2}$ $I_2 = \frac{36}{6}$ $I_2 = 6$ A

$I_3 = \frac{U_T}{R_3}$ $I_3 = \frac{36}{12}$ $I_3 = 3$ A

9.2.3. Karışık Devre

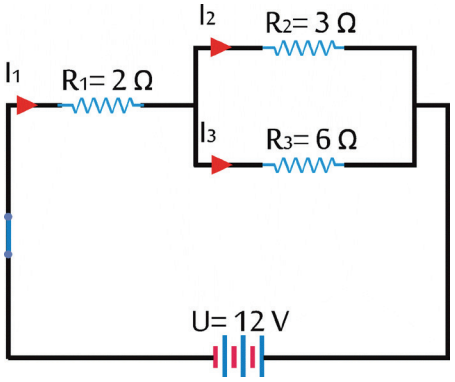
Bir elektrik devresi, seri ve paralel devre özelliklerinin her ikisine de sahipse bu tür devreler **karışık devre** olarak adlandırılır. Karışık devrelerin hesaplarında önce paralel devrede bulunan dirençlerin eş değerleri hesaplanır. Sonra seri devre çözümleri yapılır.



Görsel 9.27: Karışık elektrik devresi

Örnek problem :

1) Görsel 9.28'de verilen devrede,
   a) Toplam direnci bulunuz. R_T = ?
   b) Dirençlerin üzerindeki voltajı bulunuz. U_1, U_2 ve U_3 =?
   c) R_1, R_2 ve R_3 dirençleri üzerinden geçen I_1, I_2 ve I_3 akımlarını bulunuz.



Görsel 9.28

Çözüm :

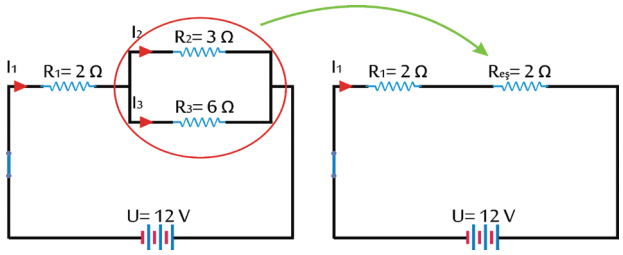
a) Öncelikle devrede paralel pozisyonda olan R_2 ve R_3 dirençlerinin eş değerlerini bulmakla işleme başlanır. İki dirençli paralel devrelerde eş direnç;

$$R_{eş} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} \qquad R_{eş} = \frac{3 \times 6}{3 + 6}$$

$$R_{eş} = 2\Omega$$

$R_T = R_1 + R_{eş}$ $\qquad R_T = 2 + 2 = 4\Omega$

bulunur.



Görsel 9.29

b) I_1 toplam çekilen akım olduğu için

$I_1 = \frac{U}{R_T}$ $\qquad I_1 = \frac{12}{4}$ $\qquad I_1 = 3A$

R_1 üzerindeki gerilim

$U_1 = I_1 \times R_1$ $\qquad 3 \times 2 = 6$ V

R_2 ve R_3 üzerindeki gerilim

$U_{2\text{-}3} = I_1 \times R_{eş}$ $\qquad 3 \times 2 = 6$ V

c) Toplam çekilen akım I_1, I_2 ve I_3 kollarına ayrılacaktır. Yine burada ohm yasası uygulanır.

$I_2 = \frac{U_{2\text{-}3}}{R_2}$ $\qquad I_2 = \frac{6}{3}$ $\qquad I_2 = 2$ A

$I_3 = \frac{U_{2\text{-}3}}{R_3}$ $\qquad I_3 = \frac{6}{6}$ $\qquad I_3 = 1$ A

$I_1 = I_2 + I_3$ $\qquad I_1 = 2 + 1$ $\qquad I_1 = 3$ A

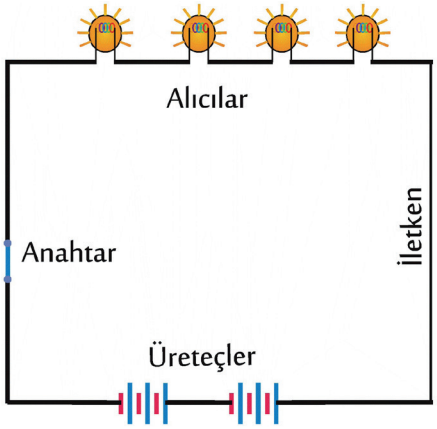
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. SERİ ELEKTRİK DEVRESİ		

AMAÇ Seri elektrik devrelerinde akım, gerilim ilişkilerini açıklamak ve gerekli hesaplamaları yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Pil	1,5 V	4 adet
2- Pil kutusu		2 adet
3- Maşalı kablo	Standart boy	8 adet
4- Ampul ve duy	2,5 V	4 adet
5- Anahtar		
6- Avometre		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 9.30

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Görsel 9.30'daki devreyi kurunuz.
5) Devreye enerji veriniz.
6) Devrenin çalışmasını kontrol ediniz.
7) Anahtar kapalı, devre çalışırken her bir üretecin gerilimini ölçünüz.
8) Anahtar kapalı, devre çalışırken her bir ampulün gerilimini ölçünüz.
9) Devrenin akımını uçlarını açıp araya ampermetre bağlayarak bir noktadan ölçünüz.
10) Ölçülen değerleri not ediniz.
11) Devre toplam direncini ve her bir ampulün direncini hesaplayınız.
12) Deney bitiminde kullanılan araç ve gereçleri özenle yerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

BİLEŞEN	SAĞLAM / SAĞLAM DEĞİL	GERİLİM DEĞERİ (V)	AKIM DEĞERİ (A)
ÜRETEÇ 1 (pil kutusu)			
ÜRETEÇ 2 (pil kutusu)			
KABLOLAR			
AMPUL 1			
AMPUL 2			
AMPUL 3			
AMPUL 4			
DEVRE AKIMI			

ÜRETEÇ TOPLAM GERİLİMİ	V
TOPLAM DİRENÇ	Ohm
AMPUL 1'İN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 2'NİN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 3'ÜN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 4'ÜN DİRENCİ	Ohm
TOPLAM DEVRE GÜCÜ	Watt

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	10	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	15	
5	Üreteç geriliminin doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
6	Ampul gerilimlerinin doğru bir şekilde ölçülmesi	10	
7	Devre akımının doğru bir şekilde ölçülmesi	10	
8	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	10	
9	Hesaplamaların doğru bir şekilde yapılması	10	
	TOPLAM	100	

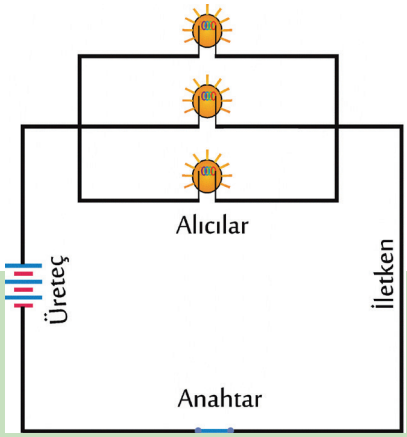
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. PARALEL ELEKTRİK DEVRESİ		

AMAÇ Paralel elektrik devrelerinde akım, gerilim ilişkilerini açıklamak ve gerekli hesaplamaları yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Pil	1,5 V	2 adet
2- Pil kutusu		1 adet
3- Maşalı kablo	Standart boy	8 adet
4- Ampul ve duy	2,5 V	3 adet
5- Anahtar		
6- Avometre		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 9.31

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Görsel 9.31'deki devreyi kurunuz ve anahtarı kapatarak devreye enerji veriniz.
5) Devrenin çalışmasını kontrol ediniz.
6) Anahtar kapalı, devre çalışırken toplam üreteç gerilimini ölçünüz.
7) Anahtar kapalı, devre çalışırken her bir kolun akımını ölçünüz.
8) Devrenin akımını ölçünüz.
9) Ölçülen değerleri not ediniz.
10) Gerekli hesaplamaları yapınız.
11) Deney bitiminde kullanılan araç ve gereçleri özenle yerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

BİLEŞEN	SAĞLAM / SAĞLAM DEĞİL	GERİLİM DEĞERİ (V)	AKIM DEĞERİ (A)
ÜRETEÇ 1			
KABLOLAR			
AMPUL 1 (1. KOL)			
AMPUL 2 (2. KOL)			
AMPUL 3 (3. KOL)			
DEVRE AKIMI			

ÜRETEÇ TOPLAM GERİLİMİ	V
TOPLAM DİRENÇ	Ohm
AMPUL 1'İN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 2'NİN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 3'ÜN DİRENCİ	Ohm
TOPLAM DEVRE GÜCÜ	Watt

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	10	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	15	
5	Üreteç geriliminin doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
6	Ampul (Kol) akımlarının doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
7	Devre akımının doğru bir şekilde ölçülmesi	5	
8	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	10	
9	Hesaplamaların doğru bir şekilde yapılması	10	
	TOPLAM	100	

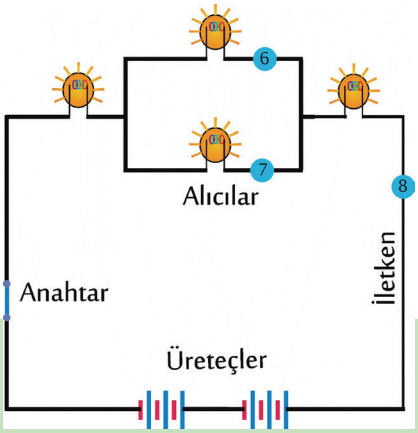
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. KARIŞIK BAĞLI ELEKTRİK DEVRESİ		

AMAÇ Karışık bağlı elektrik devrelerinde akım, gerilim ilişkilerini açıklamak ve gerekli hesaplamaları yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Pil	1,5 V	4 adet
2- Pil kutusu		2 adet
3- Maşalı kablo	Standart boy	8 adet
4- Ampul ve duy	2,5 V	4 adet
5- Anahtar		
6- Avometre		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 9.32

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanlarının sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Görsel 9.32'deki devreyi kurunuz ve anahtarı kapatarak devreye enerji veriniz.
5) Devrenin çalışmasını kontrol ediniz.
6) Anahtar kapalı, devre çalışırken toplam üreteç gerilimini ölçünüz.
7) Anahtar kapalı, devre çalışırken her bir kolun akımını ölçünüz.
8) Anahtar kapalı, devre çalışırken paralel kolun ve ampullerin gerilimlerini ölçünüz.
9) Devrenin akımını ölçünüz.
10) Ölçülen değerleri not ediniz.
11) Gerekli hesaplamaları yapınız.
12) Deney bitiminde kullanılan araç ve gereçleri özenle yerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

BİLEŞEN	SAĞLAM / SAĞLAM DEĞİL	GERİLİM DEĞERİ (V)	AKIM DEĞERİ (A)
ÜRETEÇ 1 (pil kutusu)			
ÜRETEÇ 2 (pil kutusu)			
KABLOLAR			
AMPUL 1			
AMPUL 4			
AMPUL 2 (1. KOL)			
AMPUL 3 (2. KOL)			
DEVRE AKIMI			

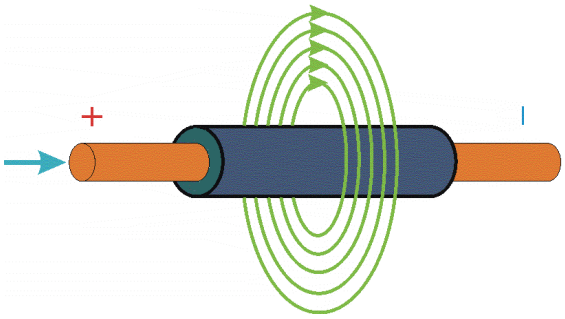
ÜRETEÇ TOPLAM GERİLİMİ	V
TOPLAM DİRENÇ	Ohm
AMPUL 1'İN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 2'NİN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 3'ÜN DİRENCİ	Ohm
AMPUL 4'ÜN DİRENCİ	Ohm
TOPLAM DEVRE GÜCÜ	Watt

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	10	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	15	
5	Seri bileşenlerin gerilimlerinin doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
6	Kol akımlarının doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
7	Devre akımının doğru bir şekilde ölçülmesi	5	
8	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	10	
9	Hesaplamaların doğru bir şekilde yapılması	10	
	TOPLAM	100	

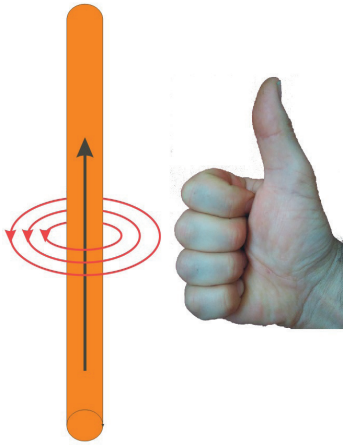
9.3. ELEKTRİĞİN MANYETİK VE KİMYASAL ETKİSİ

9.3.1. Elektriğin Manyetik Etkisi

Üzerinden akım geçirilen bir iletkenin çevresinde de Görsel 9.33'te görüldüğü gibi manyetik alan oluşur. Bu manyetik kuvvet çizgileri, akım geçen iletkene dik bir düzlem içindedir. Meydana gelen kuvvet hatları mıknatıstan farklıdır. Üzerinden akım geçirilen iletkendeki manyetik hatların girip çıkacağı kutuplar yoktur. İletkenden geçirilen akım arttıkça meydana gelen elektromanyetik alan kuvvetlenir. Kuvvetin yönünü bulmak için sağ el kuralı uygulanır. Sağ el kuralına göre üzerinden elektrik akımı geçen iletkeni baş parmağımız akım geçiş yönünü gösterecek şekilde sağ avucumuz içine aldığımızda diğer dört parmağımız manyetik alan kuvvet hatlarının yönünü gösterir (Görsel 9.34).



Görsel 9.33: İletken çevresinde manyetik alan çizgileri



Görsel 9.34: Sağ el kuralı

9.3.2. Elektriğin Kimyasal Etkisi

Elektrolitik bir sıvı içine iki elektrot metal koyup üzerinden akım geçirdiğimizde elektrotlar ve besleme kaynağı arasında kapalı bir elektrik devresi kurulur. Elektrotlar ile elektrolit arasında elektron alışverişi olur.Bu etkiden yararlanarak metallerin kaplanması işlemi yapılır. Uygun bir elektrolit içine uygun elektrotlar yerleşirdiğimizde ise iki elektrot arasında bir gerilim oluştuğunu görürüz. Bu etkiden yararlanarak da pil ve aküler yapılmıştır.

ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. ELEKTRİĞİN MANYETİK ETKİSİ		

AMAÇ "Elektriğin manyetik etkisi" deneyini yaparak elektriğin manyetik etkisini ispatlamak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Akü	12 volt	1 adet
2- Metal çubuk	Üzerine tel sarılacak	1 adet
3- Maşalı kablo	Akü için	2 adet
4- İletken	Yalıtılmış	1 metre
5- Küçük çivi		7-8 adet

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler

Görsel 9.35

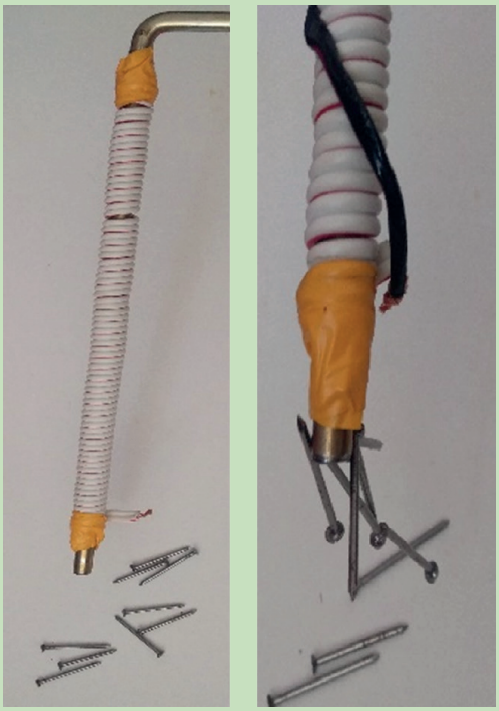
3. İşlem Basamakları

1) Gerekli iş güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Tüm araç ve gereçleri yandaki görselde-ki gibi hazırlayınız.

Görsel 9.36: Elektriğin manyetik etkisi deneyi araç ve gereçleri

3) Metal çubuk üzerine izoleli kablo sarınız
4) Kablo uçlarına akım veriniz (En fazla 2 sn).
5) Metal çubuğu küçük çivilere yaklaştırınız.
6) Manyetik alanın mıknatıs etkisini görünüz.



Görsel 9.37: Elektriğin manyetik etkisi

7) Sonucu yorumlayınız.

8) İşi biten araç gereci yerine tertipli bir şekilde yerleştiriniz.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	15	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	15	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	20	
5	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	20	
6	Sonucun doğru bir şekilde yorumlanması	20	
	TOPLAM	100	

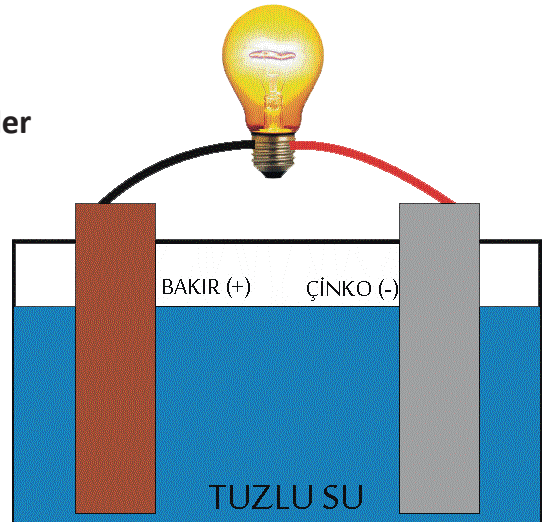
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRİK İŞLEMLERİ	Süre 3 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. ELEKTRİĞİN KİMYASAL ETKİSİ		

AMAÇ "Elektriğin kimyasal etkisi" deneyini yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Elektrot	Bakır	1 adet
2- Çinko metal	Çinko	1 adet
3- Maşalı kablo		2 adet
4- Ampul ve duy	2,5 V	4 adet
5- Avometre		1 adet
6- Tuzlu su ve kap		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 9.38: Kimyasal yolla elektrik elde etme

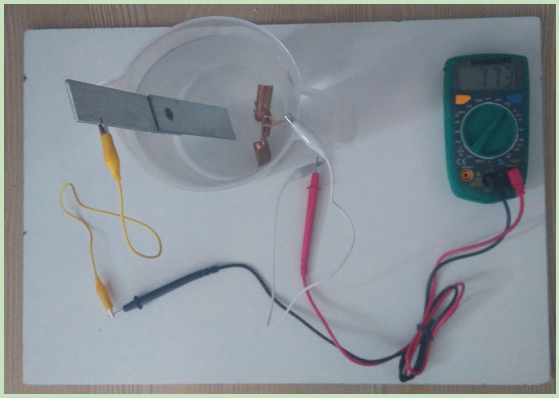
3. İşlem Basamakları

1) Gerekli iş güvenliği tedbirlerini alınız.

2) Tüm araç ve gereçleri görsel 9.39'daki gibi hazırlayınız.

Görsel 9.39: Kimyasal yolla elektrik elde etme deneyi malzemeleri

3) Metaller birbirine temas etmeyecek şekilde çözeltiye daldırınız.
4) Maşalı kabloları metallerin uç kısmına tutturunuz.
5) Avometre ile mili volt pozisyonunda gerilim ölçünüz.

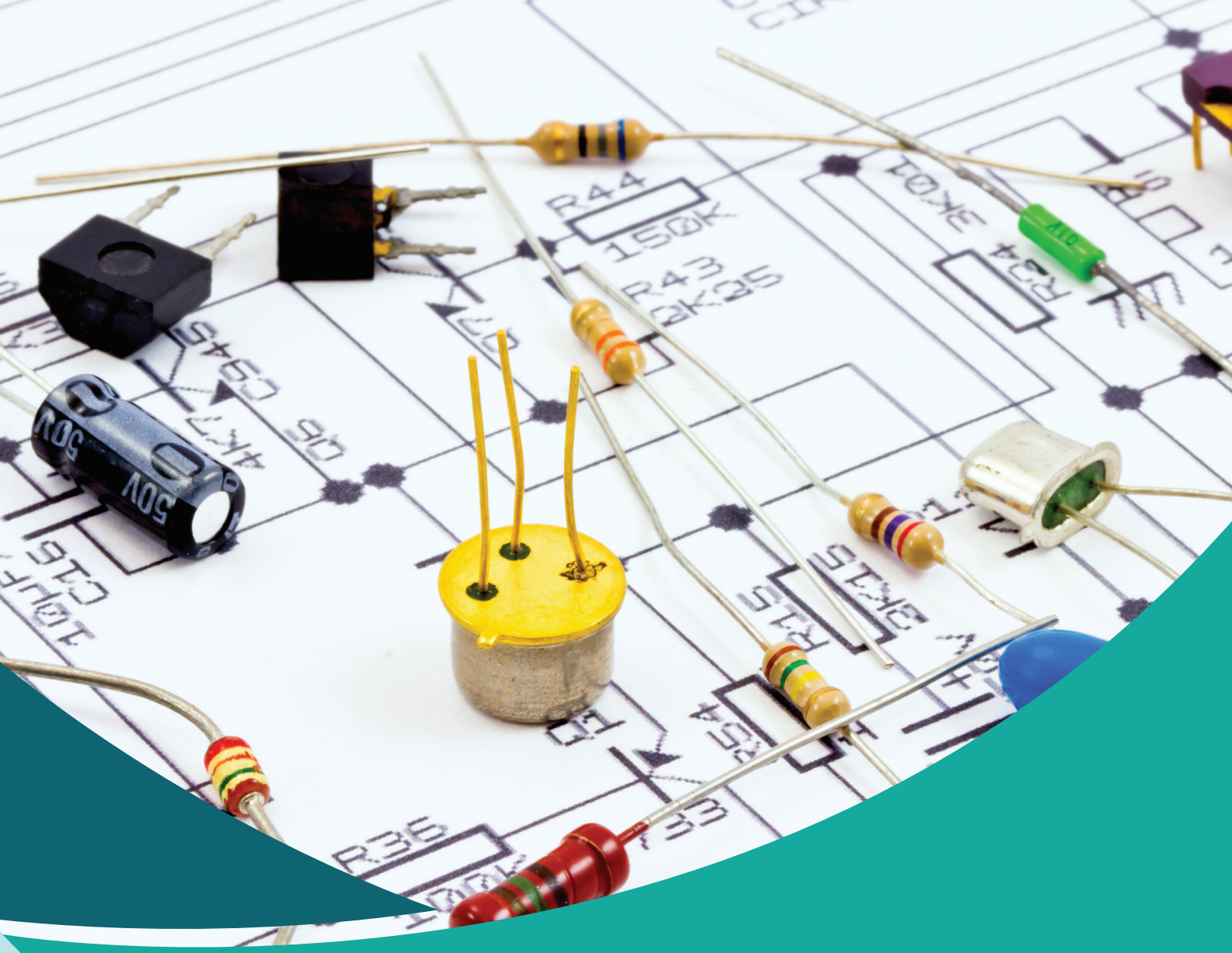


Görsel 9.40: Kimyasal yolla elde edilen elektriğin ölçümü

6) Sonucu yorumlayınız.
7) İşi biten araç ve gereci yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	15	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının sağlamlığının doğru şekilde kontrol edilmesi	15	
4	Devrenin doğru bir şekilde kurulması ve devrenin çalıştırılması	20	
5	Düzen ve tasarruf tedbirlerine dikkat edilerek çalışılması	20	
6	Sonucun doğru bir şekilde yorumlanması	20	
	TOPLAM	100	



10. ÖĞRENME BİRİMİ

ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ

1 Elektronik Devre Elemanlarının Kontrolü

2 Çeşitli Elektronik Devrelerin Yapımı

10.1. ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARININ KONTROLÜ

10.1.1. Diyotlar

Diyot tek yöne elektrik akımını ileten, yarı iletken maddelerden yapılmış iki uçlu bir devre elemanıdır. P ve N olmak üzere iki kutbu vardır. P kutbuna "anot", N kutbuna da "katot" denir. Anoda artı, katoda eksi uçlar bağlanarak gerilim verilirse diyot **doğru polarize** olur ve akım akmaya başlar. Ters yönde bağlanırsa (yani anoda eksi ,katota artı) o zaman bir akım geçişi olmaz. Buna **ters polarizasyon** denir.

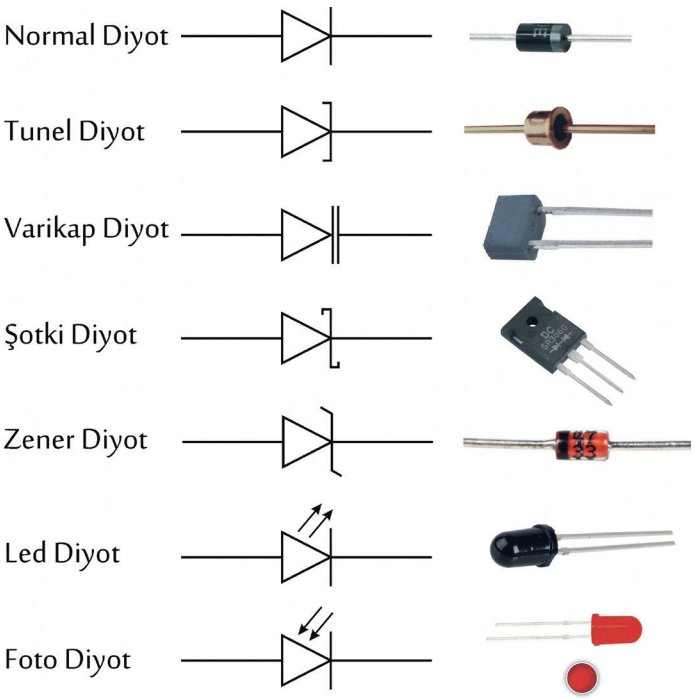
Diyot çeşitleri ve gösterim sembolleri Görsel 10.1'de gösterilmiştir.

Genellikle diyotlar alternatif akımı doğru akıma dönüştürmek için kullanılır.

Diyodun Sağlamlık Kontrolü

Diyotların işlevselliği avometre veya seri lamba ile kontrol edilebilir. Avometre ile kontrol edilirken;

- Avometrenin seçim anahtarı (komütatör) diyot kademesine alınır.
- Kırmızı uç, diyotun anot ucuna; siyah uç diyotun katot ucuna temas ettirilir.
- Ekranda direnç değeri görülürse uçların yeri değiştirilir. Ekranda sonsuz direnç değeri görülürse diyot sağlamdır.
- Bozuk bir diyot 2 yönde de iletime geçer, iki yönde de direnç değeri gösterir ve avometre iki yönde de sesli uyarı verebilir.



Görsel 10.1: Diyot çeşitleri ve sembolleri

Diyot kontrolerine dair aşağıdaki tablo incelenebilir.

Tablo 10.1: Diyot Sağlamlık Kontrolü

	İŞLEM	ÖLÇÜLEN (Ω)	SONUÇ
Diyot		R	Sağlam
Ölçü Aleti	(+) (-)		
Diyot		∞	Sağlam
Ölçü Aleti	(-) (+)		
Diyot		0 veya ∞	Kısa devre (arızalı)
Ölçü Aleti	(+) (-)		
Diyot		0 veya ∞	Açık devre (arızalı)
Ölçü Aleti	(-) (+)		

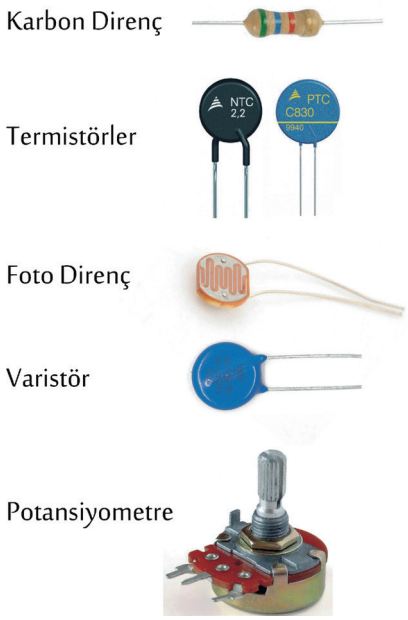
10.1.2. Dirençler

Direnç; terim olarak elektrik akımına karşı gösterilen zorluktur, birimi ohm (Ω)'dur. Elektronik devre elemanı olarak dirençler, devreden geçen akımı istenilen düzeyde sınırlayarak onu belli değerde tutarlar. Dirençlerin sınırlama değerlerine **omik değer** denir. Elektrik veya elektronik devrelerinde 0.01 Ω'dan birkaç mega ohma kadar dirençler kullanılabilmektedir. Direnç çeşitleri Görsel 10.2'de verilmiştir.

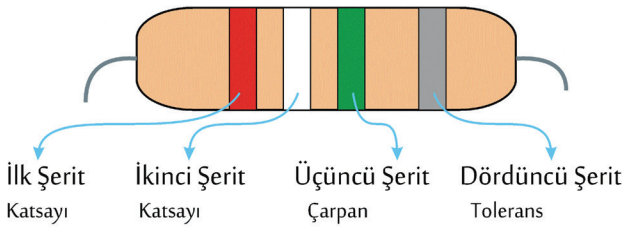
1 kilo ohm (1 kΩ) = 1000 Ω

1 mega ohm (1 MΩ) = 1000 kΩ = 1.000.000 Ω

Omik değerlerini tanımlamak için iki yol vardır. Dirençlerin omik değerleri ya üzerinde doğrudan rakamla



Görsel 10.2: Direnç çeşitleri



Görsel 10.3: Direnç renk şeritleri

yazılır ya da renk kodları ile belirtilir. Dirençlerin üzerinde genellikle 4 tane renk şeridi bulunur. Görsel 10.3'te gösterildiği gibi bu şeritlerden soldan üç tanesi direncin omik değerini, en sağdaki şerit ise direncin toleransını verir. Renklerin temsil ettiği rakamlar Tablo 10.2'de gösterilmiştir.

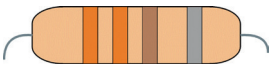
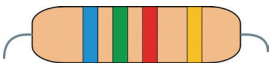
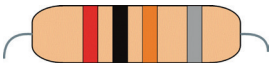
Tablo 10.2: Direnç renklerinin temsil ettiği rakamlar

RENK KODLARI										TOLERANS		
Siyah	Kahve	Kırmızı	Turuncu	Sarı	Yeşil	Mavi	Mor	Gri	Beyaz	Altın	Gümüş	Renksiz
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%5	%10	0

Örnekler :

Tablo 10.3'te 4 renk şeridi olan, Tablo 10.4'te 5 şeritli direnç hesaplamalarına ilişkin örnekler görülmektedir.

Tablo 10.3: Direnç Renklerinin Temsil Ettiği Rakamlar

Direnç	1. renk katsayı	2. renk katsayı	3. renk çarpan	4. renk tolerans	Sonuç
	Turuncu	Turuncu	Kahverengi	Gümüş	330Ω %10 tolereans
	3	3	1	%10	
	Mor	Siyah	Siyah	Altın	70Ω %5 tolereans
	7	0	0	%5	
	Mavi	Yeşil	Kırmızı	Altın	6500Ω %5 tolereans
	6	5	2	%5	
	Kırmızı	Siyah	Turuncu	Gümüş	20kΩ %10 tolereans
	2	0	3	%10	

Tablo 10.4: Şeritli Direnç Örneği

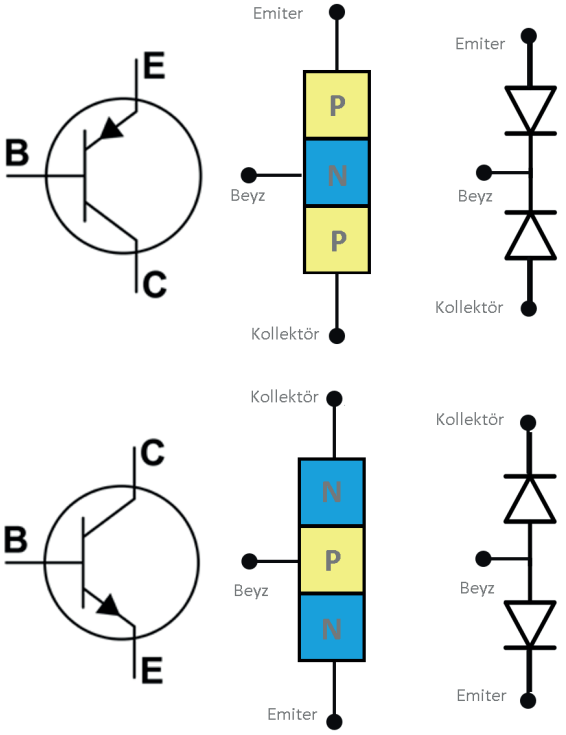
Direnç	1. renk katsayı	2. renk katsayı	3. renk katsayı	4. renk çarpan	5. renk tolerans	Sonuç
	Kahverengi	Kırmızı	Siyah	Turuncu	Gümüş	220kΩ %10 tolerans
	2	2	0	3	%10	

Direnç kontrolü avometre ile yapılır. Avometre komütatörü direnç pozisyonuna getirilir. Uçlar direnç uçlarına temas ettirilir. Kablo uçları + veya – olması önemsenmez. Ölçü aleti ile okunan değer, renk kodları sayısal değerleri ile karşılaştırılır.

10.1.3. Transistörler

Girişine uygulanan düşük seviye elektrik sinyallerini yükselterek akımdan ve gerilimden kazanç sağlayan, ihtiyaç halinde anahtarlama elemanı olarak da kullanılabilen yarı iletken bir devre elemanıdır. Transistörlerin tipleri ve ayaklarına ilişkin bilgiler Görsel 10.4'te verilmiştir.

- Transistörün yapımında kullanılan maddelere göre **PNP** ve **NPN** türünde iki temel türü vardır. Transistörlerde 3 adet uç vardır; emiter (E), beyz (B), kollektör (C). Kollektör ile emiter arasında akımın iletime geçmesi beyz ucuna uygulanan gerilime bağlıdır. Yani beyz ucu gerilim ile tetikleme yaptığında emiter ve kollektör arasında iletim başlar. Transistör malzemesi germanyum ise B ucuna uygulanan gerilim V_{EB} = 0,2 voltu aşınca silisyum ise B ucuna uygulanan gerilim V_{EB}= 0,6- 0,7 voltu aşınca C ve E arası iletken olur.
- NPN tipi transistörlerin B ucuna artı (+) uygulandığında iletimin olabilmesi için C'ye artı (+) ve E'ye eksi (-) uygulanır.



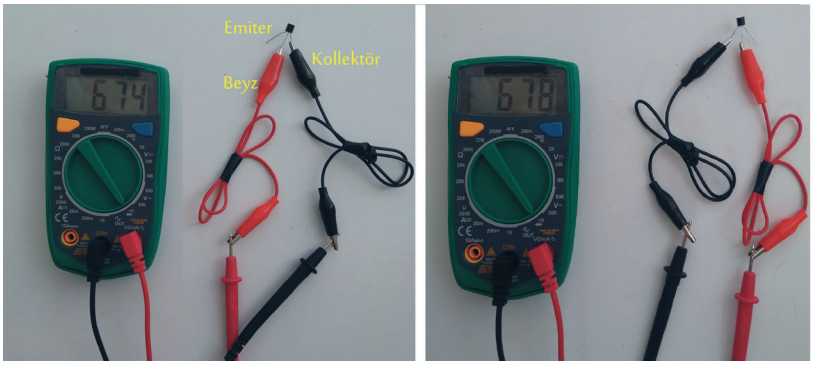
Görsel 10.4: Transistör tipleri ve ayakları

- PNP transistörler de B ucuna eksi (-) uygulanınca E'den C'ye akım geçişi olur. Bu sırada E'ye artı (+) ve C'ye eksi (-) verilir.
- Transistörün doğru çalışabilmesi ya da iletime geçebilmesi için doğru yönde (polarma) gerilim uygulanması gerekir. Bunun için transistorün emiter ve beyzi doğru kolektörü ise ters polarma yapılmalıdır.

Transistör Ayaklarının Tespiti

Transistörün ayakları şu şekilde tespit edilir (Görsel 10.5):

1) Avometre diyot ölçme konumuna alınır.
2) Avometre uçlarından biri, transistörün 3 ayağından herhangi birine (genelde orta uç) sabit tutulur ve diğer uç iki ayağa da birer birer temas ettirilir.
3) Diğer iki ayağın da avometrede değer göstermesi gerekir. Sadece birinde değer görünürse avometre uçları yer değiştirilir. İki ayakta değer gösterene kadar deneme yapılır.
4) Her iki ayakta değer gösterirse en küçük değer gösteren ayaklar ele alınır. Bu durumda sabit tutulan ayak beyz, küçük değer gösteren kollektör, boşta kalan ayak ise emiterdir.
5) Beyz ayağı avometrenin + ucu ile temas etmişse NPN, - ucuyla temas etmişse PNP tipi transistördür.



Görsel 10.5: Transistör ayaklarının tespit edilmesi

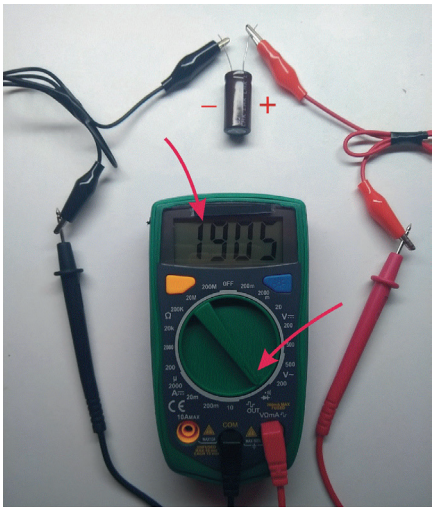
10.1.4. Kondansatörler

İki iletken levha arasına di-elektrik adı verilen bir yalıtkan madde konulmasıyla elde edilen ve elektrik enerjisini depo edebilen devre elemanına **kondansatör** denir. C harfi ile gösterilir ve birimi farad (F)dır. Farad, çok büyük bir birim olduğu için uygulamada faradın askatları olan mikro farad (µF), nano farad (nF) ve piko farad (pF) kullanılır. " ⊣⊢ " sembolü ile gösterilir.

1 farad = 1.000.000 µF = 10^6 µF = 10^9 nF= 10^{12} pF

Kondansatörün Sağlamlık Kontrolü

- Kondansatörün boş olduğundan emin olunmalıdır. Bunun için kondansatör uçları birbirine temas ettirilerek kısa devre yapılıp kondansatör deşarj edilir.
- Avometrenin seçim anahtarı diyot-kopukluk kontrol kademesinde alınır.
- Avometre uçları, kondansatör ayaklarına +, +'ya; -, -'ye gelecek şekilde temas ettirilir.
- "0" veya "∞" direnç çıkarsa kondansatör arızalı, direnç değeri görülürse ve pil gerilimi ile bu değişiyorsa kondansatör sağlamdır. Küçük kapasiteli kondansatörlerde kısa süreli sesli uyarı duyulabilir (Görsel 10.7).



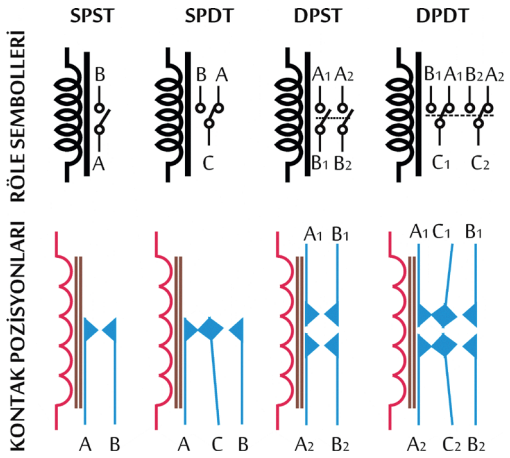
Görsel 10.7: Kondansatör sağlamlık kontrolü

Görsel 10.6: Kondansatör çeşitleri

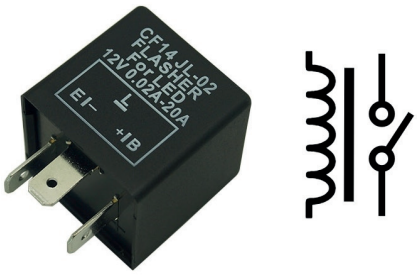
10.1.5. Röleler

Düşük bir voltaj ve akım ile daha yüksek bir voltaj ve akımın kontrol edilmesini sağlayan elemanlardır (Görsel 10.8). Elektrik devrelerinde anahtarlama görevini yaparlar. Üzerlerinden akım geçtiğinde aktif olurlar. Röleler, 0,5-70 Amper akıma anahtarlık edebilirler. Kullanımına bağlı olarak çok sayıda röle çeşidi vardır. Görsel 10.9'da kontak pozisyonlarına göre röle çeşitleri ve sembolleri gösterilmiştir.

Rölelerin sağlamlık kontrolü iki aşamada yapılır. Birincisi, rölede bobin kısmını avometrenin direnç pozisyonunda ölçüm yapılır. Avometrenin direnç değeri göstermesi beklenir. İkinci aşamada kontak açık uçları tespit edilir. Bobin uçlarına enerji verilir. Ve kontakların kapanıp açılması sesinin duyulması beklenir. Bobine enerji verildiğinde açık olan uçların kapanması beklenir.



Görsel 10.9: Röle pozisyonları ve semboleri



Görsel 10.8: Röle

10.1.6. Diğer Elektronik Devre Elemanları

10.1.6.1. Transformatörler

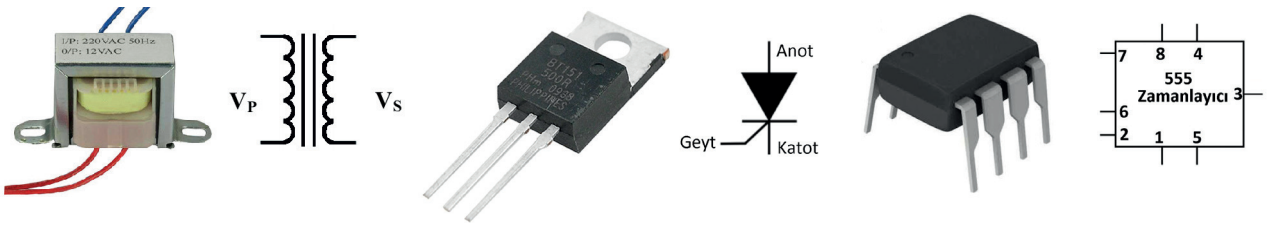
Trafo olarak da adlandırılan transmormatörler, genel olarak bir elektrik-elektronik devrede voltajnı veya akımını indirmek ya da yükseltmek için kullanılırlar. Transformatörün üzerinde iki sargı bulunur. Bu sargılardan birine primer, diğerine sekonder adı verilir. Primer ve sekonder sargılarının birbirlerine elektriksel bağlantıları yoktur.

10.1.6.2. Tristörler

Diğer isimleri kontrollü diyottur, akımın tek yönde geçişine izin verirler. PNPN yüzey birleşmeli yarı iletken elemanlardır. Çok küçük tetikleme akım ve gerilimleri ile kontrol edilebilir. Hızlı anahtarlama görevlerinde bulunurlar (saniyenin 1/1000'i kadar).

10.1.6.3. Entegre Devreler(IC)

Elektronik devrelerde kullanılan transistör, direnç, kondansatör ve diyot gibi devre elemanlarının veya küçük devrelerin bir araya getirilerek bir bütün oluşturup paketlenmesiyle meydana getirilen elektronik elemandır. Oluşan bu devrenin uygun yerlerinden dışarıya bacaklar (pinler) çıkarılır. Yonga “chip” adı verilen yarı iletken bir yapıdır.
Diğer devre elektronik devre elemenları Görsel 10.10’da görülmektedir.



Görsel 10.10: Diğer elektronik devre elemanları

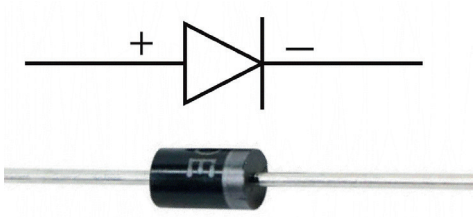
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. DİYOT SAĞLAMLIK KONTROLÜ		

AMAÇ Diyotun uygun ölçü aleti ile sağlamlık kontrolünü yapmak.

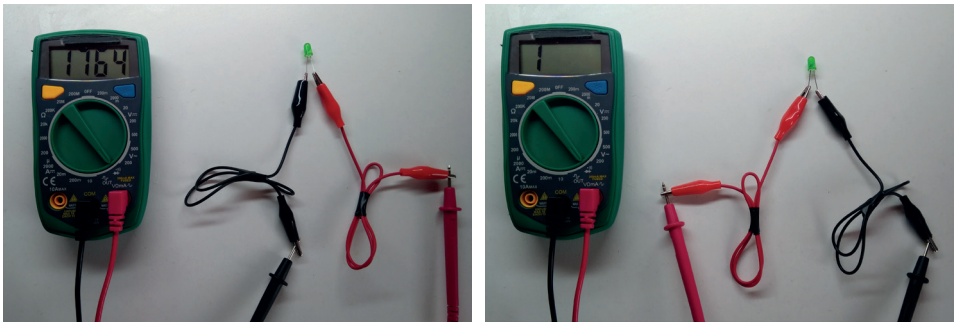
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Diyot	Muhtelif	4 adet
2- Avometre	Dijital	1 adet
3- Bağlantı kabloları	Krokodil uçlu	2 adet

2. Uygulamaya Ait Şema , Bağlantı Şekli , Resimler



Görsel 10.11: Diyot ve sembolü



Görsel 10.12: Diyotun düz ve ters polarma kontrolü

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
3) Avometre seçim anahtarını, diyot-kopukluk kontrol pozisyonuna alınız.
4) Avometre uçlarını Görsel 10.12' de görüldüğü gibi krokodil uçlu bağlantı kablolarını kullanarak diyot ayaklarına önce düz polarma olacak şekilde, sonra ters polarma olacak şekilde temas ettiriniz.

5) Okunan değerleri not ediniz.
6) Okunan değerlere göre diyot için sağlamlık durumunu değerlendiriniz.
7) İşlemlerin sonunda araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

Diyot tipi / Etiket ismi	Avometre ucu +, Anot Avometre ucu -, Katot okunan değer	Avometre ucu -, Anot Avometre ucu +, Katot okunan değer	Sonuç

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Diyot düz polarmada ölçümünün yapılması	20	
4	Diyot ters polarmada ölçümünün yapılması	20	
5	Diyot sağlamlık değerlendirmesinin doğru olarak yapılması	30	
6	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	TOPLAM	100	

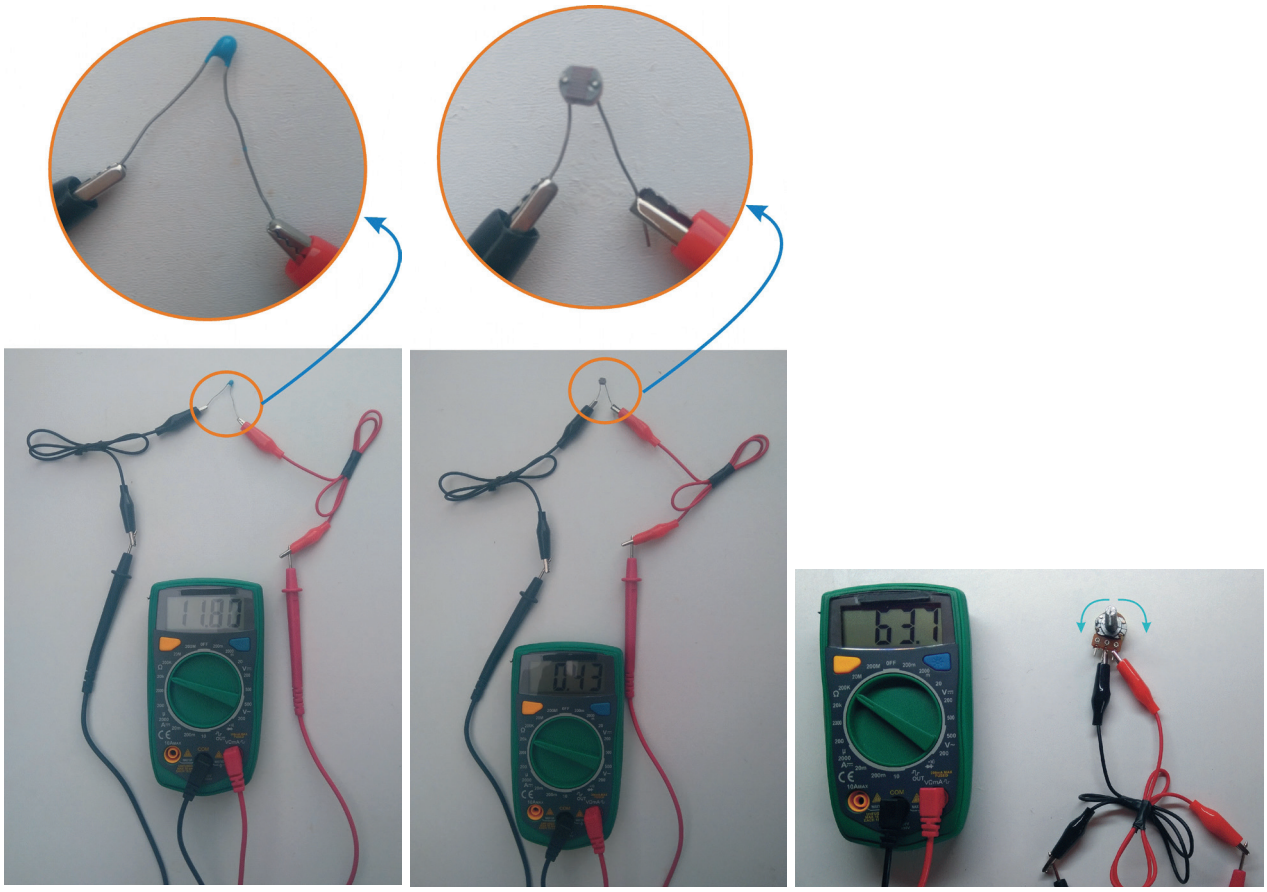
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. DİRENÇLERİN KONTROLÜ VE DİRENÇ DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ		

AMAÇ Uygun ölçü aleti ile muhtelif dirençlerin direnç değerlerini ölçmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- ¼ W. direnç	Muhtelif	4 adet
2- Termistör	NTC	1 adet
3- LDR		1 adet
4- Ayarlı direnç		1 adet
5- Avometre	Dijital	1 adet
6- Bağlantı kabloları	Krokodil uçlu	2 adet

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.13: Çeşitli dirençlerin kontrolü ve değerlerinin ölçülmesi

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
3) Avometre seçim anahtarını, direnç okuma pozisyonuna alınız.
4) Avometre uçlarını örsel 10.13' te görüldüğü gibi krokodil uçlu bağlantı kablolarını da kullanarak, çeşitli direnç uçlarına temas ettirerek direnç değerlerini okuyunuz.
5) Okunan değerleri not ediniz.
6) İşlemlerin sonunda araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

¼ W. Karbon Direnç			
Ölçülen değer		Değerlendirme	
Ölçülen değer		Değerlendirme	
Ölçülen değer		Değerlendirme	
Ölçülen değer		Değerlendirme	
Termistör (NTC)			
Oda sıcaklığında ölçülen değer		Değerlendirme	
LDR			
Karanlıkta ölçülen değer		Değerlendirme	
Tam aydınlıkta ölçülen değer		Değerlendirme	
Ayarlı direnç			
Ölçülen en düşük değer		Değerlendirme	
Ölçülen en düşük değer		Değerlendirme	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	¼ W direnç değerinin doğru bir şekilde ölçülmesi	15	
4	LDR'nin karanlık ve aydınlık ortamlarda direnç değerinin doğru bir şekilde ölçümesi	15	
5	NTC'nin normal oda sıcaklığında direnç değerinin doğru bir şekilde ölçümesi	20	
6	Potansiyometrenin direnç değeri aralığının doğru bir şekilde ölçülmesi	20	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	TOPLAM	100	

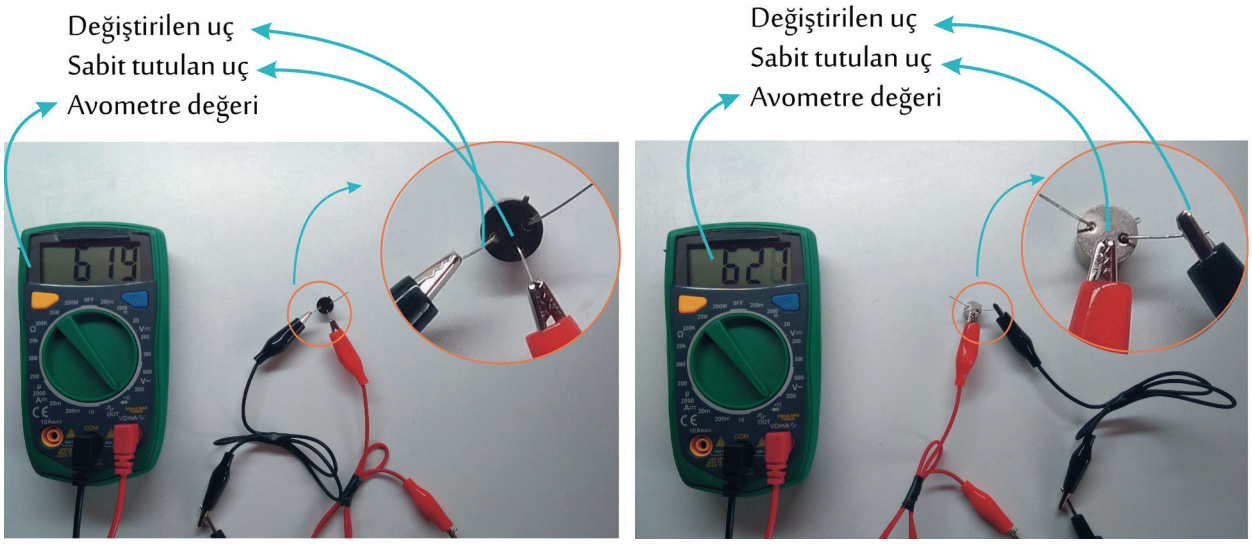
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. TRANSİSTÖR BACAKLARININ VE TİPİNİN BELİRLENMESİ		

AMAÇ Transistörün ayaklarını tespit ederek tipini belirlemek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Transistör	Muhtelif	4 adet
5- Avometre	Dijital	1 adet
6- Bağlantı kabloları	Krokodil uçlu	2 adet

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.14: Transistör bacaklarının ve tipinin belirlenmesi

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Avometre seçim anahtarı, diyot kontrol pozisyonuna alınız.
4) Avometre uçlarını, transistör ayaklarına krokodil kabloları da kullanarak temas ettiriniz. Değer görülünceye kadar avometre uçlarını değiştirerek ayaklara temas ettirmeye devam ediniz (Görsel 10.14).

(Bir uç sabitken diğer iki uç direnç değeri gösteriyorsa az değer gösteren ayak kolektör; yüksek değer gösteren emiter, sabit ayak ise beyzdir. Bu durumda beyz üzerinde pozitif uç varsa transistör, NPN tipinde bir transistördür. Negatif uç beyzde ise PNP tipi transistördür.)

5) Avometrede görülen değerleri not ediniz.
6) Transistörü değerlendiriniz.
7) İşlemlerin sonunda araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

Elinizdeki diğer transistörlerin uçlarının tespiti ve dolayısıyla sağlamlık kontrolünü yapınız.

Transistör etiket ismi	Emiter - beyz arası okunan değer	Kollektör - beyz arası okunan değer	Sonuç (PNP-NPN)

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Beyz bacağının doğru tayin edilmesi	20	
4	Kollektör bacağının doğru tayin edilmesi	15	
5	Emiter bacağının doğru tayin edilmesi	15	
6	Transistör tipinin doğru tayin edilmesi	20	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. KONDANSATÖR SAĞLAMLIK KONTROLÜ		

AMAÇ Kondansatörün sağlamlık kontrolünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kondansatör	Muhtelif	2 adet
2- Avometre	Dijital	1 adet
3- Bağlantı kabloları	Krokodil uçlu	2 adet

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler

Görsel 10.15: Kondansatörün sağlamlık kontrolü

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Avometre seçim anahtarı, diyot-kopukluk kontrol pozisyonuna alınız.
4) Avometre uçlarını, kondansatör ayaklarına krokodil kablolar yardımıyla temas ettiriniz (Görsel 10.15). +, +'ya; -, -'ye. Okunan değeri izleyiniz.
5) Değerleri kaydediniz.
6) Kondansatörü değerlendiriniz.

7) İşlemlerin sonunda araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

Kondansatör kapasitesi ve gerilimi(F,V)	Avometre uçları, kondansatör ayaklarına doğru temas etti mi? (Evet-Hayır)	Kondansatörde okunan en yüksek değer	Sağlamlık sonucu

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Kondansatörün sağlamlığının doğru olarak kontrol edilmesi	70	
4	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

10.2. ÇEŞİTLİ ELEKTRONİK DEVRELERİN YAPIMI

10.2.1. Lehimleme

Elektronik devrelerde kurulum yapmak için elamanları ve iletkenleri birbirine bağlamak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen iletken malzemelere **lehim** denir. Bu bağlama işlemine de **lehimleme** denir.

Görsel 10.16: Lehimleme gereçleri

Görsel 10.16'da gösterilen lehimlemede kullanılan elemanlar şunlardır:

1) Lehim teli: Lehim teli idealde % 63 kalay ve % 37 kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içindeki kalay miktarı arttıkça kalite yükselmektedir. Piyasada tüp ve makara şeklinde bulunmaktadır.
2) Lehim pastası: Lehimleme sırasında lehim yüzeylerini temizleyen, elemanların tam kavraşmasını sağlayarak lehim sonrasında da oksitlernmeyi önleyen kimyasal jel bir üründür.
3) Havya: Lehim telini ergitip bağlantı yapılacak malzemeleri birbirine ergiyik ile birleştirmemize yarayan gereçtir. Kalem (rezistanslı) havya, gazlı havya ve tabanca havya olmak üzere 3 türdür.

Diğer elemanlar şunlardır:

Lehim pompası: Eski lehimlerin temizlenmesi için kullanılır.
Havya altlığı: Sıcak havyanın güvenli tutulması için kullanılır.
Havya uçları: Yapılacak iş türüne göre farklı değişebilir havya uçlarıdır.
Temizleme telleri: Havya ucunun temizlenmesinde kullanılır.

Lehimleme yapılırken;

- Havya ucunun temiz olması sağlanır.
- Lehimlenecek yüzeyler veya parçalar temizlenerek hazırlanır. Bunun için ince zımpara kullanılabilir.
- Havya prize takılarak ısınması sağlanır.
- Isınmış havya ucu ıslak temizleme süngeri veya ıslak bir bez vb. malzemeler ile iyice temizlenir.
- Lehimlenecek parça üzerine de bir miktar lehim pastası sürülür.
- Havya ucu lehim teline temas ettirilerek erimesi kontrol edilir.
- Isınmış havya ucu, lehimlenecek pastalanmış olan kısma değdirilir, parçanın ısınması ve eriyik lehimin akıtılması sonrası beklenir.
- Pasta sıcaklık etkisi ile temizlendikten sonra havya çekilerek lehimin soğuması bekle-

nir. Soğuma esnasında lehim yeri hareket ettirilmez.

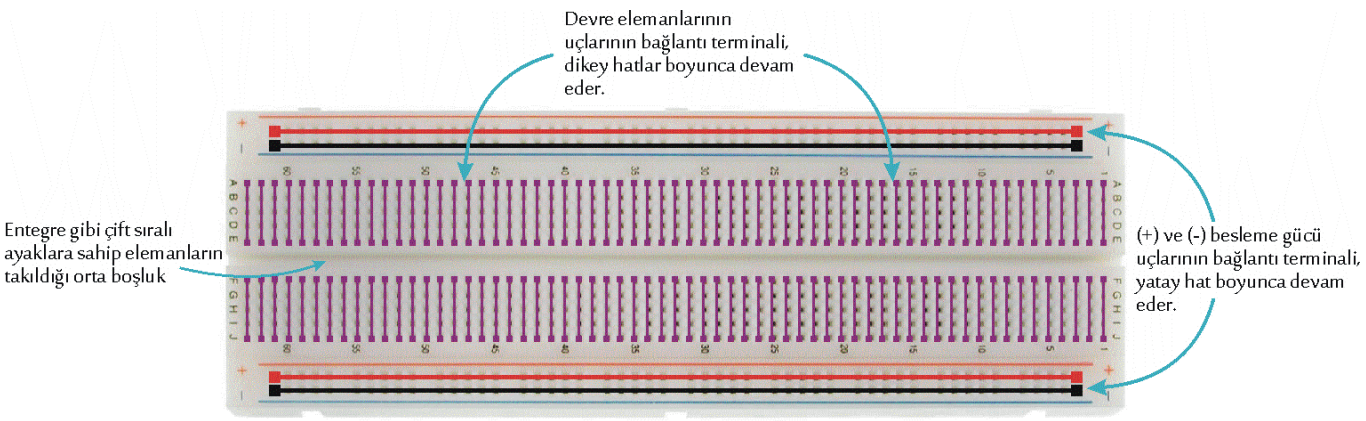
- İdeal lehimin yüzeyi parlak, temiz, pürüzsüz, tepe görüntüsündedir.

Lehim yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır.

- Lehim yapılacak yerde gerilim olmadığından emin olunmalıdır.
- Havyadaki yüksek sıcaklık insana ve eşyaya zarar verebilir, dikkatli olunmalıdır.
- Havya kullanılmadığı zamanlarda havya altlığında tutulmalı, uzun süre kullanılmayan havyanın fişi çekilmelidir.
- Havya ucunun kordona temas etmemesine dikkat edilmelidir.
- Havya ucundaki artık lehimlerin uzaklaştırılması için havya silkelenmemelidir. Eriyik etrafa zarar verebilir.
- Eriyik metalden çıkan gaz teneffüs edilmemelidir.

Deneme tahtası [Breadboard(bredbord)] ile çalışma: Devre kurulumlarında lehimleme işlemi öncesinde devre testinin pratik olarak yapılabildiği bir delikli tasarım panosudur. Devre elemanları zarar görmeden takılıp çıkartılabilir. **Breadboard** (Görsel 10.17), üzerinde devrelerimizi test ettiğimiz araçtır. Kurduğumuz devreleri birbirlerine lehimlemeden kolaylıkla test etmemizi sağlar. Tasarladığımız devreleri baskı devre veya delikli plaketler üzerine aktarmadan önce denememize olanak sağlar. Devre delikli pano üzerine kurulurken;

- Genellikle direnç, kondansatör gibi elemanların uzun bırakılan bacakları +'dır.
- Aynı eleman bacakları aynı sütün üzerine takılmamalıdır.
- Devre elemanlarının bacaklarının birbirine temas edip kısa devre olmamasına dikkat edilmelidir.
- Kondansatör gibi kutuplu elemanlar pano üzerine ters bağlanmamalıdır.
- Devreye güç en son verilmelidir.



Görsel 10.17: Breadbord

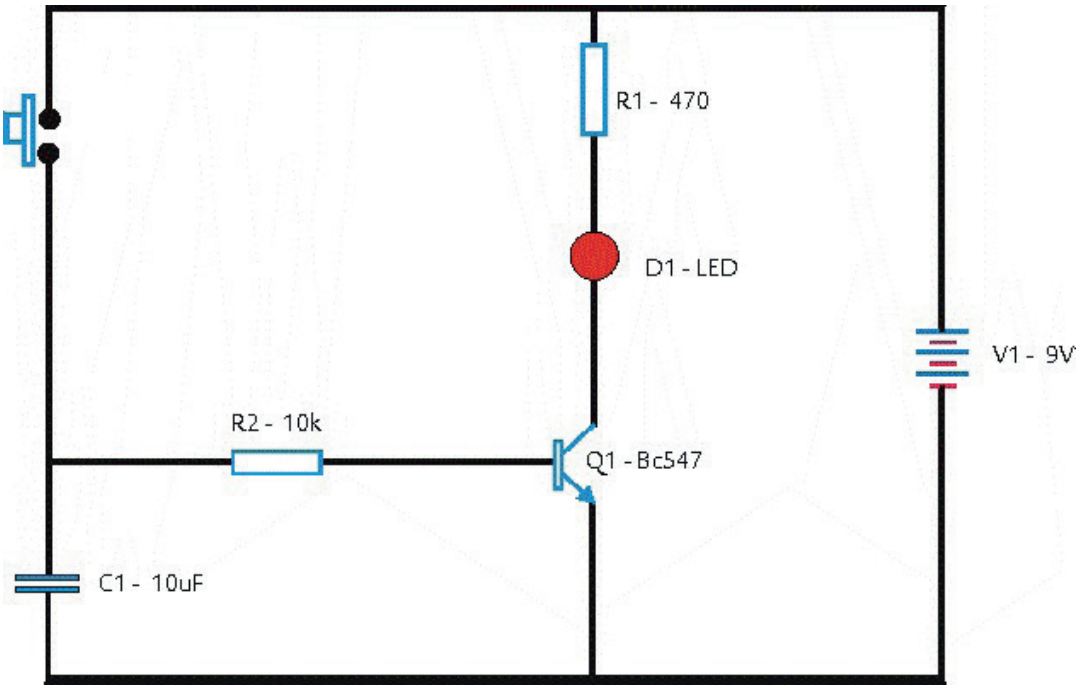
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. TRANSİSTÖR VE KONDANSATÖRLÜ LED DEVRESİ		

AMAÇ Transistör ve kondansatör ile led yakıp söndürmek.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Breadbord		1 adet
2- Güç kaynağı	9 V	1 adet
3- LED		1 adet
4- Buton		1 adet
5- Direnç	470 Ω	1 adet
6- Direnç	10 kΩ	1 adet
7- Transistör	BC 547	1 adet
8- Kondansatör	100-1000µF	2 adet
9- Jumper kabloları		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.18: Transistör ve kondansatör ile LED yakıp söndürme devresi

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanları avometre ile ölçülerek sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Transistör bacaklarını tespit ediniz.
5) Devre elemanları şemadaki gibi deneme tahtası üzerine yerleştiriniz.
6) Görsel 10.18' deki bağlantıyı yapınız.
7) Devreye en son güç verip ve butona basınız.
8) LED'in yanma sönme süresini tespit ediniz.
9) Farklı kapasitelerde kondansatörler kullanılıp LED'in yanma süresi izleyip yanıp sönme sürelerini not ediniz.

4.Uygulama Değerlendirme

Kullanılan kondansatör kapasitesi ve gerilimi (F, V)	LED'in yanma süresi

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının avometre ile ölçerek doğru olarak kontrollerinin yapılması	10	
4	Transistör bacaklarının doğru olarak tespit edilmesi	10	
5	Devrenin kurulması	20	
6	Devreye enerji verip butona basarak yanıp sönme süresinin tespit edilmesi	10	
7	Yanıp sönme süresinin daha yüksek kondansatör bağlayarak tespit edilmesi	10	
8	Değerlerin kayıt altına alınması	10	
9	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

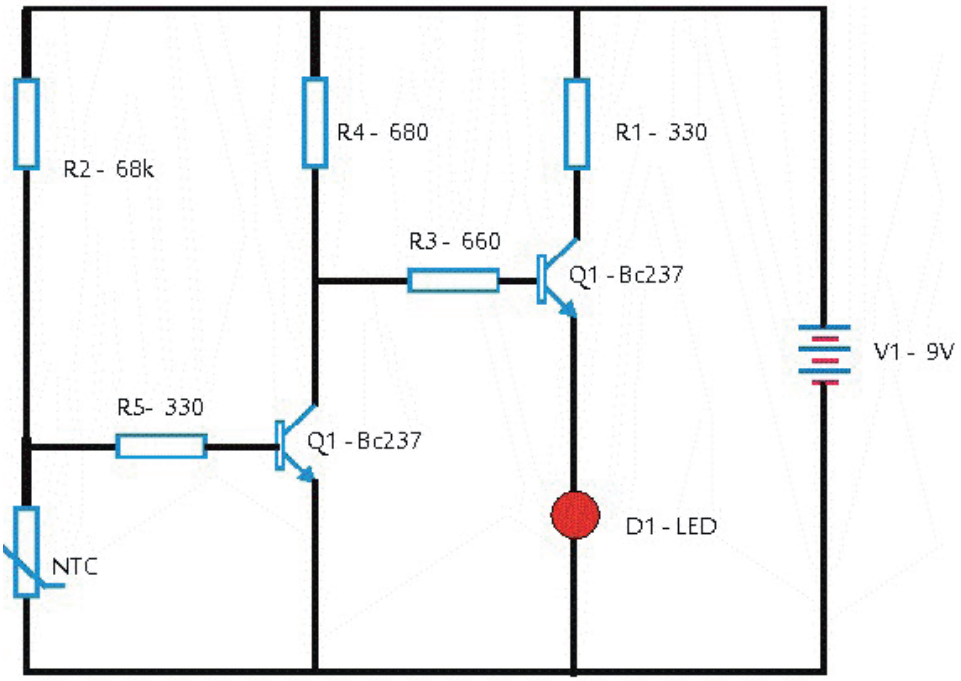
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	6. SICAKLIK UYARISI VEREN DEVRE		

AMAÇ NTC ile sıcaklık artışında uyarı veren devre yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Breadbord		1 adet
2- Güç kaynağı	9 V	1 adet
3- LED		1 adet
4- NTC direnç	10 kΩ	1 adet
5- Direnç	680 Ω	1 adet
6- Direnç	660 Ω	1 adet
7- Direnç	330 Ω	1 adet
8- Direnç	68kΩ	1 adet
7- Transistör	BC 237	2 adet
8- Jumper kabloları		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.19: Sıcaklık uyarısı veren devre

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanları avometre ile ölçülerek sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Transistör bacaklarını belirleyiniz.
5) Devre elemanlarını Görsel 10.19'a uygun şekilde breadbord üzerine yerleştiriniz.
6) Elemanları Görsel 10.19'daki bağlantı şekline uygun şekilde kablolar yardımıyla birbirine bağlayınız.
7) Devreye en son güç veriniz.
8) NTC direnç havya yardımı ile ısıtınız. LED'in uyarı ışığı vermesini izleyiniz.
9) İşi biten araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının avometre ile ölçerek doğru olarak kontrollerinin yapılması	10	
4	Transistör bacaklarının doğru olarak tespit edilmesi	10	
5	Devrenin kurulması	30	
6	Devrenin doğru olarak çalışması	20	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

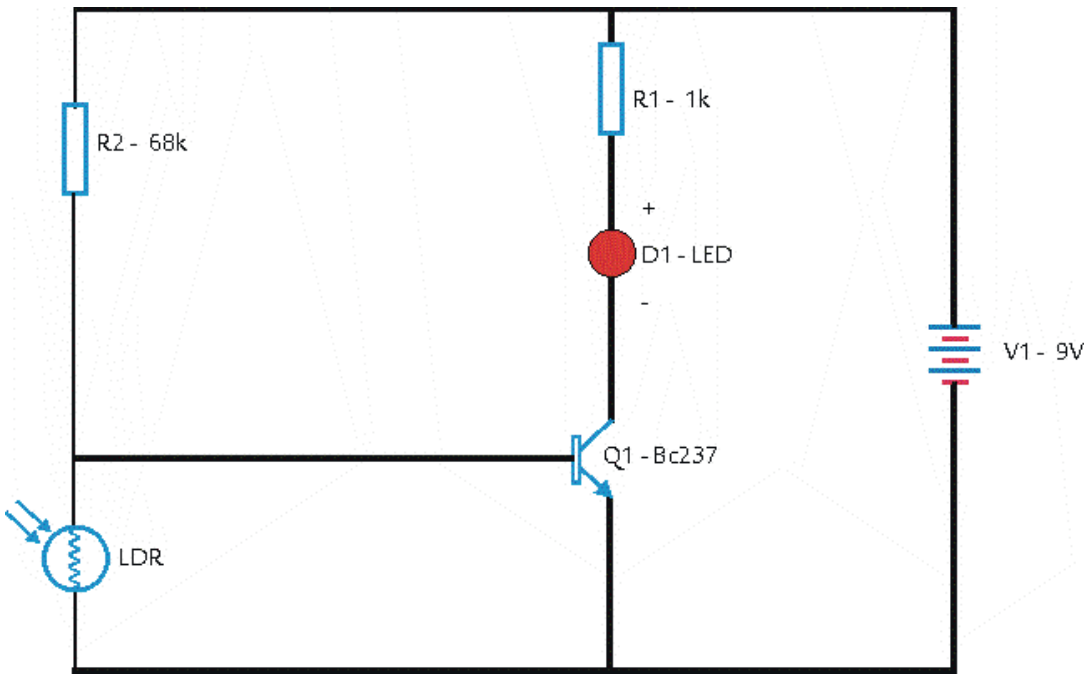
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	7. KARANLIKTA YANAN LAMBA DEVRESİ		

AMAÇ LDR ile karanlıkta yanan lamba devresi yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Breadbord		1 adet
2- Güç kaynağı	9 V	1 adet
3- LED		1 adet
4- LDR direnç		1 adet
5- Direnç	1 kΩ	1 adet
6- Direnç	68 kΩ	1 adet
7- Transistör	BC 237	1 adet
8- Jumper kabloları		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.20: Karanlıkta yanan lamba devresi

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanları avometre ile ölçülerek sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Transistör bacaklarını belirleyiniz.
5) Devre elemanlarını Görsel 10.20'ye uygun şekilde breadbord üzerine yerleştiriniz.
6) Elemanları Görsel 10.20'deki bağlantı şekline uygun şekilde kablolar yardımıyla birbirine bağlayınız.
7) Devreye en son güç veriniz.
8) LDR üzerini kapatarak LED'in ışık vermesini izleyiniz.
9) İşi biten araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının avometre ile ölçerek doğru olarak kontrollerinin yapılması	10	
4	Transistör bacaklarının doğru olarak tespit edilmesi	10	
5	Devrenin kurulması	30	
6	Devrenin doğru olarak çalışması	20	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

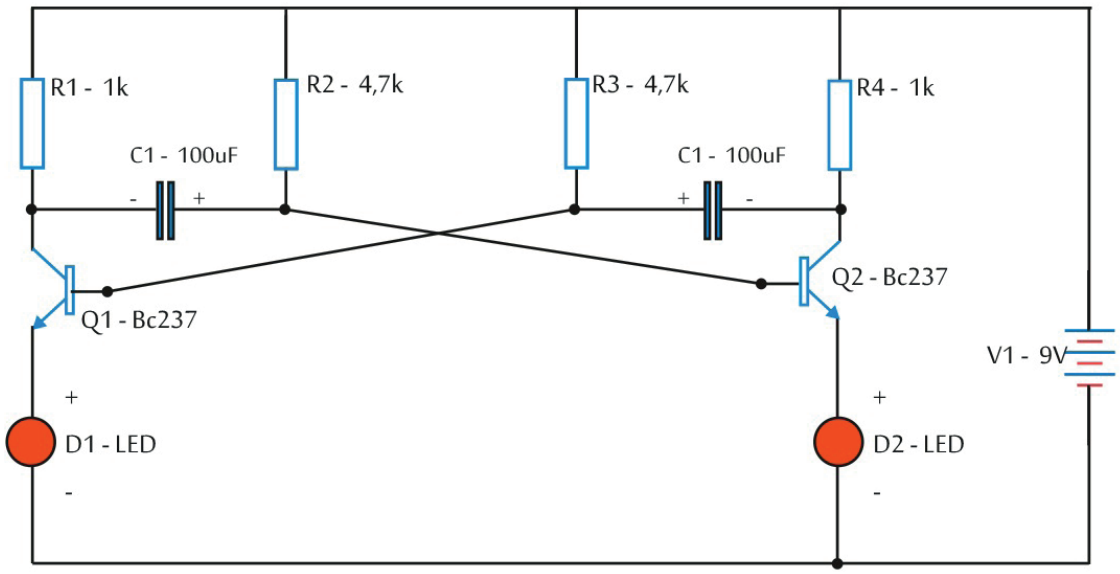
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	8. FLİP FLOP DEVRESİ		

AMAÇ Flip Flop devresi yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Breadbord		1 adet
2- Güç kaynağı	9 V	1 adet
3- LED		1 adet
4- Direnç	1 kΩ	2 adet
6- Direnç	4,7 kΩ	2 adet
7- Transistör	BC 237	2 adet
8- Kondansatör	100 µF	2 adet
8- Jumper kabloları		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.21: Flip Flop devresi

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve devre elemanları hazırlayınız.
3) Devre elemanları avometre ile ölçülerek sağlamlık kontrollerini yapınız.
4) Transistör bacaklarını belirleyiniz.
5) Devre elemanlarını Görsel 10.21'e uygun şekilde breadbord üzerine yerleştiriniz.
6) Elemanları Görsel 10.21'deki bağlantı şekline uygun şekilde kablolar yardımıyla birbirine bağlayınız.
7) Devreye en son güç veriniz.
8) İşi biten araç ve gereçleri yerlerine kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Devre elemanlarının avometre ile ölçerek doğru olarak kontrollerinin yapılması	10	
4	Transistör bacaklarının doğru olarak tespit edilmesi	10	
5	Devrenin kurulması	30	
6	Devrenin doğru olarak çalışması	20	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

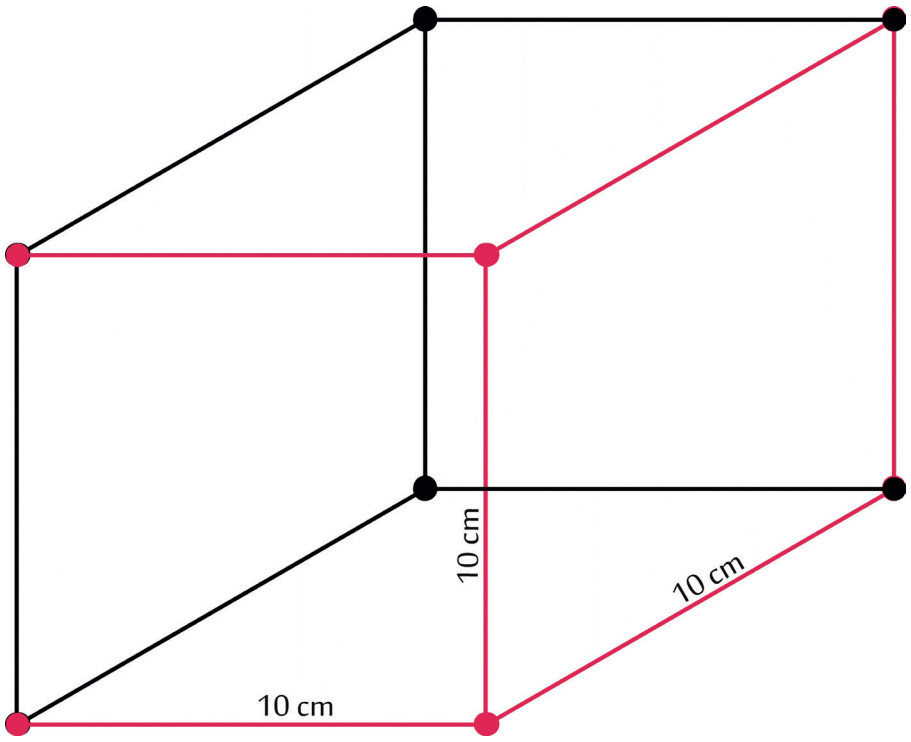
ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	9. LEHİMLEME		

AMAÇ Kablo lehimlemeleri yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Kablo	10 cm- 2,5 mm^2 NYA	12 adet
2- Havya ve altlık	30-40W	1 adet
3- Lehim teli		40 cm
4- Lehim pastası		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 10.22: Küp yapımı

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve kullanılacak malzemeyi hazırlayınız.
3) Kabloları uygun ölçülerde hazırlayarak, uçlarını açınız.
4) Havya ısıtınız.
5) Lehimleme öncesi açılan kablo uçlarına pasta sürünüz.
6) Kabloları Görsel 10.22'deki gibi küp olacak şekilde birleştiriniz.
7) İş bitince havyayı prizden çekip soğutunuz.
8) İşi biten araç ve gereçleri yerlerine tertipli bir şekilde kaldırınız.

4.Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Kabloların uygun ölçülerde kesilip uçları açılarak hazırlanması	20	
4	Lehim ve kablo parçaları ile küpün yapılması	30	
5	Lehimlerin uygunluğu ve sağlamlığının sağlanması	20	
6	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
7	Araç ve gerecin uygun bir şekilde yerlerine kaldırılması, temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	ARAÇLARDA TEMEL ELEKTRONİK İŞLEMLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	10. RÖLE KONTROLÜ		

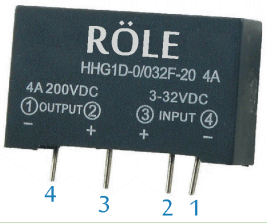
AMAÇ Rölelerin kontrolünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Röle	4 ayaklı	1 adet
2- Avometre	Dijital	1 adet
3- DC Güç kaynağı	3-32 V arası	1 adet
4- Krokodil kablo		Yeterli miktarda

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler

3. İşlem Basamakları



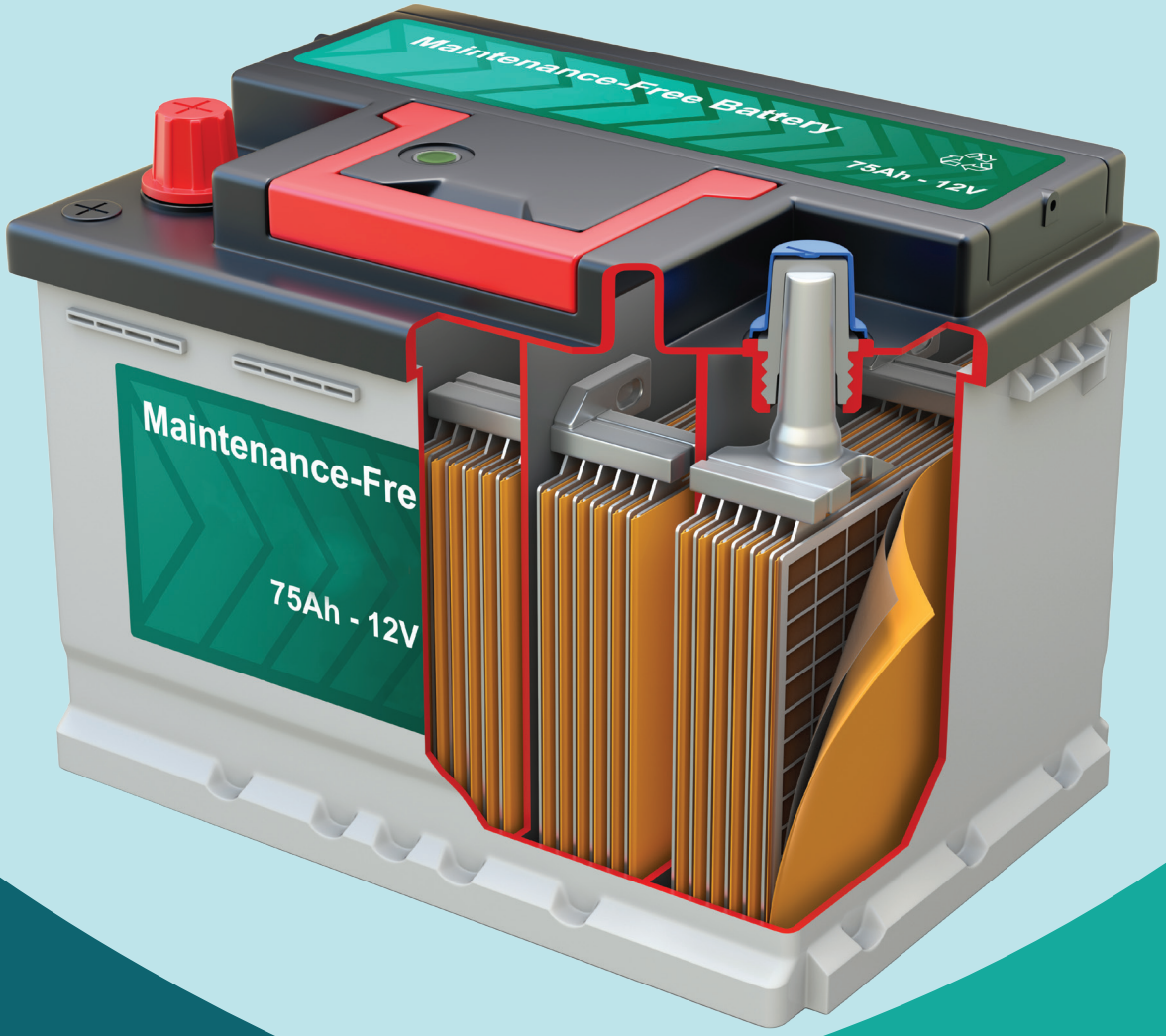
Görsel 10.23: Röle kontrolü

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız.
2) Tüm araç, gereç ve kullanılacak malzemeyi hazırlayınız.
3) Avometre yardımı ile röle uçlarından emin olunuz.
4) 3 ve 4 uçlarına krokodil kablo ile avometreyi bağlayarak rölenin açık olduğundan emin olunuz.
5) 1 ve 2 uçlarına Avometre uçlarını temas ettirerek bobin sağlamlığını kontrol ediniz.
6) 1 ve 2 uçlarına akım vererek 3 ve 4 uçlarının kapanmasını sağlayınız ve avometre ile ölçerek emin olunuz.

4.Uygulama Değerlendirme

Röle üzerindeki etiket okundu mu?	Rölenin anahtarladığı akım değeri? (A)	Röle bobininin çalıştığı voltaj değeri? (V)	Röle uçları tespit edildi mi? (Evet-Hayır)	Röle bobin direnci(Ω)	Kontak uçları sağlamlık sonucu

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Malzemelerin eksiksiz hazırlanması	10	
3	Röle üzerindeki değerlerin okunması	10	
4	Röle uçlarının tespit edilmesi	20	
5	Röle bobin kontrolünün yapılması	20	
6	Röle kontak uçlarının kontrolünün yapılması	20	
7	Temizlik ve düzen kurallarına uyulması	10	
	Toplam	100	



11. ÖĞRENME BİRİMİ

OTOMOTİV AKÜLERİ

1. Akü Kontrolleri ve Değişimi
2. Akü Şarj İşlemleri

11.1. AKÜ KONTROLLERİ VE DEĞİŞİMİ

11.1.1. Akünün Tanımı, Görevleri, Çalışma Prensibi Ve Yapısı

Motorlu taşıtlarda elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayan, gerektiğinde bu kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek taşıt donanımlarında kullanılmasını sağlayan üreteçlerdir (Görsel 11.1).

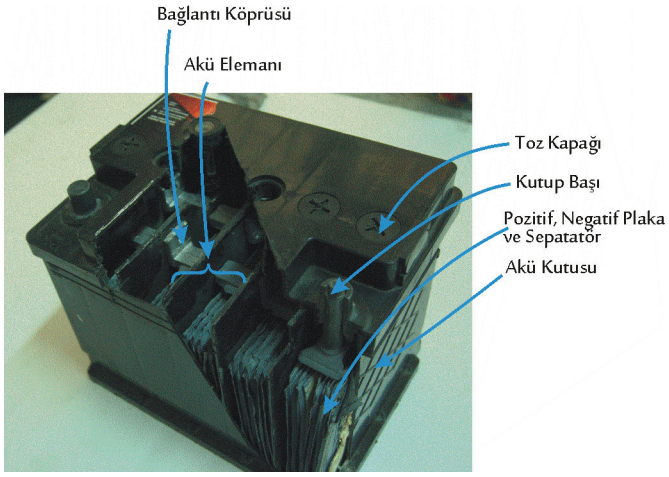
Görsel 11.1: Araç aküsü

Motorlu bir taşıtta aküler, aşağıdaki görevleri yaparlar:

- Taşıt motoruna ilk hareketi sağlayan marş motorunu yüksek düzeyde akım ile beslemek
- Taşıtta elektrik kullanımının düşük olduğu durumlarda üretilen enerjinin kullanılmayan kısmını kimyasal olarak depolamak
- Taşıtta elektrik kullanımının yüksek olduğu durumlarda akım vererek, şarj sistemini desteklemek
- Taşıt motoru çalışırken elektrik sistemlerinde gerilim-akım dengelemesi yapmak
- Taşıt motoru çalışmadığında alıcıları beslemek

Akü içerisinde kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesine **boşalma (deşarj)**, elektrik enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşmesine ise **doldurma (şarj)** denir. Akü, araç marş esnasında iken deşarj olur. Ancak araç çalıştığında alternatör akımı ile şarj olur.

Aküde pozitif ve negatif plakalar bulunur. Bu plakalar, sülfürik asit çözeltisi dediğimiz elektrolit içine daldırılmıştır. Plakalar ve elektrolit birbiriyle kimyasal tepkimeye girerek plakalar üzerinde elektrik gerilimi meydana getirirler. Bu gerilim ampul, ısıtıcı vb. alıcılar tarafından harcandıkça elektrolit bünyesindeki asit kendi özelliğini yitirir; elektrolit içerisindeki su miktarı artar. Akü dışarıdan kendisine uygun bir gerilim ile beslenirse yine kimyasal reaksiyon başlar ve elektrolit içerisinde asit yoğunluğu artmış, elektrik enerjisi depolanmış olur.



Görsel 11.2: Akünün yapısı

Görsel 11.2'de gösterilen akünün yapısını oluşturan elemanlar şunlardır:

a. Akü Kutusu: Kutu ve kapakları plastik yalıtkan malzemelerden yapılmış olup ürettiği voltaj kapasitesine göre bölmelere ayrılmıştır. Örneğin, 12 voltluk bataryalarda 6 bölme vardır. Her bir bölme 2 volt gerilim verebilecek kapasitededir.

b. Elemanlar: Akünün içerisinde ayrılan her bir bölmeye ve içindeki parçalara verilen isimdir. Her bir elemanda 3 temel parça bulunur.

1) Pozitif plaka, aktif kurşun peroksit alaşımı içerir.
2) Negatif plaka, saf kurşun elementinden oluşur.
3) Seperatör, negatif ve pozitif plakalar arasında kısa devreyi önleyen yalıtkandır.

c. Kutup Başları: Elemanlardaki negatif ve pozitif plaka gruplarını batarya dışına çıkaran kurşundan yapılmış terminallerdir. Pozitif ve negatif kutup başları şu şekilde tespit edilebilir:

- Avometre seçici anahtarı DC volt pozisyonuna getirilip ölçülerek tespit edilir.
- Pozitif kutup başı daha kalın ve koyu gri renklidir.
- Pozitif kutup başında (+), negatif kutup başında (-) yazılıdır.

ç. Eleman Kapağı: Elemanların üzerini kapatır, eleman kapağı üzerinde elektrolit veya saf su koymak için de toz kapakları vardır. Toz kapakları üzerindeki küçük delik, şarj esnasındaki gazın dışarı atılmasını sağlar.

d. Bağlantı Köprüleri: Pozitif ve negatif plakaları da kendi aralarında birbirine bağlayan parçadır.

e. Şarj Göstergesi (İndikatör): Akünün genel şarj durumunu gösteren; şarj durumuna göre beyaz, siyah ve yeşil renk alan göstergedir.

f. Elektrolit: Akü elemanları içerisinde saf su ile sulandırılmış sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisidir.

g. Akü Etiketi: Akülerin üzerinde akü özelliklerinin yazıldığı Görsel 11.3'te görüldüğü gibi bir etiket mevcuttur. Görselde örneği görülen bu etiket aşağıdaki şekilde açıklanır:

Görsel 11.3: Akü etiketi

Akülerin üzerinde akü özelliklerinin yazıldığı Görsel 11.3'te görüldüğü gibi bir etiket mevcuttur. Görselde örneği görülen bu etiket aşağıdaki şekilde açıklanır:
12 V: Akü gerilimi, 12 Volt
60 Ah: Saatte verebileceği daimi akım,
60 amper/saat
540 A: -18 °C'de amper cinsinden 30 sn süreyle verebileceği soğuk marş akımı (CCA), 540 amper (EN) : Akü Avrupa standardı (European Norm)
255 A (IEC): Farklı standartlarda akü kapasite ve kontrol normu

11.1.2. Akü Çeşitleri

Akülerin plakalarında kullanılan malzemeye ve elekrolid yapısına bağlı olarak farklı tipleri vardır.

a. Plaka Malzemelerine Göre Aküler

- Kurşun-Asit
- Nikel-Kadmiyum
- Nikel-Demir
- Lityum-Iyon
- Nikel Metal-Hidrür

b. Akü Elektrolitine Göre Aküler

- Sulu Aküler (SLI): Taşıtlarda kullanılan, sülfirik asit ve su çözeltili elektrolit ile klasik akü çeşititir.
- Kuru aküler (VRLA): Kapalı tip bakımsız aküler olup, elektrolid içerisindeki iyonlar hareketsizdir. Titreşime karşı dayanıklı ve raf ömürleri uzundur. Kuru aküler iki tiptir;
- AGM aküler: Elektrolitleri seperatörlere emdirilmiş akülerdir. Start-stop araçlarda tercih edilir.
- Jelli aküler: Eletroliti yarı sıvı yapıda olup daha çok kesintisiz güç kaynaklarında ve Alternatif enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin depolanmasında kullanılır.

Otomotiv teknolojisinde en yaygın kullanılan akü tipi kurşun-asit akülerdir. Su kaybının azaltılması ve ızgaralarının mekanik dayanımının arttırılması için plakalarında antimon malzeme yerine kalsiyum kullanılmaktadır.
Günümüz elektrikli araç bataryalarında nikel, sodyum, lityum, alüminyum, bakır esaslı malzemeler kullanılmaktadır. Ayrıca hizlı şarj olabilen, süper kapasitör teknolojisi de elektrikli araçlar için geliştirilmektedir.

11.1.3. Akü Kapasitesini Etkileyen Faktörler

Bataryanın depolayabileceği amper saat cinsinden enerji miktarı akü kapasitesi olarak tanımlanır. Kapasitenin birimi Amper Saattir. "Ah" ile gösterilir. Örneğin; 72 Ah bir akü, 1 amper akım çeken bir alıcıyı 72 saat boyunca besleyebilir. Ayrıca akülerde soğukken marş yapabilme kapasitesini gösteren CCA (Cold Cranking Amps) değeri önemlidir. Bir aracın soğuk havada marş yapabilmesi için gerekli olan CCA değeri Türkiye şartlarında minimum 420 A'dir.
Bir akünün kapasitesi şu etkenlere bağlıdır:
Plakaların adedi ve boyutları: Plaka adetlerinin çok olması ve boyutlarının büyük olması kapasiteyi yükseltir.
Elektrolit yoğunluğu: Elektrolit içerisindeki asit yoğunluğu kapasiteyi yükseltir ancak akü ömrünü kısaltır.
Elektrolit sıcaklığı: Sıcaklık arttıkça kapasite artar.

11.1.4. Taşıta Göre Akü Seçimi

Taşıta göre akü seçimi yapılırken;

- Akü boyut grubuna göre araç kataloğundan hangi boyutta (uzunluk, genişlik, yükseklik gibi) ve tipte akü seçimi yapılacağı tespit edilmeli,
- Voltaj, kapasite ve soğuk marş (CCA) değerlerine göre karar verilmeli,
- Akü kutup başlarına ve bağlantı şekillerine uygunluğuna dikkat edilmeli,
- Start-Stop araçlar için AGM tipi aküler kullanılmalıdır.
- Akü voltaj ölçümleri yapılır. Bunun için minimum değerler;
  - Marş esnasında: 9,6 V,
  - Araç çalışmazken: 12,4 V,
  - Araç çalışırken: 14 V olmalıdır.

11.1.5. Akü Kontrolleri

Akülerde genel olarak yapılan 3 tip kontrol vardır. Bu kontroller neticesinde, akü araç için kesintisiz akım sağlayıp sağlamayacağı hususunda bilgi verir. Bu kontroller sırasıyla şunlardır:

a. Akünün Gözle Kontrolü

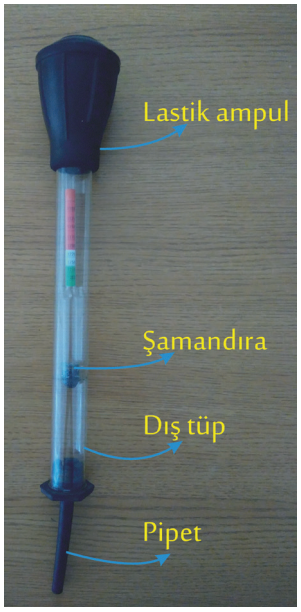
Bakılması gereken kısımlar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

Kutup başları: Bağlantıların sıkılığı, oksitlenme ve deforme olma durumu gözden geçirilir.

Akü yüzeyi: Yüzeydeki kirlilikler kısa devre riskini arttırır. Self deşarj olayını hızlandırır. Ayrıca akü üzerindeki indikatör ile şarj durumu öğrenilebilir.

Akü kutusu: Ezik, çatlak, sızıntı veya erime durumlarına bakılır.

Elektrolit ve elemanlar: Toz kapakları açılarak elektrolit seviyesi kontrol edilir. Seviye plakalardan 1-1,5 cm yukarıda olmalıdır. Elektrolit berrak olmalıdır. Gözlenebildiği kadar plaka üzerindeki aktif madde ve seperatörlerin durumu incelenmelidir. Ayrıca toz deliklerinin açık olması sağlanır.



Görsel 11.4: Hidrometre

b. Akünün Yoğunluk Kontrolü

Akü içerisindeki elektrolit yoğunluk değerleri akü şarj düzeyini gösterir. Yoğunluk ölçümü görsel 11.4'te görülen "hidrometre" ile yapılır. Hidrometre içerisinde yüzen şamandıranın sıvı seviyesinden yüksekliği, elektrolitin yoğunluğuna, dolayısıyla akünün şarjına bağlıdır.

Hidrometre ile yoğunluk ölçerken, elektrolitin tehlikeli bir asit çözeltisi olduğu unutulmamalı, temastan kaçınılmalı ve devamlı akü yüzeyi ve çevresi temizlenmelidir. Toz kapağı açılıp elektrolit hidrometrenin içine çekildiğinde tüp içerisindeki elektrolitin içerisinde yüzen şamandıranın ne kadar battığı, şamandıra üzerindeki cetvelden tespit edilir. Cetvel üzerindeki değerler Tablo 11.1'de karşılaştırılarak akünün şarj durumu tespit edilir.

Tablo 11.1

Yoğunluk (g/cm³)	Bome Derecesi	Akünün Durumu
1.260 – 1.280	30 – 32	Tam Şarjlı
1.230 – 1.260	27 – 30	¾ Şarjlı
1.200 – 1.230	24 – 27	½ Şarjlı
1.170 – 1.200	21 – 24	¼ Şarjlı
1.140 – 1.170	18 – 21	Şarjsız
1.100 – 1.140	14 – 18	Tam Deşarj

c. Akünün Kapasite Kontrolü

Akü etiketlerinde, voltaj ve kapasite değerleri yazılmaktadır. Ancak bu değerler teorik değerler olup gerçek kullanım ile farklılık göstermektedir. Akü deşarj sürecinde her voltajda aynı akım değerinde olmaz. Akülerde kapasite kontrolü, alıcıların gerçek koşullarda yeterli akım ile beslenip beslenmediğini kontrol için yapılır. Birimi **amper-saat**'tir. Sembolü Ah'dir. Çok çeşitli kapasite kontrol metotları vardır. Bunlardan biri 20 saatlik yükleme kapasitesidir. Örneğin etiket kapasitesi 72 Ah olan tam şarjlı aküde kapasite kontrolü şu şekilde yapılır;

Deşarj akımı hesaplanır. 72 Ah / 20 saat = 3,6 Amper. Aküde eleman gerilimi 1,75 volt olana kadar deşarj edilir ve süre not edilir. Örneğin deşarj süresi 12,5 saat ise akünün gerçek kapasitesi 3,6 x 12,5 = 45 Ah'dir.
Günümüzde akü kapasite kontrolü için şekil 11.5'teki gibi cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar ile ölçümde voltmetrede okunan değerin 9,6 volttan düşük çıkması veya elemanlardaki elektrolitin hızla kaynaması akü kapasitesinin iyi olmadığını gösterir.

Günümüzde akü kapasite kontrolü için şekil 11.5'teki gibi cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar ile ölçümde voltmetrede okunan değerin 9,6 volttan düşük çıkması veya elemanların hızla kaynaması akü kapasitesinin iyi olmadığını gösterir.

Görsel 11.5: Akü kapasite kontrol cihazı

ç. Yüzeyden Kaçak Kontrolü

Şarj sırasında oluşan gazlar akü toz kapak deliklerinden dışarıya atılırken hava ile birleşip akü yüzeyinde zamanla bir birikinti meydana getirmektedir. Bu birikinti akü yüzeyinde enerji kaçağı meydana getirdiği gibi, bağlantılarda korozyona sebep olmaktadır. Akü yüzeyden kaçak kontrolü şu şekilde yapılır:

- Avometre volt pozisyonuna getirilir.
- Avometrenin negatif ucu bataryanın negatif terminaline temas ettirilir.
- Avometrenin pozitif ucu bataryanın yüzeyinde gezdirilir.
- Avometre değer gösteriyorsa yüzeyde kaçak vardır.

Böyle bir kaçak durumunda akü yüzeyindeki birikintiler ve kutup başlarındaki korozyon sodalı su veya ılık su ile temizlenir.

ÖĞRENME BİRİMİ	OTOMOTİV AKÜLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	1. AKÜLERİN ARAÇTAN SÖKÜLÜP TAKILMASI		

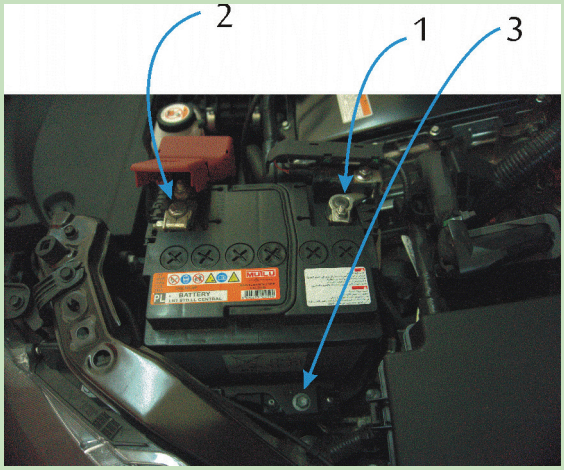
AMAÇ Akünün araçtan güvenli sökülüp takılmasını sağlamak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Muhtelif takımlar		

2. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız. Kişisel koruyucu ekipmanlarınızı kullanınız.
2) Aracı düz ve güvenli bir yere park ediniz.
3) Araç içerisindeki tüm alıcıları kapatıp kontak anahtarını çıkararak 3 dakika bekleyiniz.
4) Motor kaputunu ve varsa akü muhafazayı çıkarıp akü üzerini temizleyiniz.
5) Yukarıdaki resimde görülen kutup başı ve akü tutma bağlantı elemanlarını sökünüz.
6) Akü voltajını ölçüp + ve – kutupları tespit edip kablo üzerine işaretleyiniz.
7) Araçtaki elektronik sistemlerin olumsuz etkilenmemesi için mümkünse yedek bir aküyü kutup başı kablolarına paralel bağlayınız (+, +'ya -, -'ye). Yedek akü kullanılmayacaksa radyo kanalları ve şifreleme not edilir.



Görsel 11.6: Akünün araçtan sökülmesi

8) Önce negatif sonra pozitif kutup başını uygun bir takım ile sökünüz.
9) Aküyü eğmeden yuvasından dışarı çıkarınız.
10) Akü oturma tablasında korozyon olup olmadığını ve sabitleme elemanlarının işlevselliği kontrol ediniz.
11) Aküyü tekrar yerine oturtunuz.
12) Önce pozitif (+)daha sonra negatif (-) kutup başı terminalini bağlayınız. Yedek aküyü çıkarınız.
13) Aküyü bağlantı aparatları ile sabitleyiniz. Muhafazayı dikkatli bir şekilde doğru takım ile sıkıştırıp takınız.
14) Radyo ayarlarını kontrol edip aracın farları ile aküyü kontrol ediniz.

3. Uygulama Değerlendirme

KONTROL	SAĞLAM/SAĞLAM DEĞİL	GERİLİM DEĞERİ (V)	YORUMLAR
AKÜ VOLTAJI			
KUTUPBAŞLARI DURUMU			

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Akü temizliğinin yapılması	10	
4	Akü voltaj ölçümünün ve kutupların tespitinin yapılması	20	
5	Akü kutup başlarının sökülmesi ve takılması işlem adımlarının doğru yapılması	20	
6	Akü söküm ve takım işleminde takımların doğru kullanılması	10	
7	Akü kontrolünün yapılması	10	
8	Tertip ve düzene dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	OTOMOTİV AKÜLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	2. AKÜNÜN GÖZLE KONTROLÜ		

AMAÇ Akünün gözle kontrolünü yapmak.

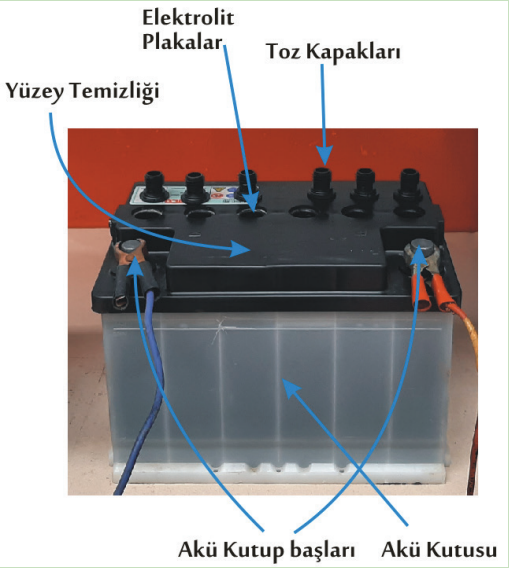
1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Akü	12V	1 adet

2. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız. Kişisel koruyucu ekipmanlarınızı kullanınız.
2) Akünün kutup başlarına bakınız. Kutup başlarında eğiklik, yıpranma, korozyon veya darbe izi olup olmadığına, bağlantıların sıkılığına bakınız.
3) Şarj gösterge gözünden (indikatör) şarj durumuna bakınız.
4) Akü yüzey temizliğine bakınız. Kısa devreye sebep olacak kirlilikleri temizleyiniz.
5) Akü kutusunda ezik, çatlak veya erime izleri olup olmadığına bakınız. Elektrolitin dışarı akmasının faciaya sebep olabileceğini unutmayınız.
6) Eleman kapaklarını, toz kapaklarını söküp kapakların durumlarını kontrol ediniz.
7) Elektrolit düzeyini kontrol ediniz. Plakalardan 1-1,5 cm yüksekte olduğundan emin olunuz.

Görsel 11.7: Akünün gözle kontrolü



Görsel 11.8: Akü şarj gösterge gözü (indikatör)

8) Elektrolit berraklığına bakınız.
9) Pozitif ve negatif plaka renklerine bakınız. Tam şarjlı bir aküde pozitif plakalar negatif plakalara göre daha koyu renktedir. Şarj durumu değerlendirilirken bu bilgi göz önünde bulundurulur.

3. Uygulama Değerlendirme

KONTROL	İYİ	KÖTÜ	DÜŞÜNCELER
KUTUPBAŞLARININ DURUMU			
AKÜ ŞARJ DURUMU (İNDİKATÖR)			
AKÜ DIŞ YÜZEYİ DURUMU (Yüzeyden kaçak kontrolü yapınız.)			
AKÜ KUTUSUNUN DURUMU			
ELEMAN TOZ KAPAKLARININ DURUMU			
ELEKTROLİT SEVİYESİ			
ELEKTROLİT BERRAKLIĞI			
SEPERATÖRLERİN DURUMU			
POZİTİF PLAKA RENGİ DİĞERİNE GÖRE KOYU MU?	EVET	HAYIR	

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Akü temizliğinin yapılması	10	
4	Akü kapakları kapalı iken kontrollerin işlem sırasına göre yapılması	20	
5	Akü kapakları açıkken kontrollerin işlem sırasına göre yapılması	20	
6	Akü kontrolünde iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
7	Kontrol sonuçlarının yorumlanması	10	
8	Tertip ve düzene dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

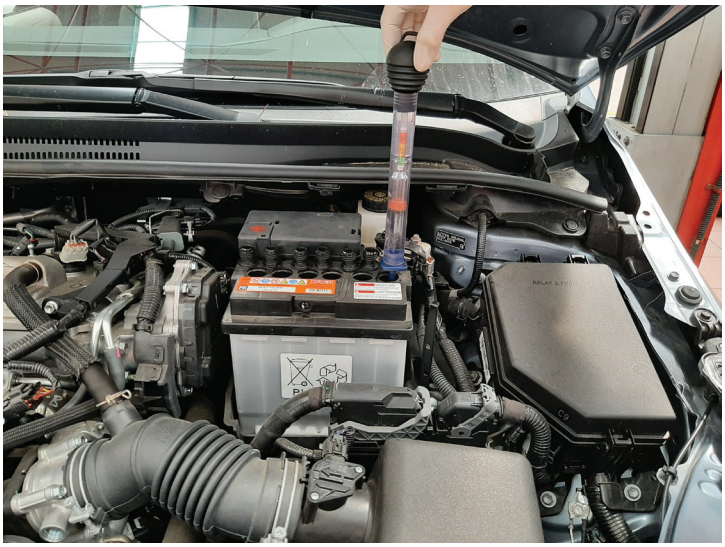
ÖĞRENME BİRİMİ	OTOMOTİV AKÜLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	3. AKÜNÜN YOĞUNLUK KONTROLÜ		

AMAÇ Akünün yoğunluk kontrolünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Akü	12V	1 adet
2- Hidrometre		
3- Temizlik malzemeleri		

2. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli, Resimler



Görsel 11.9: Akünün yoğunluk kontrolü

3. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız. Kişisel koruyucu ekipmanlarınızı kullanınız.
2) Akü yüzey temizliğini yapınız, akü yüzeyini ve dış kısımlarını gözle kontrol ediniz.
3) Eleman kapaklarını açınız. Elektroliti, seperatörleri ve plakaları gözle kontrol ediniz.
4) Hidrometrenin pipetini elektrolite daldırıp elektrolitin tüp içerisine dolmasını sağlayınız.
5) Hidrometreyi dik tutunuz ve pipeti aküden dışarıya çıkarmayınız.
6) Tüp içerisindeki şamandıranın üzerindeki cetvelden akü yoğunluğunu okuyunuz ve değeri not alınız.
7) Tüp içerisine çekilen elektroliti aynı elemana geri boşaltınız.
8) Toz ve eleman kapağını kapatarak ortamı ve hidrometreyi temizleyiniz.
9) Ellerinizi hiçbir yere temas ettirmeden bol su ile yıkayınız.

4. Uygulama Değerlendirme

KONTROL	İYİ	KÖTÜ	DÜŞÜNCELER
AKÜNÜN DIŞININ GÖZLE KONTROLÜ			
AKÜ DIŞ YÜZEYİ DURUMU (Yüzeyden kaçak kontrolü yapınız.)			
AKÜ SEPERATÖR, PLAKA VE ELEKTRO-LİT DURUMU			
HER ELEMAN İÇİN HİDROMETREDE OKUNAN YOĞUNLUK DEĞERLERİ	1. Eleman: 2. Eleman: 3. Eleman: 4. Eleman: 5. Eleman: 6. Eleman:		

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Akü temizliğinin yapılması	10	
4	Akünün gözle kontrolü	20	
5	Akünün yoğunluğunun ölçülmesi ve yorumlanması	30	
6	Akü kontrolünde iş güvenliği kurallarına uyulması	10	
7	Tertip ve düzene dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

ÖĞRENME BİRİMİ	OTOMOTİV AKÜLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	4. AKÜNÜN KAPASİTE KONTROLÜ		

AMAÇ Akünün kapasite kontrolünü yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Akü	12V	1 adet
2- Kapasite ölçüm cihazı		
3- Avometre		

2. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız. Kişisel koruyucu ekipmanlarınızı kullanınız.
2) Akü yüzey temizliğini yapınız, aküyü gözle kontrol ediniz.
3) Akü yoğunluğunu ölçerek tam şarjlı olduğundan emin olunuz.
4) Kapakları açık tutunuz.
5) Kapasite ölçüm cihazının maşalı kablolarını +, +'ya; -, -'ye gelecek şekilde aküye bağlayınız. Cihazın yükleme akımını ayarlayınız. Eğer kapasite ölçme cihazları manuel yükleme ayarlı tip ise yükleme akımı, akü kapasitesinin 3 katı değere ayarlanmalıdır.

Görsel 11.10: Akü kapasite kontrol cihazı

6) Cihazın butonunu açarak 15 sn tutunuz, cihaz üzerindeki voltmetre üzerindeki değerini okuyunuz ve not ediniz.
7) Voltmetrede okunan değerin 9,6 volttan düşük olmaması beklenir ve elemanların hızlı kaynamaması gerekir.

3. Uygulama Değerlendirme

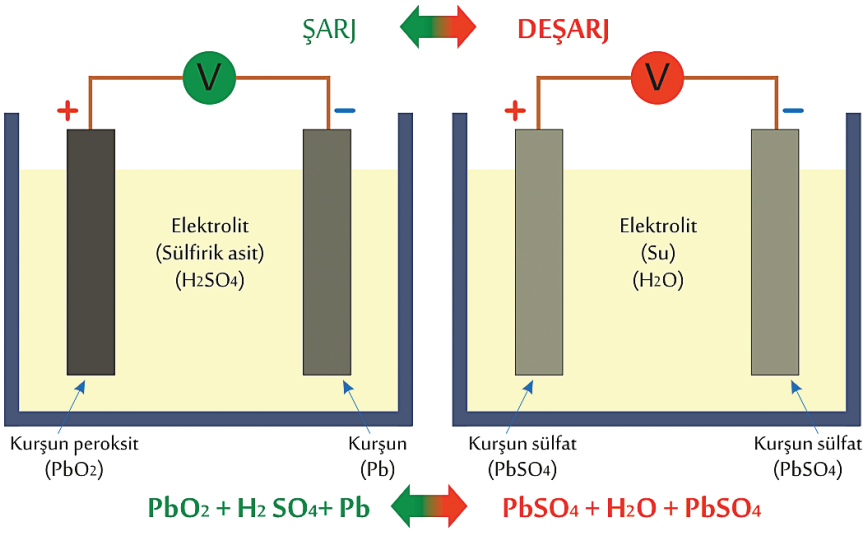
KONTROL	İYİ	KÖTÜ	DÜŞÜNCELER
AKÜNÜN GÖZLE KONTROLÜ			
HER ELEMAN İÇİN HİDROMETREDE OKUNAN YOĞUNLUK DEĞERLERİ	1. Eleman: 2. Eleman: 3. Eleman: 4. Eleman: 5. Eleman: 6. Eleman:		
AKÜ KAPASİTE DEĞERİ (Volt)	Değer:		

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	İş güvenliği tedbirlerinin alınması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması	10	
3	Akü temizliğinin yapılması	10	
4	Akünün gözle kontrolünün yapılması	20	
5	Akünün yoğunluğunun ölçülmesi	20	
6	Akü kapasite kontrolü ve yorumlanması	20	
7	Tertip ve düzene dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

11.2. AKÜ ŞARJ İŞLEMLERİ

11.2.1. Akünün Şarjı Ve Deşarjı

Aküye bir DC (doğru akım) güç kaynağından (redresör) akım vererek depolanan enerji düzeyini yükseltmeye **şarj**, aküdeki depolanan enerjinin yapılan iş sonucu seviyesinin düşmesine **deşarj** denir. Şarj ve deşarj esnasında aküdeki kimyasal olaylar Görsel 11.11'de gösterilmiştir.



Görsel 11.11: Akünün şarj ve deşarj olaylarını gösteren şema

Tam şarjlı bir akünün negatif plakası saf kurşun (Pb) ve pozitif plakası kurşun peroksit (PbO2) şeklindedir. Akü boşalınca yani deşarj olunca her iki plaka da kurşun sülfat (PbSO4) haline döner. Elektrolitteki asit ise su (H2O) haline dönüşür. Deşarj olan aküye bir doğru akım kaynağından akım verilirse kurşun sülfat (PbSO4) ayrışır ve sülfat (SO4) suyun hidrojeniyle birleşerek sülfürik asit (H2SO4) oluşturur. Suyun oksijeni ise pozitif plakanın kurşunuyla birleşir kurşun peroksit (PbO2) oluşturur. Böylece her iki plakada da birbirinden farklı iki madde oluşmuş ve akü şarjlı hale gelmiş olur.

Tam şarjlı akü	Deşarj olmuş akü
Pozitif eleman: PbO_2	Pozitif eleman: $PbSO_4$
Elektrolit: H_2SO_4	Elektrolit: H_2O
Negatif eleman: Pb	Negatif eleman: $PbSO_4$

11.2.2. Bataryalarda Şarj İşlemi

a. Yavaş Şarj

Uzun süre kullanılmadan bekletilen akülerin plakalarında oluşan sülfatı çözmek için yavaş şarj işlemi uygulanır. Bunun için alternatif akımı doğru akıma çeviren redresörler kullanılır. İşlem adımları şu şekildedir:

- Akü gözle kontrol edilir.
- Plakalarda deformansyon olup olmadığına bakılır.
- Akü bir alıcı yardımı ile tamamen deşarj edilir.
- Akü içerisindeki elektrolit boşaltılır ve yerine sadece saf su konur.
- Akü şarj cihazına bağlanır.
- Şarj akımı 0,5 - 1 amper seçilir ve şarj için gerekli süre 60-100 saattir.
- Belirli aralıklarda akü yoğunluğu ölçülmeli ve yoğunluk 1,280 gr/cm3'ü geçmemelidir.
- Şarj bitiminde akü içerisindeki elektrolit boşaltılır ve yeni elektrolit konulur

b. Normal Şarj

Akünün bir şekilde deşarj olmasından dolayı akü araçtan alınıp dışarıda normal şarja bağlanır. Birden fazla akü seri bağlanarak aynı anda şarj edilebilir.

Normal şarja bağlanan bir aküde aşağıdaki işlemleri uygulanır:

- Akünün yüzeyi temizlenir ve toz kapakları açılır.
- Gözle kontrol ve yoğunluk kontrolü yapılır. Elektrolit düzeyi eksik ise tamamlanır.
- Birden fazla akü seri bağlanmışsa en küçük kapasiteli aküye göre şarj akımı seçilir.
- Şarj akımı akü kapasitesinin 1 / 10 ile 1 / 20 si arasında seçilir. Örneğin, kapasitesi 60 Ah olan aküde şarj akımı 3 – 6 amper arasında seçilmelidir.
- Şarj olurken belirli aralıklarla elektrolit yoğunluk kontrolünü yapılır.

Akünün şarj süresi aşağıdaki gibi hesaplanır:

Akü şarj süresi (saat) = Akü kapasitesi (Ah)/ Şarj akımı (A)

Örneğin, 60 Ah kapasiteli bir akü için kapasitenin 1/10 ila 1/20 arası şarj akımı kullanmamız gerekir. Şarj akımını 3 A seçtiğimizde

Akü şarj süresi (saat) = 60 (Ah)/ 3 (A) = 20 saat bulunur.

c. Çabuk Şarj

Yüksek akımla kısa bir zamanda aküyü şarj etmek gerektiğinde çabuk şarj işlemi yapılır. Zorunlu olmadıkça çabuk şarj yapılmamalıdır. Ömrü dolmuş akülerde uygulanmaz. Şarj voltajı 15,5 voltu geçmemeli ve şarj akımı akü kapasitesinin yarısı kadar seçilmelidir. 60 Ah olan aküde şarj akımı 30 amper, uygulama süresi 15-20 dakikadır.

ç. Araç Üzerinde Şarj

Araçlarda, araç çalıştığı müddetçe alternatör ve regülatörden meydana gelen şarj sisteminin aküyü şarj etmesi ile yapılır. Araç üzerindeki şarj işlemi, sabit voltajla yapılan işlemdir. Şarj voltaj değeri ortalama 13.8 volt ile 14.4 volt değerleri arasında olmalıdır (Bu değer marka ve modellere göre değişebilir.).

11.2.3. Aşırı Şarj Ve Deşarjın Zararları

Akünün şarjda unutulması, şarj süresinin yanlış hesaplanması ve kullanılmadan uzun beklemesi sebebiyle aküler aşırı şarj ve deşarja maruz kalır.

a. Aşırı şarja Maruz Kaldığında

- Kutup başları ve akü kutusu zarar görebilir.
- Aşırı şarj aküde su kaybına sebep olur. Susuz kalan akü plakaları sertleşerek deforme olur. Araç üzerinde aşırı şarj olan aküde çok sık su eksilir. Bunun sonucunda plakalar hava ile temas eder, yüzeyler sülfatlaşarak sertleşir.
- Aşırı şarj özellikle pozitif plaka ızgaralarında oksitlenmeye sebep olur.

b. Aşırı deşarja Maruz Kaldığında

- Akünün tamamen boşalması sülfatın plakalar üzerinde sert bir tabaka oluşturmasına sebep olur. Buna sülfatlaşma denir. Bu tabakanın çözülmesi oldukça zordur.
- Deşarj olmuş ve elektrolit içerisindeki su miktarı artmış akü, kış aylarında kolay donarak deforme olur.

11.2.4. Uzun Süre Kullanılmadan Bekletilmiş Akülerde Yapılacak İşlemler

Araç uzun süre çalışmadan beklemesi durumunda akünün deşarj olma olasılığı yüksektir (self deşarj). Araç üreticileri her ne olursa olsun özellikle yeni nesil araçlar da elektrik bağlantılarının kesilmesini tavsiye etmezler. Araç üzerindeki aküler minimum haftada 1 kez 15-20 dakika şarj olması akü için yeterlidir. Ancak akü uzun süre şarj edilmeden bekleyecekse şarjlı olarak bekletilmelidir. Self deşarj ile aküsü boşalmış araçlar yedek akü takviyesi ile çalıştırılmalı, vurdurma ile çalıştırılmamalıdır. Aksi durumda araç elektroniği zarar görebilir. Bekletilmiş bakımsız akülerde voltaj ölçümü yapılır, minimum marş için 12,5 V olmalıdır. Altındaki değerlerde yedek akü takviyesi kullanılabilir. Bekletilmiş akünün voltajı 11,70V'a düşmüş ise redresörlü cihaza şarj olması için bırakılır, ara ara hidrometre ile yoğunluğu ölçülür. Şarj süreci boyunca akü yoğunluğu artıyorsa sorun yoktur. Ancak yoğunluk değeri değişmiyorsa aküde sülfatlaşma var demektir. Uzun süre şarjı olmadan bekletilen akülerin plakaları üzerindeki sülfat sertleşerek işlevsiz duruma gelmesine sülfatlaşma denir. Aşağıdaki işlemlerle sülfatlaşma giderilebilir:

- Elektrolit tamamen boşaltılır, yerine saf su doldurulur.
- Akü kapasitesinin 0,5 - 1 amper akımla 60 -100 saat şarj edilir.
- Şarj süresince yoğunluk kontrol edilir, yoğunluğun artması beklenir.
- İşlem sonrası akü elektroliti değiştirilir.

Akülerin depolanmasında gerek iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekse stok kayıplarını yok etmek için aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

- Akü tam şarjlı ve düz pozisyonda olmalıdır.
- Aküler istiflenecekse 3 aküden fazla üst üste koyulmamalı ve her sıradan sonra araya yalıtılmış, sıvı geçirmez elastik malzeme konulmalıdır.
- Çevrede kısa devre yapabilecek iletken malzemeler olmamalıdır.
- Akülerin sıcaklık yükseldikçe kendi kendine deşarj olma eğilimlerinin arttığı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Depolanan aküler sıklıkla kontrol edilmeli, akü gerilimleri 12,40 V altına düştüğünde aküler yeniden şarj edilmelidir.
- Akü depoları; havadar, sigara içilmeyen, yakınında ateş olmayan yerlerde olmalıdır.

11.2.5. Şarj Akımının Ve Süresinin Tespiti

AAkülerin şarj işlemlerinde süre önemlidir. Aşırı şarj hakkında verilen bilgilere bakılabilir.

Akü şarj işleminde

Yavaş şarj : 0,5-1 amper

Normal şarj : Kapasitenin 1/10-1/20'si arası amper

Çabuk şarj : Kapasitenin yarısı kadar amper ile ve 20 dakikayı geçmeyecek bir sürede gerçekleştirilir.

Akülerin tamamen boşalmadığı ancak marş içinde yeterli olmadığı durumlarda süre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Süre: } \frac{\text{Boş kısım (Ah)}}{\text{Şarj akımı (A)}}$$

Örneğin, kapasitesi 60 Ah olan akü ¼ şarjlı olduğu ölçülmüştür. 6 amper şarj akımı ile kaç saat şarj edilmelidir?
Boş kısım= ¼ şarjlı ise, ¾ oranında boştur. Yani ¾ x 60 = 45 Ah boştur.

$$\text{Süre: } \frac{\text{Boş kısım (Ah)}}{\text{Şarj akımı (A)}} \qquad \text{Süre: } \frac{45}{6} \qquad \text{Süre: 7,5 Saat}$$

ÖĞRENME BİRİMİ	OTOMOTİV AKÜLERİ	Süre 2 ders saati	Uygulama Yaprağı
UYGULAMA ADI	5. AKÜYÜ ŞARJ SİSTEMİ İLE ŞARJ ETME		

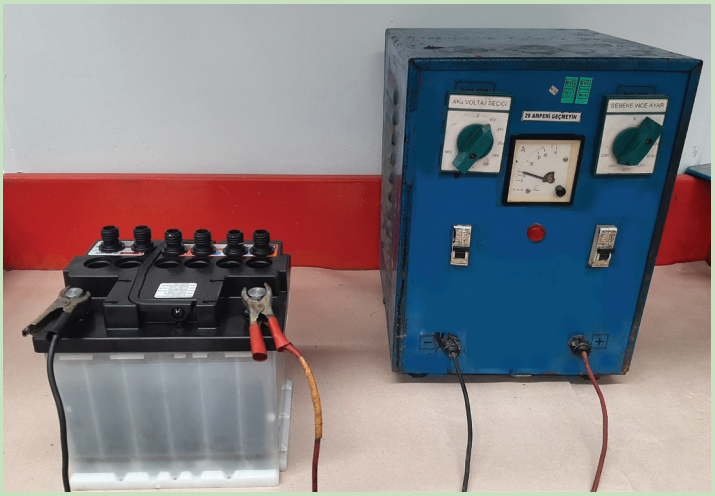
AMAÇ Aküyü şarj cihazı ile normal şarj işlemi yapmak.

1. Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
1- Akü	12V	1 adet
2- Redresörlü şarj cihazı		
3- Temizlik materyalleri		

2. İşlem Basamakları

1) İş güvenliği tedbirlerini alınız. Kişisel koruyucu ekipmanlarınızı kullanınız.
2) Akü yüzey temizliğini yapınız.
3) Aküyü gözle kontrol ve yoğunluk kontrolü yapınız.
4) Akü elektrolit seviyesi eksik ise tamamlayınız.
5) Toz kapaklarını açık bırakınız.
6) Şarj akımını belirleyiniz (akü kapasitesinin 1/10 – 1/20' si arası amper).
7) Şarj süresini hesaplayınız (kapasitesi / şarj akımı = saat cinsinden şarj süresi).
8) Akü şarj cihazının maşalı kablolarını aküye bağlayınız (+, +'ya; -, -'ye bağlanır.



Görsel 11.12: Akü şarj işlemi

9) Makine şalterini açarak şarj işlemini başlatınız.
10) Şarj olurken belirli aralıklarla elektrolit yoğunluk kontrolünü yapılır.

3. Uygulama Değerlendirme

KONTROL	İYİ	KÖTÜ	DÜŞÜNCELER
AKÜNÜN GÖZLE KONTROLÜ			
AKÜNÜN ELEKTROLİT SEVİYESİ			
HER ELEMAN İÇİN HİDROMET-REDE OKUNAN YOĞUNLUK DEĞERLERİ	1. Eleman: 2. Eleman: 3. Eleman: 4. Eleman: 5. Eleman: 6. Eleman:		
AKÜNÜN KAPASİTESİ	Değer		
HESAPLANAN ŞARJ AKIMI	Değer		
HESAPLANAN ŞARJ SÜRESİ	Değer		

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN	ALINAN PUAN
1	Kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması	10	
2	Kullanılacak araç gerecin hazırlanması akü temizliğinin yapılması	10	
3	Akünün gözle kontrolünün yapılması	10	
4	Akünün yoğunluğunun ölçülmesi	20	
5	Akü şarj akım ve süresinin hesaplanması	20	
6	Akünün şarja bağlanması ve şarj etme işleminin başlatılması	20	
7	Tertip ve düzene dikkat edilerek çalışılması	10	
	TOPLAM	100	

KAYNAKÇA

- Audi, SSP 432, TFSI Motor, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Audi, SSP 384, TFSI Zincirli Motor, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Audi, SSP 431, RS 6, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Audi, SSP 436, Zincir tahrikli 4-silindir TFSI Motorda değişimler, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Muzaffer Hakan Yıldırım, Motor Teknolojisi, Nobel Akademik Yayıncılık 4. Basım,2017
- MOBIL OIL TÜRK A.Ş, Yağlama Eğitim Kitapçığı
- Volkswagen, SSP 303 V10 TDI Motor, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Volkswagen, SSP 248, W Motor konsepti, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Volkswagen, SSP 510 TSI-Motorda aktif silindir yönetimi ACT, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Volkswagen, SSP 246 Değişken Supap Zamanlaması, Kendi Kendine Çalışma Programı
- Toyota, Team21 Toyota Teknisyeni, Temel Servis Bilgisi ve Periyodik Bakım
- Toyota, Team21 Toyota Pro Teknisyen, Motor
- Toyota, New Team21 Pro Teknisyen, Motor
- 2A Mühendislik, LPG'li ve CNG'li sistemler

Genel Ağ Kaynakçası

- https://www.linkedin.com/pulse/motorlarda-kullan%C4%B1lan-supap-teknolojileri-metin-%C5%9Fanser-tekin Erişim Tarihi: 04/04/2020 19:42
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/kulbutor-mekanizmasi-kulbutor-ve-kapagi.html Erişim Tarihi:09.05.2020 13:00
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/supap-sistemi-nedir-supap-mekanizmasi-ce-sitleri-parcalari.html Erişim Tarihi: 09.05.2020 13:35
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/supap-iticisi-tapet-nedir-supap-fincani.html?m=0 Erişim Tarihi: 09.05.2020 14:00
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/supap-nedir-supaplarin-gorevi-parcalari.html Erişim Tarihi:09.05.2020 14:45
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/supap-yuvasi-supap-bagasi-nedir.html?m=0 Erişim Tarihi:09.05.2020 15:30
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2016/04/degisken-supap-zamanlamasi-nasil-calisir.html?m=0 Erişim Tarihi:09.05.2020 16:10
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/alttan-eksantrikli-motor-nedir.html Erişim Tarihi:09.05.2020 16:43
- https://www.sekizsilindir.com/2016/11/degisken-supap-zamanlamasi-vtec-nedir.html Erişim Tarihi:09/05/2020 16:51
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/direkt-supap-tahrik-sistemi-kulbutorsuz.html Erişim Tarihi: 10.05.2020 16:07
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/f-tipi-motor-nedir-f-tipi-supap.html Erişim Tarihi: 10.05.2020 17:07
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/hidrolik-supap-iticisi-nedir-ne-ise-yarar.html Erişim Tarihi: 10.05.2020 18:00
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/kulbutor-mekanizmasi-kulbutor-ve-kapagi.html Erişim Tarihi: 10.05.2020 18:30
- https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2019/08/triger-kayisi-nedir-ne-ise-yarar-koparsa-ne-olur.html Erişim Tarihi: 11.05.2020 16:30

Görsel Kaynakça

Komisyon Tarafından Fotoğraflanan Görseller

Görsel 2.43	Görsel 2.44	Görsel 2.45	Görsel 2.46	Görsel 2.47	Görsel 2.48
Görsel 2.49	Görsel 2.54	Görsel 2.55	Görsel 2.56	Görsel 2.57	Görsel 2.58
Görsel 2.59	Görsel 2.60	Görsel 3.1	Görsel 3.2	Görsel 3.5	Görsel 3.6
Görsel 3.7	Görsel 3.8	Görsel 3.9	Görsel 3.10	Görsel 3.12	Görsel 3.13
Görsel 3.15	Görsel 3.16	Görsel 3.17	Görsel 3.20	Görsel 4.2	Görsel 4.4
Görsel 4.6	Görsel 4.10	Görsel 4.11	Görsel 4.15	Görsel 4.16	Görsel 4.18
Görsel 4.19	Görsel 4.20	Görsel 4.21	Görsel 4.22	Görsel 4.23	Görsel 4.24
Görsel 5.1	Görsel 5.2	Görsel 5.3	Görsel 5.4	Görsel 5.5	Görsel 5.6
Görsel 5.7	Görsel 5.8	Görsel 5.11	Görsel 5.12	Görsel 5.13	Görsel 5.14
Görsel 5.15	Görsel 5.16	Görsel 5.17	Görsel 5.18	Görsel 5.19	Görsel 5.20
Görsel 5.21	Görsel 5.22	Görsel 5.24	Görsel 5.26	Görsel 5.27	Görsel 5.28
Görsel 5.29	Görsel 5.30	Görsel 5.31	Görsel 5.32	Görsel 5.33	Görsel 5.34
Görsel 5.35	Görsel 5.36	Görsel 5.37	Görsel 5.38	Görsel 5.39	Görsel 5.40
Görsel 5.41	Görsel 5.47	Görsel 5.48	Görsel 5.49	Görsel 5.50	Görsel 6.5
Görsel 6.8	Görsel 6.10	Görsel 6.11	Görsel 6.12	Görsel 6.16	Görsel 6.18
Görsel 6.21	Görsel 6.22	Görsel 6.23	Görsel 6.24	Görsel 6.25	Görsel 6.26
Görsel 6.27	Görsel 6.28	Görsel 6.29	Görsel 6.30	Görsel 6.31	Görsel 6.32
Görsel 6.34	Görsel 6.35	Görsel 6.36	Görsel 6.40	Görsel 6.41	Görsel 6.42
Görsel 6.43	Görsel 6.44	Görsel 6.45	Görsel 6.46	Görsel 6.47	Görsel 6.48
Görsel 6.49	Görsel 6.50	Görsel 6.51	Görsel 6.52	Görsel 6.53	Görsel 6.54
Görsel 6.55	Görsel 6.58	Görsel 6.62	Görsel 6.67	Görsel 6.69	Görsel 6.70
Görsel 6.82	Görsel 6.83	Görsel 6.92	Görsel 6.95	Görsel 6.96	Görsel 6.97
Görsel 6.98	Görsel 6.99	Görsel 6.100	Görsel 7.5	Görsel 7.6	Görsel 7.8
Görsel 7.10	Görsel 7.11	Görsel 7.12	Görsel 7.13	Görsel 7.14	Görsel 7.15
Görsel 7.16	Görsel 7.17	Görsel 7.18	Görsel 7.19	Görsel 7.20	Görsel 7.21
Görsel 7.22	Görsel 7.23	Görsel 7.24	Görsel 7.25	Görsel 7.26	Görsel 7.27
Görsel 7.28	Görsel 7.29	Görsel 7.39	Görsel 7.40	Görsel 7.41	Görsel 7.42
Görsel 7.43	Görsel 7.44	Görsel 7.45	Görsel 7.46	Görsel 7.47	Görsel 7.48
Görsel 7.49	Görsel 7.50	Görsel 7.51	Görsel 8.8	Görsel 8.9	Görsel 8.10
Görsel 8.12	Görsel 8.13	Görsel 8.14	Görsel 8.15	Görsel 8.19	Görsel 8.22
Görsel 8.24	Görsel 8.25	Görsel 8.26	Görsel 8.30	Görsel 8.31	Görsel 8.32
Görsel 8.33	Görsel 8.34	Görsel 8.35	Görsel 8.36	Görsel 8.37	Görsel 8.42
Görsel 8.43	Görsel 8.48	Görsel 8.49	Görsel 8.50	Görsel 8.51	Görsel 8.52
Görsel 8.53	Görsel 8.54	Görsel 8.55	Görsel 8.56	Görsel 8.57	Görsel 8.58
Görsel 8.59	Görsel 8.60	Görsel 8.61	Görsel 8.62	Görsel 8.67	Görsel 8.68
Görsel 8.69	Görsel 8.70	Görsel 8.71	Görsel 8.72	Görsel 8.73	Görsel 8.74
Görsel 8.75	Görsel 8.76	Görsel 8.77	Görsel 8.78	Görsel 8.79	Görsel 8.80
Görsel 8.81	Görsel 8.82	Görsel 8.83	Görsel 8.84	Görsel 8.85	Görsel 8.86
Görsel 8.87	Görsel 8.88	Görsel 8.89	Görsel 8.91	Görsel 8.92	Görsel 8.93
Görsel 8.95	Görsel 8.96	Görsel 8.97	Görsel 8.98	Görsel 8.99	Görsel 8.100
Görsel 8.101	Görsel 8.105	Görsel 8.106	Görsel 8.107	Görsel 9.1	Görsel 9.2
Görsel 9.3	Görsel 9.4	Görsel 9.5	Görsel 9.6	Görsel 9.7	Görsel 9.8
Görsel 9.9	Görsel 9.10	Görsel 9.11	Görsel 9.12	Görsel 9.13	Görsel 9.14
Görsel 9.15	Görsel 9.16	Görsel 9.17	Görsel 9.18	Görsel 9.19	Görsel 9.20

Görsel 9.21	Görsel 9.22	Görsel 9.23	Görsel 9.24	Görsel 9.25	Görsel 9.26
Görsel 9.27	Görsel 9.28	Görsel 9.29	Görsel 9.30	Görsel 9.31	Görsel 9.32
Görsel 9.33	Görsel 9.34	Görsel 9.35	Görsel 9.36	Görsel 9.37	Görsel 9.38
Görsel 9.39	Görsel 9.40	Görsel 10.1	Görsel 10.2	Görsel 10.3	Görsel 10.4
Görsel 10.5	Görsel 10.6	Görsel 10.7	Görsel 10.8	Görsel 10.9	Görsel 10.10
Görsel 10.11	Görsel 10.12	Görsel 10.13	Görsel 10.14	Görsel 10.15	Görsel 10.16
Görsel 10.17	Görsel 10.18	Görsel 10.19	Görsel 10.20	Görsel 10.21	Görsel 10.22
Görsel 10.23	Görsel 11.1	Görsel 11.2	Görsel 11.3	Görsel 11.4	Görsel 11.5
Görsel 11.6	Görsel 11.7	Görsel 11.8	Görsel 11.9	Görsel 11.10	Görsel 11.11
Görsel 11.12					

Komisyon Tarafından Oluşturulan Şekiller

Şekil 3.1	Şekil 3.2	Şekil 3.3	Şekil 3.4

Toyota Türkiye Pazarlama ve Satış A.Ş Eğitim Bölümünden İzin Alınarak Kullanılan Görseller

Görsel 4.8	Görsel 4.13	Görsel 4.14	Görsel 4.17	Görsel 6.2	Görsel 6.3
Görsel 6.13	Görsel 6.14	Görsel 6.15	Görsel 6.20	Görsel 6.33	Görsel 6.38
Görsel 6.39	Görsel 6.56	Görsel 6.57	Görsel 6.59	Görsel 6.60	Görsel 6.65
Görsel 6.68	Görsel 6.71	Görsel 6.72	Görsel 6.76	Görsel 6.73	Görsel 6.74
Görsel 6.75	Görsel 6.77	Görsel 6.78	Görsel 6.79	Görsel 6.80	Görsel 6.81
Görsel 6.84	Görsel 6.85	Görsel 6.86	Görsel 6.87	Görsel 6.88	Görsel 6.89
Görsel 6.90	Görsel 7.7	Görsel 7.37	Görsel 7.38	Görsel 8.3	Görsel 8.4
Görsel 8.5	Görsel 8.6	Görsel 8.11	Görsel 8.17	Görsel 8.20	Görsel 8.21
Görsel 8.23	Görsel 8.29	Görsel 8.40	Görsel 8.41	Görsel 8.44	Görsel 8.64
Görsel 8.65	Görsel 8.66	Görsel 8.90			

Doğuş Otomotiv Volkswagen Satış Sonrası Hizmetleri Bölümünden İzin Alınarak Kullanılan Görseller

Görsel 4.1	Görsel 4.3	Görsel 4.5	Görsel 5.23	Görsel 5.10	Görsel 5.41
Görsel 5.42	Görsel 5.43	Görsel 5.44	Görsel 5.45	Görsel 6.6	Görsel 6.17
Görsel 6.19	Görsel 6.37	Görsel 6.63	Görsel 6.93	Görsel 6.94	Görsel 7.2
Görsel 7.3	Görsel 7.30	Görsel 7.31	Görsel 7.32	Görsel 7.33	Görsel 7.34
Görsel 7.35	Görsel 7.36	Görsel 8.1	Görsel 8.2	Görsel 8.16	Görsel 8.18
Görsel 8.27	Görsel 8.28	Görsel 8.38	Görsel 8.39	Görsel 8.45	Görsel 8.46
Görsel 8.47	Görsel 8.63	Görsel 8.102			

Ceta-Form El Aletleri'nden İzin Alınarak Kullanılan Görseller

Görsel 2.1	Görsel 2.2	Görsel 2.3	Görsel 2.4	Görsel 2.5	Görsel 2.6
Görsel 2.7	Görsel 2.8	Görsel 2.9	Görsel 2.10	Görsel 2.11	Görsel 2.12
Görsel 2.13	Görsel 2.14	Görsel 2.15	Görsel 2.16	Görsel 2.17	Görsel 2.18
Görsel 2.19	Görsel 2.20	Görsel 2.21	Görsel 2.22	Görsel 2.23	Görsel 2.24
Görsel 2.25	Görsel 2.26	Görsel 2.27	Görsel 2.28	Görsel 2.29	Görsel 2.30
Görsel 2.31	Görsel 2.32	Görsel 2.33	Görsel 2.34	Görsel 2.35	Görsel 2.36
Görsel 2.37	Görsel 2.38	Görsel 2.39	Görsel 2.40	Görsel 2.41	Görsel 2.42
Görsel 2.50	Görsel 2.51	Görsel 2.52	Görsel 2.53		

123RF sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Alınan Görseller

Görsel No	ID No	Görsel No	ID No
Görsel 4.12	17378981	Görsel 5.9	61713246

Görsel 6.1	37037091	Görsel 6.4	103222181
Görsel 6.66	13842483	Görsel 6.65	30559711
Görsel 8.7	61123734	Görsel 8.94	78502801
Görsel 8.103	134209652	Görsel 8.104	65841152

Shutterstock Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Alınan Görseller

Görsel No	ID No	Görsel No	ID No
Kitap Ana kapağı	563893726	1. Ünite kapağı	226920799
2. Ünite kapağı	244181980	3. Ünite kapağı	105892883
4. Ünite kapağı	1514603624	5. Ünite kapağı	1074095711
6. Ünite kapağı	456932263	7. Ünite kapağı	1559753042
8. Ünite kapağı.	443040694	9. Ünite kapağı	1136675327
10. Ünite kapağı	90876848	11. Ünite kapağı	458359567
Görsel 3.3	1359958097	Görsel 3.11	1473035561
Görsel 3.14	742504450	Görsel 3.18	355147160
Görsel 3.19	1260439963		

Diğer Görsel Kaynakça

Görsel 1.1: Milli Eğitim Bakanlığı
Görsel 1.2: Milli Eğitim Bakanlığı
Görsel 1.3: Milli Eğitim Bakanlığı
Görsel 5.24: https://player.slideplayer.biz.tr/79/13109556/slides/slide_2.jpg Erişim tarihi 08/05/2020 05:21
Görsel 6.7: https://2.bp.blogspot.com/-zGYfIy6boMw/XV6cvOwJ_gI/AAAAAAAALkw/y68MIlksv-RA3Jiz4ZL-VP0aAyNsPIvk4wCK4BGAYYCw/s320/kulbutor_mekanizmasi_8.JPG Erişim Tarihi:09.05.2020 16:10
Görsel 6.9: https://im0-tub-tr.yandex.net/i?id=9d835d60c4542787c771d33189be5209&n=13 Erişim Tarihi: 09.05.2020 17:00
Görsel 6.61: https://1.bp.blogspot.com/-aypL2P3zEvg/XUmkl9MOx1I/AAAAAAAALP4/DgMT-Hxij5zsXXfjwBBM58P-7Jwof2B4fwCK4BGAYYCw/s1600/supap_2.JPG Erişim Tarihi: 10.05.2020 13:10
Görsel 6.64: https://4.bp.blogspot.com/-HFT5xvwqvMQ/XUmmkAsouNI/AAAAAAAALSA/2LP-GI_8OZ-Qlav7L0yFAinhtRC28TSLcACK4BGAYYCw/s320/supap_yuvasi_baga.JPG Erişim Tarihi: 11.05.2020 14:00
Görsel 6.91: https://4.bp.blogspot.com/-W8P1VynFOXo/WNQlcwUGs4I/AAAAAAAAGeU/Pr-3rC219zrUebjSexsOy7t9J41OdmybtACK4B/s200/vvt%2Bsistemi.JPG Erişim Tarihi: 11.05.2020 15:30