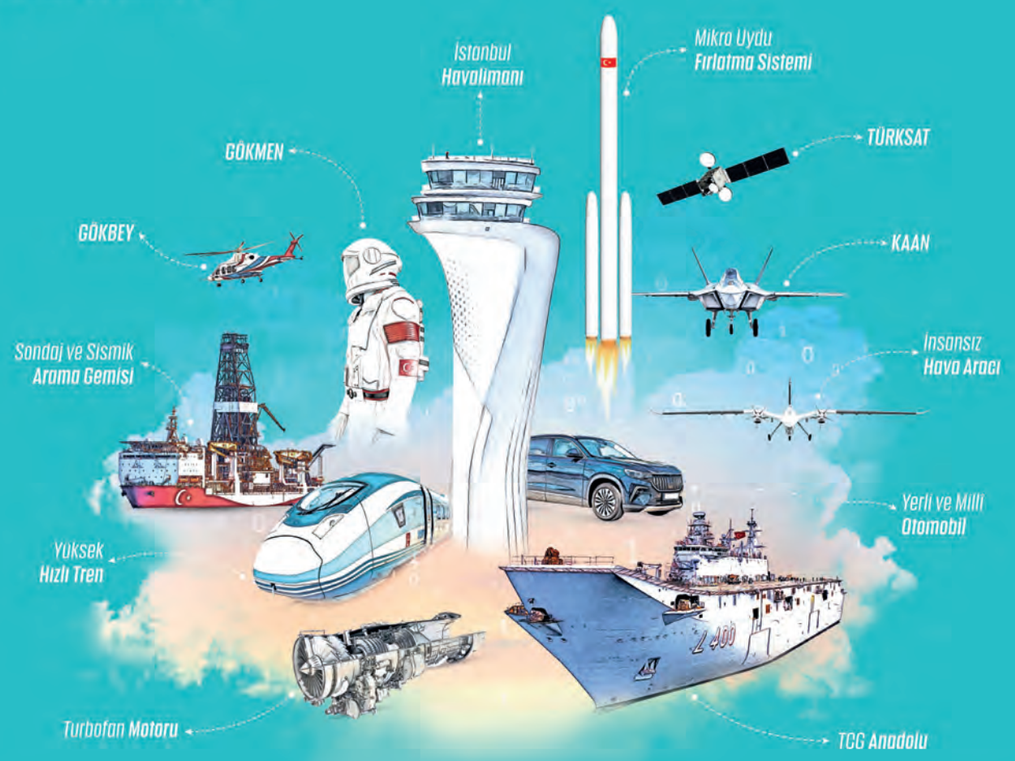
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-6249-6

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

DENİZCİLİK ALANI | TEMEL GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ | 10

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

DENİZCİLİK ALANI

TEMEL GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ



10 DERS MATERYALİ

MEB__213620__TEMEL GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ 10 (Denizcilik)__19,3X27,5

MEB__213620__TEMEL GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ 10 (Denizcilik)__19,3X27,5

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
DENİZCİLİK ALANI

TEMEL GEMİ MAKİNELERİ ATÖLYESİ
10

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ertuğrul YAYLA
Hakan PIRMUT
Özkan ÖZYÜREK
Yıldıray KUYUPINAR

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8066
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 1994

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı: Dr. Nurhan GÜNER

Görsel Tasarım Uzmanı: Yasemin ÖZKARABULUT

ISBN: 978-975-11-6249-6

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



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

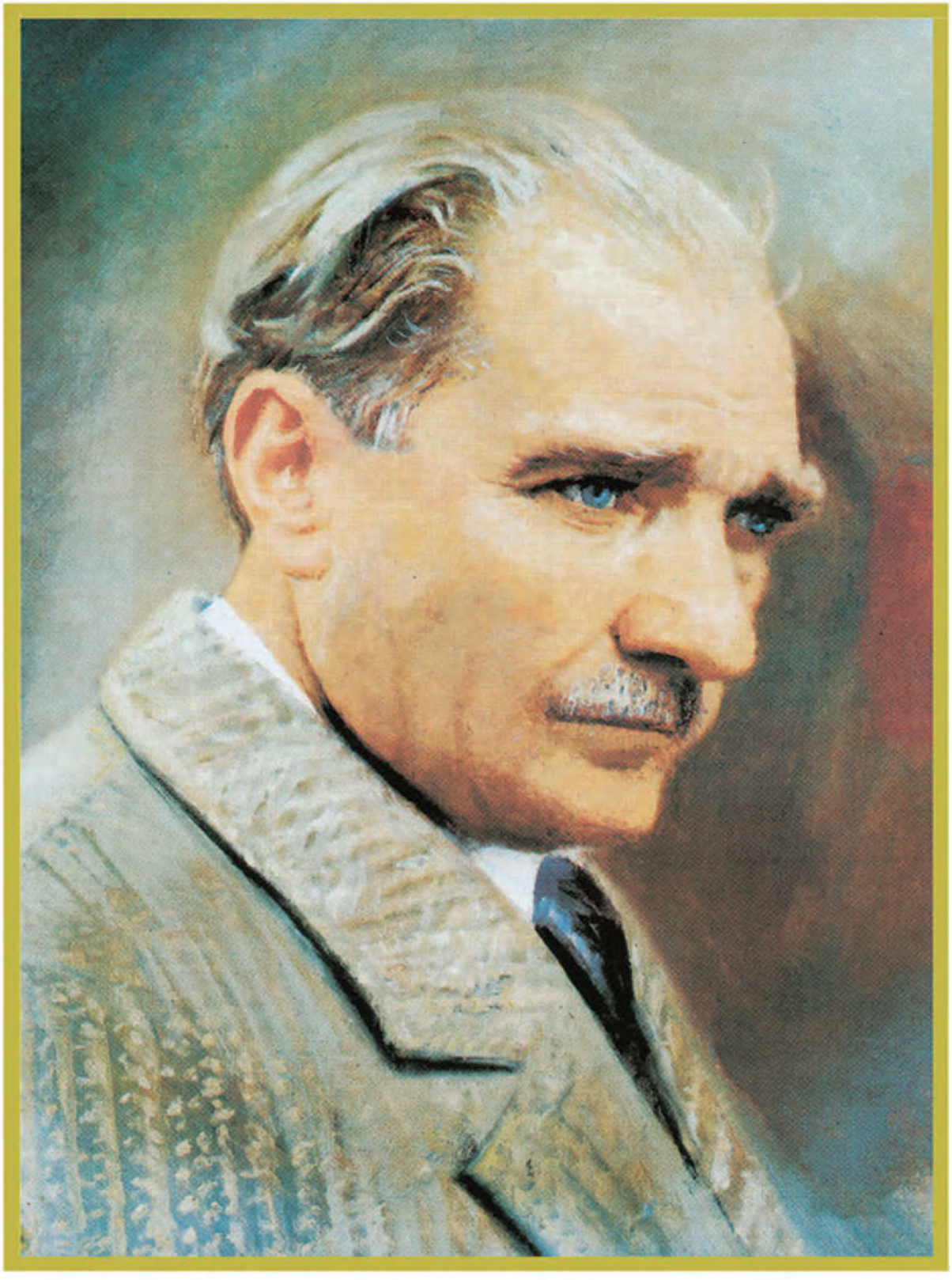
GENÇLİĞE HİTABE

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

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 16

1 ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL GEMİ MAKİNELERİ 17
1. DÖRT ZAMANLI MOTORLARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ 18
1.1. Motorla İlgili Terimler 18
1.2. Beraber Çalışan Pistonların Tespit Edilmesi 23
1.3. Valflerin Tespit Edilmesi 23
1.4. Motorların Dönüş Yönlerini Belirleme Yöntemleri 24
1.5. Ateşleme (Püskürtme) Sırasının Tespit Edilmesi 24
1.6. Valf (Supap) Ayar Diyagramı 24
1.7. Dört Zamanlı Dizel Motorun Teorik Çevrimi 25
1.8. Dört Zamanlı Dizel Motorun Gerçek (Pratik) Çevrimi 26
1.9. Püskürtme Avansı 28
1.10. Emme Valfinin Açılma Avansı (EAA) 28
1.11. Emme Valfinin Kapanma Gecikmesi (EKG) 28
1.12. Egzoz Valfinin Açılma Avansı (EgAA) 29
1.13. Egzoz Valfinin Kapanma Gecikmesi (EgKG) 29
1.14. Teorik ve Gerçek (Pratik) Dizel Çevrimi Arasındaki Farklar 29
1.1. VALFLERİ TESPİT ETME 31
1.2. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALFLERİ SENTE VE VALF OVERLEPİNE GETİRME 32
1.3. DÖRT ZAMANLI MOTORDA ATEŞLEME (PÜSKÜRTME) SIRASINI TESPİT ETME 33
1.4. DÖRT ZAMANLI MOTORDA BERABER ÇALIŞAN SİLİNDİRLERİ TESPİT ETME 34
1.5. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALF AYARI YAPMA 35
1.6. DÖRT ZAMANLI MOTORUN VALF AYAR DİYAGRAMINI ÇİZMEK 37
2. İKİ ZAMANLI MOTORLARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ 39
2.1. İki Zamanlı Dizel Teorik Çevrimi 39
2.2. İki Zamanlı Dizel Motorların Gerçek Çevrim 39
2.3. Dört Zamanlı Ve İki Zamanlı Motorların Karşılaştırılması 41
1.7. İKİ ZAMANLI MOTOR ÜZERİNDEKİ ÜÖN İŞARETİNİ BELİRLEME 42

2 ÖĞRENME BİRİMİ

AŞIRI DOLDURMA SİSTEMLERİ 43
1. SÜPER ŞARJ VE TURBO ŞARJ 44
1.1. Gemi Dizel Makinelerine Giren Hava Miktarının Önemi 44
1.2. Gemi Dizel Motorlarında Aşırı Doldurma Sistemleri 47
1.3. Egzoz Türbini ile Aşırı Doldurma (Turbo Şarj) 52
2.1. HAVA FİLTRESİNİN BAKIMINI YAPMA 58
2.2. BLOVIRIN MOTORDAN SÖKÜLMESİ VE TEMİZLENMESİ 60
2.3. TURBO ŞARJIN BAKIMININ YAPILMASI 61
2. HAVA SOĞUTUCUSU (AİR COOLER) 64
2.4. HAVA SOĞUTUCULARININ (AİR COOLER) KONTROL EDİLMESİ 67

3 ÖĞRENME BİRİMİ

SABİT PARÇALAR 69
1. MANİFOLDLAR 70
1.1. Emme Devresi Elemanları 70
1.2. Egzoz Devresi Elemanları 70
1.3. Egzoz ve Emme Manifoldlarının Kontrolünün Önemi 72
3.1. EMME VE EGZOZ MANİFOLDUNU SÖKME-TAKMA 73
2. ROKER-ARM (KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI) 74
2.1. Roker-armın ve İticilerin Yapısal Özellikleri 74
2.2. Roker-arm Mekanizmasının Kontrolleri 75
3.2. ROKER-ARMIN BAKIMINI YAPMA 76
3. KAVER 77
3.1. Kaver Sökülüp Takılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar 77
3.2. Kaver Contası 78
3.3. Kaver Arızaları ve Belirtileri 79
3.4. Kaverde Yapılan Kontroller 79
3.3. KAVERİ SÖKME VE TAKMA 80
3.4. GASKETİ SÖKEREK ARIZA TEŞHİSLERİNİ YAPMA VE GASKETİ TAKMA 82
3.5. KAVERİ TEMİZLEME 83
3.6. KAVERDE EĞİKLİK KONTROLÜ YAPMA 84
3.7. KAVERDE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA 85
3.8. ÇATLAKLIK KONTROL SPREYİ İLE ÇATLAKLIK KONTROLÜ YAPMA 86
4. MOTOR BLOKU 87
4.1. Motor Blokunun Yapısal Özellikleri ve Kısımları 87
4.2. Krankkeys (Üst Karter) ve Bedpleyt 88
4.3. Laynerler 89
3.9. LAYNERİ SÖKME VE TAKMA 92
3.10. LAYNERDE OVALLİK VE KONİKLİK ÖLÇME 94

4 ÖĞRENME BİRİMİ

HAREKETLİ PARÇALAR 95
1. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI 96
1.1. Zaman Ayar Dişlileri 96
1.2. Zaman Ayar Zinciri 96
1.3. Triger Kayışı 97
4.1. ZAMAN AYAR ZİNCİRİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 98
4.2. ZAMAN AYAR DİŞLİSİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 100
2. KAM ŞAFT (KAM MİLİ) 102
2.1. Kam Şaftlarda Yapılan Kontroller 103
4.3. KAM ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 104
4.4. KAM ŞAFT KONTROLLERİ YAPMA 106
3. VALFLER (SUPAP) 108
3.1. Emme ve Egzoz Valfleri 108
3.2. Sit (Valf Yuvası) 109

3.3. Valf Kılavuzları (Gayıtları) 110
3.4. Valf Yaylar 110
3.5. Valf Yay Tablası 111
3.6. Valf Tırnakları 111
3.7. Valf Ayarının Yapılmasının Önemi 111
3.8. Valf Mekanizmasının Arızaları ve Belirtileri 112
3.9. Valflerin Sökülmesi 112
4.5. VALF AYARI YAPMA 113
4.6. VALF VE SİTLERİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 114
4.7. VALF GAYITLARININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 115
4.8. VALFLERİ ALIŞTIRMA 116
4. PİSTON MEKANİZMASI 117
4.1. Piston 117
4.2. Segman (Ring) 118
4.3. Piston Pimi (Gacın Pin) 119
4.4. Konnektin Rod (Piston Kolu) 120
4.5. Piston Rod 120
4.6. Kroşed mekanizması 120
4.9. PİSTON BİYEL MEKANİZMASININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 121
4.10. PİSTON KONTROLLERİNİ YAPMA 122
4.11. SEGMANLARIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 123
4.12. PİSTON PİMİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 124
5. KRANK ŞAFT 125
4.13. KRANK KASNAĞI SÖKME VE TAKMA 126
4.14. KRANK ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 127
4.15. KRANK ŞAFT DEFLEKŞIN KONTROLÜNÜ YAPMA 129
4.16. KRANK ŞAFT EKSENEL GEZİNTİSİNİ ÖLÇME 131
4.17. KRANK ŞAFT ANA VE KOL MUYLU VE YATAKLARININ KONTROLÜ VE YENİLEŞTİRİLMESİ 132
6. VOLAN 134
6.1. Volanda Yapılan Kontroller 135
6.2. **Titreşim Damperi** 135
4.18. VOLANIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA 136

5 ÖĞRENME BİRİMİ

PERVANE VE ŞAFT 137
1. DEVİR DÜŞÜRÜCÜLER 138
1.1. Kaplin 140
5.1. DİŞLİ MEKANİZMASI YAPMA 141
5.2. DİŞLİ KUTUSU (REDUCTİON GEAR) BAKIMLARINI YAPMA 142
2. STERN TÜP 143
2.1. Pelesenkli Stern Tüp 143
2.2. Sederval Sistemi 144
3. PERVANE VE ŞAFT 145
3.1. Pervanelerin Yapımında Kullanılan Malzemeler 145
3.2. Pervane Çeşitleri 145
3.3. Şaft Donanımı 149

6 ÖĞRENME BİRİMİ

MAKİNE ELEMANLARI 151
1. SÖKÜLEBİLİR BİRLEŞTİRME ELEMANLARI 152
1.1. Kama 152
1.2. Pim 153
1.3. Rondela 154
1.4. Perno 155
1.5. Gupilya 155
1.6. Vida 156
1.7. Cıvata ve Somun 157
1.8. Saplamalar 159
1.9. Tolerans 159
1.10. Yüzey İşleme İşaretleri 165
6.1. CIVATA VE SOMUNLA BİRLEŞTİRME YAPMA 170
6.2. SAPLAMA VE SOMUNLA BİRLEŞTİRME 171
2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI 172
2.1. Perçin 172
2.2. Kaynak 172
2.3. Lehimleme 174
3. YAĞ BAKIMI 176
3.1. Madenî Yağlar 176
3.2. Sentetik Yağlar 176
3.3. Yağların Özellikleri 176
3.4. Motor Yağları 177
3.5. Dişli Yağları 177
3.6. Gres Yağları 177
3.7. Bakım Zamanları 178
3.8. Yağların İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kurallarına Göre Kullanımı 179
4. MİLLER MUYLULAR VE YATAKLAR 180
4.1. Mil 180
4.2. Muylu 182
4.3. Yatak 183
5. KAYIŞ, KASNAK, DİŞLİ ÇARKLAR VE ZİNCİRLER 186
5.1. Kayış 186
5.2. Kasnak 187
5.3. Dişli Çarklar 190
5.4. Zincir Mekanizmaları 194
6. KAVRAMALAR 195

7 ÖĞRENME BİRİMİ

MALZEME 197
1. ÇELİK 198
1.1. Çeliklerin Sınıflandırılması 198
1.2. Alaşım Elementlerinin Çeliğin Özelliklerine Etkisi 199

1.3. Alaşım Elementleri 199
1.4. Çelik Norm ve Simgeleri 201
1.5. Çeliklerin Kullanım Alanına Göre Sınıflandırılması 205
1.6. Kullanım Yerlerine Göre Bazı Çelikler 209
1.7. Çelik Malzemelerde Isıl İşlem 211
1.8. Sertleştirme 212
7.1. ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME 214
2. YAPIŞTIRICI İLE BİRLEŞTİRME 216
2.1. Yapıştırıcı Çeşitleri 217
2.2. Yapıştırıcı Uygulanırken Dikkat Edilecek Hususlar 218
7.2. FLANŞLI BAĞLANTI SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ 219
3. BOYA UYGULAMALARI 220
3.1. Korozyon 220
3.2. Sac Yüzeyin Boyaya Hazırlanması ve Boyanması 222
3.3. Boyanın İnceltilmesi 224
3.4. Artan Boyaların Saklanması 225
3.5. Boya Fırçalarının Korunması 225
7.3. BOYA YAPMA 226
4. KATODİK KORUMA 228
4.1. Katodik Koruma Sistemlerinin Çalışma Prensibi 228
4.2. Gemi Gövdelerine Katodik Koruma Uygulanmasında Genel Kurallar 228

8 ÖĞRENME BİRİMİ

GEMİLERDE ONARIM VE İMALAT 231
1. MARKALAMA 232
1.1. Markalama Aletleri 232
1.2. Markalama İşlem Sırası 233
8.1. MARKALAMA YAPMA 234
2. KESME 235
2.1. El Testeresinin Parçaları 235
2.2. El Testeresi ile Kesme Yaparken Dikkat Edilecek Kurallar 235
8.2. KESME YAPMA 237
3. EĞELEME 238
3.1. Eğeleme İşleminde Kullanılan Elemanlar 238
3.2. İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması 239
3.3. Eğeler 240
8.3. DIŞ YÜZEY EĞELEME 242
8.4. İÇ YÜZEY EĞELEME VE PAH KIRMA 243
4. BİLEME 244
4.1. Zımpara Taşları 244
4.2. El Aletlerini Bileme 245
4.3. Sac Makasları 246
4.4. Matkaplar 246
8.5. MATKAP BİLEME 248
8.6. NOKTA, KESKİ, MAKAS VE TORNAVİDA BİLEME 249

5. DELME 251
5.1. Kesme Hızı 251
5.2. Devir Sayısı 251
5.3. Delme İşleminde Kesme Hızını Etkileyen Faktörler 252
5.4. İş Parçasının Tezgâha Bağlanması 252
5.5. Delme İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar 253
5.6. Havşa Açma 254
5.7. Raybalama 254
8.7. DELME 255
6. DİŞ AÇMA VE HELİCOİL 256
6.1. Kılavuzlar 256
6.2. Paftalar 257
6.3. Vida Tarağı 257
6.4. Kırılan Vidaların Çıkarılması 258
6.5. Helicoil 258
8.8. KILAVUZ İLE VİDA ÇEKME 259
8.9. PAFTA İLE DİŞ AÇMA 261
7. ELEKTRİKLİ EL ALETLERİ KULLANMA 262
7.1. Avuç İçi Taşlama Aleti ile Kesme ve Taşlama Yapma 262
7.2. El Breyzi ile Delme Yapma 262
7.3. Zımpara Aleti ile Yüzey Temizleme 262
8.10. AVUÇ İÇİ TAŞLAMA MAKİNESİ KULLANMA 263
8.11. EL BREYZİ İLE DELME YAPMA 264

9 ÖĞRENME BİRİMİ

SAC VE BORU İŞLEMLERİ 265
1. SAC MALZEMELERİ ŞEKİLLENDİRME 266
1.1. Sac Malzemelerin Özellikleri 266
1.2. Sac Malzemelerin Çeşitleri 266
1.3. Çelik Sacların Üretimi 266
1.4. Metallerde Şekillendirme İşlemleri 268
1.5. Sac Malzemeleri Kesme 270
1.6. Perçin 271
9.1. SAC PARÇASINI MENGENEDE ŞEKİLLENDİRME 275
9.2. SAC PARÇASINI PERÇİNLE BİRLEŞTİRME 276
2. PLASTİK BORULARI BİRLEŞTİRME 277
2.1. Plastik Boruların Malzeme Özelliğine Göre Sınıflandırması 277
2.2. Plastik Boruların Avantajları 277
2.3. Plastik Boruların Dezavantajları 278
2.4. Plastik Boru Ek Parçaları (Fittings) 278
2.5. Plastik Boruların Kesilmesi 279
2.6. Polietilen Boruların Birleştirilmesi 279
9.3. PLASTİK BORULARI KAYNAKLA BİRLEŞTİRME 281
3. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI BİRLEŞTİRME 282

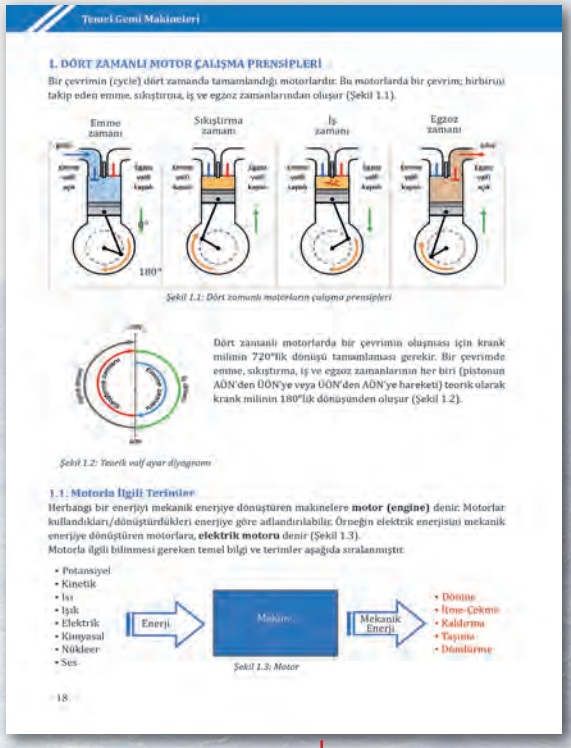
3.1. Bakır ve Alüminyum Boruların Özellikleri 282
3.2. Bakır ve Alüminyum Boruların Birleştirilmesinde Kullanılan Takımlar 282
9.4. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME 287
9.5. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI PRESLE BİRLEŞTİRME 288
9.6. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME 289
4. ÇELİK BORULARI BİRLEŞTİRME 290
4.1. Çelik Boruların Özellikleri 290
4.2. Boru Çapları 290
4.3. Bağlantı Parçaları 291
4.4. Ölçü Alma Yöntemleri 291
4.5. Çelik Boruları Kesme 292
4.6. Çelik Borulara Diş Açmak 293
9.7. ÇELİK BORULARDAN ÖLÇÜ ALMA 297
9.8. ÇELİK BORULARI DİRSEKLE BİRLEŞTİRME 298
9.9. ÇELİK BORULARI BÜKME 299
9.10. FLANŞ BAĞLANTILARINA CONTA KESME 300

UYGULAMA FAALİYETLERİ 301
SÖZLÜK 302
KAYNAKÇA 308

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

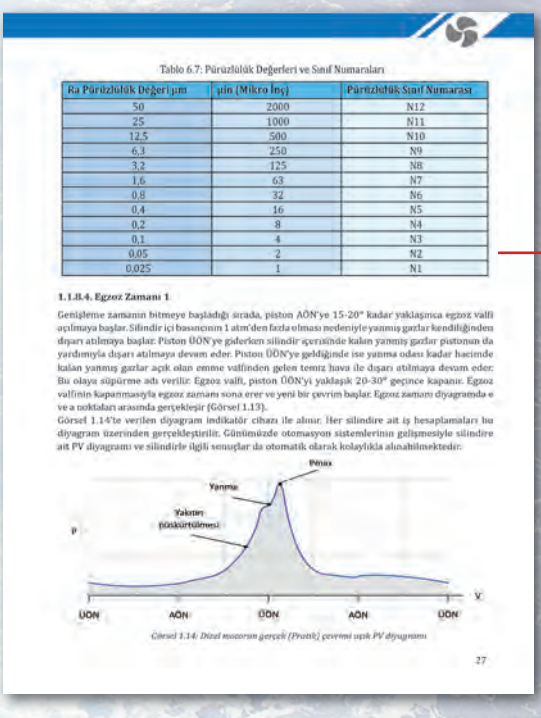


Her öğrenme biriminin başında o birime ilişkin ilgi çekici görsel, öğrenme birimine giriş yazısı, neler öğrenileceği ve ilgili görseller verilmiştir.



Her öğrenme biriminin başında o birim ile ilgili konu başlığı, o konu ile ilgili detaylı bilgi ve görsel bulunmaktadır.





Bu bölümler, atölye çalışması olarak sınıflandırılmıştır. Uygulama sayfası kırmızı renkte dizayn edilmiş ve uygulamayı belirten ( ) işareti konmuştur. Bazı atölye ve uygulama etkinlikleri bildiğiniz kavramlardan hareketle yeni kavramlar keşfetmeniz, bazıları da yaparak yaşayarak öğrenmeniz için hazırlanmıştır. Bazı öğrenme birimlerinde konular tablo ve grafiklerle desteklenmiştir.

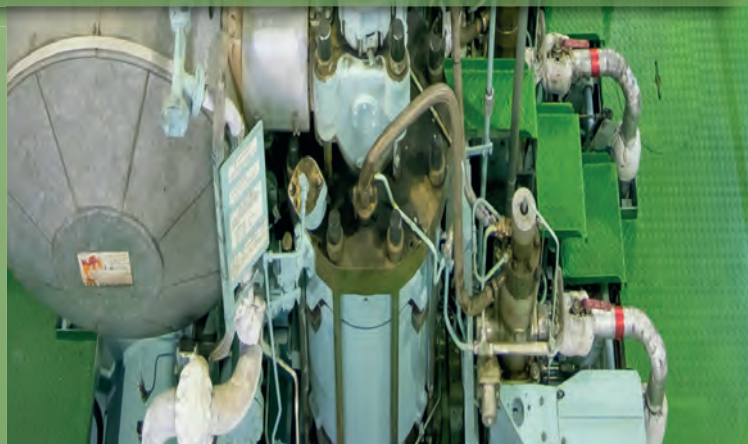
✶ Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

1.
ÖĞRENME
BİRİMİ

TEMEL GEMİ MAKİNELERİ

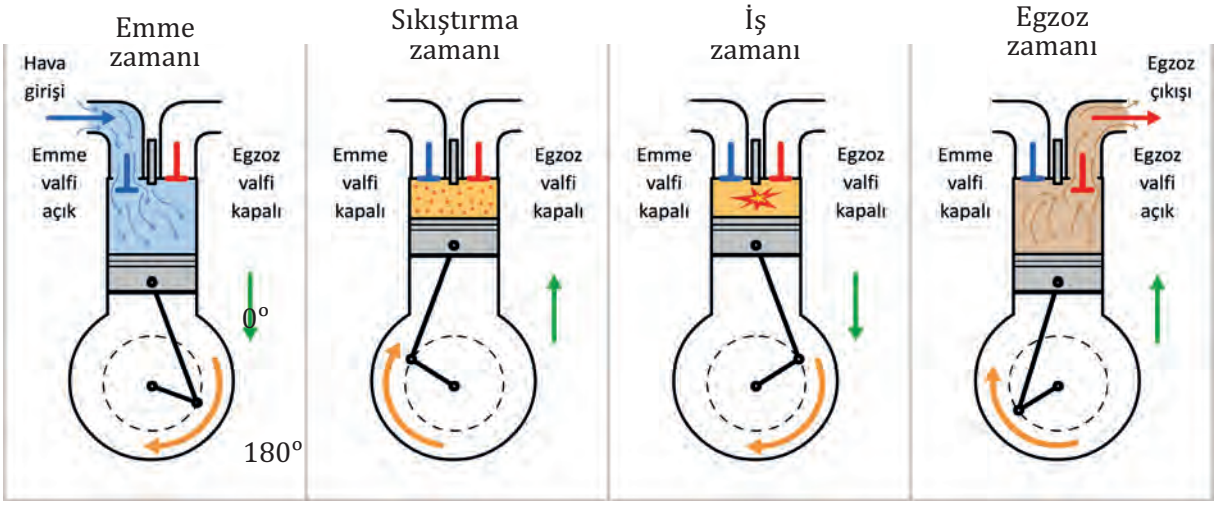


1. DÖRT ZAMANLI MOTOR ÇALIŞMA PRENSİPLERİ
2. İKİ ZAMANLI MOTOR ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

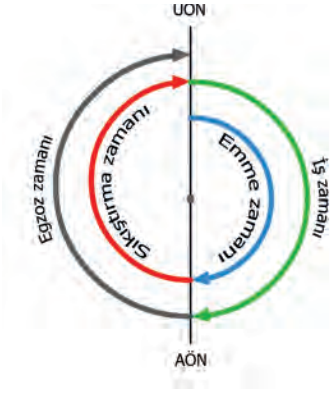


1. DÖRT ZAMANLI MOTOR ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Bir çevrimin (cycle) dört zamanda tamamlandığı motorlardır. Bu motorlarda bir çevrim; birbirini takip eden emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanlarından oluşur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Dört zamanlı motorların çalışma prensipleri



Dört zamanlı motorlarda bir çevrimin oluşması için krank milinin 720°lik dönüşü tamamlaması gerekir. Bir çevrimde emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanlarının her biri (pistonun AÖN'den ÜÖN'ye veya ÜÖN'den AÖN'ye hareketi) teorik olarak krank milinin 180°lik dönüşünden oluşur (Şekil 1.2).

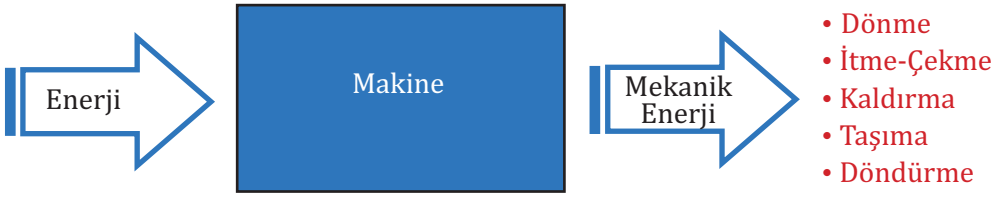
Şekil 1.2: Teorik valf ayar diyagramı

1.1. Motorla İlgili Terimler

Herhangi bir enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren makinelere **motor (engine)** denir. Motorlar kullandıkları/dönüştürdükleri enerjiye göre adlandırılabilir. Örneğin elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren motorlara, **elektrik motoru** denir (Şekil 1.3).

Motorla ilgili bilinmesi gereken temel bilgi ve terimler aşağıda sıralanmıştır.

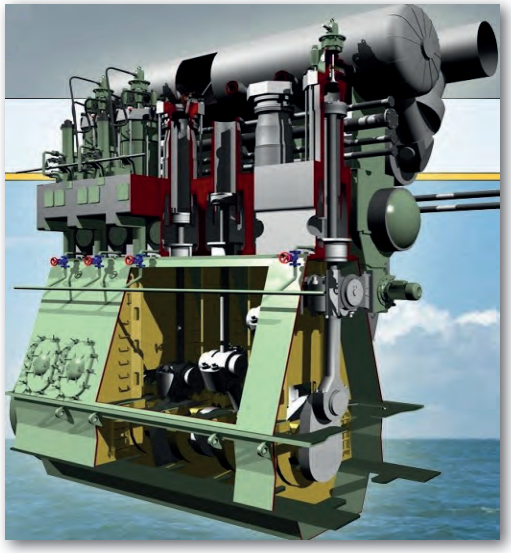
- Potansiyel
- Kinetik
- Isı
- Işık
- Elektrik
- Kimyasal
- Nükleer
- Ses



Şekil 1.3: Motor

1.1.1. İçten Yanmalı Motor (Internal Combustion Engine)

Yakıtın yanması ile oluşan ısı enerjisini hareket enerjisine (mekanik enerji) dönüştüren makinelere **içten yanmalı motor** denir. Gemi motorlarında elde edilen hareket enerjisi, hızı ve torku dişli kutusu (reduction gear) ile ayarlanarak pervaneye kadar iletilir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Gemide kullanılan içten yanmalı motor

1.1.2. Ölü Nokta (ÖN) (Dead Point)

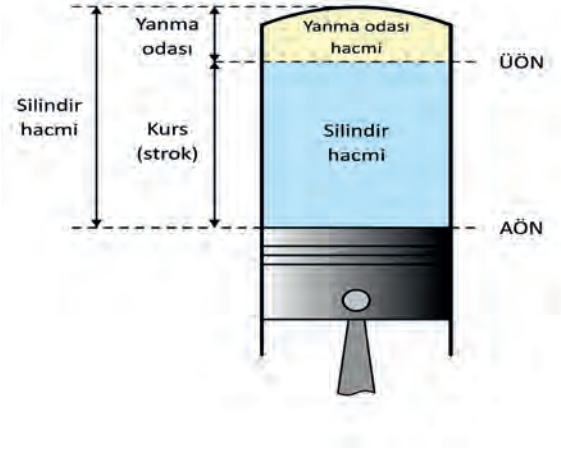
Silindir içerisinde pistonun yön değiştirmek için bir an durduğu noktadır. İki ölü nokta vardır:

- **Üst Ölü Nokta (ÜÖN) (Top Dead Center)**

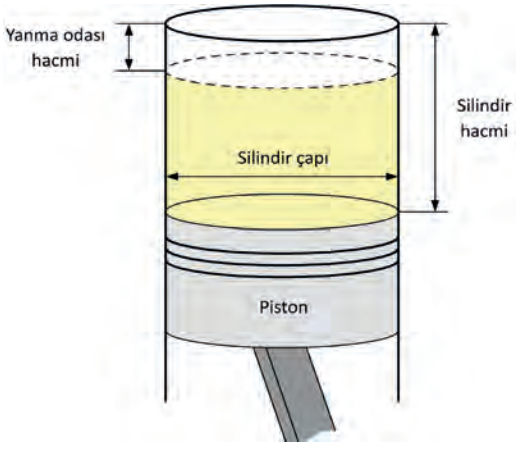
  Silindir içerisinde pistonun çıkabildiği en üst noktada, yön değiştirmek için bir an durakladığı yerdir (Şekil 1.5).

- **Alt Ölü Nokta (AÖN) (Bottom Dead Center)**

  Silindir içerisinde pistonun inebildiği en alt noktada, yön değiştirmek için bir an durakladığı yerdir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Motor terimleri



Şekil 1.6: Silindir ve yanma odası hacmi

1.1.3. Kurs (Strok)

Silindir içerisinde pistonun AÖN ile ÜÖN arasında aldığı yoldur (Şekil 1.5).

1.1.4. Kurs Hacmi (Silindire)

İki ölü nokta arasında kalan hacimdir (Şekil 1.5).

1.1.5. Yanma Odası Hacmi

Piston ÜÖN'de iken piston tepesi ile silindir kapağı arasında kalan hacme **yanma odası hacmi** denir.

Bazı motorlarda yanma odası hacmi piston tepesinde oluşturulur.

1.1.6. Silindir Hacmi

Piston AÖN'de iken üzerinde kalan hacimdir. Silindir hacmi, kurs hacmi ile yanma odası hacminin toplamına eşittir.

1.1.7. Toplam Silindir Hacmi (Motor Hacmi)

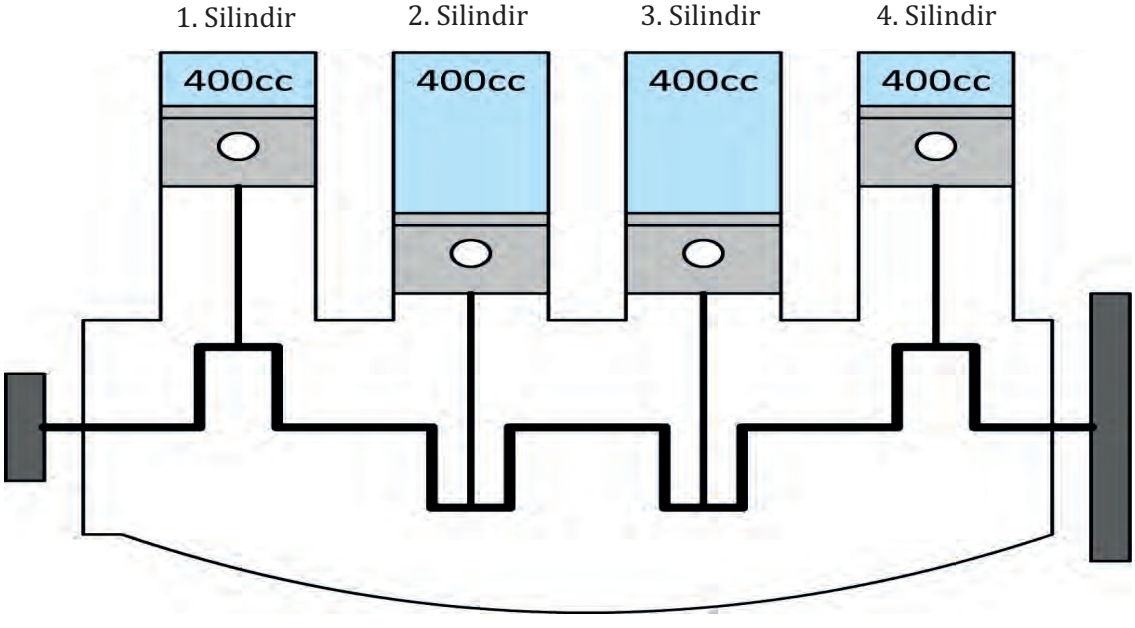
Motorda bulunan tüm silindirlerin toplam hacmidir. Silindir sayısı ile silindir hacminin çarpımına eşittir (Şekil 1.6). Motorun toplam silindir hacmi cm^3 olarak ifade edilir. Bazı kaynaklarda ise ölçü birimi olarak cc (cubic centimeter) kullanılır. Örneğin 1600 cc olan bir motor, 1600 cm^3 (1,6 litre) toplam silindir hacmine sahip motor demektir.

Örnek:

Şekil 1.7'de görülen her bir silindirin hacmi 400 cc (400 cm^3) dir.

Toplam silindir hacmi= 4 x 400 cm^3= 1600 cm^3

= 1600 cm^3 [1,6 litre (1,6 dm^3)] olarak bulunur.



Şekil 1.7: Toplam silindir hacmi

1.1.8. Zaman

Pistonun silindir içerisinde iki ölü nokta (AÖN ile ÜÖN veya ÜÖN ile AÖN) arasında yaptığı bir harekete **zaman** denir. Başka bir deyişle, krank milinin 180°lik dönmesi ile pistonun iki ölü nokta arasında yaptığı harekettir. Bir zaman, teorik olarak 180° devam eder.

1.1.9. Hacimsel Verim

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

1.1.10. Basınç

Birim yüzeye etki eden kuvvete **basınç** denir. Basınç; bar, atmosfer (kg/cm^2), pascal, PSI gibi ölçü birimleri ile gösterilir.

1.1.11. Atmosferik Basınç

Deniz seviyesinde, normal sıcaklıkta (15-20 °C) dünyayı saran havanın ağırlığına **atmosferik basınç** denir. 1 atm olarak gösterilir. 1 dm^3 havanın ağırlığı yaklaşık 1.293 gr'dır. Dünya yüzeyinden atmosfer tabakasının bittiği yere kadar oluşan bir hava sütununun ağırlığı (aşağı doğru itme kuvveti), deniz seviyesinde 76 cm uzunluğunda 1 cm^2 kesitinde cıva sütununun ağırlığına eşittir. Bu kadar cıva sütununun ağırlığı ise 1.033 kg/cm^2dir.

1.1.12. Vakum

Bir yerdeki havanın veya basıncın azlığına **vakum** denir. Silindir içerisindeki basınç atmosferik basınçtan düşük olursa vakum oluşur.

1.1.13. Hava Fazlalık Katsayısı

Hava fazlalık katsayısı, silindirlere giren gerçek hava miktarının silindirlere girmesi gereken ideal hava miktarına oranıdır. 1 birim hacim yakıtı yakabilmek için silindirde 14,7 birim hacim havaya ihtiyaç vardır.

Hava fazlalık katsayısı λ (lambda) işareti ile gösterilir. Hava fazlalık katsayısı hesaplanırken silindire giren gerçek hava miktarı [Hger (1 g yakıta karıştırılan hava miktarı)], silindire girmesi gereken en az hava miktarına [Hmin (1 g yakıtın tam yanması için gereken en az hava miktarı)] bölünür. Bulunan hava fazlalık katsayısı 1'den küçükse (λ < 1) karışım yakıt bakımından zengin, 1'den büyükse (λ > 1) karışım yakıt bakımından fakirdir. 0,4'ten küçük olursa yakıt kendiliğinden tutuşur. İdeal hava fazlalık katsayısı oranı 1'dir (λ= 1).

$$\lambda = \frac{H_{ger}}{H_{min}} = \lambda = \frac{\text{Silindire giren gerçek hava miktarı}}{\text{Silindire girmesi gereken en az hava miktarı}}$$

İçten yanmalı motorlara ait λ değerleri şunlardır.

- λ = 1.7-2 (düşük devirli gemi dizel motorlarında)
- λ = 1.3-1.7 (büyük araç dizel motorlarında)

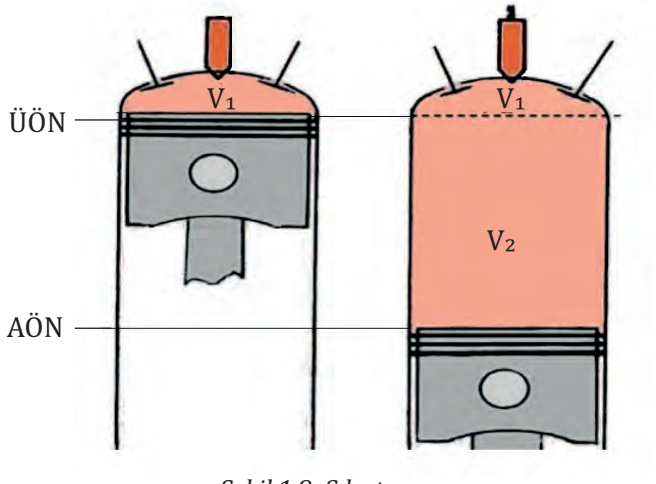
- λ = 0.9-1.1 (otto motorlarında)
- λ = 0.85-1.0 (uçak motorlarında)

İçten yanmalı motorda λ < 1 ise aşağıdaki olumsuz durumlar meydana gelir.

- Verimsiz yanma olur.
- Egzoz gazı dumanı siyahtır. Hava kirliliğine neden olur.
- Yanmayan yakıt is oluşturur, silindire zarar verir.
- Rölanti devri artar.
- Yanma hızı düşük olur.
- Egzoz supabı etrafında yanma olur.
- Yanma egzoz zamanında da devam eder.

1.1.14. Sıkıştırma Oranı

Silindir hacminin yanma odası hacmine oranıdır. Motorların verimini etkileyen önemli değişkenlerden biridir. Sıkıştırma oranı arttıkça motorların verimi de artar. Fakat gereğinden fazla artırmak da uygun değildir. Dizel motorlarda 12/1 ile 26/1 arasında olan sıkıştırma oranı, benzin düşük sıcaklıkta yandığı için benzinli (Otto) motorlarda 6/1 ile 12/1 arasında tutulur (Şekil 1.8). Sıkıştırma oranı Ɛ (epsilon) ile gösterilir.



V_1 = Yanma odası hacmi
V_2 = Kurs hacmi
$V_1 + V_2$ = Silindir hacmi
Ɛ = Sıkıştırma oranı

$$Ɛ = \frac{\text{Silindir hacmi}}{\text{Yanma odası hacmi}}$$

$$Ɛ = \frac{V_1 + V_2}{V_1}$$

Şekil 1.8: Sıkıştırma oranı

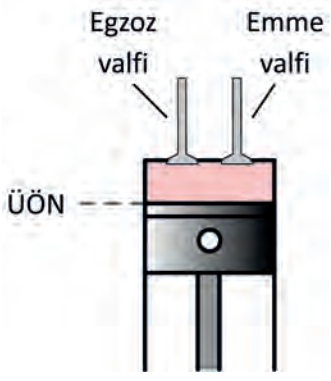
1.1.15. Sente

İçten yanmalı bir motorda, sıkıştırma zamanı sonu iş başlangıcında pistonun ÜÖN'de bulunduğu anda, her iki valfin de kapalı olduğu duruma **sente** denir (Şekil 1.9). İçten yanmalı motorlar; üzerinde birbiriyle uyumlu ve birlikte çalışan, hareketli, hareketsiz birçok parça ve sistemin yer aldığı makinelerdir. Motor üzerindeki hareketli birçok parçanın ve sistemin ayarı, motorun sente pozisyonuna göre belirlenir. Bunun için motorların sente pozisyonunun bilinmesi ve motorun senteye getirilmesi önemlidir.

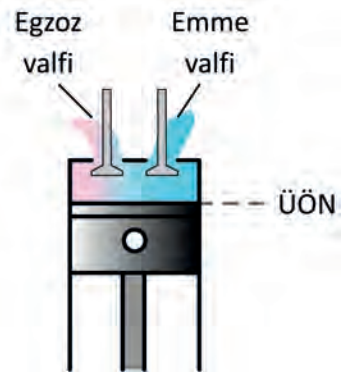
Farklı motor tiplerinde, değişik zamanlama işaretleri kullanılır. Bu sebeple motor senteye getirilirken bakım kitapçığından (service manuel) yararlanılır.

1.1.16. Supap Bindirmesi (Valfe Overlepi)

İçten yanmalı bir motorda, pistonun egzoz zamanını bitirip emme zamanına başlamak üzere ÜÖN'de bulunduğu sırada, egzoz ve emme valflerinin bir müddet aynı anda açık olmasına **supap bindirmesi (valf overlepi)** denir (Şekil 1.10).



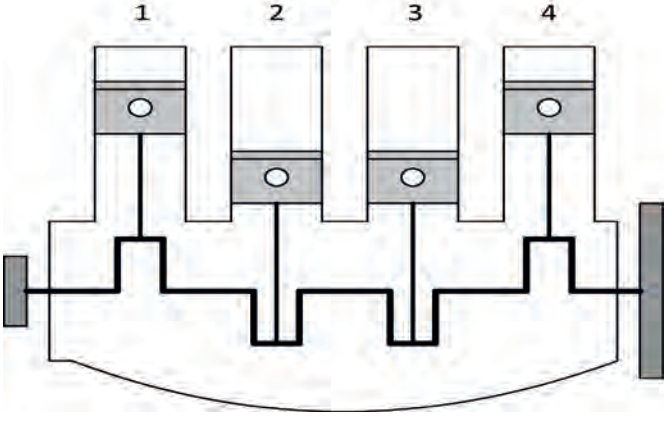
Şekil 1.9: Sente



Şekil 1.10: Supap bindirmesi (valf overlepi)

1.2. Beraber Çalışan Pistonların Tespit Edilmesi

Bir motorun silindirlerine ait iki pistonu eş zamanlı olarak aynı konumda ise iki silindirin pistonu beraber çalışıyor demektir. İki piston ÜÖN'de iken silindirlerden biri valf bindirmesinde, diğeri sentededir. Örneğin Şekil 1.11'de gösterilen bir motorda, birinci silindir ile dördüncü silindir pistonları, ikinci silindir ile üçüncü silindir pistonları beraber çalışır. Altı silindirli motorlarda ise 1-6, 2-5 ve 3-4 numaralı silindirler beraber çalışır.



Şekil 1.11: Beraber çalışan pistonların tespit edilmesi

1.3. Valflerin Tespit Edilmesi

Bir silindirin emme ve egzoz valflari iki yöntemle tespit edilebilir.

- Emme ya da egzoz valfini tespit etmek için ilgili silindirin emme ya da egzoz manifolduna bakılır. Silindire ait emme manifold kanalının karşısındaki valf, emme valfi; egzoz manifoldunun karşısındaki valf, egzoz valfidir.
- Krank mili motorun dönüş yönünde çevrilerek herhangi bir silindirin açılan valfleri gözlemlenir. Silindirde bir valf açılıp kapandıktan hemen sonra silindirin diğer valfi açılıyorsa ilk açılan

alf egzoz valfi, sonra açılan valf emme valfidir. Valfleri gözlemlenen silindirin egzoz ve emme valfi açılıp kapandıktan sonra makine döndürülmeye devam edilir. Bu işlem, silindirlerin tamamı bitene kadar tekrarlanır.

1.4. Motorların Dönüş Yönlerini Belirleme Yöntemleri

İçten yanmalı motorlar genellikle saat ibresi yönünde döner. Ancak içten yanmalı bir motorun dönüş yönü bilinmiyorsa motor kataloğuna bakılarak veya ateşleme sırasına göre dönüş yönü tespit edilebilir.

1.5. Ateşleme (Püskürtme) Sırasının Tespit Edilmesi

Silindir sayısı birden çok olan motorların ateşleme sırası motor üzerinde belirtilmiş olabilir. Eğer yok ise ateşleme sırasını bulmak için tamir ve bakım kataloğuna bakılır. Motorun tamir ve bakım kataloğu da yoksa ateşleme sırasıyla aynı olduğu için silindirlerin sente veya valf overlepine geliş sıralaması tespit edilir. Bunun için krank mili motor dönüş yönünde çevrilir. Birinci silindir valf overlepine getirilir. Ardından valf overlepine gelen silindirler sırayla not edilir. Valf kapağı açılmadan motorun sente pozisyonu tespit edilerek de ateşleme sırası belirlenebilir. Bunun için ilk olarak indikatör muslukları açılır. İndikatör musluğu yoksa enjektörler sökülür ve enjektör delikleri bezle tıkanır. Motor dönüş yönünde çevrilerek indikatör musluğundan havanın çıkış sırası gözlenerek not edilir. Enjektör deliklerine tıkanan bezler sıkıştırma basıncı nedeniyle sırasıyla atar. Bu sıra ateşleme sıralamasıyla aynıdır.

1.6. Valf (Supap) Ayar Diyagramı

Valf (supap) ayar diyagramı, motorun emme ve egzoz valfinin açılıp kapanmasının grafiksel olarak gösterimidir. Piston kursu ile silindir içerisindeki basınç esas alınarak emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zamanlarının oluşmasını ve valflerin açılıp kapanma yerlerini (krank mili dönüş açısına göre) gösteren 720°lik çift daireye **valf ayar diyagramı** denir. İki ve dört zamanlı motorlar valf ayar diyagramına göre tasarlanır. Böylece silindirlere ideal hava veya yakıt girişi, valflerin ideal açılma ve kapanma zamanlaması ile sağlanır.

Valf ayar diyagramına ne için ihtiyaç duyulur?

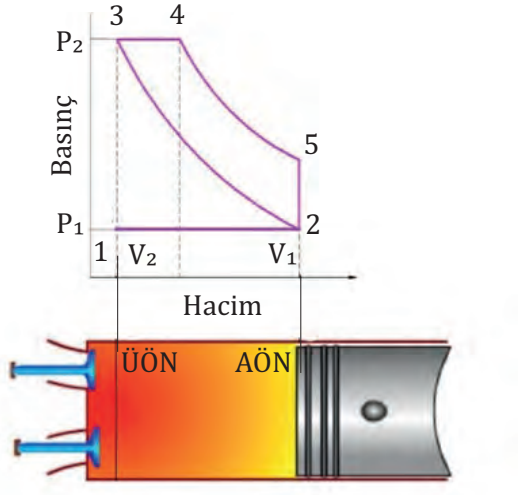
- Motorlarda, emme zamanından egzoz zamanına kadar motorun bir çevriminin zamanları arasında uyum sağlamak için,
- Yanma esnasında gaz kaçakları motora zarar verebileceği ve tehlike oluşturacağından, yanma sonu kaçaklarını önlemek için,
- Dizel motorlarda havanın, benzinli motorlarda hava-yakıt karışımının içeriye yeterince alınmasını sağlamak için,
- Egzoz zamanında yanma sonu gazlarının tamamen çıkmasını sağlamak için,
- Emme ve egzoz valflerinin zamanında açılmasını ve kapanmasını sağlayarak motoru, vuruntu patlama gibi kusurlardan korumak için,
- Dizel motorlarda, valfin sızdırmaz şekilde kapanmasıyla gereken yüksek sıkıştırma oranını sağlamak için,
- Yakıtın silindir içerisinde yanma kalitesini koruyup silindir içindeki aşınma ve yıpranmayı azaltarak motor silindirinin temizlenmesini sağlamak için, ihtiyaç duyulur.

1.7. Dört Zamanlı Dizel Motorun Teorik Çevrimi

Teorik motor çevrimi emme, sıkıştırma, iş zamanı ve egzoz zamanlarından oluşur. Teorik çevrimde her bir zamanın 180° olduğu kabul edilir. Teorik çevrime ait basınç-hacim (PV) diyagramına göre zamanlar Şekil 1.12'de görüldüğü gibi oluşur. PV diyagramındaki alan hesaplanarak silindirin üretmiş olduğu iş bulunur.

1.7.1. Emme Zamanı

Bu zamanda piston ÜÖN'dedir. Piston ÜÖN'den AÖN'ye doğru hareket eder. Emme valfi açık, egzoz valfi kapalıdır. Bu zamanda, hacim büyümesi nedeniyle piston üzerinde bir alçak basınç (vakum) meydana gelir. Dış ortamda bulunan atmosfer basıncındaki temiz hava silindire dolmaya başlar. Bu durum diyagramda (Şekil 1.12) 1-2 arasında gösterilmiştir. AÖN'de emme valfinin kapanması ile emme zamanı sona erer. Emme zamanında, silindir içindeki atmosfer basıncı teorik olarak 1 bardır ve sıcaklık 100 °C dolaylarında olur.



Şekil 1.12: Dört zamanlı dizel motor teorik çevrimi PV diyagramı

1.7.2. Sıkıştırma Zamanı

Piston AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken her iki valf de kapalıdır. Sıkıştırma sonunda basınç ve sıcaklık artar. Dizel motorlarda, emme zamanında içeriye alınmış olan hava 14/1 ile 24/1 oranında sıkıştırılır. Bu durum diyagramda (Şekil 1.12) 2-3 arasında gösterilmiştir. Silindir içindeki hacmin azalmasıyla sıcaklık ve basınç artacaktır. Sıkıştırılan havanın basıncı sıkıştırma oranına göre yaklaşık olarak 35-45 bar, sıcaklığı da 700-900 °C civarındadır. Bu değerler motorun sıkıştırma oranına göre değişir.

1.7.3. İş Zamanı

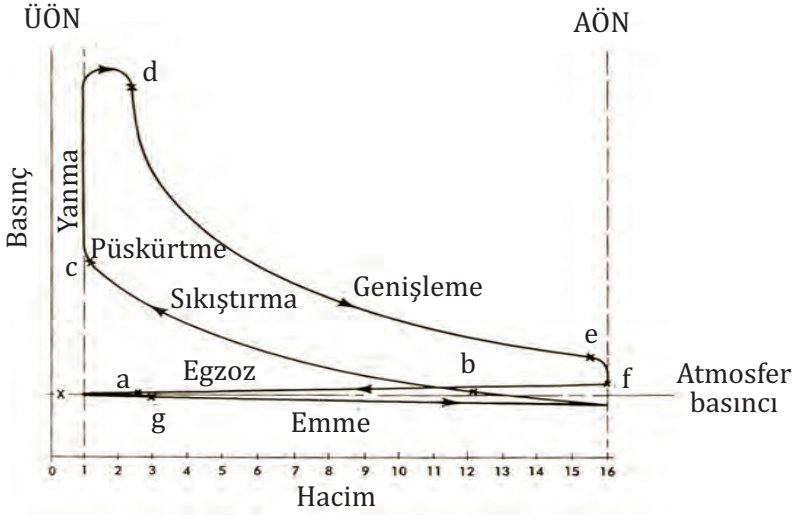
Bu zamanda piston ÜÖN'dedir. Piston ÜÖN'den AÖN'ye doğru hareket eder. Her iki valf kapalıdır. Piston ÜÖN'ye geldiğinde, sıkıştırma zamanında sıkışan, basıncı ve sıcaklığı artan hava içerisine enjektörden ince zerreler (atomize) hâlinde yakıt püskürtülür. Sıkışan ve sıcaklığı artan hava ile temas eden yakıt, 3 noktasında tutuşur ve 4 noktasına kadar sabit basınç altında kendiliğinden yanar (Şekil 1.12). Basınç 60–80 bara, sıcaklık ise yaklaşık 2000 °C'ye kadar yükselir. Diyagrama göre 3-4 aralığında sabit hacimde yanan yakıt, yanmanın bitmesiyle hızla AÖN'ye doğru itilmeye devam edecek (4-5), hacmin artmasıyla basınç ve sıcaklık da düşecektir. Kursun geri kalan kısmında genleşen gazlar, pistonu AÖN'ye doğru iter; genişleme, piston AÖN'ye gelene kadar devam eder.

1.7.4. Egzoz Zamanı

Bu zamanda piston AÖN'dedir. Piston AÖN'den ÜÖN'ye doğru hareket edecektir. Piston AÖN'ye gelince egzoz valfi açılır ve basınç düşer. Piston AÖN'den ÜÖN'ye giderken yanmış gazları dışarı atar. Bu durum diyagramda (Şekil 1.12) 5-1 arasında gösterilmiştir. Böylece çevrim tamamlanır. Sıcaklığı 700-900 °C arasında olan egzoz gazları dışarı atılır. Basınç teorik olarak 1 bardır.

1.8. Dört Zamanlı Dizel Motorun Gerçek (Pratik) Çevrimi

Gerçek (pratik) motor çevrimi; teorik çevriminden farklı olarak emme, sıkıştırma, tutuşma ve yanma, genişleme ve egzoz olmak üzere beş süreçten oluşan açık çevrimdir. Bu nedenle gerçek motor çevrimi PV grafiği iş alanı ile teorik motor çevrimi PV grafiği iş alanı arasında farklar oluşur. Çevrim, Şekil 1.13'te verilen diyagrama göre şu şekilde gerçekleşir:



Şekil 1.13: Dizel motorun gerçek (pratik) çevrimi kapalı PV diyagramı

1.8.1. Emme Zamanı

Emme zaman, pistonun AÖN'den ÜÖN'ye hareketi esnasında ÜÖN'ye gelmeden yaklaşık 30° önce başlar. Emme zamanı diyagramda a-b noktaları arasında gerçekleşmektedir. Emme valfi, diyagram üzerindeki a noktasında açılmaya başlar. Bu sırada silindir içindeki basınç dış hava basıncından (1 atm'den) yüksek olmasına rağmen, valfin açılmaya başlaması motorun yapısından dolayı avantaj oluşturur. Piston ÜÖN'ye geldiğinde emme valfi açıktır ve AÖN'ye doğru ilerlerken hacmin artması nedeniyle basınç yaklaşık olarak 0.7 atm'e düşer. Piston AÖN'yi yaklaşık 40-50° geçtiğinde ise emme valfi kapanır (b noktası). Diyagram incelendiğinde valfin kapandığı sırada basıncın yaklaşık 1 atm olduğu görülür (Şekil 1.13).

Silindir içerisinde oluşan düşük basıncın etkisi ile dış ortamdan silindire temiz hava emilir. Piston hızının yüksek, emme supabı dolgu geçiş alanın da dar olması nedeni ile emme sisteminde basınç kayıpları oluşur. Bu da emme basıncını dış ortam basıncının altına düşürür. Gerçek çevrimde egzoz supabı kesit alanı ve egzoz sisteminin direnci ile yanmış gazların dış ortama atılması daha yüksek basınçta olur. Yüksek basınç ve sıcaklıktaki yanmış gazların bir kısmı yanma odasında kalır. Bu gazlar, emilmekte olan temiz hava ile karışarak temiz havanın ısınmasına neden olur. Artan temiz hava sıcaklığı sonucunda silindirlere girebilen temiz hava miktarı kütlesel olarak azalır. Bu da emme ve egzoz süreçleri sonucunda bir iş kaybı meydana getirir.

1.8.2. Sıkıştırma Zamanı

Sıkıştırma zamanı sonunda, piston ÜÖN'ye 30° kadar yaklaştığında enjektörden yakıt püskürtülmeye başlanır ve bu işlem, piston ÜÖN'yi 10-15° geçene kadar devam eder. Sıcak havayla karşılaşan yakıt, kendiliğinden yanmaya başlar ve yakıt püskürdükçe yanma, artan bir hacimde devam eder. Bu esnada basınç, 40-80 bar'a sıcaklık ise 1400-1900 °C'ye kadar yükselir. Yanma zamanı diyagram üzerindeki c ve d noktaları arasında gerçekleşir (Şekil 1.13).

Emme valfi kapandığında silindir içindeki hava piston tarafından sıkıştırılmaya başlanır. Sıkıştırılan havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Sıkıştırılan havanın basıncı sıkıştırma oranına göre yaklaşık olarak 35-45 bar, sıcaklığı da 700-900 °C civarındadır. Bu sıcaklık yakıtın tutuşmasına yetecek derecededir.

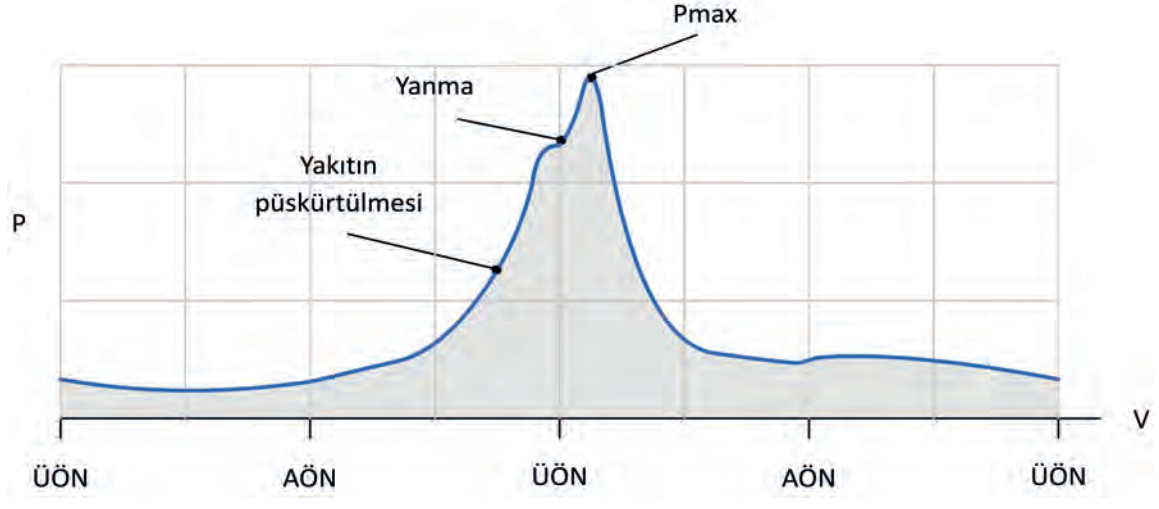
1.8.3. Yanma ve Genişleme Zamanı

Yanma sonunda silindir içerisinde oluşan basınç nedeniyle piston AÖN'ye doğru büyük bir hızla itilir. Hacmin genişlemesiyle basınç da düşmeye başlar. Faydalı iş bu sırada alınır. Pistonun itilmesiyle ve buna bağlı hareket iletim mekanizmalarının yardımıyla pervanenin dönmesi sağlanır. Genişleme zamanı diyagram üzerindeki d ve e noktaları arasında gerçekleşir (Şekil 1.13).

1.8.4. Egzoz Zamanı

Genişleme zamanın bitmeye başladığı sırada, piston AÖN'ye 15-20° kadar yaklaşınca egzoz valfi açılmaya başlar. Silindir içi basıncının 1 atm'den fazla olması nedeniyle yanmış gazlar kendiliğinden dışarı atılmaya başlar. Piston ÜÖN'ye giderken silindir içerisinde kalan yanmış gazlar pistonun da yardımıyla dışarı atılmaya devam eder. Piston ÜÖN'ye geldiğinde ise yanma odası kadar hacimde kalan yanmış gazlar açık olan emme valfinden gelen temiz hava ile dışarı atılmaya devam eder. Bu olaya süpürme adı verilir. Egzoz valfi, piston ÜÖN'yi yaklaşık 20-30° geçince kapanır. Egzoz valfinin kapanmasıyla egzoz zamanı sona erer ve yeni bir çevrim başlar. Egzoz zamanı diyagramda e ve a noktaları arasında gerçekleşir (Şekil 1.13).

Şekil 1.14'te verilen diyagram indikatör cihazı ile alınır. Her silindire ait iş hesaplamaları bu diyagram üzerinden gerçekleştirilir. Günümüzde otomasyon sistemlerinin gelişmesiyle silindire ait PV diyagramı ve silindirle ilgili sonuçlar da otomatik olarak kolaylıkla alınabilmektedir.



Şekil 1.14: Dizel motorun gerçek (pratik) çevrimi açık PV diyagramı

1.9. Püskürtme Avansı

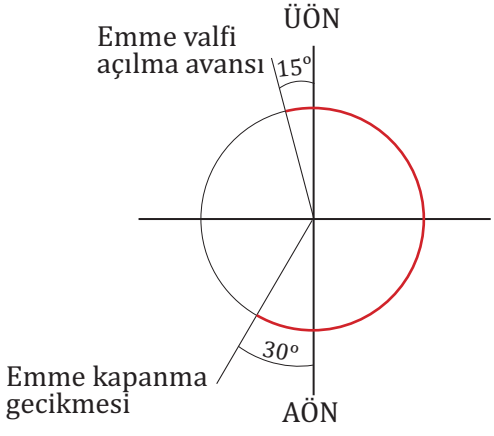
İçten yanmalı teorik motor çevriminde ateşleme ya da enjektörden yakıtın püskürtülmesi piston ÜÖN'de iken gerçekleşir. Ancak sıfır zamanda yakıt yanamayacağı için gerçek (pratik) motor çevriminde bu mümkün değildir. Yakıtın yanmasının tamamlaması için zamana ihtiyaç vardır. Pratikte, yanmanın çeşitli etkenlere bağlı olarak değişen bir süresi vardır. Bu nedenle ateşleme tam ÜÖN'de yapıldığında maksimum basınç ÜÖN'den çok sonra oluşur. Ayrıca değişken motor hızı, duruma göre değişen motor yükü, motor tasarımı, kullanılan yakıt türü ve kalitesi, ilk hareket, rölanti, tam yük gibi değişkenler yanmanın ÜÖN'de tamamlanmasına izin vermez.

İçten yanmalı motorun silindiri içinde tam yanmanın gerçekleştirilmesi ve motordan yukarıda sayılan olumsuzluklardan etkilenmeden mümkün olan en iyi verimi elde etmek için değişken yük ve devir faktörleri göz önüne alınarak yakıtın piston ÜÖN'ye gelmeden önce püskürtülmesine, **püskürtme** veya **ateşleme avansı** denir.

Dizel motorlarda piston ÜÖN'ye gelmeden 30° önce püskürtme avansının başlatılması gerekir. Motor devrine göre değişmekle beraber 5,5° ilave bir püskürtme avansı (toplamda 35,5°) vermek yanmanın daha iyi olmasını sağlar.

1.10. Emme Valfinin Açılma Avansı (EAA)

Dizel motorlarda emme valfi, piston ÜÖN'de iken açılmaya başlarsa durgun hâlde bulunan hava hemen silindirlere giremez. Piston harekete başlayıncaya kadar geçen zaman aralığı, silindirlerin yeteri kadar hava ile dolmamasına, iyi bir yanma oluşmamasına ve dolayısıyla da motor gücünün düşmesine neden olur. Emme valfi, piston ÜÖN'ye gelmeden 10-15° (EAA, Emme Açılma Avansı) önce açılmaya başlayarak pistonun havaya yön vermesini sağlar. Bu sırada egzoz valfinden çıkan egzoz gazları, emme valfi tarafında bir miktar vakum meydana getirir. Egzoz gazlarının oluşturduğu bu vakum yardımı ile taze hava silindire dolmaya başlar. Taze karışımın yoğunluğu, yanma odasındaki yanmış gazların yoğunluğundan daha fazladır. Bu nedenle bir miktar egzoz gazı daha dışarı atılabilir. Böylece piston AÖN'ye doğru harekete başladığında silindir içerisinde, atmosferik basınca oranla 0,1–0,2 bar'lık bir basınç düşmesi meydana gelir. Bu basınç farkı ile hava silindire dolmaya başlar. Emme sırasında silindirlerdeki basınç hemen hemen sabittir. Sıcaklık ise 10 ile 40 °C dolaylarındadır (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Emme valfinin açılma avansı, emme valfinin kapanma gecikmesi

1.11. Emme Valfinin Kapanma Gecikmesi (EKG)

Emme zamanında, pistonun ÜÖN'den AÖN'ye doğru inerken oluşturduğu vakum nedeni ile hava silindirlere dolmaya devam eder. Piston AÖN'ye geldiğinde silindire dolmakta olan hava, henüz piston üst yüzeyine yetişememiştir. Pistonun AÖN'den tekrar ÜÖN'ye doğru çıkmaya başladığı sıkıştırma zamanında bile silindirlere hava girmeye devam eder (Şekil 1.15).

1.12. Egzoz Valfinin Açılma Avansı (EgAA)

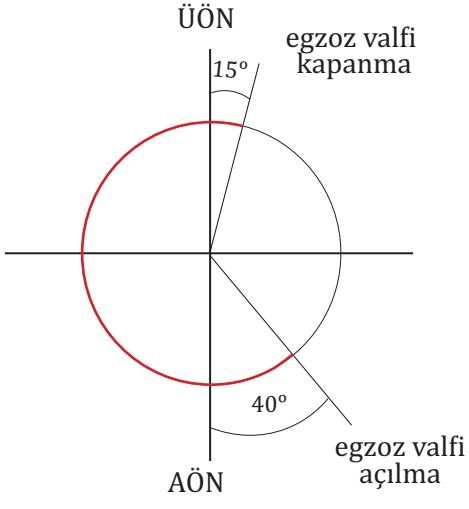
Sıkıştırma zamanı sonunda sıkışmış, sıcaklığı ve basıncı yükselmiş havanın içerisine püskürtülen yakıtın yanması sonucu basınç, piston ÜÖN'yi 5° veya 10° geçince en yüksek değerine ulaşmış olur. Oluşan bu basıncın etkisiyle piston, AÖN'ye doğru itilir. Piston AÖN'ye yaklaşınca silindir içerisinde hacim büyümesi olduğu için yanma sonu basıncı azalarak 4 ila 7 bar'a kadar düşer. Artık yanmış gazların piston üzerine bir etkisi olmaz. O hâlde egzoz gazlarının dışarı atılmaya başlanması gerekir. Egzoz valfi, piston AÖN'ye geldiği anda açılacak olursa egzoz gazları iş yapmadığı hâlde, silindirlerde daha uzun zaman kalmış olur. Egzoz valfi, piston AÖN'ye 40-70° kadar yaklaşınca açılırsa içerideki yanmış gazların basıncı, atmosferik basınçtan fazla olduğu için piston AÖN'ye doğru giderken, egzoz gazları kendiliğinden dışarı çıkmaya başlar. Böylece piston, AÖN'yi aşıp ÜÖN'ye doğru hareket derken üzerindeki geri basınç en az değere inmiş olur. Yapılan deneyler sonunda, egzoz gazlarının geri basıncının 1,2-1,5 bar'ı geçmemesi gerektiği belirlenmiştir (Şekil 1.16).

1.13. Egzoz Valfinin Kapanma Gecikmesi (EgKG)

Egzoz gazları, silindirlerden dışarı iki şekilde atılır:

- Egzoz valfi erken açıldığında 4-7 bar'lık fazla basıncın etkisi ile egzoz gazları kendiliğinden silindirden dışarı çıkar.
- Piston AÖN'den ÜÖN'ye ilerlerken pistonun silindir hacmini süpürmesi ile egzoz gazları silindir dışına atılır.

Piston ÜÖN'ye geldiği zaman, egzoz valfi hemen kapatılarak, yanma odası hacminde hareketsiz kalan egzoz gazları dışarı atılamaz. Bu da emme zamanında silindirlere alınacak hava miktarını etkiler. Bunu engellemesi için egzoz valfi, piston ÜÖN'yi 10-15° geçince kapatılır. Böylece silindirlere dolmaya başlayan havanın bir miktar egzoz gazını daha yanma odasından dışarı atması sağlanmış olur (Şekil 1.16). Emme zamanı başlangıcında piston hızı düşük olduğu için vakum henüz azdır. Havanın ağırlığı ile yanmış gazlar yanma odasını terk eder. Egzoz valfi, deneylerle belirtilen değerlerden daha geç kapatılırsa silindirlere egzoz gazı emilmeye başlanır. Tüm bu bilgilerden anlaşılacağı üzere valf ayarlarının titizlikle yapılması, motor verimini artırır. Yanlış valf ayarı ise motor veriminin düşmesine neden olur.



Şekil 1.16: Egzoz valfi açılma avansı, egzoz valfi kapanma gecikmesi

1.14. Teorik ve Gerçek (Pratik) Dizel Çevrimi Arasındaki Farklar

Pratik dizel çevriminin temel mantığı teorik çevrimle aynıdır. Pratik ve teorik dizel çevrimleri arasındaki farklar Tablo 1.1'de görülmektedir.

Tablo 1.1: Teorik ve Pratik Dizel Çevrimi PV Diyagramlarının Karşılaştırılması

Teorik Çevrim	Gerçek (Pratik) Çevrim
Emme valfi AÖN'de açılır.	Emme valfi AÖN'den önce açılır.
Emme valfi ÜÖN'de kapanır.	Emme valfi ÜÖN'den sonra kapanır.
Yakıtın silindir içerisine yanma zamanında püskürtülmesi ÜÖN'de olur.	Yakıtın silindir içerisine yanma zamanında püskürtülmesi ÜÖN'den önce gerçekleşir.
Egzoz valfi AÖN'de açılır.	Egzoz valfi AÖN'den önce açılır.
Egzoz valfi ÜÖN'de kapanır.	Egzoz valfi ÜÖN'den sonra kapanır.
Kapalı ve tersinir (geri döndürülür) bir çevrimdir.	Açık ve tersinmez (geri döndürülemez) bir çevrimdir.
Kapalı (dış ortamdan madde alışverişi olmayan) bir çevrimdir.	Açık (dış ortamdan madde alışverişi olan) bir çevrimdir.
Sistemde madde alışverişi olmadığından emme işlemi yoktur.	Sistemde madde alışverişi, dolayısıyla emme işlemi vardır.
Emme işlemi olmadığı için emme kayıpları ve hacimsel verim gibi etkenler ortadan kalkar.	Emme işlemi olduğu için emme kayıpları ve hacimsel verimin düşmesi gibi durumlar görülür.
Sıkıştırma öncesinde sisteme dış ortamdan hava alınmaz.	Sıkıştırma öncesinde sisteme dış ortamdan hava alınması gerekir.
İçten yanmalı motorlar; silindirlere dışarıdan hava alınmadığı için, motor devri, emme valflerinin açık kalma süresi ve valflerin açıklık miktarı, emme valfinin kapanma zamanı, silindirde kalan egzoz gazlarının miktarı gibi değişkenlerden etkilenmez.	Silindirlere alınan hava miktarını, motor hızı, emme valfinin açık kalma süresi ve açıklık miktarı, emme valfinin kapanma zamanı, silindirde kalan egzoz gazının miktarı gibi değişkenlerden etkilenir. Bu nedenle silindir hiçbir zaman temiz hava ile tam olarak dolmaz.
Sıkıştırma izantropiktir (Akışkanının olduğu bir sistemde termal enerjinin mekanik işe çevrilemeyerek sabit kaldığı durum.)	Sıkıştırma izantropik değildir.
Sıkıştırma işlemi sırasında sistemden madde kaybı olmaz, çünkü çevrim kapalıdır.	Sıkıştırma işlemi sırasında sistemden madde kaybı olur, çünkü çevrim açık çevrimdir.
Sıkıştırma işlemi sırasında ısı kayıpları yoktur.	Sıkıştırma işlemi sırasında ısı kayıpları mevcuttur. Sıkıştırma sonundaki ısı kayıpları, basınç ve sıcaklığın teorik çevrime göre daha düşük kalmasına neden olur.
Sabit basınçta sisteme ısı verilir.	Sıkıştırma sırasında basınç sabit değildir.
Genleşme işlemi izantropik olarak (ısı kaybı olmaksızın) gerçekleşir. Piston AÖN'ye ulaşıncaya kadar devam eden genleşme, üretilen net işin artmasını sağlar.	Genleşme işlemi tam olarak AÖN'ye kadar devam etmez. Piston AÖN'ye yaklaşırken egzoz valfi açılır ve yanmış gazların dışarıya atılma işlemi başlar. Bu durum net işin azalmasına neden olur.
Yanma sonucu oluşan yüksek sıcaklıklarda karbonmonoksit ve karbondioksit arasında bir döngü söz konusu değildir. Sisteme ısı verildikten sonra, piston AÖN'ye hareket ederken de ısı kayıpları meydana geleceğinden net iş düşmez.	Yanma sonucu oluşan yüksek sıcaklıklarda karbonmonoksit ve karbondioksit arasında bir döngü söz konusudur. Sisteme ısı verildikten sonra, piston AÖN'ye hareket ederken de ısı kayıbı meydana geleceğinden net iş düşer.
Sıkıştırma sonunda enjektörden yakıt püskürtüldüğünde yanma her noktada homojendir. Yanma için gerekli olan oksijen ve yakıt tam kabul edilir. Yanma işleminin kimyasal denkleminin tam olarak gerçekleşeceği kabul edilir.	Sıkıştırma sonunda enjektörden yakıt püskürtüldüğünde yanma her noktada homojen değildir; bazı noktalarda yanma için gerekli olan oksijen bazı noktalarda ise yakıt miktarı eksik olabilir. Yanma işleminin kimyasal denklemi hiçbir zaman tam olarak gerçekleşmez.
Sistemden ısı atılarak başlangıç noktasına dönülmesi, sabit hacimde ve ani olarak gerçekleşir. Sistemden ısı atılmasıyla çalışma maddesi tam olarak başlangıç noktasındaki özelliklerine döner. Böylece yeni bir çevrime hazır hâle gelir.	Egzoz gazlarının sistemden atılması, AÖN'den önce başlar ve piston ÜÖN'yi geçene kadar devam eder. Dışarı atılan egzoz gazı sisteme alınan havanın özelliklerinden uzaktır. Basıncı ve sıcaklığı daha yüksektir; kimyasal ve fiziksel olarak da başlangıç özelliklerinden çok farklıdır.

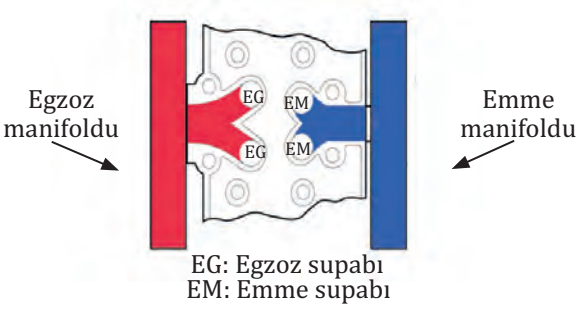
1.1. VALFLERİ TESPİT ETME

Amaç: Emme ve egzoz valflerini tespit etmek.

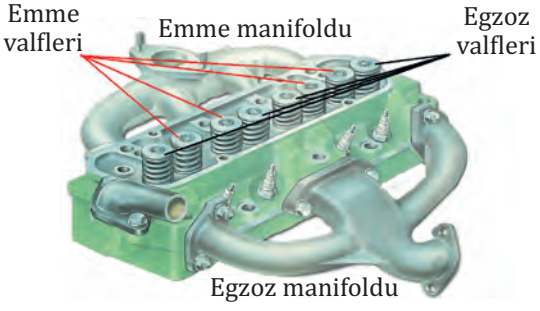
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince

Uygulama Görselleri



Şekil 1.17: Emme ve egzoz manifoldunun tespiti



Şekil 1.18: Emme ve egzoz valflerinin tespiti

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24390

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. İçten yanmalı motorlarda emme ve egzoz valflerini tespit etmek için iki yöntem kullanılır. Emme ya da egzoz valfi tespit edilecek silindirin emme ya da egzoz manifolduna bakılır. İlgili silindire ait emme manifold kanalının karşısındaki valf emme valfi, egzoz manifoldunun karşısındaki valf egzoz valfidir (Şekil 1.17; 1.18).
4. Krank milini motorun dönüş yönünde çevirerek belirlenen silindirin valflerine bakılır. Silindirin açılan valfleri gözlemlenir. Eğer bir valf açılıp kapandıktan sonra silindirin diğer valfi hemen açılıyorsa ilk açılan egzoz valfi sonra açılan ise emme valfidir. Valf açılıp kapandıktan sonra makine döndürülmeye devam edilir ve bu işlem diğer silindirin valfleri için tekrarlanarak motorun tüm valfleri tespit edilir.

Not: Makinenin doğru yönde çevrilmesi çok önemlidir. Aksi takdirde valfler yanlış tespit edilmiş olur.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Manifoldların doğru belirlenmesi	20	
5.	Valflerin doğru belirlenmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

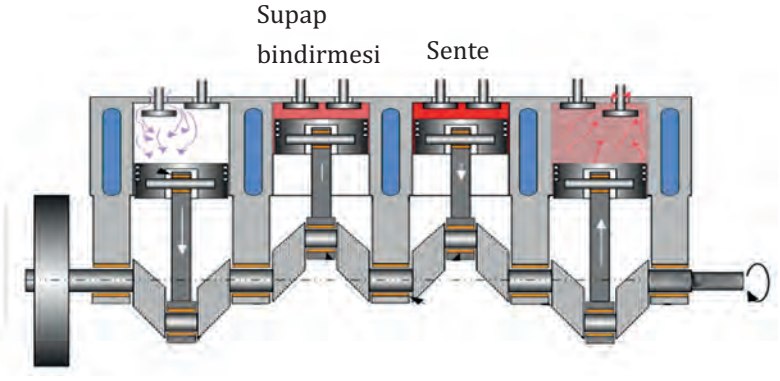
1.2. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALFLERİ SENTE VE VALF OVERLEPİNE GETİRME

Amaç: Motor silindir valflerini sente ve bindirmeye getirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince
Motor bakım kitapçığı		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 1.19: Sente ve supap bindirmesi (valf overlepi)

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24391

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Üst kapak açılır. Emme ve egzoz manifoldlarının konumlarına bakılarak emme valfleri ve egzoz valfleri tespit edilir.
4. Dört silindirli bir motorda 4. silindirin egzoz valfinin kapanmaya, emme valfinin açılmaya başladığı durum bulununcaya kadar motor saat yönünde çevrilir. Bu durumda gözlemlenen 4. silindir valf overlepine gelmiştir. Kardeş çalıştığı 1. silindirse senteye getirilmiş olur. Motor üzerinde sente pozisyonunu gösteren işaretlerden de motorun senteye geldiği kontrol edilebilir. Bu işaretler, zaman ayar dişlileri üzerinde ve volan üzerinde de bulunur (Şekil 1.19).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Valflerin tespit edilmesi	10	
4.	Motorun valf overlepine getirilmesi	10	
5.	Motorun senteye getirilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

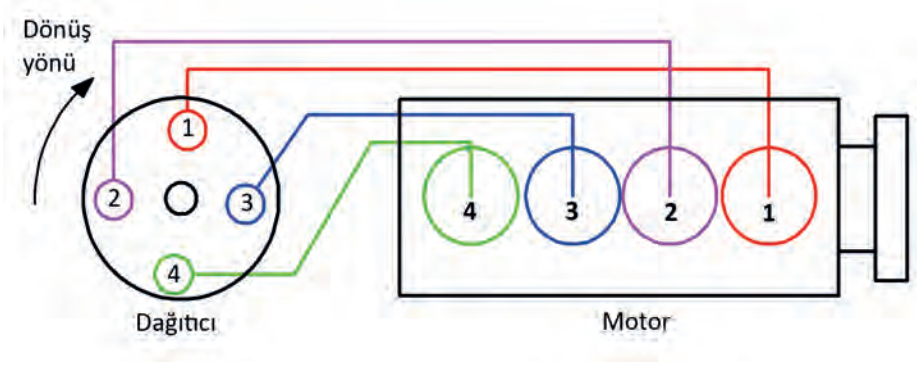
1.3. DÖRT ZAMANLI MOTORDA ATEŞLEME (PÜSKÜRTME) SIRASINI TESPİT ETME

Amaç: Ateşleme (püskürtme) sırasını tespit etmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince

Uygulama Görselleri



Şekil 1.20: Ateşleme sırasını tespit etmek

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24392

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motora ait bakım kitapçığına (service manuel) bakılır.
4. Bazı motorların silindir bloklarında ateşleme veya püskürtme zamanlaması yazılıdır.
5. Bakım kitapçığında veya silindir bloğunda ateşleme (püskürtme) sırası bulunamadıysa birinci silindirin egzoz veya emme valfine bakılır.
6. Birinci silindirin egzoz valfi açılıp kapandıktan sonra hangi silindirin egzoz valfi açılıp kapanıyorsa ateşleme sırası o silindirdedir. Aynı işleme, diğer silindirlerin diğer egzoz valflerine bakılarak devam edilir (Şekil 1.20).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Manifoldların doğru belirlenmesi	10	
4.	Valflerin doğru belirlenmesi	20	
5.	Bakım kitapçığından değerlerin doğru okunması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

1.4. DÖRT ZAMANLI MOTORDA BERABER ÇALIŞAN SİLİNDİRLERİ TESPİT ETME

Amaç: Motorun beraber çalışan silindirlerini belirlemek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince

Uygulama Görselleri



Görsel 1.1: Motorun beraber çalışan silindirlerini belirlemek

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24393

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Püskürtme sırası, katalog değerine bakılarak veya tespit edilerek yazılır.
4. Yazılan bu ateşleme sırası, kalemle ortadan ikiye bölünür; sağ tarafta kalan rakamlar, sol tarafta kalan rakamların altına yazılır.
5. Alt alta gelen rakamlar beraber çalışan silindirleri ifade eder.
6. Örneğin, ateşleme sırası 1-3-4-2 olan bir motorun beraber çalışan silindirleri bulunur.
7. Kâğıda 1-3/4-2 yazılır.
8. 1-3/4-2
   4-2 (4-2 rakamı bölümün sağında kaldığı için alınarak soldakilerin altına aşağıdaki gibi yazılır.)
9. O hâlde 1 ile 4, 3 ile 2 numaralı silindirler beraber çalışmaktadır (Görsel 1.1).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Emme ve egzoz valflerinin belirlenmesi	10	
4.	Ateşleme sırasının belirlenmesi	10	
5.	Beraber çalışan silindirlerin tespit edilmesi	20	
6.	Kullanılan araç gereçlerin uygulama sonunda düzenli bir şekilde bırakılması	20	
	TOPLAM	100	

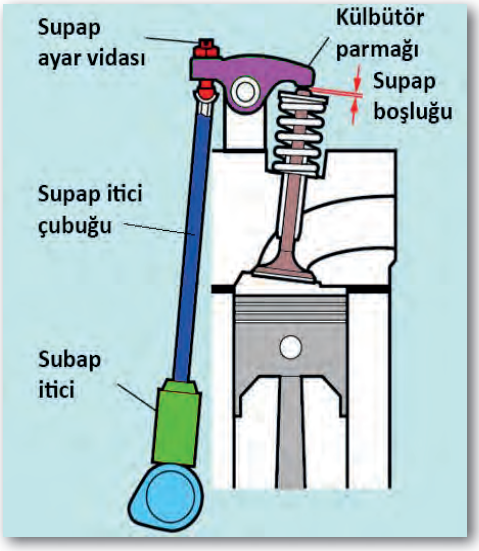
1.5. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALF AYARI YAPMA

Amaç: İçten yanmalı motorda valf ayarı yapmak.

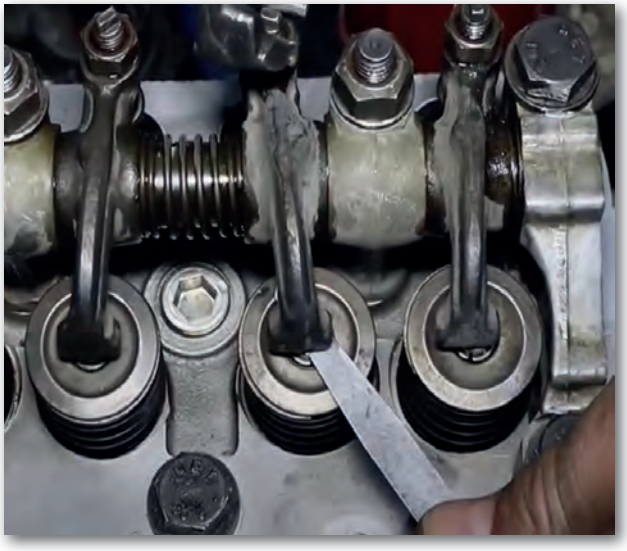
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 ade
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Sentil (filer çakısı)		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince

Uygulama Görselleri



Şekil 1.21: Supap boşluğu



Görsel 1.2: Valf boşluğu ve valf boşluğunun sentil (filer çakısı) ile ölçülmesi

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24394

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motorun tipi belirlenir ve motor sıcaksa soğuması beklenir.
4. Valf mekanizması kapağı sökülerek emme ve egzoz valfleri belirlenir.
5. Motor dönüş yönüne göre çevrilerek emme veya egzoz valflerine göre ateşleme sırası belirlenir.
6. Ateşleme sırasına göre motorun beraber çalışan silindirleri belirlenir.
7. Motor üzerindeki ÜÖN işaretleri belirlenir ve silindirler ateşleme sırasına göre senteye getirilir.
8. Senteye getirilen silindirde ayar yapılır. Rokerarm sistemi olan valf mekanizmasında, valf ayarını yapmak için rokerarmla valf sapı arasına bir sentil (filer çakısı) yerleştirilir ve valf boşluğu kontrol edilir (Görsel 1.2).
9. Ölçülen boşluk, standart değerinden farklıysa külbütör kolu üzerinde bulunan ayar vidası ile valf boşlukları sentil (filer çakısı) ölçülerek istenilen değere getirilir (Görsel 1.2) (Şekil 1.21).

10. Valf boşluğu kontrolü ve ayarı; motor üreticisinin belirlediği periyodik çalışma sonunda, motordan valf vurma sesi geldiğinde, motor performansı düştüğünde, rölanti devrinde dalgalanma olduğunda veya yakıt tüketimi arttığında boşluğun bozulduğunun anlaşılması üzerine yapılır.

11. Bakım kitapçığından valf ayarının hangi durumlarda (motor sıcak veya soğuk iken) yapılacağı ve valf ayar değerleri bulunur ve ona göre işlem yapılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Motorun senteye getirilmesi	10	
4.	Valf boşluklarının ölçülmesi	20	
5.	Valf ayarının yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

1.6. DÖRT ZAMANLI MOTORUN VALF AYAR DİYAGRAMINI ÇİZMEK

Amaç: Motora ait valf ayar diyagramı çizmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Pergel		1 adet
Cetvel		1 adet
Açıölçer		1 adet
Renkli kalem	Kırmızı, mavi, yeşil, pembe	1 adet
Silgi		1 adet
Şeffaf bant		1 adet

Not: Valf ayar diyagramı çizilecek motora ait teknik bilgiler (Şekil 1.22):

Emme Zamanı

Piston ÜÖN'ye gelmeden 14° önce emme valfi açılır. Silindire daha fazla hava alabilmek ve motorun gücünü artırabilmek için emme valfi AÖN'yi 45° geçe kapanır (C-B).

Sıkıştırma Zamanı

Piston ÜÖN'ye doğru çıkarken (B) den itibaren silindirdeki havayı sıkıştırır.

İş Zamanı

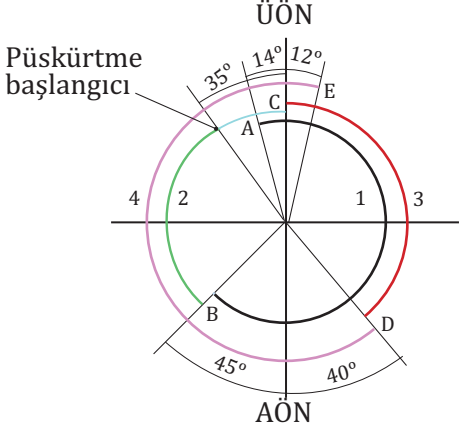
Piston ÜÖN'ye 35° kala yakıt püskürtülür (püskürtme başlangıcı). Püskürtülen yakıt belli bir süre sonra tutuşur ve basınç artar.

Egzoz zamanı

Piston AÖN'ye 40° kala egzoz valfi açılır (D), basınç düşer. Pistonun ÜÖN'ye hareketi sırasındayanmış gazlar dışarı atılır (D-E). Egzoz valfi ÜÖN'yi 12° geçe kapanır.

Tablo 1.2: Valf Ayar Diyagramı Çizilecek Motor bilgileri

Emme		Egzoz		Püskürtme avansı	Valf bindirmesi
Açılması	Kapanması	Açılması	Kapanması		
ÜÖN'den önce	AÖN'den sonra	AÖN'den önce	ÜÖN'dan sonra		
14°	**45°**	**40°**	**12°**	**35°**	**26°**



Şekil 1.22: Valf ayar diyagramı

İşlem Basamakları

1. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.

2. Boş temrin kâğıdı teknik resim masasına bantlanır.

3. Birbirini 90° kesen iki eksen çizilir.

4. Valf ayar diyagramı çizilecek motora ait bilgiler kullanılarak daireler çizilir.

5. Valf ayar diyagramı çizilecek motora ait bilgiler ve tablo bilgileri kullanılarak açıölçerle daire çizilir.

6. Daha sonra dairenin fazlalıkları silinir (Şekil 1.22).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
2.	Verilen çizimin ölçülere uygun şekilde çizilmesi	20	
3.	Eksen çizgilerinin oluşturulması	10	
4.	Çizimin kâğıda uygun şekilde yerleşimine dikkat edilmesi	20	
5.	Valf ayarı dairelerinin uygun şekilde çizilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

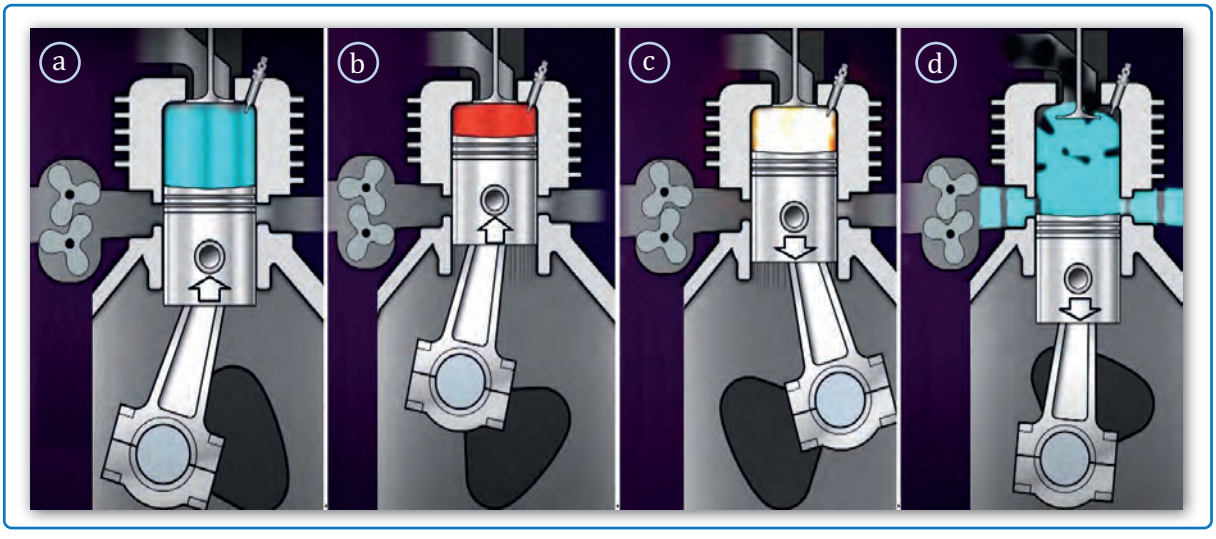
.....

2. İKİ ZAMANLI MOTOR ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

İki zamanlı motorlarda da dört zamanlı motorlarda olduğu gibi laboratuvarda tasarlanan ve hesaplanan teorik çevrimler ile motorun imalatından sonra ölçülen gerçek (pratik) çevrim değerleri olmak üzere iki tür çevrim vardır.

2.1. İki Zamanlı Dizel Teorik Çevrimi

Dört zamanlı dizel motorlarda bir çevrim, krank şaftın (crankshaft) iki devrinde (720°) tamamlanır. İki zamanlı dizel motorlarda ise çevrim, krank şaftın bir devrinde (360°) tamamlanır. Krank şaftın bu dönüşünde piston AÖN ile ÜÖN arasında iki zaman oluşur. Birinci zamanda piston, AÖN'den ÜÖN'ye çıkarken emme ve sıkıştırma (Şekil 1.23.a-b) işlemleri, ikinci zamanda piston ÜÖN'den AÖN'ye inerken iş (genişleme) ve egzoz (Şekil 1.23.c-d) işlemleri gerçekleşir.

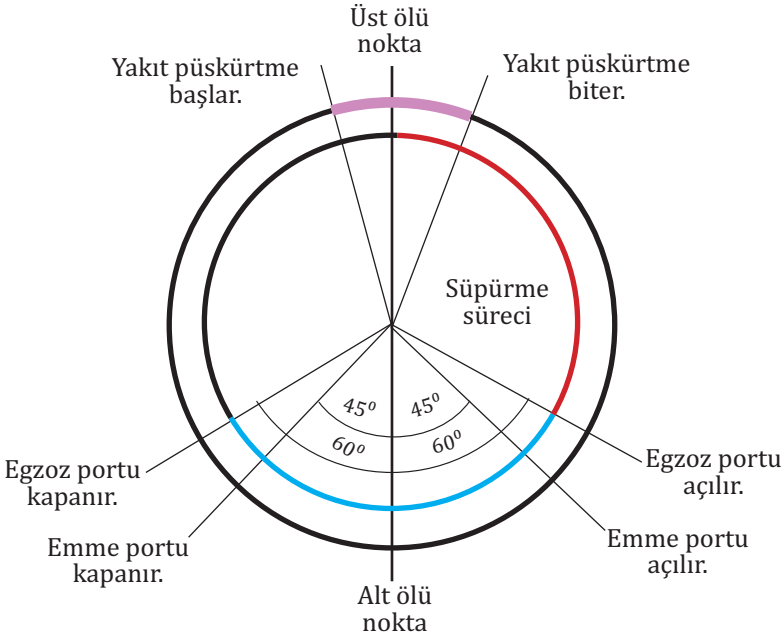


Şekil 1.23: İki zamanlı dizel gerçek çevrimi

Dört zamanlı motorlarda silindirlere hava emilmesi ve egzoz gazlarının silindirden dışarı atılması, pistonun alt ve üst ölü noktalar arasındaki hareketine bağlı olarak açılıp kapanan emme ve egzoz valfleri ile sağlanır. İki zamanlı dizel motorlarda ise temiz hava, silindir içerisine silindir duvarlarından açılan emme portlarından kompresör veya süper şarj (blower) tarafından doldurulur. Emme portlarından içeriye giren bu temiz hava, yanmış egzoz gazlarını da süpürerek egzoz portlarından dışarı atılmasına da yardım eder.

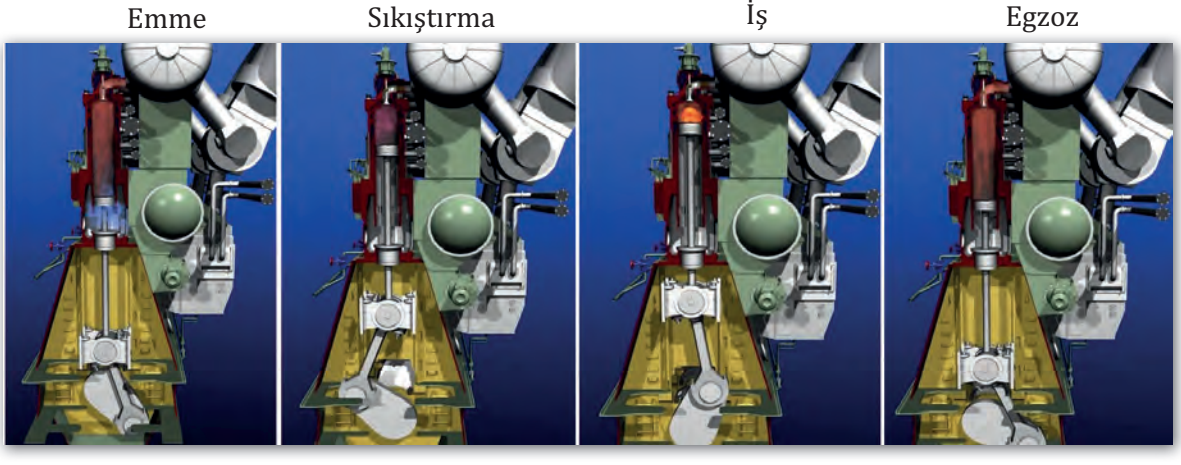
2.2. İki Zamanlı Dizel Gerçek Çevrimİ

Silindire alınmış ve yanma odasında sıkıştırılmış olan yüksek basınç ve sıcaklıktaki havanın içerisine piston ÜÖN'ye gelmeden enjektörden yakıt püskürtülür. Bu olaya **püskürtme avansı** denir. Püskürtülen bu yakıt basınçlı ve sıcak havanın etkisiyle kendiliğinden hızla yanar. Yanma sonucunda sıcaklık yaklaşık 1500-2000 °C'ye, basınç ise 40-80 bar seviyesine çıkar. Yüksek basınçlı gazlar, pistonu iterek iş üretir. İtilen piston, piston kolu aracılığıyla krank şaftı döndürür (Görsel 1.24).



Şekil 1.24: İki zamanlı dizel gerçek çevrimi

Piston AÖN'ye yaklaşırken egzoz valfi açılır. Egzoz valfi açıldığı anda, basıncı 3-5 bar olan egzoz gazları, egzoz manifoldu üzerinden atmosfere atılır. Bu olaya **serbest egzoz** denir. Bir müddet sonra emme portları da açılarak skavençten içeriye temiz ve basınçlı hava girer. İçeriye giren bu temiz ve basınçlı hava, yanmış egzoz gazlarını süpürerek silindire dolmaya başlar. Bu olaya **süpürme** denir (Şekil 1.25). Piston, AÖN'den ÜÖN'ye doğru hareket ederken önce emme portu sonra da egzoz valfi kapanır ve silindire emilen taze havayı sıkıştırmaya başlar. Sıkıştırma sonunda havanın basıncı 30-40 bar, sıcaklığı ise 500-700 °C civarındadır. Piston ÜÖN'ye gelmeden yakıt püskürtülür. Böylece yeni bir çevrime başlanır.



Şekil 1.25: İçten yanmalı iki zamanlı motorda zamanlar

2.3. Dört Zamanlı Ve İki Zamanlı Motorların Karşılaştırılması

Dört zamanlı ve iki zamanlı motorlar arasındaki temel farklar şunlardır.

- Dört zamanlı normal emişli motorlar, atmosferik olarak çalışabilir. Ancak iki zamanlı gemi dizel motorları aşırı doldurmaya ihtiyaç duyduklarından süper şarj veya turbo şarj kullanır.
- İki zamanlı motorlar, dört zamanlı motorlara göre atmosferi daha fazla kirletir.
- Dört zamanlı motorlarda her zamanda ayrı bir piston kursu olduğu için silindirlere alınan karışım, daima belirli oran ve miktarda olur; motor daha dengeli çalışır.
- İki zamanlı motorlarda silindirlere giren karışım, egzoz gazlarını süpürerek dışarı attığı için bir miktar temiz hava da egzoz gazları ile dışarı atılır.
- İki zamanlı motorlarda pistonun her ÜÖN'ye çıkışında sıkıştırma ve her AÖN'ye inişinde iş zamanları yapıldığı için yataklar ve krank şaft muyluları daha çok aşınır.
- İki zamanlı motorlarda, her devirde bir iş zamanı olduğundan aynı çap ve aynı silindir kursu olan dört zamanlı motorlara göre teorik olarak iki misli güç elde edilir. Ancak silindirlere yeterli hava alınamadığından bu gerçekleşmez.
- İki zamanlı motorlarda her devirde bir iş elde edildiği için ölü noktaları aşmak daha kolay olur. Bu nedenle küçük volanlarla çalışır.
- İki zamanlı motorlarda valf donanımı yoktur. Bunun yerine port mevcuttur. Ancak iki zamanlı dizel gemi makinelerinde egzoz valfi vardır.
- Valf kumandası nedeniyle dört zamanlı motorların hareketli parçaları fazladır. Bu yüzden karmaşık ve pahalıdır. İki zamanlı motorlar ise hareketli parçaları daha az olduğu için basit ve ucuzdur.
- İki zamanlı motorlar gücün fazla olması istenen yerlerde kullanılır.
- Her devirde bir yanma olduğundan iki zamanlı motorlar daha çok ısınır ve daha fazla soğutulmaları gerekir.
- İki zamanlı motorların ömrü, dört zamanlı motorlara göre daha kısadır.

1.7. İKİ ZAMANLI MOTOR ÜZERİNDEKİ ÜÖN İŞARETİNİ BELİRLEME

Amaç: Motorun üzerindeki ÜÖN işaretini belirlemek.

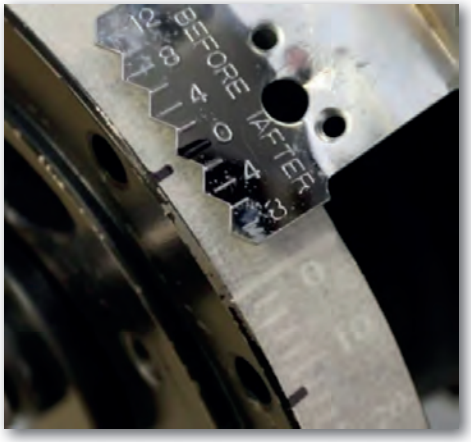
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dizel motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince

Uygulama Görselleri



Görsel 1.3: Volan üzerindeki ÜÖN işareti



Görsel 1.4: Krank kasnağındaki ÜÖN işareti

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor üzerindeki ÜÖN işaretleri genellikle volan üzerine bakılarak tespit edilir.
4. İçten yanmalı motorların ön tarafında zaman ayar mekanizmasına bağlı krank şaft kasnağına bakılarak motorun 1. silindirinin pistonunun ÜÖN'de olduğu yani motorun sentede olduğu anlaşılır.

Not: İçten yanmalı motorların sentede olduğu volan üzerinde bulunan TDC, OT sembolleri veya boyalı çizgilerden anlaşılabilir (Görsel 1.3; 1.4). Bazı motorlarda ise blok veya volan muhafazası üzerinde bulunan bir delikten pim yardımıyla krank mili veya volan kilitlenerek motor ÜÖN'ye getirilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Krank şaft kasnağına bakılarak motorun 1. silindirinin pistonunun ÜÖN'ye getirilmesi	30	
4.	Volan ve muhafaza işaretlerine bakarak motorun senteye getirilmesi	20	
5.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

2.
ÖĞRENME
BİRİMİ

AŞIRI DOLDURMA SİSTEMLERİ



1. SÜPER ŞARJ VE TURBO ŞARJ
2. AİR COOLER



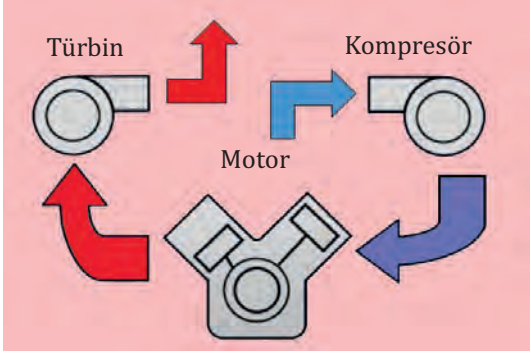
1. SÜPER ŞARJ VE TURBO ŞARJ

Aşırı doldurma sistemi içten yanmalı motorun silindirleri içerisine motorun normal emişi dışında, dışarıdan harici bir kaynaktan basınçlı hava ile doldurulmasına yarayan sistemdir. Gemi dizel makinelerinde aşırı doldurma sistemi yani silindirlerin yeterince hava ile doldurulması süper şarj ve turbo şarj olarak isimlendirilen iki sistemden oluşur. Bu sistemler birlikte kullanılabileceği gibi ayrı ayrı da kullanılabilir.

1.1. Gemi Dizel Makinelerine Giren Hava Miktarının Önemi

İçten yanmalı dizel motorlar, diğer motorlarla karşılaştırıldığında, eski ve çevreye zarar veren bir teknoloji olarak görülse de teknik açıdan, ekonomik ve uygulanabilir olma gibi yönlerden hâla üstünlüğünü korumaktadır. Yakıt maliyetlerini, çevre ve hava kirliliğini azaltma çabaları içten yanmalı motorların verimini artırmak ve çevre kirliliğine büyük etkisi olan egzoz gazı emisyonlarını düşürmek için yapılan çalışmalara yön vermektedir.

Motor veriminin artırılması yanma kalitesinin artırılması ile mümkün olur. Yanma, yakıtların genellikle havadan sağlanan oksijen ile hızlı oksidasyonu sonucu ısı ve sıcak yanma ürünlerinin açığa çıktığı kimyasal reaksiyondur. İçten yanmalı motorlarda motor gücü, silindirlerinde yakılan yakıt ve bu yakıtın tam yanmasını sağlayacak hava miktarı ile orantılıdır. Aynı hacimdeki bir motordan daha fazla güç elde edilmesi için, silindir içerisine daha fazla hava ve buna bağlı oranda yakıt alınması gerekir. Bu nedenle içten yanmalı dizel motorlarının veriminin artırılmasında aşırı doldurma sisteminin önemi büyüktür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Aşırı doldurma sistemi

Aşırı doldurma uygulamaları ile birim hacim ve ağırlıktan alınabilen motor gücü artırılır, buna bağlı olarak motor verimi de artar. Aynı zamanda aşırı doldurma, motor boyutlarının küçülmesini ve birim güç başına düşen egzoz gazlarının kirletici bileşenlerinin azalmasını sağlar. Aşırı doldurma sistemi sayesinde dizel motorları, benzin motorlarına kıyasla daha ekonomik ve hızlı çalışır.

1.1.1. İçten Yanmalı Motorlarda Hava Giriş Devresi Elemanları

Motor hava emiş devresi, motorun çalışabilmesi için gerekli olan temiz havanın silindirlere gönderilmesini sağlar. Her motor devrinde motorun ihtiyaç duyduğu yeterli miktardaki havayı silindirlere gönderir.

Hava içerisinde %21 oranında oksijen, %78 oranında azot, %0,93 oranında argon, %0,03 oranında karbondioksit ve değişken miktarda su buharı bulunur. Geminin makine dairesindeki havanın oksijen miktarı açık havadaki oksijen miktarından daha düşük olduğu için makinelerin dış hava ile beslenmesi gerekir.

Dışarıdan alınacak bu besleme havasının ısısı motorun verimli çalışması için önemlidir. Emme havası çok soğuk olursa sıkıştırma sonu basıncı ve sıcaklığı düşer, yanma zorlaşır. Emme havasının çok sıcak olması hâlinde ise silindire giren hava azalır ve dolayısıyla motor güç kaybeder. Bu nedenle hava giriş sistemi, besleme havasının ısısını kontrol edebilmek için gerektiğinde dışarıdan, gerektiğinde makine dairesinden ya da her ikisinden aynı anda hava sağlayacak üç yollu klape ile donatılmalıdır.

Hava giriş sistemi elemanlarını birbirine bağlayan boru ile hortum donanımı, temiz havanın silindirlere herhangi bir dirençle karşılaşmadan rahatça ulaşmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Hava, sistem içinde bir dirençle karşılaşırsa emme veya doldurma işlemi sonunda silindir içine daha az hava girer, bunun sonucunda da motor verimi ve gücü düşer.

Hava giriş sistemi tasarlanırken ve donatılırken şunlara dikkat edilmelidir:

- Kirli hava (egzoz gazları) sistem tarafından tekrar silindir içerisine alınmamalıdır.
- Silindir içerisine başka bir kaynaktan sıcak hava girmemelidir.
- Giriş havası sistemi elemanları birbirine conta ile sızdırmazlık sağlanarak bağlanmalıdır.
- Sistem, silindir içerisine yağmur suyu veya başka bir kaynaktan su emilmesini engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır.
- Hava giriş sistemine tanklardan, havalandırma sistemlerinden ve diğer kaynaklardan yanabilecek buhar ve gazların emilmesi engellenmelidir.

Hava giriş sistemi; giriş havası susturucusu, hava filtresi, süpürme veya aşırı doldurma için hava pompası (turbo şarj/süper şarj), emme manifoldu gibi elemanlardan oluşur. Bu elemanlar aşağıda açıklanmıştır.

- **Giriş Havası Susturucuları (Silencer)**

  Gemi dizel motorları çalışırken silindir içine giren hava 100 m/sn gibi yüksek bir hıza ulaşır. Havanın ulaştığı bu hız özellikle yüksek güçlü makinelerde uzak mesafelerden de duyulabilen gürültüye neden olur. Gürültünün azaltılması için giriş havası hızının 20-30 m/sn'ye düşürülmesi gerekir. Bu hız düşümünü giriş havası susturucuları sağlar (Şekil 2.2).

  Susturucular, alüminyum veya pirinçten üretilir. Ucu kapakla kapatılmış, üzerine boyuna çok sayıda yarık açılmış bir boru biçimindedirler.

  Hava filtreleri, üzerinden geçen havayı temizlerken aynı zamanda gürültüsünü de azaltır. Gürültüyü iyice azaltmak gerektiğinde akustik susturucular kullanılır. Bu tür susturucuların bazılarında ses emen cam yünü bulunur, bazılarında ise iki veya daha fazla hava hücresi bulunur. Giriş havası susturucuları bir hava filtresi ile birleştirilebilir.

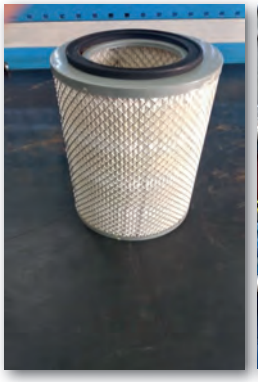


Şekil 2.2: Gemi dizel makinelerinde kullanılan giriş havası susturucusu (silencer)

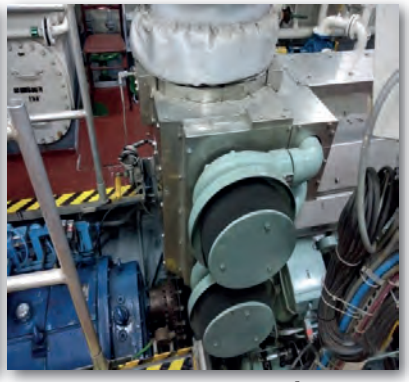
- **Hava Filtresi**

Gemilerde kullanılan makine ve sistemlerin verimli çalışması için motor içerisine temiz hava alınması gerekir. Emme zamanında hava ile silindirlere taşınabilecek toz, kum, silisyum tanecikleri vb. yabancı maddeler piston, segman ve silindir gömleklerinin hızla aşınmasına, valflerin ve valf sitlerinin (yuvalarının) bozulmasına, hava miktarının azalarak yanma veriminin düşmesine neden olabilir. Bu nedenle dizel motorlarının hava giriş sistemlerinde hava filtresi kullanılır.

Hava filtresi belirli bir süre kullanıldığında toz, kum vb. yabancı maddeler filtre elemanının kirlenmesine ve tıkanmasına neden olur. Tıkanan filtre elemanı hava giriş sisteminde direnç oluşturur ve emme zamanında silindir içine daha az hava girer. Dolayısıyla silindir içine püskürtülen yakıtın tamamı yanmaz. Yanma verimi düşer ve motor güç kaybeder, yakıt tüketimi artar. Bu nedenle hava filtresi bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekir.



Görsel 2.1: Kağıt elemanlı hava filtresi



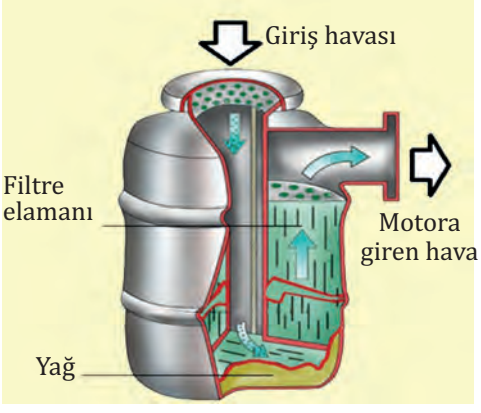


Görsel 2.2: Metal elemanlı hava filtresi

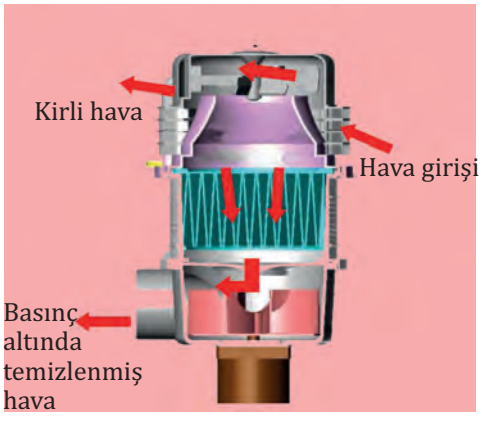
Küçük yapıdaki motorlarda Görsel 2.1'de görülen kâğıt elemanlı hava filtreleri kullanılır. Günümüzde kullanılan kâğıt elemanlı filtreler, belirli bir süre çalıştıktan sonra yenisi ile değiştirilir. Bu süre filtrenin çalışma ortamına ve standart bakım kataloglarına göre belirlenir.

Gemi makinelerinde ise genellikle metal elemanlı filtreler kullanılır. Filtrenin dış kısmı metal filtrenin çabuk kirlenmesini önlemek için keçe ile kaplıdır. Bu keçeler kirlendiği zaman temizlenir veya yenisi ile değiştirilir (Görsel 2.2).

Hava filtrelerinin merkezkaç (siklon), yağ banyolu, darbeli, kendinden temizlemeli gibi çeşitleri de vardır (Görsel 2.3; 2.4).



Şekil 2.3: Yağlı filtre (yağ banyolu tip hava filtresi)



Şekil 2.4: Darbeli filtre

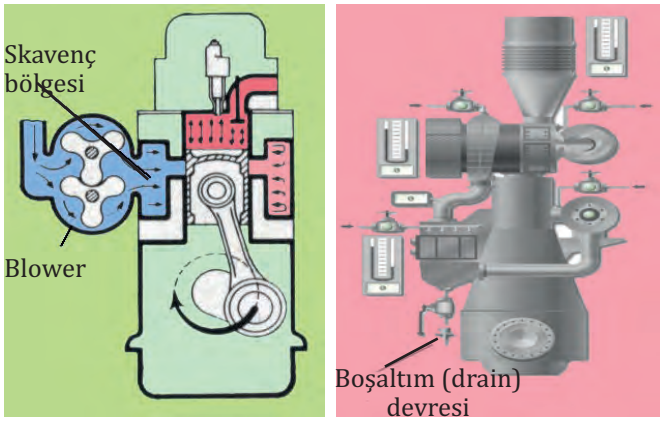
- **Skavenç Bölgesi**

  İki zamanlı dizel makinelerinde hava resiverleri veya süpürme havası depoları kullanılır. Bu makineler, hava portları düzeyine yerleştirilen bir süpürme havası resiveri veya skavenç bölgesi ile donatılır (Görsel 2.3). Resiver, esas olarak çelik saclardan kaynakla yapılır ve çoğu zaman silindir veya prizma şeklindedir.

  Skavenç bölgelerine makinenin türlü kısımları ve hava soğutucularından su, yağlama yağı, yakıt vb. yabancı maddeler gelebilir. Bu maddeler, skavenç yangını adı verilen tehlikeli bir olaya neden olabilir. Buna engel olmak amacıyla dreyn sistemlerinden yararlanılır (Şekil 2.5). Skavenç bölgelerine yerleştirilen sıcaklığa duyarlı elektrikli ölçü cihazları, yerel sıcaklık 200 °C'nin üzerine çıktığı zaman otomatik olarak sesli alarm verir. Skavenç bölgeleri, ayrıca yay yüklü basınç giderme valfleri ile donatılmıştır. Bu valfler, düzenli olarak gözden geçirilmeli ve test edilmelidir.



Görsel 2.3: Bir ana makinenin skavenç bölgesi



Şekil 2.5: Skavenç bölgesi

- **Emme Manifoldu**

  İçten yanmalı motorlarda, hava filtresinden veya hava pompasından gelen havayı, emme zamanında silindirlere ulaştıran dağıtım sistemine **emme manifoldu** denir.

1.2. Gemi Dizel Motorlarında Aşırı Doldurma Sistemleri

Atmosferik (normal emişli) motorlarda çevrimin oluşması için gerekli olan hava, piston ÜÖN'den AÖN'ye inerken oluşan vakum etkisi ile içeriye alınır. Aşırı doldurma sistemine sahip motorlara normal emişli (atmosferik) bir motora göre daha fazla hava alınır. Bir kompresörle silindirlere basınçlı hava verilir ve bir çevrimde alınan hava miktarı artırılır. Bu tür dizel motoruna **aşırı doldurmalı dizel motoru** denilir, yapılan bu işleme de **aşırı doldurma** (turbocharging ya da supercharging) denir. Aşırı doldurma, dizel motorların çalışmasını kolaylaştırmak, verimini arttırmak için içten yanmalı motorlara eklenen sistemler bütünüdür. İçten yanmalı motora daha fazla hava sağlamak amacıyla kullanılır. Silindir içine giren havanın basıncını ve yoğunluğunu artırarak motorun çıkış verimini ve gücünü arttırmayı sağlar. Çıkış gücü artırılan motorun ağırlık ve hacmi de düşer.

1.2.1. Aşırı Doldurma Sistemlerinin Kullanılma Nedenleri

Gemi dizel motorlarında aşırı doldurma sistemlerinin kullanılmasının bazı nedenleri ve bu sistemin bazı faydaları aşağıda sıralanmıştır.

- Motor ölçüleri ve hacmi küçülür.
- Birim çıkış gücü başına düşen motor ağırlığı azalır.
- Turbo kompresörü daha yüksek verim elde edilmesini sağlar.
- Birim çıkış başına düşen maliyet azalır.
- Motordan elde edilen mekanik verim artar.
- Isı kaybı, normal emişli motorlara göre daha azdır.
- Egzoz türbini egzoz gürültüsünün daha az olmasını sağlar.
- Yanma kontrollü olduğu için egzoz emisyonu daha düşüktür.
- Motor vuruntusu ve gürültüsü azalır.
- Supap çakışması uzadığından silindirde kalan egzoz miktarı azalır.
- Süper şarj türbülansı artırır, bu da daha iyi bir karışım ve yanma oluşmasını sağlar.

1.2.2. Aşırı Doldurma Sistemleri Çeşitleri

Aşırı doldurma sistemleri motor emme havasını atmosfer basıncından daha fazla basınçla sıkıştıran bir doldurucu (kompresör) ünitesinden ve bu doldurucuya hareket veren bir tahrik ünitesinden oluşur. Aşırı doldurma sistemleri, doldurucunun motora bağlanma şekline, güç transferi metoduna göre ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak değişik şekillerde imal edilir.

- **Mekanik Tahrikli Aşırı Doldurma (Süper Şarj)**

  Aşırı doldurma amacıyla kullanılan hava pompasına **blovır** (blower) adı verilir. Blovır bir kompresör çeşidinin adı olsa da bu sözcük mekanik tahrikli aşırı doldurma sistemini (süper şarj) adlandırmada da kullanılır. Aşırı doldurma sistemlerinde değişik tiplerde hava pompası (kompresör) kullanılır. Mekanik tahrikli aşırı doldurma (süper şarj) sisteminde doldurucunun (kompresör) tahriki; motor üzerinden veya dışarıdan bir elektrik motoru vasıtasıyla yapılır.

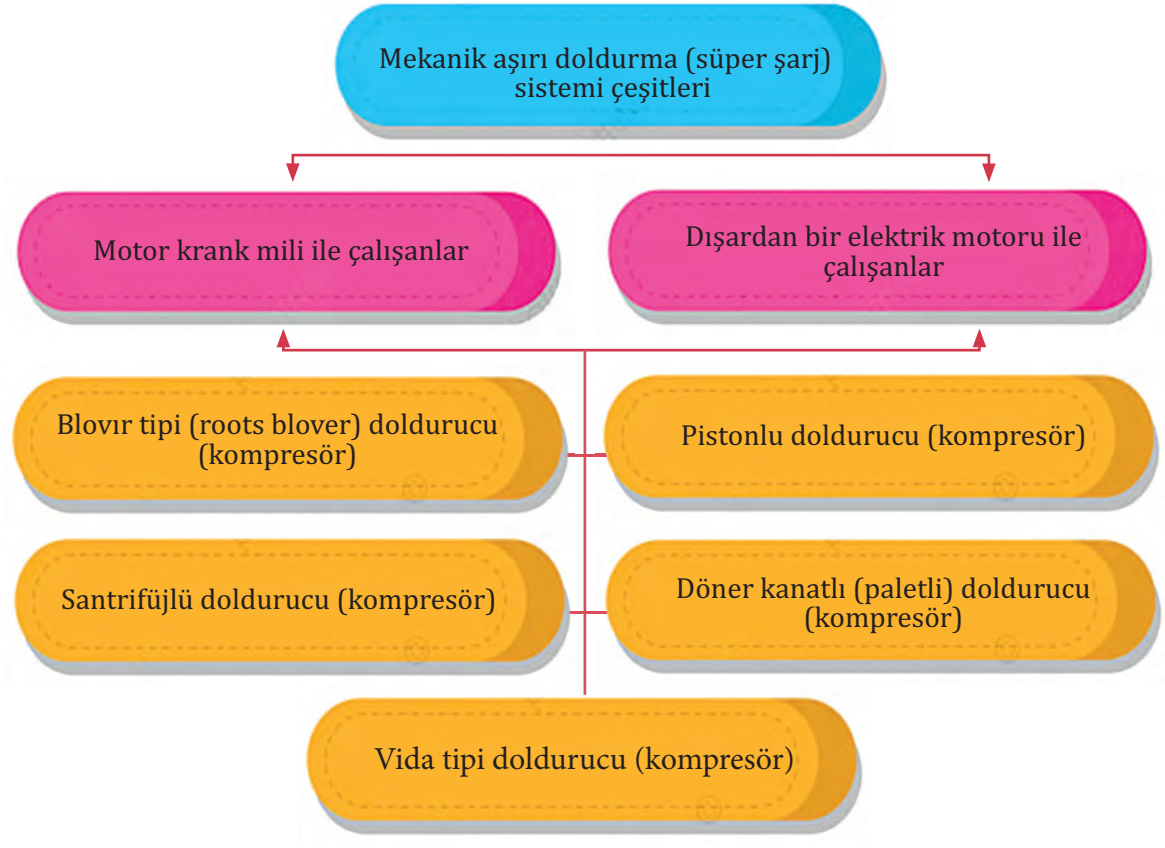
  Motor vasıtasıyla çalışan mekanik tahrikli aşırı doldurma sistemleri, hareketini motor krank şaftı üzerindeki kasnak veya dişliden alır. Daha büyük mekanik ve termal yüklerde çalışmasına rağmen düşük moment karakteristikleri ve düşük ivmelenmeye sahiptir. Bu sistemin olumsuz yanları da vardır.

  - Motorda yaklaşık %10 verim kaybına sebep olur.
  - Hareketini motordan aldığı için hareketli parça sayısı fazladır.
  - Hareketini motordan aldığı için gürültü daha fazla olur.
  - Bakım maliyeti fazladır.

  Aşırı doldurma sisteminde kullanılan farklı bir sistemde ise tahrik hareketi dışardan elektrik enerjisi ile beslenen bir elektrik motorundan sağlanır.

  Motor krank mili veya dışarıdan bir elektrik motoru ile çalışan süper şarj sistemlerinde kullanılan doldurucu (kompresör) çeşitleri genelde aynıdır (Tablo 2.1).

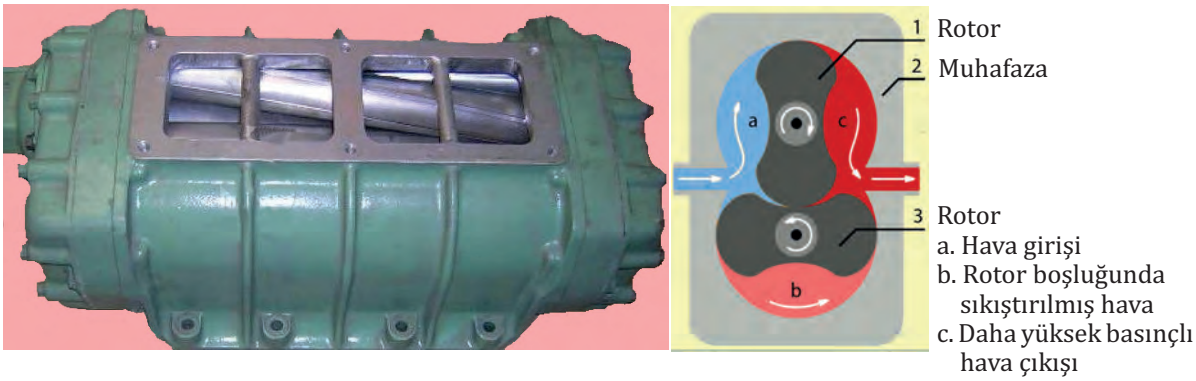
Tablo 2.1: Mekanik tahrikli aşırı doldurma (süper şarj) çeşitleri



- **Blovır Tipi (Roots Blower) Doldurucu (Kompresör)**

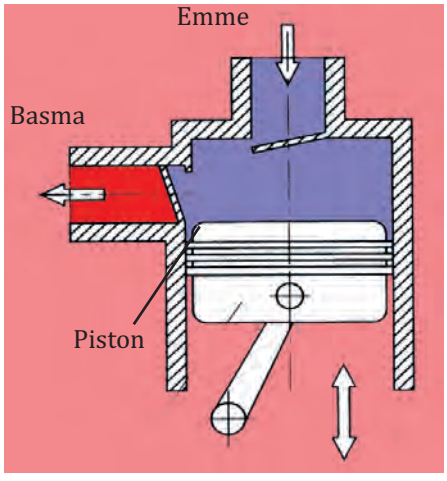
  Aslında bir tür kompresör olan pompa blovır, iki veya üç loblu (bir tür kanat) olabilir. İki loblu pompanın iki rotoru bulunur. Rotorlardan biri, bir elektrik motorundan veya dişli bir donanım aracılığıyla makinenin krank şaftından hareket alır. Rotorlardan biri dönmeye başlayınca diğeri de ters yönde dönmeye başlar. Böylece emme kanalından gelen hava, rotor lobları ve gövde arasındaki hacimde sıkıştırılarak basma kanalına gönderilir.

  Bu tür kompresörler, küçük basınç oranlarına ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılır. Volümetrik verimleri; rotor genişliğine, dönme hızına, rotorlar ile gövde arasındaki boşluklara ve basınç oranına göre değişir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Blovır tipi (roots blower) doldurucu (kompresör)

- **Pistonlu Doldurucu (Kompresör)**



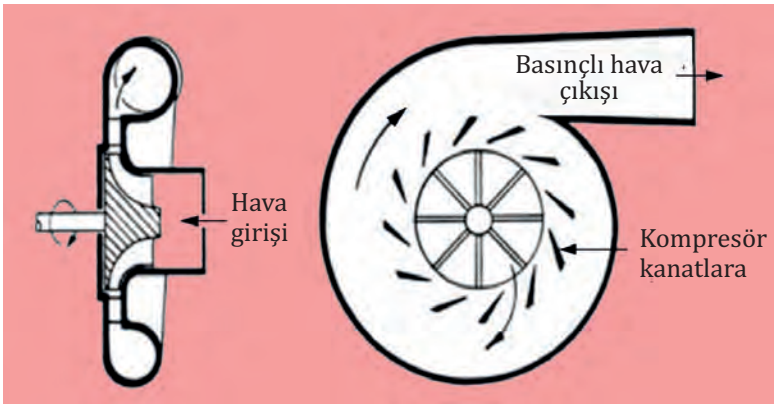
Şekil 2.6: Pistonlu doldurucu (kompresör)

Pistonlu içten yanmalı motorlarda, motor giriş havasının basıncını artırmak için hava kompresörü kullanılır. Doldurucu pistonunun aşağı yukarı hareketiyle motor emme havasının sıkıştırılması ve motora gönderilmesi sağlanır. Dengesiz öteleme, atalet kuvvetleri ve çıkış basıncında büyük periyodik dalgalanma oluşması nedeniyle pistonlu tip kompresörler, yüksek hızlı motorlar için uygun değildir. Pistonlu doldurucunun volümetrik verimi biraz yüksek olsa bile toplam verimi hacimsel dolduruculara göre daha düşüktür. Sürtünme kayıpları da çok fazladır. Turbo şarj ünitelerine göre pistonlu dolduruculların ağırlıkları 2,2 kat ve kapladıkları hacim daha fazladır. Bu nedenle pistonlu dolduruculların taşıt motorlarında kullanılması zordur (Şekil 2.6).

- **Santrifüjlü Doldurucular**

Santrifüjlü bir süper şarj doldurucu, turbo şarja benzese de çalıştırma mekanizmaları birbirinden farklıdır. Turbo şarj sıcak egzoz gazlarıyla çalıştırılır, santrifüjlü süper şarj ise motor tarafından veya bir elektrik motoru tarafından tahrik edilerek çalıştırılır. Dişli ile tahrik edilmesi, gürültülü çalışma ve düşük mekanik verim gibi olumsuzluklara neden olur.

Bu kompresörler yüksek hızlarda çalıştırılır. Tek kademede sağlanan sıkıştırma oranı iki veya üç kademe daha da arttırılabilir. Yüksek hızla tahrik edilmelerinin esas nedeni, geçici rejimlerde çalışmada fazla atalet göstermelerini önlemek için rotor çapının küçültülmesidir (Şekil 2.7).



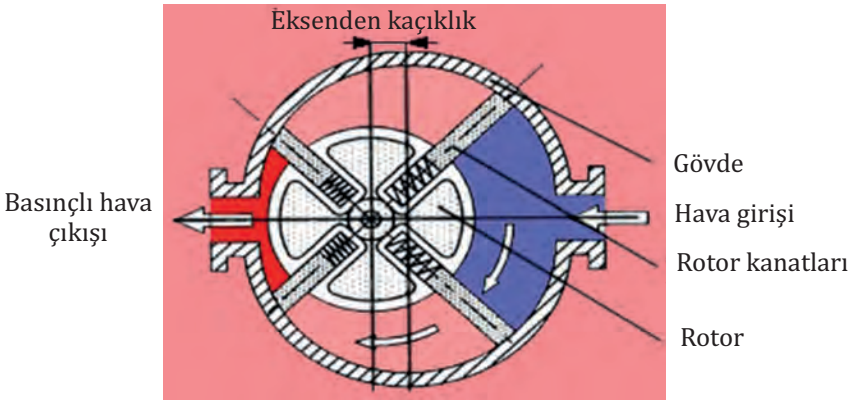
Şekil 2.7: Santrifüjlü doldurucular (kompresörler)

- **Döner Kanatlı (Paletli) Doldurucu (Kompresör)**

Döküm gövde içine eksenden kaçık (eksantrik) olarak monte edilmiş yaylı kanatlardan oluşur. Kanatlar genellikle metalik olmayan liflerden veya karbondan üretilir. Rotor gövde içinde dönerken kanatlar, santrifüj kuvvetin etkisiyle dışa doğru açılarak stator yüzeylerine dayanır. Böylece kompresörün hilal şeklinde görünen kısmında, hacimleri emme tarafında her an büyüyen, tepe noktasında azami dereceye ulaştıktan sonra ise basma tarafında her an küçülen odacıklar oluşur.

Kompresörün emme kısmında, rotor dönerken odacıkların hacmi büyür ve oluşturulan vakum ile atmosferik basınçtaki hava odacıklara dolar. Tepe noktasında azami hacim değerine ulaşan odacıkta, havanın emilme işlemi sona ererken odacık da küçülmeye başlar. Eş zamanlı olarak sıkıştırma işlemi de başlar. Böylece, deşarj kanalına kadar küçülen odacıkta sıkıştırılan hava, belirli bir basınçla dışarı pompalanır.

Döner kanatlı kompresörlerin akış kapasitesi azami odacık hacmine bağlıdır. Azami odacık hacmini belirleyen etkenler ise kanatların iç yüzeyine temas ettiği stator iç çapı, rotor çapı ve genişliği, rotor eksenden kaçıklık, kanat sayısı ile kompresörün emme ve basma kanal ölçüleridir (Şekil 2.8).

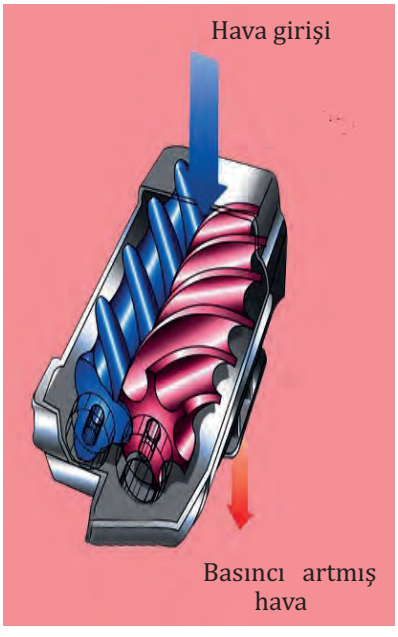


Şekil 2.8: Döner kanatlı (paletli) doldurucu

- **Vidalı Tip Aşırı Doldurucular**

Vidalı tip kompresörler, basınçlı hava üretmek için piston yerine birbirine geçmiş rotor çiftinin kullanıldığı pozitif yer değiştirmeli makinelerdir. Rotorlar bir mil üzerindeki helisel loblardan oluşur. Rotorların birincisinin helisleri dolgun ve yuvarlak loblardan oluşmuştur. İkinci rotorda birinci rotorun loblarına karşılık gelen yiv yuvaları vardır. İki rotor birbirine geçmiş olarak döner. Hava, rotorlar arasındaki boşluğa giriş valfi olarak adlandırılan bir vanadan gelir. Rotorlar döndükçe havanın hacmi azalır, basıncı artar. Basıncı artan bu hava sisteme verilir.

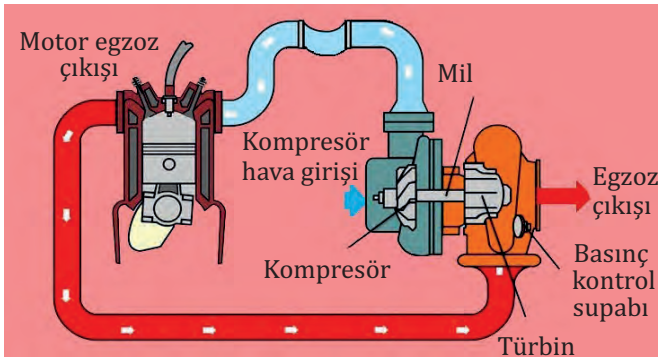
Vidalı tip kompresörlerden iyi bir performans almak için dönen parçaları ile sabit parçalarının birlikte çalışan yüzeylerinin çok hassas işlenmesi ve aralarındaki boşluğun titizlikle elde edilmesi gerekir. Bu kompresörlerin çalışma hızları, 3.000-30.000 devir/dk arasında değişir. Yüksek volümetrik ve izentropik verime sahip bu tip kompresörlerin çalışırken soğutulması gerekir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Vidalı tip aşırı doldurucular

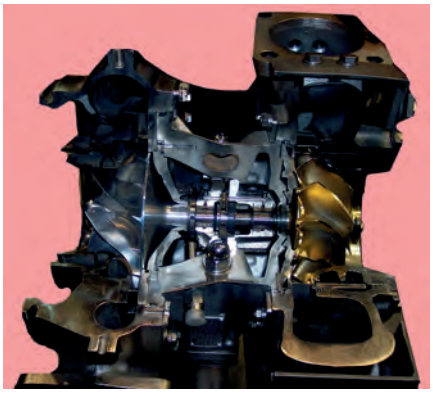
1.3. Egzoz Türbini ile Aşırı Doldurma (Turbo Şarj)

Motor egzozundan çıkan sıcak gazların enerjisi ile döndürülen türbin, bağlı olduğu milin ucundaki kompresörü döndürerek motor silindirine giren havanın basınçla gönderilmesini sağlar. Motor içerisine gönderilen ideal sıcaklıktaki hava, sıkıştırılarak basıncı daha da artırılır. Böylece yakıtın tam olarak ve yüksek verimde yanması sağlanır ve motorda %50 üzerinde bir güç artışı sağlanabilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Egzoz türbini ile aşırı doldurma (turbo şarj)

1.3.1. Turbo Şarjın Görevleri



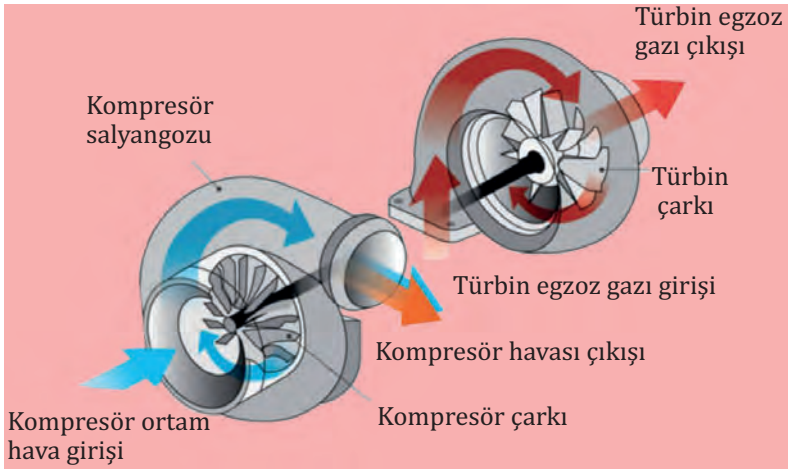
Turbo şarj, motora her türlü çalışma şartı için gerekli hava miktarını temin eder ve silindirlere basınçlı olarak gönderir. Böylece motor verimini ve gücünü arttırır. Ayrıca tam yanmanın gerçekleşmesine yardımcı olarak egzoz gazı emisyonlarının düşürülmesine de yardımcı olur (Görsel 2.5).

Görsel 2.5: Turbo şarj

1.3.2. Turbo Şarjın Yapısı ve Çalışması

Motor çalışmaya başlayınca silindirden çıkan egzoz gazları egzoz manifoldundan turbo şarj içindeki türbine gönderilir. Genişleyen sıcak gazlar, çevresel ve merkeze doğru daralan bir kanaldan geçerken hız kazanır. Bu noktadan sonra egzoz gazı, türbin çarkının dış ucundan türbin odası merkezine doğru geçerken kanatçıklarına çarparak türbini yüksek bir hızla döndürür. Ardından türbin ortasından egzoz borusuna geçer ve atmosfere atılır.

Kompresör ve türbin çarkı aynı mil üzerindedirler, bu nedenle aynı hızla dönerler. Kompresör havayı hava filtresinden emer. Dakikada yaklaşık 100.000 devire ulaşabilen kompresör kanatçıkları merkezden alınan havayı merkezkaç kuvvetin etkisiyle hızla çevreye doğru gönderir. Hava basıncı bu noktada dış ortama göre yaklaşık iki kat artar. Yüksek basınçlı hava besleme borusu ile emme manifolduna ya da skavence dolar. Ardından emme valfi açılarak basınçlı havanın silindir içerisine dolmasını sağlar. (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Turbo şarjın yapısı ve çalışması

1.3.3. Turbo Şarj Sisteminin Sağladığı Yararlar

Turbo şarj sisteminin motora sağladığı pek çok yarar vardır. Turbo şarj sistemine sahip bir motor, eşit motor hacmine sahip bir motora göre daha fazla güç üretirken daha az yakıt tüketir. Sistem, motorun hiçbir parçasından hareket almadığı için motor verimini düşürmez aksine yükseltir. Motorun çalışması için gerekli olan hava, kontrol edilerek belli sıcaklarda alındığı için motor parçalarının ömrü uzar. Bu da bakım ve onarım masraflarının azalmasını sağlar. Egzoz türbini, egzoz gazlarından aldığı hareketle çalıştığı için egzoz gürültüsü azdır, yani daha sessiz çalışır. Sistem sayesinde silindir içinde yakıt daha iyi yandığı için egzoz emisyonu azalır. Böylece çevreye verilen zarar da azalmış olur.

1.3.4. Turbo Şarj Sisteminin Neden Olduğu Sorunlar

Turbo şarj sisteminin motora sağladığı yararlar yanında neden olduğu bazı olumsuzluklar da vardır. Bu sorunlardan biri turbo çıkışının (basınçlı hava) motor ihtiyaçlarını hızlı karşılayamamasıdır. Motor yükü, turbo doldurucunun türbin tarafına gelen egzoz gazlarının enerjisini etkiler. Motor devir sayısının bu duruma etkisi yoktur. Motor aniden yüklenince daha fazla havaya ihtiyaç duyar. Turbo aynı hıza yeterince çabuk ulaşamadığı için motora ihtiyaç duyduğu havayı sağlayamaz. Bu nedenle özellikle iki zamanlı motorlarda ilk çalıştırma sırasında silindirlere basınçlı hava temini için elektrik motoruyla tahrik edilen blovırdan yararlanılır. Turbo şarj devreye girdikten sonra blovır devreden çıkarılır veya otomatiğe alınır.

1.3.5. Turbo Şarjın Parçaları

Aşırı doldurma sistemi çeşitlerinden biri olan egzoz türbini ile aşırı doldurma (turbo şarj) sisteminin parçaları ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

- **Egzoz Salyangozu (Turbine Housing)**

  Egzoz salyangozu ya da türbin muhafazası olarak adlandırılan parça, turbo şarjın egzoz manifolduna bağlı kısmıdır. Türbini örten ve egzoz gazlarını türbin çarkına yönlendiren muhafazadır. Türbin muhafazası, turbonun nasıl bir performans göstereceğini belirlemek için turbo şarjın en önemli parçalarından biridir. Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Gemilerde kullanılan bazı türbin muhafazaları su soğutmalı olarak imal edilir (Görsel 2.6.a).

- **Gövde (Bearing Housing)**

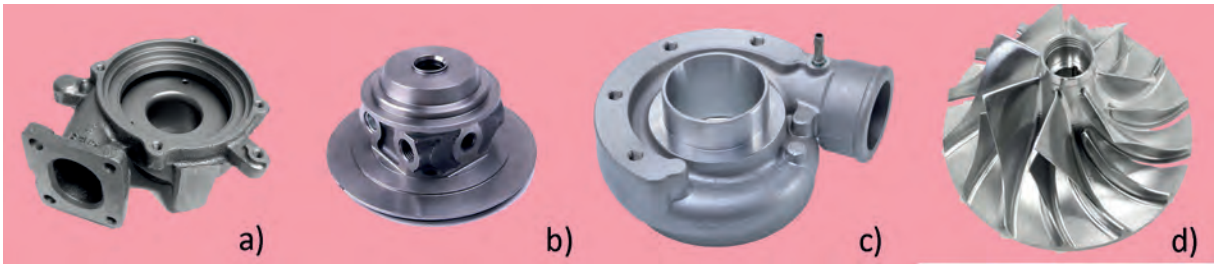
  Turbonun orta kısmında bulunan gövde, egzoz salyangozuyla benzer bir malzemeden üretilir. Kompresör, türbin ve bunları birbirine bağlayan mile yataklık eder. Salyangozları da arada tutar Gövdenin üzerinde yağ giriş çıkış delikleri vardır ve iç kısmı yağlama kolaylığı sağlamak için kanallıdır. Su soğutmalı tipleri de bulunur (Görsel 2.6.b).

- **Emme Salyangozu (Compressor Housing)**

  Turbonun hava emme manifolduna bağlı olduğu kısımdır. Çok yüksek sıcaklıklara maruz kalmadığı için alüminyumdan üretilir (Görsel 2.6.c).

- **Kompresör (Compressor Wheel)**

  Kompresör, helisel ve çevresel kanalları olan bir çarktan oluşur. Yapısı alüminyumdur. Motora basınçlı havayı gönderen pervanedir. Kompresör, çevresel akışlı merkezkaç özelliklidir ve türbin miliyle dönen kanatçıklara sahiptir. Sisteme en ufak bir yabancı cisim girmesi durumunda bile pervanesi hasar görür ve dengesi bozulur (Görsel 2.6.d).



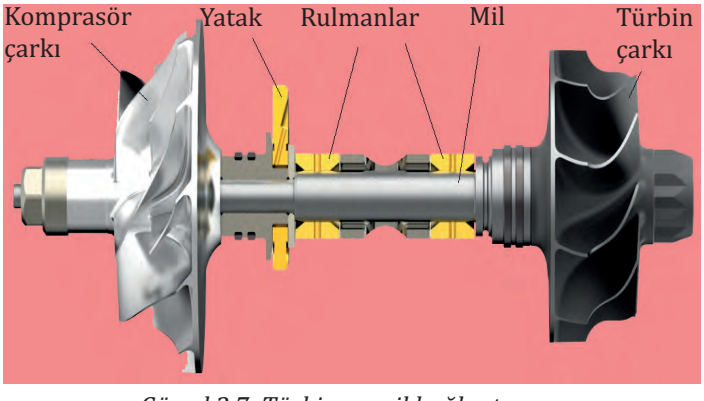
Görsel 2.6: Turbo şarjın parçaları

- **Türbin (Turbine)**

  Egzoz gazları, çevreden merkeze doğru daralan bir yoldan geçerken hızları artar. Artan bu hızla türbin kanatçıklarını ve bulunduğu mili döndürmeye başlar. Türbin kanatçıkları, dört zamanlı motorlarda 800 ila 1000 °C sıcaklığı olan egzoz gazlarına maruz kalır. Bu nedenle özel alaşım çeliğinden veya kompozit malzemeden üretilir.

- **Mil (Shaft)**

  Egzoz gazının hareket enerjisini dönme enerjisine çevirmeye yarayan bir aktarma organıdır. Mil ile pervane birbirlerine özel bir ısıl işlemle ayrılamayacak şekilde kaynak edilir. Sürekli burulma momentine ve aşırı ısıya maruz kalacağı için nikel alaşımlı çok sağlam malzemeden üretilir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Türbin ve mil bağlantısı

- **Yataklar (Shaft Bearing)**

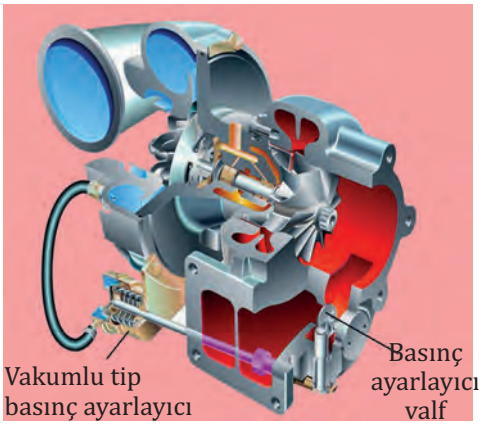
  Yataklar, türbin ve kompresör muhafazalarını birbirine bağlar ve türbin miline yataklık eder. Kullanılan yataklar, metaldir ve yüzücü tiptir. Ayrıca metal sızdırmazlık segmanları da kullanılır. Radyal ve aksiyal hareketlerle çalışır. Yataklar basınçlı motor yağı ile yağlanır ve yağ dönüşü karteredir (Görsel 2.8).



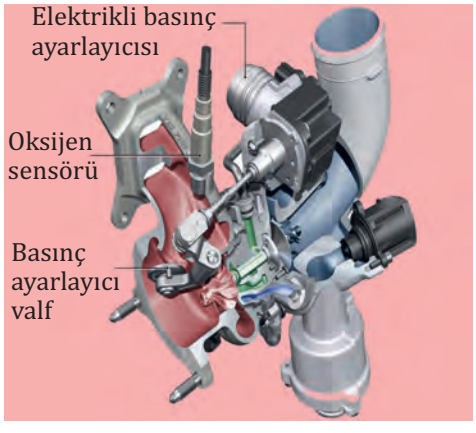
Görsel 2.8: Yataklar

- **Basınç Kontrol Valfi (Waste Gate/Actuator)**

  Basınç kontrol valfi, motorun egzoz gazlarının çıkışında yer alır. Bu mekanizma turbo şarj sisteminde, türbin alçak dönme hızlarında istenilen basınç oranını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak motor yüksek devirlere çıktığında bu basıncın sabit kalmasını sağlamak için egzoz gazlarının bir kısmı türbine gönderilmeden atmosfere atılır. Kaçırma supabı, pistonunun bir yüzüne kompresör çıkış basıncı, diğer yüzüne bir yay kuvveti etki eder. Kompresör çıkış basıncı belirli bir değeri aştığında yay kuvveti yenilerek supap açılır. Böylece egzoz gazlarının bir bölümü atmosfere salınarak türbin gücü sabit tutulur. Bu sayede yüksek devirlerde bile emme manifoldundaki basınç, istenen seviyede tutularak turbo şarj devrinin gereksiz bir şekilde yükselmesi önlenmiş olur. Bu valf, elektrikli selenoid ile veya emme manifolduna alınan havanın emme etkisi ile kumanda edilir (Şekil 2.12; 2.13).

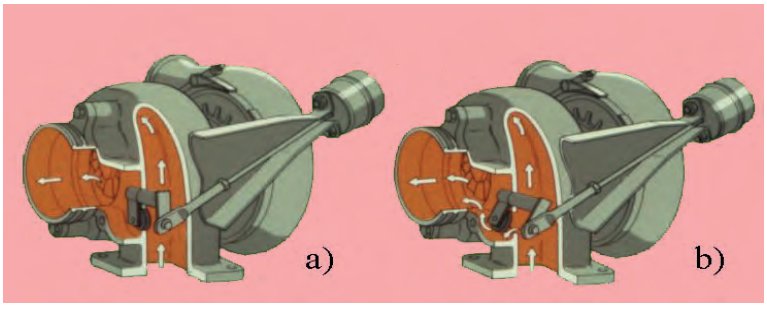


Şekil 2.12: Vakumlu tip basınç ayarlayıcı



Şekil 2.13: Elektrikli basınç ayarlayıcı valf

Basınç kontrol valfinin çalışma sırasındaki kapalı konumu Görsel 2.14.a ve açık konumu Görsel 2.14.b' de gösterilmiştir.



Şekil 2.14: Basınç kontrol valfinin çalişma sırasındaki kapalı ve açık konumu

- **Boşaltma Valfi (Blow Off Valf) (BOV)**
  Boşaltma valfine, kompresör baypas valfi de denmektedir (Compressor Bypass Valve) (CBV). Birçok turbo şarjda kullanılan bir basınç tahliye aracıdır. Temel amacı, gaz kelebeği aniden kapandığında turbo şarjdaki yükü almaktır. Kompresörün dalgalanmasını (compressor surge) önleyen ve kullanılmayan basıncı sisteme geri gönderen bir basınç tahliye sistemidir. Bu yüzden basınç tahliye valfi veya yönlendirme valfi olarak da bilinir (Görsel 2.9).

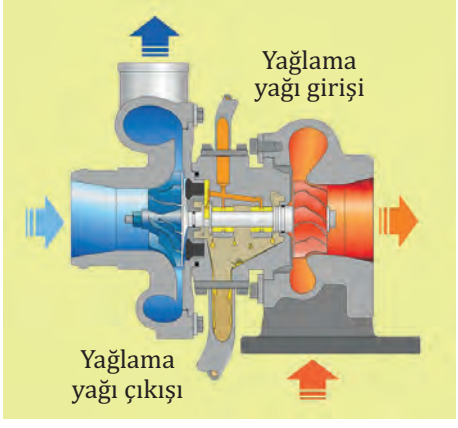


Görsel 2.9: Boşaltma valfi

- **Diğer Parçalar**
  Turbo şarjın içinde bulunan segmanlar, contalar, vidalar vb. malzemelerden oluşur (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Diğer parçalar



Şekil 2.15: Turbo şarj sisteminde yağlama

1.3.6. Turbo Şarj Sisteminde Yağlama

Turbo kompresörde kaymalı yataklar kullanılır. Bu nedenle yağlama önemli bir yer tutar. Yağlamanın sürekli olması ve yağ basıncının korunması önemlidir. Yağlama yağı basıncı düşerse yataklardaki aşınma ve bunun sonucunda da radyal boşluklar artar. Bu boşluklar hız yükselince büyük hasarlar oluşmasına neden olabilir. Yağ basıncının yükselmesi ise yağ kaçaklarının artmasına, türbin ve kompresör içerisine yağ kaçmasına neden olabilir.

Turbo kompresör makine yağlama sistemiyle yağlanabilir. Motor yağ pompası çıkışından ayrılan yağlama yağı, bir kanal ve boru yardımıyla turbo kompresörün alt kısmına getirilir. Yataklar yağlandıktan sonra akan yağlar, turbo kompresörün alt kısmında toplanarak dönüş borusunun yardımıyla kartere geri gönderilir (Şekil 2.15).

1.3.7. Turbo Şarj Sisteminin Arızaları ve Belirtileri

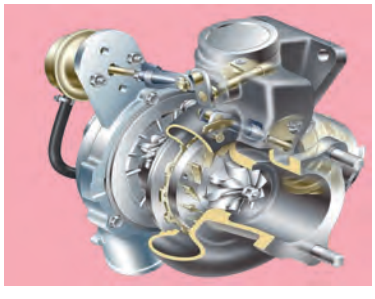
Turbo şarj sisteminde görülebilecek bazı arızalar, bu arızaların nedenleri ve onarımları için yapılması gerekenler Tablo 2.2'de açıklanmıştır.

Tablo 2.2: Turbo Şarj Sisteminde Görülen Arızalar, Arızaların Nedenleri ve Onarımı

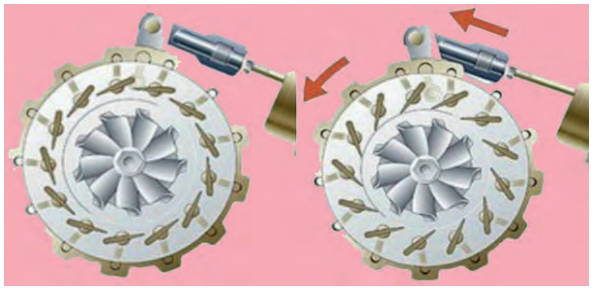
Arıza	Arıza Nedenleri	Onarımı
Egzoz gazının normalden fazla siyahlaşması ve randıman düşüklüğü	• Turbo şarjın alçak basıncında hava azalması olabilir. • Sıkıştırma gövdesinde iç kirlenme olabilir. • Hava filtresi elemanı kirlenmiş olabilir. • Turbo şarjın arkasındaki egzoz susturucusu tıkanmış olabilir.	• Flanş ve hava doldurma borusu bağlantılarında kaçak kontrolü yapılır. • Sıkıştırma gövdesi sökülür ve içi temizlenir. • Hava filtresi temizlenir veya değiştirilir. Emiş yolu kontrol edilir. • Turbo şarjın arkasındaki hava bağlantısında kaçak olup olmadığı kontrol edilir.
Normalin dışında ses ve aşırı gürültü	• Rotor muhafazaya sürtüyor olabilir. • Bağlantı yerlerinden ve flanşlarından ya da egzoz borularından sızma olabilir.	• Muhafazada çizik muayenesi yapılır. • Flanş ve bağlantıları kontrol edilir. Bağlantı boruları sökülür ve türbin ile sıkıştırma tarafındaki gövdelerin sürtme izlerine bakılır. İzler varsa değiştirilir.
Motor güç vermiyorsa	• Turbo şarj arızalı olabilir. • Egzoz manifoldu veya emme manifoldu gevşemiş olabilir. • Türbin çarkına sıkışmış yabancı madde olabilir. • Türbin mili yataklarında sarma olabilir.	• Bağlantılar kontrol edilir gerekirse sıkılanır. • Turbo şarj sökülerek temizlenir. • Yataklar ve mil sökülerek değiştirilir.

1.3.8. Değişken Kanatçıklı VTG (Değişken Geometrili) Turbo Şarj

Elektro valf aracılığı ile elektronik kontrol ünitesi tarafından kumanda edilen değişken geometrili bir turbo şarj sistemidir. Türbin kanatçıkları düşük devirlerde kapanır, yüksek devirlerde ise açılır. Bu özellik motorun volümetrik verimini artırmaya yarar (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Değişken kanatçıklı VTG (değişken geometrili) turbo şarj



Şekil 2.17: Değişken kanatçıklı türbin

Türbin kanatçıkları kapalı iken egzoz gazlarının hızı arttığı için türbin ve kompresör hızı da artar. Kanatçıklar açıldığında ise egzoz gazları kanatçıklar arasından daha az çarparak geçtiği için türbin devri azalır. Bu özellik düşük devirlerde daha fazla motor torku, yüksek devirlerde ise maksimum güç elde edilmesini sağlar. Bu sistemin bir başka faydası da düşük devirlerde yakıt tüketimini azaltmasıdır (Şekil 2.17).

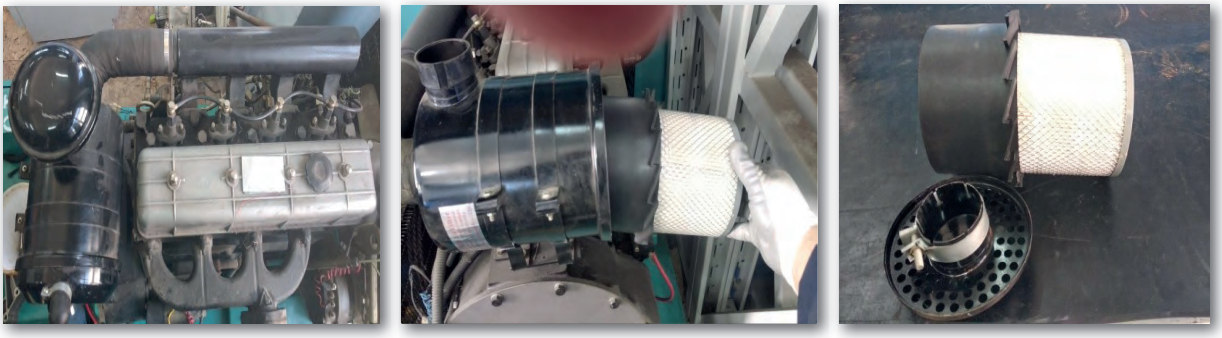
2.1. HAVA FİLTRESİNİN BAKIMINI YAPMA

Amaç: Hava filtresinin bakımını yapmak.

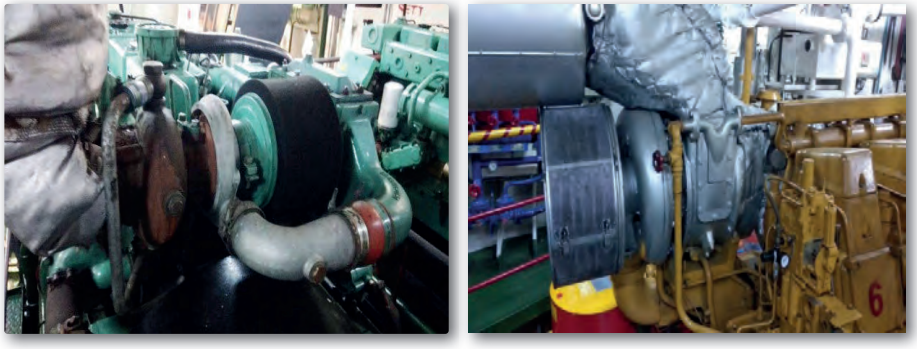
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Pense		1 adet
Tornavida		1 adet
Hava kompresörü		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 2.11: Kağıt elemanlı hava filtresinin bakımının yapılması



Görsel 2.12: Metal elemanlı hava filtresinin bakımının yapılması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Kâğıt Elemanlı Hava Filtresinin Bakımının Yapılması

1. Motor üzerinde filtreyi koruyan kapağın klipsleri açılır. Bazı filtreler vida, cıvata veya somunla takılmış olabilir.
2. Filtre kapağı çıkarılır.

3. Filtre, tipine göre çekilerek veya döndürülerek çıkarılır.

4. Filtre muhafazası, basınçlı hava ile temizlenir.

5. Filtre elemanı yerine takılır.

6. Filtre kapağı takılarak klipsle ya da cıvatalarla sabitlenir.

b) Metal Elemanlı Hava Filtresinin Bakımının Yapılması

1. Metal elemanlı filtrenin üzerindeki sünger veya keçe eleman değiştirilir.

2. Metal elemanlı filtreyi sabitleyen klipsler sökülür.

3. İki parça halindeki metal elemanlı filtre dışarı alınır.

4. Filtre yıkanır. Basınçlı hava ile iyice kurutulur.

5. Tekrar yerine takılarak üzeri keçe ile kapatılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Filtreyi sökmek ve takmak için doğru anahtarların kullanılması	20	
4.	Kâğıt elemanlı filtrenin bakımının yapılması	20	
5.	Metal elemanlı filtrenin bakımının yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

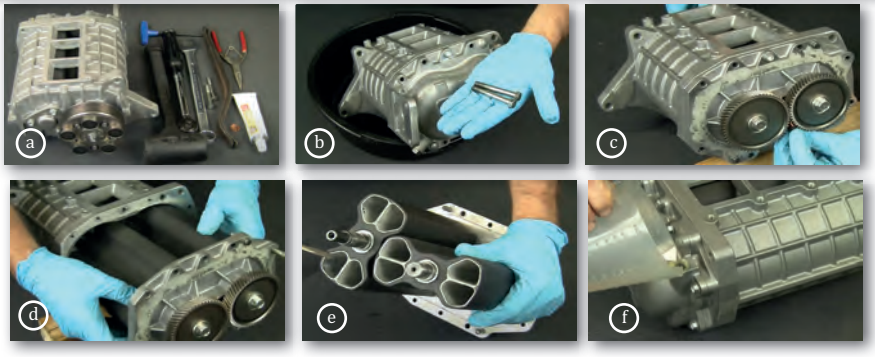
2.2. BLOVIRIN MOTORDAN SÖKÜLMESİ VE TEMİZLENMESİ

Amaç: Blovırı (süper şarj) motordan sökerek temizlemek ve kontrol etmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Blovır		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince
Bakım kitapçığı		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 2.13.: Blovırın (süper şarj) sökülmesi ve takılması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor sıcaksa soğuması beklenir. İş güvenliği kurallarına uyularak soğuyan motordan süper şarj boru bağlantıları dikkatlice sökülür.
4. Uygun anahtar takımları kullanılarak süper şarj motor üzerinden sökülür.
5. Motordan sökülen süper şarj tezgâha alınır ve flanş bağlantısı sökülerek bloktan ayırılır.
6. Süper şarj yan kapak ve kapak bağlantı cıvataları sökülür.
7. Süper şarj, içindeki hava kanatlarının zedelenmemesine dikkat edilerek çıkarılır.
8. Süper şarj parçaları temizleme tavasına alınarak söküm sırasına göre dizilir.
9. Gözle bakılarak gerekli fiziksel kontroller yapılır. Fiziksel kontrollerde süper şarj gövdesi, dişlilerin durumu, lob (kanatların) durumu kontrol edilir. Değişmesi gereken parçalar değiştirilir.
10. Sökme işleminin tersi işlem sırası uygulanarak süper şarj toplanır.
11. Süper şarj yağlama haznesine süper şarj için uygun yağlama yağı doldurulur.
12. Süper şarj motor üzerine takılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Süper şarj parçalarının gözle kontrollerinin yapılması	15	
4.	Süper şarjın toplanması	10	
5.	Yağın doldurularak motor üzerine takılması	20	
6.	Uygulama sonunda araç gereçlerin düzenli bir şekilde bırakılması	15	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

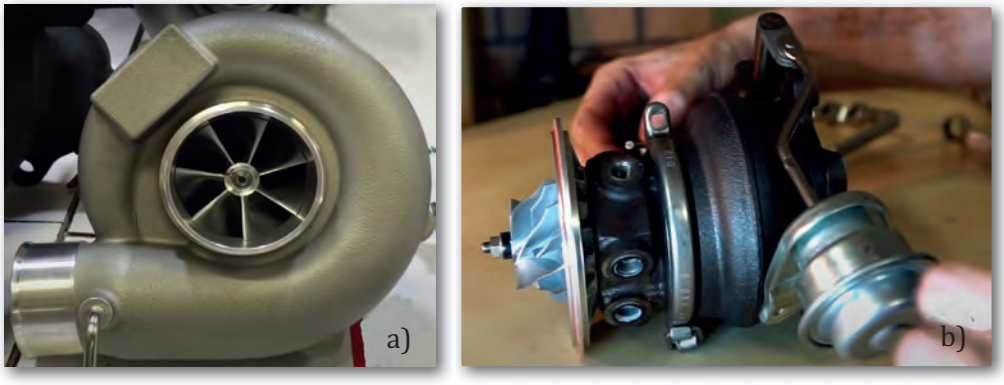
2.3. TURBO ŞARJIN BAKIMININ YAPILMASI

Amaç: Turbo şarjı motordan sökerek temizlemek ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Üzerinde turbo şarj bulunan motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince
Temizleme tavası		1 adet
Sert kıl fırça		1 adet

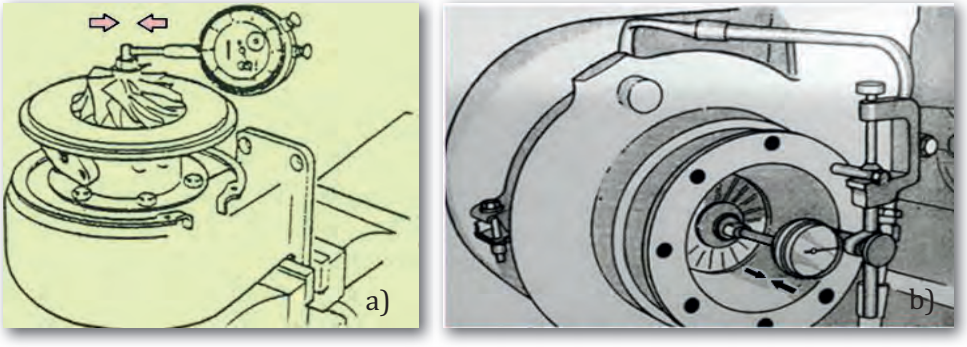
Uygulama Görselleri



Görsel 2.14: Emme salyangozu ve gövdenin sökülmesi



Görsel 2.15: Türbinin sökülmesi



Şekil 2.18: Mil eksenel gezinti ve mil yatak (yağ) boşluğunun ölçülmesi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motor sıcaksa soğuması beklenir. Soğuyan motordan turbo şarj sökülür.
4. Egzoz çıkış borusu turbo çıkış dirseğinden sökülür.
5. Turbo şarj hava giriş hortumu, motordan ayrılır.
6. Turbo şarj yağ geri dönüş borusu turbo ve karterden sökülür.
7. Turbo şarj ünitesini emme manifolduna bağlayan hortum sökülür.
8. Turbo şarj, egzoz manifoldundan ayrılır.
9. Sökülen turbo şarj mengeneye bağlanır.
10. Kompresör yatağının hareketini sınırlayan tespit segmanı sökülür.
11. Görsel 2.14.a'daki gibi kompresör tarafının emme salyangozu sökülür. Salyangoz hareket ettirilirken kompresör çarkının zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
12. Cıvatalar gevşetilerek sıkıştırma plakası çıkarılır.
13. Gövde sökülür (Görsel 2.14.b).
14. Rotor türbin kapağından çıkarılır. Türbin kapağı sökülürken türbin kanatlarının zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
15. Kompresör çarkı, emniyet somunu sol tarafa çevrilerek sökülür.
16. Görsel 2.15.a'daki gibi türbin mili ve kanadı sökülür. Cıvata emniyet segmanları açılır. Rotorun kalan parçaları yuvasından çıkarılarak türbin mili ve kanadı sökülür.
17. Türbin mil segmanı ve ısı düzenleyici sökülür. Türbin segmanı, türbin mili ve kanadına zarar vermeden sökülmelidir (Görsel 2.15.b).
18. Tespit segmanı ve yağ keçesi sökülür. Tespit segmanının yatak muhafazası, üzerindeki düz yüzeyden sökülmeli, iki tane kerpeten kullanılarak yağ keçesi yuvasından çıkarılmalıdır.
19. Baskı yatağı ve baskı bileziği sökülür.
20. Turbo şarj parçaları temizleme tavasına alınarak söküm sırasına göre dizilir.
21. Turbo şarj parçaları sert bir kıl fırça kullanılarak temizlenir.
22. Temizleme işlemi bittikten sonra turbo elemanlarının delik kısımlarına basınçlı hava verilerek bu kısımlar temizlenir.
23. Türbin ve kompresör kanatlarının bitişik olduğu yüzeyler ince zımpara ile temizlenerek pürüzsüz hâle getirilir.

Turbo Şarj Sisteminde Yapılan Kontroller

a) Sökme İşlemine Başlamadan Yapılması Gereken Kontroller

1. Yağ geri dönüş hattı kontrol edilmelidir.
2. Yağ dolaşımının düzgün olup olmadığı kontrol edilmelidir.
3. Motor karter havalandırmasının tıkalı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
4. Keçelerde ve bağlantılarda sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
5. Hava fitresinde ve borularda tıkanma olup olmadığı kontrol edilmelidir.

b) Sökme İşleminden Sonra Parçalarda Yapılan Kontroller

1. Türbin mil segmanının oturduğu kanalın aşınmaya uğrayıp uğramadığı kontrol edilmelidir.
2. Mil yatağının ne oranda aşındığı ve yüzeyinin ne oranda çizildiği kontrol edilmelidir.
3. Türbin ve kompresör kanatlarında hasar, eğilme ya da çatlama olup olmadığı incelenmelidir.
4. Tüm vida ve dişlilerin durumu kontrol edilmelidir.

5. Montaj flanşlarının bükülmesi ve aşırı ısınma sonucunda yatağın iç ve dış yüzeylerinde deformasyon oluşup oluşmadığı kontrol edilmelidir.
6. Yatak ve piston segmanı üzerinde oluşabilecek aşınma kontrol edilmelidir.
7. Sistemdeki bütün delik ve boşlukların temiz olup olmadığı kontrol edilmelidir.
8. Kanatlarda aşınma ve eğilme varsa yenisi ile değiştirilmelidir.

c) Montaj İşleminden Sonra Yapılan Kontroller

1. Turbo şarjın türbin milinin yatak boşluk kontrolü yapılır. Bunun için mıknatıslı bir komparatör (ölçü saati) turbo şarj gövdesine sabitlenir. Türbin (kompresör) mili eksene dik yönde hareket ettirilerek ölçü saatiyle ölçü ibresinin en fazla hareket alanı belirlenir. Daha sonra bu ölçü mikrometreye taşınarak boşluk miktarı bulunur. Katalog değeri ile bu değer karşılaştırılarak mil yatağının değiştirilip değiştirilmeyeceğine karar verilir (Şekil 2.18.b).
2. Türbin yataklama emniyeti gözden geçirilir. Milin eksenel gezintisini kontrol etmek için mıknatıslı komparatör turbo şarj gövdesine sabitlenir. Ölçü saati ölçü ayağı, türbin miline dik bir şekilde yerleştirilir. Mil eksenle aynı yönde ileri geri hareket ettirilerek ölçü saatiyle ölçü ibresinin en fazla hareket alanı belirlenir. Daha sonra bu ölçü mikrometreye taşınarak boşluk miktarı bulunur. Katalog değeri ile bu değer karşılaştırılarak mil yatağının değiştirilip değiştirilmeyeceğine karar verilir (Şekil 2.18.a).

d) Gemi Seyirdeyken Yapılacak Temizleme İşlemleri

1. Gemi seyirdeyken belirli aralıklarla turbo şarjın yıkanarak temizlenmesi gerekir.
2. Turbo şarja bağlı olan su devresinden turbo şarjın içine katalogda belirtilen devirde su verilir. Kompresör ve türbin tarafları ayrı ayrı yıkanır.
3. Egzoz borusunun türbin ile baca arasındaki bölümünde biriken kurum yangına sebep olmaması için temizlenmelidir. Türbinden sonraki bir bölüme koyulan kabuk parçacıkları egzoz borusu içerisine emdirilir. Kabuklar egzoz gazlarının hızı ile boru iç yüzeylerine çarpar ve kurum birikintisini kazır. Bu işlem bacadan temiz egzoz çıkışı oluncaya kadar devam eder.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Turbo şarjın parçalarının gözle kontrollerinin yapılması	10	
4.	Turbo şarjın türbin (kompresör) milinin yatak boşluk kontrolünün yapılması	20	
5.	Turbo şarjın türbin (kompresör) milinin eksenel gezinti kontrolünün yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

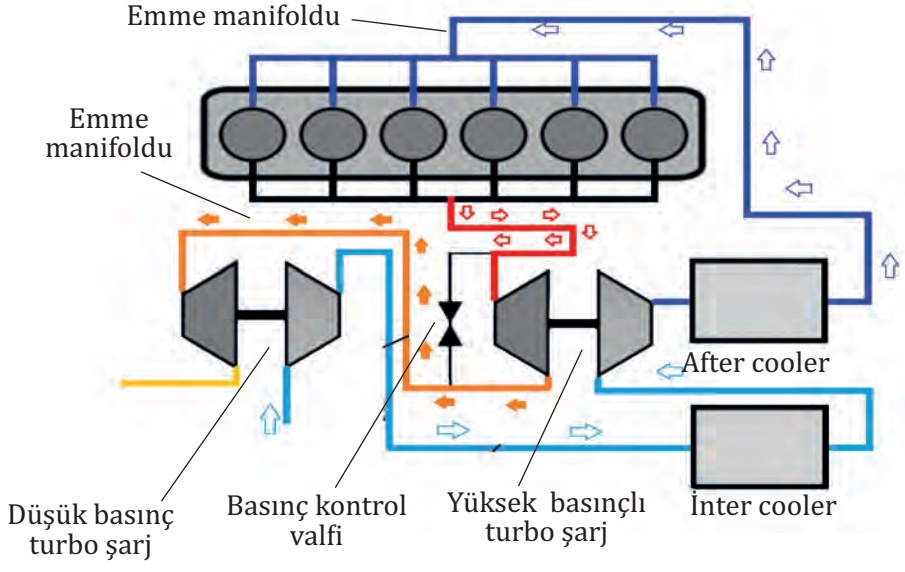
.....

.....

2. AİR COOLER (HAVA SOĞUTUCUSU)

Aşırı doldurma sisteminde basıncı artırılan havanın sıcaklığının da yükselmesiyle yoğunluğu azalır. Yoğunluğun azalmasıyla hava içerisindeki oksijen de azalır, dolayısıyla motor gücü de azalır. Bu güç kaybının önlenmesi için doldurma havasının yoğunluğunun artırılması gerekir. Bunun için hava motora gönderilmeden önce soğutulur. Bu soğutma, sıkıştırma zamanı başlangıcı silindir sıcaklıklarının ve motorun genel sıcaklık seviyesinin yükselmemesi için de gereklidir. Motor giriş havasının soğutulması, motora emilen hava miktarını arttırır böylece motor verimi de artar. Doldurma havası soğutulurken ısı atıldığı için daha sonra egzozdan ısı atılmasına da gerek kalmaz. Motorun genel sıcaklık seviyesi düştüğü için soğutma suyu ile atılan ısı da azalır. Böylece motorun soğutma sisteminin çalışma yükü hafifler.

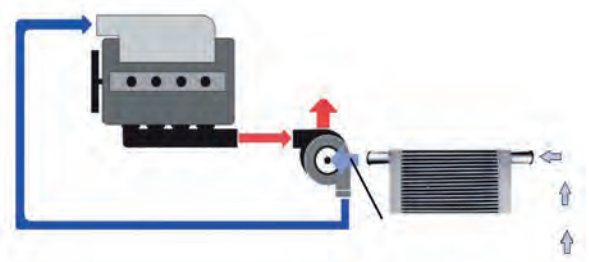
Yaygın olmasa da bazı içten yanmalı motorlarda birden fazla aşırı doldurma sistemi veya çok kademeli turbo şarj sistemi kullanılır. Motora her aşırı doldurma sisteminden veya turbo şarj kademesinden sonra bir ara soğutucu konulabilir. Bu soğutucular da inter cooler (ara soğutucu), air cooler (emme havası soğutucusu) ve after cooler (son ya da final) soğutucu olarak adlandırılır. Bu adlar genellikle birbirinin yerine kullanılır. Aralarında ufak farklılıklar olsa da bu soğutma sistemleri aynı amaca hizmet eder. Gemilerde üç farklı hava soğutucusu da ve hepsi de air cooler olarak adlandırılır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Hava soğutucusu (intercooler/aircooler) ve son soğutucu (after cooler)

İçten yanmalı motorlarda içeriye alınan havanın soğutulması için kullanılan bir yöntem de su ile emme havasının soğutulmasıdır. Emme manifoldu üzerinde, içinde soğutma suyunun bulunduğu ve motor giriş havasının soğutulduğu bir soğutucu bulunur. Bu sistemde soğutucunun ısısının dışarıya verildiği bir radyatör yer alır.

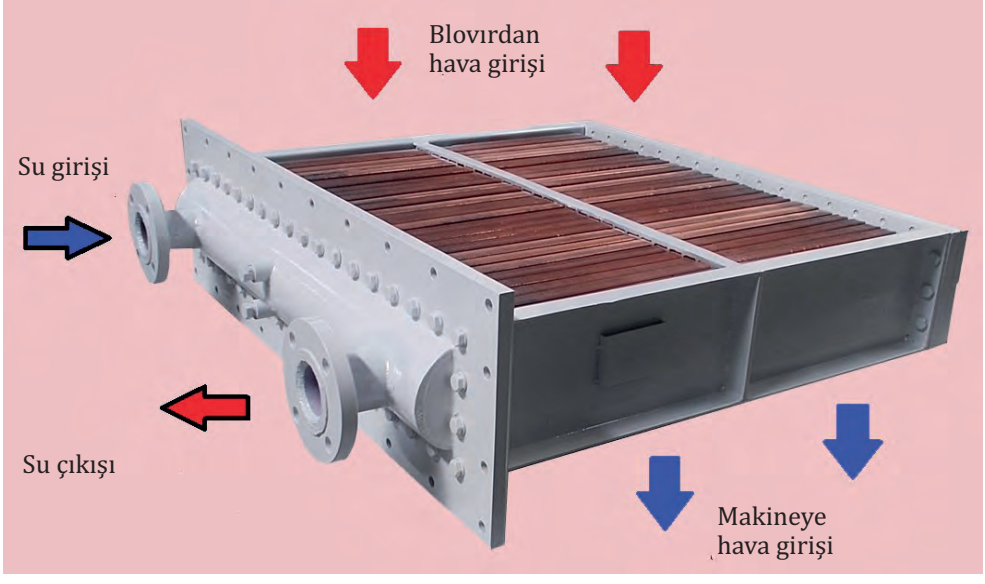
Kompresör çıkışında basıncı ve sıcaklığı artan hava, radyatör peteklerinin soğuk kısmından alınan su yardımıyla soğutulur. Böylece emme havasının sıcaklığı motor soğutma suyu sıcaklığına gelir ve emme manifolduna dolar. Manifolddan geçen hava bu şekilde soğutulmuş olur (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Hava soğutucusu (aircooler)

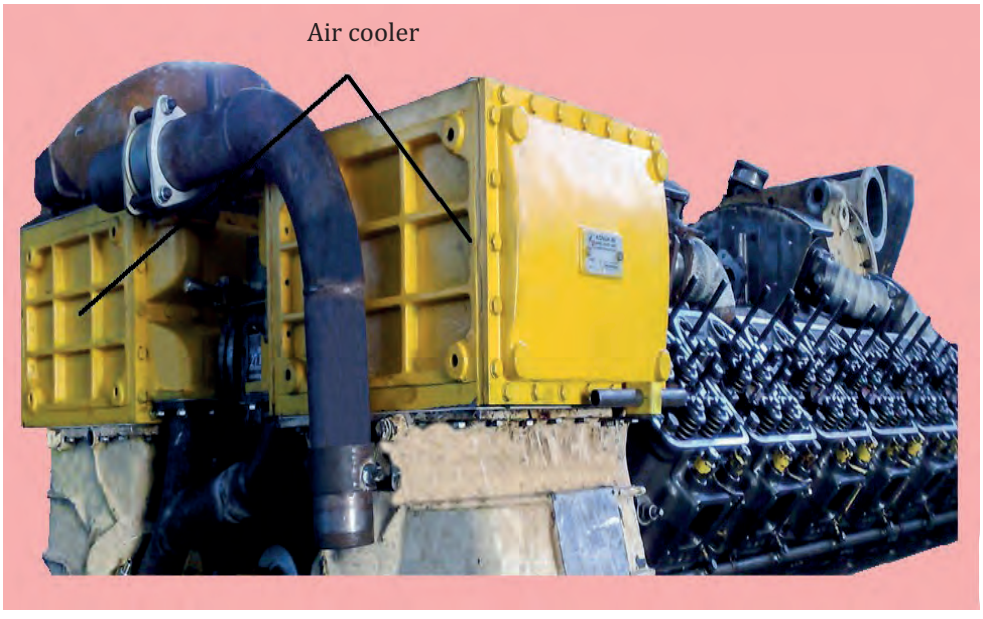
Motor soğutma suyu ile doldurma havasının soğutulması, ara soğutucunun ağırlığını, bakımını ve maliyetini artırır. Ancak doldurma havasının sıcaklığının motor soğutma suyu sıcaklığı altına düşmemesi motor performansını ve egzoz emisyonlarını olumsuz yönde etkileyeceği için bu soğutmanın yapılması gerekir.

Su soğutmalı ara soğutucu, soğutma devrelerinde kullanılan borulu soğutuculara benzer. Ara soğutucu üzerinde hava akımına dik yerleştirilmiş su boruları bulunur. Deniz suyu pompasından gelen soğuk deniz suyu, ara soğutucu su girişinden girer ve su çıkışından ara soğutucuyu terk eder. Böylece sıcak hava, soğuk su borularının çevresinden geçerken soğutulur. Deniz suyunun aşındırma etkisi nedeniyle günümüz sistemlerinde ana makine soğutmasında olduğu gibi ara soğutucuda da tatlı su kullanılmaktadır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Aşırı doldurma havası soğutucusu (su soğutmalı)

Soğutucular mümkün olduğu kadar kompresörün yakınına yerleştirilir (Görsel 2.17). Bu tasarım şekli, soğutucunun borularından geçen havanın hızını azaltır, hava basınç kaybını en aza indirir ve ara soğutucu verimini artırır. Ara soğutucu boruları iyi ısı transferi sağlamak amacıyla alüminyum alaşımdan yapılır. Bu tür soğutucularda hava hızı 14 m/sn, su hızı ise yaklaşık 0,75 m/sn civarındadır. Ara soğutucunun ana kısmını oluşturan radyatör ise genellikle alüminyum alaşımlarından veya bakırdan imal edilir. Hava soğutucuda kullanılan bazı aşırı doldurmalı sistemlerde, kompresörden çıkan emme havasının sıcaklığını ayarlayabilen termostatlı kısa devre klapesi kullanılır.



Görsel 2.17: Hava soğutucusunun motor üzerindeki yeri

Turbo şarj kompresöründen gelen havanın sıcaklığına bağlı olarak çalışan termostat yardımıyla kısa devre yapılır. Hava doğrudan silindir içerisine gönderilir. Böylece hava ara soğutucu radyatörüne girip soğumadan kısa devre ile silindir içerisine gönderilmiş olur. Hava ile soğutmalı hava soğutma sisteminde türbinin basınçlı olarak gönderdiği havanın basıncıyla sıcaklığı da yükselir.

Silindir içerisine daha fazla hava alınabilmesi için sıcaklığın azaltılması gerekir. Emiş havasının sıcaklığını düşürebilmek için kompresörden çıkan hava, motor soğutma suyu radyatöründen geçirilerek ön tarafta bulunan hava soğutma radyatörüne gönderilir. Burada hava soğutulduktan sonra motora gönderilir. Emme havası, soğutma suyu radyatörünün önünde bulunan hava soğutma radyatörünün ön tarafından esen soğuk dış ortam havası yardımıyla soğutulmuş olur.

- **Hava Soğutucusunun Kirlenmesi**

  Hava soğutucusunun iki türlü kirlenme oluşur: Birincisi motorun hava girişindeki kirlenme, ikincisi ise hava soğutucusunun su girişi tarafındaki kirlenme. Hava soğutucusunun hava girişi tarafında oluşan kirlenmenin nedeni, atmosferik parçacıkların turbo şarj tarafından çekilerek hava soğutucusuna gönderilmesidir. Yüzgeç şeklindeki soğutucu yüzeyler filtre görevi görerek parçacıkların birikimine neden olur. Su tarafında oluşan kirlenme ise tortu ve kışırlardır.

  Bu iki kirlenme türü de giriş havasının yetersiz soğutulmasına, dolayısıyla motor içerisine alınacak hava miktarının düşmesine ve oksijen miktarının azalmasına neden olur. Bunun sonucu motor performansı düşer ve yakıt sarfiyatı artar. Ayrıca motorda egzoz sıcaklıkları da artar.

2.4. AİR COOLERİN KONTROL EDİLMESİ

Amaç: Air cooleri kontrol etmek.

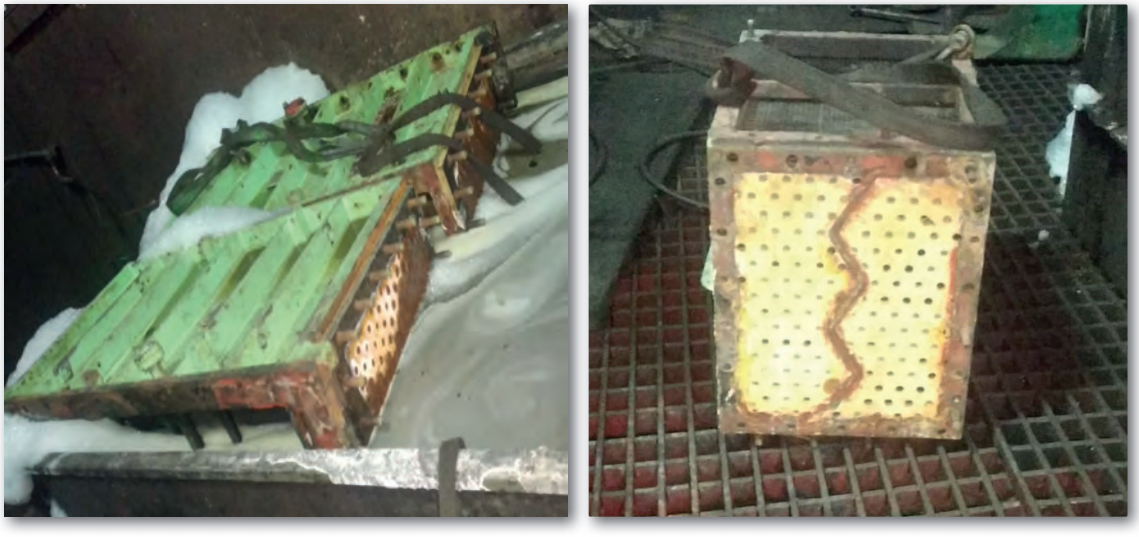
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Hava soğutucusu		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Açıkağız anahtar takımı		1 adet
Temizlik için bez		Yeterince
Bakım kitapçığı		1 adet
Temizleme tavası		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 2.18: Hava soğutucusunun basınçlı su ile test edilmesi



Görsel 2.19: Hava soğutucusunun su girişinin temizlenmesi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Soğutma suyu besleme vanaları ve boşaltma borusu vanaları kapatılır.
4. Bakır boru demetinin boşalması için tahliye vanası açılır.
5. Boru hatları ayrıldıktan sonra hava soğutucusunun su ile soğutma kısmının test ve kontrolleri yapılır.
6. Hava soğutucusunun su ile soğutma kısmı üzerindeki çinko tutya plakaların aşınma durumları incelenir.
7. Hasar görmüş veya aşınmış çinko tutya plakalar yenileri ile değiştirilir.

a) Hava Soğutucusunun Basınçlı Su İle Test Edilmesi

1. Hava soğutucusunun çıkış deliği kapatılır.
2. Giriş deliğinden içine su doldurulur. Örneğin Görsel 2.18 'de sancak tarafındaki ana makinenin 2. silindir kaverinin 9 bar ile test edildiği gösterilmiştir.
3. Test cihazı ile basınç uygulanarak sızan yerler tespit edilir.
4. Borularda sızıntı tespit edilirse tamiri mümkün olmadığından o delikler körlenir.

b) Hava Soğutucusunun Temizlenmesi

1. Eğer imkân varsa soğutucu daldırma usulü ile solvent ve alkali formülasyonlu ürünlerle yıkanarak temizleme yapılır. Daha sonra fazlaca su kullanılarak kirlilik tamamen ortamdan uzaklaştırılır (Görsel 2.19).
2. Genellikle ara soğutucunun köşe noktalarından sızıntı olur. Özellikle köşe noktalarına bakılır. Ara soğutucunun performans testleri ise turbo şarjdan veya süper şarjdan soğutucuya hava giriş ve soğutucudan hava çıkış sıcaklıkları ölçülerek yapılır. Eğer değerler katalog değerine uymuyorsa hava soğutucusunun kanatlarının içinde çeşitli kirler birikmiştir. Bu kirlenme soğutucusunun soğutma kapasitesinin düşmesine neden olur. Soğutma kapasitesi düşmüşse soğutucu temizliği yapılmalıdır.
3. Hava soğutucusunun, havanın motora girdiği tarafının temizliği için buraya solvent ve su karışımı basınçlı olarak püskürtülür. Solvent ve su karışımı, burada biriken yağ ve karbon birikiminin çözülmesini ve temizlenmesini sağlar.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Hava soğutucusunun sızdırma ve kaçak kontrolünün doğru yapılması	30	
4.	Hava giriş ve çıkışının temizlenmesi	10	
5.	Su giriş ve çıkışının temizlenmesi	10	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3.
ÖĞRENME
BİRİMİ

SABİT PARÇALAR



1. MANİFOLD
2. ROKER-ARM (KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI)
3. KAVER
4. MOTOR BLOKU



1. MANİFOLD

Dört zamanlı ve iki zamanlı motorlarda, valflerin veya portların yerine göre, silindir blokunun ve silindir kapağının yan tarafına bağlanan bir hava dağıtım sistemidir. **Emme** ve **egzoz manifoldu** olmak üzere iki çeşittir. Emme ve egzoz manifoldları hava akışına zorluk göstermeyecek yapıda tasarlanır.

1.1. Emme Devresi Elemanları

Emme sistemi; temiz havayı silindirlere ulaştıran ve havanın akışına engel teşkil etmeyen bir düzenektir. Emme devresi; hava susturucusu (silencer), hava filtresi (air filter), emme manifoldu (hava resiveri), hava soğutucusu (air cooler) ve turbo şarjdan oluşur. Aşırı doldurma sistemleri ünitesinde bu elemanlar açıklanmıştır (bk. 2.Ünite 1.1).

- **Emme Manifoldu**

  Manifoldların yapım şekli, motor tipine göre değişir. Sıra tipi motorlarda, emme manifoldu tek parça hâlinde birleştirilir. L tipi motorlarda, silindir blokuna; I tipi motorlarda silindir kapağına saplama veya cıvatalarla bağlanır. V tipi motorlarda ise emme manifoldları kaverin iç kısmına bağlanır. Kaver veya motor bloku ile manifold arasında sızdırmazlığı sağlamak amacıyla conta kullanılır. Emme manifoldlarının her silindire eşit miktar ve sıcaklıkta hava göndermesi gerekir. Aksi hâlde aynı boyutlara sahip silindirlerden alınan güç, birbirine eşit olmaz. Manifoldların iç yüzeyleri hava akışını engellemeyecek şekilde düzgün ve geniş kavisli yapılmalıdır. Görsel 3.1'de görüldüğü gibi emme manifoldları alüminyum alaşımlarından veya dökme demirden yapılır. Emme manifoldlarının civata veya somunları, tamir bakım kataloglarında belirtildiği şekilde sökülür ve takılır.



Görsel 3.1: Emme manifoldu

1.2. Egzoz Devresi Elemanları

İçten yanmalı motorlarda yakıtın yanması sonucu silindir içinde oluşan gazlar dışarı atılır. Çünkü motorun çalışmasını sürdürebilmesi için silindir içine yeniden temiz hava girmesi gerekir. Yanma sonucunda oluşan bu gazlara **egzoz gazları**, bu gazları atmosfere atmaya yarayan boru sistemine de **egzoz devresi** denir.

Gemi dizel motorları için tasarlanan egzoz devresinin aşağıdaki görevleri yerine getirmesi gerekir.

- Egzoz gazlarını makine dairesine sızdırmadan atmosfere atmak
- Turbo şarjlı motorlarda turbo şarj için egzoz gazı sağlamak
- Egzoz gazlarının gürültüsünü azaltmak
- Egzoz gazları içinde bulunan kıvılcımları tutmak
- Isınma, buhar üretme ve su damıtma sistemlerine ısı enerjisi sağlamak

Egzoz devresini oluşturan parçalar şunlardır:

- **Egzoz Manifoldu**
  Egzoz zamanında egzoz valfi üzerinden geçen egzoz gazları, silindir kaveri üzerinde bulunan alıcıya dolar. Egzoz manifoldları, egzoz gazlarının çıkışına direnç göstermemesi için büyük çaplı yapılır. Egzoz manifoldları, yumuşak çelikten üretilenleri olsa da, yüksek ısıya daha dayanıklı olduğu için genellikle dökme demir malzemeden üretilir. Gemi makinelerinde egzoz manifoldu soğutulmak yerine yalıtılır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Egzoz manifoldu ve ısı yalıtımı

- **Kompansatör**
  Isıl nedenlerle uzayan egzoz borularının serbest şekilde hareket etmesini sağlayan, esnek, metal hortumlardır. Bu hortumlar, makinenin ürettiği titreşimin gemi yapısına aktarılmasını da önler (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Kompansatör

- **Susturucular**
  Yanmış gazların makineyi terk ederken çıkardıkları gürültüyü azaltmaya yarayan cihazlara **susturucu** denir. Dizel motorlarda çeşitli yapı ve özelliklerde susturucular kullanılır.

  Susturucular, özellikleri bakımından kuru susturucular ve soğutmalı susturucular olmak üzere ikiye ayrılır.

- **Kıvılcım Tutucular**
  Soğutulmayan egzoz sistemlerinde bulunur. Egzoz gazı içerisinde kalmış, dışarı atılması hâlinde yangına neden olabilecek akkor durumundaki karbon parçacıklarını tutmaya, hapsetmeye yarayan cihazlara **kıvılcım tutucu** denir. Egzoz gazları içinde bulunan bu parçacıklar, keskin dönüşten sonra ataletleri nedeniyle kurum tutucuda kalır. Egzoz gazları ise çıkışa yönelerek kıvılcım tutucuyu terk eder.

- **Pirometreler**

  Dizel motorunun silindirlerinde üretilen gücün nasıl dağıldığını anlayabilmek için her silindirin egzoz gazı sıcaklığının bilinmesine ihtiyaç duyulur. Ölçülen egzoz gazı sıcaklığının yüksek olması, genellikle silindirde üretilen gücün de yüksek olduğu anlamına gelir. Ancak bazı durumlarda ölçülen yüksek egzoz gazı sıcaklığına rağmen silindirde üretilen güç, yüksek olmayabilir. Gemi dizel motorlarının egzoz gazı sıcaklıklarının ölçülmesinde **pirometre** denilen termoelektrik sıcaklık ölçerlerden yararlanılır (Görsel 3.4). Pirometreler, iki farklı metalin (bimetal) birleşiminden oluşan parçanın ısıtılmasıyla metal üzerinde küçük gerilimli bir elektrik akımının açığa çıkarılması prensibine göre çalışır. Metal çubuklardan her birinin ucu bir kablo ile elektrikli göstergeye bağlanır. Sıcaklık arttığı zaman açığa çıkan gerilim de artar ve gösterge ibresini hareket ettirir. Gösterge Celsius (selsius) sıcaklık ölçeği (°C) veya Fahrenheit (fahrenayt) (°F) sıcaklık ölçeğine göre bölüntülüdür.



Görsel 3.4: Pirometre

1.3. Egzoz ve Emme Manifoldlarının Kontrolünün Önemi

Egzoz manifoldu ve borularının sızdırmazlığı çok önemlidir. Egzoz manifoldu ve boruları, egzoz gazlarını sızdıracak olursa makine dairesinin havası kirlenir. Bu durum, makine dairesinde çalışan gemi adamlarının sağlıklı nefes almasını engelleyeceği için egzoz gazı kaçaklarının mutlaka önlenmesi gerekir.

Emme manifoldu ile hava filtresi arasında ve emme manifoldu ile kaver arasında sızdırmazlık sağlanamıyorsa silindire alınan havanın bir kısmı, filtreden geçmeden sızıntı olan yerlerden motora girer. Filtre edilmemiş havanın silindirlere girmesi, silindirlerde erken aşınmalara neden olur; motor performansı düşer. Motorun bakım ve onarım masrafları artar.

3.1. EMME VE EGZOZ MANİFOLDUNU SÖKME-TAKMA

Amaç: Emme ve egzoz manifoldlarını sökmek ve takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 adet
Pense		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 3.5: Emme ve egzoz manifoldunu sökme ve takma

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24398

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Emme manifoldu veya hava resiverine bağlı elamanlar üzerinden ayırılır. Gemi makinelerinde egzoz manifoldunun yalıtımı (izolasyonu) sökülür.
4. Emme ve egzoz manifoldlarını turbo şarja bağlayan bağlantı elemanları sökülür.
5. Görsel 3.5'teki gibi emme ve egzoz manifoldunun bloka monte edilmesini sağlayan cıvata veya somunlar anahtar yardımıyla dıştan içe doğru sökülür.
6. Manifold contası dışarı alınır.
7. Manifoldun bakım ve onarımları yapıldıktan sonra conta yerine düzgünce yerleştirilir.
8. Manifold yerine takılır, ardından cıvata veya somunları içten dışa doğru yerine takılarak boşlukları alınır.
9. Tork anahtarı ile içten dışa doğru sıkma değerinde sıkılır.
10. Turbo şarj bağlantıları yapılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Manifoldun güvenli sökülmesi	10	
4.	Manifoldun güvenli takılması	20	
5.	Tork anahtarının doğru kullanılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

2. ROKER-ARM (KÜLBÜTÖR MEKANİZMASI)

Silindirlerde emme ve egzoz zamanlarının oluşması için kam şafttan aldığı hareketle valflerin açılmasını, sıkıştırma ve iş zamanlarında ise valflerin kapalı kalmasını sağlayan mekanizmadır.

2.1. Roker-armın ve İticilerin Yapısal Özellikleri

Roker-arm mekanizması; roker-şaft, valf sayısı kadar roker-arm manivelası (piyano) ve manivelaların valflerle karşılaşmasını sağlayan yay ile yataklardan oluşur. Roker-arm mekanizması, Görsel 3.6'da görüldüğü gibi kaver üzerinde bulunur.



Görsel 3.6: Roker-arm mekanizması ve parçaları

Roker-arm mekanizmasının üzerinde valf muhafaza kapağı bulunur. Bu kapak genellikle sac ya da alüminyum alaşımlarından yapılır (Görsel 3.7). Motor yağı da valf muhafaza kapağı üzerindeki yağ dolum kapağından doldurulur.



Görsel 3.7: Külbütör muhafaza kapağı

Roker-şaft; iki başına tapalar takılmış, içi boş, düz bir mildir (Görsel 3.6). Çelik alaşımlarından yapılan milin yüzeyinin merkeze doğru bir kısmı özel ısıl işlemlerle sertleştirilmiştir. Mil ile yatak ve piyano arasının yağlanması gerekir. Bunun için gereken motor yağı, milin iç kısmına mili silindir kapağına bağlayan yataklardan gönderilir.

- **İticiler**
  Kam milindeki hareketi roker-arm manivelasına veya valf başına ileten parçalardır. Mekanik ve hidrolik olarak iki çeşidi bulunur.

  Mekanik İticiler: Krom ve nikel alaşımlı çelikten üretilen mekanik iticilerin yüzeyleri dayanıklı olmaları için sertleştirilmiştir. Yüzeyleri roker-arm mekanizmasının çalışabilmesi yarı küreseldir. Roker-armla temas hâlindeki yüzeyler çalışma sırasında aşınmamaları için motor yağlama yağı ile sürekli olarak yağlanır (Görsel 3.8).



Görsel: 3.8. Mekanik itici

  Hidrolik İticiler: Yağ pompası tarafından gönderilen motor yağlama yağı, bloktan itici piston yağ haznesine gelir. Yağ basınç odasının girişindeki bilyeli supabın yay kuvvetini yenen yağ, basınç odasını doldurur İtici, yukarı doğru hareket ederek valf boşluğunu kapatır. Yağ basınç odası, yağ ile dolduğunda bilyeli valf kapanır, böylece yağın geri dönüşü engellenir. Yağ basınç odasındaki yağın bir kısmı, sistemi yağlamak için iticiyi terk eder. İticideki yağ, sistemi yağlamak için geri döndüğünde bilyeli valf açılır ve yağ basınç odasında tekrar yağın basıncı yükselir. Dolayısıyla valf boşluğu her zaman kapalı kalır.

2.2. Roker-arm Mekanizmasının Kontrolleri

Roker-arm mekanizması sökülürken ve takılırken manivela sıralarının karıştırılmaması gerekir. Sökme işleminin ardından yağ temizliği yapılır, yağ dolaşım kanalları basınçlı hava ile temizlenir. Roker-şaft ve manivela yatak iç çapları ölçülerek standart çaplar ile karşılaştırılır. Böylece milin ve yatağın aşıntısı bulunur. Standart çaplar makine kataloğunda yer alır, buradan çap ölçüsüne bakılabilir. Standart çap, bu yöntemle bulunamazsa milin aşınmayan bir bölgesi ölçülür. Bu ölçüm, milin standart çapı kabul edilir. Bulunan çap ölçüsüne yağ boşluğu da ilave edilerek manivela iç çapı bulunur. Roker-şaftta ve manivela yataklandırmasındaki burçlarda standart değerin üzerinde bir aşınma tespit edilirse mil ve burçlar yenisi ile değiştirilir. Roker-arm manivelasının yatak çapları ölçülerek, yağ boşluğu da hesaplanmalıdır.

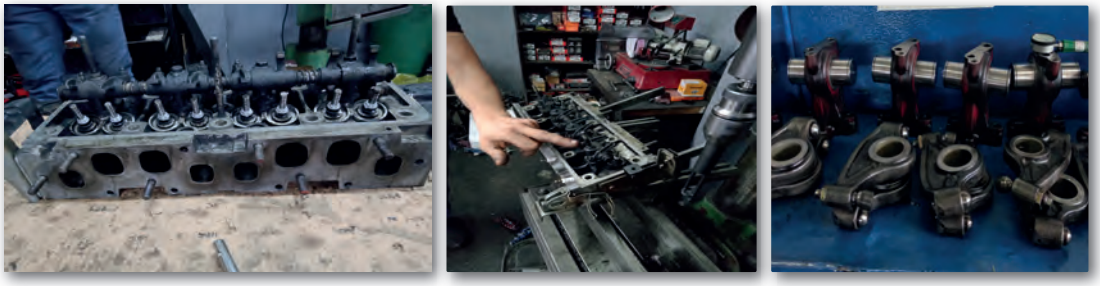
3.2. ROKER-ARMIN BAKIMINI YAPMA

Amaç: Roker-armın bakımını yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet
Tornavida		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Komparatör takımı		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 3.9: Roker-armın motordan sökülmesi, takılması ve bakımının yapılması

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24399

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Makinenin soğuması beklenir. Kapağın sökülmesini engelleyecek makine parçaları sökülür.
4. Roker-arm kapağının cıvata veya somunları sökülerek roker-arm kapağı dışarı alınır.
5. Roker-armı kavere sabitleyen cıvatalar sökülerek roker-arm mekanizması ve puşrodlar dışarı alınır.
6. Külbütör millerinin çapları mikrometre ile ölçülerek tablodaki yerlerine yazılır.
7. Roker-arm yatak ve manivelalarının iç çapları komparatör ile ölçülerek tablodaki yerlerine yazılır.
8. Mil ve yatak arasındaki ölçü bulunarak boşluk tespit edilir. Bakım ve onarım kataloğu değerleri ile karşılaştırılarak değişip değişmeyeceği kararı verilir ve gerekli bakım ve onarımlar yapılır.
9. Puşrodlar yerlerine yerleştirilir. Ayar vidaları gevşetilir. Roker-arm yerine yerleştirilir. Manivelaların puşrodların üzerine bastığı görülmelidir. Ayar vidaları puşrodları tutacak kadar sıkılır.
10. Roker-arm cıvataları tork anahtarı ile değerinde sıkılır.
11. Roker-arm kapağı yerine yerleştirilerek cıvata veya somunları sıkılır (Görsel 3.9).

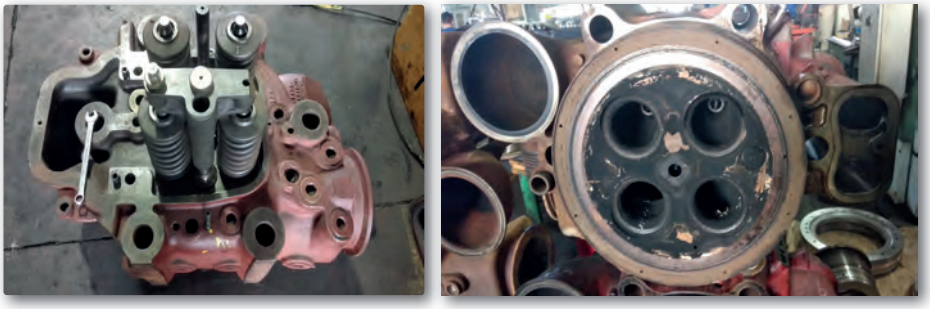
Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Roker-arm kapağının sökülmesi ve takılması	10	
4.	Roker-armın kaver üzerinden sökülmesi	10	
5.	Yatak ve mil boşluklarının tespit edilmesi	20	
6.	Roker-arm manivelalarını takarken puşroda düzgün basması	20	
7.	Roker-arm cıvatalarının takılarak tork anahtarı ile değerinde sıkılması	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3. KAVER

Kaver (silindir kapağı), silindirlerin üst kısmını kapatır ve böylece yanma odalarını oluşturur. Kaver, hem yanma odasında sıkıştırma zamanında oluşan basıncın en üst seviyede kalmasını hem de yanma ile oluşan basınç ve sıcaklık artışının silindir içinde tutulmasını ve tüm gücün piston tepesine iletilmesini sağlar. Görsel 3.10'da görülen kaverin motorun çalışmasındaki işlevi çok önemlidir.

Kaver üzerinde rilif valf, starting valf, rokerarm mekanizması, valfler, enjektör ve termometre bulunur. Kavere takılan gayıt ve sitler de valflere yataklık eder, kaverin uzun ömürlü olmasını sağlar.



Görsel 3.10: Kaverin üstten ve yanma odası tarafından görünüşü

- **Rilif Valf (Basınç Giderme Valfi)**
  Motor çalışırken silindir içerisinde normalden fazla basınç oluşabilir. Bu durumda yüksek basınçlı bir yay ile çalışan rilif valf (basınç giderme valfi) devreye girerek basıncı belli bir oranda azaltır. Bu valf motor güvenliği sağladığı için safety valf olarak da adlandırılır (Görsel 3.11).
- **Starting Valf**
  Kaver üzerine monte edilir. Makinenin harekete geçmesini sağlayan basınçlı havayı silindir içerisine gönderen ilk hareket devresi elemanıdır (Görsel 3.11).
- **Termometre**
  Kavere giren ve çıkan soğutma suyu sıcaklıklarının ölçülmesini sağlar (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Starting valf, rilif (safety) valf ve termometre

3.1. Kaver Sökülüp Takılırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Silindir kaverinin sökülmesi motor sıcakken yapılamayacağı için işleme başlamadan önce motorun soğuması beklenir. Motor soğuduktan sonra soğutma devresindeki soğutma suyu boşaltılır. Motorlar genellikle benzer işlem basamakları ile sökülüp takılsa da bazen ufak farklılıklar olabilir. Bu yüzden sökme-takma işlem sırasını belirlemek için ilgili motorun kataloğuna bakılmalıdır.

Silindir kaverini sökebilmek için önce üzerinde bulunan roker-arm kapağı, roker-arm manivelası (roker-şaft ve yatakları ile birlikte), manifoldlar ve boruların sökülmesi gerekir. Silindir kaveri, iki veya daha fazla silindire ait olabilir veya tek parça hâlindedir.

Her iki durumda da saplamaların belli bir sırayla sökülmesi gerekir. Bunun için motorun tamir bakım kataloğuna bakılarak sökme sıralaması belirlenmeli ve bu sıraya uyulmalıdır. Bu sıralama genellikle dıştan içe doğru ilerleyen dairesel bir yol izler.

Motorun kaver somun veya cıvataları gevşetilirken lokma anahtar ve T kol kullanılır, kesinlikle açık ağızlı anahtar kullanılmaz. Açık ağızlı anahtar somunların yalama olmasına ve dolayısıyla işlem sırasında zorluklar yaşanmasına neden olabilir.

Yüksek güçlü ana ve yardımcı motorlarda her silindirin ayrı kaveri bulunur. Bu kaverler sökülürken hidrolik başlıklardan yararlanılır. Bu motorların kaver saplamaları, çok yüksek sıkma kuvveti ile sıkıldıkları için el anahtarları kullanılarak sökülemez.



Görsel 3.12: Gemi ana makinesi kaveri ve kaverin kaldırılışı

Hidrolik başlık, sökülecek kaverin saplamalarına bağlanır. Hidrolik başlık çalıştırılır. Saplamaya, somunların uyguladığı sıkma kuvvetinden daha büyük bir kuvvetle baskı uygulanarak somunlar üzerindeki yük ortadan kaldırılır. Bu sayede somunlar el ile rahatlıkla sökülebilir. Silindir kaverinin hasar verilmeden kaldırılabilmesi için aybolt denilen ve kaver üzerine vira edilen aparatlardan yararlanılır. Aybolt cıvatalarının eğilmesini önlemek amacıyla aralarına dayanaklar konulmalıdır. Aybolt halkalarından zincir veya halat geçirilerek birleştirilir. Kanca, halat ya da zincirin tam ortasına takılarak caraskal veya vinç yardımıyla kaver kaldırılır (Görsel 3.12).

Silindir kaveri takılırken de işlem sırasına ve belirli kurallara uyulması gerekir. Silindir kaveri takılmadan önce kaver contası yenilenmelidir. Contanın silindir bloku üzerine doğru konumda takıldığından emin olunmalıdır. Silindir kaveri dikkatli bir şekilde silindir bloku üzerine yerleştirilir. Bu sırada contanın zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Ardından saplama somunları takılarak el ile boşluğu alınır. Tek parça silindir kaverlerinin saplamaları da katalogda belirtilen sıra ile sıkılır. Saplama somunlarının sıkma torku değeri motor kataloğuna bakılarak belirlenmeli ve hepsi eşit kuvvetle sıkılmalıdır. Kaverlerin saplama somunları sıkılırken torkmetre kullanılır.

3.2. Kaver Contası

Kaver ile silindir bloku arasına konan contaya kaver contası veya gasket denir (Görsel 3.13). Silindir kapağı ile silindir bloku arasında sızdırmazlığı sağlayan kaver contası üzerinde yanma odaları, saplamalar, itici çubuklar (puşrod), soğutma suyu geçişleri, yağlama yağı geçişleri için delikler yer alır. Yanma odası deliğinin kenarları, yanma odasında oluşan alevden ve yüksek sıcaklıktan etkilenmemesi için metal halkalarla kaplıdır. Kaver contaları tek bir konumda takılabildiği için üzerinde doğru takma konumunu gösteren yazı veya işaret yer alır. Conta silindir bloku ve silindir kapağı yüzeyine yapıştırıcı malzeme kullanılarak birleştirilmemelidir.



Görsel 3.13: Gasket

3.3. Kaver Arızaları ve Belirtileri

Motor performansında değişiklikler görüldüğünde motor üzerindeki bazı belirtilerin tespit edilmesi gerekir.

- **Yağlama Yağına Soğutma Suyu Karışması:** Silindir içine sızan soğutma suyu kartere inerek ve yağlama yağına karışır ve yağın bozulmasına neden olur. Böyle bir durumda yağın sabunlaşarak köpürdüğü, beyazlaştığı ve yağ seviyesinin yükseldiği gözlenir.
- **Soğutma Suyuna Yağlama Yağı Karışması:** Soğutma suyu içinde yağ gözlemlenmesi içerisine yağ karıştığı anlamına gelir.
- **Soğutma Suyunun Buharlaşarak Eksilmesi:** Soğutma devresinde su seviyesi azalıyor ancak dışarıda hiçbir sızıntı gözlenmiyor olabilir. Bu durumda su, contadan sızıp silindire gidiyor ve yanma sonunda buharlaşarak dışarı atılıyordur.
- **Makinenin Rölanti Devrinin Düzensizleşmesi:** Motor rölanti devrinde düzgün çalışmıyorsa soğutma devresinin su kapağı açılıp içerisine bakılır. Hava kabarcıkları çıktığı gözlemlenirse silindir kompresyonu soğutma suyuna karışıyordur. Silindirlerde meydana gelen kompresyon kaçağı sıkıştırma sonu basıncının düşük olmasına, bu da motor rölanti devrinin düzensizleşmesine neden olur.

  Silindirlerden alınan indikatör diyagramı da kompresyon kaçağını belirlemede kullanılır. Bunun için kaver üzerinde bulunan indikatör valfine bağlanan indikatör cihazı ile ölçüm yapılır (Görsel 3.14). PV diyagramı alınır ve alan hesabı yapılarak iş hesaplanır. Alınan diyagramda yer alan sıkıştırma sonu basıncı ile en yüksek basınç değerleri katalogda yer alan değer aralıklarından düşük çıkarsa silindirde kompresyon kaçağı vardır.



Görsel 3.14: İndikatör cihazı

3.4. Kaverde Yapılan Kontroller

Yanma sonucu biriken karbon temizlenmeden önce kaverde çatlaklık veya eğiklik olup olmadığı kontrol edilmelidir. İlk kontrollerde çatlaklık olup olmadığı gözlemlenmelidir. Kaver üzerindeki karbon birikintileri arasında gözlenen çizgiler çatlaklık olduğu anlamına gelir. Yine kompresyon kaçağı olan yerlerdeki ton farklılıkları kaverde eğiklik olduğunu gösterir. İlk kontrolden sonra kapak yüzeyi, tel fırça ve spatula ile iyice temizlenir ve temizlik sıvısı ile silinir. Daha sonra basınçlı hava tutularak karbon birikintilerinin kanallara girmesi önlenir.

- **Su Ceketlerinin Kontrolü:** Su ceketlerinde (kanallarında) zamanla oluşan pas ve kireç birikintileri makinenin ısı iletimini olumsuz etkiler. Motorun çalışma sıcaklığını yükselir. Bu nedenle pas ve kirecin özel temizleme sıvısı ile temizlenmesi gerekir.
- **Çatlaklık Kontrolü:** Kaverde çatlak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kaver temizlendikten sonra çatlak kontrol spreyi ile çatlaklar tespit edilebilir. Uygulama kolaylığı nedeniyle en çok tercih edilen çatlaklık testi budur.
- **Eğiklik Kontrolü:** Birden fazla silindirin üzerini kapatan kaverlerde eğilme ve çarpılma oluşabilir. Bu eğilme ve çarpılmaya yüksek sıcaklıklar yüzünden oluşan ısıl gerilmeler, kaverin hatalı sökülmesi veya kaver saplamalarının hatalı sıkılması neden olabilir. Eğiklik kontrolü, kaver sökülüp temizlendikten sonra kaver ekseni boyunca ve köşeden köşeye yapılır. Kontrol sırasında kullanılan mastar ve filer çakısının çok düzgün olması gerekir. Tespit edilen eğiklik, katolog değerinden fazla ise kaver taşlanmalı veya değiştirilmelidir. Taşlama sırasında fazla talaş alınması yanma odalarının hacminin küçülmesine, bu da motorun sıkıştırma oranının yükselmesine ve vuruntulu çalışmasına neden olur. Bunu önlemek için çift conta kullanılabilir. Bazı motorların yanma odasının yüksekliği ölçülerek taşlama payı bulunabilir.

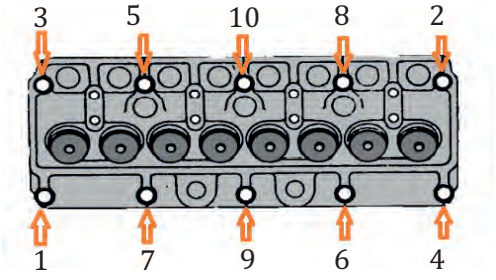
3.3. KAVERİ SÖKME VE TAKMA

Amaç: Kaveri kurallarına uygun şekilde sökmek ve takmak.

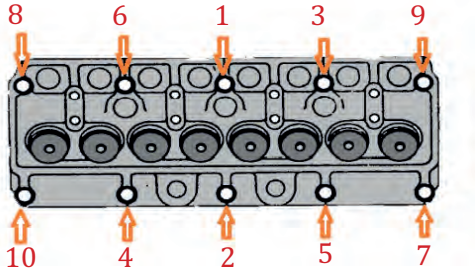
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Pense		1 adet
Tornavida		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 3.1: Kaveri sökme sırası



Şekil 3.2: Kaveri takma sırası



Görsel 3.15: Kaverin sökülmesi ve takılması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.

2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.

3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Kaverin Sökülmesi

1. Makinenin soğuması beklenir.
2. Kapağın sökülmesini engelleyecek makine parçaları sökülür.
3. Roker-arm kapağı cıvata veya somunları Görsel 3.15'deki gibi sırasına uygun sökülerek roker-arm kapağı dışarı alınır (Görsel 3.15).
4. Roker-armı kavere sabitleyen cıvatalar sökülerek roker-arm mekanizması ve puşrodlar dışarı alınır.
5. Kaverin cıvata veya somunları dıştan içe doğru sökülür. Cıvataların sökme ve takma sırası (tamir ve bakım katoloğundan (instruction book) bulunabilir.
6. Kaver ve gasket dışarı alınır.

b) Kaverin Takılması

1. Blok yüzeyi ve kaver temizlenir, bakım ve onarımları yapılır.
2. Gasketin doğru takılması çok önemlidir. Gasket TOP yazısı üste gelecek şekilde blok üzerine yerleştirilir. Gasketin yağ ve su kanallarını kapatmamasına dikkat edilir.
3. Kaver, caraskal yardımıyla dikkatlice blok üzerine oturtulur. Gasketin kaymamasına dikkat edilir.
4. Tüm cıvatalar yerlerine yerleştirilir ve boşlukları alınır.
5. Kaver cıvataları içten dışa doğru Şekil 3.2'de olduğu gibi tork değerinde yavaş yavaş sıkılır.
6. Puşrod ve roker-arm yerine yerleştirilir. Tork anahtarı ile değerinde sıkılır. Kaver üzerindeki somunlar büyük gemi makinelerinde hidrolik aletler kullanılarak torkuna göre sıkılır.
7. Valf ayarları yapılır.
8. Roker-arm kapak contası yerine yerleştirilir.
9. Kapak yerine takılır ve cıvataları sıkılır.
10. Diğer makine parçaları da yerlerine takılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Kaverin işlem sırasına uygun sökülmesi	20	
4.	Kaver işlem sırasına uygun takılması	20	
5.	Gasketin zedelenmeden ve doğru şekilde yerine takılması	20	
6.	Cıvataların tork değerine uygun şekilde sıkılması	10	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

3.4. GASKETİ SÖKEREK ARIZA TEŞHİSLERİNİ YAPMA VE GASKETİ TAKMA

Amaç: Gasketi sökerek arıza teşhisi yapmak ve yerine takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Pense		1 adet
Tornavida		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 3.16: Gasket kalınlığını belirleme işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Makinenin soğuması beklenir.
4. Kapağın sökülmesini engelleyecek makine parçaları sökülür.
5. Roker-arm kapağı cıvata veya somunları sökülerek roker-arm kapağı dışarı alınır.
6. Roker-armı kavere sabitleyen cıvatalar sökülerek roker-arm mekanizması ve puşrodlar dışarı alınır.
7. Kaver cıvata veya somunları dıştan içe doğru sökülür. Cıvataları sökme ve takma sırası tamir ve bakım kataloğundan (instruction book) bulunabilir.
8. Kaver ve gasket dışarı alınır. Gasget söküldüğü zaman temizlenmeden oturma yüzeyleri kontrol edilir. Oturma yüzeyleri üzerindeki renk tonu değişiklikleri, kurum birikintileri gibi belirtiler kaver arızası hakkında fikir verir (Görsel 3.16).
9. Yeni gasket, yüzeyi temizlenmiş silindir blokuna TOP (üst kısım) yazısı üste gelecek şekilde oturtulur.
10. Temizlenmiş olan kaver, gasketin üstüne kapatılır ve saplamalar içten dışa uygun torkla sıkılarak işlem tamamlanır. Uygun gasket kalınlığı için Görsel 3.16'daki gibi ölçüm yapılarak karar verilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Gasketin uygun şekilde takılması	20	
4.	Gasket üzerindeki belirtilerden arıza teşhisinin yapılması	20	
5.	Kaverin uygun şekilde takılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	20	
	TOPLAM	100	

3.5. KAVERİ TEMİZLEME

Amaç: Kaver üzerindeki karbon birikintilerini temizleyerek kontrol işlemine hazırlamak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaver		1 adet
Spatula		1 adet
Zımpara		1 adet
Tel fırça		1 adet
Taş motoru		1 adet
Temizleme sıvısı		Yeterince

Uygulama Görselleri



Görsel 3.17: Kaverde karbonları temizleme işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Sökülmüş olan kaver (Görsel 3.17), temizleme için bir tezgâha alınır.
4. Kaverin yanma odasında oluşan karbon birikintileri, spatula ve motora takılmış tel fırça ile ile dikkatlice temizlenir.
5. Kazınan bölgelerde kalan karbon artıkları ince zımpara yardımıyla alınır (Görsel 3.17).
6. Kaver, fırça ve temizleme sıvısı yardımıyla yıkanarak temizlenir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Kaverdeki karbonların uygun şekilde temizlenmesi	30	
4.	Temizleme işlem sırasına uyulması	20	
5.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3.6. KAVERDE EĞİKLİK KONTROLÜ YAPMA

Amaç: Kaver ve silindir blokunda eğiklik kontrolü yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

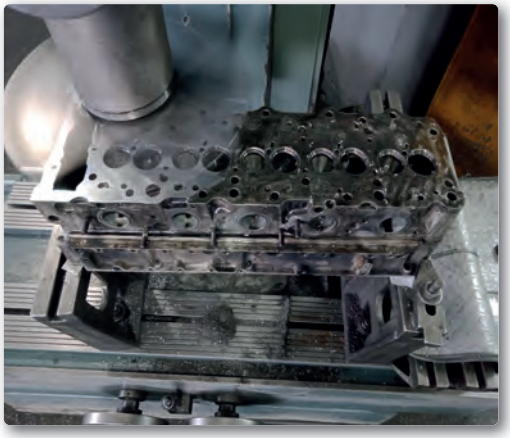
Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Mastar		1 adet
Filer çakısı		1 adet

Uygulama Görselleri





Görsel 3.18: Eğiklik kontrolü



Görsel 3.19: Blok taşlama

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24402

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kaver ve silindir blokunun eğiklik kontrolü yapılacak yüzeyleri temizlenir.
4. Kaver ve silindir blokunun yüzeyi mastar ve filer çakısı yardımıyla kontrol edilir (Görsel 3.18).
5. Tespit edilen bir deformasyon varsa yüzey taşlama işlemi, motor kataloğunun referans değerlerine uygun toleransta yapılır (Görsel 3.19).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Kaverin ölçüme uygun şekilde temizlenmesi	20	
4.	Silindir blokunun ve kaverin eğiklik kontrollerinin yapılması	20	
5.	Bulunan eğiklik miktarının kataloğa göre değerlendirilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3.7. KAVERDE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA

Amaç: Su basıncı test cihazı ile kaverde kaçak kontrolü yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaver		1 adet
Su basıncı test cihazı		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 takım
İşkence		5 adet
Temizlik bezi		Yeterince

Uygulama Görselleri



Görsel 3.20: Su testi ile kaçak kontrolü

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Onarımları yapılmış, sit ve gayıtları revizyondan geçirilerek yerine takılmış kaverde montajın doğruluğu tespit edilirken varsa çatlaklık tespiti de yapılmış olur.
4. Kaver üzerindeki soğutma suyu giriş ve çıkışları kapatılır. Sadece bir delik üzerine basınç testinin yapılacağı aparat takılır (Görsel 3.20).
5. Test cihazı üzerindeki kol yardımıyla basınç artırılır (5-10 bar).
6. Kaver üzerinde (özellikle sitlerden) su sızdığı görülürse o-ringlerin yerine oturmamış olduğu tespit edilir. Kaver üzerine yapılan test değerleri not edilir. Görsel 3.20'de kaver üzerinde görülen sarı renkli yazıda 10 bar ile test yapıldığı ve kaçak olmadığı not edilmiştir. Ayrıca bu kaverde sitlerin ölçüleri de alınmış ve üzerine not edilmiştir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Kaverin ölçüme uygun şekilde temizlenmesi	20	
4.	Su kanallarının kapatılması	20	
5.	Su basıncı test cihazının monte edilmesi	20	
6.	Su basıncı test cihazı ile basınç uygulanarak kaçak tespit edilmesi	10	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3.8. ÇATLAKLIK KONTROL SPREYİ İLE ÇATLAKLIK KONTROLÜ YAPMA

Amaç: Çatlaklık kontrol spreyi ile çatlaklık kontrolü yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaver		1 adet
Çatlaklık kontrol spreyi		1 adet
Temizlik bezi		Yeterince

Uygulama Görselleri



Görsel 3.21: Su testi ile çatlaklık kontrolü

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24403

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kaver üzerindeki kirler, temizleyici sprey ile temizlenir.
4. Difüzyon maddesi yüzey üzerine uygulanır.
5. Fazla difüzyon maddeleri, temizleyici sprey yardımıyla temizlenir.
6. Son olarak özel geliştirici sprey uygulanır. Bir müddet beklenir. Kaver üzerinde çatlaklık varsa Görsel 3.21'te görüldüğü gibi belirir.
7. Kaver üzerindeki çatlak özel kaynak yöntemleri ile onarılır. Onarım, bu donanıma sahip gemi makineleri bakım ve onarım atölyelerinde yapılabilir.

Not: Bu kontrol tüm makine parçalarında kullanılabilir. Görsel 3.21'de kaver, layner, valf, konektin rod vb. makine parçalarında çatlaklık kontrolü uygulamaları gösterilmiştir. Isı ve değişik kuvvetlerin etkisi altındaki parçalarda bu test rahatlıkla uygulanabilir. Bu uygulamada kaver çatlaklık testi yapılacaktır. Diğer tüm parçalarda da aynı yöntem uygulanabileceği için onlardan ayrıca bahsedilmeyecektir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Kaverin ölçüme uygun şekilde temizlenmesi	20	
4.	Kaverin çatlaklık kontrol spreyi ile çatlaklık testinin yapılması	20	
5.	Çatlakların tespit edilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4. MOTOR BLOKU

Dizel makinelerinin büyük bir bölümünde silindirler, dökme demirden yapılmış tek parça bir blok görünümündedir. Silindirler, eşit aralıklarla bir blokun içine açılır. Yüksek güçlü ve orta devirli dizel gemi makinelerinin bazılarında ise tek parçadan yapılmış bloklar yerine, ayrı silindirlerden yararlanılır. Silindirlerin bir blokta toplandığı sistem, ayrı silindir bloklarından oluşan sisteme göre çok daha dayanıklı olmasının yanında, makinenin boyu ve ağırlığının azalması gibi yararlar da sağlar. Gemi makinelerinin hemen her türünde silindirler değiştirilebilir. Değiştirilebilen bu silindirlere **gömlek** (layner) denir.

4.1. Motor Blokunun Yapısal Özellikleri ve Kısımları

Görsel 3.22'de görülen silindir blokları ve üst karterler, genellikle dökme demirden yapılır. Dökme demir içerisindeki %3 oranında serbest grafit halindeki karbon nedeniyle hafif kaygan bir yapıdadır. Rengi yüzünden bu malzemeye esmer dökme demir de denir. Ayrıca dökme demir alaşımının içerisine karbon, nikel, krom, magnezyum gibi katkı maddeleri konularak sertliği artırılır ve aşınmaya karşı direnç kazandırılır.

Günümüz motor sanayisinde küçük ve orta boyutlu birçok motorun silindir bloku ile üst karteri alüminyum alaşımından üretilebilmektedir. Dökme demire göre hafif, işlenmesi kolay, ısı iletkenliği yüksek olan alüminyumun basınca, ısıya ve titreşimlere karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla içerisine nikel, magnezyum, dökme demir, silikon ve çok düşük oranda diğer bazı metaller karıştırılır.

Silindir blokları alüminyum alaşımından yapılan motorlarda aşınmaya karşı dirençli hâle getirmek için silindir bloklarına çelik veya dökme demirden üretilmiş kuru veya yaş gömlek takılır. Soğuk havalarda suyun donması hâlinde blok ve kapağın çatlamasını engellemek için silindir blokları üzerinde tapalar bulunur.



Görsel 3.22: Silindir bloku

4.2. Krankkeys (Üst Karter) ve Bedpleyt

Pistonlu buhar makinelerinden örnek alınarak yapılan ilk alt karterler, dizel makinelerinde oluşturulan yüksek basınç sonucu ortaya çıkan büyük kuvvetler ve ağır krank şaftlar nedeniyle zamanla yapı değişikliğine uğramıştır. Görsel 3.23'te bir jenaratör bedpleyti görülmektedir.



Görsel 3.23: Gemide jenaratörde kullanılan kutu şeklinde bedpleyt

Önceleri dökme demirden yapılan bedpleytler, makine boylarının uzaması, çok ağır krank şaftlar kullanılması ve özgül makine ağırlığı gibi nedenlerle günümüzde kaynak bağlantılı çelik saclardan üretilmektedir.

Gemi dizel makinelerinde, derin bedpleyt ve kutu bedpleyt olmak üzere iki tür alt karter kullanılır. Derin bedpleyt daha çok dört zamanlı yardımcı makinelerde; kutu şeklinde olanlar ise yüksek güçlü, ağır devirli ve iki stroklu ana makinelerde kullanılır.

Krank keys frame adı verilen birbirine paralel parçalardan oluşur. Bu parçalar her silindir için bir kutu görünümündedir. Makinenin onarılabilmesi, krank şaft ana yataklarının denetlenmesi ve bazı makinelerde pistonların dışarı alınabilmesi için krank keys üzerinde kapaklar bulunur (Görsel 3.25). Büyük güçlü makinelerde makinenin onarılabilmesi, krank şaft ana yataklarının denetlenmesi ve bazı makinelerde pistonların dışarı alınabilmesi için krank keys üzerinde bu kapaklar açılarak krank keyse girilebilir ve makinenin iç temizliği, boya vb. işleri yapılabilir. Karter kapakları üzerinde yay yükü ile çalıştırılan emniyet valfleri (rilif valfler) bulunur. Bu valfler makineyi karterde oluşabilecek yangın ve patlamalara karşı korur (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Karter kapakları ve rilif valfleri



Görsel 3.25: Bir gemi makinesi krank keysi ve motor bloku

4.3. Laynerler

Pistonların hareket ettiği bloka **silindir** ya da **layner** adı verilir. Küçük güçlü makinelerde silindir bloku tüm silindirleri içine alacak tek bir parçadan oluşur. Büyük güçlü makinelerde ise silindir blokları ayrı ayrıdır. Freymlere cıvata ve somunlarla bağlanır. Silindir bloku içinde yer alan layner veya gömlekler genellikle değiştirilebilir niteliktedir. Aşınma, çatlama gibi bir arıza veya hasar durumunda layner yerinden çıkarılır ve yenisi yerine takılır.

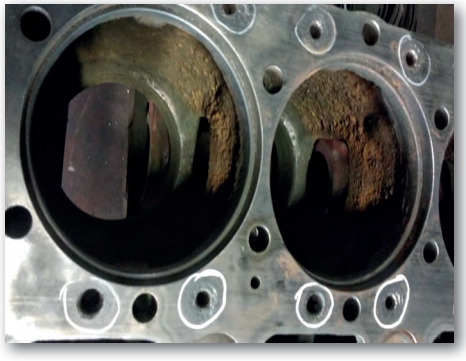
4.3.1. Laynerlerin Yapısal Özellikleri

Layner silindir içerisindeki aşırı ısı ve basınca dayanıklı bir malzemeden üretilmelidir. Ayrıca bu malzeme piston ve ringin (segmanın) minimum sürtünmeyle hareket etmesine imkan sağlamalıdır. Layner imalinde genellikle gri dökme demir kullanılır. Yüksek süratli makinelerde ise ince duvarlı çelik laynerler veya krom kaplı laynerler tercih edilir. Yüksek silikonlu (%17-20) alüminyum alaşımdan üretilen laynerler ise silikon-grafit alüminyum alaşımla ısı iletim katsayısının yüksek olması istenen hafif makinelerde kullanılır.

4.3.2. Layner Çeşitleri

Laynerler kuru ve yaş olmak üzere iki çeşittir. Bunlar motor soğutma suyu ile temas edip etmemeleri bakımından birbirinden ayrılır. Kuru tip laynerin soğutma suyu ile teması yoktur. Silindir blokundaki ceketlerden geçen su ile layner arasındaki ısı alışverişi kondüksiyon şeklindedir. Yaş tip laynerler ise soğutma suyuyla doğrudan temas eder.

- **Yaş Layner**
  Silindir blokuna yerleştirilen yaş layner ile blok arasında soğutma suyunun dolaştırılması amacıyla bir hacim oluşturulur. Bu hacme, **silindir ceketi** adı verilir. Soğutucu olarak kullanılan su, silindir ceketine genellikle alttan verilir ve üst taraftan silindir başlığına iletilir. Suyun laynerin dış yüzeyinde dolaştırılması sonucu iyi bir ısı transferi sağlanır (Görsel 3.26). Yaş laynerlerde soğutma suyunun silindir bloku ile gömlek arasından kartere sızmasını önlemek amacıyla layner eteklerine, genellikle lastik veya yapay kauçuktan yapılmış o-ringler yerleştirilir (Görsel 3.27).



Görsel 3.26: Su ceketleri



Görsel 3.27: Dört ve iki zamanlı makinelere ait yaş laynerler ve o-ring

Laynerlerin üst yüzeyine kaver oturur ve kaverle layner arasında kaver contası bulunur. Layner yüzeyinde bu contanın oturacağı yuva vardır (Görsel 3.27).

Yaş laynerin çalışma ömrünü etkileyen nedenler şunlardır:

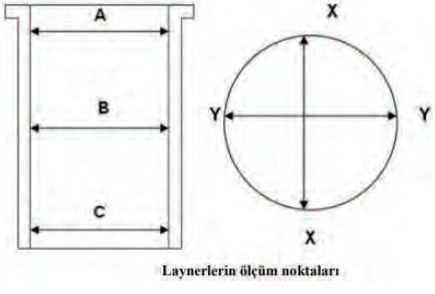
- Yanma sonucu oluşan ve devamlı olarak değişen gaz basınç kuvveti
- Gaz sıcaklığı ve laynerin iç yüzeyi ile dış yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının oluşturduğu ısıl gerilimler
- Segmanların layner üzerine uyguladığı basınç kuvveti
- Kaver somunlarının sıkılması için gerekli kuvvetler
- Soğutma suyunun kalitesi ve kışır oluşumu.



Görsel 3.28: Kuru layner

- **Kuru Layner**

  Silindir blokundaki silindirik yuvalara sıkı geçirilen ince cidarlı çelik veya dökme demir gömleklerdir. Bu tip laynerler, yaş tip laynerlere göre daha ince duvarlara sahiptir. Soğutma suyu, bloktaki geçitlerde devir daim eder ancak layner ile doğrudan temas etmez (Görsel 3.28). Kuru tip laynerler, silindir bloku içine doğrudan geçme, yüzey yüzeye yapıştırma ya da sıkı geçme şeklinde yerleştirilir. Laynerler, silindir duvarları ile tam temas halinde olmalıdır. Böylece soğutma suyu ile iletişimi daha verimli olur. Faturalı ve faturasız olarak üretilirler. Laynerin, çıkarılması ve takılması sıkı geçme olanlarda biraz zordur. Çıkarılması için özel aletler gerekir. Küçük motorlarda gevşek laynerler kullanılır ve layner gevşetildikten sonra genellikle elle sökülebilir.



Şekil 3.3: Koniklik ve ovallik ölçüm noktaları

4.3.3. Layner Kontrolleri

Isı ve basınç altında çalışan diğer makine parçalarında olduğu gibi laynerde de çatlaklık testi yapılır. Çatlaklık kontrol spreyi yardımıyla yapılan bu kontrol, kaver uygulamalarında gösterilmiştir.

Silindirler segman bölgesinde oval ve konik biçimde aşınır. Piston ÜÖN'de iken birinci piston setinin karşılaştığı 7-8 mm'lik kısım, segmanlar sürtmediği için aşınmaz. Silindir ağzındaki aşınmayan bu kısma, **silindir seti** veya **silindir faturası** denir.

Silindirde aynı yönde iki değişik eksen arasındaki ölçü farkına **koniklik** denir. Silindirde aynı noktada, birbirinden 90° farklı iki eksen arasındaki ölçü farkına ise **ovallik** denir.

Ovalleşme genelde laynerin üst bölümünde meydana gelir. İş zamanında piston büyük bir kuvvetle ÜÖN dan AÖN ya indiği için yaslandığı yüzey daha çok aşınır, Diğer zamanlarda piston üzerindeki kuvvet daha az olduğundan yaslandığı yüzey de daha az aşınır. Aynı zamanda makinenin çalışması

sırasında, gemi yalpalaması sonucu pistonun layner yüzeyine yaslanması ile de oluşur.

Silindirde ölçüm alınacak noktalar Görsel 3.31'de gösterilmiştir. Tablo 3.1'de ise makinenin birinci silindirinden alınan ölçüm değerleri örnek olarak verilmiştir. Ovallik ve koniklik ölçümleri tabloda görüldüğü gibi hesaplanır. Hesaplanan değerler, tamir bakım kataloglarındaki değerlerle karşılaştırılarak yapılacak onarım belirlenir.

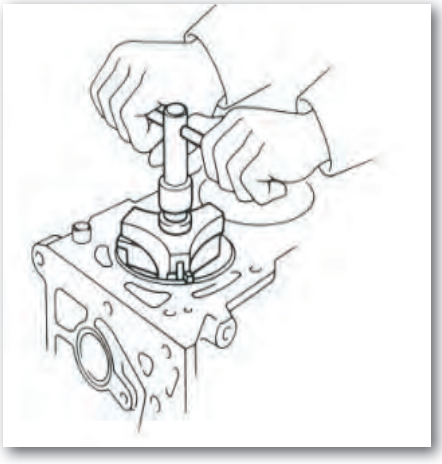
Tablo 3.1: Örnek Ölçüm Tablosu

1. SİLİNDİR			
ÖLÇÜM	**XX**	**YY**	**OVALLİK (XX-YY)**
A	100,25 mm	100,15 mm	0,10 mm
B	100,20 mm	100,13 mm	0,07 mm
C	100,10 mm	100,05 mm	0,05 mm
KONİKLİK (A-C)	0,15 mm	0,10 mm	

4.3.4. Set Raybası ile Silindir Setinin Alınması

Motorun çalışması sırasında silindirin üst tarafı; aşırı ısı, basınç ve yağsızlık nedeniyle daha fazla aşınır. Bu nedenle silindirin ağzında meydana gelen fatura, birinci kompresyon segmanını da aşındırarak kavislendirip kendisine uydurur. Bu fatura alınmadan motora yeni segman takılacak olursa segman köşesi faturaya çarparak ses yapar. Fatura alınmadan piston çıkarılırsa faturaya dayanan segman, birinci piston setini eğip kırabilir. Fatura alınmadan takılacak yeni segman aynı şekilde birinci piston setine basınç yaparak segmanın eğilmesine ve kırılmasına sebep olabilir (Şekil 3.4).

Silindir setleri alınırken rayba kesici ağzı, silindir yüzeyi ile düzgün bir yüzey teşkil edecek şekilde talaş alınmalıdır. Rayba bıçağı ile kesinlikle silindir yüzeyinin derininden talaş alınmamalıdır.



Şekil 3.4: Set raybası kullanılışı

3.9. LAYNERİ SÖKME VE TAKMA

Amaç: Blok üzerinden layneri sökmek ve takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Caraskal		1 adet
Layner sökme-takma aparatı		1 adet
Segman kelepçesi		1 adet
Pense		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 3.29: Laynerin çekilmesi ve gerekli kontrollerin yapılarak laynerin honlanması



Görsel 3.30: Laynerin su ceketlerinin temizlenmesi ve laynerin yerine takılması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Laynerin Sökülmesi

1. Makine soğutma suyu boşaltılır.
2. Kaver ve piston sökülür.
3. Pistonların sökülebilmesi için alt karter sökülür. Büyük ana makinelerde karter kapaklarından girilir.
4. Piston mekanizması dört zamanlı makinelerde krank şafttan, iki zamanlı makinelerde kroşed mekanizmasından sökülür.
5. Piston mekanizması caraskal aracılığıyla dışarı alınır (Görsel 3.29).
6. Küçük makinelerde yaş layner, alttan itilir ve silindir dışına alınır. Layner büyükse layner sökme takma aparatı laynere takılır.
7. Aparat caraskala takılarak layner dışarı alınır.

b) Laynerin Takılması

1. Laynerin bakım ve onarımı yapıldıktan sonra o-ringleri üzerine yerleştirilir.
2. Layner caraskal yardımıyla silindire merkezlenir ve yavaşça silindir içerisine yerleştirilir (Görsel 3.30).
3. Layner yerleştirilirken o-ringlerin çıkmamasına ve yerine oturmasına dikkat edilmelidir.
4. Fatura blok üzerine tam oturmalıdır.
5. Piston mekanizması takılır.
6. Kaver blok üzerine yerleştirilir ve torkunda sıkılır.
7. Soğutma suyu doldurulur. Suyun sızdırmazlığı kontrol edilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Soğutma suyunun boşaltılması	10	
4.	Laynerin sökülmesini engelleyen parçaların kurallara uygun şekilde sökülmesi	20	
5.	Laynerin sökülmesi	20	
6.	Layner o-ringlerinin takılarak sızdırmaz şekilde bloka takılması	10	
7.	Layner soğutma suyunun doldurularak sızdırmazlığının kontrol edilmesi	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

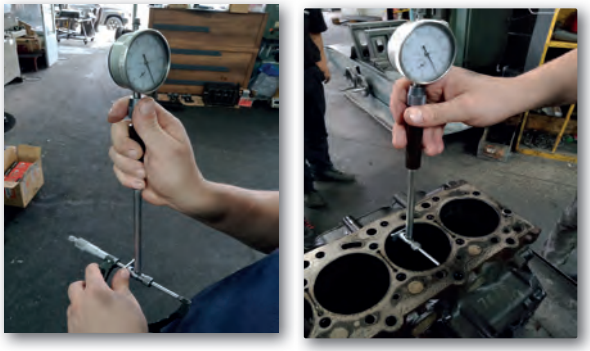
3.10. LAYNERDE OVALLİK VE KONİKLİK ÖLÇME

Amaç: Laynerde ovallik ve koniklik ölçmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Mikrometre		1 adet
Komparatör		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 3.31: Komparatörle layner ölçüsü alma

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24406

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Ölçülecek silindirin pistonu AÖN'ye getirilerek silindir yüzeyleri temizlenir.
4. Komparatörün silindir içinde rahat çalışabileceği uygun bir ayak, silindir ölçüsüne göre seçilir.
5. Komparatör saati, komparatör gövdesine ibre en az ¼ devir, en fazla 1 devir yapacak şekilde takılır ve kadran döndürülerek sıfırlanır.
6. Komparatörle silindirin dikey ekseninde üç noktadan (A-B-C) ve yatay eksende birbirine dik iki noktadan (X-Y) toplam altı ölçü alınır. Komparatörde ibrenin kadran üzerinde durduğu yer tespit edilir (Görsel 3.31). Laynerle ilgili ölçü noktaları bakım kataloğunda yer alır.
7. Komparatör uygun mikrometre çeneleri arasına alınarak tespit edilen ölçü bulununcaya kadar mikrometre tamburu çevrilir. İbrenin kadrana geldiği durumda mikrometre okunur ve tablodaki alanına yazılır. Mikrometre, silindirin standart ölçüsüne veya daha önce torna edilmişse standart layner üstü ölçüsüne ayarlanır.
8. Komparatör ayakları, mikrometre çeneleri arasına konularak komparatör ibresi sıfıra getirilir.
9. Her bir silindir için Tablo 3.1'deki gibi bir çizelge oluşturularak ovallik ve koniklik ölçümleri hesaplanır ve tamir bakım kataloğuna göre değerlendirilir.

Uygulama Değerlendirme

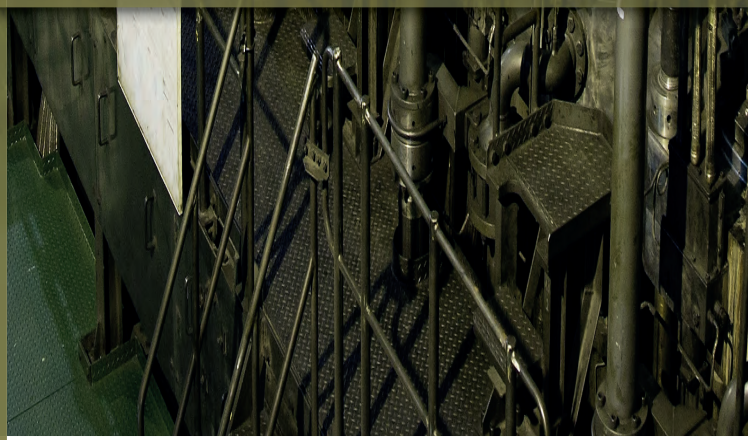
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Laynerin ölçüm için hazırlanması	20	
4.	Laynerin uygun noktalarından komparatörle ölçüm yapılması	20	
5.	Ovallik ve konikliklik hesaplarının yapılarak değerlendirilmesi	10	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	20	
	TOPLAM	100	

4.
ÖĞRENME
BİRİMİ

HAREKETLİ PARÇALAR



1. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI
2. KAM ŞAFT
3. VALFLER
4. PİSTON MEKANİZMASI
5. KRANK ŞAFT
6. VOLAN



1. ZAMAN AYAR MEKANİZMASI

Zaman ayar mekanizması, krank şaftın hareketini kam şafta (eksantrik mili) ileterek valflerin doğru zamanda açılıp kapanmasını sağlar.

Zaman ayar düzenekleri ile krank şaftın dönüş hareketini kam şafta iletmek için üç yöntem kullanılır.

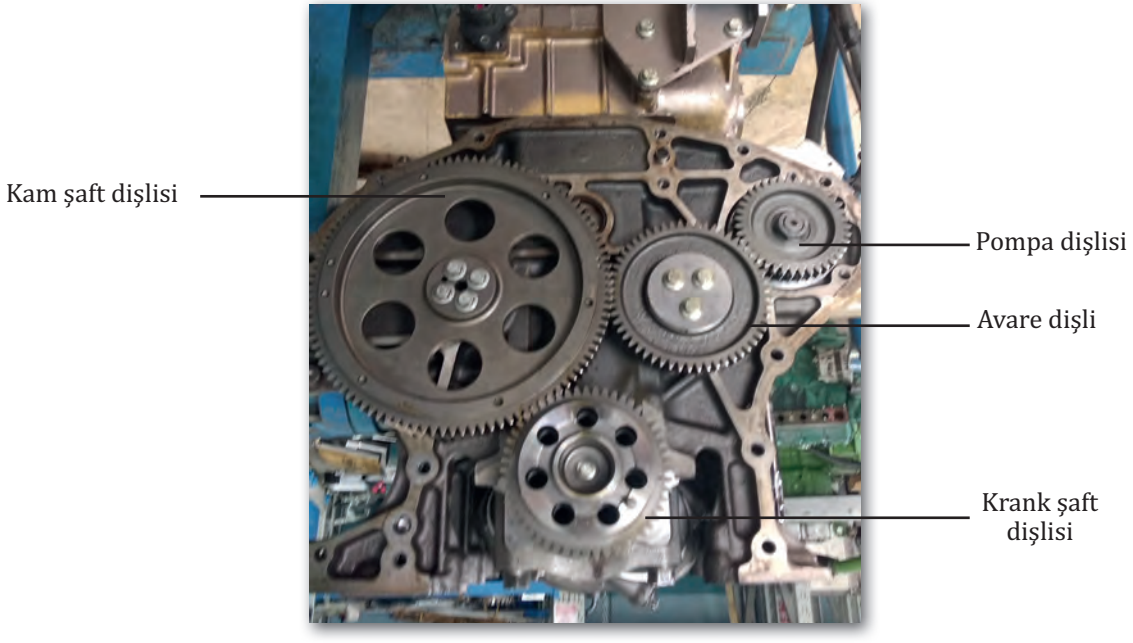
1.1. Zaman Ayar Dişlileri

Bu yöntem kam şaft ve krank şaft arasında mesafenin kısa olduğu makinelerde kullanılabilir. Bu donanımların çalışması için gerekli güç, kam şaftın bir ucuna bağlanmış ve dökme çelikten yapılan bir helis dişli (sproket) yardımıyla kam şaft dişlisine aktarılır.

Kam şaft ile krank şaft arasındaki mesafenin fazla olduğu ve pompaya da hareket verilmesi gereken motorlarda avare dişli kullanılır (Görsel 4.1).

Krank şaft dişlisi ve kam şaft dişlisi üzerindeki işaretler birbiriyle karşılaştırılarak motorun çalışma düzeni ayarlanır. Dişliler üzerindeki işaretler karşılaştırıldığında motorun birinci silindiri sente konumdadır.

Motorun ön tarafında yer alan dişliler, dış etkenlerden korunmak için motor ön kapağı adı verilen bir kapakla kapatılır. Gürültülü çalışmalarını ve aşınmalarını engellemek için ise yağlama sistemi aracılığıyla yağlanırlar.



Görsel 4.1: Zaman ayar dişlileri

1.2. Zaman Ayar Zinciri

Krank şaftın hareketi kam şafta (motor valf sistemine göre çift kam şaft da olabilir), her iki şaftın üzerinde bulunan dişliler ve zaman ayar zinciri yardımıyla da iletilebilir. Zaman ayar zincirinin hareketi ilettiği dişliler üzerinde, zaman ayar dişlilerinde olduğu gibi, motoru sente konumuna getirmek için işaretler yer alır. Zincir takılırken bu işaretlerin karşılaştırılması gerekir (Görsel 4.2).

Zaman ayar zinciri üzerinde farklı renkte bir halka yer alır. Zincirin sökülmesi gerekirse farklı renkteki bu halka yerinden çıkarılır. Bazı zincirlerde sökülebilen halka yoktur, tek parça imal edilirler. Bunların yerinden çıkarılması için kam şaft dişlisinin sökülmesi gerekir.

Motor zamanlamasında hata oluşmaması için zaman ayar zincirinin yeterli ve istenilen gerginlikte olması gerekir. Zaman ayar zincirinin gerginliği zincir gergi sistemi ile sağlanır.

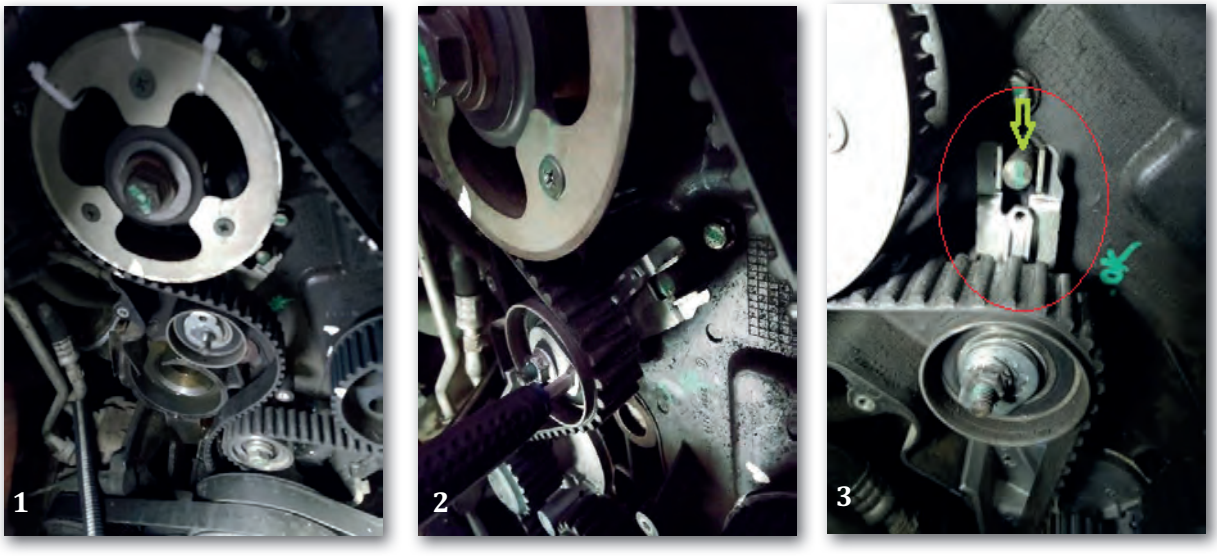
Zaman ayar zinciri ve zincir dişlileri, motorun ana yağ kanalından yağ alan bir yağ memesi yardımı ile veya krank şaft zincir dişlisi üzerinde bulunan bir yağ deliğinden yağlanır.



Görsel 4.2: Zaman ayar zinciri

1.3. Triger Kayışı

Kam şaftın kaver üzerine yataklandırıldığı motorlarda hareket, krank şafttan kam şafta **triger** adı verilen kayışla iletilebilir. Krank şaft ve kam şaft eksenleri arasındaki mesafe fazla olduğu için hareket kayışla iletilmek zorundadır. Triger kayışının hareket iletimi diğer sistemlere göre sessizdir. Ayrıca bu kayışlar yüksek dayanıklılığa sahiptir. Zaman ayar zinciri gibi triger kayışının da çalışma sırasında belli bir gerginlikte olması ve kayışta boşluk oluşmaması gerekir. Bunun için kayış gergi sistemi bulunur (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Triger kayışı ve uygun kayış gergi ayarının yapılışı

4.1. ZAMAN AYAR ZİNCİRİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Zaman ayar zincirini sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Kombine ve lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet
Çektirme		1 adet
Çekiç	Plastik	1 adet
Levye		2 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.4: Zaman ayar zincirinin gerdirilmesi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.

2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.

3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Zaman Ayar Zincirinin Sökülmesi

4. Muhafaza kapağı sökülür.

5. Zincir mekanizması gergi tertibatı gevşetilir veya sökülür. Gerginlik alındığı için rahatlıkla sökülür.

6. Gergi tertibatı olmayan zincirlerde bakla sökülmesi gerekir. Bakla söküldükten sonra zincir alınır.

7. Zincir dişlilerini sabitleyen cıvatalar sökülerek yerinden alınır.

b) Zaman Ayar Zincirinin Takılması

1. Zincir dişlileri döndürülerek makine üzerindeki işaretlerle çakıştırılır.

2. Zincir yerine takılarak gergi tertibatı monte edilir ve gerdirilir.

3. Bakla sökülmüşse, zincir yerleştirildikten sonra bakla yerine takılır.

Not: Gemi ana makinelerinin zaman ayar zinciri bakımı aralıkları, makinenin tamir ve bakım kataloglarında yer alır. Buna göre makine overholü sırasında gevşeyen zincirlerin tekrar gerdirilmesi gerekir (Görsel 4.4).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Zaman ayar zincirlerinin sökülmesi	30	
4.	Zaman ayar zinciri işaretlerinin karşılaştırılması	20	
5.	Zaman ayar zincirlerinin takılması	10	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

4.2. ZAMAN AYAR DİŞLİSİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Zaman ayar dişlisini sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Kombine ve lokma anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet
Levye		2 adet
Sentil	Metrik	1 adet
Komparatör ve manyetik ayağı	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.5: Zaman ayar dişlisi



Görsel 4.6: Dişli boşluklarının ölçülmesi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.

2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.

3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Zaman Ayar Dişlisinin Sökülmesi

4. Muhafaza kapağı sökülür.

5. Dişliler üzerinde işaret yoksa işaret vurulur. Serbest durumda olan avare dişli dışarı alınır.

6. Krank ve kam dişlileri üzerindeki cıvatalar sökülerek dişliler sökülür.

b) Zaman Ayar Dişlisinin Takılması

7. Krank ve kam dişlileri mil üzerindeki yuvalarına yerleştirilerek cıvataları sıkılır.

8. Krank, kam ve avare dişlilerin işaretleri çakıştırılarak avare dişli yerine takılır (Görsel 4.5).

c) Dişliler Arasındaki Boşluklarının Ölçülmesi

9. Dişliler arası boşluk genellikle sentille ölçülür. Dişliler birbirleriyle temas ettirilerek aralarındaki boşluk sentille ölçülür ve katalog değeri ile karşılaştırılır. Yapılacak işlem kararlaştırılır.

10. Sentilin girebileceği bir alanın olmadığı motorlarda ise manyetik tutucuya bağlı komparatör dişliye temas ettirilir. Komparatör sıfırlanır. Dişliler, boşlukları kadar hafifçe hareket ettirilerek boşluk miktarı bulunur (Görsel 4.6).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Zaman ayar dişlilerinin sökülmesi	15	
4.	Zaman ayar dişlisi işaretlerinin karşılaştırılması	20	
5.	Zaman ayar dişlilerinin sökülmesi ve işaretlerine dikkat edilerek yerlerine takılması	15	
6.	Dişli boşluklarının ölçülmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. KAM ŞAFT

Kam şaft veya eksantrik mili yaptığı dairesel hareketle valflerin açılmasını sağlar. Bazı motor tiplerinde ise (Görsel 4.7) yakıt pompaları, regülatör ve govarnörler de bu mil ile çalıştırılır. Kam şaft, yaptığı dairesel hareketi, motor tipine göre değişmekle birlikte, triger kayışı, zincir ya da dişliler aracılığı ile krank şafttan alır.

Yüksek devirli makinelerde kullanılan kam şaftlar, küresel grafitli dökme demirden veya çelik alaşımlarından presle dövülerek veya döküm yöntemiyle tek parça hâlinde üretilir. Kam şaft üzerinde kamlar, muylular ve bazı kam şaftlarda ise yakıt pompası için özel bir kam yağ pompası bulunur. Dört zamanlı motorlarda krank şaft bir tur dönerken kam şaft yarım tur döner. Egzoz valfi bulunan iki zamanlı makinelerde ise krank şaftın bir turunda kam şaft da bir tur döner.

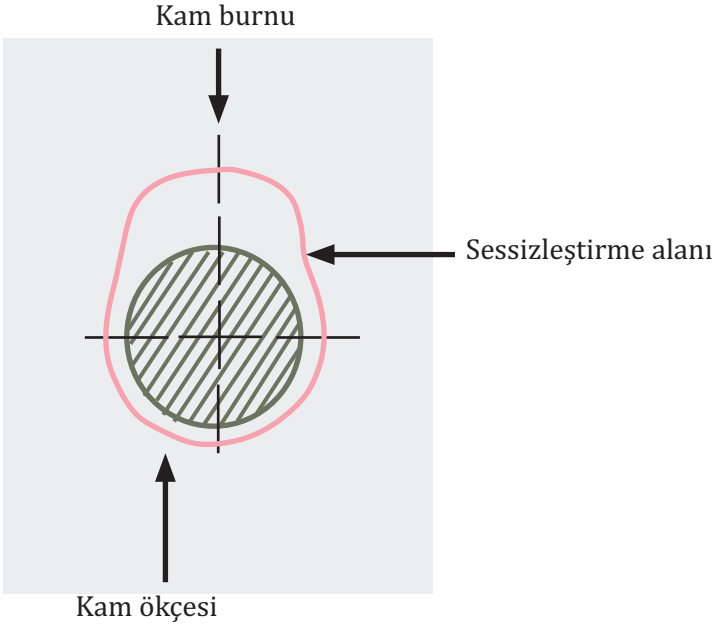


Görsel 4.7: L tipi valf mekanizmasında kam şaft konumu

Kam şaft gövdenin içine veya silindir kapağı üzerine muylular aracılığı ile yataklandırılır. Kam şaftın dönüşü sırasında valfler kam tarafından açılır, valf yayları tarafından da kapatılır.

Kam profilindeki kısımlar Görsel 4,8'de gösterilmiştir. Kamların sivri ucuna **kam burnu**, tam karşısındaki dairesel kısma da **kam ökçesi** denir. Kamlar ile kam şaftın birleştiği **kam sessizleştirme alanları** ise itici veya valfin yavaş açılıp kapanmasını sağlar. Valflerin çok hızlı açılıp kapanması parçaların fazla ses çıkarmasına ve çabuk aşınmasına neden olur.

Motorlarda genellikle ince kamlı kam milleri, yüksek güç istenen motorlarda ise geniş kamlı kam şaft kullanılır (Şekil 4.1). Geniş kamlı kam şaftlarda, valflerin açık kalma süresi uzar. Böylece silindirler içerisine daha çok hava yakıt karışımı veya hava alınabilir ve sonuç olarak yüksek güç elde edilebilir.



Şekil 4.1: Kam şekilleri

2.1. Kam Şaftlarda Yapılan Kontroller

Kam şaft jurnallerinde aşınma sonucu elipsleşme, çentik veya çizilme görüldüğü zaman, şaft jurnallerinin taşlanması gerekir. Rektifiye tezgâhı yoksa işlem, bir torna tezgâhına bağlanan portatif taşlayıcı ile gerçekleştirilir. Elipsleşmiş kam şaft jurnallerinin dökülen yatak metali veya şelleri içinde döndürülerek durumlarının düzeltilmesi uygun değildir. Kam şaft yataklarında çok küçük klerens bulunduğu unutulmamalıdır.

Kam şaft jurnallerindeki aşınma geyçlerle ölçülür. Ölçüler birbirine dik iki düzlemde olmak üzere jurnalin üç noktasından, örneğin baş, orta ve kıç taraflarından, alınır. Jurnallerdeki ovalleşme miktarının katalog değerinden büyük olmaması gerekir. Jurnal yataklarının metallerinin erimesi, kam şaftın eğilmesine neden olur.

Kam şaft eğilmişse düzeltilmesi yerine yenisi ile değiştirilmesi en doğru yöntemdir. Ayrıca, jurnal yüzeyine metal püskürtme yapılması veya yüzeyin elektrik ark kaynağı ile doldurulması gibi yöntemler de kam şaftın bozulmasına veya deforme olmasına neden olacağı için uygulanmamalıdır. Kamlar ve muylularda, anormal derecede bir aşıntı, korozyon, karıncalanma veya derin çizikler gözlemlenirse bunlar yenileriyle değiştirilmelidir. Kamlarda ve muylularda aşırı aşıntı, valflerin yeterli derecede açılmasını engeller. Valfler yeterince açılmadığında silindirler içerisine yeterli hava giremez ve yanma zamanında oluşan egzoz gazlarının silindirden atılması tam olarak gerçekleşemez. Bu durum motorun hacimsel verimini ve gücünü düşüreceği gibi yakıt tüketimini de artırır.

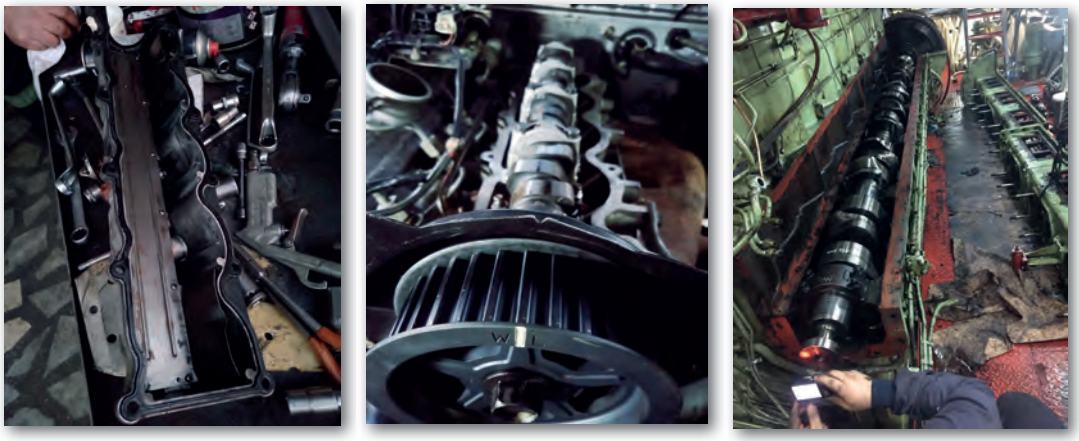
4.3. KAM ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Kam şaftı sökmek ve takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 adet
Tork anahtar		1 adet
Çekiç	Plastik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.8: Kapak üzerindeki mantar conta ve kam şaft kasnağı üzerindeki işaret



Görsel 4.9: Kam şaftın ana makineden sökülme aşamaları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Külbütör kapağı sökülür, mantar contası dikkatlice çıkartılır (Görsel 4.8).
4. Kam şaft üzerindeki zaman ayar dişlisini sökmeden önce kam şaft kasnağı üzerine işaret konur ve zaman ayar dişlisi sökülür (Görsel 4.8).
5. Külbütör manivelaları sökülür.
6. Kam şaft cıvataları dengeli bir şekilde gevşetilerek kam şaft kepleri çıkartılır, ardından kam şaft da bulunduğu yerden çıkartılır (Görsel 4.9).
7. Daha önce işaret konulan kasnak üzerindeki işaret yardımıyla kam şaft söküldüğü pozisyonda aynen takılır.
8. Torkmetre katalog değerlerindeki değere ayarlanır ve kam şaft içten dışa doğru sıkılarak yerine takılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	20	
3.	Zaman ayar dişlisi ve arka kapağının güvenli şekilde sökülüp takılması	15	
4.	Kam şaftın zarar görmeden yerinden çıkartılması	30	
5.	Kam şaftın zarar görmeden yerinden takılması	15	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4. KAM ŞAFT KONTROLLERİ YAPMA

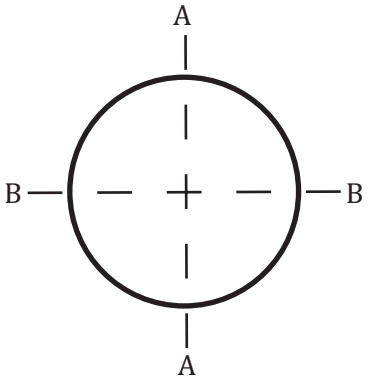
Amaç: Kam şaft kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Mikrometre		1 adet
Komparatör		1 adet
Komparatör ayağı		1 adet

Uygulama Görselleri





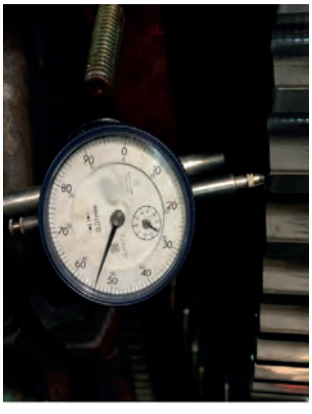
Görsel 4.10: Kam şaft ovallik ölçümü



Görsel 4.11: Kam aşıntısını ölçme



Görsel 4.12: Kam şaft eğiklik kontrolü



Görsel 4.13: Eksenel gezinti kontrolü

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24410

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.

2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.

3. Aşağıdaki işlemler sırayla yapılır.

a) Kam şaft muylularında ovallik ve koniklik ölçümünün yapılması

1. Ölçülecek kam şaft muyluları ve kam yüzeyleri temizlenir.

2. Kam şafta uygun mikrometre seçilir.

3. Muyluların aşıntı ve ovalliklerini bulabilmek için birbirine dik iki eksenden (Görsel 4.10'da görülen A ve B eksenleri gibi) ölçü alınır. Muylu ovalliği A ve B eksenlerinden alınan ölçüler arasındaki farka eşittir).

4. Yatak klerensleri bulunurken için konnektin rod kol yatağı ölçüleri de alınır. Yatak ve muylu arasındaki ölçü farkı yatak boşluğunu verir. Katalog değeri ile karşılaştırılan bu değere göre yapılacak işlem kararlaştırılır.

Muylu ovalliği= A – B

b) Kam şaft yüksekliğinin ölçülmesi

1. Kamların burnu ile ökçesi arasındaki mesafeye kam yüksekliği denir. Ölçülen değer ile standart kam yüksekliği arasındaki fark kamların aşıntı miktarıdır. Kam yüksekliği mikrometre ile ölçülür (Görsel 4.11).

Kam aşıntısı= Standart kam yüksekliği – Ölçülen kam yüksekliği

2. Kam aşıntısı katalog değerine göre değerlendirilerek kam şaftın değiştirilip değiştirilmeyeceğine karar verilir.

c) Kam şaft eğikliği kontrol edilmesi

1. Kam şaftın eğikliği iki hassas V yatağı arasına veya tornaya yerleştirilerek kontrol edilir. Eğiklik kontrolü kam şaft ortasındaki muyluların birinden yapılmalıdır (Görsel 4.12). Eğiklik, katalog değerine göre değerlendirilir ve kam şaftın değiştirilip değiştirilmeyeceğine karar verilir.

2. Eğiklik kontrolü için bir komparatör saati kullanılır. Muyluya komparatör saati temas ettirildikten sonra kam şaft, el ile yavaş yavaş bir tam tur döndürülür. Komparatör saatinin en çok sapma yaptığı değer kam şaftın eğiklik değeridir.

d) Kam şaft eksenel gezintisinin ölçülmesi

1. Eksenel gezinti kontrolü, kam şaft yerine takıldıktan ve kepleri torkunda sıkıldıktan sonra yapılmalıdır.

2. Kam şaftın ön ucuna bir komparatör saati yerleştirilir ve kam şaft eksenine paralel (eksenel) şekilde hareket ettirilir. Kam şaftın eksenel gezinti değeri komparatör saatinden okunur.

3. Komparatör ayağı şekildeki gibi kam şaft dişlisine de temas ettirilir. Kam şaft bir ileri bir geri hareket ettirilir, komparatörde gezinti miktarı tespit edilir. Katalog değerine göre değerlendirilir (Görsel 4.13).

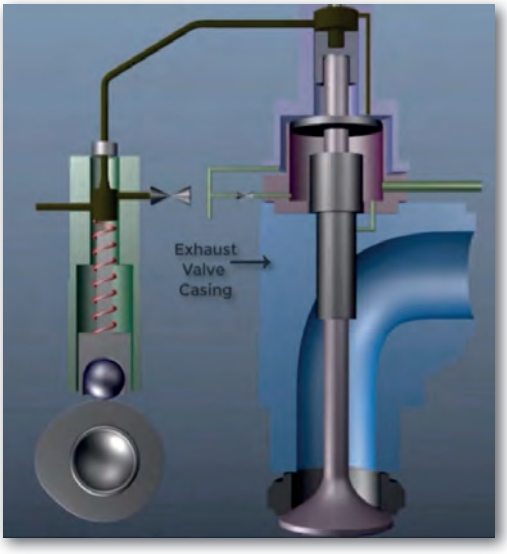
Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Kam şaft muylularında ovallik ölçülmesi	20	
4.	Kam şaft muylularında koniklik ölçülmesi	10	
5.	Kam şaft kam yüksekliklerinin ölçülmesi	20	
6.	Kam şaft eğiklik kontrolü yapma	10	
7.	Kam şaft eksenel gezintisinin ölçülmesi	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3. VALFLER

Valf mekanizması, dört zamanlı dizel makinelerinde emme ve egzoz valflerini, iki zamanlı doğru akım süpürmeli makinelerde ise egzoz valflerini çalıştıran mekanizmadır.

Valf mekanizması, emme ve egzoz valflerinin zamanında açılıp kapanmasını sağladığı gibi gerektiği süre kadar da açık ya da kapalı kalmasını sağlar. Motorun verimli ve düzenli çalışabilmesi için valf mekanizmasının bu görevleri tam olarak yerine getirmesi gerekir. Aksi hâlde motor düzensiz çalışır. Yakıt tüketimi artar ve performansı düşer.



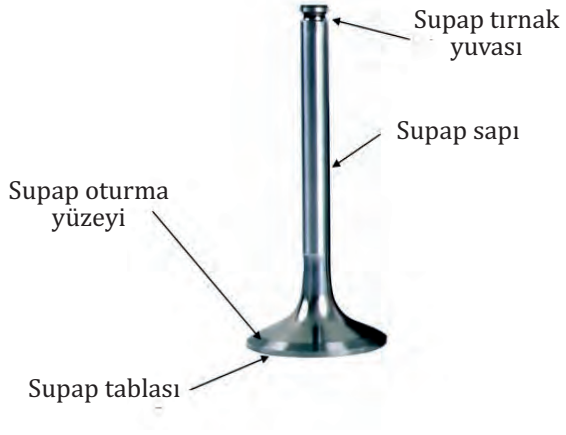
Şekil 4.2: Valf kütüğü

İki zamanlı makinelerin kaverlerinin üzerinde bulunan egzoz valfleri, mekanik bir itici yardımıyla hareket etmez. Yapı olarak bu çalışmaya uygun değildir. Egzoz valfini valf kütüğünün içinde bulunan hidrolik piston hareket ettirir.

Kam şaft, zamanı geldiğinde kam yardımıyla çalıştırdığı hidrolik silindirde bulunan yağın basıncının artmasını sağlar. Bu basınç, boru vasıtasıyla valf kütüğü içinde bulunan silindire gelir ve dolayısıyla pistonun hareket etmesi ve egzoz valfinin açılması sağlanır. Kamın hidrolik silindir üzerindeki etkisi azalınca pistonun diğer tarafını etkileyen basınçlı hava, egzoz valfinin kapatılmasını sağlar ve silindirde bulunan yağ geri döner (Şekil 4.2).

3.1. Emme ve Egzoz Valfleri

Dört zamanlı dizel motorların kaverlerinde, yanma odasını hava giriş ve egzoz sistemine bağlayan dairesel kanallar vardır. Bu kanalları açıp kapatan elemanlara **valf** denir. Valfin bu kanalları emme ve egzoz zamanında açması kadar sıkıştırma ve iş zamanında sızdırmalarına izin vermeden kapalı tutması da çok önemlidir. Valfler, valf tablası ve valf sapından (sıpındıl) oluşur. Görsel 4.14'de valfin yapısı ve kısımları görülmektedir.



Görsel 4.14: Valfin kısımları



Görsel 4.15: Egzoz ve emme valfleri

Görsel 4.15'de görüldüğü gibi emme ve egzoz valflerinin boyutları farklıdır. Emme valfinin kafa kısmı, daha fazla hava girişi sağlamak amacıyla mümkün olduğunca büyük, egzoz valfinin kafa kısmı ise silindirdeki yanmış gazların sıcaklıklarından daha az etkilenmesi için daha küçük çaplıdır.

Dört zamanlı motorların her silindirine ait en az bir emme ve bir egzoz valfi bulunur. Motorların hacimsel verimini arttırmak ve egzoz gazlarının silindirden daha kolay atılmasını sağlamak için iki emme ve iki egzoz valfi bulunabilir. İki zamanlı gemi makinelerinde, kavere egzoz valfi yerleştirilebilir. Bu valflerin sıpındıllarında bulunan çarklar, silindirden çıkan egzoz gazlarının valfleri döndürmesini, böylece oturma yüzeylerinde oluşan kurum birikintilerinin temizlenmesini ve düzgün aşınmasını sağlar (Görsel 4.16).

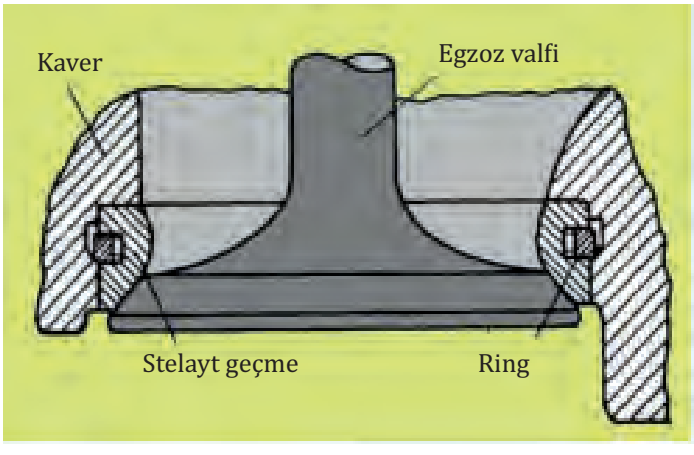


Görsel 4.16: İki zamanlı bir ana makinenin kaverinde bulunan egzoz valfi

3.2. Sit (Valf Yuvası)

Yanma odalarını hava giriş ve egzoz sistemine bağlayan silindirik deliklerin ucunda bulunan ve valf tablası oturma yüzeyine uygun açıda işlenmiş kısımlara **sit (valf yuvası)** denir. Valf, sit üzerine yay basıncı ile oturarak sızdırmazlığı sağlar (Şekil 4.3).

Valf tablasında sit oturma yüzeyi yer alır. Oturma yüzeyinin, valf yuvasına göre bir miktar küçük açıyla taşlanması gerekir (Görsel 4.17). Böylelikle valf yuvasının baskı kuvvetinin ince bir yüzeye uygulanması dolayısıyla da valfin sızdırmazlığının daha iyi olması sağlanır. Örneğin yuva açısı 45° olursa valf oturma yüzeyi 44° yapılır. Bu ölçülerin bulunmasında tamir ve bakım kataloglarından yararlanılır.



Şekil 4.3: Oturma yüzeyi ve valf siti



Görsel 4.17: valf siti

3.3. Valf Kılavuzları (Gayıtları)

Valflerin iyi bir sızdırmazlık sağlaması için yuvasına tam olarak oturması gerekir. Bunun için valf sapı, valf yuvasıyla aynı eksende çalışmalıdır. Valflerin valf yuvası ekseninde hareket etmesini sağlamak için yataklandırıldıkları parçalara **valf gayıtı** denir (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Valf gaytının silindir kapağına çakılması

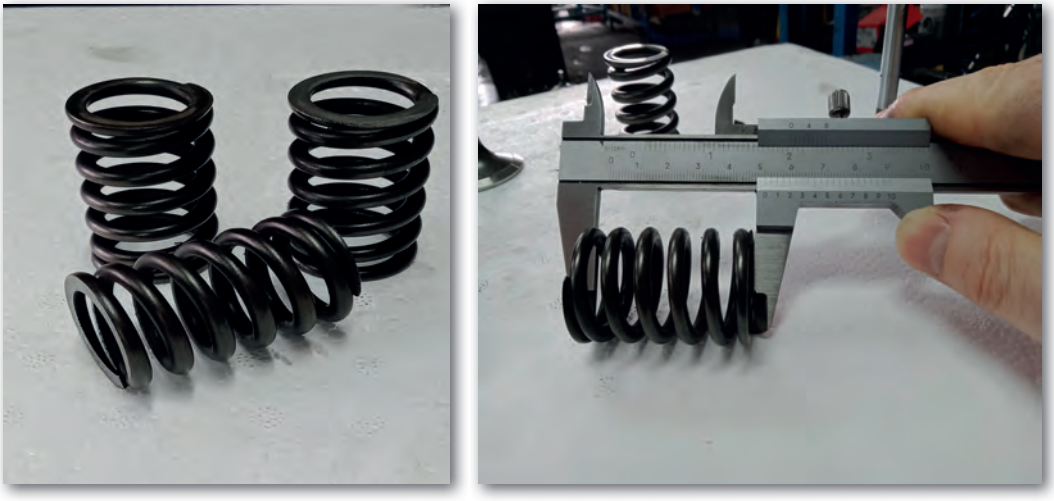


Görsel 4.19: Valf (valf) lastiği

Kılavuzla sap arasından silindirin içine motor yağlama yağı kaçmaması için valf lastikleri bulunur. Motor aşırı ısınırsa valf lastikleri sertleşir ve silindir içerisine motor yağı kaçar, motor yağı eksilir (Görsel 4.19).

3.4. Valf Yayları

Valfler, külbütör manivelalarının (roker arm) valf sapına uyguladığı basınç ile açılır. Valf açılırken valf yayı tablası valfi sıkıştırır. Külbütör manivelasının valf sapına uyguladığı baskı ortadan kalkınca sıkıştırılmış durumdaki yay açılarak valfi yerine oturtur ve bir sonraki açılma zamanına kadar kapalı tutar. Bu işleyişin gerçekleşebilmesi için valf yayları bir miktar sıkıştırılarak takılır (Görsel 4.20).



Görsel 4.20: Valf yayı ve ölçülmesi

3.5. Valf Yay Tablası

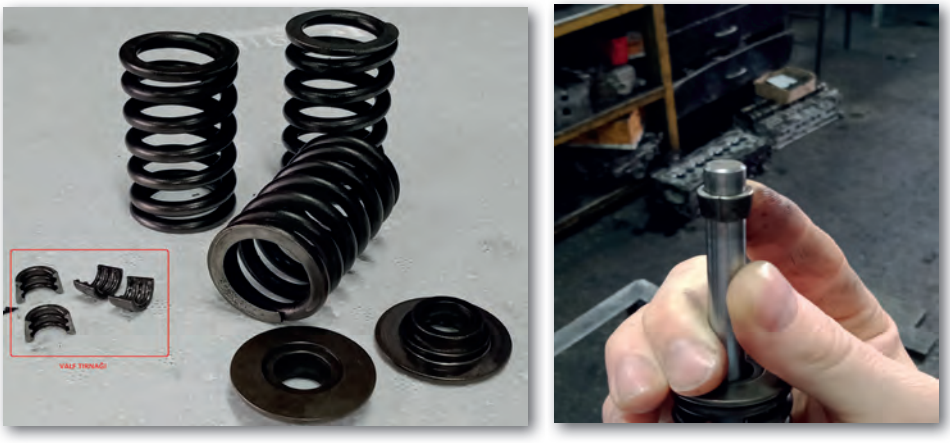
Valf yayları iki valf yuvası arasındadır. Alt yay yuvası silindir kaveri üzerine açılmış veya silindir kaveri üzerinde bulunan bir yay taşıyıcısına çelik bir rondela ile bağlıdır. Üst yay yuvası ise valf sapına iki parçalı konik valf tırnakları ile bağlanan valf yay tablası veya yay tutucusu denen parçadır (Görsel 4.21).



Görsel 4.21: Valf yay tablası

3.6. Valf Tırnakları

Valf sapı ile tablasını birbirine bağlayan ve valf tablasının valf sapından çıkmasını önleyen birleştirme parçalarına **valf tırnağı** denir. Valf tırnakları genellikle iki parçalı düz konik veya iki parçalı faturalı konik şekilde üretilir (Görsel 4.22).



Görsel 4.22: Valf tırnağı

3.7. Valf Ayarının Yapılmasının Önemi

Külbütör baskı manivelası veya kam ile valf başı arasındaki boşluğa **valf boşluğu** denir. Motor ısındığında valf sapı uzayacağından bu boşluk kapanır. Boşluk verilmezse valf açık kalır ve motor çalışmaz. Valf boşluğu, valflerin açılıp kapanma zamanlamasını, motor gücünü ve performansını doğrudan etkilediği için valf boşluk ayarının tam yapılması gerekir.

Valf boşluk ayarı genellikle motor soğukken yapılır. Ayar işleminden sonra motor çalıştırılır. Motor normal çalışma sıcaklığına gelince valf boşluğu kontrol edilir.

Valf boşluğu, firma ve motora göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle valf boşluk ayarı, üretici firmanın kataloğunda belirtilen soğuk ve sıcak boşluk değerleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

3.8. Valf Mekanizmasının Arızaları ve Belirtileri

Valf mekanizması arızaları genellikle motorda görülen güç kaybı ile belirti verir. Yüzey bozukluğu nedeniyle valf yuvası ile valf oturma yüzeyi arasında boşluk kalması silindirden kompresyon basıncı kaçağına neden olur. Bu durumda motor soğukken düzensiz ve sarsıntılı çalışır.

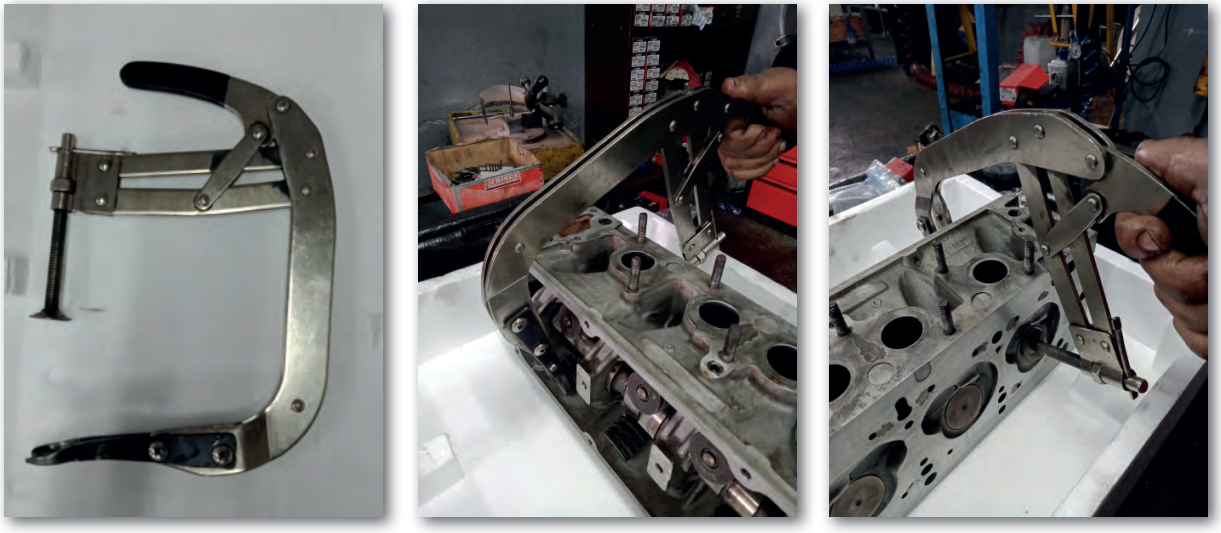
Motorda güç kaybı ile kendini gösteren bir başka valf arızası da valf yaylarındaki basıncın zamanla azalması yüzünden valflerin geç kapanmasıdır. Valf yaylarındaki basınç kaybı nedeniyle valfler yuvasına tam oturmaz ve kompresyon kaçağı meydana gelir.

Egzozda grimsi renkte duman gözlenmesi de valf arızalarından kaynaklanabilir. Valf lastiklerinin sertleşmesi, valf sapındaki yağlama yağının kılavuzla sap arasından yanma odasına kaçmasına ve dolayısıyla motorda yağ eksilmesine neden olur.

Motorun çalışması sırasında valf sesi duyulması, valf boşluk ayarının bozuk olduğunu gösterir. Valfler tam açılıp kapanmadığı için ses yapar.

3.9. Valflerin Sökülmesi

Valf yayı üzerine çektirme ile baskı uygulanarak önce tırnaklar, ardından yaylar ve son olarak da valfler çıkarılır. Valflerin bakım işlemleri yapıldıktan sonra valf yayları tekrar çektirme ile sıkıştırılarak tırnakların takılması sağlanır. Valf yayları kuvvetli motorlarda uzun kollu çektirmeler kullanılarak valfler sökülebilir (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: Valf çektirmesi ve kullanılışı

4.5. VALF AYARI YAPMA

Amaç: Valf ayarı yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Yıldız anahtar takımı		1 adet
Tornavida		1 adet
Lokma takımı		1 adet
Filer çakısı		1 adet

Uygulama Görselleri




Görsel 4.24: Valf ayarı ve filer çakısı kullanılışı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Külbütör kapağı çıkarılır. Ayarı yapılacak motorun ateşleme sırası 1-3-4-2 ve valf çalışma boşluğu 0,20 mm'dir
4. 1 numaralı silindiri senteye getirmek için krank şaft dönüş yönünde çevrilerek 4 numaralı silindirin valfleri valf overlepi (çakışması) durumuna getirilir.
5. 1 numaralı silindirin külbütör manivelalarının boşta olduğu kontrol edilir.
6. Külbütör manivelası üzerindeki ayar somunundan valf başı ile külbütör baskı manivelası arasındaki boşluk filer çakısı ile kontrol edilerek ayarlanır (Görsel 4.24).
7. Motor, dönüş yönünde 180° çevrilir. Ateşleme sırasına göre diğer silindirlerde de valf ayarı yapılır.
8. Valf boşluğu şimle ayarlanmış ise uygun kalınlıktaki şim takılarak ayar yapılmalıdır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	20	
3.	Valflerin ayar durumuna getirilmesi	30	
4.	Valf ayarının ölçüye uygun şekilde yapılması	10	
5.	Diğer silindirlerin valf ayarlarının yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

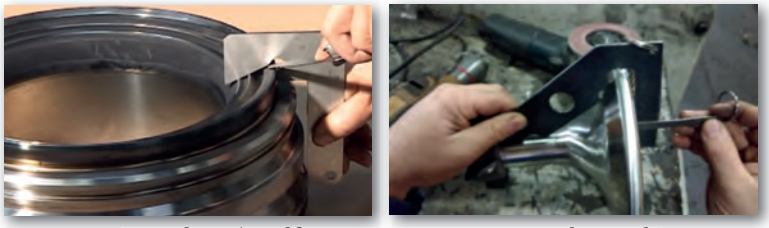
4.6. VALF VE SİTLERİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Valf ve sitlerin onarımlarını yapmak.

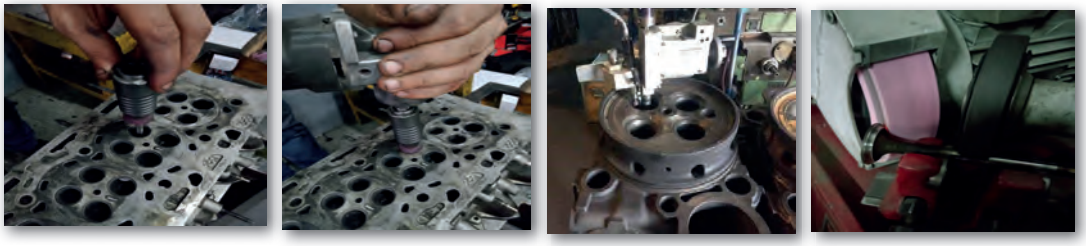
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Valf		1 adet
Sit		1 adet
Mastar	Metrik	1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.25: Valf ve sit oturma yüzeyinin kontrolü



Görsel 4.26: Valf siti ve valfin taşlanması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Valf ve sit oturma yüzeylerine mastar yerleştirilir. Mastar üzerinde tam olarak oturan yüzeylere dikkat edilmelidir (Görsel 4.25).
4. Mastar üzerinde bulunan sentil ile oturma yüzeyleri arasındaki boşluk ölçülür.
5. Görsel 4.26'da gösterilen yöntemlerle valf oturma yüzeyleri yenileştirilir. Büyük valflerde ölçü çok düşmüşse kaynakla doldurulur ve ölçüsüne uygun şekilde yenileştirilir.
6. Küçük kaverlerde sit, özel aparat ve pres yardımıyla çıkarılır. Büyük kaverlerde sitin kaver üzerinden çıkarılması için, sit üzerine demir kaynak edilir. Presle çıkarılır. Sit, yerine takılırken de azot gazı ile soğutulur ve büzüşmesi sağlanır. Kaver üzerindeki yerine oturtulur, sıcaklığı artınca yerine sıkı şekilde oturur.
7. Sıpındıl çapı kumpas ile ölçülür. Katalog değeri altında ise valf değiştirilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	30	
3.	Valf ve sit oturma yüzeylerinin kontrol edilmesi	30	
4.	Sıpındıl kalınlığının ölçülmesi	15	
5.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	15	
	TOPLAM	100	

4.7. VALF GAYITLARININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Valf gayıtlarının onarımlarını yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaver		1 adet
Çekiç ve çakma aparatı		1 adet
Yağdanlık		1 adet
Komparatör		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.27: Dört zamanlı motor valf gayıtı





Görsel 4.28: İki zamanlı motor valf gayıtı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kaver uygun bir sehpada sabitlenir ve değiştirilecek gaytın oturma yüzeyleri temizlenir.
4. Gayıtlar kaver yuvasından çekiç ve zımba yardımıyla çıkarılır ve yerine takılır (Görsel 4.27).
5. Gayıtın ucu bir miktar yağ ile yağlanarak geçme işlemi kolaylaştırılır. Gayıtların yerlerine tam oturduğuna emin olunur, gereksiz çekiç vurmaktan kaçınılır.
6. Gayıtları oturtulmuş ve valfleri takılmış olan kaver üzerindeki valf lastiğinin takılması gerekir.
7. İki zamanlı makinelerde valf kütüğü dağıtıldıktan sonra gayıt iç çapı kompratörle ölçülür ve katalog değeriyle karşılaştırılır. Yapılacak işlem kararlaştırılır.
8. Gayıtların iç ve dış o-ringleri yenisi ile değiştirilir ve takılırken yerinden çıkmamasına dikkat edilir (Görsel 4.28).
9. Kaver toplandıktan sonra yapılan su basınç testi ile o-ringlerde kaçak olup olmadığı kontrol edilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	20	
3.	Valf gayıtlarının yerlerinden sökülmesi	30	
4.	Gayıt kontrollerinin yapılması	15	
5.	Valf gayıtlarının yerlerine takılması	15	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

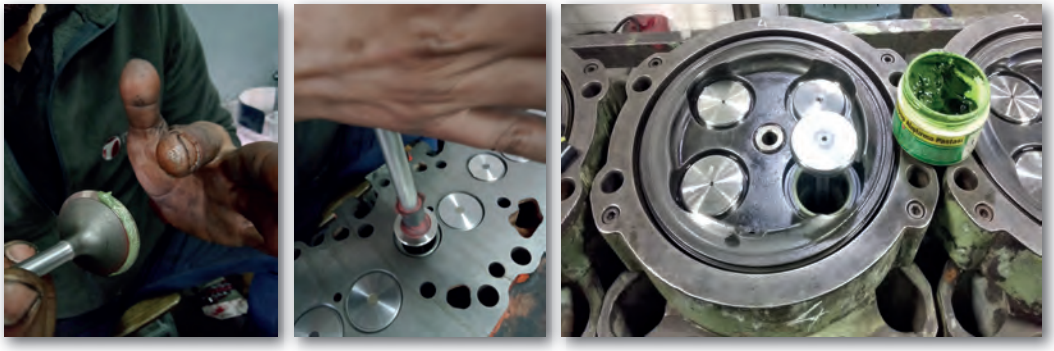
4.8. VALFLERİ ALIŞTIRMA

Amaç: Valfleri alıştırmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kaver		1 adet
Valf alıştırma aparatı		1 adet
Valf alıştırma macunu		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.29: Valf alıştırma aparatı ile alıştırma işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Alıştırılacak valfin oturma yüzeyleri temizlenmelidir.
4. Sit çok bozuk ise ilk önce kalın macun sürülerek yuva düzeltilmelidir. Daha sonra ince macunla alıştırma işlevine devam edilmelidir (Görsel 4.29).
5. Valf alıştırma aparatının lastiği valf tabla çapından küçük olmalıdır. Lastiğin valfi tutmadığı hâllerde lastiğin içi biraz ıslatılmalıdır.
6. Valf yuvaya yerleştirilir.
7. Valf bir sağa bir sola çevrilerek alıştırma macunu ezilir ve valf yuvasına iz yapması sağlanır.
8. İşlemden sonra macun kalıntıları iyice temizlenmeli, paslanmayı önlemek için yüzeyler hafif yağlanmalıdır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Valf alıştırması için uygun macun seçilmesi	30	
4.	Valfin yuvaya alıştırılması	30	
5.	Valf yuvasının kontrollerinin yapılması	10	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4. PİSTON MEKANİZMASI

Silindir içinde iki ölü nokta arasında hareket ederek zamanları meydana getiren, silindirin alt tarafında hareketli bir kapak vazifesi gören ve yanmış gaz basıncını konnektin rod yardımı ile krank şafta ileten mekanizmaya **piston biyel mekanizması** denir.
Görevlerinden bazıları şunlardır:

- Yanma odasını karterden veya skavenç mahallinden segmanlarla beraber sızdırmayacak şekilde ayırır.
- Silindire emilen havayı sıkıştırır; basınç ve sıcaklığını artırır.
- Yakıtın yanması ile oluşan işi konnektin rod veya piston rod, kroshed ve konnektin rod yardımı ile krank şafta iletir.
- Trank pistonlu motorlarda yan kuvvetin bir kısmını kendi üzerlerine alır.
- Soğutmaya yardım eder. Üzerlerine aldıkları ısının bir kısmını segmanlar yardımı soğutma suyuna iletir.
- İki zamanlı makinelerde egzoz ve süpürme portlarını açar ve kapatır.
- İki zamanlı makinelerde pistonun altı skavenç havası basıncını artırmak için süpürme pompası olarak görev yapar.

Dört ve iki zamanlı gemi makinelerinin pistondan krank şafta hareket iletimleri birbirinden farklı olduğu için piston mekanizması ve mekanizmayı oluşturan parçaların yapısı da birbirine göre farklılık gösterir.

4.1. Piston

Pistonlar sürekli olarak yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalır. Bu şartlar altında uzun süre boyunca yüksek hızda çalışmaları gerekir. Bu yüzden pistonların bu ağır çalışma şartlarına dayanıklı olması gerekir. Pistonlar, genellikle gri dökme demirden, yumuşak dökme çelikten, alüminyum alaşımından veya krom nikelli çeliklerden üretilir (Görsel 4.30).



Görsel 4.30: Piston



Görsel 4.31: İki parçalı güçlendirilmiş piston

Piston başı yanma odasının alt yüzeyini oluşturur. Bu nedenle piston, yanma zamanında meydana gelen yüksek sıcaklığa ve basınca maruz kalır. Bu ısı ve basınç karşısında şekil değiştirmeden, sıkışıp kaynamadan dayanabilmesi için pistonun yeteri kadar ağır ve kalın malzemeden yapılması gerekir. Fakat pistonun çok ağır olması krank şafta fazla yük bindirir. Bu nedenle sadece pistonun yüksek ısı ile karşılaşan üst kısmının ısıya ve basınca dayanıklı özel çelik malzemeden yapılması ile piston hafifletilebilmektedir (Görsel 4.31).

4.1.1. Piston Çeşitleri

Silindir içerisinde iki tip piston kullanılır.

- **Barıl Piston**

  Barıl pistonlar, iki zamanlı makinelerde kullanılır. Piston, cıvata veya somunlar aracılığı ile piston roda bağlıdır. Piston rod krank şafta ise kroşed mekanizması ve konnektin rod (connecting rod) aracılığı ile bağlanır (Görsel 4.32).

- **Trank Piston**

  Trank pistonlar, dört zamanlı makinelerde kullanılır. Trank piston, gacın pin ve konnektin rod vasıtasıyla doğrudan krank şafta bağlanır. Konnektin rod piston üzerinde salınım hareketi gerçekleştirerek krank şaftta dairesel hareket meydana getirir. Gemilerde elektrik enerjisi üretmek için kullanılan jeneratörler, acil durum (emergency) dizelleri, küçük tonajlı koster tarzı gemilerin yaklaşık dört bin beygir gücüne kadar olan makineleri ve makine dairesi yüksekliği az olan RO-RO ve feribot gibi gemilerde kullanılan ana makineler, trank pistonludur.

  Trank pistonlar; dökme demir, dökme çelik, alüminyum veya özel alaşımlardan üretilir. Trank pistonlar üzerinde kompresyon ve yağ segmanlarını taşımak üzere segman kanalları bulunur. Kompresyonu sağlayan segmanlar, pistonların üst taraflarında veya piston kafasına doğru; yağ segmanları ise pistonların eteklerine yerleştirilmişlerdir (Görsel 4.33).



Görsel 4.32: Barıl piston





Görsel 4.33: Trank piston

4.2. Segman (Ring)

Segman (ring) adı verilen dairesel çemberler, yanma odasında oluşabilecek gaz kaçaklarını ve bunun yol açacağı ısı ve basınç kayıplarını önlemek için piston gövdesine açılmış kanallara geçirilir. Segmanların iki ucu da açıktır. Serbest durumdayken çapları silindir çapından büyüktür. Segman, açık olan uçları birbirine yaklaştırılarak piston üzerindeki kanallara geçirilip silindire yerleştirilir (Görsel 4.34). Esnek oldukları için silindir duvarına bir miktar basınç uygulayan segmanlar, bu sayede piston ile silindiri arasında kompresyon kaçağı olmasını engeller. Segman ile yuvası arasına yay şeklinde bir çember konularak segmanın silindir duvarına uyguladığı basınç artırılabilir. Bu işlem genellikle yağ segmanları gibi daha fazla sızdırmazlık istenilen segmanlarda uygulanır.

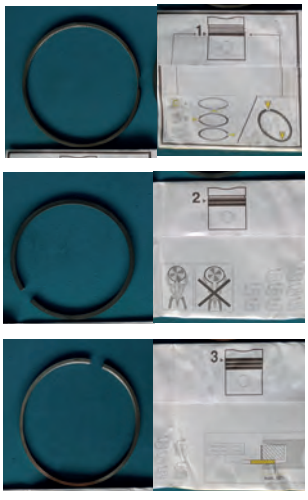
Silindir ve segmanlar, zamanla aşındığı için sızdırmazlık ve yağ sıyırma görevini tam olarak yapamaz ve motor yağ yakmaya başlar. Bu durum kendisini motorda kompresyon ve güç azalması, egzozda ise mavi duman gözlenmesi şeklinde gösterir.



Ateş Segmanı
- Yanma odasını sızdırmazlığını sağlar.
- Sıcaklığa basınca ve korozyona dayanıklı olmalıdır.
- Sertleştirilmiş, kromlu gri dökme demirden imal edilir.

Kompresyon Segmanı
- Yağ kaçağını önler sızdırmazlığı sağlar.
- Genellikle konik şekilde dökme demirden imal edilir.

Yağ Segmanı
- Yağın yukarı akışını önler.
- Gri dökme demirden veya işlenmiş çelikten yapılır.



Görsel4.34: Piston üzerindeki segmanların özellikleri

Bu arızalar gözlenirse gerekli bakım ve onarım işlemlerinin yapılması gerekir. İlk olarak pistonlar sökülür ve segman yuvaları ile yağ segman yuvalarındaki yağ akıtma delikleri iyice temizlenir. Segman, yuvası içinde döndürülür; rahat hareket edip etmediği kontrol edilir. Segmanın yuvasında rahat hareket etmesini engelleyen çapak veya çentikler varsa bunlar ince bir eğe ile temizlenir. Segman yan boşluğu kontrol edilip değerler motor bakım ve onarım kataloğundaki değerlerle karşılaştırılır. Yan boşluklar katalogda belirtilen değerlerden fazla ise yani piston segman yuvaları fazlaca aşınmışsa segmanlar, yuva içerisinde aşırı hareket ederek yanma odasına yağ kaçırır. Motor yağ yakar ve güç kaybı oluşur. Bu yüzden fazla aşınan pistonlar onarılmalı veya değiştirilmelidir.

4.3. Piston Pimi (Gacın Pin)

Piston pimi, dört zamanlı motorlarda piston ile konnektin rodu mafsallı olarak birbirine bağlayarak pistonda oluşan basıncın krank şafta iletilmesini sağlar. Basınca ve aşınmaya dayanıklı alaşımlı çelikten üretilir. Pim yüzeyi, aşınmaya karşı direncinin artması için ısıl işlemlerle sertleştirilir. İçinde çalıştığı yatağın yağlanmasını sağlamak için üzerinde kanallar bulunur. Piston pimi, pistonda veya konnektin rodda sıkı bağlanabilir; ancak bunlardan en azından bir tanesinde serbest bağlanması gerekir. Her ikisine birden serbest bağlanması ise daha çok tercih edilen bağlantı şeklidir (Görsel 4.35).



Görsel 4.35: Piston ve piston pimi

4.4. Konnektin Rod (Piston Kolu)

Pistondan gelen doğrusal hareketi krank şafta iletir. Konnektin rodun bir ucu krank şafta, diğer ucu trank pistonlarda piston pimine, barıl pistonlarda kroşete bağlanır. Konnektin rod dövme çelikten üretilir. Böylece hem eksenel hareket yapan kütlelerin atalet kuvvetlerinden kaynaklanan basma gerilmesine hem de dairesel hareketten kaynaklanan merkezkaç kuvvetlerine karşı koyması sağlanır. Yatakların yağlanması için gövdesinin içerisine yağ kanalı yapılmıştır.

Trank pistonlu konnektin rodun gacın pim tarafında burç bulunur. Burçlar genellikle sert bronzdan tek parça hâlinde üretilir ve yerlerine basınçla geçirilir. Konnektin rodun alt tarafı krank pine genellikle iki ve bazen üç parçalı bir yatakla bağlanır. Pistonları krank şafta bağladıkları için konnektin rodların büyük taraflarında bulunan bu yataklara krank pin veya kol yatağı denir (Görsel 4.36).



Görsel 4.36: Trank pistonlu makinelerdeki konnektin rod

4.5. Piston Rod

Pistonun hareketini kroşed mekanizmasına ileten özel çelik alaşımından yapılmış silindirik parçadır. Bir ucu pistona cıvata veya somunla bağlanır. Diğer ucu kroşed mekanizmasına yataklandırılır. Silindir içinde doğrusal hareket yapar. Skavenç bölgesi ile karter bölgesi arasında basınç ve yağ sızdırmazlığını sağlayabilmek için salmastra kutusu (stuffin box) içinde hareket eder. Devamlı sürtünmeye maruz kaldığı için zamanla aşınır. Makine bakım ve onarımlarında salmastra kutusu bakımı yapılır ve piston rod çapı kontrol edilir (Görsel 4.37).

4.6. Kroşed Mekanizması

Kroşed itme kuvvetini piston roddan alıp konnektin roda iletir. Piston rod, sadece doğrusal hareket ettiği için meyil açısı oluşmaz ve laynere (liner) aşındırıcı kuvvet binmez. Kroşedle konnektin rod arasında oluşan meyil açısı, slipır ve gaytlar yardımı ile freyme iletilir. Kroşed, gayıtlar üzerinde çalışan slipır sayesinde eksenel hareket eder. Gayıt ve slipırın üzeri (white) metalle kaplıdır ve kroşed yağ kanalları ile yağlanır. Gayıtlar freym üzerine yerleştirilmiştir. Slipıra yataklık eden gayıtlar freym üzerinde yer alır ve slipırdan aldıkları yanal hareketi freyme aktarırlar. . Konnektin rodun üst ucu ise flanş şeklindedir ve yataklar yardımı ile kroşede bağlanır. Görsel 4. 37'da kroşed, kroşed yatakları, slipır ve konnektin rodun slipıra bağlanması yer almaktadır.



Görsel 4.37: Kroşed mekanizması, piston rod ve salmastra kutusu

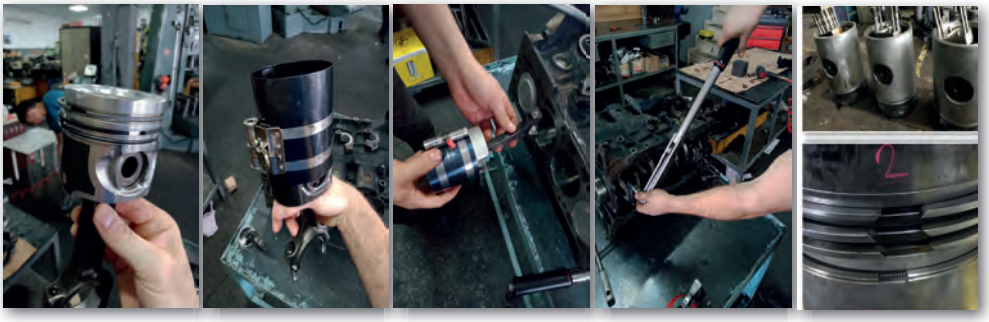
4.9. PİSTON BİYEL MEKANİZMASININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Piston biyel mekanizmasını sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Piston segman bandı		1 adet
Çekiç	Plastik	1 adet
Allen anahtar takımı		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Kumpas	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.38: Pistonu sökme ve takma aşamaları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kaver ve karter (bed plate) sökülerek piston-biyel mekanizması çıkarılmaya hazır hâle getirilir.
4. Pistonu krank şafta bağlayan konnektin rodun kep somunları sökülür, piston caraskal yardımıyla üstten çekilir.
5. Gerekli kontrolleri ve bakımı yapılan pistonlar Görsel 4.38'de olduğu gibi segman ağız aralıkları üst üste gelmeyecek şekilde ayarlanır.
6. Piston segman bandı Görsel 4.38'de olduğu gibi uygun allen anahtarı ile sıkılır ve bu sayede piston laynere girebilecek hale getirilir.
7. Görsel 4.38'de olduğu gibi sırasıyla laynerlere yerleştirilir, krank şaft kol yataklarının bağlantıları torkmetre ile katalogda belirtilen torkta sıkılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	25	
3.	Piston-biyel mekanizmasının sökülmesi	25	
4.	Piston-biyel mekanizmasının takılması	15	
5.	Cıvataların sıkma değerlerine uygun takılması	15	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

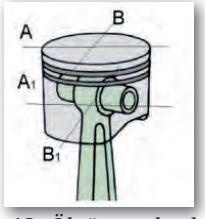
4.10. PİSTON KONTROLLERİNİ YAPMA

Amaç: Piston kontrollerini yapmak.

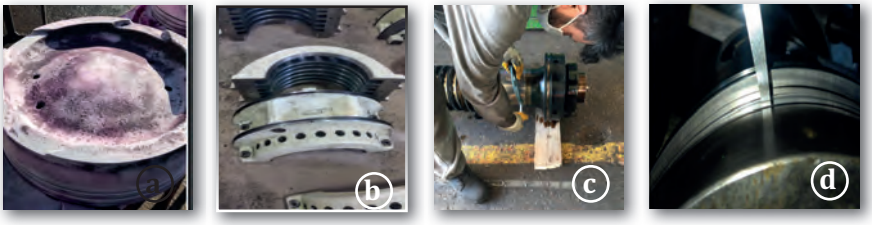
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Piston		1 adet
Çatlak kontrol spreyi		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Kumpas	Metrik	1 adet
Filer çakısı		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 4.42: Ölçüm noktaları



Görsel 4.39: Piston kontrolleri

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24415

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Aşağıdaki uygulamalar sırayla yapılır.

a) Pistonda ovallik ve koniklik kontrolü yapılması

1. Pistonda Görsel 4.39.a'da gösterilen noktalardan mikrometre yardımıyla ovallik ve koniklik ölçümleri yapılır.
   Silindirde aynı noktada, birbirinden 90° farklı iki eksen arasındaki ölçü farkına **ovallik** denir.
   Pistonda koniklik: Silindirde aynı yönde iki değişik eksen arasındaki ölçü farkına **koniklik** denir.
2. Ölçüm sonuçları katalog değerleri ile karşılaştırılarak piston onarımı veya değişimine karar verilir.

b) Pistonda çatlaklık testi yapılması

1. Piston, çatlak kontrol spreyi ile teste tabi tutulur (Görsel 4.39.b).
2. Piston kafasında çatlaklık tespit edilirse kaynakla doldurularak ölçüsünde işlenir.

c) Piston rod ve salmastra kutusu kontrolü yapılması

1. Piston rod mikrometre ile ölçülerek katalog değerleri ile karşılaştırılır (Görsel 4.39.d).
2. Salmastra kutusu (Stuffin box) söküldükten kontrolleri yapılır. Mikrometre ile kalınlıkları ölçülür. Bakımı yapılıp yayları değiştirildikten sonra yerine takılır (Görsel 4.39.c).

d) Segman yuvalarının kontrol edilmesi

Kanala yeni segman takılarak segman kanalı ile segman arasındaki boşluklar sentil yardımıyla ölçülür. Bulunan değerler katalog değerleri ile karşılaştırılır ve yapılacak işlem belirlenir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Pistonda ovallik ve koniklik kontrolünün yapılması	20	
3.	Piston, konnektin rod ve piston rodda çatlaklık testinin yapılması	20	
4.	Salmastra kutusu kontrolünün yapılması	20	
5.	Segman yuvalarının kontrolünün yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

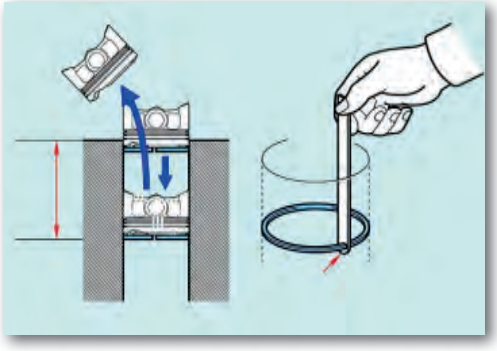
4.11. SEGMANLARIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Segmanları sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

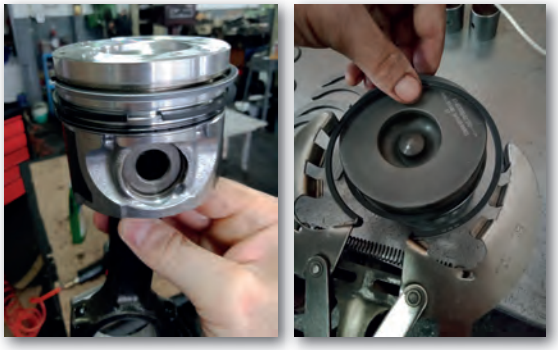
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Piston		1 adet
Segman pensesi		1 adet
Filer çakısı		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 4.4: Segman ağız aralığının kontrolü



Görsel 4.40: Piston üzerindeki segmanların sökülmesi ve takılması

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24416

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Segmanlar, kendi silindirlerinin en dar yerinde, başka bir deyişle piston AÖN'de iken segmanların karşılaştığı silindir cidarında, ağız aralıkları kontrol edilir. Segman ağız aralığı, fabrika değerine uygun olmalıdır (Şekil 4.4).
4. Piston üzerindeki segmanlar, sırasıyla ateş segmanı, kompresyon segmanı ve yağ segmanı şeklinde, üstten aşağıya doğru segman pensesi yardımıyla çıkarılır (Görsel 4.40).
5. Segman pensesinin ağız aralığı segmanlara zarar vermemek için fazla açılmamalıdır.
6. Segman, ağız aralıkları segman yuvalarından kurtulacak kadar açıldıktan sonra yavaşça çıkarılır.
7. Kontrolleri yapılan segmanlar, gerekli görülürse değiştirilerek segman pensesi yardımıyla piston üzerindeki yerlerine sırasıyla takılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Segmanların piston üzerinden sökülmesi	20	
4.	Segman kontrollerinin yapılması	30	
5.	Segmanların piston üzerine takılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4.12. PİSTON PİMİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Piston pimini sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Piston		1 adet
Segman pensesi		1 adet
Komparatör		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Çekiç	Plastik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.41: Piston pimini sökme ve takma

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24417

İşlem Basamakları

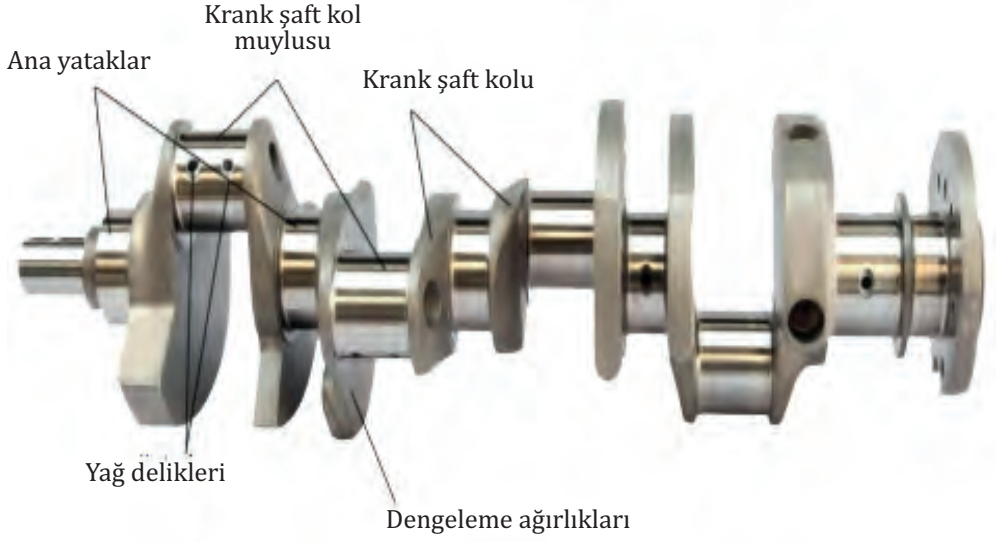
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Piston pimi iki tarafından da segman ile yerine takılır (Görsel 4.41). Bazı piston pimleri konnektin rodda sıkı olabilir. Piston pimini sökme ve takmada baskı uygulanmalıdır.
4. Segman pensesi kullanılarak segmanlar çıkartılır. Piston pimi plastik tokmak yardımıyla sökülür.
5. Pim, piston pim yuvası ve konnektin rod pim yuvası ölçüleri mikrometre ve komparatör yardımıyla ölçülür. Aralarındaki yağ boşlukları hesaplanır. Katalog değerleri ile karşılaştırılarak yapılacak işlem belirlenir.
6. Onarımı yapılan piston pimi yağ kanallarının açık olduğu kontrol edildikten sonra yerine takılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Piston piminin sökülmesi	20	
4.	Piston pimi kontrollerinin yapılması	30	
5.	Piston piminin takılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5. KRANK ŞAFT

Yanma basıncı etkisiyle pistonda oluşan doğrusal hareket konnektin rod aracılığıyla krank şafta iletilir. Krank şaft bu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirerek gemi pervanesine veya elektrik enerjisi üreten jeneratör veya alternatörlere aktarır. Görsel 4.42'de krank şaftın kısımları görülmektedir.



Görsel 4.42: Krank şaftın kısımları

Krank şaft, özel çelik alaşımlarından dövülerek veya dökülerek üretilir ve seri tornalama işlemiyle biçimlendirilir. Daha sonra muylu yüzeyleri; aşınma, burulma ve eğilmeye karşı daha dayanıklı hâle getirilmek için ısıl işlemlerle sertleştirilir. Ardından muylular taşlanarak standart ölçülerine getirilir ve parlatılır.

Motorun silindir sayısı, motor gücü ve modeline göre krank şafttaki ana muylular ve kol muylularının sayısı, çapları ve genişlikleri değişiklik gösterir.

Kol muylularının karşısına yerleştirilen karşı ağırlıklar, biyel muylularında meydana gelen merkezkaç kuvvetleri dengelemeye yarar.

Krank şaftın iki ucunda birer ana muylu yer alır. Orta kısmında ise motorun modeline ve silindir sayısına göre bir veya birden çok ana yatak muylusu bulunabilir.

Kol yatakları basınçlı yağla yağlanan motorlarda, ana muylulardan kol muylularına yağ gönderilmesini sağlayan çapraz yağ delikleri vardır.

4.13. KRANK KASNAĞI SÖKME VE TAKMA

Amaç: Krank kasnağını sökmek ve takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma Takımı		1 adet
Tornavida	Düz	1 adet
Levye		1 adet
Çektirme takımı		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.43: Krank kasnağı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Motordaki krank kasnağa bağlı kayışın gergi mekanizmasından boşa çıkartılır.
4. Kasnakla bağlantısı kesilen kayış alınır.
5. Kasnak cıvatası uygun lokma ve kolu yardımıyla gevşetilir.
6. Çektirme kullanarak kasnak çıkartılır (Görsel 4.43).
7. Kasnak takılması için tırnak veya kaması uygun şekilde takılıp sıkılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	20	
3.	Triger kayışının sökülmesi	20	
4.	Kasnağın uygun aletlerle sökülmesi	20	
5.	Kasnağın işaretlere uygun yerine takılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

4.14. KRANK ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Krank şaftı sökmek ve takmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Torkmetre		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.44: Krank şaftın sökülmesi ve takılması



Görsel 4.45: Krank şaft kep ve yatakları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Krank şaft sökülmeden önce krank kepleri üzerindeki işaretlerin motor blokunun hangi tarafına geldiğine dikkat edilmelidir.
4. Krank şaft kep cıvatalarını sökmek için mafsallı kol kullanılır. Sökülen keplerin yerleri karıştırılmamalıdır (Görsel 4.44). Kepler karıştırılsa krank şaft dönmeyebilir.
5. Krank şaft yatak üzerinden alınır. Yataklar sökülürken yataklarda çizik ve aşıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir (Görsel 4.45).
6. Krank şaft muyluları zarar görmemeleri için uygun V yatakları üzerine yerleştirilir. Büyük krank şaftların eğilmesini önlemek için kollar arasına aparat konulur.
7. Yataklar ve muylular ince bir film tabakası oluşturacak şekilde yağlanır.
8. Krank şafttan önce yataklar, blok üzerindeki yuvalarına yerleri karıştırılmadan takılır. Yataklar takılırken yuvaların üzerinde toz ve pislik olmamasına, yatakların yerinden kaymamasına ve yatak üzerindeki tırnakların yuvalarına tam oturmasına dikkat edilir.
9. Ana yatak kepleri de yatakları yerleştirilmeden önce yağlanır. Yatakların tırnak yuvalarına tam oturmasına dikkat edilir.
10. Ana yatak cıvataları, torkmetre ile katalogda önerilen değerde kademeli olarak sıkılır. Her ana yatak kep bağlantısı yapıldıktan sonra krank mili mutlaka döndürülür.

Not: Görsel 4.45'te gösterilen dört zamanlı bir ana makineye ait krank şaft overhol işlemidir. Günlerce süren bir çalışmayla blok yerinden kaldırılarak ve krank şaft sökülür ve takılır. İki zamanlı bir ana makineye ait krank şaftta overhole ihtiyaç duyulduğunda kol yataklarına pistonlar çekildiği takdirde her yerde işlem yapılabilir. Fakat ana yatakların değişimi veya krank şaftın çıkarılması işlemi, tersanede gemi kesilerek yapılabilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Krank şaftın işaretlere, kurallara uygun şekilde sökülmesi	20	
4.	Krank şaft yatak ve keplerinin silindirlere göre işaretlenmesi	10	
5.	Krank şaft yataklarının kurallara uygun şekilde takılması	20	
6.	Krank şaftın işaretlere, kurallara uygun şekilde takılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

4.15. KRANK ŞAFT DEFLEKŞIN KONTROLÜNÜ YAPMA

Amaç: Krank şaftın atölye ve makine üzerinde deflekşın kontrolünü yapmak.

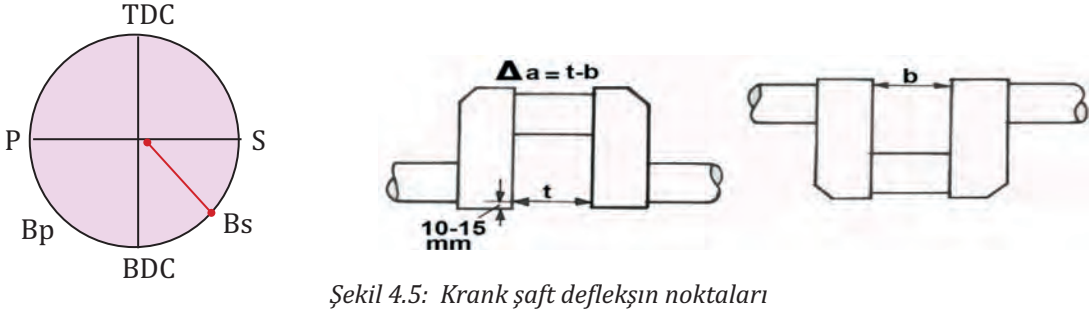
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Krank şaft		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Komparatör	Metrik	1 adet
Manyetik komparatör ayağı		1 adet
Torna veya V yatağı		1 adet

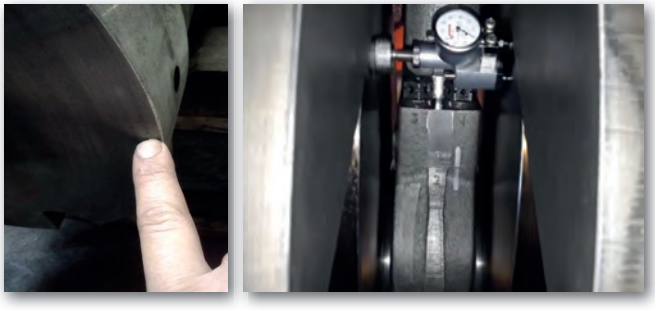
Uygulama Görselleri



Görsel 4.46: Komparatör ile eğiklik ölçümü



Şekil 4.5: Krank şaft deflekşın noktaları



Görsel 4.47: Krank şaft deflekşın ölçümü

Not: Krank şaftın zıt iki durumunda, krank kollarının iç yüzeyleri arasındaki mesafe farklarına deflekşın veya veb deplasmanı adı verilir. Bu başka bir deyişle krank şaftın eğiklik ölçümüdür. Deflekşın kontrolü, atölye şartlarına alınabilen krank şaftlarda yapılabileceği gibi ana makinelerde krank şaft sökülmeden de yapılabilir. Deflekşın hem makinenin sökülmesi sırasında veya krank pin yatağı yerinden çıkarıldığında hem de krank şaft yerine yerleştirilirken ölçülür. Gemi makinistinin belirli dönemlerde deflekşın alması gerekir.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24423

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Aşağıdaki uygulamalar sırayla yapılır.

a) Krank şaftın eğiklik kontrolünün (atölye şartlarında) yapılması

1. Ölçülecek krank şaft muyluları temizlenir.
2. Krank şaft iki hassas V yatağı veya tornada ayna ve punta arasına yerleştirilir (Görsel 4.46).
3. Eğiklik kontrolü, krank şaft ortasındaki ana yatak muylusundan yapılır (Görsel 4.46).
4. Eğiklik kontrolü için manyetik ayaklı komparatör saati kullanılır. Muyluya komparatör saati temas ettirildikten sonra krank şaft el ile yavaş yavaş bir tam tur döndürülür. Komparatör saatinin en çok sapma yaptığı değer kam şaftın eğiklik değeridir.
5. Bulunan değer katalog değeri ile karşılaştırılarak yapılacak işlem belirlenir.

b) Krank şaft deflekşın kontrolünün (makine üzerinde) yapılması

1. Deflekşın saati, veblerin üzerinde bulunan noktalar arasına yerleştirilir ve Bp pozisyonunda sıfırlanır (Görsel 4.47).
2. Krank şaft tornaçark yapılarak makine kataloğunda belirtilen ve tabloda verilen pozisyonlara getirilir (Şekil 4.5). Bu pozisyonlar volan üzerinden izlenir (Görsel 4.47).
3. Her pozisyonda saat üzerindeki sapmalar okunarak aşağıdaki tablodaki yerlerine yazılır ve işlem sonunda hesaplamalar yapılır (Tablo 4.1). Bulunan değerler katalog değerleri ile karşılaştırılarak yapılacak işlem belirlenir. Bu sapmalar makine laynının bozukluğundan kaynaklanabileceği gibi yatak aşıntılarından da kaynaklanabilir.

Tablo 4.1: Krank pozisyonu ve ölçü tablosu

Krank pozisyonu (crank positions)	Okunan ölçü (readings)- mm
Bp (Bottom port)	0
P (Port)	0,05
T (TDC)	0,06
S (Starboard)	-0,1
Bs (Bottom starboard)	0,06
B= (Bp+Bs)/2	0,03
P-S	0,15

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Krank şaft ölçümleri yapılırken uygun ölçü aletlerinin kullanılması	10	
3.	Krank şaft eğikliğinin atölye şartlarında ölçülmesi	30	
4.	Krank şaft deflekşın kontrolünün makine üzerinde yapılması	30	
5.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4.16. KRANK ŞAFT EKSENEL GEZİNTİSİNİ ÖLÇME

Amaç: Krank şaftın eksenel gezintisini ölçmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Krank şaft		1 adet
Komparatör		1 adet
Manyetik komparatör ayağı		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.48: Krank şaft eksenel gezinti ölçme işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Eksenel gezinti kontrolü, krank şaft motordaki yerine takıldıktan ve kepleri torkunda sıkıldıktan sonra yapılmalıdır.
4. Krank şaftın ön ucuna bir komparatör saati yerleştirilerek kam şaft eksenine paralel (eksenel) hareket ettirilir. Krank şaftın eksenel gezinti değeri komparatör saatinden okunur (Görsel 4.48).
5. Krank şaftın eksenel gezintisini ayarlayan srast yatağı kalınlığı mikrometre ile ölçülür. Standart ölçüsüne göre aşınma miktarı bulunur.
6. Gezinti miktarı ve srast yatağı kalınlıklarına göre yapılacak işleme karar verilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Manyetik ayağın doğru bağlanması	20	
4.	Krank şaft eksenel gezintisinin ölçülmesi	25	
5.	Srast yatağının ölçülmesi ve sonucun değerlendirilmesi	25	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4.17. KRANK ŞAFT ANA VE KOL MUYLU VE YATAKLARININ KONTROLÜ VE YENİLEŞTİRİLMESİ

Amaç: Ana ve kol yataklarını kontrol ederek yenileştirmek.

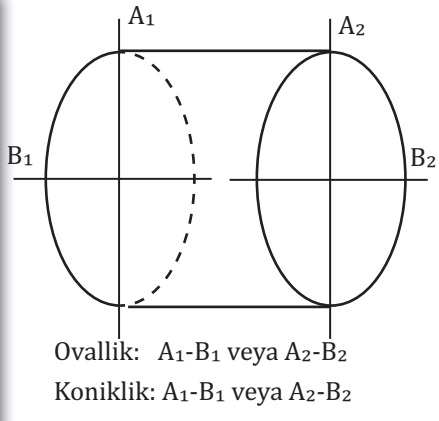
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Krank şaft		1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Kumpas	Metrik	1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Torkmetre		1 adet
Sentil	Metrik	1 adet

Uygulama Görselleri







Ovallik: A_1-B_1 veya A_2-B_2

Koniklik: A_1-B_1 veya A_2-B_2

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28046

Görsel 4.49: Taşlama tezgâhında komparatör ile muylu ölçümü





Görsel 4.50: Biyel kol muylusu ölçümü, krank ana muylusunun aşındırmış olduğu alt ve üst kusunet yataklar





Görsel 4.51:Yatak kalınlıklarını ve ana yatak yağ boşluğunu ölçmek

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Ölçülecek krank şaft muyluları temizlenir.
4. Krank şaft muylularına uygun mikrometre seçilir.
5. Muylularda aşıntı ve ovalliklerin bulunabilmesi için birbirine dik iki eksenden (A ve B eksenleri) ölçü alınır. Muylu ovalliği, A ve B eksenlerinden alınan ölçülerin farkına eşittir (Görsel 4.49).

   Muylu ovalliği= A–B

6. Komparatör ile muylu aşıntı kontrolü taşlama tezgâhında yapılacak ise komparatör ayağıyla birlikte bağlanan komparatörün sıfırlanması gerekir. Krank şaft döndürüldüğünde komparatör ibresinde oluşan en büyük fark muylu ovalliğini gösterir. Tespit edilen ovallik ve koniklik katalog değerlerinden fazla ise ana ve konnektin rod muyluları kurtarabileceği standarttan küçük ölçüye taşlanır (Görsel 4.50).
7. Muylularda aşıntı katalog değerini geçmiyor ve muylu yüzeylerinde derin çizikler yoksa muylular, yağ taşı ile honlanır, ardından parlatma fitili ile parlatılır. Muylular düzgün aşınmışsa veya muylulardaki koniklik ve ovallik miktarı katalog değerlerini aşmıyorsa muylular taşlanmaz.Bu durumda standarttan küçük yatak kullanılır. Bu yataklar takıldığında farklı bir yatağın oluşturduğu yağ boşluğu, standart yağ boşluğundan fazla olmamalıdır (Görsel 4.51).
8. Ana ve kol yatakları makine üzerinde veya makine söküldükten sonra değiştirilebilir.
9. Ana makinelerde ana yatakların boşlukları sentille kontrol edilir. Yapılacak işlem katalog değerlerine göre belirlenir. Ana yatak değişimi zor ve zahmetli bir iştir. Bu yüzden sadece zorunlu durumlarda krank şaft ana yataklarına müdahale edilir.
10. Yataklar değiştirilmeden önce yatak arızasının neden kaynaklandığı belirlenmelidir. Arıza nedeni tespit edilmezse yeni takılacak yatak da arızalanır. Yatak kalınlıkları mikrometre ile ölçülere kaşıntı miktarı bulunur. Katalog değeri ile karşılaştırılarak yapılacak işlem belirlenir.
11. Yataklar değiştirilmeden önce muylular elle ve gözle kontrol edilmeli, varsa çapaklar ve derin çizikler giderilmelidir.
12. Yataklar takılırken temizliğe gereken özen gösterilmelidir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Krank şaft muylularında ovallik ve koniklik ölçümlerinin yapılması	25	
4.	Konnektin rod iç çapının ölçülerek yağ boşluklarının hesaplanması	25	
5.	Ana yatak kontrollerinin yapılması	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

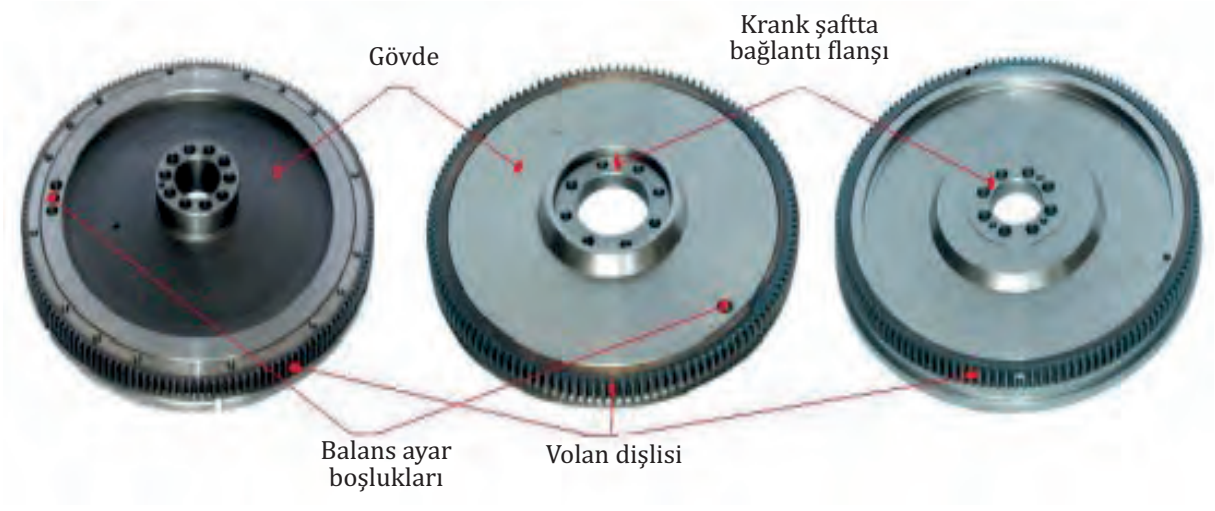
.....

.....

.....

6. VOLAN

Motorun dış kısmından görülebilen, dairesel hareket yapan parçasıdır. Buradan sonra artık faydalı iş elde edilir. Motorun tipine göre hareket, pervaneye ya direk ya da dişli kutusu aracılığıyla iletilir. Krank şaftın ucundaki flanşa cıvatalarla bağlanır. Volanın ve krank şaftın balans ayarı birlikte döndüklerinden beraber yapılır (Görsel 4.52).



Görsel 4.52: Çeşitli volan tipleri

Volanın başlıca görevleri şunlardır:

- Özellikle silindir sayısı az olan dört zamanlı motorlarda her devirde bir iş yapılmadığı için ölü noktaların aşılması zor olur ve hız değişimleri oluşur. Volanın ağırlığı nedeniyle oluşan atalet kuvveti, pistonun ölü noktaları kolayca aşmasını ve hız değişimlerinin belirli sınırlarda tutulmasını sağlar.
- Yükün anlık değişimi sırasında makine hızının geçici olarak düşmesini ve yükselmesini sağlar.
- Yüksek devirli ve marş motorlu makinelerde, çevresindeki dişli ile birlikte ilk hareketi sağlar. Gemi makinelerinde ilk hareket, havanın basınçlı bir şekilde silindirlerin içine verilmesiyle sağlanır. Bu en çok bilinen yöntemdir. Günümüzde gemi makinelerinde ilk hareket volan dişlileri ile karşılaşan pnömatik motor aracılığıyla da verilebilmektedir. Bu şekilde makine üzerinde ilk hareket sistemi kaldırılarak daha basit bir yapı sağlanır.
- Çevresinde bulunan işaretlerle piston konumları belirlenerek motor ayarlarının yapılmasına yardımcı olur.
- Torna çark kolla veya elektrik motoru yardımıyla volan dişlileri üzerinden yapılır.

Çapı yaklaşık 2500 mm'den küçük olan volanlar dökme demirden ve tek parça hâlinde üretilir. Çapı 2500 mm'den büyük olanlar ise iki parça olarak üretilir. Sağlam bir taşıma sağlamak ve titreşime engel olmak için volan göbeğinin boyutu, bağlandığı şaft çapından en az 1,5 kat fazla olması gerekir.

6.1. Volanda Yapılan Kontroller

Kavrama ve sürtünme yüzeyi görevi yaptığı için volanın arka yüzeyinde aşınma, çizilme veya kayma sonucu oluşan yüksek sıcaklık nedeniyle sertleşme ve çatlamalar görülebilir. İlk hareket sırasında kavraşan volan ve marş motoru dişlilerinde kırılma ve aşınmalar meydana gelir. Sürtünme yüzeyi fazla aşınmış, çizilmiş veya çatlamış ise yüzey taşlanmalıdır (Görsel 4.53).



Görsel 4.53: Volanın ön yüzeyinin torna tezgâhında tornalam işlemi

6.2. Titreşim Damperi

Titreşim damperinin görevi, makinenin çalışması esnasında oluşan darbe ve titreşimlerin dişli kutusu ve pervaneye iletilmesini önlemektir. Üzerinde bulunan yaylar yardımıyla bu titreşimleri sönümler. Krank şaftın hareketi titreşim damperinin göbeğine verilir. Yaylar aracılığıyla da volana ve hareket iletim mekanizmasına iletilir. Katalogda belirtilen bakım periyotlarına göre titreşim damperi sökülerek bakım ve onarımları yapılır (Görsel 4.54).



Görsel 4.54: Titreşim damperi

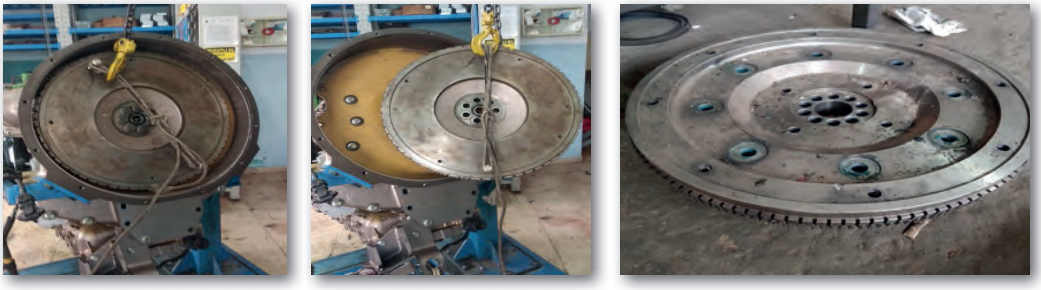
4.18. VOLANIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA

Amaç: Volanı sökmek, takmak ve kontrollerini yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Motor		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Torkmetre		1 adet
Komparatör	Metrik	1 adet
Mikrometre	Metrik	1 adet
Çatlak kontrol spreyi		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 4.55: Volan

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Volanın yerine aynı pozisyonda takılabilmesi için sökülmeden önce volan ile krank şaft bağlantısı arasına işaret konur.
4. Volan caraskal yardımıyla bağlanarak güvenli hale getirilir.
5. Volan cıvataları sırasıyla gevşetilir ve volan dikkatli bir şekilde bağlandığı flanştan alınır (Görsel 4.55).
6. Volan üzerinde çatlaklık kontrol spreyi yardımıyla daha önceki uygulamalarda gösterilen çatlaklık kontrolü yapılır.
7. Volanın yatak ölçüleri, komparatör ve mikrometre yardımıyla ölçülerek aşıntı miktarı tespit edilir. Tespit edilen ölçüler, katalog değerleri ile karşılaştırılarak yapılacak işleme karar verilir.
8. Onarımı tamamlanan volan, sökme sırasında konulan işarete denk getirilerek flanşa yerleştirilir ve cıvataların boşluğunu alınır.
9. Cıvatalar katalog değerlerine uygun bir şekilde torkmetreyle sıkılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Volanın güvenli şekilde sökülmesi	20	
4.	Volan çatlaklık kontrolünün yapılması	20	
5.	Volan yataklarının kontrolünün yapılması	10	
6.	Volanın güvenli şekilde takılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5.
ÖĞRENME
BİRİMİ

PERVANE VE ŞAFT



1. DEVİR DÜŞÜRÜCÜLER
2. STERN TÜP
3. PERVANE VE ŞAFT

1. DEVİR DÜŞÜRÜCÜLER

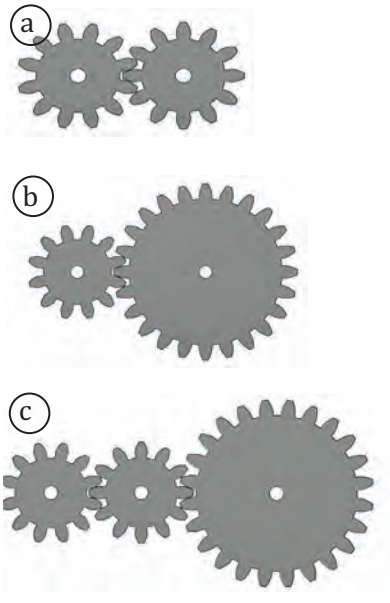
Gemiler ana makinenin gemi pervanesini döndürmesiyle hareket eder. Ana makinede üretilen enerji pervaneyi döndürür; pervane kanatçıkları da önündeki su kütlesini iter. İtilen su kütlesi ile pervane kanatçıkları arasında bir momentum oluşur. Bu sayede gemi, su yüzeyinde itilir ve hareket eder.

Ana makineler gemide ihtiyaç duyulan güç ve enerjiyi pervaneye doğrudan bağlama, devir düşürücülü bağlama ve dizel-jeneratör sistemi yöntemlerinden bir veya birkaçı kullanılarak verir. Bunlar, **doğrudan bağlama**, **devir düşürücülü** bağlama ve **dizel-jeneratör sistemi** olarak adlandırılır. Bu sistemlerin hangisinin uygulanacağına aşağıdaki etkenleri göz önünde bulundurarak armatör karar verir.

Genel olarak ana makine seçiminde şu faktörlere dikkat edilir:

- Ağırlık
- Gerekli hacim
- İlk yatırım maliyeti
- İşletme masrafları (yakıt ve yağ)
- Bakım masrafları (yedek parça ve overhol)
- Düşük hızda seyir ve manevra talepleri
- Montaj kolaylığı
- Titreşim ve gürültü etkileri
- Güvenirlik ve yedek parça

Yüksek devirde üretilen tork düşük olacağı için gemiyi ve üzerindeki yükü taşımaya yeterli gelmez. Bu nedenle orta ve yüksek devirli küçük boyutlu makine kullanılan gemilerde devir düşürücülü bağlama tercih edilir. Devir düşürücünün temel yapısını dişli mekanizması oluşturur. Günlük hayatta kullanılan otomobil, bisiklet vb. vites sistemleri de aynı prensiple çalışır. Dişli prensipleri şunlardır.



Şekil 5.1: Dişli prensipleri

- **Aynı Büyüklük ve Diş Sayılarına Sahip İki Dişli**

  Hareket veren dişli ile alan dişli, aynı devirde fakat ters yönde döner. Devir veya tork artışı meydana gelmez (Şekil 5.1.a).

- **Farklı Büyüklük ve Diş Sayılarına Sahip İki Dişli**

  Makinelerde uygulanan yöntem, küçük dişliden büyük dişliye hareket geçişidir. Hareketi veren ve hareketi alan dişlinin oranı devir düşümünü ve tork artışını verir (Şekil 5.1.b). Gemi yükü ile rahatlıkla hareket eder. Dişliler ters yönde döner. Büyük dişliden küçük dişliye hareket iletimi pek tercih edilmez. Devir artar ve tork düşer. Bu uygulama gemi ve yükünün taşınmasını imkânsız hâle getirir.

- **Ara Dişli Kullanımı**

  Hareketi veren ve alan dişli arasında bulunur. Sadece yön değiştirir. Geminin geri hareketini sağlamak ve pervaneyi ters yönde döndürmek için kullanılır. (Şekil 5.1.c).

Şekil 5.1'de verilen dişli mekanizmalarında giriş devri 1000 devir/dk ve giriş torku 2000 Nm olduğuna göre dişli sayılarına göre çıkış devri ve torku şu şekilde hesaplanır.

a) $Z_1 = 12$
$Z_2 = 12$

$$\text{Dişli oranı} = \frac{\textit{Hareketi alan dişli sayısı}}{\textit{Hareketi alan dişli sayısı}} = \frac{12}{12} = 1$$

Elde edilen devir= 1000x1= 1000 devir/dk Elde edilen tork = 2000x1= 2000 Nm (Yön değişir.)

b) $Z_1 = 12$
$Z_2 = 24$

$$\text{Dişli oranı} = \frac{\textit{Hareketi alan dişli sayısı}}{\textit{Hareketi alan dişli sayısı}} = \frac{24}{12} = 2$$

Elde edilen devir= $\frac{1000}{2}$ = 500 devir/dk Elde edilen tork = 2000x2 = 4000 Nm (Yön değişir.)

c) $Z_1 = 12$
$Z_2 = 12$
$Z_3 = 24$

$$\text{Dişli oranı} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} = \frac{12}{12} \cdot \frac{24}{12} = 2$$

Elde edilen devir= $\frac{1000}{2}$ = 500 devir/dk Elde edilen tork = 2000x2 = 4000 Nm (Yön değişir.)

Dişliler farklı şekillerde birleştirilerek değişik oranlar ve dönüş yönleri elde edilebilir (Şekil 5.2). Hareket iletim şekli incelenmeli ve dişli sisteminde elde edilen dişli oranları hesaplanmalıdır.

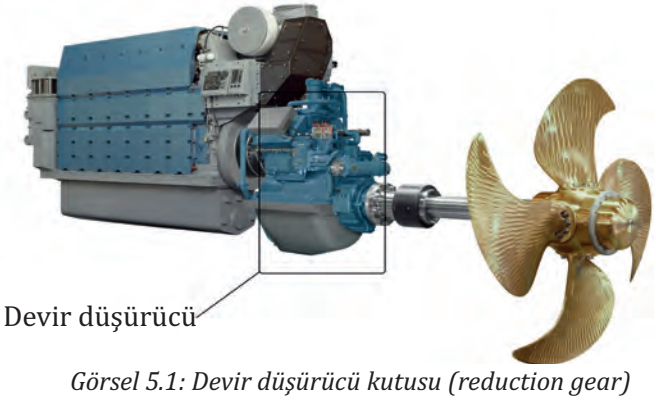
Ana makine ile pervane arasında devir düşürücü dişli donanımı (reduction gear) yer alır. Devir düşürücünün çalışma prensibi kısaca şöyledir. Küçük dişli, ana makine krank şaftının ucuna bir flenç ve kısa şaft yardımıyla bağlanır. Küçük dişlinin karşılığında onu kavramış durumdaki büyük dişli bulunur. Büyük dişli pervane şaftına bağlıdır. Motor çalışınca krank şafta bağlı olan küçük dişli döner ve o da büyük dişliyi döndürür.



Şekil 5.2: Dişli modeli

Dolayısıyla pervane, motora göre daha az dönmüş olur. Güç, devir düşürülerek artırılır; böylece düşük devirli bir pervane, yüksek devirli ve düşük güçlü makine tarafından döndürülebilir (Görsel 5.3).

Devir düşürücüler, genellikle pnömatik devre yardımıyla makine kontrol odası veya köprü üstünden otomasyon sistemi kullanılarak kumanda edilir.



Görsel 5.1: Devir düşürücü kutusu (reduction gear)

1.1. Kaplin

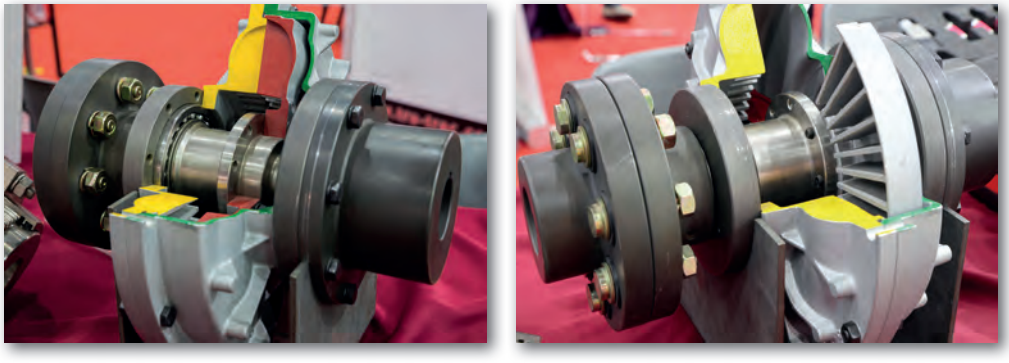
Güç aktarımını sağlayan en temel makine parçalarından olan kaplinler, çeşitli malzemelerden farklı tip ve ebatlarda üretilirler. Uzayıp kısalan rotor şaftlar, pinyon şaftlara kendi eksenleri yönünde serbest hareket etmesini sağlayan hidrolik veya esnek kaplinlerle bağlanır (Görsel 5.2). Disk şeklindeki basit kaplinler bu bağlantı için uygun değildir.



Görsel 5.2: Kaplin

- **Hidrolik Kaplin**

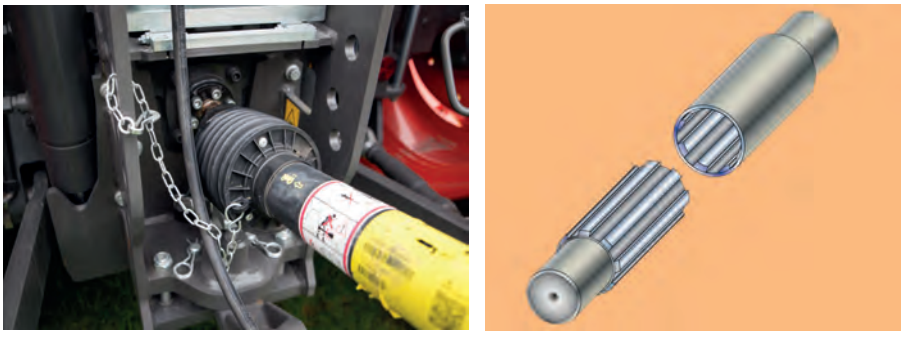
  Yüksek devirli dizel motorlarında devir düşürücü ile makine arasına bağlanır. Bu tür kaplinlerde bağlantı hidrolik enerji kullanılarak elde edilir (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Hidrolik kaplin

- **Esnek Kaplin**

  Makine ısınınca veya dikey olarak esnemelerde rotor şaft boyuna bir miktar uzar. Uzama nedeni ile şaft kırılmaya ve eğilmeye zorlanır ve devir düşürücü dişlilerine binen yük artar. Bu nedenle dişler arasındaki yağ filmi bozulur ve sürtünme sebebi ile hızlı bir aşınma meydana gelir. Bu tehlikeli durum esnek kaplinler kullanılarak önlenir (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Esnek kaplin

5.1. DİŞLİ MEKANİZMASI YAPMA

Amaç: Dişli mekanizması yaparak devir ve moment arasındaki ilişkiyi kurmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ahşap malzeme	MDF, sunta ve ağaç	1 adet
Dişli şablonu		1 adet
Kalem		1 adet
Kıl testere		1 adet
Törpü eğe	İnce ve yuvarlak	1 adet
Matkap		1 adet
Kumpas	Metrik	1 adet
Nokta ve çekiç		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 5.3: Dişli şablonu

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24428

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Şekil 5.3'de verilen şablonlar bilgisayarla gerçek ölçülerinde çizilerek çıktı alınır veya kâğıt üzerine elle çizilir. Makasla çizgi üzerinden kesilir. Kâğıt ahşap malzeme üzerine yapıştırılır.
4. Ahşap kıl testere yardımıyla çizgilere göre kesilir ve eğe ile törpülenerek düzeltilir.
5. Dişlinin merkezi nokta ile belirlenerek matkap ile delinir. Delik, atölyede bulunan hazır millerin ölçüsü alınarak onlarla aynı ölçüde açılabilir.
6. Dişli ile mil birleştirilir.
7. Uygulamaya katılanların her biri farklı diş sayısına sahip dişliler yapmalıdır. Böylece değişik devir sayısı ve hareket yönleri elde edilir. Yapılan işlemler, devir sayısı ve tork açısından değerlendirilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Dişli şablonun oluşturulması	10	
4.	Kıl testere ile ahşap malzeme üzerindeki fazlalıkların kesilmesi	10	
5.	Törpü eğenin kullanılması	10	
6.	Deliğin açılması	10	
7.	Dişli ve milin birleştirilmesi	20	
8.	Değişik dişli modellerinin oluşturularak yorumlanması	10	
9.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

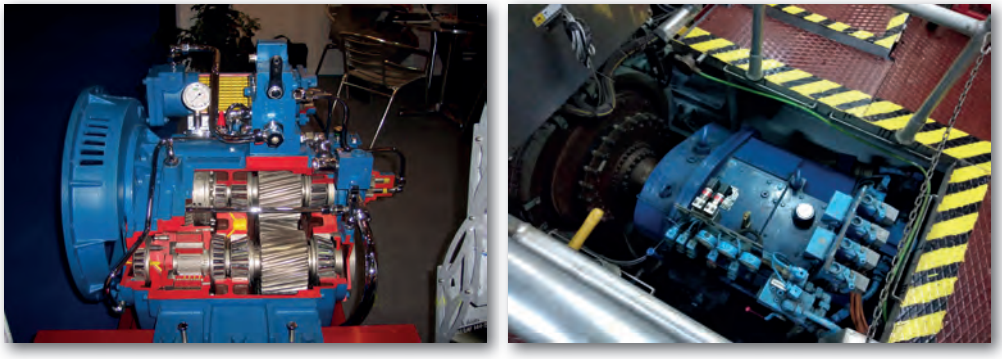
5.2. DİŞLİ KUTUSU (REDUCTİON GEAR) BAKIMLARINI YAPMA

Amaç: Dişli kutusunu söküp takarak bakımlarını yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dişli kutusu		1 adet
Tamir ve bakım kataloğu		1 adet
Lokma anahtar takımı		1 adet
Kombine anahtar takımı		1 adet
Çekiç	Plastik	1 adet
Zımba		1 adet
Segman pensesi		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 5.5: Dişli kutusu

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Görsel 5.5'te bir dişli kutusu görülmektedir. Her dişli kutusunun sökme ve takma işlem sıraları farklıdır ve bu sıra dişliye ait tamir bakım kataloğunda yer alır. Bu nedenle atölyedeki dişli kutusunun tamir bakım kataloğuna bakılmalıdır.
4. Katalogda verilen işlem sırasına göre dişlinin yağı boşaltılmalıdır.
5. Kapak, dişli, mil ve kumanda mekanizmaları işlem sırasına uygun ve katalogda belirtilen alet ve takımlarla sökülmeli ve takılmalıdır.
6. Dişli kutusuna ait tamir bakım kataloğu yok ise dişli kutusu mekanizması incelenerek sökme ve takma işlemi yapılmalıdır.

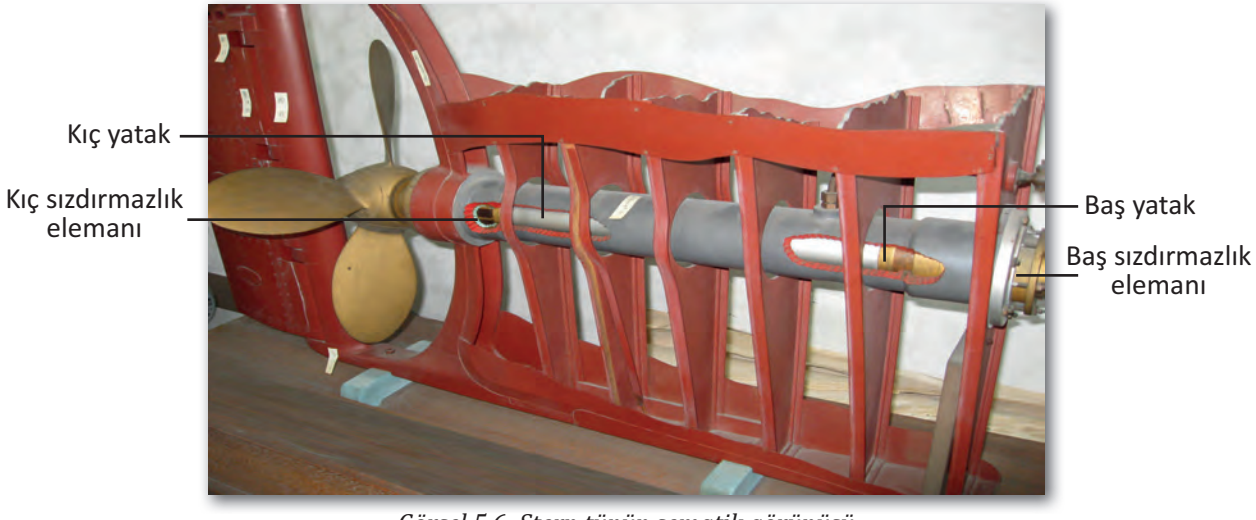
Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	15	
3.	Dişli kutusu yağının boşaltılması	20	
4.	Katalogdan yararlanılarak dişli kutusunun sökülmesi	30	
5.	Katalogdan yararlanılarak dişli kutusunun takılması	15	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

2. STERN TÜP

Geminin kıç tarafında yer alan, içinden pervane şaftı geçen ve buradaki sızdırmazlık elemanları sayesinde deniz suyunun makine dairesine girmesini önleyen (tüp geçit şeklindeki) yere veya kanala **stern tüp** adı verilir.

Stern tüplerden önce geminin bu bölgesinde, sızdırmazlık elemanı olarak yağlaması (ve soğutması) suyla yapılan **salmastra** kullanılmaktaydı. Bu yöntem günümüzde ancak teknelerde veya küçük gemilerde uygulanmaktadır. Büyük gemilerde ise sızdırmazlık elemanı olarak nadiren mekanik seal çoğunlukla da yağ keçesi kullanılır ve yağlama da genellikle su yerine yağ ile yapılır. Görsel 5.6'da stern tüp görülmektedir.

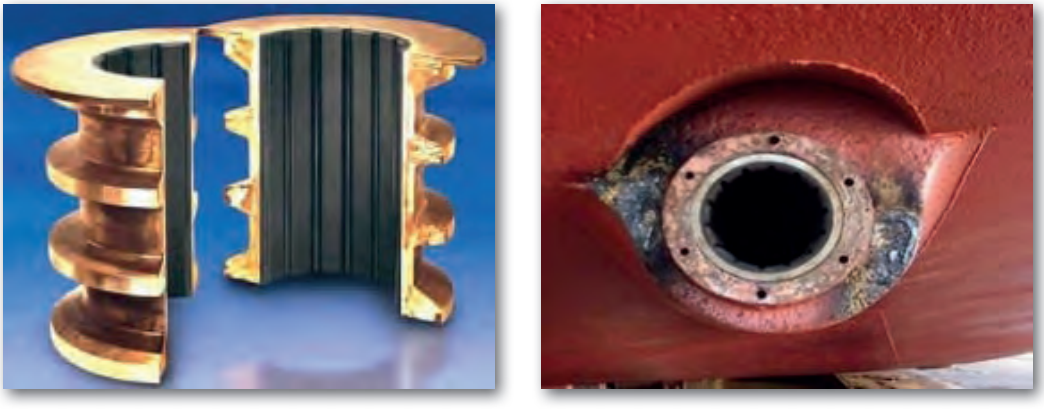


Görsel 5.6: Stern tüpün şematik görünüşü

2.1. Pelesenkli Stern Tüp

Bronz, pirinç veya gan metalden iki yarım silindir parçası şeklinde yapılan bu parçaların iç yüzünde boyuna uzanan kırlangıç kuyruğu şeklinde oyuklar bulunur. Bu oyuklara ise pelesenkler yerleştirilmiştir.

Pelesenk aşınmaya karşı dirençli, sert bir ağaçtır ve su ile uyuşur (Görsel 5.7). Pervane şaftı yatak içinde dönerken kovan ile pelesenk yatak arasından deniz suyu geçer. Deniz suyu ile temas eden pelesengin yüzeyinde yağlama yağına benzer kaygan bir salgı oluşur. Bu salgı sayesinde pelesenkler uzun yıllar aşınmadan görev yapabilir.



Görsel 5.7: Plesenkli stern tüp yatağı

2.2. Sederval Sistemi

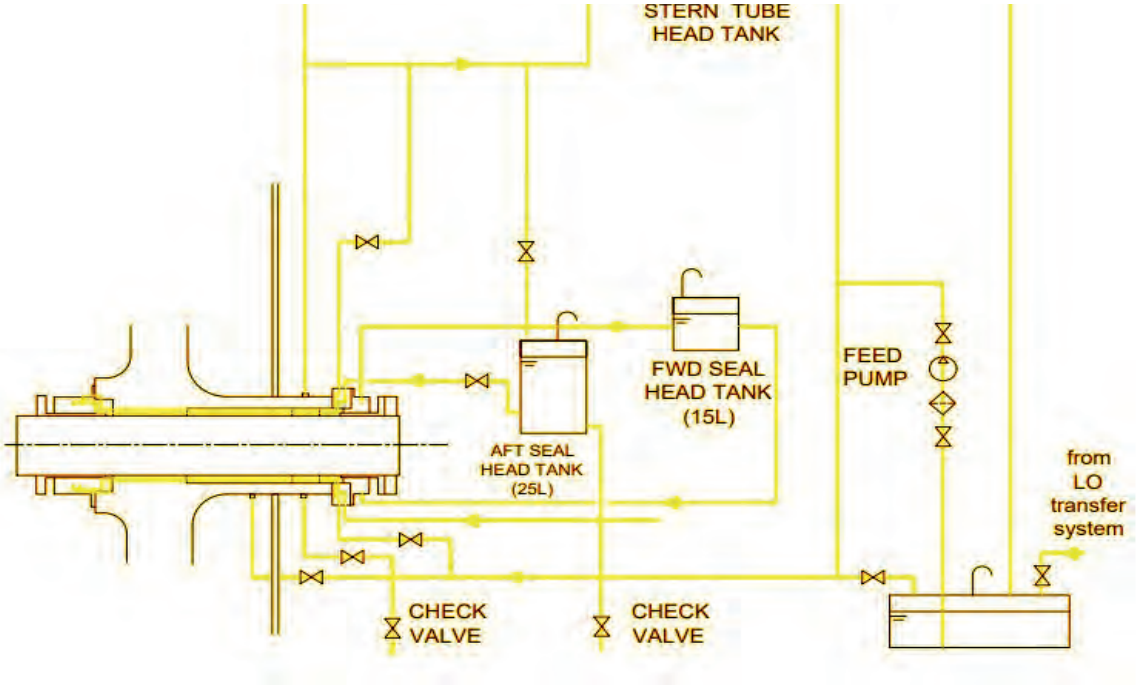
Gemiler çamurlu ve pis sularda çalışırken stern tüplerine giren deniz suyu aşındırıcı etkiler yapar ve önemli arızalara neden olur. Bu durum pelesenkli tüpler yerine sederval sisteminin gelişmesini sağlamıştır (Şekil 5.4). Sederval sistemde kovan, pelesenk yerine dökme demir veya white metal kullanılarak yataklandırılır (Görsel 5.8). Bu tür yatakların iyice yağlanması gerektiği için kovan içine yağlama yağı doldurulur. Yağın denize ve makine dairesine sızmaması için yatağın makine dairesine bakan kısmına bir salmastra kutusu, deniz tarafına bakan kısmına ise bir metal packing (salmastra veya conta) yerleştirilir (Görsel 5.9).



Görsel 5.8: White metalden yapılmış pervane şaft yatağı



Görsel 5.9: Metal packing (salmastra veya conta)



Şekil 5.4: Sederval yağlama sistemi şeması

3. PERVANE VE ŞAFT

Bir silindir etrafına eşit aralıklarla yerleştirilmiş helisel yüzeylerden oluşan ve su içinde bir vida gibi çalışan gemi elemanına **pervane** denir. Makineden aldığı güç sayesinde dönen pervane ile içinde bulunduğu akışkan arasındaki etki tepki sayesinde pervane içinden geçen akışkan hızlanır ve bir itme kuvveti oluşur. Bu kuvvet pervanenin bağlı olduğu geminin bir öteleme hareketi yapmasını sağlar. Çeşitli biçimler verilen pervaneler, geminin yol almasını sağlayan en az 2 en fazla 7 kanattan oluşur. Pervaneler dövme alaşımdan üretilir. Görsel 5.10'da 4 kanatlı bir pervane ve şaftı görülmektedir.



Görsel 5.10: Kanatlı bir pervanenin ve şaftının gemiden sökülmesi

3.1. Pervanelerin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Su ile temas eden ve hareketi nedeniyle bir kuvvet altında çalışan pervaneler geminin ihtiyacına, yapısına ve büyüklüğüne göre çeşitli alaşımlardan üretilir. Pervane üretiminde kullanılan alaşım malzemelerinin oranları genellikle şu şekildedir:

- %80,2 Bakır (Cu)
- %9,3 Alüminyum (Al)
- %5 Demir (Fe)
- %4,3 Nikel (Ni)
- %1,2 Magnezyum (Mg)

3.2. Pervane Çeşitleri

Pervaneler bazı teknik değerler ve gemi arkasındaki akış şartlarına göre tasarlanır. Geminin özelliğine ve ihtiyacına göre gereken itme kuvvetini, manevra kabiliyetini ve verimini sağlamak, kavitasyonu azaltmak vb. için farklı pervane sistemleri kullanılır.

- **Sabit Kanatlı Pervaneler**
  Bu tür pervanelerin kanatları yekpare dökülür ve pervane kanatları göbeğe saplamalarla tutturulur. Gemilerde genellikle sabit kanatlı pervaneler kullanılır (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: Sabit kanatlı pervane

- **Nozullu Pervaneler**

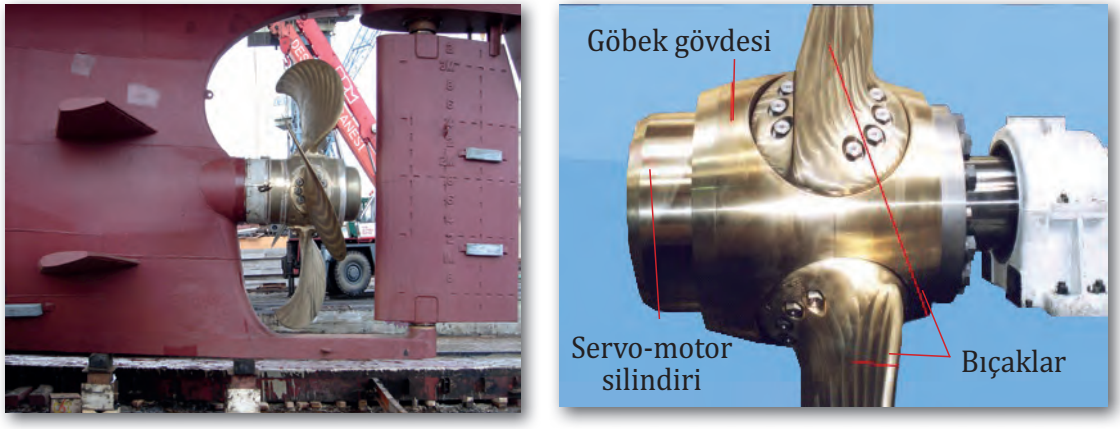
  Sabit kanatlı veya pitch kontrollü pervanelerin etrafına bir kort tamburu konur. Bu tambur pervane girişindeki suyu sıkıştırıp hızlandırarak daha fazla bir itme-çekme kuvveti oluşturur. Böylelikle geminin sevk verimi, hareket kabiliyeti artırılır (Görsel 5.12). Farklı ölçü ve tiplerde pervane nozulları vardır.



Görsel 5.12: Nozullu pervaneler

- **Pitch Kontrollü Pervaneler**

  Pervane göbeği üzerinde yer alan hidrolik pistonlar yardımıyla kanat açıları değiştirilebilen pervanelerdir. Bu pervaneler, şaftın devir hızı değiştirilmeden gemi hızının ayarlanabilmesini ve şaftın dönüş yönü değiştirilmeden tornistan yapılabilmesini sağlar. Gemilerde sık kullanılan bir pervane tipidir (Görsel 5.13).



Görsel 5.13: Pitch kontrollü pervane ve kısımları

Kontrol edilebilir pitch pervanelerin olumlu ve olumsuz bazı yanları vardır. Çok iyi hızlanmaları, ivmelenme, duruş ve manevra kabiliyeti sağlamaları, sabit itiş kabiliyetlerinin her yükleme şartı altında elde edilebilmesi olumlu niteliklerinden bazılarıdır. Üstelik pervane pitchlerinin değişimi ile gemi hızı ve dönme hızı değiştirilmeden ayarlanabilir. Olumsuz niteliklerinden bazıları ise çok karmaşık olmaları, imalat masraflarının yüksekliği ve daha fazla bakım ve onarıma ihtiyaç duymalarıdır.

- **Tandem Pervaneler**
  Herhangi bir nedenle pervane çapının sınırlanması söz konusu olursa (draft vb.) bu durumda yükleme faktöründe artış göze çarpar. Aynı zamanda yük, iki veya daha çok pervane arasında paylaştırılmak suretiyle hafifletilir. Eğer pervaneler aynı yönde dönüyorsa bu sisteme **tandem pervane** sistemi adı verilir. Kontra propeller sistemine sahip gemilerde, aynı eksen üzerinde bulunan iki pervanenin aynı yönlerde dönmelerini sağlamak için her şaftın içinde bir şaft daha bulunur. Bu durumda dış şaft, pervanelerden bir tanesine, iç şaft da diğerine hareket verir.

- **Zıt Dönüşlü Pervaneler**
  Aynı şaft ekseni üzerinde farklı yönde dönen iki adet pervanenin olduğu sistemdir. Makine gücü, bu iki pervane arasında paylaştırılır. Suya bırakılan rotasyonel enerjinin yok edilmesi prensibi ile çalışır. Birinci pervanenin izinde çalışan ikinci pervane rotasyonel hızı yok eder. Bunun için ikinci pervanenin çapı birinci pervanenin çapından küçüktür. Bu sistem kavitasyon riskini de azaltır (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Zıt dönüşlü pervane

- **Grim Tekerlek Pervaneleri**
  Bu yöntem Alman Prof. Otto Grim tarafından geliştirilmiştir ve bu sebeple **Grim Vane Wheel (GVW)** adıyla anılır. Kullanım alanı genellikle büyük kargo gemileridir.

  Bu sistemde pervanenin arkasına yerleştirilen kanatlardan oluşan bir tekerlek, serbest olarak dönebilmektedir. Grim tekerleği, ekstra bir motor kullanımı gerektirmeksizin bir yel değirmeni gibi ana pervanenin izinde serbest dönüş hareketi ile itme meydana getirir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Grim pervanesi

- **Voith Tipi Pervane**

  Avusturyalı mühendis Ernst Schneider Voith tarafından geliştirildiği için bu adla anılır. Voith pervane; hızlı, hassas ve sürekli değişken bir şekilde herhangi bir yönde, herhangi bir büyüklükte itme kuvveti üretebilir. Bu tip pervanelerde, sevk ve manevra tek bir ünitede birleştirilmiştir. Voith pervane, gemi altı ile aynı hizada sona eren bir rotor gövdesi üzerinde eksenel olarak paralel bir dizi bıçak ile donatılmıştır. Dikey bir eksen etrafında döner. İtme kuvveti üretmek için, pervane kanatlarının her biri kendi ekseni etrafında salınımlı hareket eder. Bu düzgün dönme hareketi kanatlar üzerine bindirilir (Görsel 5.16).

- **TVF (Tip Vortex Free) Pervaneler**

  TVF (tip vortex free) pervanelerin uç geometrisi kıvrıktır. Bir başka deyişle levha uçludurlar. Pervane kanadı sonuna eklenen levhalar sayesinde pervane kanadı üzerindeki sirkülasyon dağılımı istenen şekilde ayarlanır. Bu levhalar sayesinde kanat uçlarının aşırı yük çekebilme gücü %5 oranında artırılabilir.



Görsel 5.16: Voith tipi pervane

- **Manevra Pervaneleri**

  Elektrik ya da hidrolik motorların tahrik ettiği baş ve kıç manevra pervaneleri (bow thruster), teknenin baş veya kıç tarafını yanlara doğru hareket ettirmeyi sağlayan sistemlerdir. Özellikle rüzgâr ve akıntının kuvvetli olduğu ortamlarda geminin manevra yeteneğini artırmak için baş manevra pervanesinden yararlanılır. Kıç manevra pervaneleri ise 50 ft ve üzeri büyük tekneler için gereklidir.

  Baş manevra pervaneleri pervane kanatlarında oluşan kavitasyon nedeniyle oldukça gürültülü çalışır. Baş manevra pervanelerinin (bow thruster) çıkardığı vuruntu sesi motorun kendini imha etmeye çalıştığı hissi uyandırsa da aslında ses motordan değil pervane kanatlarında oluşan kavitasyondan kaynaklanır. Bu sistemlerde kanatlar, büyük miktarda suyu kısa süre içerisinde harekete geçirmek için çok hızlı hareket eder. Yeterli itme gücünün elde edilebilmesi için gerekli olan bu hız yüzünden oluşan hava kabarcıkları kavitasyona sebep olur (Görsel 5.17).



Görsel 5.17: Baş manevra pervanesi (bow thruster)

Kıç manevra pervaneleri uygun tünel girişleri sayesinde daha az düşük basınç noktası oluşturur. Bu yüzden baş manevra pervanelerine göre daha sessiz çalışır. Baş manevra pervaneleri, gürültüyü amfi gibi yükselten davul benzeri bir gövde içerisinde yer aldığı için gürültülü çalışır. Kıç manevra pervaneleri ise gövdenin tamamen dışında bulundukları için doğal olarak çalışırken daha az gürültü oluşturur (Görsel 5.18).

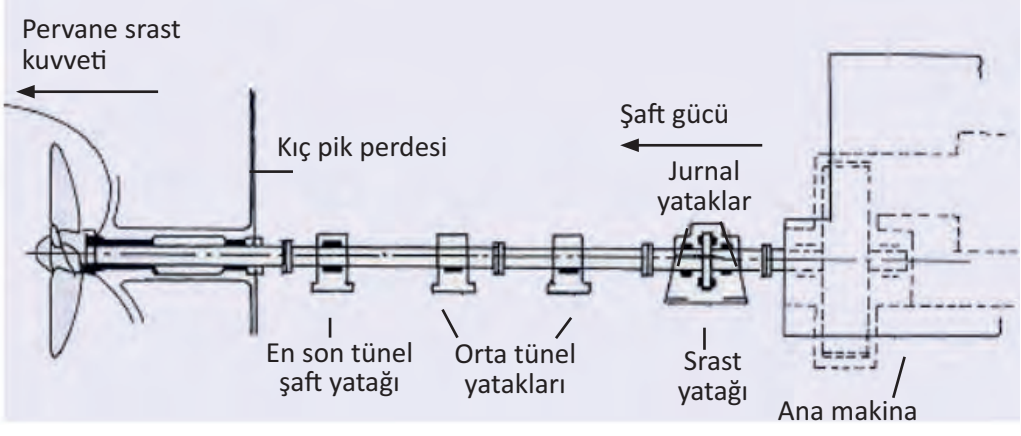


Görsel 5.18: Kıç manevra pervanesi

3.3. Şaft Donanımı

Ana makine devir momentini (torkunu) pervaneye ileten tesisata **şaft donanımı** denir. Bu donanım genel olarak üç kısımdan oluşur.

- **Srast Şaft**
  Pervanenin su içinde dönmesiyle suyun pervane kanatları üzerine etki eden itme kuvveti, pervaneden pervane şaftına oradan da ara şaftlar vasıtasıyla srast şafta iletilir. İtme kuvveti, bu şaftın özel yapısı (konstrüksiyonu) sayesinde gemi bünyesine geçer ve gemi hareket eder (Şekil 5.5).



Şekil 5.5: Pervane ve şaft sistemi

- **Ara Şaft**

  Şaft donanımının boyu, ana makinenin geminin orta kısmında veya kıç tarafında göre değişir. Geminin boyu da bunda etkilidir. Ana makine, geminin orta kısmında ise genellikle birden fazla ara şaft kullanılır. Ara şaftların boyları genellikle eşittir. Gerektiğinde makine dairesinde veya şaft tünelinde kolaylıkla dışarı alınabilmeleri için boyları genellikle sekiz metreden aşağı tutulur.

  Şaftların uçlarında genellikle şaftla yekpare olan flençler bulunur. Ancak bazı özel hâllerde değişik tip flençler yapılması gerekir. En çok kullanılanı ise manşon kaplindir (Görsel 5.19). Manşon kaplin, şaftların uçlarını içine alan iki yarım silindir şeklinde ve cıvatalarla sıkıştırılan bir kaplin şeklidir. Şaftların taşıyıcı yataklara isabet eden kısımları çalışma sonunda oluşabilecek aşınmalar için pay bırakılarak 4-8 mm daha büyük çapta yapılır.



Görsel 5.19: Ara şaft

- **Pervane Şaftı**

  Diğer şaftlara kıyasla arızalanma ve zedelenme ihtimali çok fazla olduğu için bu şaftlar mümkün olduğu kadar kısa yapılır. Bu şaftın yatak kısımları pervane şaftına göre 4-8 mm daha büyük çaptadır. İç taraftaki kaplin genel olarak sabit flençli tiptedir, ancak bazı özel hâllerde manşon kaplin uygulanır. Bu sayede pervane şaftını dışarı çekmek mümkün olur (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: Pervane şaftı

6.
ÖĞRENME
BİRİMİ

MAKİNE ELEMANLARI



1. SÖKÜLEBİLEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI
2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI
3. YAĞ BAKIMI
4. MİLLER, MUYLULAR VE YATAKLAR
5. KAYIŞ, KASNAK, DİŞLİ ÇARKLAR VE ZİNCİRLER
6. KAVRAMALAR



1. SÖKÜLEBİLEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

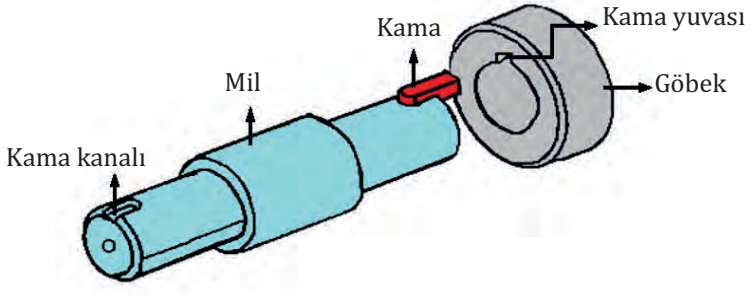
İki veya daha fazla parçanın herhangi bir değişime ve özelllik kaybına sebep olmayacak şekilde birleştirilip ve sökülebileceği sisteme **sökülebilir birleştirmeler** denir. Sökülebilen birleştirmeler, bağlantı elemanlarında ve bağlanan parçalarda bir hasar ya da bozulma olmadan sökülüp takılmaya elverişlidir.

Sökülebilir birleştirme elemanlarının doğru seçilmesi ve bunlarla ilgili tolerans hesaplamaları ile yüzey kalite işaretlerinin doğru kullanılması gerekir. Birleştirme elemanları kama, pim, rondela, perno, gupilya, vida, cıvata ve saplamalardır.

1.1. Kama

Hareket ve momenti mil ve göbek arasında karşılıklı olarak ileten, emniyet sağlayan ve her ikisi arasındaki bağıl hareketi engelleyen makine elemanlarıdır (Şekil 6.1).

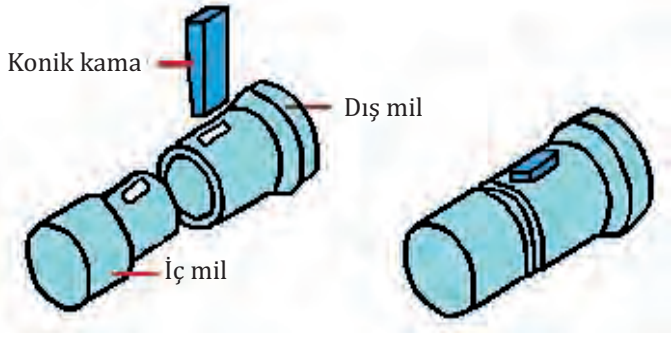
Kamanın kullanılabilmesi için takılabileceği bir kama yuvasına ihtiyaç vardır. Kama ve kama yuvası birbirine uyumlu olmalıdır. Çalışma sırasında oluşabilcek arızalarda kama yuvasının değiştirilmesi kamanın değiştirilmesine göre daha zor ve masraflı bir yöntemdir. Bu nedenle kama yuvası arızalarını engellemek için kama, yuvaya göre daha yumuşak malzemeden üretilir.



Şekil 6.1: Kama

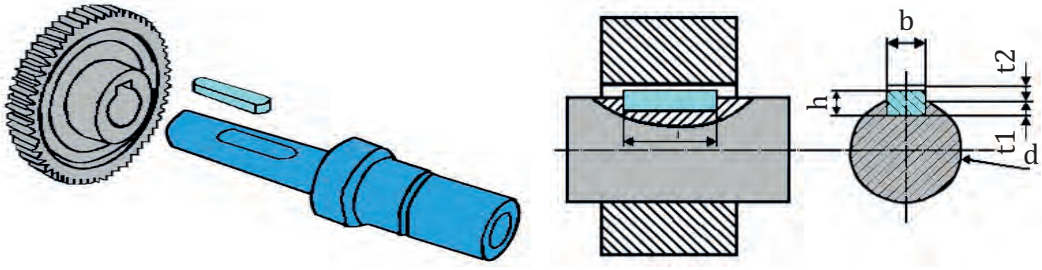
- **Enine Kama**

  Bu kamalar makine parçasının eksenine dik şekilde takılır (Şekil 6.2). Enine kama, birleştirme işlevi görmez. Enine doğrultuda kuvvet üretmek, iletmek ve ayar işlemleri için kullanılır. Bir tarafı veya iki tarafı eğimli olan iki çeşidi vardır.



Şekil 6.2: Enine kamalı birleştirme

- **Boyuna Kama**
  Birleştirilmek istenen makine parçalarının eksenleri doğrultusunda yerleştirilen kamalardır (Şekil 6.3). Boyuna kamalar genellikle kasnak, dişli çark, teker (volan) vb. parçaların mil ile birleştirilmesinde kullanılır.

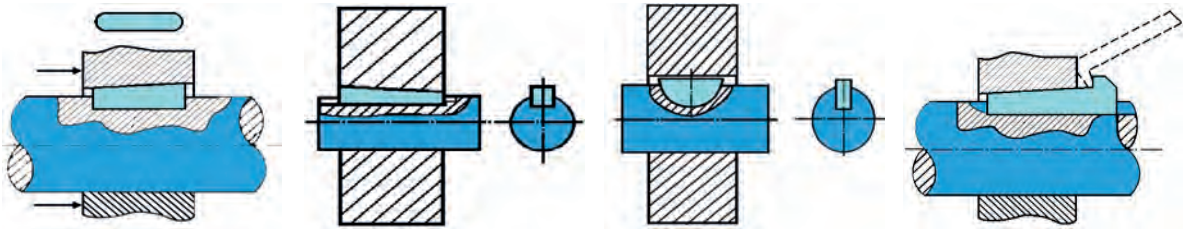


Şekil 6.3: Boyuna yerleştirme kama

Bu kamaların sıkıştırılabilen ve sıkıştırılamayan özellikte iki çeşidi vardır. Sıkıştırılabilen kama çeşitleri Şekil 6.4'te ve bunlara ait montaj örnekleri de Şekil 6.5'te görülmektedir.



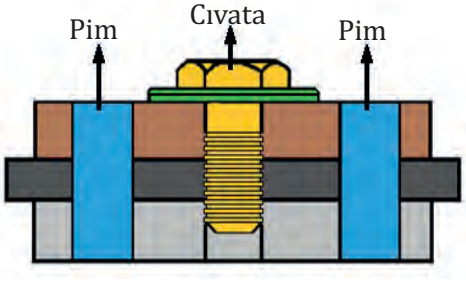
Şekil 6.4: Kamalar



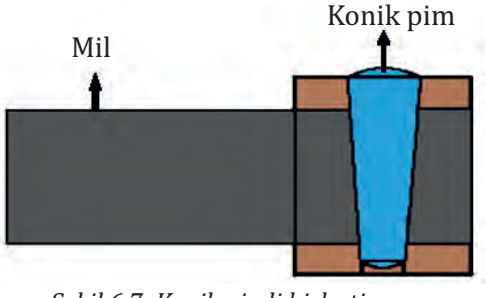
Şekil 6.5:Kamaların takılışı

1.2. Pim

Pim; makine parçalarını sökülebilir şekilde birleştiren, çelikten yapılmış silindirik veya konik biçimli makine elemanıdır. Pimler, makine parçalarını karşılıklı olmaları gereken konumda sabit olarak merkezler. Birbirine geçirilmiş olan parçaları sabitler ve eksenine dik olmak şartıyla bağladığı parçaların etkilendiği kuvvetleri karşılar veya iletir (Şekil 6.6). Sık sık sökülüp takılması gereken parçalar cıvata ile birleştirilir. Bu parçaların birleştirmeden sonra kaymadan sabit kalması gerekiyorsa cıvatalarla beraber en az iki tane düz veya konik biçimli pim kullanılır (Şekil 6.7).



Şekil 6.6: Merkezleme pimi



Şekil 6.7: Konik pimli birleştirme

Pimler; şekilleri, işlevleri ve kullanım biçimlerine göre adlandırılır (Şekil 6.8).

- **Silindirik Pim:** Makine parçalarını sıkı fakat sökülebilecek şekilde birbirine bağlamaya yarayan pimlerdir. Çelikten üretilirler, yüzeyleri düzgün ve pürüzsüzdür.
- **Yivli Silindirik Pim:** Takılacakları deliklere rayba çekilmesine gerek yoktur. Matkapla açılan deliklere çakılır. Yüzeylerinde pimin yerine daha sıkı oturmasını sağlayan, eksenleri doğrultusunda oluşturulmuş yiv adı verilen çentikler vardır.
- **Konik Pim:** Çelikten yapılmış ve yüzeyine koniklik verilmiş pimlerdir (Şekil 6.9). Makine parçalarının sökülebilir şekilde bağlanmasında kullanılır.



Düz silindirik pim | Yivli silindirik pim | Konik pim | Yivli konik pim

Şekil 6.8: Pim çeşitleri

- **Yay Tipi Pim:** Pim yerine kullanılan bu bağlantı elemanı, birleştireceği parçalara matkapla delik açıldıktan sonra çakılır. Dairesel kesitlidirler ve çelikten üretilir. Takıldığı yerde yaylanarak sıkı bir şekilde durur.
- **Vidalı Pim:** Üzerinde çeşitli boylarda diş bulunan pimlerdir. Parçaları sökülebilecek şekilde biribirine bağlamak için kullanılır.



Silindirik vidalı pim | Konik vidalı pim | Silindirik vidalı pim | Yay tipi pim

Şekil 6.9: Pim çeşitleri

1.3. Rondela

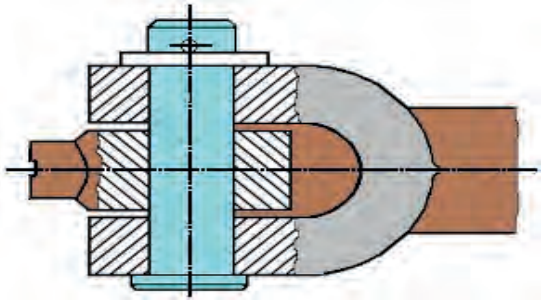
Somun ve cıvata başı ile makine parçası arasında kullanılan, sacdan yapılmış , genellikle halka bazen de kare şeklindeki ortası delik parçalara **rondela** veya **pul** denir. Cıvata, somun gibi vidalı elemanlarla birbirine bağlanan parçaların bağlantısının gevşemesini ve oturma yüzeylerinin zedelenmesini önler (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Rondela çeşitleri

1.4. Perno

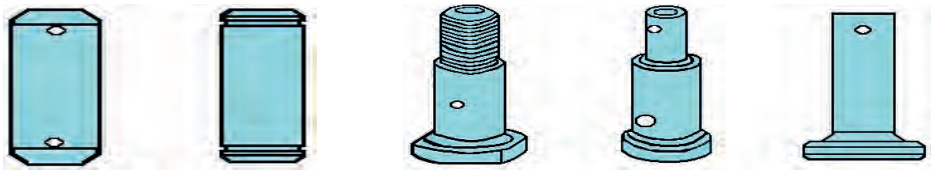
Makine parçalarının karşılıklı durumlarını tespit ederek çözülebilir, oynak ve hareketli birleştirmeler yapmaya yarayan makine elemanlarına perno denir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10: Pernolu bağlantı

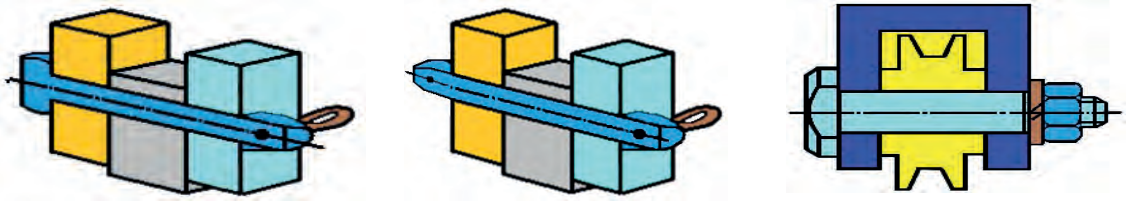
Pernolar, biçimlerine göre ikiye ayrılır.

- **Başsız Pernolar:** Delikli ve deliksiz olmak üzere iki türü bulunan başsız pernolar sıkı alıştırılan yerlerde kullanılır. Delikli pernolar yerlerinden kendi kendine çıkmaması için gupilya, pim vb. makine elemanlarıyla birlikte kullanılır (Şekil 6.11.a).
- **Başlı Pernolar:** Bir ucunda baş kısmı diğer ucunda gupilya, segman veya somun takmak için deliği, kanalı veya vidası bulunur (Şekil 6.11.b).



a. Başsız pernolar

b. Başlı pernolar



Başlı, delikli gupilyalı

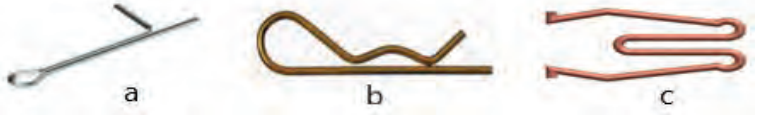
Başsız, delikli gupilyalı

Başlı, vidalı ve somunlu

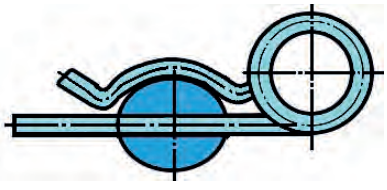
Şekil 6.11: Perno çeşitleri ve birleştirme örnekleri

1.5. Gupilya

Somunların ayar bileziklerinin ve pernoların yerlerinden çıkmasını önlemek için kullanılır. Maşa biçimli (a), yay biçimli (b), kama biçimli (c) çeşitleri vardır (Görsel 6.2). Maşa biçimli gupilyalar, yarım daire kesitli çubuklardan üretilir ve yerlerine takıldıktan sonra uçları birbirine ters yönde bükülür (Şekil 6.12). Kolay açılabilmeleri için uçları eğimli ve boyları farklıdır. Gupilyaların çapına, monte edilecekleri perno veya vida çapına uyum sağlayacak şekilde çeşitleri vardır.



Görsel 6.2: Gupilya çeşitleri



Şekil 6.12: Maşa biçimli gupilyanın takılışı

1.6. Vida

Silindirik veya konik yüzeyler üzerine aynı adım ve profilde açılmış helisel oluklara **vida** denir (Görsel 6.13). Vidanın kısımları ve bunlarla ilgili hesaplamalarda kullanılan kısaltmalar şunlardır:

Diş Üstü Çapı (d): Vida açılan silindirin dış çapına denir.

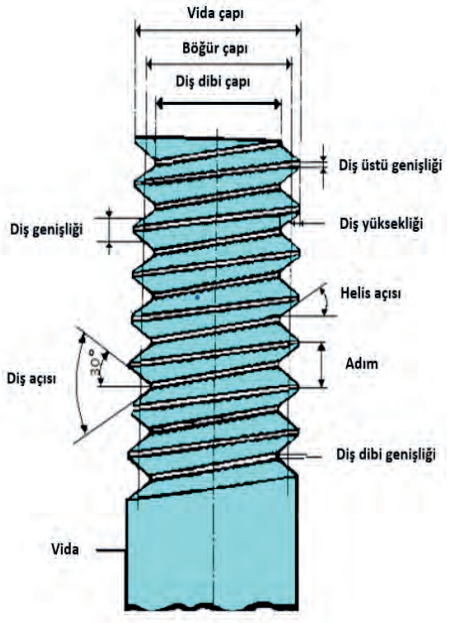
Diş Dibi Çapı (d_1): Vidanın diş dibinden alınan çap ölçüsüdür.

Matkap Çapı: İç vida açılırken kullanılması gereken matkabın çap ölçüsüdür.

Bölüm Dairesi (Böğür) Çapı (d_2): Diş üstü çapı ile diş dibi çapı arasında kalan çap ölçüsüdür. Bu ölçü sadece hesaplamalar için gereklidir.

Adım (P): Bir tur çevirmede vidanın aldığı yoldur.

Diş Yüksekliği (h): Diş dibi ile diş arasındaki dikey üstü uzaklık ölçüsüdür.



Şekil 6.13: Vidanın kısımları

Vidalar aşağıda sıralanan özelliklere göre sınıflandırılır.

a) Ölçü Sistemlerine Göre

- **Metrik Dişli Vida:** Diş profili açıları 60° olan bir vida türüdür. Ölçüleri milimetre cinsindendir. Bu vidalar M harfiyle gösterilir. Diş özelliklerine göre metrik normal diş, metrik ince diş ve metrik boru diş olarak adlandırılan üç çeşidi vardır. Metrik vidalar arasında aynı anma çapına sahip vidalardan en büyük adımlı olanı **metrik normal vida**, en küçük adımlı olanı da **metrik ince vidadır.**
- **İnç Vida:** İnç (whitworth) vida adımı 25,4 mm de bulunan vida dişi sayısı şeklinde gösterilir. Diş profil açısı 55° olan üçgen vidadır. Ölçüleri parmak cinsindendir. Diş adımı 1'' parmaktaki diş sayısı olarak verilir, W harfiyle gösterilir. Whitworth normal diş, whitworth ince diş ve whitworth boru diş olarak üç tipi vardır.

b) Konumlarına Göre

Vida silindirik bir parçanın üzerine açılmışsa **dış vida**, silindirik bir deliğe açılmışsa **iç vida** adı verilir.

c) Ağızlarına Göre

Vidaya alından bakıldığında bir ağız görülüyorsa **tek ağızlı vida**, birden fazla ağız görülüyorsa **çok ağızlı vida** adı verilir.

ç) Yönlerine Göre

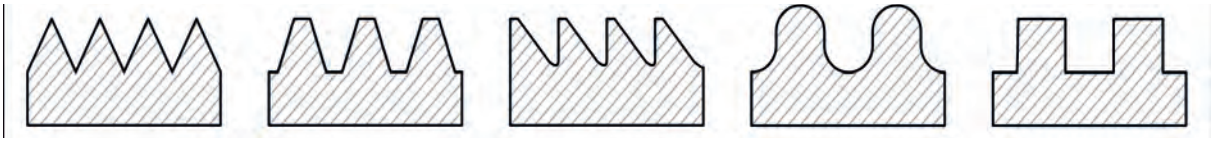
Vidalar sıkma ve ilerleme durumuna göre isimler alırlar. Sıkıldığında sağ yönde ilerliyorsa **sağ vida**, sol yönde ilerliyorsa **sol vida** adı verilir.

d) Profillerine Göre

Profillerine göre vidalar Şekil 6.14'de gösterilmiştir.

- **Üçgen Vidalar:** Profili üçgen olan vidalardır. Bağlantı amacıyla kullanılır. Vidalar bir tur döndürüldüğünde adımı kadar yol alır.
- **Trapez Vidalar:** Ana millerde, sonsuz vidalarda ve pres millerinde kullanılır.

- **Testere Vidalar:** Yüksek basınçlı, tozlu yerlerde ve sarsıntılı çalışan millerde kullanılır.
- **Yuvarlak Vidalar:** Fazla yüke maruz kalan millerde, kumlu, tozlu ve paslanmaya müsait olan yerlerde kullanılır.
- **Kare Vidalar:** Kuvvet iletiminde, ana ve pres millerinde kullanılır.



Şekil 6.14: Vida profilleri

e) Kullanım Alanlarına Göre

- **Ağaç Vidaları:** Ağaç vidalarının ucu sivri, açısı 60° ve adımları büyüktür. Ağaç vidaları çelik, pirinç veya alüminyum alaşımdan yapılır. Ağır parçaları bağlamak için dört ve altı köşe başlı ağaç vidaları da vardır. Genellikle havşa başlıdırlar (Görsel 6.3).
- **Sac Vidası:** Sacı veya madeni olmayan gereçleri saca bağlamaya yarar. Sac vidasının uç açısı 60°dir. Sac vidaları ilk bakışta ağaç vidalarına benzese de aralarında fark vardır (Görsel 6.4).
- **Boru Vida:** Boruların birbirlerine bağlanmasında kullanılır. Boruların et kalınlıkları az olduğundan bunlara derinliği az ve ince diş boru vidası çekilir. Boru üzerindeki vida özel paftalar ile açılır. Boru vidalarının ölçüleri parmak cinsindendir, R harfiyle gösterilir (Görsel 6.5).



Görsel 6.3: Ağaç vidaları



Görsel 6.4: Sac vidaları

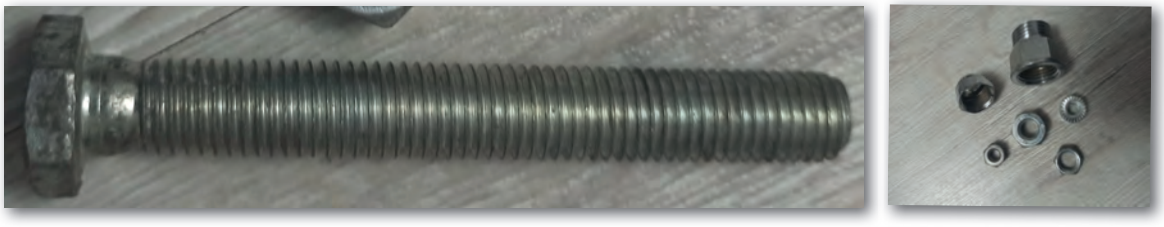


Görsel 6.5: Boru vida ve bağlantı elemanları

1.7. Cıvata ve Somun

İki parçayı birbirine sökülebilecek şekilde bağlamaya yarayan üzerine vida açılmış başlı bağlantı elemanına **cıvata** denir. Cıvata ve saplamaya sökülebilir şekilde takılan bağlantı elemanına da **somun** denir (Görsel 6.19). Cıvatalar baş kısımlarının biçimlerine göre isimlendirilir.

- **Altı Köşe Başlı Cıvatalar**
  Baş kısmı altı köşeli olan cıvatalardır (Görsel 6.6). Altı köşe başlı cıvata ölçüsü gösterilirken cıvatanın altı köşe olduğu belirtilir, çapı ile gövde boyu ve standart numarası verilir (altı köşe başlı cıvata M12x40 TS 1021/1).



Görsel 6.6: Altı köşe başlı cıvata ve somun

- **Dört Köşe Başlı Cıvatalar**
  Gövde çapı genellikle küçük olan dört köşe başlı cıvatalar daha çok tarım makinelerinde ve çelik yapılarda kullanılır. Dört köşe başlı cıvata ölçüsü gösterilirken cıvatanın dört köşe başlı olduğu belirtilir, çapı ile gövde boyu ve standart numarası verilir (dört köşe başlı cıvata M10x50 TS 1022/4 gibi) (Görsel 6.7).
- **Silindirik Başlı Altı Köşe Yuvalı Cıvata (Alyan Başlı)**
  Alyan anahtarla sökülüp takılabilen cıvatalardır. Bağlantı noktasında cıvata başı dışarıda kalmaz. Dişli kutusu kapağı, flanş, kalıp gibi yerlerde kullanılır (Görsel 6.7).
- **Havşa Başlı Cıvatalar**
  Genellikle düz veya yıldız tornavida başlıdırlar (Görsel 6.7). Bu cıvatalarda düz tornavida kullanılırken tornavida ağzının kalınlığının cıvata yarığına boşluksuz geçmesine dikkat edilir.


Dört köşe başlı civata


Silindirik başlı altı köşe yuvalı cıvata (alyan başlı)


Havşa başlı cıvatalar

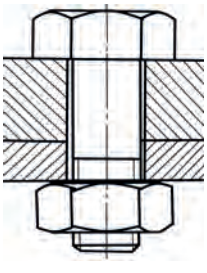
Görsel 6.7: Cıvata çeşitleri

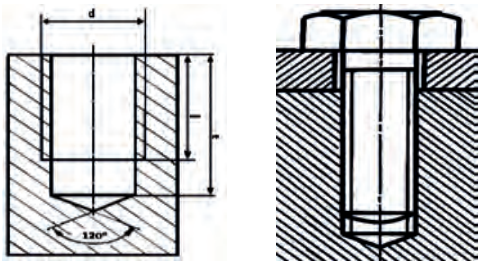
1.7.1. Cıvata ve Somunla Bağlantı

Parçalar cıvata ve somunla iki şekilde bağlanır.

- **Cıvata ve Somunlu Bağlantı**

  Bu birleştirme yönteminde her iki parçaya da diş açılmasına gerek yoktur. Parçalara markalama işlemi yapıldıktan sonra her iki parça da cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük ölçüde delinir. Parçalar merkezlendikten sonra cıvata takılır. Bağlantıda gevşeme olmaması için pul takılır ve somun emniyetli bir şekilde sıkılır. Yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Şekil 6.15).


Şekil 6.15: Cıvatalı somunlu bağlantı resmi



Şekil 6.16: Parçaya sabitlenen cıvatalı bağlantı resmi

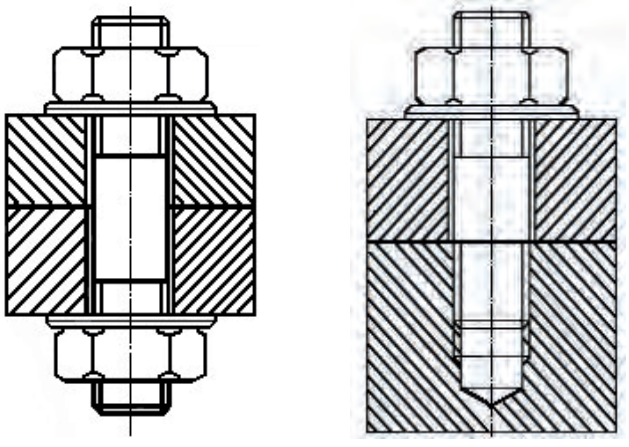
- **Parçaya Sabitlenen Cıvatalı Bağlantı**

  Bu birleştirme yönteminde üstteki parçaya cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir delik açılır. Alt parça ise kullanılacak cıvatanın diş üstü çapından vida adımı kadar delinir ve kılavuzla diş çekilir.

  Örneğin iki parçayı altı köşe başlı cıvata M14x30'luk cıvata ile birleştirmek için önce M14 cıvatanın diş dibi çapına bakılır. Yaklaşık 12 mm'lik matkap ile ikinci parçanın dışına çıkmayacak şekilde delinir ve deliğe kılavuzla diş açılır. İki delik merkezlendikten sonra cıvata takılır ve sıkılır (Şekil 6.16).

1.8. Saplamalar

Başsız bir bağlantı elemanı olan saplamalar, her iki ucuna da diş açılmış, çözülebilir şekilde parçaları birbirine bağlamaya yarar. Çelik, dökme demir, alüminyum alaşımlı ve hafif magnezyum alaşımlı malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan saplamaların boyu takıldıkları malzemenin kalınlığına bağlı olarak değişir. Bu bağlantı yönteminde üst parça, saplamanın diş üstü çapından biraz daha büyük bir şekilde delinir. Alt parça ise kullanılacak saplamanın diş üstü çapından vida adımı kadar küçük şekilde delinir ve uygun kılavuzla diş açılır. Parçalar eş merkezli duruma getirildikten sonra her iki tarafına da diş açılmış saplama takılır. Rondela takıldıktan sonra sıkma somunu takılır ve emniyetli bir şekilde sıkma işlemi gerçekleştirilir. Sökme işleminde ise sadece somun sökülerek üst parça çıkartılır. Böylece saplamanın dişleri korunmuş olur (Şekil 6.17).



Saplamalı somunlu birleştirme

Parçaya sabitlenen saplamalı bağlantı

Şekil 6.17: Saplama ile birleştirme yöntemleri

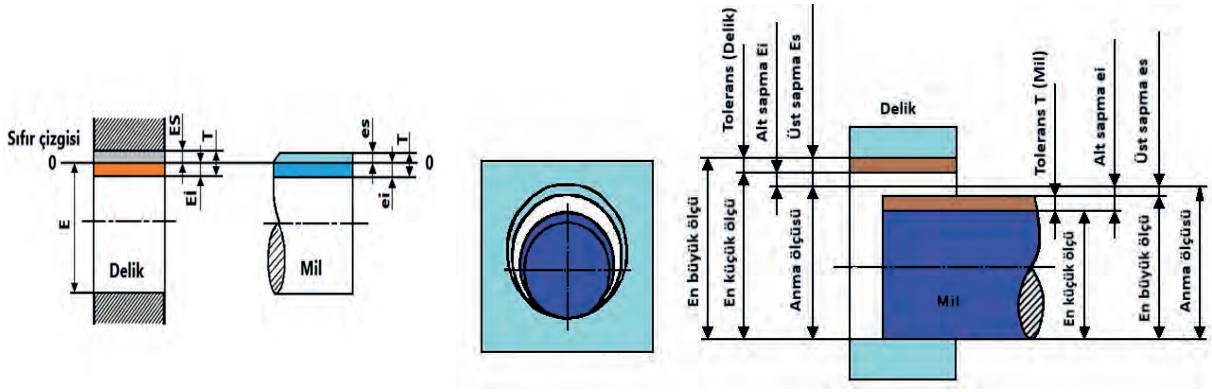
1.9. Tolerans

Endüstride bir makina veya aracın yapımında, iş parçalarının istenilen ölçülerde elde edilmesi çok önemlidir. Bu istek, her ne kadar hassas ve otomatik makinalar, özel kesici aletler, çeşitli iş kalıpları, ölçme ve kontrol aletleri veya mastarları kullanılarak çok usta kişiler tarafından yapılsa bile yerine getirilemeyebilir. Parçayı işleme ve ölçme aletlerindeki kusurlarla, kişisel hatalar yüzünden, bir parçanın her zaman tam ölçüsünde işlenmesi mümkün değildir. İş bittikten sonra elde edilen ölçü bazen tam olsa da istenilen değerden bir miktar büyük veya bir miktar küçük de olabilir. Makinalar üzerinde bulunan bazı parçaların hassas ölçüde olması gerekir bazılarında ise ölçü tamlığı pek aranmayabilir. Meydana gelebilecek ve ortadan tamamen kaldırılmasına olanak bulunmayan ölçü hataları da belli bir toleransta sınırlandırılır. Bir ölçü yerine, iki sınır ölçüsü saptanarak iş parçalarının bu iki sınır ölçüsü arasında işlenmesi uygun görülür. Açıklamadan anlaşılacağı üzere **tolerans**; parçanın işlenmesi için izin verilen alt ölçü sınırı ile üst ölçü sınırı arasındaki farktır.

Makine yapımında beraber çalışan parçalar bozulduğunda, değişebilir özellikte olmaları istenir. Ayrı işyerlerinde yapılmış olsalar da yedek parçaların sonradan hiçbir düzeltme gerektirmeden yerlerine uymaları çok önemlidir. Böyle birbirleriyle değiştirilebilen özdeş parça (yedek parça) yapımının ihtiyaç hâline gelmesi, makina parçalarının belirli toleranslara göre işlenmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Böylece bir makinanın bozulan bir parçası sökülüp yerine aynı özelliği taşıyan yedek parça takılarak makine kolayca çalışır hale getirilebilir. Yedek parça imalatı olmayınca modern bir endüstri var olamaz. Toleranslı ölçülendirme olmayınca da yedek parça yapımından söz edilemez.

1.9.1. Boyut Toleransları

Boyut toleransları hesaplanırken kullanılan terimler ve kısaltmaları şu şekildedir (Şekil 6.18).



Şekil 6.18: Tolerans ile ilgili genel kavramlar

Boyut: Bir uzunluğun, seçilen birim cinsinden değerini gösteren sayıdır.

Sıfır Çizgisi (0): Esas ölçüden geçer. Ölçüler buna göre değerlendirilir.

Esas Ölçü(E): Sınır ölçülerinin tanımlanmasında referans alınan ölçüdür. Nominal ölçü ya da anma ölçüsü de denir.

Üst Sapma (ES, es): Sapma üst değeri. Deliklerde ES, millerde es olarak gösterilir.

Alt Sapma (Eİ, ei): Sapma alt değeri. Deliklerde Eİ, millerde ei olarak gösterilir.

En Büyük Ölçü (EBÖ): İki sınır boyutunun en büyüğüdür. Esas ölçü ile üst sapmanın toplamına eşittir.

Deliklerde **EBÖ= E+ES**, millerde ise **EBÖ= E+es** formülü ile hesaplanır.

En Küçük Ölçü (EKÖ): İki sınır boyutunun en küçüğüdür. Esas ölçü ile alt sapmanın toplamına eşittir.

Deliklerde **EKÖ= E+Eİ**, millerde ise **EKÖ= E+ei** formülü ile hesaplanır.

Tolerans(T): En büyük ölçü ile en küçük ölçü arasındaki farktır. Tolerans, işareti olmayan mutlak bir değerdir.

T= EBÖ–EKÖ formülü ile hesaplanır.

Tolerans Birimi (İ): Ana ölçülere ait toleransların hesaplanması için İ harfiyle gösterilen ve mikrometre ile belirtilen bir birim kabul edilmiştir (1 µm=0,001 mm).

1.9.2. Sapmaların Ölçü Çizgileri Üzerinde Gösterilmesi

Sapma değerleri sıfır çizgisi denen bir çizgiden verilir. Sıfır çizgisi esas ölçüden (E'den) geçer. Sapma değeri (+) değerli ise sıfır çizgisinin üst tarafında (-) değerli ise alt tarafındadır. Sapma değerlerinin her ikisinin de (+) veya (-) işaretli olması mümkündür. Sapmanın değeri sıfır ise işaret konmaz (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: Sapma Değerlerinin Gösterilmesi

26 ± 0,1	Sapmalardan biri +, diğeri - ve değerleri eşitse;
+ 0,1 26 - 0,2	Sapmalardan biri +, diğeri - ise;
+ 0,2 26 + 0,1	Sapmalardan her ikisi de + ise;
- 0,1 26 - 0,2	Sapmalardan her ikisi de - ise;
+ 0,2 26 0	Sapmalardan biri +, diğeri 0 ise;
0 26 - 0,2	Sapmalardan biri 0, diğeri - ise;

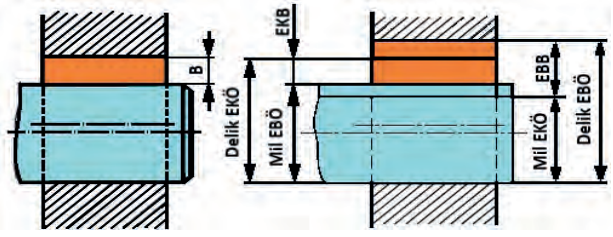
1.9.3. Boşluk ve Sıkılık

Boşluk ve sıkılık hesaplanırken kullanılan terimler ve kısaltmaları şu şekildedir (Görsel 6.19).

Boşluk(B): Parçalar birleştirilmeden önceki mil ve deliğin ölçüleri arasındaki (+) pozitif farktır.

En Büyük Boşluk (EBB): Deliğin en büyük ölçüsü ile milin en küçük ölçüsü arasındaki (+) pozitif farktır.

En Küçük Boşluk (EKB): Deliğin en küçük ölçüsü ile milin en büyük ölçüsü arasındaki (+) pozitif farktır.

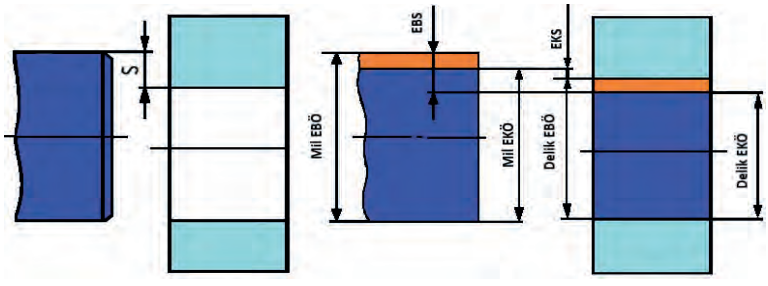


Şekil 6.19: Boşluk kavramı

Sıkılık (S): Parçalar birleştirilmeden önceki mil ve delik ölçüleri arasındaki (-) negatif farktır (Şekil 6.20).

En Büyük Sıkılık (EBS): Deliğin en küçük ölçüsü ile milin en büyük ölçüsü arasındaki (-) negatif farktır.

En Küçük Sıkılık (EKS): Deliğin en büyük ölçüsü ile milin en küçük ölçüsü arasındaki (-) negatif farktır.



Şekil 6.20: Sıkılık kavramı

Örnek 1: Verilen sapma değerlerine göre EBB, EKB, EBS, EKS değerleri nedir?

Mil için: Ø $60^{0}_{-0,005}$	**Delik için: Ø $60^{+0,025}_{+0,010}$**

En Büyük Boşluk= Deliğin En Büyük Boyutu - Milin En Küçük Boyutu

EBB: 60,025–59,995 EBB: 0,030 mm

En Küçük Boşluk= Deliğin En Küçük Boyutu - Milin En Büyük Boyutu

EKB: 60,010–60 EKB: 0,010 mm

En Büyük Sıkılık= Deliğin En Küçük Boyutu - Milin En Büyük Boyutu

EBS: 60,010 > 60 olduğundan sıkılık değeri aranmaz.

Not: Geçmelerde iki durumda sıkılık ve boşluk değeri aranamaz. Deliğin en küçük boyutu milin en büyük boyutundan büyük ise sıkılık, milin en küçük boyutu deliğin en büyük boyutundan büyük ise boşluk değeri aranmaz. Verilen sapma değerlerine bakılarak sıkı geçme de boşluklu geçme de yapılabilir.

Tablo 6.2: ISO Sisteminde Kullanılan Alıştırma Dereceleri ve Karşılıkları

ALIŞTIRMA DERECESİ	NORMAL DELİK SİSTEMİ		GEÇMENİN		NORMAL MİL SİSTEMİ	
	DELİK	MİL	KONUMU	ADI	DELİK	MİL
HASSAS ALIŞTIRMA	H6	n 5	Hareketsiz Geçmeler	Sıkı geçme	N 6	h5
		m 5		Çakma geçme	M 6	
		k 5		Tutuk geçme	K 6	
		j 5		Kakma geçme	J 6	
		h 5	Hareketli Geçme	Kaygın geçme	H 6	
		g 5			G 6	
İNCE ALIŞTIRMA	H7	s6>160>r6	Hareketsiz Geçmeler	Preste geçme	s7>160>R7	h6
		h 6		Sıkı geçme	N 7	
		m 6		Çakma geçme	M 7	
		k 6		Tutuk geçme	K 7	
		j 6		Kakma geçme	J 7	
		h 6	Hareketli Geçmeler	Kaygın geçme	H 7	
		f 7		Döner geçme	F 7	
		g 6		Yarım döner geçme	G 7	
		e 8		Serbest döner geçme	E 8	
		d 9		Serbest geçme	D 9	
ORTA ALIŞTIRMA	H8	h 8 / h 9	Hareketli Geçmeler	Kaygın geçme	H 8	h8 h9
		f 8		Döner geçme	F 8	
		e 9 / d 10		Serbest geçme	E 9 / D 10	
KABA ALIŞTIRMA	H11	h 11	Hareketli Geçmeler	Kaba geçme 1	H 11	h11
		d 11		Kaba geçme 2	D 11	
		c 11		Kaba geçme 3	C 11	
		a 11		Kaba geçme 4	A 11	

Örnek 2 : Anma ölçüsü 38 mm olan delik ve mil **hassas** alıştırılıp **sıkı geçme** olarak birlikte çalışacaklardır. **Normal delik** sistemine göre yapılan bu alıştırmada delik ve mil için hangi sembollerin kullanılacağını ve sapma değerlerini bulunuz?
Öncelikle **Tablo 6.2**'de normal delik sütunundan aşağı inilirken hassas alıştırma sütunundan sağa doğru ilerlenirse ikisinin kesişme noktasında deliğin sembolü **H6** olarak bulunur.
Yine normal delik sütunundan aşağı inilirken sıkı geçme satırından sola doğru ilerlenerek kesişme noktasında milin sembolü **n5** seçilir ve **38H6/n5** şeklinde gösterilir.

Sembolleri bulunan delik ve milin sapma değerleri normal delik sistemine ait **Tablo 6.3**'ten şöyle bulunur. Anma çapı **38** çizelgenin en solundaki çap gruplarının içerisinde **30** ila **40** arasındadır. Bu satırdan sağa doğru ilerlerken **H6** sütunundan aşağı doğru inilirse kesişme noktasında delik için üst sapma **(ES)** +16, alt sapma **(Eİ) 0** (sıfır) olarak okunur ve bu değerler mm ye çevrilerek $\mathbf{38_0^{+0,016}}$ olarak ölçünün yanına yazılır.

Yine aynı satırda ilerlerken **n5** sütunundan aşağı doğru inilirse mil için üst sapma **(es)** +28, alt sapma **(ei)** +17 olarak okunur ve mm ye çevrilerek $\mathbf{38_{+0,017}^{+0,028}}$ olarak ölçünün yanına yazılır.

Örnek 3: Anma ölçüsü 60 mm olan delik ve mil ince alıştırılıp tutuk geçme olarak birlikte çalışacaklardır. Normal mil sistemine göre yapılan bu alıştırmada delik mil için hangi sembollerin kullanılacağını ve sapma değerlerini bulunuz.
Tablo 6.2'de normal mil sistemi sütunundan aşağı inilirken, tutuk geçme satırından sağa doğru ilerlenirse kesişme noktasında deliğin sembolü **K7** olarak bulunur.

Yine normal mil sütunundan aşağı inilirken ince alıştırma satırından sağa doğru gidildiğinde kesişme noktasında milin sembolü **h6** bulunur ve 60^{K7}_{h6} şeklinde gösterilir.

Sembolleri bulunan delik ve milin sapma değerleri normal mil sistemine ait **Tablo 6.5**'ten şöyle bulunur. Anma çapı **60** çizelgenin en solundaki çap gruplarının içerisinde **50** ile **80** arasındadır. Bu satırdan sağa doğru ilerlerken **K7** sütunundan aşağı doğru inilirse kesişme noktasında delik için üst sapma **(ES)** +9, alt sapma **(Eİ)** -21 olarak okunur ve bu değerler mm ye çevrilerek

$60^{+0,009}_{-0,021}$ olarak ölçünün yanına yazılır.

Yine aynı satırda ilerlerken **h6** sütunundan aşağı doğru inilirse mil için üst sapma **(es)** **0** (sıfır), alt sapma **(ei)** -19 olarak okunur ve mm ye çevrilerek

$60^{0}_{-0,019}$ olarak ölçünün yanına yazılır.

1.9.4. Tolerans Hesaplamaları

Tolerans cetvellerinden sapma değerleri bulunan mil ve delik arasındaki boşluk ve sıkılık değerleri bulunup alıştırma toleransları hesaplanabilir.

Örnek:

38H6/n5 için alıştırma toleransının hesaplanması örnekteki gibi yapılır. Alıştırma toleransının boşluk veya sıkılıklar arasındaki fark olduğunu daha önce belirtilmişti. Alıştırma toleransının bulunabilmesi için şu işlem sırası takip edilmelidir.

Delikler için (H6)

$38^{+0,016}_{0}$
ES= 0,016
Eİ= 0

EBÖ= E+ES= 38+0,016= 38,016 mm
EKÖ= E+Eİ= 38+0=38 mm
T= EBÖ–EKÖ= 38,016–38= 0,016 mm

Mil için (n5)

$38^{+0,028}_{+0,017}$
es= 0,028
ei= 0,017

EBÖ= E+es= 38+0,028= 38,028 mm
EKÖ= E+ei= 38+0,017= 38,017 mm
T= EBÖ–EKÖ= 38,028–38,017= 0,011 mm

En Büyük Boşluk (EBB)= Deliğin En Büyük Ölçüsü–Milin En Küçük Ölçüsü
= **38,016 < 38,017** olduğundan boşluk yoktur.

En Büyük Sıkılık (EBS)= Milin En Büyük Ölçüsü–Deliğin En Küçük Ölçüsü= 38,028–38
EBS= 0,028 mm

En Küçük Boşluk (EKB)= Deliğin En Küçük Ölçüsü–Milin En Büyük Ölçüsü
= **38 < 38,028** olduğundan boşluk yoktur.

En Küçük Sıkılık (EKS)= Milin En Küçük Ölçüsü–Deliğin En Büyük Ölçüsü= 38,017–38,016
EKS= 0,001 mm

Alıştırma Toleransı (AT)= EBS–EKS= 0,028–0,001
(AT)= 0,027 mm olarak bulunur.

Tablo 6.3: Normal Delik Sisteminde ISO Alıştırmalarının Sapma Değerleri-1

Normal Delik Sistemi																1µ= 0,001 mm
Anma ölçüleri aralıkları ...'den ...'e kadar mm	Delik	Miller					Delik	Miller								
	H6	p 5	n 5	k 6	j 6	h 5	H7	S 6	r 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 7
1...3	+6	+10	+8	+6	+4	0	+10	+20	+16	+10	+8	+6	+4	0	-2	-6
	0	+6	+4	0	-2	-4	0	+14	+10	+4	+2	0	-2	-6	-8	-16
.....																
30...40	+16	+37	+28	+18	+11	0	+26	+59	+50	+33	+25	+18	+11	0	-9	-25
40...60	0	+26	+17	+2	-5	-11	0	+43	+34	+17	+9	+2	-6	-16	-25	-50
.....																
180...200								+151	+106							
								+122	+77							
200...225	+29	+70	+51	+33	+16	0	+46	+159	+109	+60	+46	+33	+16	0	-15	-50
	0	+50	+31	+4	-13	-20	0	+130	+80	+31	+17	+14	-13	-29	-44	-96
225...250								+169	+113							
								+140	+84							

Tablo 6.4: Normal Delik Sisteminde ISO Alıştırmalarının Sapma Değerleri-2

Normal Delik Sistemi												1µ= 0,001 mm
Anma ölçüleri aralıkları ...'den ...'e kadar mm	Delik	Miller					Delik	Miller				
	H8	x 8	u 8	h 9	e 8	d 9	H11	h 9	h 11	d 9	c 11	a 11
1...3	+14	+34	-	0	-14	-20	+60	0	0	-20	-60	-270
	0	+20	-	-25	-28	-45	0	-25	-60	-45	-120	-330
3...6	+18	+46	-	0	-20	-30	+75	0	0	-30	-70	-270
	0	+28	-	-30	-38	-60	0	-30	-75	-60	-145	-345

Tablo 6.5: Normal Mil Sisteminde ISO Alıştırmalarının Sapma Değerleri-1

Normal Delik Sistemi																1µ= 0,001 mm
Anma ölçüleri aralıkları ...'den ...'e kadar mm	Delik	Miller					Delik	Miller								
	h5	P 6	N 6	M 6	J 6	H 6	h6	S 7	R 7	N 7	M 7	K 7	J 7	H 7	G 7	F 7
1...3	0	-6	-4	-2	+2	+6	0	-14	-10	-4	-2	0	+4	+10	+12	+16
	-4	-12	-10	-8	-4	0	-6	-24	-20	-14	-12	-10	-6	0	+2	+6
.....																
50...65								-42	-30							
	0	-26	-14	-5	+13	+19	0	-72	-60	-9	0	+9	+18	+30	+40	+60
65...80	-13	-45	-33	-24	-6	0	-19	-48	-32	-39	-30	-21	-12	0	+10	+30
								-78	-62							
.....																
180...200								-105	-60							
								-151	-106							
200...225	0	-41	-22	-8	+22	+29	0	-113	-63	-14	0	+13	+30	+46	+61	+96
	-20	-70	-51	-37	-7	0	-29	-159	-109	-60	-46	-33	-16	0	+15	+50
225...250								-123	-67							
								-169	-113							

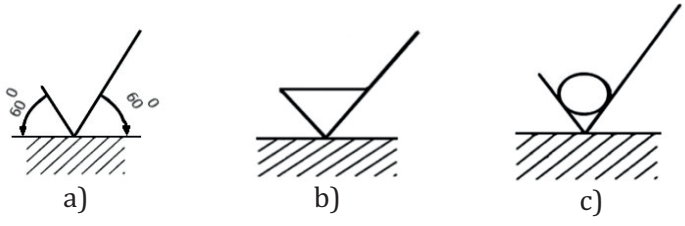
Tablo 6.6: Normal Mil Sisteminde ISO Alıştırmalarının Sapma Değerleri-2

Normal Delik Sistemi												1µ= 0,001 mm
Anma ölçüleri aralıkları ...'den ...'e kadar mm	Delik	Miller						Delik	Miller			
	h9	H8	H11	F8	E 9	D 10	C 11	h11	H 11	D 11	C 11	A 11
1...3	0	+14	+60	+20	+39	+60	+120	0	+60	+80	+120	+330
	-25	0	0	+6	+14	+20	+60	-60	0	+20	+60	+270
3...6	0	+18	+75	+28	+50	+78	+145	0	+75	+105	+145	+345
	-30	0	0	+10	+20	+30	+70	-75	0	+30	+70	+270

1.10. Yüzey İşleme İşaretleri

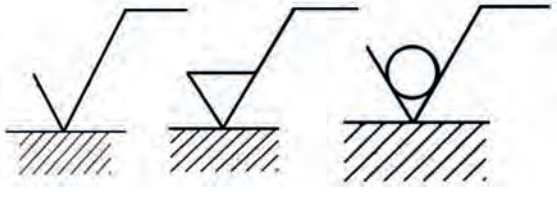
Bir makine parçasının yapımı için görünüşünün çizilmesi, ölçülendirilmesi parçanın ölçü ve biçim bakımından tanıtılmasına yardımcı olur. Çizimi yapılan parçanın düzgün çalışabilmesi ve işlevini yerine getirebilmesi ancak düzgün yüzey işlemesi ile sağlanabilir. Bunun için çizim sırasında yüzey işlemesiyle ilgili bilgi ve ayrıntıların da belirtilmesi gerekir. Parçanın işleneceği tezgâh, parça yüzeyinin niteliği ile ilgili bilgiler çizim üzerinde sembol, işaret ve kelimelerle belirtilmelidir. Bu bilgiler doğru ve detaylı bir şekilde belirtilmezse imalat sonrasında parçalar uyumlu bir şekilde çalışamayacakları için çabuk yıpranırlar. Endüstriyel ihtiyaçlar ve teknolojik gelişmelerin sunduğu imkanlarla daha yüksek verimli, dayanıklı ve gürültüsüz çalışan makineler üretilmesi amaçlanmaktadır. İmalat resimlerinin üzerine konulan yüzey işleme işaretleri bu beklentilerin yerine getirilmesi için önem taşır (Şekil 6.21).

- **Esas Sembol (İşaret)**
  Gösterilen ilgili yüzeye 60° eğimli birbirine eden biri uzun biri kısa çizgisi olan V harfine benzer bir semboldür. Sembol herhangi bir ekleme yapılmadan kullanıldığında işlem gören yüzey anlamına gelir, yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi vermez (Şekil 6.21.a).
- **Talaş Kaldırılan Yüzey Sembolü (İşareti)**
  Esas sembolün üstüne eklenen yatay çizgi talaş kaldırma işlemi gerektiği anlamına gelir. Sembol bu hâliyle yüzeyden talaş kaldırıldığını gösterir ancak yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi vermez (Şekil 6.21.b).
- **Talaş Kaldırılmayan Yüzey Sembolü İşareti**
  Esas sembolün çizgileri ortasına eklenen daire işareti yüzeyde talaş kaldırma yapılamayacağı anlamına gelir (Şekil 6.21.c).

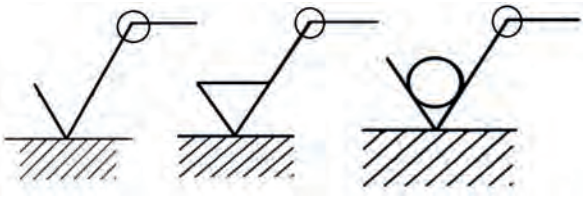


Şekil 6.21: Yüzey işleme sembolleri

- **Özel Durumlarda Kullanılan Sembol (İşaret)**
  Yüzey durumu ile ilgili özel bilgilerin gösterilmesi gerekiyorsa ilgili grafik sembollerin uzun koluna bir yatay çizgi eklenir (Şekil 6.22). Yatay çizginin üzerine de yüzeye uygulanabilecek özel işlemler (raybalama, raspalama, sertleştirme vb.) yazılır.
- **Tüm Yüzeylerin Gösterilmesinde Kullanılan Sembol (İşaret)**
  Bir parçanın bütün yüzeylerinde aynı yüzey durumu gerekliyse, özel durum sembolünde, uzun kola ile ona eklenen yatay çizginin birleştiği noktaya daire şeklinde bir işaret eklenir (Şekil 6.23).



Şekil 6.22: Özel durum sembolleri



Şekil 6.23: Tüm yüzey sembolleri

Esas sembol üzerinde yer alan bilgilerin konumu yapılacak işlemi belirlemek için önemlidir. Bu bilgilerin sembol üzerindeki konumuna göre ne anlam ifade ettiği Şekil 6.24'te gösterilmiş ve yanında açıklamaları verilmiştir.

a) Ra sembolüyle beraber µm cinsinden pürüzlülük değerleri veya µm cinsinden uygun değerleri ile birlikte pürüzlülük sembolleri gösterilir.

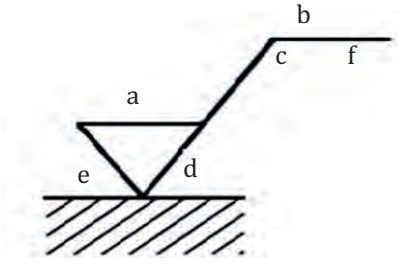
b) Üretim metodu, işleme, kaplama veya üretim işlemine ait diğer kurallar vb. verilir.

c) İlgili sembolle birlikte µm cinsinden dalgalılık veya mm cinsinden örnek uzunluğu uygun olduğunda Ra, Ry ve Rz için bu değer çıkarılmalıdır.

ç) İşleme izlerinin yönü belirtilir.

d) İşleme payı belirtilir.

e) Ra'dan başka sembolü ile beraber µm cinsinden pürüzlülük değerleri belirtilir.

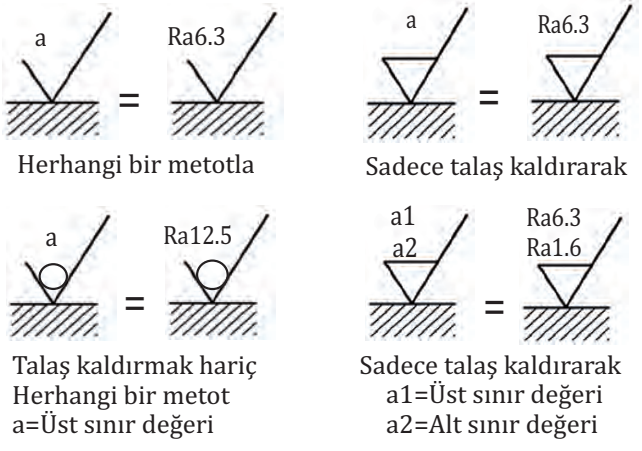


Şekil 6.24: Grafik sembollere eklenen bilgiler

1.10.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Makine üretilirken beraber çalışacak yüzeylerin birbirine göre durumlarının dikkate alınması, işlevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirmeleri için önemlidir. Birbiriyle sürtünerek çalışan yüzeylerin hassasiyet dereceleri makinenin verimini etkiler. Düzgün yüzeyli olmayan makine parçaları, gürültülü çalışır ve çabuk yıpranır. Doğru, pürüzsüz ve amacına uygun işlenmiş parçalar ise sessiz ve uyumlu çalışmalarının yanı sıra makine veriminin de yüksek olmasını sağlar.

Parçanın yüzeyinde imalat sırasında oluşan şekil ve dalgalanmalara **pürüzlülük** adı verilir. Pürüzlülük değerlerinden olan **Ra** aritmetik ortalama sapma değeri Şekil 6.25'te verilen ilgili sembolün **a** ile gösterilen alanında açıklanır (Şekil 6.25) (Tablo 6.7).



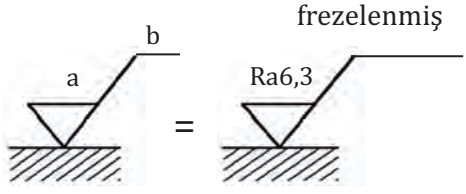
Şekil 6.25: Yüzey pürüzlülüğünün gösterilmesi

Tablo 6.7: Pürüzlülük Değerleri ve Sınıf Numaraları

Ra Pürüzlülük Değeri µm	µin (Mikro İnç)	Pürüzlülük Sınıf Numarası
50	2000	N12
25	1000	N11
12,5	500	N10
6,3	250	N9
3,2	125	N8
1,6	63	N7
0,8	32	N6
0,4	16	N5
0,2	8	N4
0,1	4	N3
0,05	2	N2
0,025	1	N1

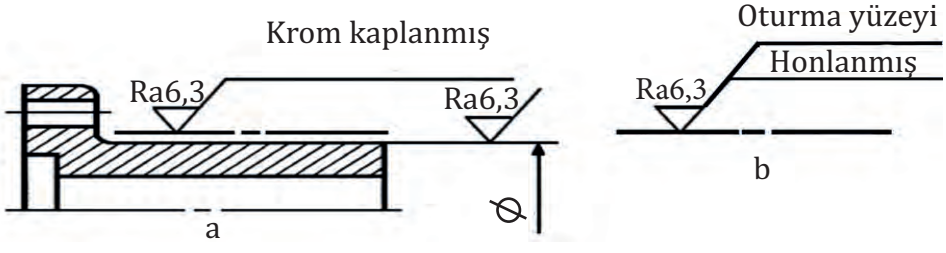
1.10.2. İmalat Metodunun Belirtilmesi

İmalat metodu, işleme, kaplama veya imalat işlemine ait diğer kurallar; esas sembolün b ile gösterilen alanına yazılır. Elde edilmek istenen yüzey durumu belli bir imalat metoduyla yapılmak zorundaysa gerekli eylem, grafik sembolün uzun koluna eklenen yatay çizginin üzerine öğrenilen geçmiş zaman kipiyle çekimlenerek yazılır (tornalanmış, frezelenmiş, kromlanmış vb.) (Şekil 6.26).



Şekil 6.26: İmalat metodunun belirlenmesi

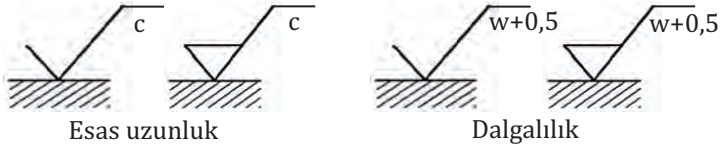
Yazılacak bilgi için tek çizgilik alan yeterli değilse yatay çizginin üzerine bir çizgi daha eklenebilir (Şekil 6.27).



Şekil 6.27: İmalat metodunun belirlenmesi

1.10.3. Esas Uzunluk ve Dalgalılığın Belirtilmesi

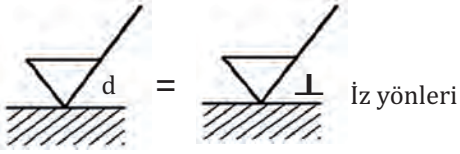
Dalgalılık (Wt) ve örnek uzunluk (kontrole esas) değeri (L), ilgili sembolle birlikte esas sembolün c ile gösterilen alanına yazılır (Şekil 6.28).



Şekil 6.28: Esas uzunluk ve dalgalılığın belirlenmesi

1.10.4. Yüzey Yapılışına Ait Özelliklerin Gösterilmesi

Yüzeyin yapılışı ve izlerin doğrultusu belirtilmek istenirse bu bir sembolle gösterilir ve yüzey durumu sembolünün d alanına çizilir (Şekil 6.29).

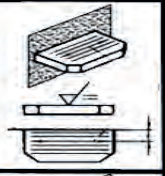
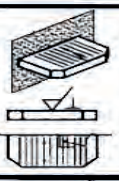
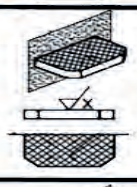
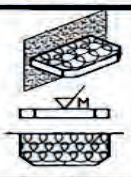
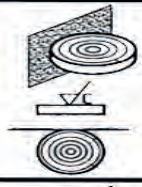
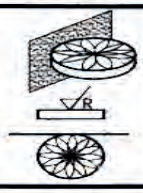
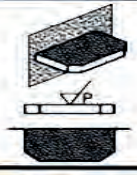


Şekil 6.29: Yüzey yapılışına ait özelliklerin gösterilmesi

İzlerin şekil ve yönlerini belirtmek için kullanılan standart semboller (paralel, dik, çapraz vb.) ve açıklamaları Tablo 6.8'de verilmiştir.

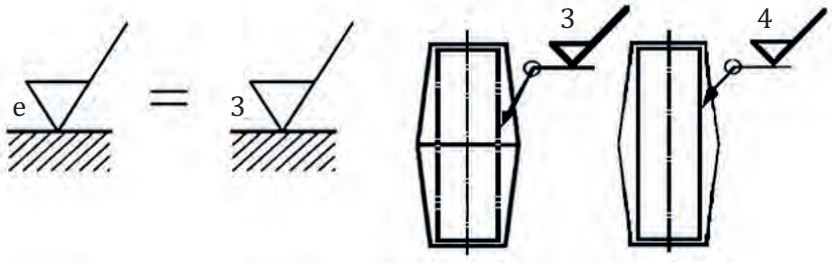
Tablo 6.8: Yüzey yapılışına ait özelliklerin sembollerle gösterilmesi

NORMAL YÜZEYLERİN YAPILIŞLARINA AİT GRAFİK SEMBOLLER

Sembol	Açıklama	Örnek	Sembol	Açıklama	Örnek
=	Sembolün uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine paralel izler		⊥	Sembolün uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine dik izler	
X	Sembolün uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine her iki doğrultu eğik ve çapraz izler		M	Çok doğrultulu izler	
C	Sembolün uygulandığı yüzeyin merkezine göre yaklaşık daire şekilli izler		R	Sembolün uygulandığı yüzeyin merkezine göreyaklaşık radyal izler	
P	Nokta izi doğrultusuz veya çukurlu kumlama vb.				

1.10.5. İşleme Paylarının Gösterilmesi

Özellikle döküm ve dövme işlemleriyle elde edilen parçaların işlenebileceği aşırı kalınlık değeri ilgili sembolün e ile gösterilen yerine Şekil 6.31'de görüldüğü gibi mm cinsinden yazılır.

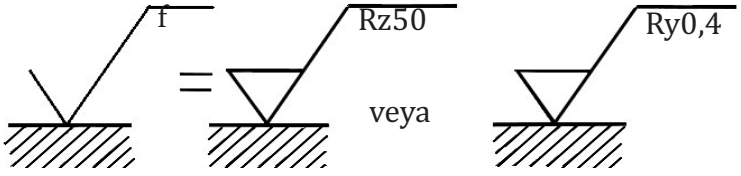


Şekil 6.31: İşleme paylarının gösterilmesi

1.10.6. Diğer Pürüzlülüklerin Belirtilmesi

Yüzeylerin Ra dışındaki pürüzlülük değerleri esas sembolün f ile gösterilen alanına sembolüyle birlikte µm cinsinden yazılır (Şekil 6.32).

İlgili standartta **Rg, Rz, Rp** vb. değerlerin **f** alanından başka **a** alanına da yazılabileceği belirtilmektedir.

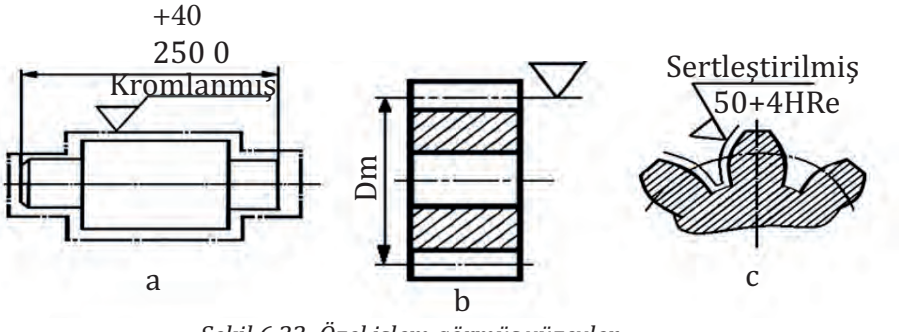


Şekil 6.32: Diğer pürüzlülüklerin gösterilmesi

1.10.7. Özel İşlem Görecek Yüzeylerin Resim Üzerinde Gösterilmesi

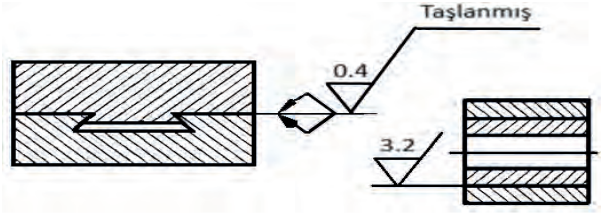
Özel işlem görmüş/ görecek yüzeyler iş resmi üzerinde gösterilirken kullanılacak işaretleme, sembol ve belirtilecek değerlerin doğru şekilde ve standartlara uygun belirtilmelidir. Aşağıda çeşitli işlemlerde dikkat edilmesi gereken bazı kurallar sıralanmıştır.

- Özel işlem görecek yüzeyler noktalı kesik kalın çizgi ile belirtilir. Üzerine kromlanmış, boyanmış vb. gibi işlem türleri ölçüleri ile belirtilir (Şekil 6.33.a).
- Dişli çarkların yüzeylerine yüzey pürüzlülük değerleri, dişli çarkın ortalama çapı (Dm) üzerine konur (Şekil 6.33.b).
- Dişli çarkların diş yüzeyleri sertleştirilecek veya ek işlem görecek ise aynı şekilde sertleştirilmiş, taşlanmış vb. yazılır. Sertlik derecesi HRc (Hardned Rockwell sertliği) simgesi ile gösterilir (Şekil 6.33).

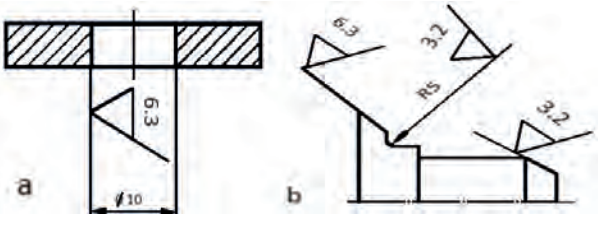


Şekil 6.33: Özel işlem görmüş yüzeyler

- Montaj parçalarının beraber çalışan yüzeylerinin aynı yüzey kalitesi ile işlenmesi gerektiği için Şekil 6.34'te gösterildiği gibi yazılır.
- Parça üzerine sığmayan yüzey pürüzlülük sembol işaretleri, ölçü bağlama çizgisi üzerine dışarıya çıkarılarak konabilir (Şekil 6.35.a).
- Bir resimde açı ve yaylı ölçülendirmeler varsa yüzey pürüzlülük değerleri açı çizgilerinin veya yay ölçü çizgisinin üzerine konabilir (Şekil 6.35.b).



Şekil 6.34: Özel işlem görmüş yüzey



Şekil 6.35: Yüzey pürüzlülük değerleri

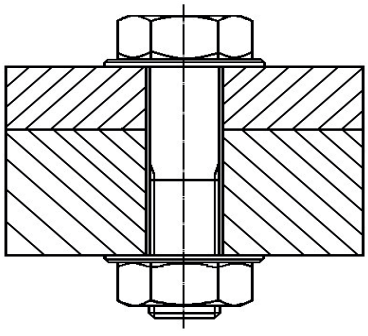
6.1. CIVATA VE SOMUNLA BİRLEŞTİRME YAPMA

Amaç: İki parçayı cıvata ve somun yardımıyla sökülebilecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Matkap tezgâhı		1 adet
Tezgâh mengenesi		1 adet
Matkap ucu	16,5 mm	1 adet
Markalama aletleri		1 adet
Cıvata, somun	M16	1 adet
Rondela veya pul		1 adet
Yıldız anahtar	No. 16	2 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 6.36: Cıvata ve somunlu bağlantı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Cıvata ve somunla birleştirilecek parçaların delik yerleri markalanır (Şekil 6.36).
4. Delinecek yerlere nokta vurularak iz açılır.
5. Her iki parça da cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük olacak şekilde matkapla delinir.
6. İki parçanın delikleri merkezlenerek deliklere cıvata takılır.
7. Somunun sıkıldığı yere rondela veya pul takılır.
8. Somun cıvataya takılarak el ile bir miktar sıkılır.
9. Cıvata başı ve somun, uygun anahtar kullanılarak uygun bir kuvvet ile sıkılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Markalama aletlerinin doğru kullanılması	10	
4.	Noktalama işleminin doğru yapılması	20	
5.	Matkapla delik açılması	20	
6.	Cıvatalı somunlu birleştirmenin doğru yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

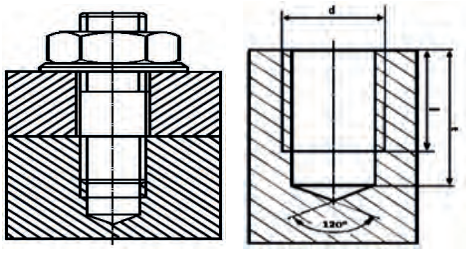
6.2. SAPLAMA VE SOMUNLA BİRLEŞTİRME

Amaç: Biri kör delikli, iki parçayı saplama ve somun yardımıyla sökülebilecek şekilde birleştirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Matkap tezgâhı		1 adet
Tezgâh mengenesi		1 adet
Matkap ucu	16,5 mm	1 adet
Markalama aletleri		1 adet
Saplama, somun	M16	1 adet
Rondela veya pul		1 adet
Anahtar	No. 16	2 adet
Kılavuz takımı		1 adet

Uygulama Görselleri



d= Diş üstü çapı l= Vida diş boyu t= Delik derinliği

Şekil 6.37: Parçaya sabitlenen saplamalı bağlantı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Saplama ve somun ile birleştirilecek parçaların delik yerleri markalanır (Şekil 6.37).
4. Delinecek yerlere nokta vurularak iz açılır.
5. Üst parça cıvatanın diş üstü çapından biraz daha büyük olacak şekilde, matkapla boydan boya delinir.
6. Alt parçaya ise cıvatanın adımına uygun kör delik açılır. Örneğin M16x1,5 cıvata kullanılacaksa tablodan matkap çapına bakılır veya (Matkap çapı= dx0,85) formülü ile hesaplanır. Ø14 mm matkap ucu ile kör delik açılır.
7. Uygun kılavuz takımı kullanılarak kör delikli parçaya diş açılır.
8. Diş açılmış parça alt tarafa gelecek şekilde iki parça saplama ile birleştirilir.
9. Parçalar mengeneye bağlanarak somuna uygun anahtar ile sıkma işlemi yapılır.

Uygulama Değerlendirme

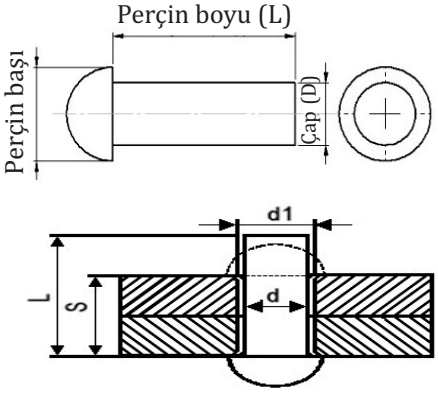
SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Markalama aletlerinin doğru kullanılması	20	
4.	Noktalama işleminin doğru yapılması	10	
5.	Matkapla delik açılması	20	
6.	Saplamalı somunlu birleştirmenin doğru yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

Parçalar arasındaki bağlantının, parça veya bağlantı bölgesi bozularak çözüldüğü ve tekrar birleştirmenin mümkün olmadığı birleştirme yöntemlerinin bütününe **sökülemeyen birleştirmeler** denir. Kaynak, perçin, lehim de sökülemeyen birleştirme elemanlarına örnek verilebilir.

2.1. Perçin

En az iki parçayı birleştirmede kullanılan başı hazır hâlde bulunan diğer başı bağlantı işlemi sırasında şekillendirilen sökülemeyen bağlantı elemanına **perçin** denir (Şekil 6.38). Perçin kullanılarak yapılan bağlantı işlemine de **perçinleme** denir. Perçinli bağlantılar sadece perçin tahrip edilerek sökülebilir. Perçinleme yapılırken bağlanacak parçalar üzerine açılan deliklerin karşılıklı olarak merkezlenmesinin ardından bu deliklere perçin çivisi geçirilir ve çivinin serbest ucu geri çıkarılamayacak şekilde şişirilir. Özellikle uçak gövde imalatında ve sızdırmazlık gereken basınçlı depolarda çeşitli perçinleme yöntemleri tercih edilir.



Şekil 6.38: Perçin

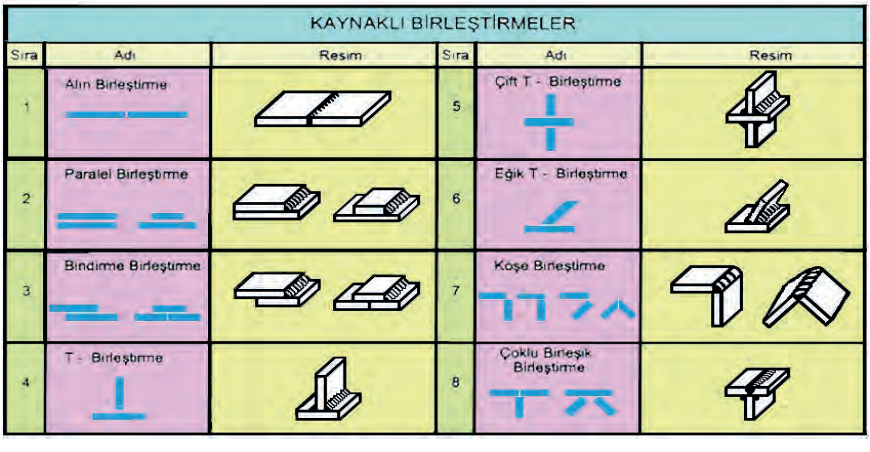
2.2. Kaynak

Aynı nitelikteki metallerin veya benzer nitelikteki alaşımların ısı etkisiyle veya ısıyla beraber basınç altında sökülmeyecek biçimde birleştirilmesine **kaynak** denir. Söz konusu iki parça birleştirilirken ilave metal ya da ek kaynak teli kullanılır.

Kaynakla birleştirilen metallerin ve kaynakta kullanılan elektrodun erime sıcaklıkları birbirine eş veya yakın olmalıdır. Malzemeler ısı etkisiyle eriyip birbirine karışır. Eriyen kısımlar soğuyarak sertleşir ve böylece bağlantı oluşur.

Kaynak yapılırken gaz alevi, elektrik arkı, lazer, elektron ışını, sürtme, ultra ses dalgaları gibi çeşitli enerji kaynakları kullanılabilir. Endüstriyel işlemlerde kaynağın açık hava, sualtı, uzay gibi birçok farklı ortamda yapılması gerekebilir. Yapıldığı yer ve ortam fark etmeksizin kaynak işlemi çeşitli tehlikelere neden olabilir. Kaynak sırasında oluşabilecek alev, elektrik çarpması, zehirli dumanlar ve ultraviyole ışınlara karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Kaynak teknolojisi basınç ve ergitme olarak iki gruba ayrılır. İş parçalarına uygulanacak kaynak şekli imalat resminde özel sembollerle gösterilmelidir (Şekil 6.39; 6.40).



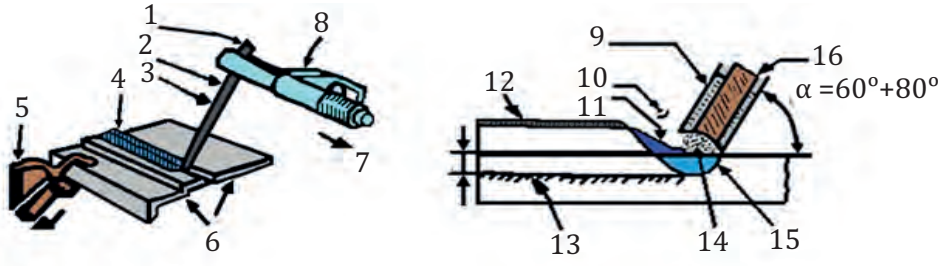
Şekil 6.39: Kaynak sembolleri



Şekil 6.40: Kaynaklı birleştirme çeşitleri

2.2.1. Elektrik Ark Kaynağı

Kaynak elektrodu (dolgu metali) ve ana malzeme arasında bir güç kaynağı aracılığıyla elektrik arkı oluşturularak yapılan kaynak yöntemidir. Doğru (DC) ya da alternatif (AC) akım kaynakları kullanılabilir. Bazı durumlarda kaynak yapılan bölge, koruma gazı olarak bilinen bir gazla korunarak da elektrik ark kaynağı yapılabilir (Şekil 6.41).

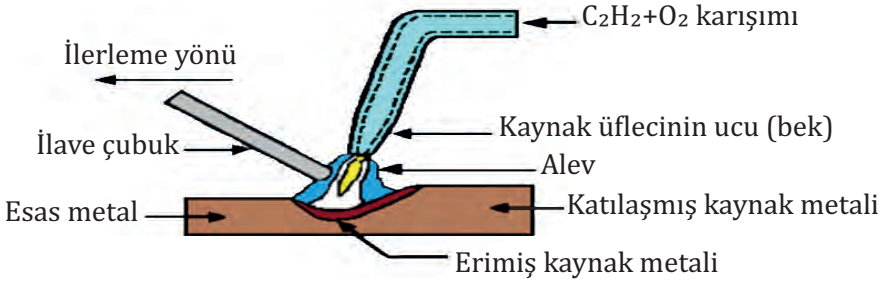


1-Çıplak kısım	5-7-Güç bağlantısı	10-Gaz kılıfı	14-Ark hüzmesi
2-Örtülü kısım	6-İş bağlantısı	11-Kaynak göleti	15-Kaynak çukuru
3-Elektrod	8-Elektrod tutucu	12-Çuruf örtü	16-Elektrod özü
4-Ergimiş metal	9-Elektrod örtüsü	13-Isı bölgesi	h=Ergime derinliği

Şekil 6.41: Elektrik ark kaynağı

2.2.2. Oksi-Gaz Kaynağı

Oksi-asetilen kaynağı olarak da bilinen bu yöntem, ekipmanı ucuz ve basit olduğu için hâlâ yaygın olarak, boru ve kanal kaynağında ve tamir işlerinde kullanılmaktadır. İşlem için gerekli olan kaynak alevi (yaklaşık 3100 °C) genellikle oksijenle asetilenin karışarak yanmasıyla ortaya çıkar. Alevin gücü, elektrik arkına göre daha az olduğu için kaynağın soğuması daha yavaş olur. Bu da gerilme ve kaynak çarpılmalarının daha az oluşmasını sağlar. Yüksek alaşım çelikleri bu yöntemle daha kolay kaynak edilebilir. Bu yöntem, metallerin kesilmesinde de kullanılır. Oksijen-hidrojen kaynağı ve basınçlı gaz kaynağı gibi yöntemler de oksi-gaz kaynağına oldukça benzerdir. Sadece kullanılan gaz tipi farklıdır (Şekil 6.42).



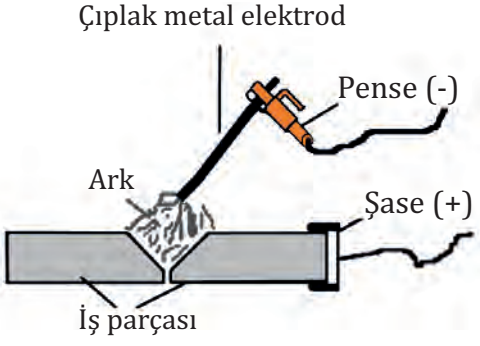
Şekil 6.42: Oksi-gaz kaynağı

2.2.3. Elektrik Direnç Kaynağı

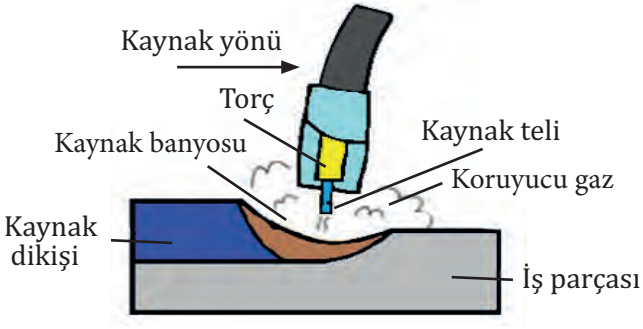
Metallerin üzerinden geçen akıma karşı gösterdiği dirençle ısı üretmesi esasından yararlanılarak iki veya daha fazla metal yüzeyin birleştirilmesine **direnç kaynağı** denir. Metalden geçen yüksek akım (1000-10000 A) nedeni ile kaynak bölgesinde küçük bir eriyik metal havuzu oluşur. Direnç kaynağı yöntemleri genellikle verimli ve temiz yöntemler olmasına rağmen uygulamaları sınırlı ve ekipmanları oldukça pahalıdır (Şekil 6.43).

2.2.4. Gaz Altı Kaynağı

Bir gaz atmosfer oluşturularak kaynak yerinin oksijen ve dış etkilerden korunmasıyla yapılan ark kaynağına **gaz altı** ya da **koruyucu gaz kaynağı** adı verilir. Başlıcaları MIG-MAG ve TIG (WIG) gazaltı kaynak teknikleridir. MIG (Metal Inert Gas) kaynak tekniğinde koruyucu gaz olarak argon ve helyum gibi soy gazlar, MAG (Metal Active Gas) kaynak tekniğinde ise koruyucu gaz olarak aktif bir gaz olan karbondioksit kullanılır. Diğerlerine göre nispeten daha az tercih edilen TIG tekniğinin farkı erimeyen Wolfram (Tungsten) elektrot kullanılmasıdır (Şekil 6.44).



Şekil 6.43: Elektrik direnç kaynağı



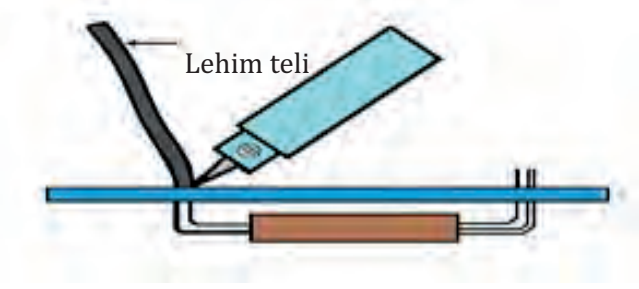
Şekil 6.44: Gaz altı kaynağı

2.2.5. Tozaltı Kaynağı

Kaynak yerinin toz şeklindeki maddeyle oksijen ve dış etkilerden korunması yöntemiyle yapılan ark kaynağına **tozaltı kaynağı** denir.

2.3. Lehimleme

Benzer veya farklı nitelikte iki metal parçanın ergime dereceleri altında bir sıcaklıkta, aralarında ek teli eritilerek birleştirilmesi işlemine **lehimleme** denir (Şekil 6.45). Bu işlemde amaç, düşük basınçlarda parçalar arasında sızdırmazlığı sağlamak, parçaların özellikleri bozulmadan, ısı ve elektrik iletkenlikleri korunarak birleştirilmesidir. Parçalar lehimlenirken iç yapılarında değişme olmaz. Lehimle şu şekilde sınıflandırılabilir.



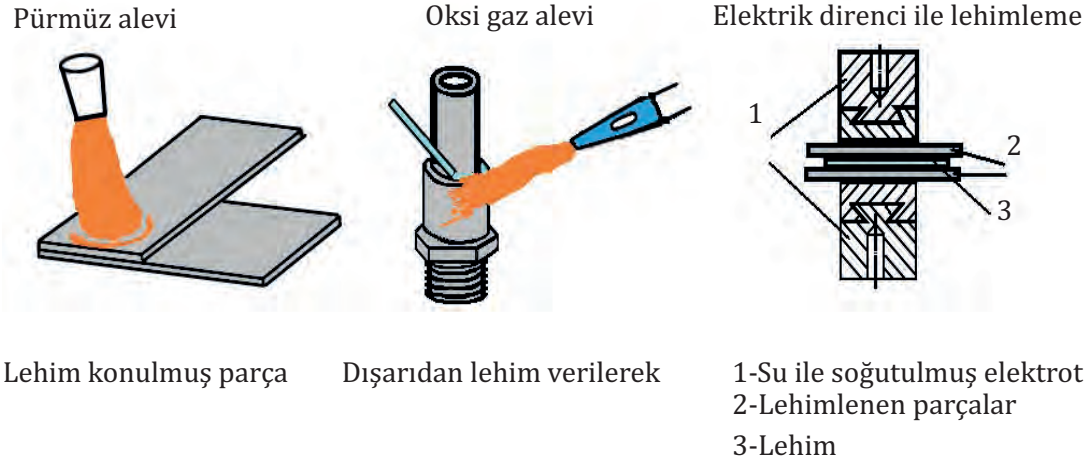
Şekil 6.45: Lehimleme

2.3.1. Yumuşak Lehimleme

450 °C'nin altında yapılan lehimlemeye **yumuşak lehimleme** denir. Bu işlem genellikle kurşun-kalay alaşımı lehim teller kullanılarak yapılır. kurşun-Kalay alaşımı düşük sıcaklıklarda eriyerek iyi akışkanlık özelliği gösterdiği için tercih edilir. Lehimleme telleri hazır hâlde temin edilebileceği gibi atölye ortamında da üretilebilir.

Yumuşak lehimleme aşağıdaki yöntemlerle yapılır (Şekil 6.46).

- **Alev ile Lehimleme:** Bu yöntemde ısı ya doğrudan lehim teline ya da lehim teli birleştirilecek bölgeye konduktan sonra üzerine veya civarına verilir. Isı kaynağı olarak pürmüz alevi veya oksi-gaz alevi kullanılır. Oksi-gaz alevi kullanılırken yumuşak alev tercih edilmelidir.



Şekil 6.46: Lehimleme teknikleri

- **İndüksiyon ile Lehimleme:** Birleştirilecek parçaların ek yerlerine endüksiyon bobini yerleştirilerek yapılan lehimlemedir. Gereken lehimleme sıcaklığı yüksek frekanslı elektrik akımı ile sağlanarak lehimleme yapılır. Endüksiyon bobini ile ek yerlerinin biçimleri uyumlu olmalıdır. Örneğin boru biçimli parçalar için dairesel endüksiyon bobini kullanılmalıdır.
- **Elektrik Direnci ile Lehimleme:** Birleştirilecek parçaların arasına uygun lehim metali yerleştirilerek yapılan lehimlemedir. Elektrik direnci ve baskı uygulanarak parçaların birleşmesi sağlanır.
- **Daldırma Yöntemiyle Lehimleme:** Birleştirilecek parçaların içerisinde erimiş hâlde lehim bulunan bir banyoya daldırılması yöntemiyle yapılan lehimlemedir. Lehimlenecek parçalar temizlendikten sonra birbiri üzerine sabitlenir ve lehim banyosuna daldırılıp çıkarılır. Lehimlenmeyecek kısımlara, birleşmeyi engellemek için pasta veya bir eriyik sürülür.

2.3.2. Sert Lehimleme

Metal parçaları, bir ısı kaynağı altında ergitmeden, 450 °C üzerinde ergiyen ilave bir metal (lehim alaşımı) kullanarak birleştirme yöntemine **sert lehimleme** denir. Bu yöntemde yüzey, ilave metal birleştirme aralığına yayılarak ıslatılır. Birleştirilecek metallerle ilave metal arasında metalurjik bir bağ oluşturulur. Metalurjik bağın oluşumu, difüzyon işlemi ile gerçekleşir. Sert lehimlemede kullanılan ilave metaller gümüş ve gümüş alaşımlı sert lehim dolgu metalleri, bakır ve bakır alaşımlı sert lehim dolgu metalleri, alüminyum ve alüminyum alaşımlı sert lehim dolgu metalleridir.

3. YAĞ BAKIMI

İki katı cisim arasında bir tabaka oluşturarak onları birbirinden ayıran, sürtünmeyi en aza indirerek parçaların kolay hareket etmesini sağlayan maddelere **yağ** denir. Bu maddelerle yapılan işleme ise **yağ bakımı** (yağlama) adı verilir. Yağlar üretim şekillerine göre iki çeşittir.

3.1. Madenî Yağlar

Madenî yağların ham maddesi baz yağlardır. Baz yağlar, ham petrolün rafine edilip işlenmesiyle elde edilen ürünlerden biridir. Madenî yağlar, değişik viskoziteli baz yağlara çeşitli katkı maddelerinin karıştırılmasıyla elde edilir. Böylece yağa istenen özellikler kazandırılır. Bu yağlar, viskozitelerine göre sınıflandırılır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: Madeni yağlar

3.2. Sentetik Yağlar

Madenî yağlara göre daha rafine baz yağlar içeren sentetik yağlar, motoru çok iyi korumasının yanında motor performansını da artırır. Madenî yağlar da sentetik yağlar da ham petrolden üretilir. Sentetik yağlar daha ileri rafineleme süreçlerinden geçtiği için sıradan madenî yağlara göre daha yüksek saflık oranına ve kaliteye sahiptir. İleri rafineleme süreci, yağdan daha fazla yabancı maddenin ayrıştırılmasını sağlar. Ayrıca yağın içindeki moleküller günümüz motorlarının ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilir. Özel olarak şekillendirilmiş bu moleküller, daha yüksek düzeyde koruma ve performans sağlar. Sentetik motor yağları özellikle düşük sıcaklıklarda sirkülasyon yapabilme ve yüksek sıcaklıklarda kararlılık gösterme, kalıntı birikmesine karşı koruma gibi imkanlar da sunar. Bu özellikler, motorun daha az aşınmasına, yakıt tüketiminin düşmesine ve motor ömrünün uzamasına yardımcı olur.

3.3. Yağların Özellikleri

Makinelerin sıcaklık, basınç, korozyon vb. gibi değişik ihtiyaçları nedeniyle farklı özellikte yağlar kullanılır. Bu özellikler şu şekilde açıklanabilir.

- **Viskozite**

  Yağların kendi akışlarına karşı gösterdiği iç dirençtir. Viskozite, yağlama ürünlerinin en belirleyici özelliğidir. Düşük viskozite, ince ve kolay akan yağ, yüksek viskozite ise kalın ve zor akan yağ demektir. Viskozite, yağ sınıflarının tanımlanması ve yağların işletme koşulları altında izlenmeleri için de faydalıdır. Çalışma sırasında gözlenen bir viskozite artışı, yağın kısmen bozulduğunun belirtisidir, viskozite düşüşü de genellikle yağın seyreldiğinin işaretidir. Yağ, onu sıkıştırıp dışarı atmaya çalışacak olan yatak basıncına rağmen, yatak yüzeyleri arasında, mevcut çalışma sıcaklığında bir yağ filminin korunmasını sağlayacak bir viskozitede olmalıdır.

- **Akma Noktası**

  Akma noktası, yağın kendi ağırlığı ile akabildiği en düşük sıcaklıktır. Yağın pompalanabileceği en düşük sıcaklıktır.

- **Donma Noktası**
  Donma noktası, yağın akıcılığının kaybolmaya başladığı sıcaklıktır. Düşük sıcaklıklarda; yağın viskozitesi artar ve akışı zorlaşır, yağın yapısındaki mum maddesi kristalleşerek yağ akışını engeller.
- **Alevlenme Noktası**
  Alevlenme noktası, yağın sıvı halden gaz hale geçtiği en düşük sıcaklıktır. Bu gazlar, sıvının yüzeyi üzerinde havayla birleşerek alevlenmesine neden olur.

3.4. Motor Yağları

Motor yağının en önemli görevi sürtünme oranını en aza düşürmektir. Birbirine temas ederek çalışan parçaların arasında yağ filmi oluşturur. Bu sayede aşınma ve yıpranma oranı azalır, sıcaklık düşürülür. Motor kompresyonunun düşmesini engeller. Segmanların silindir yüzeyinden sıyırdığı yağ, segman ile yuvası arasına girer. Bu sayede de kompresyon kaçağına karşı sıvı conta gibi bir işlev görür. Bunun dışında motor yağı, motor parçalarının soğumasına destek olur. Karterde bulunan yağ, motor parçalarından daha soğuktur. Yağlama aşamasında parçaların yüzeyinden aldığı sıcaklığı kartere ulaştırır. Bu sayede parçaların soğumasına destek olur. Motor yağı, parçaların temiz kalmasını da sağlar.

3.5. Dişli Yağları

Dişli yağları yeterli yağ filmi oluşturarak aşınmayı önler ve azaltır. Sürtünmenin azaltılması verimliliği arttırır, korozyona karşı korur ve ısıyı dağıtırak dişlilerin soğumasına yardımcı olur. Aşınma partiküllerini tutarak dişlilerin temiz kalmasını da sağlar.

Yağ kutularının üzerinde yağın özelliklerini belirten kodlar yer alır. Bu kodlar ve karşılıkları aşağıda belirtilmiştir (Tablo 6.9).

Tablo 6.9: Yağ Kodları ve Karşılıkları

D	Deterjan katkılı yağlama yağı (hidrolik yağlar)	**M**	Mineral yağ içeren su bazlı soğutma yağı (SEM)
E	Su ile karıştırılmış yağ (ester bazlı soğutma yağı)	**S**	Sentetik yağ içeren su bazlı soğutma yağı (SES)
F	Katı yağlayıcı içeren yağ (CLPF)	**P**	Sürtünmeye ve aşınmaya karşı katkılandırılmış yağ (CLP 100)
L	Korozyon ve yaşlanmaya karşı katkılı yağlama yağı (CL 100)	**V**	Solventle inceltilmiş yağ

3.6. Gres Yağları

Gres yağı, özellikle mekanik parçaların rahatça işleyebilmesi ve aşınmanın önlenmesi için endüstride kullanılır. Diğer yağlarla kıyaslandığında en önemli avantajı; yoğunluğu nedeniyle akmaması ve damlamamasıdır. Gres yağı, oldukça etkili, yüksek performans sağlayan ve araçlar için kullanılması önemli olan bir yağdır. Kullanıldığı bölgede gerçek bir temizlik sağlamaya yardımcı olur. Bölgenin düzgün yağlanması, dış etkenlerden (toz, sürtünme kaynaklı hasarlar vs.) korunmasını sağlar.

- **Beyaz Gres Yağı**
  Çalışma sıcaklığının çok yüksek olmadığı orta devirlerde, normal yükte, düz yataklarda kullanılır. Otomotiv alanında ise mekanik parçaların yağlanmasında kullanılır.

- **Rulman Gres**

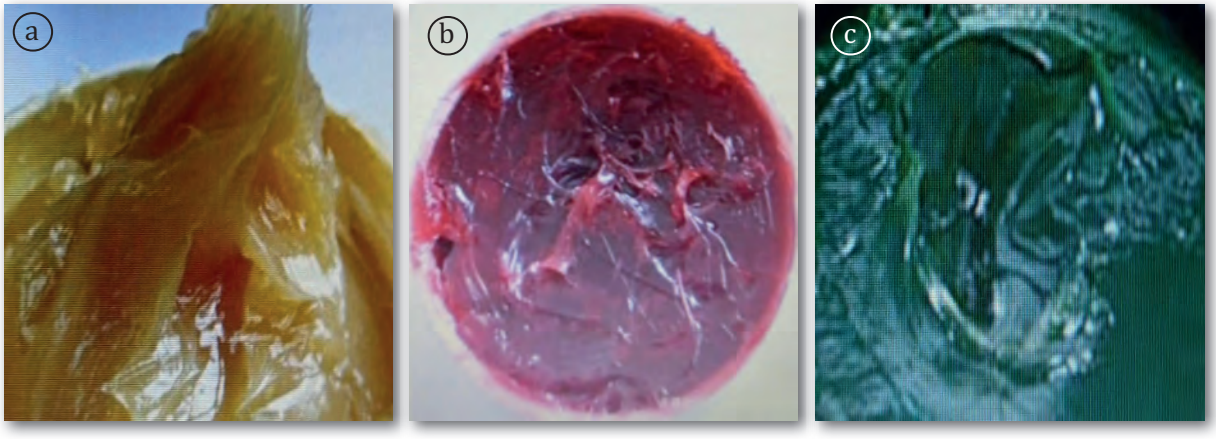
  Çalışma sıcaklığı 135 °C'ye kadar olan rulmanlar için merkezî yağlama sistemlerinde ve ağır yük taşımacılığında kullanılır. Rulman gres, soğuk havalarda üstün nitelikli çalışma gösterir. Parçaların donmasını engeller (Görsel 6.9.a).

- **Kırmızı Gres Yağı**

  Kırmızı gres, taşıtların ve fabrika makinelerinin düz yataklarında yağlama amacıyla kullanılır. Genellikle şase uygulamalarında kullanılır (Görsel 6.9.b).

- **Yeşil Kauçuklu Gres Yağı**

  Kaliteli baz yağları ve sabun yağların karışımı ile üretilir. Çalışma sıcaklığı 65 °C'ye kadar çıkabilir (Görsel 6.9.c).



Görsel 6.9: Gres yağlar

Gres yağı şu kodlarla tanımlanır.

K: Rulmanlı, kaymalı ve muylu yatak gresi

G: Kapalı sistem dişli gresi

OG: Açık sistem dişli gresi

M: Sızdırmazlık ve muylu yatak gresi

3.7. Bakım Zamanları

Makinelerin bakımı iki şekilde uygulanır.

- **Programsız Bakım**

  Makinede arıza meydana geldiğinde yapılan pahalı ve istenmeyen bir bakım şeklidir.

- **Programlı Bakım**

  Makinede arıza meydana gelmeden makinenin periyodik olarak sistemli bir şekilde kontrol edilerek bakımının yapılmasıdır. Makine yağ ve filtre değişim zamanları, imalatçı tavsiyesi ve makinenin çalışma şartlarına bağlıdır.

3.7.1. Günlük Bakım ve Kontroller

Makinenin verimli çalışması için günlük yapılması gereken bakımdır. Günlük bakım ve kontroller şu aşamalarda yapılır.

- **Çalıştırma Öncesi Kontrol ve Bakım**

  Makine etrafı dolaşılarak hasarlı parça, sıvı sızıntıları ve sıvı seviyeleri kontrol edilir ve gerekirse bakımı yapılır. Makine özelliğine göre değişiklik gösterebileceğinden operatör kitabına bakılmalıdır. Yağ, yakıt, soğutma sıvısı sızıntıları kontrol edilir. Sıvı sızıntıları; makine altında, keçe, filtre, boru ve bağlantılarda kolayca görülebilir. Motor yağı, hidrolik yağ seviyeleri kontrol edilir. Yağ seviyeleri uygun seviyede değilse sistemde kullanılan tip ve kalitede uygun seviyeye kadar yağ ilave edilir.

- **Çalıştırma Sırasında Kontrol ve Bakım**

  Motor çalıştırılır. 5-10 dakika ısıtılır. Göstergelerin uygun sahada olup olmadıkları kontrol edilir. Motor yağ basıncı, hidrolik sistem basınç ve hararet göstergeleri kontrol edilir. Zaman zaman göstergeler kontrol edilerek değişme olup olmadığı takip edilir.

- **İş Bitiminde Kontrol ve Bakım**

  Makine özelliğine göre temizlenir. Günlük greslenmesi gereken yerler yağlanır. Çalışma saati kaydedilir.

3.7.2. Periyodik Bakım

Periyodik bakım, makine imalatçısının tavsiyesine uyulmak şartıyla haftalık, aylık, yıllık yapılan kontrol, değişim ve ayar zamanlarını belirtir. Bakım zamanları, makine yapısı ve özelliğine bağlı olarak çalışma saati olarak da verilebilir.

3.8. Yağların İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kurallarına Göre Kullanımı

Amacına uygun kullanıldığı sürece madenî yağlar insan sağlığına zarar vermez ve tehlike düzeyi son derece düşüktür.

Yağlar kullanılırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, kişisel koruyucu teçhizat (maske, eldiven, tulum vb.) kullanılarak deriye ve göze temasını her şartta engellenmesi ve yağ buharlarının solunmamasıdır. Yağ sıçramalarını engellemek için makinelere kapaklar, muhafaza veya siperlikler yapılmalıdır. Kurşun içerdiği belirtilen yağlar, püskürtmeli yağlama sistemlerinde kullanılmamalıdır. Yüksek basınç ile gresleme yapan pompalar kullanılırken gresin deri altına sızmasına yol açan kazalara karşı önlem alınmalıdır. Çalışanların rahatlıkla ellerini yıkayabilecekleri lavabolarda, alkali (bazik) olmayan sabunların bulunduğu temizleme noktaları olmalıdır. Çok fazla yağ bulaşmış iş elbisesi temizlenmeden giyilmemelidir. İş elbiseleri düzenli olarak yıkanmalıdır. Yağın deri ile temasının sık ve devamlı olmasının kaçınılmaz olduğu hâllerde ise deride oluşan anormallikler ile ilgili olarak hemen bir hekime başvurulmalıdır.

Yağın rahatlıkla uygulanabilmesi için yağdanlık, gresörlük gibi ekipmanların sürekli el altında bulundurulması gerekir. Yağ bulaşmış el aletleri, bez ve üstübü gibi malzemeler ceplere konmamalıdır. Temizleme işlemi için asla gaz yağı, benzin gibi solventler kullanılmamalıdır. Yağlı üstübü, paçavra gibi atıklar, ağzı iyice kapanabilen metal toplama kutularına atılmalıdır.

4. MİLLER MUYLULAR VE YATAKLAR

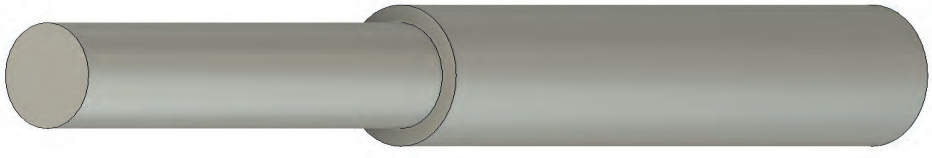
Makine parçalarının dairesel hareket yaparak çalışabilmesi için özel tasarlanmış elemanlara ihtiyaç vardır. Mil, muylu ve yataklar ihtiyaç duyulan bu dairesel hareketin yapılmasını sağlar.

4.1. Mil

Mil, daire kesitli, uzun ve silindirik makine elemanıdır. Kasnak, dişli çark, kavrama, volan gibi makine elemanları mil sayesinde dönerek güç ve hareket iletilmesini sağlar. Miller kaymalı veya yuvarlanmalı yataklar sayesinde monte edilir. Böylece sessiz ve sürtünmesiz şekilde hareket etmeleri sağlanır. Miller çalıştıkları makinenin özelliğine göre değişik pozisyonlarda döner. Miller şu şekilde sınıflandırılabilir.

- **Düz Mil**

  Görsel 6.47'de görüldüğü gibi değişik boylarda düz ya da kademeli olarak işlenmiş mildir. Güç ve hareketin iletilmesi için kullanılır. Transmisyon mili olarak da adlandırılan düz miller, tamamen ya da kısmen sertleştirilerek kullanılır. Desteklendikleri yatak sayısı uzunluklarına göre artar.



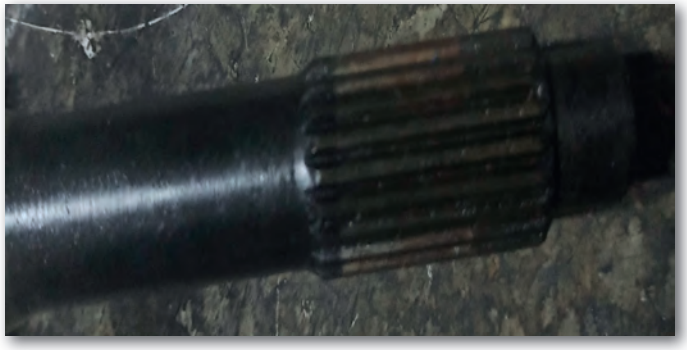
Şekil 6.47: Düz mil

- **İçi Boş Mil**

  Kullanılacağı makineye özel üretilen bu miller hafif olmaları nedeniyle tercih edilirler. Milin boyutlarının artması ağırlığını da arttıracağından yataklara daha fazla kuvvet uygulanır. Bu durum yatak ve milde aşıntılara sebep olur. Çapının yarısı kadar içi boşaltılabilen bu miller, et kalınlıkları fazla ise taşlanıp sertleştirilirler (Görsel 6.10).



Görsel 6.10: İçi boş mil



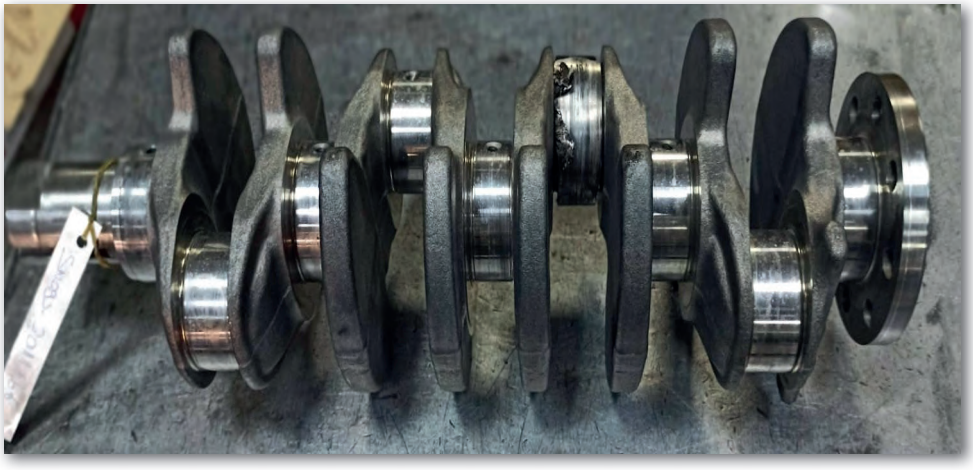
Görsel 6.11: Kamalı mil

- **Kamalı Mil**

  Görsel 6.11'de görülen kamalı millerin çevresine mil eksenine paralel açılmış en az dört girinti ve çıkıntı bulunur. Girinti ve çıkıntıların sayısı on altıya kadar çıkabilir. Büyük güç ve hareketlerin iletiminde kullanılan bu millerde bir kama kanalına ihtiyaç duyulmaz. Bağlandıkları parçalar kamalı mil üzerinde rahatça hareket edebildiklerinden uzama ve kısalmaları da karşılayabilirler.

- **Eğilebilen Mil**
  Bu miller, dikdörtgen veya daire kesitli esnek çelik tellerdir. Sürekli eğilmelerin etkisinde çalışan ve az zorlanan yerlerde kullanılır. Eğilebilen miller, plastik veya çelik esnek borular içinde yataklandırılır. Eğilebilen mil ve esnek borunun arası sürtünmenin azaltılması için genellikle gres yağı ile yağlanır. Basınçlı hava, elektrik motoru, içten yanmalı motor ile döndürülebilen bu miller tırpan motorları, kilometre telleri, dişçilikte kullanılan diş oyma aletleri gibi yerlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

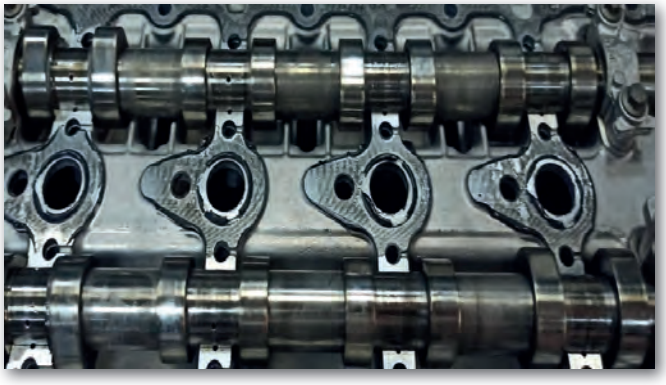
- **Krank Mili**
  Dairesel hareketi doğrusal harekete veya doğrusal hareketi dairesel harekete çeviren krank mili, hareketli parçalar bölümünde ayrıntısı ile açıklanmıştır (Görsel 6.12). Krank mili içten yanmalı motorların yanı sıra pistonlu kompresörlerde, hidrolik pompalarda da kullanılmaktadır.



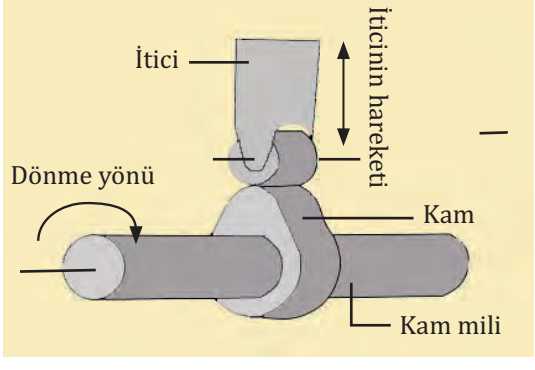
Görsel 6.12: Krank mili

- **Kam Mili**
  Dairesel hareketi doğrusal harekete çeviren kam mili, hareketli parçalar bölümünde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır (Görsel 6.13).

  Kam mili, üzerindeki kam aracılığıyla temas ettiği milin aşağı yukarı hareketini sağlar (Şekil 6.48). Bu nedenle hidrolik pompalar, fabrikasyon sistemler, presler, dikiş makineleri vb. birçok kullanım alanına sahiptir.



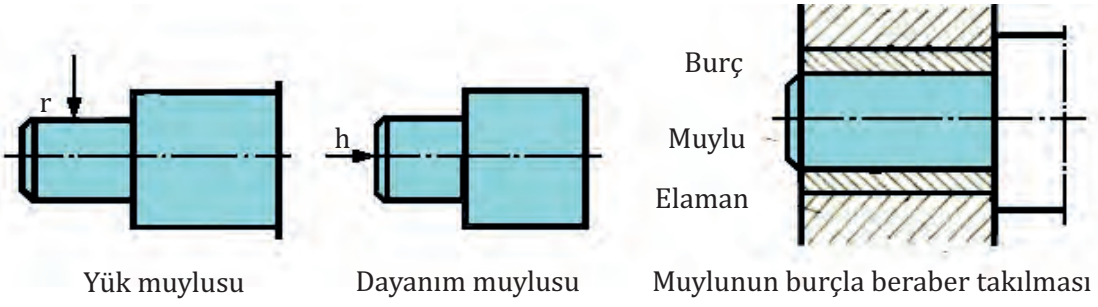
Görsel 6.13: Kam mili



Şekil 6.48: Kam mekanizması

4.2. Muylu

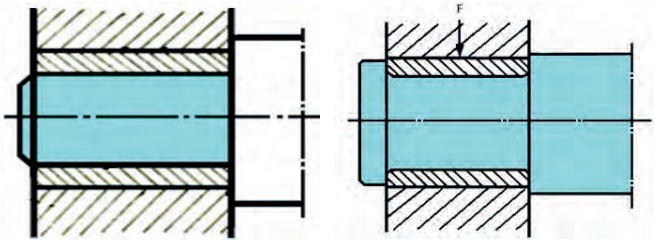
Muylu, millerin yatak içinde kalan kısımlarına denir. Muylular, taşıdıkları yüklerin durumuna göre taşıma muylusu ve dayanım muylusu olarak ikiye ayrılır. **Taşıma muylusu**, eksene dik olarak yük taşıyan muylulardır. **Dayanım muyluları** ise eksene parelel yük taşıyan muylulardır. Yatak içerisinde dönerek çalıştıklarından aşınmaya maruz kalan muylular sertleştirilir. Rulman veya burç takılarak çalıştırılması sağlanır. Rulman içine sıkı geçirildiklerinden aşınmazlar, fakat burç içerinde çalışınca burç aşınır. Bu nedenle burç mutlaka yağlanmalı ve periyodik olarak kontrolleri yapılmalıdır. Muylunun yatak sarmadan uzun ömürlü olması düzenli kontrolle mümkündür (Şekil 6.49). Muylular biçim ve işlevlerine göre çeşitlilik gösterir.



Şekil 6.49: Yük durumuna göre muylu çeşitleri

- **Uç Muylu**

  Milin uç kısmında bulunur. Mil çapından küçük alınır (Şekil 6.50) (Görsel 6.14).



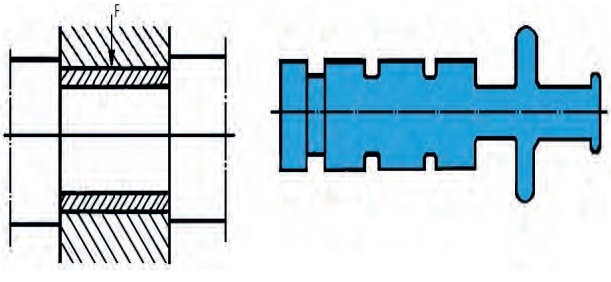
Şekil 6.50: Uç muylu



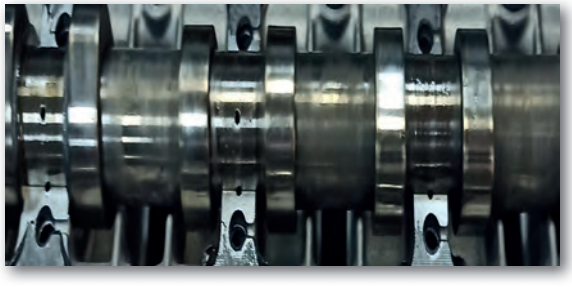
Görsel 6.14: Uç muylu

- **Ara Muylu**

  Millerin orta kısımlarında bulunur (Şekil 6.51) (Görsel 6.15).



Şekil 6.51: Ara muylu



Görsel 6.15: Ara muylu

- **Küresel Muylu**

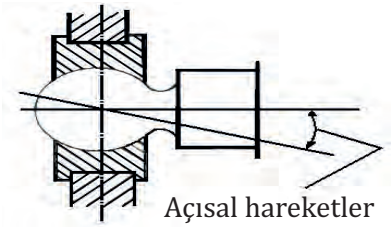
  Açısal hareketin iletilmesinde kullanılır. Millerin uç kısımlarında yer alan bu muylular küre biçimindedir (Şekil 6.52).

- **Konik Muylu**

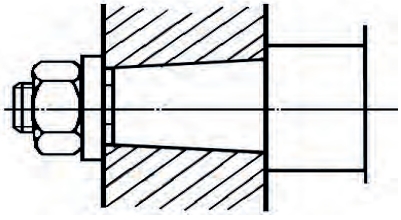
  Kuvvetlerin yatak eksenine dik olarak gelmesi istenen durumlarda kullanılan milin uçları konik biçimdedir (Şekil 6.53). Motorlu taşıtlarda tekerleğin oturduğu kısım (porya) buna örnek olarak verilebilir.

- **Taraklı Muylu**

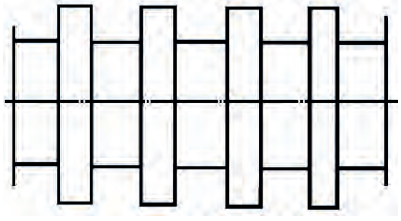
  Çok büyük eksenel kuvvetlerin etkisi altındaki kuvvetleri taşıması amacıyla yapılır. Kuvvetler faturaların yan yüzeylerine eşit olarak dağıtılır (Şekil 6.54).



Şekil 6.52: Küresel muylu



Şekil 6.53: Konik muylu

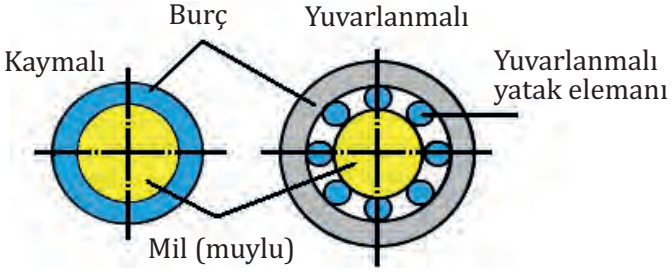


Şekil 6.54: Taraklı muylu

4.3. Yatak

Radyal ve eksenel yöndeki kuvvetleri taşıyan, dairesel ve doğrusal olarak kuvvet ve hareket ileten, mil, aks gibi elemanları destekleyen malzemelere **yatak** denir.

Yataklar kayan yüzeylerin cinsine göre iki ana grupta toplanır (Şekil 6.55).

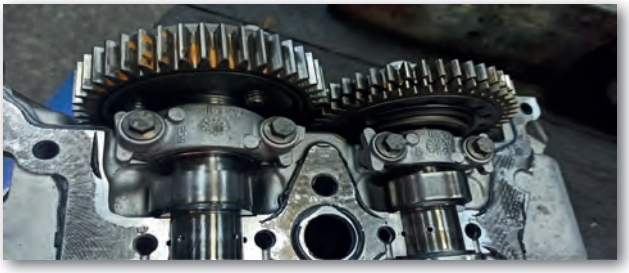


Şekil 6.55: Kaymalı ve yuvarlanma dirençli yatak

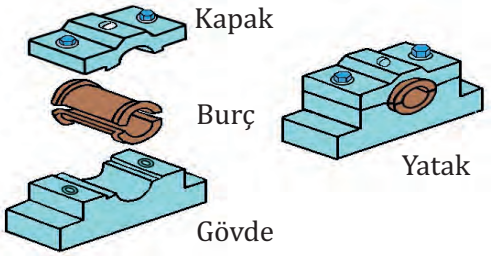
4.3.1. Kaymalı Yataklar

Kaymalı yatak, içerisinde muyluların veya milin kayarak çalıştığı silindirik parçadır. Tek parçadan veya iki pirçadan oluşabilir. Üretiminde mil ve muylununkine göre daha yumuşak malzemeler olan bronz, pirinç veya beyaz metal kullanılabilir. Böylece çalışma sonucu daha ucuz olan yatak aşınır ve kolaylıkla değiştirilebilir. Eğer mil veya muylu aşınacak olursa değişim maliyetini ve işçiliği artırır. Mil veya muylu, yatak içerisinde bir yağ boşluğu oluşturularak sıkıca birleştirilir. Yatak üzerindeki delik ve kanallar yardımıyla çalışan parçalar devamlı yağlanır. Yağ parçalar arasında yağ filmi yani tampon bir bölge oluşturarak metalin metale teması engeller. Böylece sessiz bir çalışma sağlanır ve aşıntı azalır (Şekil 6.56). Yatakların takıldığı yerlerdeki yağ delikleri ile yatak üzerindeki yağ kanal veya deliklerinin denk gelmesi ve açık olmasına dikkat edilmelidir.

Kaymalı yataklar, etki eden kuvvetin mil eksenine olan durumuna göre ikiye ayrılır (Görsel 6.15).



Görsel 6.16: Kaymalı yatak



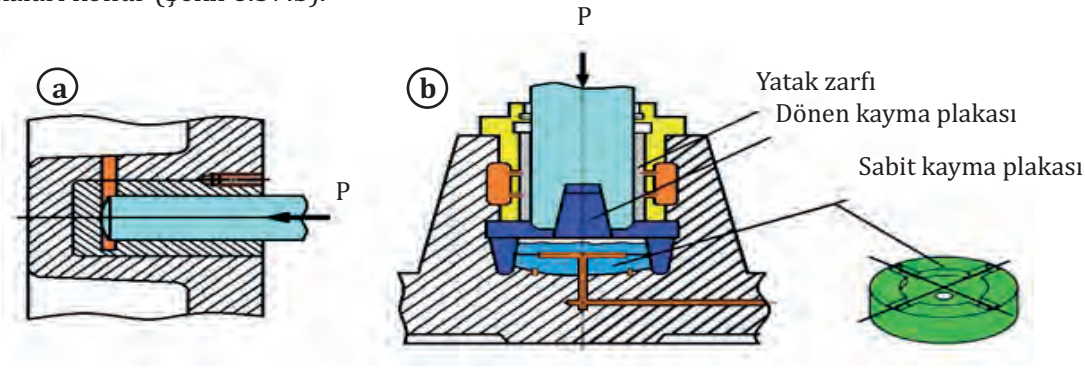
Şekil 6.56: Kaymalı yatak elemanları

- **Enine (Radyal) Yataklar**

  Kuvvetin mil eksenine dik olarak etki ettiği yataklara **enine yatak** denir. Bu yataklar tek parçalı ve iki parçalı olarak üretilebilir (Şekil 6.57.a).

- **Eksenel (Boyuna) Yataklar**

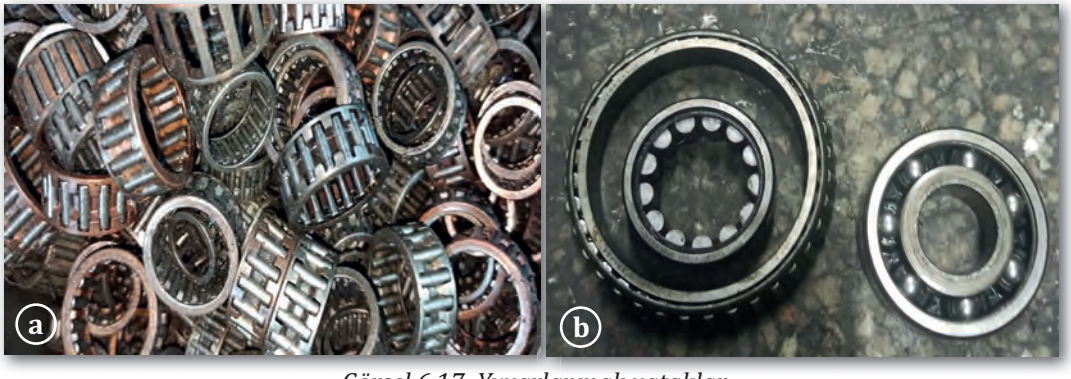
  Kuvvetin mil eksenine paralel etki ettiği yataklardır. Bu yataklarda muylular, alın yüzeyleri üzerinde sürtünerek çalıştığından, parçaların aşınmadan dolayı aşağı inmesini önlemek gerekir. Bu nedenle milin alnına aşınınca değiştirilebilen bronz veya dökme demirden kayma plakaları konur (Şekil 6.57.b).



Şekil 6.57: Enine (radyal) ve boyuna (eksenel) yataklar

4.3.2. Yuvarlanmalı Yataklar (Rulmanlar)

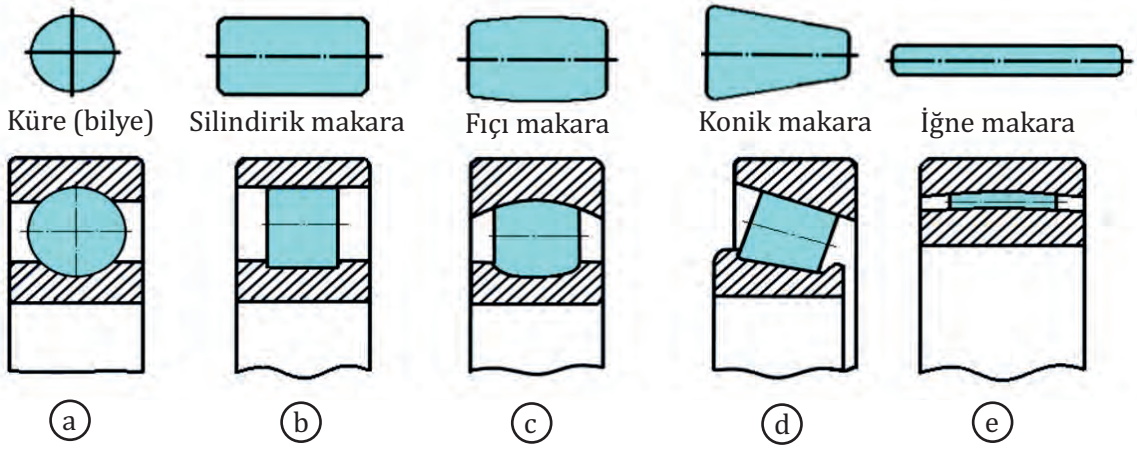
Hareket bilya veya makara adı verilen yuvarlanma elemanı üzerinde olduğu için **rulmanlı yatak** veya **yuvarlanma dirençli yatak** denir. Piyasada rulman olarak adlandırılır. Muylulara takılarak kayma sürtünmesi azaltılır. Dönme sırasında muylulara destek ve kılavuzluk görevi yapan elemanlar kullanılır (Görsel 6.17).



Görsel 6.17: Yuvarlanmalı yataklar

Rulmanlı yataklar, genellikle biri iç diğeri dış bilezik olmak üzere iki adet bilezik ile bilye ve makaralardan oluşan dönen elemanlardan meydana gelir. Ayrıca bilye veya makaraları tutan bir kafes de vardır. Rulmanlar ya iç bilezikte sabit dış bilezikte hareketli ya da iç bilezikte hareketli dış bilezikte sabit olmak üzere iki türlüdür.

Rulmanlar iç ve dış bileziklerin arasındaki yuvarlanan elemanların biçimlerine göre ayrılırlar (Şekil 6.58).



Şekil 6.58: Yuvarlanmalı yatak elemanları

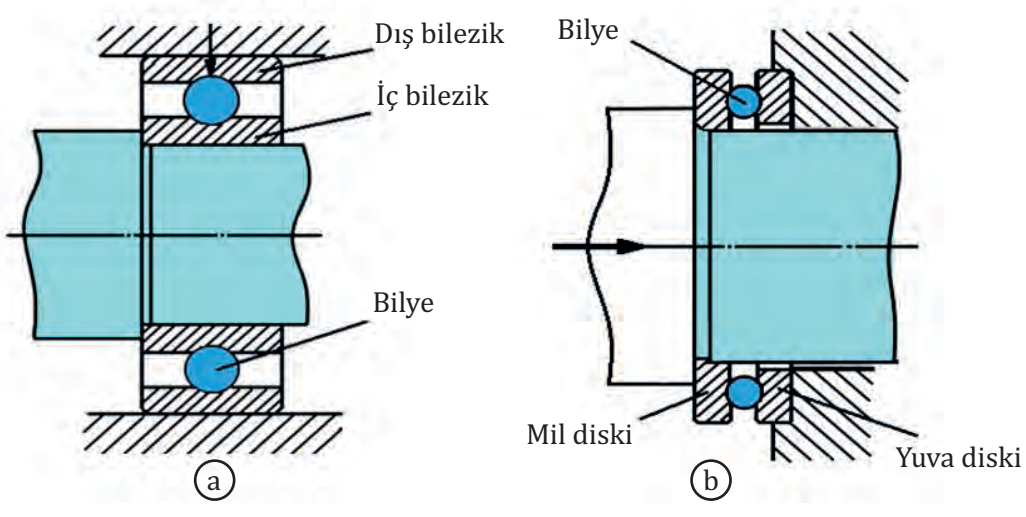
Rulmanlar taşıyabileceği yüklere göre de radyal ve eksenel olarak sınıflandırılabilir.

- **Radyal Rulmanlı Yataklar**

  Kuvvet mil eksenine dik olarak etki ettiği yerlerde kullanılır (Şekil 6.59.a).

- **Eksenel Rulmanlı Yataklar**

  Kuvvet mil eksenine paralel olarak etki ettiği yerlerde kullanılır (Şekil 6.59.b).



Şekil6.59: Radyal ve eksenel rulmanlı yataklar

5. KAYIŞ, KASNAK, DİŞLİ ÇARKLAR VE ZİNCİRLER

Makinelerde mekanizmalar arasındaki hareket iletimi kayış, kasnak, dişli çark ve zincir yardımıyla sağlanır.

5.1. Kayış

Kasnaklar arasındaki güç ve hareket iletimini sağlayan esnek yapıdaki malzemelerdir. Hareketli mile bağlı olan kasnak, kayış vasıtasıyla paralel konumda bulunan bir veya daha fazla kasnağa güç ve hareket iletimi sağlayabilir. En önemli avantajı uzak mesafelere iletim sağlayabilmesidir. Sürtünme ile çalıştıklarından büyük yükleri taşımada zorlanırlar. Buna nazaran bu özellikleri sistemi korur. Titreşimi önler ve sessiz çalışırlar. Kayışlar; motorlu taşıtlarda, takım tezgâhlarında, dikiş makinelerinde vb. kullanılır.

Kayışlar esnek ve kopmaya dayanıklı olmalıdır. Sürtünme katsayısı yüksek olmalı fakat aşınmaya karşı da dirençli olmalıdır. Eksiz yapılan kayışlar çalışma şartlarından olumsuz etkilenmemeli uzun çalışmalar sonucu özelliklerini kaybetmemeli ve ucuz olmalıdır.

5.1.1. Profillerine Göre Kayışlar

Profillerine göre kayışlar şu şekilde sınıflandırılır.



Görsel 6.18: Düz kayış



Görsel 6.19: V kayış

- **Düz (Yassı) Kayışlar**

  Eksenleri paralel millerde uzak mesafeler arası kuvvet ve hareket iletimini sağlayabildikleri gibi açıları farklı millerde de etkin bir biçimde kullanılırlar. Kayış, kasnak üzerine düz ve çapraz olmak üzere iki türlü sarılabilir. Kayış düz sarılırsa kasnaklar aynı yönde, çapraz sarılırsa ters yönde döner. Kademeli kasnaklarda rahatlıkla kullanılabilir. Kösele (deri) veya sentetik kauçukla polyester ve polyamid dokumadan çok katlı olarak imal edilir. Eksiz olarak imal edilmeyen kayışlar ölçüsünde kesilerek uçları dikişle veya özel tel zımbalarla birleştirilir (Görsel 6.18).

- **V Kayışlar**

  Kısa mesafelerde kullanılan V kayışlar, kasnak üzerinde aynı şekilde açılmış kanallara oturur. Kayış, kasnak üzerinde daha fazla sürtünmeye maruz kaldığından kayma daha az meydana gelir. Kayışın eni dar olduğundan kasnak üzerinde birkaç kayış gerdirilebilir (Görsel 6.19).

- **Yuvarlak Kayışlar**

  Yuvarlak kayışlar köseleden veya sentetik malzemelerden ekli veya eksiz olarak üretilir.

- **Triger (Senkronize) Kayışları**
  Triger kayışları üzerindeki dişli yapısı nedeniyle kayma yapmaz. Triger kasnaklarla birlikte kullanılır. Kayış dişlileri ile kasnak dişlileri beraber çalışır. Triger kayışlar sürtünme prensibine göre çalışmadığı için kayışın fazla gerdirilmesine gerek olmaz, böylece kasnak mil göbeklerine aşırı yük binmez. Sessiz çalışmaları ve küçük çaplı kasnaklarda kullanılabilmeleri geniş bir kullanım alanı sağlar. Motorlu vasıtaların zaman ayar düzeneklerinde triger kayışları, herhangi bir hız sınırlaması olmaksızın çalışabilirler. Buna karşın darbeli ve beklenmeyen bir yükleme ile karşılaşıldığında kaymadığı için emniyet görevi yapamaz, kayış dişleri zorlandığı için zarar görür (Görsel 6.20).



Görsel 6.20: Triger kayışı

- **Özel Kayışlar**
  Kullanım yerlerine ve amaçlarına göre farklı yapılarda özel kayışlar kullanılabilir. Mafsallı V kayışları buna örnek verilebilir.

5.1.2. Kayış Kasnak Sistemlerinin Üstünlükleri ve Olumsuz Yanları

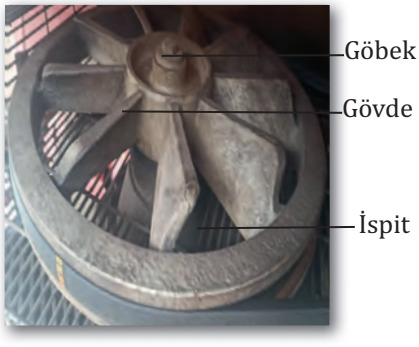
Bu sistemin en büyük avantajı uzak mesafelere kuvvet ve hareket iletebilmesidir. Kolay üretilirler, esnek olduklarından darbeleri emer ve sessiz çalışırlar. Triger kayışı dışındaki diğer kayışlar, aşırı yüke girince kayarak emniyet elemanı görevi görür ve sistemi korurlar. %95-98 oranında kuvvet ve hareket iletimi sağlar. Kademeli kasnakla değişik hız oranları elde edilebilir. Hareketli parçalarda yağlama önemli bir yer tutarken kayış kasnak sisteminde kaymaya neden olacağından yağ kullanılmaz.

Kayışın kaymadan verimli çalışabilmesi için iyice gerdirilmesi millerin yataklarında büyük bir zorlanma oluşturur ve zamanla kayış yatakları arızalanır. Triger kayışı dışındaki kayışlar kaydıkları için sabit bir iletim oranı yoktur. Sıcaklık, nem ve yağ gibi dış etkenler kayışta uzama ve deformasyon oluşturur. Kayışın devamlı gergin tutulabilmesi için sisteme gergi tertibatı eklenmelidir. Kayış kopmasıyla bazı sistemlerde ağır hasarlar oluşur. Örneğin yeni nesil otomobil motorlarında triger kayışının kopması valflerin serbest kalarak pistona çarpmasına ve büyük arızalar oluşmasına neden olur.

5.2. Kasnak

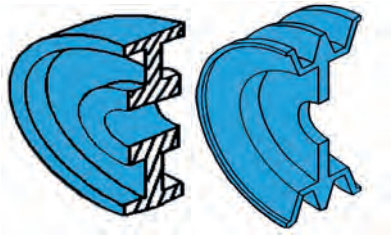
Kasnak millerin ucuna takılan üzerinde kayış yuvalarının bulunduğu metal, plastik, ahşap malzemelerden yapılabilen dairesel makine elemanlarıdır. Kayışla birlikte çalışarak kuvvet ve hareketin iletilmesini sağlarlar. Tek kayışla çok sayıda kasnağa ve uzak mesafelere iletim sağlanabilir.

Küçük çaplı kasnakların gövdeleri dolu olarak üretilir. Gövde ağırlıklarının azaltılması için büyük çaplı döküm kasnakların içi Görsel 6.21'de görüldüğü gibi boşaltılır ve bağlantı kollarla sağlanır. Kasnak şu kısımlardan oluşur.



Görsel 6.21: Kasnak

İspit: Kayışın temas ettiği çember kısmına denir.
Göbek: Kasnağın mile takılmasını sağlayan kısımdır.
Gövde: İspitle göbeği birleştiren kısımdır.



Şekil 6.60: Düz kasnak ve V kasnak

5.2.1. Kasnak Çeşitleri

Kasnaklar, şekil ve işlevleri bakımından çeşitlilere ayrılır.

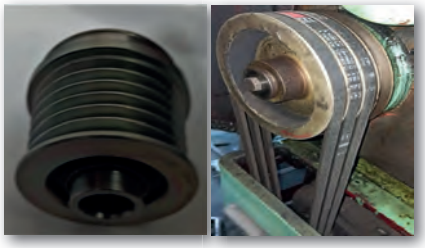
- **Düz Kayış Kasnak**

  Düz kayışlarla kullanılan kasnaklardır. Kasnakta kayışın sarıldığı kısım düz veya hafifçe bombeli olarak imal edilebilir (Şekil 6.60).

- **V Kayış Kasnakları**

  Kayış oturma yüzeyleri V şeklinde imal edilmiş kasnaklardır. Mekanizmanın özelliğine göre yanyana birden fazla kayış kanalı açılabilir. Bu şekilde yük kayışlar arasında paylaştırılır. V kayış kasnak mekanizması, kayış açılı kanala sıkıştığı ve kasnağa temas ettiği üç yüzeyle birlikte sürtünme kuvvetini artırır, böylece düz kasnaklara göre daha çok yük taşır. V kayış kasnaklarının profil açıları 32°-34°-36° olarak standartlaşmıştır. V kayış kasnağının çapı büyüdükçe kayış ömrü uzar. Kayış ve kasnak kanal açısı, ortalama çapa göre değişir.

  Kayışın çalıştığı kasnak yüzeyleri düzgün ve pürüzsüz imal edilir (Görsel 6.22; 6.23).



Görsel 6.22: V kayış kasnağı



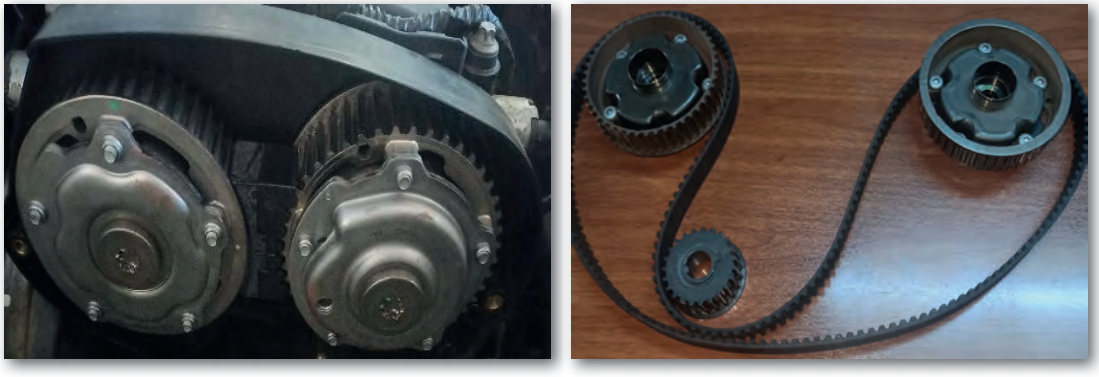
Görsel 6.23: Yuvarlak kasnak

- **Yuvarlak Kasnaklar**

  Yuvarlak profilli kasnaklardır. Dikiş makine gibi aletlerde küçük kuvvetlerin iletilmesinde kullanılır (Görsel 6.84).

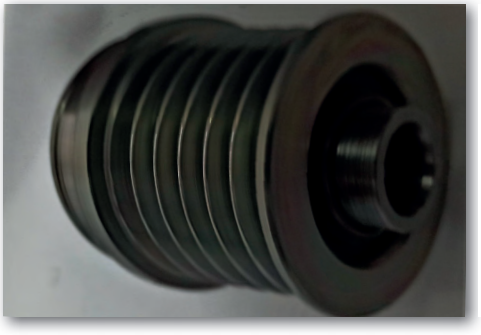
- **Triger Kasnakları**

  Kuvvet ve hareketin aynı oranda iletilmesi istenilen makinelerde triger kayışı ile birlikte kullanılır. Kasnak üzerinde kayış üzerindeki dişilerin tam olarak oturduğu aynı ölçüde dişliler bulunur. Bu tip mekanizmalarda kayış kayması meydana gelmez, fakat makine aşırı yüke girdiğinde kayış dişlileri sıyırılarak büyük arızalara yol açabilir. En çok bilinenleri, içten yanmalı motorlarda krank milinden kam miline hareket ileten triger mekanizmasıdır (Görsel 6.24).

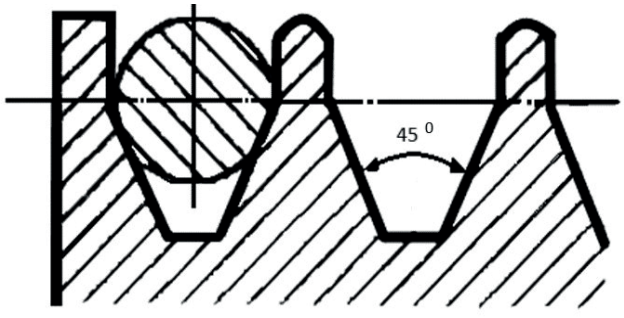


Görsel 6.24: Triger kasnakları

- **Poly V Kayış Kasnakları**
  Görsel 6.86'da görülen poly V kasnağında şekilleri aynı bir çok ince V kanalı bulunur. Kanal derinliği az olan bu kasnaklarda tek parçalı kayış kullanılır. Kayışın üst yüzeyi düzdür, alt yüzeyinde ise kanal sayısı kadar girinti ve çıkıntı bulunur. Kayışın bu özelliği kuvvetin kanallara eşit yayılmasını sağlar. Kuvvetin dengeli yayılması, kasnağın ömrünü uzattığı gibi kayışın kasnağa tutunma kuvvetini arttırır, kayma miktarı azalır ve verimi artar. Küçük çaplarda imal edilebilir. Tork artışı için küçük kasnaktan büyük kasnağa hareket verilmesi gerekir. Bu durumda devir düşer fakat tork artar. Bu kasnak sistemi sayesinde daha küçük kasnak çapları ile büyük kuvvetler iletilebilir.
- **Halat Kayış Kasnakları**
  Yuvarlak profilli büyük çaplı kasnaklardır. Ağır yüklerin iletilmesi ve kaldırılmasında, gemi vinçlerinde, kurtarma araçlarında vb. yerlerde kullanılır. Kasnak üzerine yan yana birçok halat yuvası açılabilir. Yuva derinliği halat çapının 1,5 katı yapılarak çalışma sırasında halatın yerinden çıkması engellenir (Şekil 6.25).

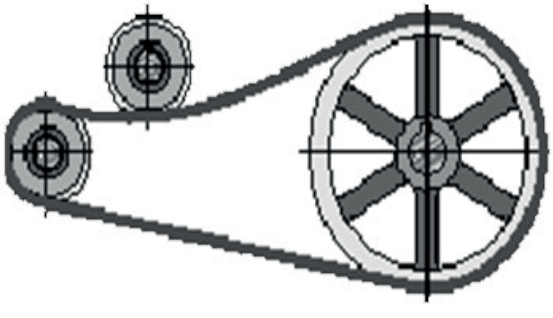


Görsel 6.25: Poly V kayış kasnağı

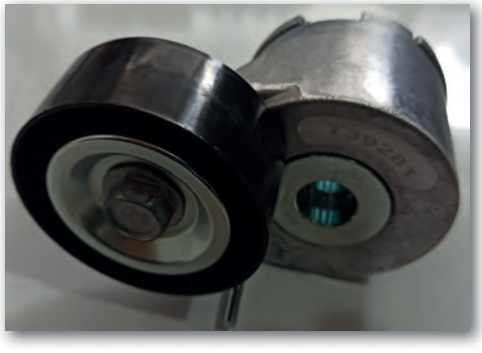


Şekil 6.61: Halat kayış kasnağı

- **Gergi Kasnakları**
  Kayış kasnak sistemlerinde kayışın gerginliğini sağlayan kasnaklardır. Kayış gerginliğinin az olması kaymayı artıracağı için verimi düşürür. Fazla olması ise kayış ömrünü azaltır ve aşırı zorlanma nedeni ile yatakların bozulmasına yol açar (Görsel 6.26). Ortam sıcaklığı ve sürtünmeden kaynaklanan ısı kayışları gevşetir. Kayışın gevşemesinin engellenmesi için iki kasnaktan biri ayarlanabilir veya hareketli yapılır. Fakat bu montaj aşamasında kullanıldığından çalışma sırasındaki etkileri yok etmez. Bu nedenle iki kasnak arasına yaylı bir gergi kasnağı (gergi makarası) yerleştirilerek kayışa sabit bir baskı verilir ve gerginliği ortama göre değişmez (Şekil 6.62).



Şekil 6.62: Gergi kasnağı



Görsel 6.26: Gergi kasnağı

- **Kademeli Kasnaklar**

  Kasnak devrinin çalışma ortamına göre değiştirilmesi istenilen makinelerde kullanılır. Matkap tezgâhı, torna gibi makinelerde malzeme özelliklerine göre devrin değiştirilmesi istenir. Bu nedenle kademeli kasnak kullanılabilir. Kademeli kasnak büyükten küçüğe bir çok kayış kanalının bulunduğu bir kasnak türüdür. Yapısına göre düz veya V kayış tercih edilir. Birbirine eş iki kasnak ters çevrilip bağlanarak sistem kurulur. Bir kasnak sabit diğeri hareketlidir. Çapı sabit olan kayış bu kanallara takılarak hareketli kasnak gergi vidası sıkılır ve kayış gerdirilir.

5.3. Dişli Çarklar

Hareket ve güç iletiminde kullanılan makine elemanlarıdır. **Dişli çark** gövdesi üzerinde eşit aralıklı ve özel profilli girinti ve çıkıntıları bulunan silindirik, konik veya çubuk şeklinde elemanlardır. Dişlilerin temas ederek birbirini itmesiyle çalışan dişli çarklar kayma yapmaz. Bu nedenle eksenleri birbirine yakın millerde kullanılır. Otomotiv, gemi makineleri, takım tezgâhları gibi sanayinin tüm alanlarında kullanılmaktadır (Görsel 6.27).



Görsel 6.27: Dişli çarklar

Dişliler çift olarak çalışır, fakat bir dişli birden fazla dişliye de hareket verebilir. Dişli, hesaplamaları yapıldıktan sonra freze veya CNC tezgâhlarda çelikten imal edilir. Gövdesinin tümüne veya sadece yüzeyine sertleştirme yapılarak kullanılır. Büyük yükler taşıyan dişli çarklar, dökme demirden veya alaşımlı çelikten yapılabilir. Yük taşımayan mutfak aletleri, elektronik cihazlar gibi aletlerde plastik, bronz, ahşap vb. hafif malzemelerden üretilenleri kullanılır.

Dişli çarklar çalışma durumuna göre; dıştan çalışan dişli çarklar (Görsel 6.28.a) ve içten çalışan dişli çarklar (Görsel 6.28.b) olarak ayrılmaktadır.



Görsel 6.28: Çalışma durumuna göre dişli çarklar

5.3.1. Diş Profillerine Göre Dişli Çarklar

Dişli çarklar diş profillerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- **Düz Dişli Çark**

  Görsel 6.29'da görülen dişli çarkların yüzeylerine dönme eksenine paralel ve eşit aralıklı girinti ve çıkıntılar açılır. Millerin üzerinde hareket ederek hareketi kesebilir veya tekrar aktarabilir. Vites kutularının geri vites mekanizmalarında, zaman ayar dişlilerinde, dişli tip pompalarda, kremayer dişlilerde ve daha bir çok makinede kullanılır. Gürültülü çalıştıkları için dişli çarkla çalışan tüm sistemlerde kullanılamazlar.



Görsel 6.29: Düz dişli çarklar

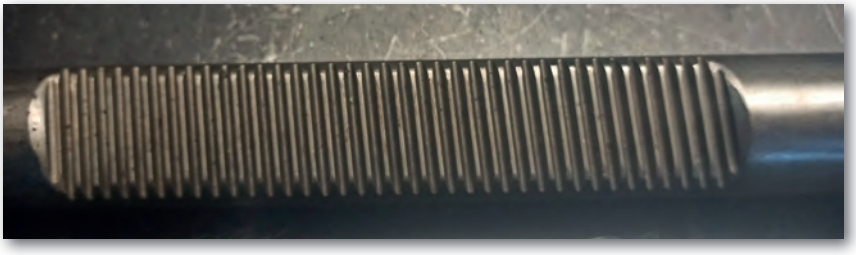
- **Helis Dişli Çark**

  Görsel 6.30'da görülen helisel dişli çarkların yüzeylerine dönme eksenine açılı ve paralel olmayan dişler açılır. Beraber çalıştığı dişli çarkın büyüklüğü faklı olsa da diş boyutları eşit yapılır. Dişlerin kavraşması mükemmeldir. Dişler arasında boşluk oluşmadığından rahat ve sessiz çalışır. Kullanım süreleri uzundur. Bu nedenle sanayinin tüm alanlarında tercih edilir. Fakat dişli çiftlerinin montaj aşamasında birleştirilmesi şarttır. Mil üzerinde hareket ederek kavraşması mümkün değildir. Bunun için hız kutusu gibi makinelerde özel düzenekler oluşturulur.



Görsel 6.30: Helis dişli çarklar

- **Kremayer Dişli Çark**
  Çubuk kesitleri, daire, dikdörtgen veya kare olan üzerinde düz ya da açılı diş açılmış doğrusal çubuklardır (Görsel 6.31). Diş profilleri 30-40° açılı, trapez biçimlidir. Dairesel hareketi doğrusal harekete veya doğrusal hareketi dairesel harekete çevirmek için kullanılır. Düz ya da helis dişli çarklarla birlikte çalışır. İş tezgâhlarının tabla hareketlerinde, otomobillerin direksiyon kutularında, robotik uygulamalarda, vinçlerde, kayar kapılar gibi birçok makinede kremayer dişli kullanılır.



Görsel 6.31: Kremayer dişli çark

- **Konik Dişli Çark**
  Diş doğrultuları eksenle kesişecek şekilde açılmış, diş yüzeyleri kesik koni biçimli dişli çarklardır (Görsel 6.32). Dişlerin yüzeydeki durumuna göre; düz konik dişli çark, helis konik dişli çark gibi çeşitleri vardır. Hareketin 90° iletilmesi istenen iş tezgâhları ve motorlu taşıtların diferansiyellerinde kullanılır.



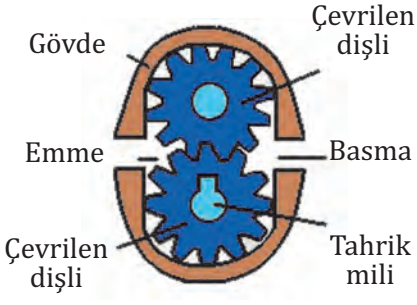
Görsel 6.32: Konik dişli çarklar



Görsel 6.33: Sonsuz vida dişlisi

- **Sonsuz Vida Dişli**
  Sonsuz vida dişli, hızın küçük ve yükün ağır olduğu yerlerde büyük devir oranlarının elde edilmesinde, az kuvvetle çok iş görülmesi gereken yerlerde kullanılır. Görsel 6.33'de görülen sonsuz vida dişli mekanizması; miller arasında tek yönlü hareket iletimini sağlar. Sonsuz vida, karşılık dişlisine içten veya dıştan hareket verebilir. Direksiyon kutuları, dümen mekanizmaları, hız kutuları, asansörler, takım tezgâhları, pompalar ve taşıma araçları gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Sonsuz vida çevirme oranı, karşılık dişlisinin diş sayısına bağlıdır. Örneğin karşılık dişlisinde 30 dişli varsa hareket iletme oranı 1/30 olur.

- **Pompa Dişlisi**
  Pompa dişlileri, hareket aktarımı yapmak yerine sıvıların pompalanması görevini yapar. Yağ ve yakıt pompaları ile hidrolik pompalarda kullanılır (Şekil 6.63).



Şekil 6.63:Pompa dişlisi

- **Triger Dişli**
  Triger dişli; sessiz ve yağsız çalışma gereken ortamlarda, zamanlamanın önemli olduğu yerlerde kullanılan dişlidir (Görsel 6.34). Uzun ömürlüdür. Triger kayış aracılığıyla hareket iletimi sağlanır.



Görsel 6.34: Triger dişli

- **Zincir Dişli Çarklar**
  Zincir dişli çarklar diğer dişli çarklar gibi birbiri ile temas etmez. Zincir dişli çarklar arasındaki bağlantı, zincir yardımı ile sağlanır. Zincir dişli çarkın çıkıntıları zincirin kanallarına tam girecek şekilde imal edilir. Kayış kasnak sistemleri gibi uzak mesafelere kuvvet ve hareket iletiminde kullanırlar, fakat zincir dişli çarklarda kayma meydana gelmez. Bu nedenle özellikle büyük boyutlu gemi makinelerinin zaman ayar mekanizmalarında, kuvvet ve hareket iletiminin istendiği birçok makinede kullanılabilir (Görsel 6.35).



Görsel 6.35: Zincir dişli çarklar

5.4. Zincir Mekanizmaları

Zincirler kullanıldıkları yer ile kullanılma amacına göre, yük zincirleri ve transmisyon zincirleri olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Görsel 6.36).



Görsel 6.36: Zincir mekanizması

- **Transmisyon Zincirleri**
  Çok sayıda özdeş parçanın oynak şekilde birleştirilmesiyle üretilir. Birbirine paralel özel dişli çarklarla birlikte kullanılır. Kayma yapmadıkları için iletim oranlarında değişiklik meydana gelmez. Millerin paralel olması gerekir. Zincir dişli mekanizması için yağlama gereklidir. Yüksek hız gerektiren makinelerde titreşim ve gürültü artacağı için kullanımı uygun değildir.
- **Yük Zincirleri**
  Yük zincirleri halkalı zincirlerdir (Görsel 6.37). Kısa ya da uzun halkalı ve destekli gibi çeşitleri vardır. Kısa halkalı zincirler; vinçler, gemi çapaları vb. yerlerde kullanılır.



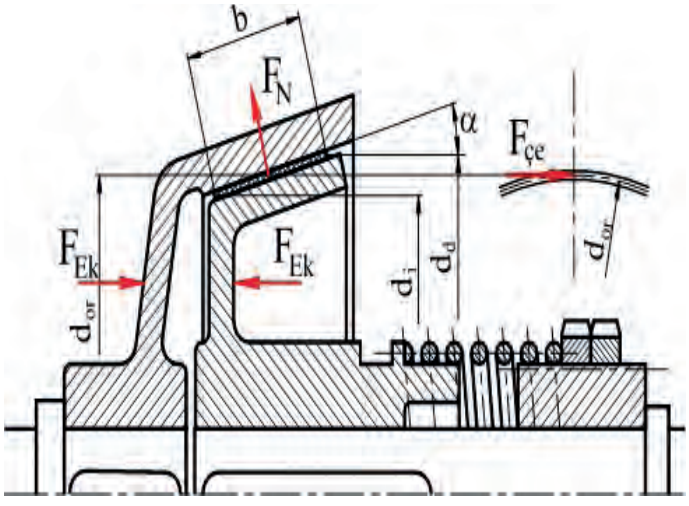
Görsel 6.37: Yük zinciri

6. KAVRAMALAR

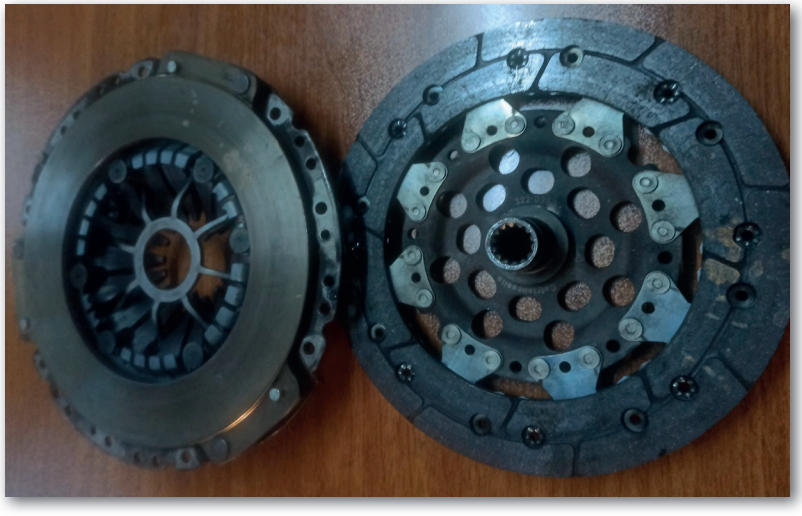
Döner milin hareketinin, aynı eksen üzerindeki diğer mile çalışma şartlarına göre verilmesini veya kesilmesini sağlayan makine parçalarıdır. Kavrama, sürtünme, hidrolik ve elektromanyetik esaslara göre çalışır.

Otomobillerin ve motosikletlerin bir kısmı, bazı takım tezgâhları sürtünme esaslarına göre çalışır. Motorlu araçlardaki debriyaj pedalı veya motosikletteki debriyaj kolu, motorla güç aktarma organları arasındaki hareketi keser. Kavrama olmadığı takdirde motorun hareketi doğrudan tekerleklere verileceği için emniyetsiz bir durum oluşur. Görsel 6.38'de görülen kavramada volan ve baskı plakası (solda) arasında iletimi, yüksek sürtünme özelliklerine sahip balatalı disk (sağda) sağlar. Baskı plakası ile volan arasında bulunan balatalı disk, yay kuvveti ile sıkıştırılır ve hareket iletimi sağlanır. Yay kuvveti yenildiğinde hareket kesilir.

Konik kavramada dış ve iç konik parça, yay kuvveti ile bastırılır. Sıkışan konik yüzeyler, hareket iletimini sağlar. İç konik parça, kol yardımıyla geri çekilirse hareket kesilir (Şekil 6.64).



Şekil 6.64: Konik kavrama



Görsel 6.38: Diskli kavrama

Takım tezgâhları, motosikletler, ağaç kesme ve tırpan motorları gibi birçok makinede hareketin istenildiği zaman verilmesi için sürtünmeli bir yüzeyle hareket iletimi sağlanır. Fakat kumanda otomatiktir. Hareket veren mil üzerinde sert yaylarla bağlı pabuçlar bulunur. Hareket alan mil üzerinde ise pabuçların oturacağı dairesel bir kampana bulunur. Motor devri arttığı zaman pabuçlar merkezkaç kuvvet ile açılarak kampanaya temas eder ve hareket iletilir. Devir düştüğü zaman hareket kesilir.

Elektromanyetik kavramada iletim, hareket alan mil ile veren mili birleştiren bantla sağlanır. Bant üzerindeki bobin, elektrik verildiğinde manyetik özellik kazanır ve plakalar üzerindeki baskıyı kaldırır. Elektrik kesildiğinde yay kuvveti ile tekrar iletim sağlanır.

Hidrolik kavrama daha çok otomatik vites kutulu otomobillerde bilinmekle birlikte birçok makinede de kullanılmaktadır. Hidrolik prensiple çalışan kavramalarda giriş milinin devri arttığı zaman, mile bağlı bir pompa, önündeki hidrolik yağını hareketlendirir ve basıncı artar. Basınçlı yağ karşılık miline bağlı türbin kanatlarına çarparak milin dönmesini sağlar. Devir düştüğünde ise basınç azalacağından karşılık milline verilen hareket de kesilir.

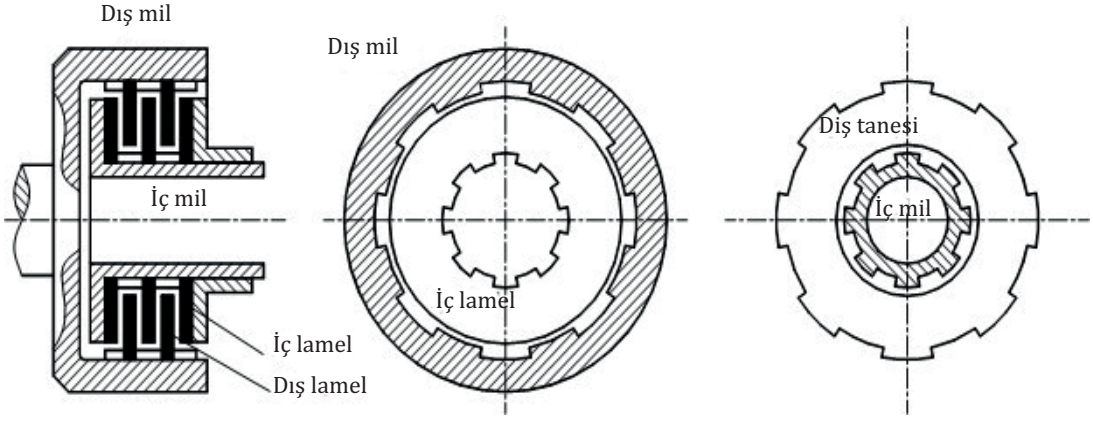
Sürtünme prensibine göre çalışan kavramalar elle veya kolla kumanda edilebileceği gibi hidrolik, pnömatik ve elektromanyetik yöntemlerle de kumanda edilebilir. Böylece bu kavramalara otomatik bir sistem eklenmiş olur.

Çok diskli kavramalar (lamelli); otomatik vites kutularında, çeşitli hız kutularında, otomasyon sistemlerinde sıklıkla kullanılır (Şekil 6.65).

Kavramayı çalıştırmak için gereken bası kuvvetleri mekanik (genelde elastik yaylarla), hidrolik, pnömatik ve elektromanyetik yöntemlerle elde edilir.

Kavramalar sürtünme yüzeyinin şekline göre sınıflandırılabilir.

- Konik kavramalar.
- Diskli kavramalar (Birçok disk olursa lamelli kavramalar diye de adlandırılır.) (Şekil 6.65).
- Kasnaklı kavramalar



Şekil 6.65: Lamelli kavrama

7.
ÖĞRENME
BİRİMİ

MALZEME



1. ÇELİK MALZEMELERDE ISIL İŞLEM
2. YAPIŞTIRICI İLE BİRLEŞTİRME
3. BOYA UYGULAMALARI
4. KATODİK KORUMA

1. ÇELİK MALZEMELERDE ISIL İŞLEM

Karbon oranı genellikle %1,7 olan, içerisine farklı maddeler de katılarak elde edilen demir karbon alaşımına **çelik** denir. Çeliğin içerisine katılan karbon miktarındaki çok küçük değişimler bile, özelliklerini belirler ve değiştirir. Endüstriyel ihtiyaçlara uygun çelikler üretilebilmesi için alaşım içerisine karbon dışında metal ve ametallerin de eklenmesi gerekir. Alaşıma ilave edilen her katkı maddesi de çeliğin farklı niteliklere sahip olmasını sağlar. Karbon oranı yanında alaşıma ilave edilen her katkı maddesi, çeliğin özelliğinin değişmesine sebep olur.

1.1. Çeliklerin Sınıflandırılması

Çelikler kullanım yeri, üretim metodu, kalitesi gibi pek çok ölçüte göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma ölçütleri ve çelik türleri aşağıda sıralanmıştır.

A) Kompozisyonlarına Göre Çelikler

- Karbonlu
- Alaşımlı

B) Üretim Metotlarına Göre Çelikler

- Sıcak haddelenmiş çelikler
- Soğuk haddelenmiş (çekilmiş çelikler)

C) Piyasaya Arz Edildikleri Kesit Şekillerine Göre Çelikler

- Yuvarlak çubuk
- Altı köşe çubuk
- Plaka
- Sac
- Profil

Ç) Kalite Niteliğini Belirleme Durumuna Göre Çelikler

- Sıcak haddelenmiş karbonlu çelik çubuklar
- Karbon çeliği levhalar
- Sıcak hadde saclar/Soğuk hadde saclar
- Alaşımlı çelik plakalar
- Sıcak haddelenmiş çelik çubuklar

D) Kullanım Yerlerine Göre Çelikler

- Kalitesiz yumuşak çelikler
- Kolay kaynak çelikleri
- Yapı çelikleri
- İmalat çelikleri
- Islah çelikleri
- Transmisyon çelikleri
- Paslanmaz çelikler
- Takım çelikleri
- Kullanım yerine göre diğer çelikler

1.2. Alaşım Elementlerinin Çeliğin Özelliklerine Etkisi

Çeliğe eklenen alaşım elementleri çelikte istenilen bazı niteliklerin geliştirilmesini sağlar. Alaşımın elementleri çeliğe şu katkıları sağlar:

a) Dayanımı arttırır.
b) Sertleştirilmeyi kolaylaştırır.
c) Sertliği yükseltir.
ç) Korozyon dayanımını yükseltir.
d) Mıknatıslanma özelliğini geliştirir.
e) Elektrik direncini yükseltir.
f) Yüksek sıcaklıklara dayanımı arttırır.
g) Isı etkisi altında genleşmeyi ayarlar.

1.3. Alaşım Elementleri

Çeliğe sanayide ihtiyaç duyulan nitelikleri kazandırmak, çeliğin istenilen özelliklere getirilmesini sağlamak amacıyla çeşitli elementler kullanılır. Bu elementlerin herbiri çelik kalitesine farklı etki eder. Çeliğe katılan elementler ve alaşıma etkileri aşağıda açıklanmıştır (Tablo 7.1).

- **Karbon** (C)
  Çeliğin sertleştirilmesini sağlayan en temel elementtir. Çeliğin sertliği ve çekme dayanımını artırmasına karşın dövme ve kaynak edilebilme özelliklerini azaltır.
- **Krom (Cr)**
  Çeliğin korozyona karşı direncini, sertleşme özelliğini, aşınma direncini ve yüksek sıcaklara mukavemetini artırır. Çeliğin içerisindeki kromun %1 oranında artırılması çekme dayanımını 8-10 kg/mm^2 kadar artırır.
- **Nikel** (Ni)
  Çeliğin sünekliğini azaltmadan tokluğunu, dayanımını ve korozyona karşı direncini arttırır. Nikel, özellikle düşük sıcaklıklarda yapı çeliklerinin çentik darbe dayanımını artırmakla birlikte, yüksek yorulma direci de sağlar.
- **Mangan** (Mn)
  Çeliğin esnekliğini bir miktar azaltmasına karşın dövme, kaynak edilebilme, dayanım ve su verme derinliği gibi özelliklerini artırır. Ancak manganın çeliğin sertlik ve dayanımını artırması içerisine katılan karbon miktarına bağlıdır.
- **Silisyum (Si)**
  Önemli bir oksijen gidericidir. Çok düşük alaşımlı karbon çeliğine ilave edildiği zaman yüksek manyetik kabiliyeti olan gevrek malzeme elde edilir. Çeliğin yapısındaki karbürlerin stabilize edilmesi için silisyumun mangan, krom ve vanadyum gibi diğer alaşım elementleri ile birlikte kullanılması gerekir.
- **Molibden (Mo)**
  Molibden tek başına çok az çelikte kullanılmasına rağmen nikel, krom veya her ikisi ile birlikte çok yaygın olarak kullanılır. Çeliğin çekme dayanımını, ısıya karşı dayanımını ve kaynak edilebilme özelliğini artırmasına karşın, yüksek miktarda molibden katılması çeliğin dövülmesini güçleştirir. Molibden karbonla birleştiğinde kuvvetli karbür meydana getirdiği için takım çeliklerinde kullanılır.
- **Vanadyum** (V)
  Vanadyum çeliğin sertleşme kapasitesini büyük oranda artırırken yüksek sıcaklığa dayanmasını da sağlar. Vanadyumlu çeliklerin temperleme ile yumuşatılmaları zor olduğu için takım çeliklerinde çok yaygın olarak kullanılır.

- **Kobalt** (Sn)

  Çeliğin ısıya karşı dayanımını ve aşınma direncini artırmasının yanı sıra yüksek sıcaklıklarda tane büyümesini de engeller. Genellikle takım çeliklerinde kullanılır.
- **Kükürt** (S)

  Çeliği kırılgan hâle getirdiği için otomat çelikleri dışında kullanılmaz. Beraberinde kullanılan mangan, bu olumsuz etkisini azaltır.
- **Alüminyum** (Al)

  Isıl işlem ve sıcak şekillendirme sırasında çeliğin tane büyüklüğünün kontrol edilmesini sağlar. Alüminyum yaşlanma direncini artırdığı için derin çekme saclarında bir miktar kullanılır.
- **Tungsten (Wolfram)** (W)

  Çeliğin tokluk ve sertliğini artıran tungsten, takım çeliklerinde yaygın şeklide kullanılır.
- **Fosfor** (P)

  Çeliği kükürt gibi kırılgan hâle getirdiği için otomat çelikleri hariç diğer çeliklerde çok az miktarda kullanılır.
- **Oksijen** (O)

  Daha çok kaynar çelik türlerinde kullanılır. Oluşturduğu oksit kalıntılar tehlike oluşturur.
- **Bakır (Pb)**

  Çeliğin özellikle korozyon direncini artırmakla birlikte akma ve çekme dayanımını da artırır. Çeliğin elastikiyetini azaltır, kaynak edilebilme özelliğini ise değiştirmez. Çelikteki bakır miktarı %0,2-%0,5 arasındadır.
- **Azot** (N)

  Çeliğin dayanımını ve sertliğini artırması, talaşlı işlemlerini kolaylaştırmasına karşın, çeliği kırılgan hâle getirir. Alüminyumla birlikte kullanıldığında nitrat oluşturur, dayanım ve tokluğu artırır.
- **Hidrojen** (H)

  Hidrojenin çelikte bulunması istenmese de dış etkenlerle alaşıma girebilir. Kullanılan hurda malzeme, katkı maddeleri veya havadaki nemden çeliğe karışabilir. Çeliğin yorulma direncini azaltır.

Tablo 7.1: Alaşım Elementlerinin Çeliğe Etkisi

ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ÇELİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ALAŞIM	SERTLİK	DAYANIM	AKMA NOKTASI	UZAMA	KESİT DARALMASI	DARBE DİRENCİ	ELASTİKİYET	YUKSEK SICAKLIĞA DAYANIM	SOĞUTMA HIZI	KARBÜR OLUŞUMU	AŞINMA DİRENCİ	DÖVÜLEBİLİRLİK	İŞLENEBİLİRLİK	OKSİTLENME	KOROZYON DİRENCİ
Si	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↓↓↓	↓	↓	↓	–
Mn*	↑	↑	↑	~	~	~	↑	~	↓	~	↓↓	↑	↓	~	–
Mn**	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	~	–	–	–	↓↓	–	–	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	–
Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓↓↓	↑↑	↑	↓	–	↓↓↓	↑↑↑
Ni*	↑	↑	↑	~	~	~	–	↑	↓↓	–	↓↓	↓	↓	↓	–
Ni**	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	–	↑↑↑	↓↓	–	–	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑
Al	–	–	–	–	↓	↓	–	–	–	–	–	↓↓	–	↓↓	–
W	↑	↑	↑	↓	↓	~	–	↑↑↑	↓↓	↑↑	↑↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	–
V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↓↓	↑↑↑↑	↑↑	↑	–	↓	↑
Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	–	↑↑	↑↑	–	↑↑↑	↓	~	↓	–
Mo	↑	↑	↑	↓	↓	↑	–	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	–
S	–	–	–	↓	↓	↓	–	–	–	–	–	↓↓↓	↑↑↑	–	↓
P	↑	↑	↑	↓	↓	↓↓↓	–	–	–	–	–	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑

* Perlitik çeliklerde
** Östenitik çeliklerde

↑ Arttırır ↓ Azaltır – Değiştirmez – Önemsiz yada bilinmiyor

1.4. Çelik Norm ve Simgeleri

Günümüzde üretilen çelik türlerinin iki bin civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle üretim aşamalarında kolay ve doğru şeklide malzeme seçilebilmesini sağlamak için bir takım çelik normları ve simgeleri geliştirilmiştir. Simgelerle çeliğin dayanımı, kimyasal bileşimi, üretim yöntemi, içyapı durumu ve piyasaya arz ediliş biçimi gibi özelliklerin biri veya birkaçı kodlandırılmıştır (Tablo 7.2).

Tablo 7.2: MKE Normuna Göre Bazı Çeliklerin Renk Kodları

Çelik Türü	Renk Kodu	Çelik Türü	Renk Kodu
Ç 1020	Siyah	Ç 1050	Mavi
Ç 1020	Kırmızı	Ç 1060	Sarı
Ç 1030	Yeşil	Ç 1090	Turuncu
Ç 1040	Beyaz	Ç 1050	Kırmızı-Mavi

Çelikle ilgili önemli standart kurumları ve kısaltmaları Tablo 7.3'te verilmiştir.

Tablo 7.3: Çelik Standartları

AISI	Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü
SAE	Otomotiv Mühendisleri Birliği
ASTM	Amerikan Malzeme Test Birliği Standartları
AFNOR	Fransız Standartları Enstitüsü
JIS	Japonya Standartları
BS	İngiliz Standartları
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu
EURONORM	Avrupa Standartları
DIN	Alman Standartları Enstitüsü
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
GOST	Rusya Standartları Enstitüsü

1.4.1. SAE ve AISI Çelik Norm ve Simgeleri

Üretilen çeliklerin çeşitlenmesi, belli standartlara göre sınıflandırılmaları ve numaralandırılmaları gereğini ortaya çıkardı. Bu ihtiyacı ilk tespit eden kuruluş Otomotiv Mühendisleri Birliği (SAE) oldu ve kurum tarafından bir sistem adaptasyonu geliştirildi. Daha sonra Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü (AISI) de benzer bir sistem uyguladı. 1975 yılında SAE metal ve alaşımlar için birim numaralandırma sistemini (UNS) yayınladı. UNS sisteminde malzemeler harfler kullanılarak tanımlanır. Örneğin alaşım çelikleri G, alüminyum alaşımları A, bakır alaşımları C, paslanmaz veya korozyona dayanıklı malzemeler S, çinko ve çinko alaşımları ise 2 ön ekleri ile gösterilir (Tablo 7.4).

Tablo 7.4: SAE ve AISI Çelik Simgeleri

WX	Suda sertleşebilen takım çelikleri	W1, W3
PX	Kalıp çelikleri	P1, P2, P20
OX	Yağda sertleşebilen soğuk iş takım çelikleri	O1, O3
AX	Havada sertleşebilen soğuk iş takım çelikleri	A2, A4
DX	Yüksek karbon ve kromlu soğuk iş takım çelikleri	D2, D3
TX	Tungstenli yüksek hız çelikleri	T2, T4
MX	Molibden içeren yüksek hız çelikleri	M7, M44
H1X	Molibden içeren yüksek hız çelikleri	H12, H19
H2X	Kromlu sıcak iş takım çelikleri	H21, H26
H4X	Tungstenli sıcak iş takım çelikleri	H41, H46
SX	Molibdenli sıcak iş takım çelikleri	S2, S4
LX	Düşük alaşımlı özel amaçlı takım çelikleri	L2, L6
FX	Diğer özel amaçlı takım çelikleri	F1, F2

SAE ve AISI sisteminde dört rakam kullanılır. İlk iki rakam çeliğin ait olduğu alaşım grubunu (**XX**XX) son iki rakam (XX**XX**) karbon miktarını yüzde (%) olarak gösterir (Tablo 7.5).

Tablo 7.5: SAE ve AISI Çelik Norm ve Simgeleri

10XX	Karbon çelikleri	46XX	Ni-Mo'li çelikler
11XX		48XX	
12XX		50XX	Kromlu çelikler
15XX		51XX	
13XX	Manganezli çelikler	52XX	
23XX	Ni-Cr'lu çelikler	61XX	Cr-V'lu çelikler
25XX		71XX	W-Cr'lu çelikler
31XX	Ni'li çelikler	72XX	
32XX		92XX	Si-Mn'li çelikler
33XX		43XX	Ni-Cr-Mo'li çelikler
34XX		47XX	
40XX	Mo'li çelikler	81XX	
44XX		86XX	
41XX	Cr-Mo'li çelikler	87XX	
302XX	Paslanmaz çelikler	88XX	
303XX		93XX	
514XX		94XX	
515XX		97XX	
9XX	Düşük alaşımlı yüksek mukavemetli çelikler	98XX	

1.4.2. DIN Çelik Normları

DIN normuna göre, çelikler aşağıdaki ölçütlere göre tanımlanır ve sınıflandırılır.

- **Çekme Dayanımına Göre Sınıflandırma**
  Sanayileşmenin başladığı yıllarda çelik kelimesinin Almanca karşılığının (stahl) kısaltması (St), çelik simgesi olarak kullanılmaya başlandı. Bu kısaltma (St) hâlen alaşımsız genel yapı çeliklerini tanımlamada kullanılmaktadır. St'dan sonra çeliğin çekme dayanımı (kg/mm^2) yazılır ve çeliğin üretim metodunu gösteren harfler çeliğin simgesine ilave edilir. Bu harfler ve karşılıkları şunlardır:

  M: Siemens martin ocağında üretilen çelik — **U:** Kaynar çelik
  E: Elektrik ark ocaklarında üretilen çelik — **R:** Durgun çelik

Örnek: ER St 42
Elektrik ark ocaklarında elde edilen, çekme dayanımı 42 kg/mm^2 olan durgun çelik.
Örnek: St 33
En az 33 kg/mm^2lik çekme dayanımına sahip olan çeliği tanımlar. Aynı çelik TS 2162'de Fe 33 olarak gösterilir. Euro Norm'da (EN) ise çekme dayanımı yerine N/mm^2 olarak akma dayanımı sınırı verilmektedir. Örneğin yukarıdaki çelik Fe 310-0 olarak gösterilir.

- **Kimyasal Analize Göre Sınıflandırma**
  DIN normuna göre çelikler kimyasal içeriklerine göre aşağıdaki şekillerde gösterilir.
  a) Karbon Çelikleri
  C ön harfi ile tanımlanır. Sonraki sayılar, ortalama yüzde karbon miktarının yüz katını gösterir (%Cx100).

Örnek: C45
En fazla %0,60 P ve S ihtiva eden ve ortalama C miktarı %0,45 olan genel amaçlı karbon çeliğidir.

Örnek: Cq35
En fazla %0,035 P ve S ihtiva eden ve C miktarı %0,35 olan soğuk şekillendirilebilir karbon çeliğidir.

EN standartlarında ise bu özellikleri belirtmek için kullanılan harfler rakamlardan sonraya alınır ve harflerin anlamı değişir.

Örnek: Cq35
En fazla %0,035 P ve S ihtiva eden ve C miktarı %0,35 olan soğuk şekillendirilebilir karbon çeliğidir.

Örnek: C45E
E: Kükürt oranı S ≤ %0,035 olan soy çelik.

Örnek: C45R
R: Kükürt oranı alttan da sınırlandırılmış (S ≤ %0,020-0,04) soy çelik.

b) Düşük (Az) Alaşımlı Çelikler

Alaşım elementlerinin toplam ağırlık içindeki oranı %5'i geçmeyen çeliklerdir. Bu çeliklerin kısa gösterimindeki ilk rakam ortalama %CX100'dür. Ardından sırayla alaşım elementlerinin sembolleri ve miktarları yer alır. Alaşım elementlerinin miktarı belli bir katsayıyla çarpılarak yazılır.

Örnek: 34 Cr 4
Ort. %0,34 C, %1 Cr içeren çelik.

Örnek: 9 S 20
Ort. %0,09 C, % 0,2 S içeren çelik.

Örnek: 14 Ni Cr 18 4
Ort. %0,14 C, %4,5 Ni, %1 Cr içeren çelik.

c) Yüksek Alaşımlı Çelikler

Alaşım elementlerinin toplam ağırlık içindeki oranı %5'ten fazla olan çeliklerdir. Yüksek alaşımı belirtmek için tüm ifadenin başına x işareti konulur. Sonraki sayı %CX100'dür. Sonra alaşım elementlerinin sembolleri ve yüzde miktarları verilir.

Örnek: X20Cr 13
%0,2 C ve %13 Cr içeren yüksek alaşımlı çelik.

Örnek: X5CrNi19 9
%0,05 C, %19 Cr ve %9 Ni içeren yüksek alaşımlı çelik.

Örnek: X120 Mn 12
%1,2 C, %12 Mn içeren yüksek alaşımlı çelik.

Yüksek hız çeliklerinin gösteriminde HS veya S harfinden sonra sırasıyla W, Mo, V ve Co yüzdeleri yer alır.

Örnek: S 18-1-2-5.

DIN normlarında, kimyasal bileşimleri gösteren simgelerin dışında bir de malzeme numarası (Werkstoff Nr.) yer alır. Bunun için malzemeyi tanımlayan beş haneli bir rakam dizisi kullanılır. Bu rakamların karşıladığı değerler aşağıda açıklanmıştır (Tablo 7.6):

X.XXXX

Birinci rakam, malzemenin cinsini gösterir. Çelik için 1, demirden ağır metaller için 2, hafif metaller için 3, metal olmayan malzemeler için 4-8 arasındaki rakamlar kullanılır.
İkinci rakam, çelik türünü gösterir.
Üçüncü rakam, çelik türü alt grubunu gösterir.
Son iki rakam, sıra numarasını gösterir. Rakamların sıralama dışında belirleyici bir anlamı yoktur.

Tablo 7.6: Simge Anlamı

00	Ticari nitelikli çelikler	1.0037
05	Orta karbonlu çelikler	1.0503
07	Otomat çelikleri	1.0736
20-29	Takım çelikleri	1.2080
32-33	Hava çelikleri	1.3343
40-49	Paslanmaz çelikler	1.4021
50-59	Makine yapım çelikleri	1.7225

AFNOR Fransız Standartları

AFNOR standartlarında, düşük alaşımlı çelikler DIN normundaki gibi ifade edilir ancak alaşım elementlerini ifade eden harflerin bazıları değişir. Yüksek alaşımlı çeliklerde ise DIN normundaki **X** ibaresinin yerine **Z** harfi bulunur.

Bu gösterimde alaşım elementi çarpanları DIN normunun aynısıdır, değişmez. DIN normlarında çelik için kullanılan St yerine bu sistemde A simgesi kullanılır. Örneğin A7 Fransız normunda 37 kg/mm^2 kopma mukavemeti olan çeliktir.

Örnekler:
C 35 sade karbonlu çelik % 0,35 karbon içerir.
XC 18 ısıl işlemlik çelik % 0,18 karbon içerir.
35 NC 15 alaşımlı çelik % 0,35 karbon, %3,7 nikel ve krom içerir.
50 CV 4 alaşımlı çelik % 0,50 karbon, %1 krom içerir.

BS İngiliz Standartları

Bu norm sisteminde çelik simgeleri, kimyasal analizlerine göre altı haneli sayı sistemi ve semboller kullanılarak gösterilir. Gösterimdeki altı haneli ifadenin karşılıkları aşağıda açıklandığı gibidir.

XXX XX

- İlk üç işaret, rakam olarak çelik türü ana grubunu (Tablo 7.7)
- Dördüncü işaret, harf olarak çeliğin özelliğini
- Son iki işaret, rakam olarak karbon miktarını (%CX100) belirtir.

Tablo 7.7: Simge Çelik Türü

000–199	Karbon çelikleri
200–240	Otomat çelikleri
250–299	Yay çelikleri
300–499	Paslanmaz çelikler-ısıya dayanıklı çelikler
500–999	Alaşımlı çelikler

1.5. Çeliklerin Kullanım Alanına Göre Sınıflandırılması

Kullanım alanlarına göre çelikler farklılık gösterir. Çelikler kullanım alanlarına uygun alaşımlarından yine uygun üretim teknikleri ile edilir. Malzemenin doğru seçilmesi ve uygun yerde kullanılması gerekir.

1.5.1. Kalitesiz Yumuşak Çelikler

Çekme dayanımı, aşınmaya karşı direnç, sıcaklığa duyarlılık, çekme veya uzamadan kaynaklanacak sorunların önem arz etmediği tasarımlarda kalitesiz yumuşak çelikler kullanılabilir. Bu çelikler düşük karbon çeliği olarak adlandırılır. %0,05-%0,15 arasında karbon içerir. Bu özellikleri sayesinde kolay kaynak edilebilir, kolay şekil alabilirler. Yumuşak yapıları nedeniyle işçilik ve malzeme maliyetleri düşüktür. Çöp tenekesi, bahçe parmaklığı gibi yerlerde düşük karbonlu çelik kullanılır.

1.5.2. Kolay Kaynak Çelikleri

Çelikte karbon oranı ve kalınlık arttıkça kaynak yapmak güçleşir. Kalınlığı 20 mm'den ince, içerisindeki karbon oranı %0,25'ten az olan çeliklere kolay kaynak çeliği denir. Bu çeliklere herhangi bir işleme gerek kalmadan kaynak yapılabilir. Silolar, basınçsız kaplar, şaseler ve genel amaçlı tasarımlar için kolay kaynak çelikleri tercih edilir.

1.5.3. Yapı Çelikleri

Çelik konstrüksiyon ve yapısal uygulamalarda kullanılan çeliklerdir. DIN normundaki yapı çelikleri DIN 17100 kodu altında toplanmıştır. Yapı çeliklerinin iç kısmındaki mukavemet değerleri dış kısmındaki mukavemet değerlerinden çok daha düşüktür. Bu yüzden yapı çeliklerine kesme, kaynak ve delik delme işlemleri hariç talaş kaldırmalı işlemler ve ısıl işlemler uygulanamaz. Yapı çeliği tornada veya frezede talaş kaldırılarak inceltilirse ortaya çıkacak olan mukavemet değerleri standartların altına düşer.

1.5.4. İmalat Çelikleri

İmalat çelikleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- **Sementasyon Çelikleri**
  İçeriğinde %0,29'dan daha az C olmasına rağmen karbonlama yöntemiyle yüzeyindeki karbon oranı %1'e kadar artırılabilen daha sonra su verilerek yüzeyinin 65 HRC değerine kadar sertleştirilebildiği çeliklere **sementasyon çelikleri** denir. Bu çeliklerin yüzeyi sert ve iç yapı toklukları yüksektir. Bu nedenle aşınmaya marız kalacak yüzeylerde, ağır yük ve şoklara maruz kalacak alanlarda kullanılır. Bu çelikler düşük C çeliği veya alaşımlı çelik olabilir.

- **Nitrürleme Yöntemi ile Yüzeyi Sertleştirilebilir Çelikler**
  Çelik yüzeyine su verilmeden yapılan bir sertleştirme işlemidir. 72 HRC'ye kadar yüzey sertliğine sahip olduğu için aşınma ve yorulma direncinin yüksek olmasına ihtiyaç duyulan makina parçalarında kullanılan çeliklerdir.

1.5.5. Otomat Çelikleri

Kolay işlendiği ve talaşı uzamadan kırıldığı için maliyetleri düşüren; tornalama, raybalama ve delme tezgâhlarında kullanılabilen; yüksek miktarda kurşun, kükürt, fosfor gibi maddeler içeren karbonlu çeliklerdir. Bu çelikler, genellikle soğuk haddelenmiş olarak imal edilir. Çeliğe kurşun ilave edilerek takım ömrü uzatılır.

1.5.6. Islah Çelikleri

Sertleştirmeye uygun oranda karbon içeren alaşımlı veya alaşımsız makine imalat çelikleridir. Islah işlemi sonunda dayanımları artar. Islah işlemi, çeliğin sertleştirme ve ardından menevişleme işlemine tabi tutulmasıdır. Islah işlemi, çeliğe üstün mekanik özellikler kazandırır. Bu nedenle bu çelikler çeşitli şiddetlerdeki değişken yüklerde yorulmaya maruz kalan makina ve motor parçaları, dövme parçalar, krank şaft, konnektin rod, aks gibi önemli parçaların imalinde kullanılır. Islah çeliklerinin, ıslah işlemi yapılmadan kullanılması ekonomik değildir.

1.5.7. Transmisyon Çelikleri

Normal oda sıcaklığında bir veya birkaç kalıptan geçirilerek belli bir şekil alması sağlanan imalat ve ıslah çeliklerine **soğuk çekme çelik** veya **transmisyon çeliği** denir. Soğuk çekme yönteminin yararlarından birisi bu yöntemle üretilen çeliklerin kopma ve akma mukavemetinin ısıl işleme gerek kalmadan artırılmasıdır. Diğer yararları ise malzemenin tezgâhta işlenebilme özelliğinin artması ve haddeden veya kalıptan düzgün yüzeyli çıkmasıdır. Böylece hassas bir yüzeye ihtiyaç duyulmuyorsa malzeme yüzeyi işlenmeden de kullanılabilir. İnceltilerek mekanik özellikleri geliştirilmek istenen sıcak haddelenmiş saclara çekme işlemi yerine oda sıcaklığında haddeleme yapılması yeterlidir.

1.5.8. Paslanmaz Çelikler

İçeriğinde %12 ile %26 oranında Cr bulunan yüksek sıcaklara dayanıklı çeliklerdir. İçerisindeki Cr miktarı yükseltilerek ya da içerisine nikel ve molibden gibi alaşım elementleri katılarak korozyona karşı daha dayanıklı hâle getirilir. Kromdan başka Cu, Ti, Al, Si, Nb, N, S gibi bazı elementlerle alaşımlanarak olumlu nitelikler kazandırılır ve makinelerin ihtiyacı olan özelliklerde en uygun paslanmaz çelik elde edilir. İçerisindeki Cr ve Ni iç yapısının ferritik veya ostenitik olmasını belirler. Paslanmaz levha yüzey ve paslanmaz çubuk şeklinde üretilirler. Bu çeliklerde kalite numarası arttıkça yüzey kalitesi de artar. Örneğin 1. kalite paslanmaz levhalarda yüzey düzgünlüğü aranmazken 8. kalite paslanmaz levhalar en parlak yüzeye sahiptir ve bazı yerlerde ayna olarak da kullanılırlar. A kalite paslanmaz çubukların yüzeyi kabadır, F kalite olanlar ise en parlak yüzeye sahiptir. Paslanmaz çelikler beş ana grupta toplanır. Bu gruplandırma malzemenin iç yapısına göre yapılmıştır. En yaygın kullanılanlar ostenitik ve ferritik paslanmaz çeliklerdir.

- **Ostenitik Paslanmaz Çelikler**
  Ostenit çeliklerin temel bileşimi %18 Cr ve %8 Ni'dir. Paslanmaz çeliğin bileşiminde yeterince nikel varsa iç yapısı oda sıcaklığında ostenitleşir. En çok kullanılan paslanmaz çelik çeşididir. Gıda işleme donanımları, mutfak gereçleri, kimya tesisi ekipmanları gibi malzemelerin imalatında kullanılır. Başlıca özellikleri:

— Temizlikleri ve bakımları kolaydır, hijyeniktirler.

— Düşük ve yüksek sıcaklıklarda mekanik özellikleri mükemmeldir.

— Manyetik değildirler.

— Kaynak edilebilme kabiliyetleri mükemmeldir.

— Mükemmel korozyon dayanımına sahiptirler.

— Sünek olduklarından kolay şekillendirilebilirler. Dayanımları sadece pekleşme ile arttırılabilir.

- **Ferritik Paslanmaz Çelikler**

  Düşük karbonlu ve %12-18 Cr içeren paslanmaz çeliklerdir. Dekorasyon, otomobil şasi parçaları, egzoz elemanları, sıcak su tankları, mutfak gereçleri gibi yerlerde kullanılır. Bu çeliklerin orta ve iyi derecedeki korozyon dayanımları , içerisindeki krom miktarı artırılarak yükseltilebilir. Tavlanmış şeklide kullanılırlar. Manyetik özelliği olan bu çeliklerin kaynak edilebilme özellikleri ise düşüktür. Ostenitik çelikler gibi kolay şekillendirilemezler.

- **Martenzitik Paslanmaz Çelikler**

  Bu çeliklerin içeriğinde Ni pek bulunmaz. Dayanımı ve sertliği yüksek olmasına rağmen kırılgan yapıya sahiptir. Tavlama ile sertlikleri düşürülerek dayanımı artırılır. Manyetiktirler. Korozyona karşı orta düzeyde direnç gösteren malzemelerdir. Mil, pim, bıçak ve ameliyat malzemeleri yapımında kullanılırlar.

- **Ostenitik–Ferritik Paslanmaz Çelikler**

  İyi kaynak edilebilen, kolay şekil alan, yüksek mekanik dayanım sağlayan ve korozyona karşı dayanıklı çelik türüdür. Bu özellikleri sayesinde denizde ve tuzlu su ortamında, ısı değiştiricilerde, petrokimya tesislerinde kullanılır. Bu çelikler yüksek oranda Cr %18-28 ve orta miktarda Ni %4,5–8 içerir. İç yapıları ferrit ve ostenit fazlarından oluştuğu için bu çeliklere dubleks de denilir. Dubleks çelikler genellikle %2,5–4 Mo içerir.

- **Çökelme Sertleşmesi (Yaşlandırma) Uygulanabilir Paslanmaz Çelikler**

  Çok yüksek mekanik dayanıma sahip, orta ve iyi derecede korozyon dayanımı olan, kaynak edilebilme kabiliyetleri iyi çeliklerdir. Manyetiktirler. İçyapıları ostenitik, yarı ostenitik veya martenzitik olabilir. Çökelme olayının gerçekleşebilmesi için önce soğuk şekil verilmesi gerekebilir. Çökelti oluşması için alaşımına Al, Ti, Nb ve Cu elementleri katılır. Böylece mukavemeti 1700 Mpa'a kadar çıkan paslanmaz çelikler üretilir. Pompa ve vana şaftlarında kullanılır.

1.5.9. Takım Çelikleri

Yüksek alaşımlı ve yüksek oranda karbon içeren çeliklere **takım çelikleri** denir. Isıl işlem uygulanmadan satılan bu çeliklere ısıl işlem, kullanıcı tarafından işlendikten sonra uygulanır. Isıl işlemden sonra istenilen nitelikler kazandırılabilir. İçyapıları ıslah çeliklerinden temiz olduğu için mukavemet ve sertlik değerlerindeki sapma çok düşüktür (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Takım çeliği

Takım çeliklerinin mukavemet, sertlik, tokluk, süneklik, aşınma direnci gibi özellikleri yüksektir. Yüksek sıcaklıklarda çalışabilme, yüksek ısı iletimi, işlenebilirlik, parlatılabilirlik, şekillendirilebilirlik, düşük termal genleşme gibi üstün özelliklere de sahiptir.

- **Karbonlu Takım Çelikleri**
  İçeriğinde çok az miktarda Cr ve V (vanadyum) bulunan karbonlu takım çeliklerinin ana unsuru %0,16 ile %1,4 arasında değişen karbondur. Su çeliği de denilir. Eğe, kılavuz, rayba, şekillendirme ve şişirme kalıpları, kesme kalıpları, ahşap işleme kesici takımları gibi takımların yapımında kullanılır.
- **Yüksek Hız Takım Çelikleri**

  İçeriğinde %4 Cr bulunan, derinlemesine sertleşebilen çeliklerdir. Yüksek hız çeliklerinin bazıları molibden (Mo) bazıları ise volfram (W) esaslıdır. Bu çelikler, yüksek dayanıklılığa sahip ve aşınmalara karşı dirençlidir. Freze çakıları, torna kalemleri, rayba, kılavuz, azdırmalar, zımba ve kalıplar gibi malzemelerin üretiminde kullanılır.
- **Soğuk İş Takım Çelikleri**

  Bu çelikler normal sıcaklıklarda yüksek dayanıklılık ve aşınma direnci gösterir. Su verme sırasında da çarpılma riskleri çok düşüktür. İçeriklerindeki asıl elementler, mangan (Mn), krom (Cr) ve volframdır (W). Soğuk zımbalar, mastarlar, makaslar, rulo sacların boyuna kesilmesi veya dilinmesi için kullanılan soğuk makas bıçaklarının üretiminde kullanılır.
- **Sıcak İş Takım Çelikleri**

  Yüksek sıcaklıklarda mukavemetlerini, aşınmaya karşı dirençlerini ve tokluklarını kaybetmeyen çeliklerdir. Karbon oranları düşük olan (%0,3 ile %0,5 arasında) sıcak takım çeliklerini oluşturan başlıca elementler krom (Cr), volfram (W) ve molibdendir (Mo). Yüksek sıcaklıklarda sertlik değerlerini korusalar da darbe mukavemetleri düşer. İşlenmeleri kolay olan bu çeliklerin su verme sırasında çarpılma oranları çok düşüktür. Sıcaktan kaynaklı genleşmeleri de düşüktür. 550 °C'de 1750–2500 N/mm^2 arasında mukavemetlerini sürekli korur. Sıcak makaslar, sıcak dövme kalıpları gibi malzemelerin yapımında kullanılır.
- **Darbe Takım Çelikleri**

  Darbe takım çelikleri, darbeli çalışacak takımların imalatında kullanılır. Bu çeliklerde karbon oranı %0,5'i geçmez. Alaşımlarındaki başlıca elementler silis (Si), krom (Cr) ve volframdır (W). Aşınmaya karşı dirençleri orta seviyededir. Keski, zımba, çekiç gibi malzemelerin yapımında kullanılır (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Darbe takım çeliği

1.6. Kullanım Yerlerine Göre Bazı Çelikler

Çelikler kullanım yerlerine göre şu şekilde sınıflandırılır.

- **Rulman Çelikleri**
  Rulmanlarda kullanılan bilye ve makaraların imalatında kullanılır (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Rulman çeliği

- **Yay Çelikleri**
  Yay üretiminde kullanılan çeliklerdir (Görsel 7.4).



Görsel 7.4: Yay çeliği

- **Açık Hava Koşullarına Dayanıklı Yapı Çelikleri**
  Açık havada boyanmadan kullanılabilen iklim koşullarına direnç gösterebilen yapı çelikleridir.
- **Yüksek Sıcaklık Yapı Çelikleri**
  Yüksek sıcaklıklarda mukavemet özelliklerini yitirmeden işlevini yerine getirebilen (fırın, ocak, kazan) yapı çelikleridir.
- **Basınçlı Kap Çelikleri**
  Yüksek basınç altında çalışan kazan ve kapların imalatında kullanılan çeliklerdir (Görsel 7.5).



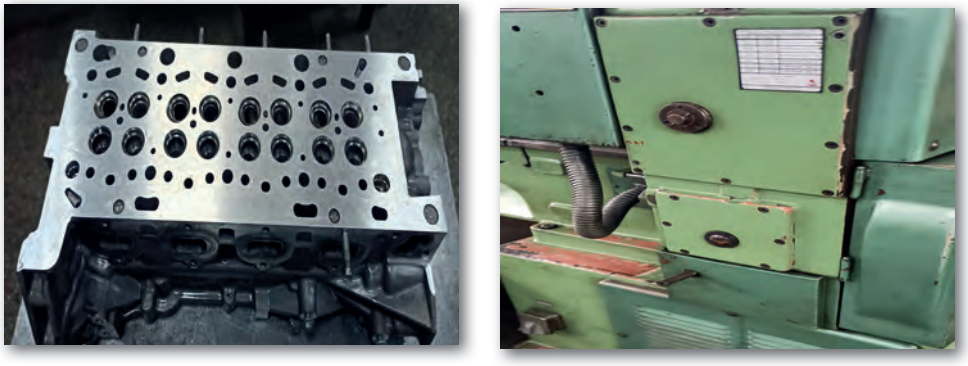
Görsel 7.5: Basınçlı kap çeliği

- **Manyetik Alandan Etkilenmeyen Çelikler**
  Manyetik alandan etkilenmeyen çeliklerin özel kullanım alanları vardır. Bu çelikler, bilimsel araştırmalar yapan gemilerin döner donanımlarında (şaft vb.), elektronik sanayisinde, yer küre bilimsel araştırmalarında, jeolojik incelemelerde, navigasyon hizmetlerinde kullanılan uydularda tercih edilir.
- **Valf (Supap) Çelikleri**
  Valf (supap) ve valf yatağının sızdırmazlığının sağlanabilmesi için kullanılan, istenilen hassasiyette işlenebilir yüzeyli çeliklerdir. Korozyona karşı dirençli, darbelere dayanıklı ve uzun ömürlüdür (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Supap çeliği

- **Otomotiv Sanayisinde Kullanılan Çelikler**
  Otomobiller büyük oranda, şase ve kaportadan oluşur. Bu nedenle kullanılacak malzemenin gerilim mukavemetinin yüksek ve hafif olması gerekir. Bu özelliklerin yanında kaporta sacının kolay şekil verilebilir, korozyona karşı dayanıklı ve uzun ömürlü, yüzeyinin de boya tutmaya el verecek kadar pürüzlü olması gerekir.
- **Pik Demir**
  İçeriğinde %3,5 ila %4,5 arasında yüksek oranda karbon bulunan pik demir, sadece dökümhanelerde kalıplara dökülerek biçimlendirilebilir. Alaşımında yüksek oranda karbon olduğundan pik demiri kırılgan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle haddelenerek veya dövülerek şekil verilemez. Pik demiri ucuz olduğu için üretim maliyetlerini düşürür. Ayrıca dökümü sonucunda elde edilen ürünün içyapısı gözenekli olduğu için titreşimleri soğurma kabiliyetleri yüksektir. Bu nedenle tezgâhların ana gövdeleri ve motor blokları çoğunlukla dökümdür (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Pik demir

1.7. Çelik Malzemelerde Isıl İşlem

Katı haldeki çeliğe istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla kontrollü bir şekilde, belirli sürelerle uygulanan ısıtma ve soğutma işlemlerine **ısıl işlem** denir. Bu işlemler sonucunda malzemenin sertliği, tane yapısı ve mekanik özelliklerinin istenen değerlere ulaşması sağlanır. Isıl işlem başka bir işlem neticesinde ya da işlemin yan etkisi olarak da gerçekleşebilir. Örneğin kesme veya kaynak esnasında oluşan sıcaklık nedeniyle malzemenin kesme veya kaynak bölgelerinde mikro yapıda değişiklikler meydana gelebilir. Isıl işlem, çelikte istenen değişikler yanında istenmeyen değişiklikler de meydana getirebilir. Çeliğe uygulanan ısıl işlem ostenitleştirme (ostenizasyon) ile başlar. Bu, çeliğin uygun bir sıcaklığa kadar yavaşça ısıtılıp, yapısının tamamen ostenite dönüşmesine kadar (yani iç yapının her bölgede benzer yapı göstermesine kadar) tavlanması işlemidir.

1.7.1. Isıl İşlem Uygulamasında Dikkat Edilecek Hususlar

Isıl işlem tekniğine uygun olarak yapılırsa istenen verim alınabilir. Doğru yapılmayan ısıl işlem uygulamalarında çelik hasar görebilir. Hasar riskini azaltmak için çelikler yavaş ısıtılır. İşlem uygulanan kesitin nicel özellikleri ısınma ve sıcaklık artış hızına etki eder. Farklı kesitlerdeki parçalarda ısıtma sırasında oluşabilecek çarpılmaların önlenebilmesi için ince kesitli parçalar kalın kesitli parçalara göre daha yavaş ısıtılır. Soğuk şekillendirilmiş yani iç gerilmesi yüksek olan malzemeler de iç gerilmesi düşük olan malzemelere göre daha yavaş ısıtılmalıdır. Isıl işlem sırasında ve sonrasında çelikte çarpılma, çatlama, oksidasyon, dekarbürizasyon (karbon atomlarının içyapıdan kopması) ve tane büyümesi gibi olumsuzluklar görülebilir. Bunun önlenebilmesi için çelikler olabildiğince düşük sıcaklıklarda ostenitleştirilir.

İstenen nitelikte ürün elde edilebilmesi için ısıtma hızının doğru belirlenmesi önemli olsa da ısıl işlem çevrimini etkileyen daha önemli nedenler de vardır.

1.7.2. Tavlama

Malzemenin talaşlı işlem ve plastik şekillendirme kabiliyetinin artırılması, içyapı özelliklerinin düzeltilmesi için istenen sıcaklığa kadar ısıtılıp yavaş soğutulması işlemine **tavlama** denir (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: Tav fırını

1.7.3. Yumuşatma Tavlaması

Isıl işlem görmemiş malzemelerin sertlik derecesi, içerdikleri karbon oranına bağlı olarak (oda sıcaklığında) farklılık gösterir. Bazı malzemelerin sertlik derecesi kolay işlenebilmelerini engeller. Özellikle plastik şekil değiştirme işlemleri için malzemenin işlemeye elverişli sertlikte olması gerekir. Malzemenin kolay işlenebilmesi için yumuşatma tavlaması yapılır.

1.7.4. Gerilim Giderme Tavlaması

Gerilim giderme tavı; şekil verme, döküm veya kaynak işlemlerinden doğan iç gerilmeleri azaltmak için yapılır. Bu işlemde çelik parçaları, genellikle 550-750 °C arasında ısıtılır ve sonra yavaş yavaş soğutulur. Sıcak işlem ve yüksek hız çeliklerinin 600-750 °C arasında; sade karbonlu ve düşük

alaşımlı çeliklerin ise 550-650 °C arasında ısıtılması gerekir. İç gerilmelerinin giderilmesi için parçalar en yüksek kullanım sıcaklığının üstünde ve faz dönüşüm sıcaklığının altında bir sıcaklıkta en fazla iki saat bekletilir. Soğuma sırasında ısıl gerilme oluşumunun engellenmesi için parçalar, ısıları yaklaşık 500 °C'ye inene kadar fırında yavaş bir şekilde soğutulmalı, sonrasında ise normal hava koşullarında soğutulmalıdır.

1.7.5. Yeniden Kristalleştirme Tavlaması

Plastik şekil verme işlemlerinde parçaların tane yapılarında, özellikle cidar bölgelerinde, kalıcı bozulmalar meydana gelir. Bunun sonucunda parçanın sertlik ve mukavemet düzeyi artarken sünekliği ve elektrik iletkenliği azalır. Plastik şekil verme öncesindeki özelliklerine kavuşturulması ve düzenli tane yapısı elde edilmesi için parçanın faz dönüşüm sıcaklığının altında bir sıcaklıkta, bir saat bekletilmesi ve yavaş soğutma ile düzenli bir forma kavuşması sağlanır.

1.7.6. Normalleştirme Tavlaması

Çelik malzemenin kristal yapısının daha homojen ve daha ince bir hâle getirilmesi bir sonraki ısıl işlemde karbürün uygun şekilde dağılımının sağlanması için çeliğin sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılıp sakin havada soğumaya bırakılması işlemidir. Bu işlemi diğerlerinden ayıran özellik soğutma işleminin hızlı yapılmasıdır. Böylece ürünün tane yapısı daha ince olur.

1.8. Sertleştirme

Üretimi yapılan parçaların kullanım alanlarında ihtiyaç duyulacak şartlara göre tamamının veya bir kısmının dış yüzeyi boyunca veya çekirdeğe kadar sertleştirilmesi gerekebilir. Bu durumda elde edilmek istenen sertlik derecesine göre farklı ısıl işlemler uygulanmalıdır. İstenen nihai yapı özelliklerine göre sertleştirme işlemi farklı tekniklerle yapılabilir.

1.8.1. Soğutma Ortamlarını Kullanarak Sertleştirme

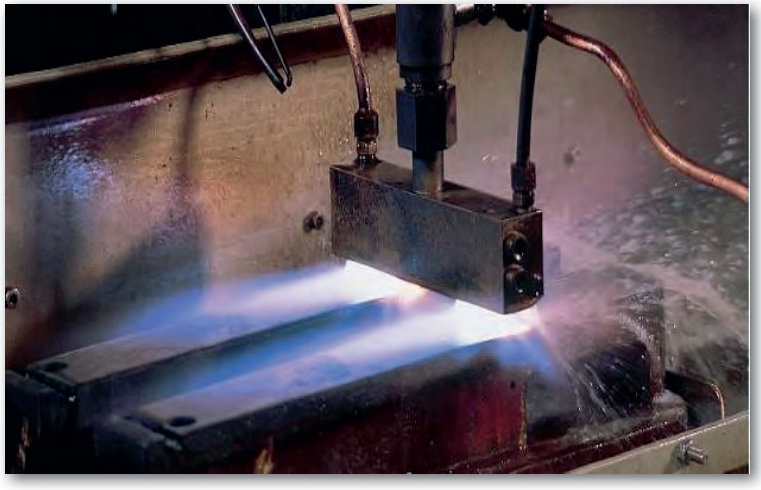
Sertleşme sıcaklığına kadar ısıtılıp (genellikle 850 ila 1100 °C derece arasında) cinsine göre su, yağ ve tuz banyolarında hızla soğutulan malzemede martenzit (sert ve kırılgan) bir yapı elde edilmesine **su verme işlemi** denir. Su verme ortamı, malzemenin alaşım miktarına göre belirlenir. Düşük alaşımlı çelikler için su ve tuz banyoları, yüksek alaşımlı çelikler için ise çarpılma riski göz önünde bulundurularak yağ gibi yumuşak banyoları tercih edilir. En sık kullanılan soğutma ortamları su, yağ, tuz banyosu ve havadır.

- **Su:** Sıcak parça soğutulurken su ısısının 20 ila 40 °C arasında olması verimi artırır. 60 °C üzerindeki sıcaklıklarda suyun soğutma hızı azalır.
- **Yağ:** Yağın soğutma hızı, suyun soğutma hızından düşüktür. Soğutma hızının en verimli olduğu yağ sıcaklığı 50-80 °C arasıdır. Yağın sürekli ve hızlı biçimde karıştırılması da verimi artırır.
- **Tuzlu Su Çözeltisi:** Su verme işleminde verimin artırılması suya sodyum hidroksit veya mutfak tuzu ilave edilebilir. Mutfak tuzu parça üzerinde korozyona neden olacağı için kullanımı önerilmez. Suya %10 oranında ilave edilecek NaOH suyun soğutma hızını artırır. Buna bağlı olarak malzemenin sertleşme derinliği artar ve iç gerilmelerinin az olması sağlanır.
- **Hava:** Havanın soğutma hızı diğer soğutma yöntemlerine göre çok düşük olduğu için bu yöntemden elde edilecek verim de diğerlerine göre düşüktür. Örneğin sakin havanın soğutma hızı suyunkinin %1'inden daha azdır. Bu sebeple bu yöntem sadece yüksek hız çelikleri için tercih edilir.

1.8.2. Sementasyon (Yüzey Sertleştirme)

Düşük karbonlu çeliklerin yüzeyinin karbon emdirilerek sertleştirilmesi işlemine **sementasyon** denir. Kolay işlenebilir düşük karbonlu çeliklerin yüzeyi, kullanım amaçlarına göre işlendikten sonra bu yöntemle sertleştirilirler. Böylece parça yüzeyi aşınmaya karşı daha dirençli hâle gelir. Bu yöntemde çekirdek bölge yumuşak kalır. Bu da tüm parçanın tok özellikler göstermesini ve parçanın darbe dayanımının yüksek olmasını sağlar.

Sementasyon işlemi; katı, sıvı veya gaz fazlı ortamlarda yapılabilir. Gaz ortamında yapılan sementasyon ekonomik ve kontrolü kolay olduğu için en çok tercih edilen yöntemdir. Karbon verici olarak CO veya metan gazı gibi hidrokarbonlar kullanılır (Görsel 7.9).



Görsel 7.9:Yüzey sertleştirme

1.8.3. İndüksiyonla Yüzey Sertleştirme

Bu işlemde parça yüzeyi, indüksiyon akımı yardımıyla çok hızlı ısıtılıp yine aynı hızla soğutularak sertleştirilir. Hızlı soğutma işlemi genellikle su ile yapılsa da bu yöntem yüksek karbonlu çeliklerde çatlama ihtimalini artırır. Soğutma suyunun 60 °C civarında olması veya suya tuz eklenmesi çatlama ve iç gerilme riskini azaltır. Sertleştirme işleminden sonra oluşabilecek iç gerilmelerin giderilmesi için 150-200 °C arasında menevişleme yapılır.

1.8.4. Menevişleme

Su verme işlemi sonrasında ürünün yapısı, çok sert ve kırılgan bir hâle gelir. Ayrıca ani soğutma sırasında da üründe iç gerilmeler oluşur. Bu olumsuzlukların giderilmesi ve malzeme tokluğunun iyileştirilmesi için malzemenin 150-450 °C arasında tekrar ısıtılıp aynı sıcaklıkta bir süre tutularak uygun hızda soğutulması gerekir. Bu işleme **menevişleme** denir. Menevişleme işlemi için su verilen parçanın tamamen soğuması beklenirse parçada çatlamalar oluşur. Doğru yöntem, su verme işleminden sonra parça sıcaklığı 60-80 °C'ye düşünce menevişleme yapılmasıdır.

1.8.5. Islah Etme

Parçanın tüm kesitinin sert olması için uygulanan su verme ve menevişleme işlemidir.

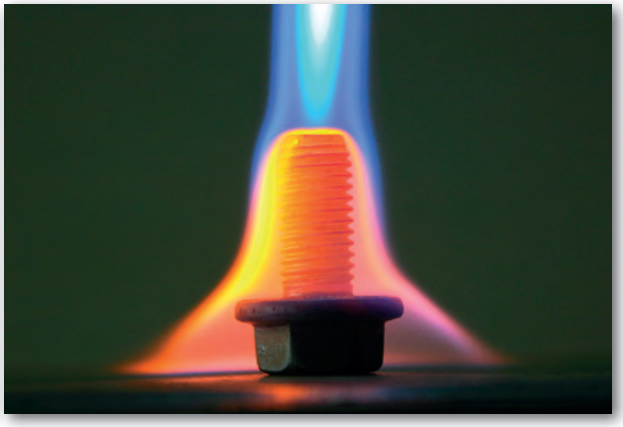
7.1. ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME

Amaç: Alevle yüzey sertleştirme yöntemi ile iş parçasını şekillendirmek ve yüzeyini sertleştirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Oksijen kaynağı sistemi		1 adet
Sertleştirilecek malzeme		1 adet
Soğutma kabı veya su püskürtme sistemi		1 adet
Gözlük		1 adet
Eldiven		1 adet
Kaynak maşası		1 adet
Örs		1 adet

Uygulama Görselleri

Görsel 7.10: Üfleç ile parçanın tavlanması




Görsel 7.11: Parçanın şekillendirilmesi ve suya daldırılarak sertleştirilmesi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Üfleç yakılarak parça kalınlığına göre nötr alev ayarı yapılır (Görsel 7.10).
4. Malzeme yüzeyi 723 °C ile 877 °C arasında tavlanır.
5. Yeterli tav sıcaklığına gelen çelik, örs üzerinde çekiçle şekillendirilir.
6. Malzeme yüzeyi sertleşme sıcaklığına gelince yüzeye hemen soğutma sıvısı püskürtülür.
7. Sertleştirme işlemi uygulandıktan sonra parçadaki iç gerilmelerin giderilmesi için parça 150-200 °C arasında ısıtılır ve hava ile soğutulur.

Not: Su püskürtmeli düzenekler yoksa sertleştirme işlemi, tavlanan parça su ortamına yavaş yavaş daldırılarak yapılır (Görsel 7.11).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, düzenli ve temiz çalışılması	10	
3.	Nötr alev oluşturulması	10	
4.	Malzemenin uygun sıcaklıkta tavlanması	15	
5.	Malzemenin şekillendirilmesi	15	
6.	Soğutma işleminin doğru yapılması	15	
7.	İç gerginlik giderilmesinin doğru yapılması	15	
8.	İşi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama esnasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

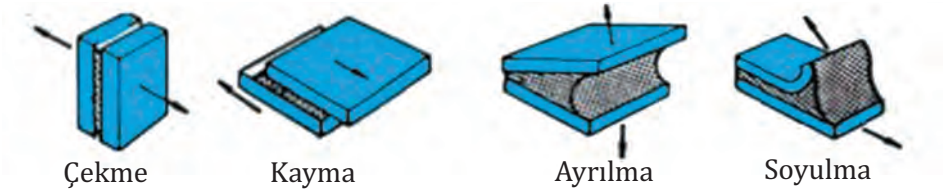
.....

.....

2. YAPIŞTIRICI İLE BİRLEŞTİRME

Yapıştırıcılar, malzemelerin birleştirilmesinde kullanılır. Sıvı veya bant olarak üretilir. Günlük yaşamın her yerinde yapıştırıcı ile karşılaşmak mümkündür. Basit sıvı yapıştırıcılar, yapıştırıcı bantlar çok yaygın olarak kullanılır. Bu öğrenme biriminde çok yaygın kullanım alanı ve pek çok çeşidi olan yapıştırıcıların gemilerde kullanılan türlerinden bahsedilecektir.

Makine elemanları konusunda cıvata, somun, pim, perno, perçin, gibi mekanik birleştirme ve kaynak, lehim gibi termal birleştirme yöntemleri açıklanmıştır. Her iki birleştirme yönteminin de olumlu ve olumsuz yönleri bulunur. Buna karşın mekanik yöntemlerle birlikte yapıştırıcıların da kullanılması birleştirmelere üstün özellikler kazandırır.



Şekil 7.1: Malzemeye etki eden kuvvetler

Yapıştırıcı bağlantısı üzerinde etkili olacak belirli gerilim türlerini dikkate almak önemlidir. Yaygın gerilim kuvvetleri arasında kayma, ayrılma, soyulma ve çekme bulunur (Şekil 7.1). Uygulama yapılan bölgenin tabi olacağı gerilimlerin büyüklüğünün bilinmesi, kullanım amacına ve yerine uygun kuvvetteki yapıştırıcıyı seçmede yardımcı olur.

Genel olarak yapıştırıcı bağlantılarının üstünlükleri ve sakıncaları şu şekilde özetlenebilir.

Yapıştırıcı Bağlantılarının Üstünlükleri

- Uygulanması kolay, ucuz ve çabuktur. Özel bir eğitim ve donanım gerektirmez.
- Malzemeye ısıl işlem uygulanmadığından kristal yapı değişmeleri, gerilmeler ve gevrekleşmeler meydana gelmez.
- Boşluklar ve çatlakları kolayca doldurduğundan korozyon oluşumunu önlemeye yardımcı olur.
- Farklı özellikteki malzemelerin birleştirilmelerini mümkün kılar.
- Daha ince ve hafif malzemeler birleştirilebilir.
- Yapıştırıcı ve bantlar; titreşimi, yorulmayı ve gürültüyü azaltabilir.
- Mekanik birleştirmelerde cıvata, saplama, pim gibi bağlantı elemanlarını kullanabilmek için malzeme üzerinde özel işlem uygulanması gerekir. Ayrıca bu parçaların baş kısımları da malzeme üzerinde bir çıkıntı oluşturarak çalışmada engel oluşturabilir. Delme ve delikleri ortadan kaldırdığı için bant ve yapıştırıcılar ile birleştirmede yüzeye zarar verilmez ve estetik bir görüntü sağlanır.
- Yapıştırıcılar sadece birleştirme yapmaz, aynı zamanda akışkan malzemelerin sızdırmazlığını da sağlar.

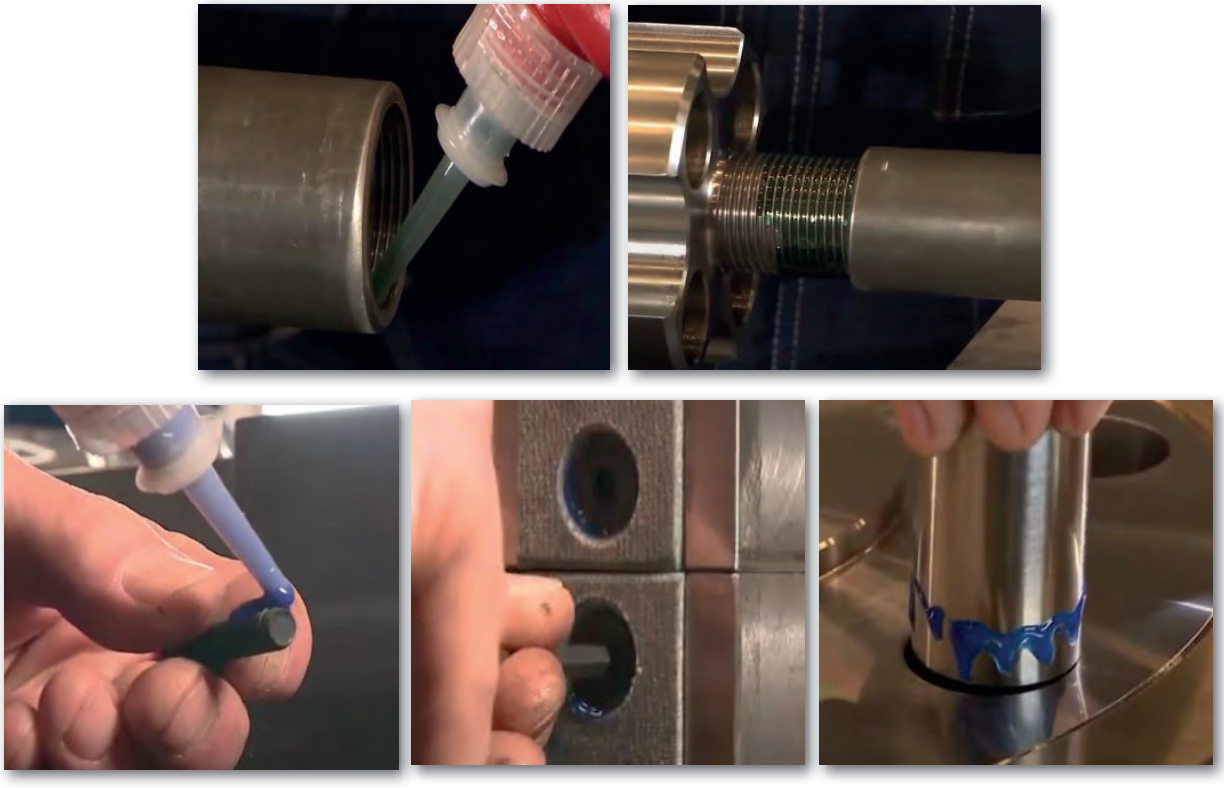
Yapıştırıcı Bağlantıların Sakıncaları

- Yüzeylerin temizlenmesi uzun zaman alır özen göstermek gerekir.
- Bağlantının özellikleri zaman geçtikçe değişebilir.
- Mukavemetleri düşüktür. Yüksek zorlanmalara uygun değildir.

2.1. Yapıştırıcı Çeşitleri

Yapıştırıcıların kullanım alanları oldukça geniştir. İnşaat, otomotiv, sağlık, basın-yayın, elektrik-elektronik gibi birçok alanda ihtiyaçlara uygun olarak değişik yapıştırıcılar kullanılır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapıştırıcılara üstün özellikler kazandırılmaktadır. Gemilerde genel olarak kullanılan yapıştırıcılar şu şekilde sınıflandırılabilir.

- **Anaerobik Yapıştırıcılar**
  Anaerobik yapıştırıcılar, elamanlar arasındaki boşlukları tam doldurarak sızdırmazlık işlevi görür. Genel olarak sızdırmazlığın sağlanması veya bir montajda birleştirilmiş elamanların tutma kuvvetinin artırılması için kullanılır. Anaerobik yapıştırıcılar, dişli sızdırmazlıkları, vida sabitleyicileri, sıkı geçme işlemleri ve conta sızdırmazlıkları gibi alanlarda kullanılır. Vida sabitleyiciler ile dişli bağlantı elemanlarını uygun biçimde sabitler; titreşime, korozyona ve aşınmaya karşı da korur. Parçaların montajında presli ve kaymalı geçmelerde uygun bir yöntem olarak çoğunlukla kullanılır. Sıkı geçme işleminde, elamanlar arasındaki boşlukları doldurarak, iyi bir montaj olmasını sağlar (Görsel 7.12).



Görsel 7.12: Anaerobik yapıştırıcıların kullanma alanları

- **Yapışkan Bantlar**
  Yapışkan bantlar farklı hava koşullarına ve sıcaklıklara karşı yüksek mukavemet gösterir. Değişik özellikleri olan malzemeler, sıcaklıklar değiştiğinde farklı uzamalar gösterebilir. Yapışkan bantlar farklı yüzey özellikleri bulunan malzemelerde güçlü ve uzun süren bağlanmalar sağlar. Yapışkan bantlar; yağmur, kar, UV ışık veya nem girişi, çok düşük ve çok yüksek sıcaklıklar gibi birçok harici etkiye uygun olmalıdır. Yapıştırıcı bantlar; elektronik, otomotiv, kâğıt ve baskı, yapı, ev aletleri endüstrisi gibi farklı alanlarda kullanılır.

- **Elastik Yapıştırıcılar**

  Elastik yapıştırıcılar, perçin ve çivi gibi mekanik sabitlemelere göre daha büyük bir sabitleme alanı sağlar. Böylece her türlü yük ve gerilimin dağılımını daha homojen ve güçlü biçimde sağlar. Elastik yapıştırıcılarla daha güvenli, hızlı ve daha dayanıklı bir birleştirme sağlanır.

- **Sıcak Tutkal Yapıştırıcılar**

  Uygulama süresince düşük sıcaklıklarda eritilerek kullanılır. 80 °C üzerinde eriyen katı malzemedir ve soğuduğunda tekrar katılaşır. Soğuyan malzeme genellikle tekrar eritilip kullanılabilir.

- **Hızlı Yapıştırıcılar**

  Tek bileşenli olup oda sıcaklığında uygulanabilen, çok geniş kullanım alanına sahip yapıştırıcılardır. Bu yapıştırıcılar, kauçuk, polistiren, ahşap, metal ve hatta yeni nesil plastikler gibi çeşitli malzemelerin kısa süre içerisinde yüksek performanslı yapıştırılmasında kullanılır (Görsel 7.13).



Görsel 7.13: Hızlı yapıştırıcılar

- **Mastikler ve Silikonlar**

  Genel olarak montaj, dolgu ve sızdırmazlık işlerinde kullanılır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte endüstriyel alanlarda da 250-300 °C'ye kadar yüksek sıcaklıklara ve kimyasal etkilere maruz kalan yerlerde de kullanılır. Mekanik zorlamalara karşı mukavemetlidir. Daima esnekliğini korur. Özel tabancası sayesinde uygulama kolaylığı sağlar.

2.2. Yapıştırıcı Uygulanırken Dikkat Edilecek Hususlar

Kullanılacak yapıştırıcının seçimi, yapıştırılacak malzemenin özelliği ile çalışma esnasındaki fiziksel ve kimyasal tesirlere göre yapılmalıdır. Yanlış seçilen bir yapıştırıcı; yüzeylerin ayrılması, malzeme özelliklerinin bozulması, sızıntı gibi istenmeyen durumlara yol açabilir. Yapıştırıcı uygulanmadan önce kullanma kılavuzu mutlaka okunmalıdır. Yüzeylerin boya, yağ, pas vb. gibi maddelerden arındırılması gerekir. Genellikle mekanik temizlik yeterli olmaz. Yağ giderici olarak kimyasal temizlik maddeleri kullanılabilir. Yapıştırıcının yüzeye iyi tutunabilmesi için yüzeyin pürüzlendirilmesi de gerekebilir. Bunun için zımpara, kumlama gibi yöntemler kullanılabilir. Yapıştırmanın özelliğine göre baskı uygulanabilir. Yapıştırıcı birden fazla kimyasalın karıştırılması ile elde edilebilir. Bu durumda uygulama ve kuruma sürelerine dikkat edilmelidir. Birçok yapıştırıcın uygulanması esnasında sağlığa zararlı gazlar açığa çıkar. Çok kuvvetli yapıştırıcılar, uzuvları uzun süre çözülemeyecek şekilde birleştirebilir, deride kimyasal hasarlar bırakabilir. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınmalıdır.

7.2. FLANŞLI BAĞLANTI SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ

Amaç: Flanşlı bağlantının sızdırmazlık kontrolünü yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Flanş		2 adet
Sıvı conta		1 adet
Cıvata	M14	8 adet
Somun	M14	8 adet
Conta		1 adet
Yıldız anahtar	No. 14	2 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 7.14: Sıvı conta ile bağlantı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Flanş iç yüzeyleri iyice temizlenir.
4. Conta konacak yüzeye sıvı conta sürülür.
5. Conta, flanş deliklerine uygun bir şekilde yerleştirilir (Görsel 7.14).
6. Cıvataların tamamı takılır.
7. Somunlar cıvatalara takılarak boşlukları alınır.
8. Somunlar karşılıklı eşleştirilerek aynı kuvvette sıkılır.
9. Sisteme basınçlı sıvı verilerek flanş sızdırmazlığı kontrol edilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Flanş iç yüzeyi temizliğinin doğru yapılması	10	
4.	Sıvı conta ve contanın yerleştirilmesi	20	
5.	Cıvataların takılması	10	
6.	Somunların takılarak boşluğunun alınması	10	
7.	Somunların eşleştirilerek aynı kuvvette sıkılması	20	
8.	İşi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

3. BOYA UYGULAMALARI

Metal yüzeyleri dış etkilerden ve bu etkiler nedeniyle oluşabilecek korozyondan korumak için uygulanan yöntemlerden birisi de boyamadır. Boyama; dar veya geniş yüzeylere uygulanabilmesi, tekrarlanabilir olması, ekonomik oluşu, uygulama kolaylığı gibi nedenlerle tercih edilen bir yöntemdir.

3.1. Korozyon

Aşınma, çürüme, paslanma sözcükleriyle de karşılanabilecek olan korozyon, teknik bir terim olarak kimyasal etkilere maruz kalan metallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini yitirip kütlesel olarak zamanla kaybolması olayıdır. Su ve atmosfer etkilerine maruz kalan metal ve metal alaşımlarının büyük bir kısmı koruyucu önlemler alınmazsa korozyona uğrar. Korozyon, önlem alınmadığı takdirde malzemelerde geri dönüşü olmayan ağır hasarlar oluşmasına ve bunun sonucu olarak da ekonomik kayıplara, işi gücü kayıplarına hatta çevre sorunlarına neden olabilir.

3.1.1. Korozyon Oluşumu

Metal ve alaşımlar, kararlı yapıya geçiş eğilimleri yüksek olduğu için, ortamdaki diğer elementlerle kolayca tepkimeye girebilirler. Bu tepkimeler yeni bileşikler oluşmasına neden olur. Yeni bileşiğin fiziksel, kimyasal, mekanik ve elektriksel özellikleri bileşiği oluşturan metallerden önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu değişimler, metallerin özelliklerini değiştirir ve daha önceden tasarlanmış sistemin çalışma yapısını bozar. Bu da istenmeyen durumlara neden olur.

Metaller endüstrinin hemen her alanında yaygın biçimde kullanıldığı için korozyondan kaynaklanan hasar ve kayıplar da büyük tehlike arz etmektedir. Kara, hava ve su taşıtları, köprüler, direkler, su tankları, enerji nakil hatları, yer üstü ve yer altı boru hatları ve çeşitli makinalar gibi bünyesinde metal barındıran pek çok nesne; atmosfer, su ve toprakla sürekli temas hâlindedir. Bunlar korozyon etkisiyle işlevini kaybederek zamanla kullanılamaz hâle gelir (Görsel 7.15).



Görsel 7.15: Korozyona uğramış malzeme

3.1.2. Korozyon Olayının Ekonomik Etkisi

Korozyon; malzeme kaybının yanı sıra, işgücü kaybı, hammadde kayıpları, çevre kirliliği, insan sağlığı ve güvenliğini tehdit etmek gibi hayatın her alanına uzanan sorunlara neden olabilmektedir. Sınırlı doğal kaynaklar işlenerek endüstriyel ürün ve malzemeler üretilir. Korozyon hammadde ve işçilik masrafları ile üretilen ürünlerin kaybedilmesine neden olur. Bunun yanında ileri düzeyde korozyon, makineleri çalışamaz hâle getirebilir bu da parça masraflarının yanı sıra üretimin

durmasından kaynaklı ekonomik kayıplara neden olur. Nakil hatlarında oluşan korozyonun nakledilen maddelere verdiği zarar, kullanılamaz hâle gelen ürünün yenisiyle değiştirilmesi, hasar gören bir tank nedeniyle oluşan çevre kirliliği gibi doğrudan veya dolaylı ekonomik kayıplar hesaba katıldığında çok büyük ölçekte maddi kayıplar ortaya çıkar. Bu kayıpların ekonomik karşılığının çok büyük olması, korozyonla mücadeleyi kaçınılmaz hâle getirmektedir.

Alınacak tedbirlerle korozyon nedeniyle oluşan ekonomik kayıplar büyük oranda önlenebilmektedir. Bu tedbirlerin bazıları aşağıda açıklanmıştır.

3.1.3. Korozyon Nedenlerinin Yok Edilmesi

Sudaki oksijenin bir kısmı uzaklaştırılarak korozyon oluşumu engellenebilir. Örneğin gemi makinelerinin tatlı su soğutma sistemine kimyasal maddeler katılarak korozyon önlenmektedir.

3.1.4. Yüzeyin Başka Malzeme ile Kaplanması

Korozyonun önlenmesi için en etkili yöntem kaplamadır. Malzeme, uygun bir kaplama maddesi ile kaplanarak korozyondan korunabilir. Yüzey kaplamaları, metal kaplamalar ve metal olmayan kaplamalar olmak üzere ikiye ayrılır.

- **Metal Kaplamalar**

  Korozyondan korunmak istenen yüzeyler korozyona dayanıklı metallerle kaplanabilir. Çinko, kadmiyum, kurşun, bakır, krom, kalay, nikel, altın korozyona karşı dayanıklı metallerdir. Metal kaplamalar; sıcak daldırma, elektro kaplama, difüzyon ve mekanik kaplama gibi yöntemlerle yapılabilir. Korozyondan korumak için yüzeylere elektroliz yoluyla metal kaplama yapılması korozyona dayanıklı alaşım üretilmesinden daha ekonomik bir yöntemdir (Görsel 7.16).

  Görsel 7.16: Piston kafasının kromla kaplanması

  Çelik malzemelere genellikle galvanizasyon olarak da bilinen çinko kaplama yapılır. Atmosferik olaylara maruz kalan çatı malzemeleri, levhalar, tel ve tel ürünleri, çelik sactan üretilen malzemeler, borular, buhar kazanları ve yapı çelikleri genellikle çinko ile kaplanır. Çinko kaplamaların yerine kullanılan kadmiyum kaplamalar, atmosfere açık ortamlarda çinko kaplama kadar iyi koruyuculuk sağlamaz.

  Genellikle otomobil parçaları, su tesisatları, metal eşyalar ve çeşitli aletlere yapılan krom kaplama, metalleri korumanın yanı sıra görünümlerini de iyileştirir. Alüminyum kaplamalar da çeliğin ısıya ve korozyona karşı dayanımını artırır. Isıya ve korozyona karşı dayanımını artırmak için alüminyum kaplama da kullanılır. Korozyona karşı dayanıklı olsa da atmosferik olaylardan etkilenerek kolay matlaştığı için nikel kaplamalar; krom, gümüş, altın ve rodyum kaplamaların altında bir tabaka olarak kullanılır. Bakır ise genellikle çinko esaslı dökümlerde nikel ve krom kaplamaların altında kullanılan bir malzemedir.

- **Metal Olmayan Kaplamalar**

  Metal olmayan kaplamalar boya ve organik maddeler içeren kaplamalardır. Parça yüzeylerinin korunması ve görünümlerinin iyileştirilmesi için kullanılırlar. Boya, malzeme yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturur . Bu tabaka çatlamadığı veya soyulmadığı sürece metal malzemeyi korozyondan korur. Boya tabakası, metal ile çevresel şartlarla metal malzemelerin yüzeyinde oluşan toz veya oksit tabakasının temasını engelleyen koruyucu bir katman oluşturur. Böylece malzemenin ortamla teması kesilir.

  Kaplamada kullanılan bir başka malzeme de zifttir. Katran ve diğer organik maddelerin kısmî buharlaşmasından ya da ayrımsal damıtılmasından kalan artıklara **zift** denir ve elde edildiği maddeyle adlandırılır. Petrol zifti, taş kömür katranı zifti, pamuk yağı zifti gibi. Kaplama yapılırken zift yüzeye sıcak olarak sürülür ya da iş parçası 250-400 °C sıcaklığa kadar tavlandıktan sonra zift içine daldırılır. Zift, kaplama yapılacak yüzeye özel tabancalarla da püskürtülebilir. Sürekli olarak zift ile temas edilmesi zamanla kansere dönüşen bir deri hastalığına neden olabilir. Bu yüzden ziftleme işlemlerinin iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınarak yapılması gerekir.

3.1.5. Alaşım Yapılması

Korozyona dayanıklı malzemelerden elde edilen alaşımların korozyon direnci daha fazladır. Ancak bu, yüksek maliyetli bir yöntemdir. Alaşım elde edilebilmesi için alaşım elemanının malzemenin tüm yapısına eşit oranda dağıtılması gerekir bu da maliyeti artırır. Oysa korozyon yüzeyde meydana geldiği için malzeme yüzeyinin korozyon direncinin artırılması daha ekonomik bir yöntemdir. Paslanmaz çelikler bunun en güzel örneğidir. Çeliklere paslanmaması için katılan krom, maliyeti etkiler. Alaşım elemanı olarak krom, çelikten önce yüzeyde oksit tabakası oluşturarak çeliği oksitlenmeye karşı korur. Pahalı olmasına rağmen korozyondan korunmanın en emin yolu alaşım yapılmasıdır.

3.2. Sac Yüzeyin Boyaya Hazırlanması ve Boyanması

Boyanacak yüzey; toz, yağ gibi maddelerden iyice arındırılmalıdır. Boya, yüzey temizlenmeden sürülecek olursa pislikler boyanın yüzeye tam olarak tutunmasını engeller ve boya bir müddet sonra dökülmeye hatta tabaka şeklinde soyulmaya başlar. Daha önceden boyanmış ve boya tabakaları oluşmuş yüzeylere boya uygulanmaz çünkü bu durum boyanın koruyuculuğunu ortadan kaldırır. Bu nedenle gemilerde çok kalın boya tabakalarının oluşması engellenmelidir. Böyle bir yüzeyin boyanması gerekirse kalın boya tabakaları raspa ile dökülmeli, temiz sac ortaya çıkarılmalı ve yeni bir sac gibi boyanmaldır (Görsel 7.17).



Görsel 7.17: Yüzeylerin temizlenmesi

Yüzey boyaya hazırlanırken ilk olarak yüzeydeki yağ ve gres gibi maddeler emülsiyon ya da deterjan gibi bir malzeme ile temizlenmelidir. Boyanacak yüzey geniş değil ise yağ ve gres gibi maddeler tiner ile silinerek yüzeyden arındırılabilir. Ardından yüzeyde çözünmüş hâlde bulunan tuzları temizlemek için yüzey tatlı su ile yıkanır. Yüzeydeki meneviş ve pas ise aşındırıcı raspa, su jeti veya mekanik temizlik gibi yöntemlerle çıkarılabilir. Son olarak yüzey, vakum ile tozdan arındırılır.

Yeni veya boyası dökülmüş yüzeyler de boyanmadan önce iyice temizlenmelidir. Yüzey toz, kir, yağ ve yüzeye yapışan deniz canlılarından yıkama yapılarak ve gerekirse kimyasal kullanılarak arındırılır (Görsel 7.18). Yüzeylerin üzerindeki ince pas tozlarının bile tatlı su ile yıkanması gerekir.

Yıkanan yüzey kuruyunca ilk koruyucu boya olan sülyen sürülür. Sülyen kuruyunca da ilk kat boya sürülür. Boya uygulanırken boyanın yüzeye iyice yedirilmesi gerekir. İkinci kat boya sürülünce boyama işlemi tamamlanır. Boyama için güneşli ve kuru hava şartları tercih edilmelidir.

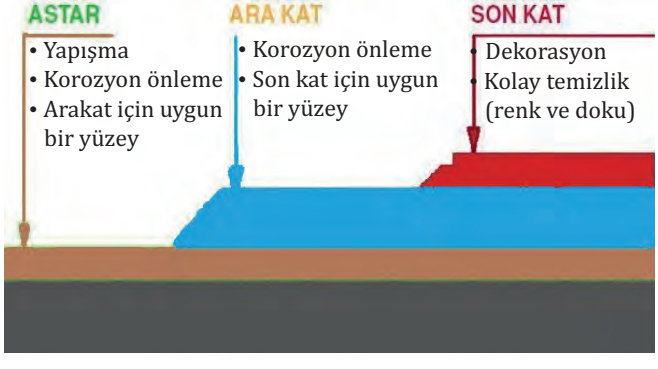
Boyanın seyir halindeyken uygulanması gerekiyorsa takip edilmesi gereken süreçler vardır. İlk önce yapılacak işlem planlanır. Ardından uygun koşullar aranır. Yüzeye erişim imkanı ve hava durumu, boyamanın yapılacağı zamanı belirlemede etkilidir. İşlem için uygun koşullar oluşunca yüzey hazırlığı ve temizlik yapılır. Boya yapılırken bu işleme son derece özen göstermelidir. Yüzey hazırlığı iyi yapılmazsa boyadan verim alınamaz. Yüzey uygulama için hazır hâle getirilince boyanmaya başlanabilir (Şekil 7.2).

Gemi seyir halindeyken uygulanan boyalarda genellikle rulo kullanılır. Kullanılan rulonun kaliteli olmasına dikkat edilmelidir. Kalitesiz rulolar boya sırasında iplik iplik dökülecеği için hem boya tüketimini artırır hem de boyadan istenilen verim alınamaz. Bu rulolar tek kullanımlık olduğu için rulo maliyeti de artar. Ayrıca kalitesiz rulo nedeniyle işlemin sık sık tekrar edilmesi gerekir. Boyanacak yüzeye göre yoklama ve kestirme amaçlı fırçalar da kullanılır. Kompresörler ve boya tabancaları maliyetli olduğu ve kullanırken dikkat gerektirdikleri için gemide boyama işlemlerinde çok tercih edilmez. Ancak bu aletler, sağladıkları kolaylık ve verimlilik nedeniyle gemilerde de kullanılmaya başlanmıştır. Boya tabancasında doğru meme kullanılmaz ise boya tüketimi artar ve boya kusurları meydana gelir. Boya tabancası kullanılırken akrilik boyalar 50° lik açıyla uygulanır. Böylece boya daha geniş bir alana nüfuz eder. Epoksi boyalar ise 40° lik açıyla uygulanır, böylece işlem kontrollü yapılabilir.

Boyamadan sonra kuruma süreci başlar. Yüzeye sürülen boya iyice kuruyana kadar kontrol edilir, böylece boya süreci tamamlanmış olur (Görsel 7.18).



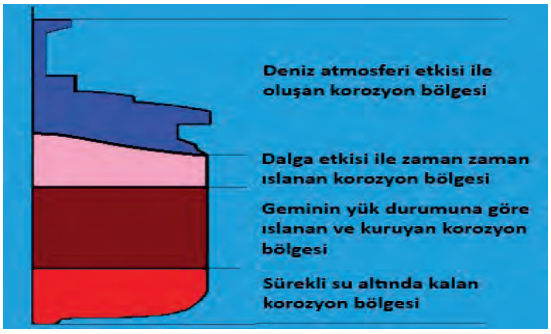
Görsel 7.18: Yüzeyin boyanması



Şekil 7.2: Yüzey boya sıralaması

Gemi gövdelerinde farklı nedenlerle korozyona uğrayabilecek dört bölge vardır (Şekil 7.3).

- Yakın deniz atmosferi etkisinde kalan üst bölge
- Atmosferde kalan ve zaman zaman ıslanan bölge
- Geminin yük durumuna göre suya batan bölge
- Sürekli deniz suyu içinde kalan bölge.



Şekil 7.3: Gemi gövdesinde korozyona maruz kalan yerler

Korozyona farklı oranlarda ve farklı nedenlerle maruz kaldıkları için bu bölgelerin her birinde farklı özellikleri olan boyalar kullanılır. Deniz suyu alkali özellikte olduğu için deniz suyu ile temas eden bölgelerde, sabunlaşabilen alkit tipte boyalar kullanılmamalıdır. Gemi gövdelerinin su içinde kalan yüzeyleri, alkali etkilere dayanıklı boyalarla 200-300 µm (mikrometre) kuru film kalınlığı oluşacak şekilde üç kat boyanır. Boya olarak epoksi, vinil veya klor kauçuk boyalar tercih edilir. Ancak boyadan önce yüzey temizliğinin çok iyi yapılmış olması boya ömrünü doğru boya seçilmesinden daha fazla etkiler.

Deniz suyu alkali karakterdedir. Bu yüzden astar olarak alkaliye dayanıklı tipte çinko kromat, çinko fosfat ve kalsiyum plumbat gibi korozyon önleyici (antikorozif) astar boyalar kullanılmalıdır. Ayrıca boyaların çabuk kuruyan cinste olmalıdır. Bu özellik geminin kuru havuzda bekleme süresini kısaltır. Geminin su altında kalan bölümlerinde son kat olarak istenmeyen maddelerin yapışmasını ve birikmesini önlemek için zehirli boya (fouling) uygulanır. Gemi gövdesinin su üzerinde kalan bölgeleri, atmosferik korozyon etkisindedir. Bu bölgelerde boya kalınlığının fazla olmasına ve zehirli boya kullanılmasına gerek yoktur.

Gemilerde kullanılan boyaların asıl amacı korumadır. Boya, gemilerin metal ve alaşımlarını korozyondan, ahşap yüzeylerini çürümeden, su altında kalan bölgelerini deniz canlılarından, kimyasal tanklarını kimyasal maddelerden ve güneş gören borda gibi bölümlerini de güneşin zararlı ışınlarından korur. Boyaların koruma sağlamak yanında geminin suya batan dış yüzeylerinin düzgün ve pürüzsüz olmasını da sağlar. Yüzeyde pas oluşması, kabuklanma ve bu kabuklar üzerine deniz canlılarının yapışması sonucu oluşan pürüzler sürtünme kayıplarına neden olur ve yakıt tüketimini artırır.

3.3. Boyanın İnceltilmesi

Boyalar, orijinal ambalajları içinde, sürülecek yüzeyde koruyucu bir tabaka oluşturabilecek kıvamda alınır. Bu nedenle ilk kullanımda boyanın inceltmesine gerek yoktur. Boya tabanca ile uygulanacaksa veya boyanın paketi açıldıktan sonra bekletildiği için koyulaşmışsa boyanın inceltilmesi gerekir.

Paketi açılan boya hava ile temas edince içindeki uçucu maddelerin bir kısmı kaybolur ve boya koyulaşır. Koyulaşan boya, fırça ile sürülebilecek kıvama getirilmek için inceltilir. Boyaların inceltilmesinde genellikle neft veya tiner kullanılır. Bu maddeler boyayı incelttir, uçucu olmaları boyanın kurumasını da kolaylaştırır. Neft ile inceltilen boyalar bir miktar matlaşır, bu yüzden inceltici olarak tiner kullanılması tercih edilir.

3.4. Artan Boyaların Saklanması

Boya işlemi bittikten sonra pakette kalan boyanın ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanılabilmesi içini usulüne uygun şekilde saklanması gerekir. Farklı kaplarda az miktarda kalmış aynı renk boyalar tek kapta birleştirilerek saklanır. Boya kullanıldıktan sonra kapağı kapatılsa bile hava ile temas eden üst katmanı katılaşır, bu da boyanın israf olmasına neden olur. Artan boyanın hava ile temasını kesmek için boya kabının içerisine boya yüzeyini kaplayacak kadar bezir yağı, tiner veya neft dökülür. Eklenen bu maddeler karıştırılmadan boya kabının kapağı sıkıca kapatılır. Bu olanaklar yoksa boyanın yüzeyini kapatacak şekilde tatlı su konulur. Bu işlem boya yüzeyinin hava ile temasını keser, su boya ile karışmayacağı için boya kaymak tutmaz. İhtiyaç duyulduğunda üzerindeki bu su tabakası dökülerek boya kullanıma hazır hâle getirilir. Sentetik boyalar çabuk kuruduğu için kullanıldıktan sonra kapları kesinlikle açık bırakılmamalıdır. Boya kutularının kapakları hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmalıdır (Görsel 7.19).

3.5. Boya Fırçalarının Korunması

Boya fırçaları bir defa kullanıldıktan sonra ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanılabilmeleri için temizlenmelidir. Boya fırçaları kesinlikle boya kabı içinde bırakılmamalıdır. Aksi hâlde kıllar birbirine yapışacağı için fırça bir daha boya işlerinde kullanılamaz. İyi bakılan boya fırçaları, boya işlerinde uzun süre kullanılabilir. Boya işleminde kullanılan fırça, üzerindeki boya tamamen temizleninceye kadar neft, gaz veya motorin içinde yıkanıp kurulanarak kaldırılmalıdır. Özellikle gaz ile yıkanan fırçalar, bez ile iyice kurulanmalıdır. Kurutma işlemi iyi yapılmazsa fırça tekrar kullanıldığında kurumamış olan gaz boyayı bozar. Kurutma işlemi tamamlanan fırçalar, portuçta belirli yerlere yatay olarak konulmalı veya saplarından asılarak saklanmalıdır. (Görsel 7.20). Fırçalar hiçbir zaman kılları üzerine dik konulmamalıdır. Bu durum fırçanın kıllarının bükülmesine neden olur ve boyama sırasında boya düzgün sürülemez. Fırça ertesi gün aynı boya işinde kullanılacak ise saplarından bir kabın kenarına asılır, kabın içine kılları örtecek kadar kaba bezir yağı konulur. Böylece fırça ertesi gün rahatlıkla aynı boya işinde kullanılabilir.



Görsel 7.19: Boyalar



Görsel 7.20: Fırçalar

7.3. BOYA YAPMA

Amaç: Malzemeyi doğru yöntemlerle boyamak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Boya fırçası veya tabancası		1 adet
Boyanacak malzeme		1 adet
Boya inceltici		1 adet
Eldiven		1 adet
Raspa		1 adet
Zımpara makinesi		1 adet
Boya	Boyanacak yüzeye uygun	

Uygulama Görselleri



Görsel 7.21: Boya işlem basamakları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Yüzeye yapışan deniz canlıları yıkanarak ve gerekirse kimyasal kullanılarak temizlenir. Yağ, gres gibi maddeler emülsiyon ya da deterjan gibi bir malzeme ile temizlenir. Boyanacak alan geniş değilse tiner ile silinerek yağ, gres gibi maddeler yüzeyden arındırılabilir (Görsel 7.21).

4. Meneviş ve pası çıkarmak için aşındırıcı raspa, su jeti veya mekanik temizliklerden biri uygulanır.
5. İnce pas tozları ve çözünen tuzlar kalmaması için yüzey tatlı su ile yıkanarak temizlenir.
6. Tatlı su ile yıkanan yüzey kuruyunca, beklenmeden ilk kat koruyucusu olarak sülyen sürülür.
7. Sülyen kuruyunca ilk kat boya sürülür, boya yüzeye iyice yedirilir.
8. İkinci kat veya son kat boya sürülerek yüzeyin boyanması tamamlanır.
9. İşlem tanımlanınca kalan boyaların kapakları usulüne göre kapatılarak uygun yerlerde depolanır.
10. Boyamada kullanılan fırçalar usulüne uygun temizlenerek kurutulur ve uygun yerlerde muhafaza edilir.

Not: Boya uygulaması için güneşli ve kuru hava şartları tercih edilmelidir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Boya için uygun zamanın belirlenmesi	10	
4.	Yüzey temizleme işleminin doğru yapılması	20	
5.	Birinci kat, ikinci kat ve son kat boyanın atılması	20	
6.	Boyaların doğru depolanması	10	
7.	Fırçaların temizlenip doğru depolanması	10	
8.	İşi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. KATODİK KORUMA

Katodik koruma metal yapıları, bulundukları ortam içerisinde elektrokimyasal yolla korozyondan koruma yöntemidir. Bu yöntemde amaç korozyonu meydana getiren oksijeni metal yapıdan uzaklaştırmaktır.

Tutya, metali korozyona karşı koruyarak yapay anot görevi üstlenen metallere genel olarak verilen addır. Elektro-kimyasal tepkimelerde, daha aktif olan tutya kullanılarak tanklarda ve gemilerde korozyon meydana gelmesi önlenir. Hâlihazırda kullanılan yapay anotlar ise genellikle çinko, alüminyum, magnezyum ve bunların alaşımlarıdır.

4.1. Katodik Koruma Sistemlerinin Çalışma Prensibi

Görsel 7.4'te korunmak istenen metal katot olarak gösterilmektedir. Anot ise elektrolit ortama yerleştirilen metali temsil etmektedir. Katot ve oksijen negatif (-) değerlikli, anot ve hidrojen ise pozitif (+) değerliklidir. Oluşacak polarizasyon sonucu elektrokimyasal etkiyle yani zıt polariteye sahip yüklerin birbirini çekmesi prensibi ile hidrojen, katot üzerinde, oksijen ise anot üzerinde birikmeye başlar. Metalin fiziksel ve kimyasal yapısının korunması için anot görevinde kullanılan metal, oksijenle tepkimeye girerek bozunuma uğrar ve bu bozunum anot metali bitene kadar devam eder.



Şekil 7.4: Katodik koruma temel prensibi

4.2. Gemi Gövdelerine Katodik Koruma Uygulanmasında Genel Kurallar

Gemi gövdelerinin deniz suyu ile temas eden yüzeyleri, deniz suyunun şiddetli korozyon etkisi nedeniyle kısa sürede korozyona uğrar. Boya uygulanarak korozyon hızı azaltılabilir. Ancak deniz suyu ve özellikle fouling etkisi ile en uygun boyalar bile birkaç yıldan fazla koruma sağlayamaz. Gemi gövdelerinin korunması için boyama ve katodik koruma yöntemi birlikte uygulanır. Gemi gövdelerinin katodik korunmasında magnezyum anotlar yerine çinko ve alüminyum anotlar tercih edilir.

Alüminyum anotlar düşmeleri hâlinde kıvılcım çıkma riski olduğu için tankerlerde kullanılmaz. Magnezyum anotlar çok fazla hidrojen ürettikleri için balast tanklarında kullanılamaz. Hidrojen, balast tanklarının boya yapısında önemli hasarlara neden olur. Gemilerin deniz suyu ile temas eden karina ve balast tankları, çabuk korozyona uğrar. Kullanılan boya kalitesine göre korozyon hızı azaltılabilir ancak katodik koruma ihmal edilirse ilerleyen yıllarda sac değişimi, geminin seferden alıkonulması, havuz masrafları gibi yüksek maliyeti olan hasarlar ortaya çıkabilir. Korozyon reaksiyonları gemi üzerinde eş zamanlı olarak gerçekleşir.

Katodik koruma uygulaması gemi henüz kızakta iken yapılır. Katodik koruma ömrü de geminin yeniden kızağa alınacağı süre göz önüne alınarak belirlenir. Bu süre yaklaşık olarak 1,5–2 yıldır.

Gemi pervanesi ile gövde temas halinde olmasına rağmen, yağlama yağları nedeni ile ara yerde elektriksel direnç oluşur. Pervanenin de gemi gövdesi ile birlikte katodik olarak korunabilmesi için bu direncin 0,001 Ohm'un altına düşürülmesi gerekir. Bu amaçla pervane miline bir fırça bağlanarak gemi gövdesi ile pervane arasında elektriksel bağ sağlanmış olur. Bu durum anot çevresinde aşırı voltaj oluşmasına ve boya tabakasının soyulmasına neden olabilir.

Gemilerde pervane ve dümenin bulunduğu kıç bölgesinde korozyon hızı daha fazla olduğundan bu bölgede akım ihtiyacı artar. Katodik koruma uygulamalarında bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Galvanik anotlar, omurganın iki yanında ve su kotunun yaklaşık 1 m altına her iki yana simetrik olacak şekilde kaynak edilerek yerleştirilir. Anodun gemi yüzeyine yapışan alt tabanı, uygun bir boya ile kalın bir şekilde boyanarak izole edilir. Kaynak yerleri ve anot bağlantı pabuçları da aynı şekilde boyanır. Ancak anotların üst yüzeyleri kesinlikle boyanmaz. Çünkü anotların yüzeyi suyla her zaman birebir temas halinde olmalıdır. Deniz suyu içinde bir galvanik anot ile çok geniş bir alan korunamaz. Anotlar arasındaki mesafe çok fazla artırılamaz. Kullanılan anotların en az dörtte biri geminin kıç bölgesine konulmalıdır. Pervane ve dümen için ilave anotlar kullanılmalıdır.

Galvanik anotlar, omurganın iki yanında ve su kotunun yaklaşık 1 m altına her iki yana simetrik olacak şekilde kaynak edilerek yerleştirilir. Anodun gemi yüzeyine yapışan alt tabanı, uygun bir boya ile kalın bir şekilde boyanarak izole edilir. Kaynak yerleri ve anot bağlantı pabuçları da aynı şekilde boyanır. Ancak anotların üst yüzeyleri kesinlikle boyanmaz. Çünkü anotların yüzeyi suyla her zaman birebir temas halinde olmalıdır. Deniz suyu içinde bir galvanik anot ile çok geniş bir alan korunamaz. Anotlar arasındaki mesafe çok fazla artırılamaz. Kullanılan anotların en az dörtte biri geminin kıç bölgesine konulmalıdır. Pervane ve dümen için ilave anotlar kullanılmalıdır.

Gemi gövdelerine hem galvanik anotlu hem de dış akım kaynaklı katodik koruma sistemi uygulanabilir. Ekonomik faktörler göz önüne alınarak seçim yapılır. Küçük tonajlı gemilerde galvanik anotlu katodik koruma sistemi kullanılması daha doğrudur.

Her iki sistemde de anotlar gemi gövdesine bağlanır. Gövdede çıkıntı oluşturan bu anotlar sürtünme nedeniyle gemi hızını olumsuz yönde etkiler. Bu durum geminin yakıt tüketiminin artmasına neden olur. Bunun önlenmesi için gemilerde yassı biçimli özel anotlar kullanılmalıdır (Görsel 7.22).



Görsel 7.22: Gemide katodik koruma (tutya) uygulaması

4.2.1. Galvanik Anotlu Katodik Koruma

Balast tanklarında galvanik anotlu sistem uygulanır. Alüminyum veya çinko (tutya) esaslı anotlar kullanılarak yapılır. Anotlar gemi karinasına temas etmeyecek şekilde demir ayaklar yardımıyla kaynatılır. Anotların karinaya bakan yüzeyi boyanabilir fakat diğer yüzeyleri kesinlikle boyanmaz. Ömrü 2-5 yıl arasındadır. Anotlar tükendiğinde yenilenmeleri gerekir. Olası bir durumda artan akım ihtiyaçlarını karşılayamaz. Kablolar korunduğu sürece arıza yapma ihtimali yoktur.

4.2.2. Cebri Akımlı Katodik Koruma

Bu sistem sadece gemi karinalarına uygulanır. Kargo ve balast tanklarında kullanımı uygun değildir. Bu sistemde geminin elektrik enerjisi kullanılır. Ayarlanabilir doğru akıma çeviren elektrik enerjisi ile gemi için özel seçilmiş anotlara gerilim uygulanır. Uygulanan bu gerilimden elde edilen akımla gemi karinası ortalama olarak 25-30 yıl katodik olarak korunabilir. Elektrikli katodik koruma sisteminin galvanik anotlu katodik koruma sistemine göre en önemli avantajları uzun ömürlü ve ucuz oluşu, artan akım ihtiyaçlarını karşılaması ve izlenebilir oluşudur.

8. ÖĞRENME BİRİMİ

GEMİLERDE ONARIM VE İMALAT



1. MARKALAMA
2. KESME
3. EĞELEME
4. BİLEME
5. DELME
6. DİŞ AÇMA VE HELİCOİL
7. ELEKTRİKLİ EL ALETLERİ KULLANMA

1. MARKALAMA

Yapılacak iş parçasının yapım resminin markalama aletleri yardımı ile ham madde veya makine parçası üzerine çizilme işlemine **markalama** denir.



Görsel 8.1: Markalama pleyti

1.1. Markalama Aletleri

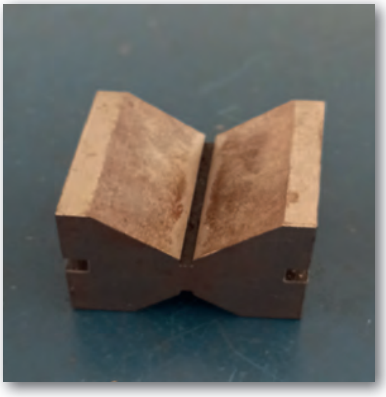
Markalama işleminde kullanılan aletler şunlardır:

- **Markalama Pleyti**
  Üzerinde markalama işleminin yapıldığı dökme demirden yapılmış düzgün yüzeyleri olan tabla veya masalardır (Görsel 8.1).
- **Cetvel**
  Genellikle ölçme işlemlerinde kullanılan cetvel, iş parçalarının üzerine doğrusal markalama çizgilerini çizmek için de kullanılır (Görsel 8.2).

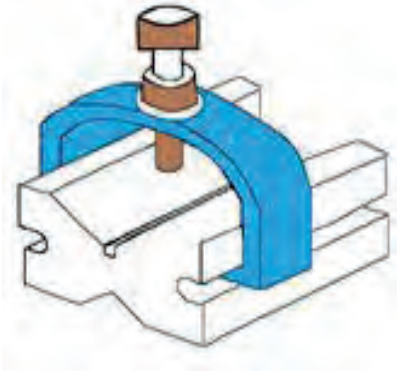


Görsel 8.2: Çelik cetvel

- **V Yatağı**
  Silindirik parçaların kolay markalanmasını sağlar (Görsel 8.3) (Şekil 8.1).



Görsel 8.3: V yatağı



Şekil 8.1: V yatağı



Görsel 8.4: Mihengir

- **Mihengir**
  Pleyt üzerinde markalanacak iş parçasına hassas ölçülerde paralel ve doğrusal çizgiler çizmeye yarar. Üzerinde 1/50 veya 1/20 hassasiyette verniyer bölüntüleri bulunur (Görsel 8.4). Çizilecek çizgi için cetvel üzerinde ölçü ayarlanır. Mihengirin çizeceği, markalama pleyti üzerinde bulunan iş parçasının yüzeyine temas ettirilip cetvel boyunca kaydırılarak çizgi çizilir.

- **Pergel**
  Çelik malzemeden uçları sertleştirilerek yapılan pergeller, markalanacak iş parçası üzerine dairesel çizgilerin çizilmesinde kullanılır (Görsel 8.5).



Görsel 8.5: Pergel

- **Çizecek**
  İş parçası üzerine cetvel ile çizgi çizerken kullanılan elemanlardır. Uç açıları 15° koniktir ve sertleştirilmiş çelikten üretilirler (Görsel 8.6).

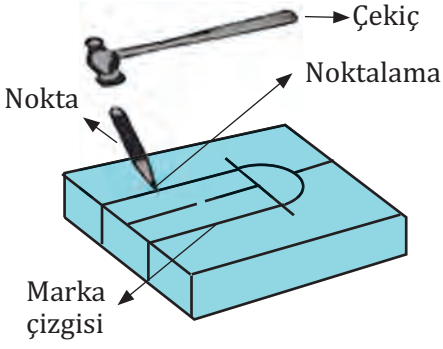


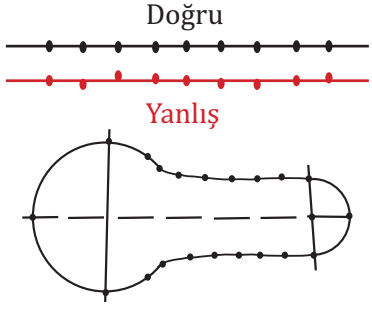
Görsel 8.6: Çizecek

- **Nokta**
  Markalama çizgilerinin kaybolmasını engellemek ve iş parçası üzerine açılacak deliklerin merkezini belirlemek için nokta şeklinde iz açmaya yarar (Görsel 8.7). Uç açısı 30° konik olarak yapılır. İşlem yapılırken vurulan noktalar iş sonrasında çalışılan yüzeyde iz kalmayacak şekilde planlanmalıdır (Şekil 8.2). Örneğin noktalar markalama çizgisinin talaş kaldırılacak kısmında olmalıdır.



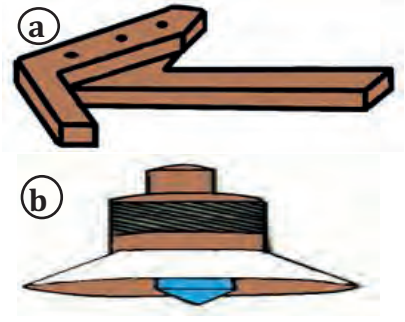
Görsel 8.7: Nokta





Şekil 8.2: Noktalama işlemi

- **Çekiç**
  İki tarafı sertleştirilmiş çelik malzemeden çeşitli büyüklük ve ağırlıklarda üretilen vurma aletidir.
- **Merkezleme Gönyesi**
  Silindirik parçaların merkezini bulmak ve bu merkezden geçen doğrular çizmek için kullanılır (Şekil 8.3.a).
- **Merkezleme Çanı**
  Silindirik parçaların merkezini bulmaya yarar (Şekil 8.3.b).



Şekil 8.3: Merkezleme gönyesi ve merkezleme çanı

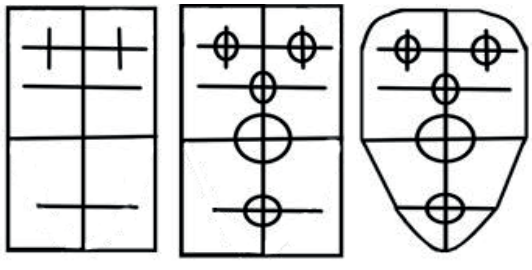
1.2. Markalama İşlem Sırası

Örnek bir iş parçasına ait markalama işlem sırası Şekil 8.4'da gösterilmiştir. Farklı iş parçalarında başka yöntemler izlenebilir.

a) İş parçası ve mihengir markalama pleyti üzerine konur. Yapım resmine göre mihengirde ölçüler belirlenerek paralel çizgiler çizilir. İş parçası yan çevrilerek diğer paralel çizgiler çizilir.

b) Kesişen çizgiler delik merkezleridir. Nokta ve çekiç kullanılarak delik merkezleri belirlenir. Pergel yardımı ile daireler çizilir.

c) Çizecek ve çelik cetvel ile dış hat çizgileri çizilir.



Şekil 8.4: Markalama işlem sırası

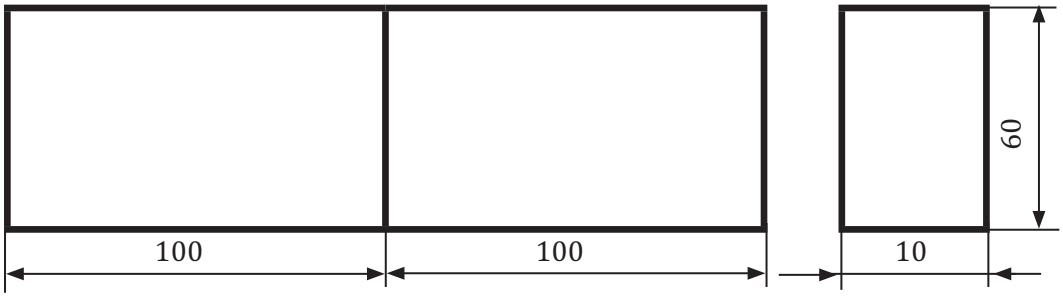
8.1. MARKALAMA YAPMA

Amaç: İş parçası üzerine markalama aletleri ile markalama yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik cetvel	Metrik	1 adet
Çizecek		1 adet
Tebeşir		1 adet
Gönye	90°lik	1 adet
Mihengir		1 adet
Çekiç	Metal	1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 8.5: Lama demir (60x10x200)

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24435

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Tebeşir, markalanacak parçanın geniş yüzeyine sürülür.
4. Mihengir veya çelik cetvel ile lama demir üzerinde 100 mm uzunluk işaretlenir.
5. Gönye ile 90°lik açıya dikkat edilerek işaretlenen yerden çizecek ile çizgi çizilir.
6. Noktalama işlemi yapılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Markalama aletlerinin uygun yerlerde kullanılması	10	
4.	Noktalama işleminin doğru yapılması	10	
5.	Mihengirin istenilen ölçüye doğru ayarlanması	20	
6.	Markalama işleminin doğru yöntemle yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

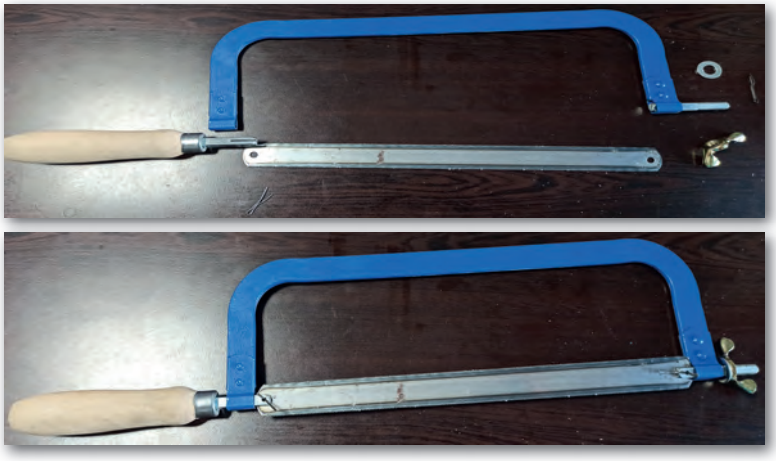
2. KESME

İş parçalarını oluşturabilmenin ilk adımı kesme işlemidir. Elde edilecek ürünün levha, profil vb. hammaddelerden istenen ölçülerde kesilmesi gerekir. Bu işlem, el testeresi ve makas gibi basit kesme aletleri ile yapılabileceği gibi giyotin, daire testere, kaynak veya lazer gibi daha gelişmiş aletler ile de yapılabilir. Bu bölümde basit el testeresi ile kesme işlemi üzerinde durulacak, diğer kesme yöntemleri ve uygulamaları sonraki konularda ele alınacaktır.

2.1. El Testeresinin Parçaları

El ile kesme işlemlerinde kullanılan el testeresi (Görsel 8.8) iki kısımdan oluşur.

- **Testere Kolu**
  Testere lamalarının istenilen gerginlikte takılmasına yarayan kollardır.



Görsel 8.8: El testeresi, testere kolu ve laması

- **Testere Laması**
  Üzerinde belirli mesafelerde küçük dişler açılmış, tek yönde kesme yapabilen bir malzemedir. Takım çeliği veya hava çeliğinden dış kısımları sertleştirilerek üretilir. Kesme yaparken sürtünmeden dolayı dişlerin ısınmasını ve sıkışmasını engellemek için dişler, sağa ve sola olmak üzere çapraz şekilde ve tek yönde kesme açısı verilerek imal edilir.

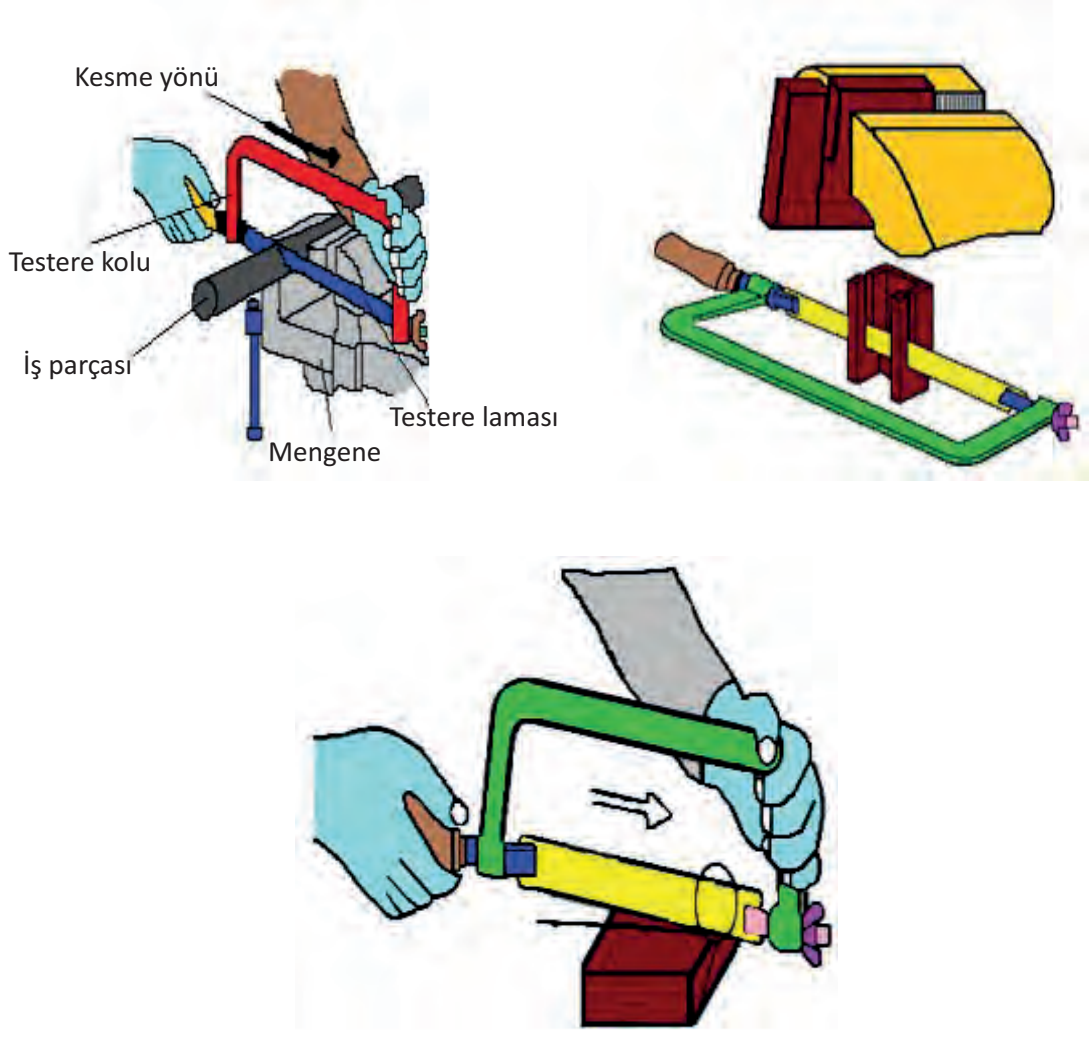
2.2. El Testeresi ile Kesme Yaparken Dikkat Edilecek Kurallar

El testeresi ile kesme yapılırken işin düzgün çıkması, herhangi bir iş kazası olmaması için takip edilmesi gereken işlem basamakları ve uyulması gereken kurallar vardır (Şekil 8.6). İlk yapılacak işlem, testerenin doğru şekilde hazırlanmasıdır. Testere laması, dişleri kesme yönüne bakacak şekilde (kesme yönü ileri doğru) ve hafif bir titreşim yapacak gerginlikte testere koluna takılmalıdır. Testere kolu ile lama arasındaki mesafenin yeterli gelmediği uzun kesme işlemlerinde ise testere laması testere koluna dik bağlanır.

Kesme işlemine başlamadan önce üçgen eğe ile kesme başlangıcına bir iz yapılır veya kesme işlemi markalama çizgisinden yapılır. Kesme işlemi yapılırken vücut dengesi ve kesme konumu iyi ayarlanmalıdır. Testere 10° kadar kesme yönüne doğru eğik tutulur ve başparmağın ucu ile testere lamasına bastırılarak kılavuzluk yaptırılır.

Testereye, kesme işlemini öne doğru yaptığı için, ileri doğru harekette kuvvet uygulanır, geri hareket sırasında ise kuvvet uygulanmaz. Vücut dengesinin bozulmasına ve düşmeye sebep olabileceği için kesme sonuna doğru baskı kuvveti azaltılır. Kesme hızı, dakikada yaklaşık altmış ileri geri hareket olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Kesme işlemi parçanın geniş yüzeyinden yapılır. Boru parçalar kesilirken boru ara ara döndürülerek kesilir. Kesme işlemi mümkün ise başlanan lama ile bitirilmeli, yeni lama takılmamalıdır. Aksi hâlde dişlerde kırılma ve sıkışma meydana gelebilir.



Şekil 8.6: El testeresi ile kesme yapma

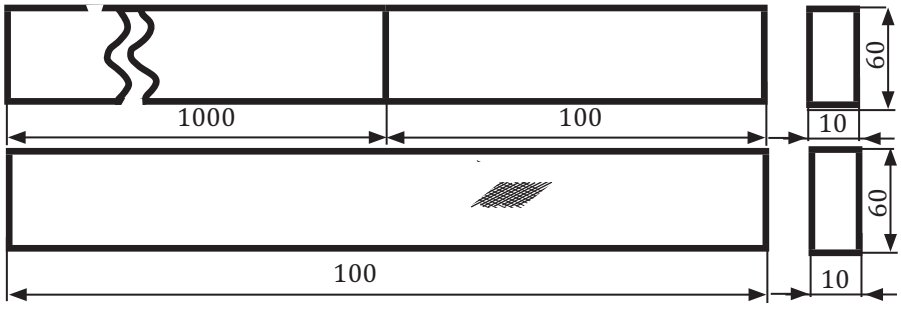
8.2. KESME YAPMA

Amaç: El testeresi ile kesme yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Testere kolu ve lama	TS 153/3, WS-kromlu çelik, çift ağız 300x13x0,8	1 adet
Çelik cetvel	Metrik	1 adet
Çekiç		1 adet
Nokta		1 adet
Çizecek		1 adet
Tebeşir		1 adet
Gönye	90°lik	1 adet
Mengene		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 8.7: Lama demir (60x10) üzerinde kesme işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Daha önce markalama yapılmış lama demir kullanılır.
4. Çizilen çizgi üzerine nokta vurulur.
5. Markalanan yüzey yukarıda kalacak şekilde parça mengeneye bağlanır.
6. Lama gergin bir şekilde testere koluna bağlanır. Testere laması gevşek olmamalı, dişlerin kesici yönleri sapın aksi yönünde olacak şekilde bağlanmalıdır.
7. Kesme işlemine başlamadan önce üçgen eğe ile kesme başlangıcına bir iz yapılır veya markalama çizgisinden kesmek için başparmağın ucu ile testere lamasına bastırılarak kılavuzluk yapılır ve testere ağızlatılır. Bu işlem yapılırken testere 10° kadar kesme yönüne doğru eğik tutulur.
8. Parça, gönye ile çizilen çizgiye paralel ve düzgün bir şekilde testere ile kesilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Testere lamasının testere koluna düzgün takılması	10	
4.	Parçanın mengeneye paralel ve sıkı bağlanması	10	
5.	Ağızlama işleminin doğru yapılması	10	
6.	Kesme işleminin doğru yöntemle yapılması	20	
7.	İşin belirtilen sürede bitirilmesi	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24436

3. EĞELEME

Üzerinde çok sayıda kesici dişler bulunan eğe yardımı ile metal parçalar üzerinden talaş kaldırma işlemine **eğeleme** denir.

3.1. Eğeleme İşleminde Kullanılan Elemanlar

Parça üzerine eğe ile şekillendirme yapılırken aşağıdaki elemanlardan yararlanılır.

- **Tesviyeci Masası**
  Üzerine mengeneler bağlanan, çekmeceli, sağlam yapılı iş masasıdır. Masa üstleri düzenli olmalıdır (Görsel 8.9).



Görsel 8.9: Tesviyeci masası ve paralel ağızlı mengeneler

- **Mengene**
  Bir kol yardımı ile karşılıklı çeneler arasına iş parçalarını bağlamaya yarayan aletlere mengene denir. Mengeneler, kullanıldıkları yere ve işleve göre çeşitlilik gösterir (Görsel 8.10; 8.11).

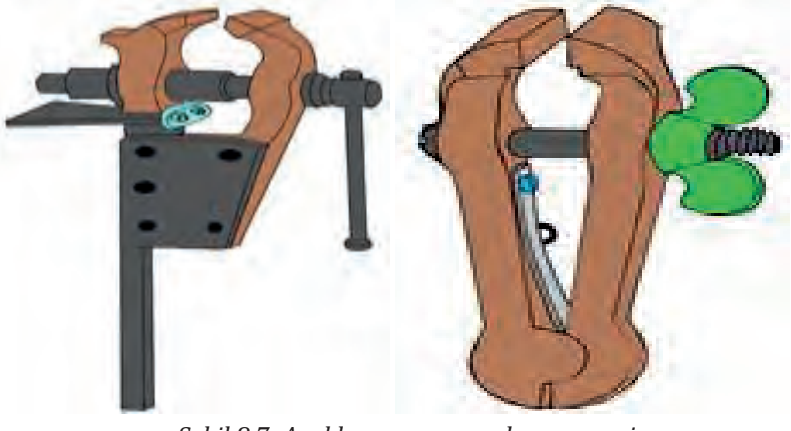
  Paralel Ağızlı Mengene: Çok kullanılan mengene çeşididir. Biri sabit diğeri hareketli iki çeneden oluşur. Çeneler birbirine paralel ve düzgündür. Bir kol yardımı ile hareket ettirilir. Kolay açılır ve kapanır.

  Ayaklı Mengene: Darbelere karşı dayanıklı çelikten yapılmış daha çok metal işleri atölyesinde kullanılan mengenelerdir

  El Mengenesi: El ile tutulması zor olan ve tesviyeci mengenesine bağlanamayan küçük parçaların bağlanmasında kullanılır. Parça, el mengenesine bağlandıktan sonra tesviyeci mengenesine bağlanır.

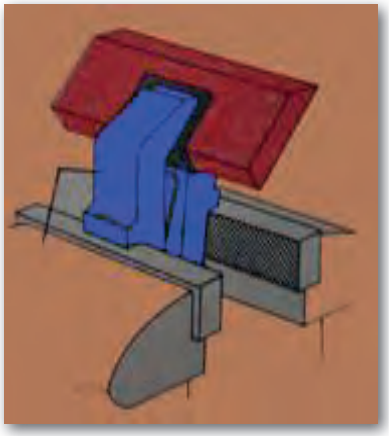


Görsel 8.10: Paralel ağızlı tesviyeci mengenesi



Şekil 8.7: Ayaklı mengene ve el mengenesi

Pah Mengenesi: İş parçalarının belli bir açı ile bağlanmasını sağlayan mengenedir. Parça, pah mengenesine bağlandıktan sonra pah mengenesi, tesviyeci mengenesine bağlanarak kullanılır (Şekil 8.8).



Şekil 8.8: Ayaklı mengene ve el mengenesi



Görsel 8.11: Pah mengenesi, boru mengenesi ve makine mengenesi

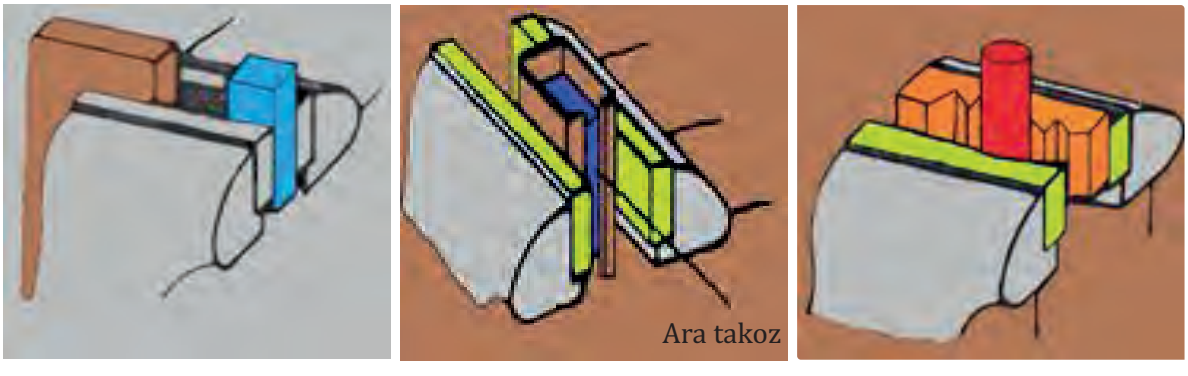
Boru Mengenesi: Boru, mil gibi silindirik parçalar üzerinde yapılacak işlemlerin parça zarar görmeden yapılmasını sağlar. Uzun parçalar kolayca bağlanıp sökülebilir.

Makine Mengenesi: İş tezgâhlarında yapılacak parçaların bağlanmasını sağlayan mengenelerdir. İş parçalarının hassas ve sağlam bir şekilde bağlanmasını sağlar.

Özel Mengeneler: İşin özelliğine uygun tasarlanıp yapılan mengenelerdir.

3.2. İş Parçalarının Mengeneye Bağlanması

İş parçası mengeneye bağlanırken parçanın mengene çenelerinin ortasına gelmesine ve iki yanda kalan boşlukların eşit olmasına dikkat edilir. İş parçası mengenenin ortasına bağlanamıyor ise çenenin diğer tarafına iş parçasının ölçüsünde destek parçası konulur. Silindirik parçaları mengeneye bağlamak için V takozlardan yararlanılır. Mengeneye bağlanacak parça U şeklinde ise bükülmesini önlemek için ortasındaki kanala destek parçası konur. Sac parçaların geniş yüzeylerinde işlem yapılacaksa parça, ağaç takoz üzerine tutturularak mengeneye bağlanır (Şekil 8.9).



Şekil 8.9: İş parçalarının mengeneye bağlanması

3.3. Eğeler

Üzerinde bulunan çok sayıda kesici diş sayesinde iş parçası üzerinden talaş kaldırmaya yarayan aletlere **eğe** denir. Eğeler kesit profillerine göre yassı (lama) eğe, üçgen eğe, yarım yuvarlak eğe, kare eğe, yuvarlak eğe ve bıçak eğe olarak adlandırılır (Görsel 8.12) (Şekil 8.10).



Görsel 8.12: Eğe *çeşitleri*



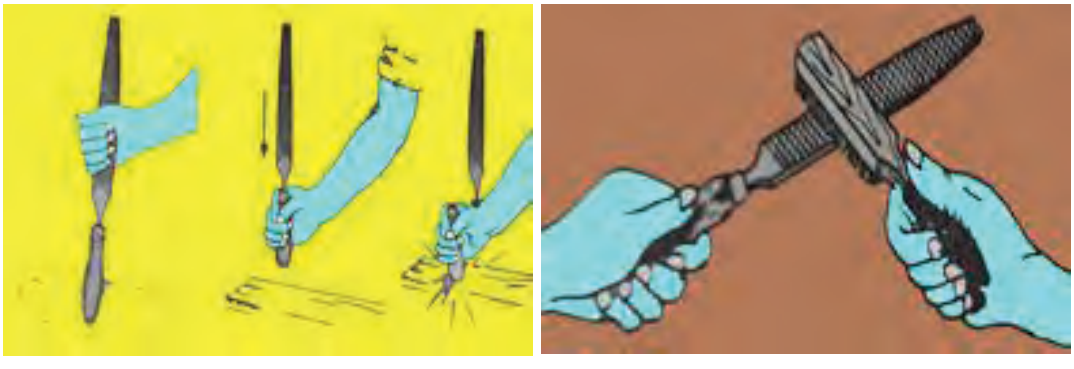
Şekil 8.10: Eğe çeşitleri

3.3.1. Eğe Seçimi

Yapılacak işe uygun nitelikte eğe seçimi yapılmalıdır. Kaba eğeleme için kalın dişli, hassas yüzeylerde ise ince dişli eğeler tercih edilmelidir.

3.3.2. Eğelerin Bakımı

Eğeler, sert ve kırılgan malzemeden üretildikleri için kuvvetli bir şekilde herhangi bir yere vurulmamalıdır. Aksi hâlde eğe kırılabilir. Eğe kullanılmadan önce sap kontrolü yapılmalı ve sapsız bir eğe kesinlikle kullanmamalıdır. Kullanmaya başlamadan önce eğe yüzeyi gözle kontrol edilerek üzerine yağ bulaşıp bulaşmadığı kontrol edilmeli, bulaşmış ise mutlaka temizlenmelidir. Kullanım sırasında eğe dişlerinin arasına talaş sıkışırsa tel fırça yardımıyla temizlenmelidir. Eğeler kullanıldıktan sonra üst üste bırakılmamalı, masa üstüne ve çekmecelere konulurken de zedelenmemesi için yavaşça bırakılmalıdır (Şekil 8.11).



Şekil 8.11: Eğelerin bakımı

3.3.3. Eğelenen Yüzeylerin Kontrolü

Eğeleme yapılan yüzeylerde dış bükey, iç bükey veya dalgalanmalar şeklinde bozuk yüzeyler oluşur. Bunların kontrolü gönye ile yapılır (Görsel 8.13). Gönye ile bakıldığında gönye, yüzey üzerine boşluksuz ve tam oturuyor ise yüzey gönyesine gelmiş olur. İş parçası yüzey gönyesine getirilirken ölçü (kumpas, mikrometre) açı ve yüzey paralelliği (gönyeler) kontrolleri de yapılmalıdır. Bunların tamamı istenilen toleranslar içerisinde ise parçanın eğelenmesi tamamlanmış olur (Şekil 8.12).



Görsel 8.13: Gönye çeşitleri



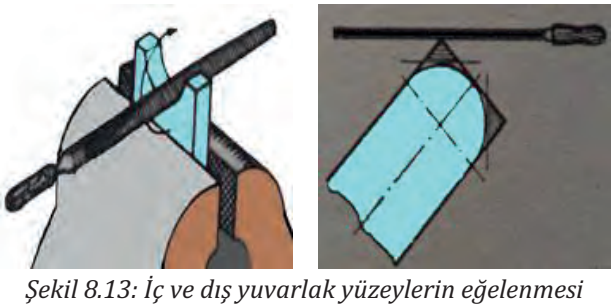
Şekil 8.12: Gönye ile yüzeylerin kontrolü

3.3.4. Eğeleme Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar

Eğeleme işlemine başlanırken eğelenecek parçanın mengeneye doğru konumda bağlanmasına dikkat edilir. İş parçası mengene çenelerinden yaklaşık 5-6 mm yüksek olacak şekilde bağlanmalıdır. Daha yüksek bağlanan iş parçaları titreşim yaparak ses çıkmasına neden olur. Dikkat edilmesi gereken bir başka husus da eğe sapının doğru tutulması ve vücudun doğru konumlandırılmasıdır. Eğe sapını tutan elin başparmağı eğe sapının üstünde, diğer dört parmak altta olacak şekilde eğe sapı kavranır. Bu el kişiye göre değişmekle birlikte genel olarak sağ eldir. Sol elin orta kısmı eğenin uç kısmına gelecek şekilde eğe tutulur. Sol ayak hafif ilerde, sol diz esnek, sağ ayak 35-40 cm kadar geride gergin olacak şekilde konumlandırılır. Eğe sapını ve ucunu tutan ellerle iş parçasına doğru ve eşit miktarda kuvvet uygulanır. Bu sırada kollar ileri geri hareket ettirilerek yüzey eğelenmeye başlanır.

Başlangıçta eğeleme hızı dakikada yaklaşık otuz ileri ve geri hareket olacak şekilde ayarlanır. Bu hız, yüzey bir miktar temizlendikten sonra artırılır. Küçük ve orta büyüklükteki eğelerle işlem yapılırken eğe üzerine uygulanan kuvvet yalnızca kolların hareket ettirilmesiyle sağlanır. Büyük lama eğeler kullanılırken ise vücut ağırlığıyla da kuvvet uygulanarak eğeleme işlemi yapılır.

Eğeleme esnasında çıkan talaşlar, fırça yardımı ile temizlenir. Bu işlem kesinlikle üflenerek yapılmamalıdır (Görsel 8.13).



Şekil 8.13: İç ve dış yuvarlak yüzeylerin eğelenmesi

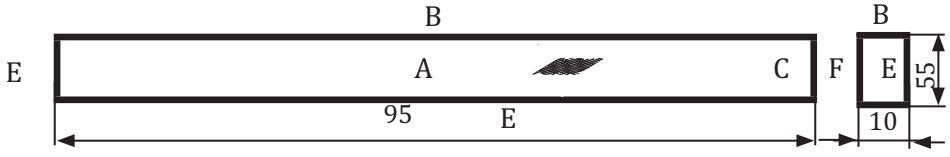
8.3. DIŞ YÜZEY EĞELEME

Amaç: İş parçasını eğeleyerek biçimlendirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene		1 adet
İş parçası		1 adet
Kıl gönye		1 adet
Sürmeli kumpas		1 adet
Eğe	Lama	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 8.14: Dış yüzey eğeleme

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Eğeleme işlemi için el testeresi ile kesilen parça alınır.
4. **A** yüzeyi yere paralel duracak şekilde iş parçası mengeneye bağlanır.
5. **A** yüzeyi eğelenir. Eğeleme işlemi yapılırken eğe mengene eksenine 45° açıyla tutulur.
6. Parçanın yüzeyi, eğe izleri ile dolunca ters yönde eğelenir. Ters yönde eğelemeye başlanıldığında eğe izlerinin kesiştiği görülür. Eğeleme düzgün yapılır ise eğe izleri önce yüksek noktalarda görülür, böylece gönyesinde düzgün yüzey elde etmek mümkün olur.
7. Yüzeyin gönyesine gelip gelmediği kıl gönye ile kontrol edilir.
8. İş parçası mengeneye **B** yüzeyi yere paralel olacak şekilde bağlanır. **B** yüzeyi **A** yüzeyine göre 90° ve düzgün gönyesinde eğelenir. Yüzeyin gönyesine gelip gelmediği kıl gönye ile kontrol edilir.
9. **C** yüzeyi **A** ve **B** yüzeylerine göre 90° ve düzgün gönyesinde eğelenir. Yüzeyin gönyesine gelip gelmediği kıl gönye ile kontrol edilir.
10. **E**, **F** ve **C** yüzeyleri de aynı işlemlerden geçirilerek parça, istenilen ölçüye ve gönyesine getirilir (Şekil 8.14).

Öneriler

1. Parça yüzeylerini gönye ile kontrol ederken gönye ve iş parçası ışık kaynağına doğru tutulur.
2. İş parçası ölçülürken ışık arkadan gelecek şekilde ölçme işlemi yapılmalıdır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Parçanın mengeneye paralel ve sıkı bağlanması	10	
4.	İş parçasının gönyeye uygun eğelenmesi	10	
5.	İş parçasının istenilen ölçülere getirilmesi	20	
6.	Eğeleme işleminin doğru yöntemle yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

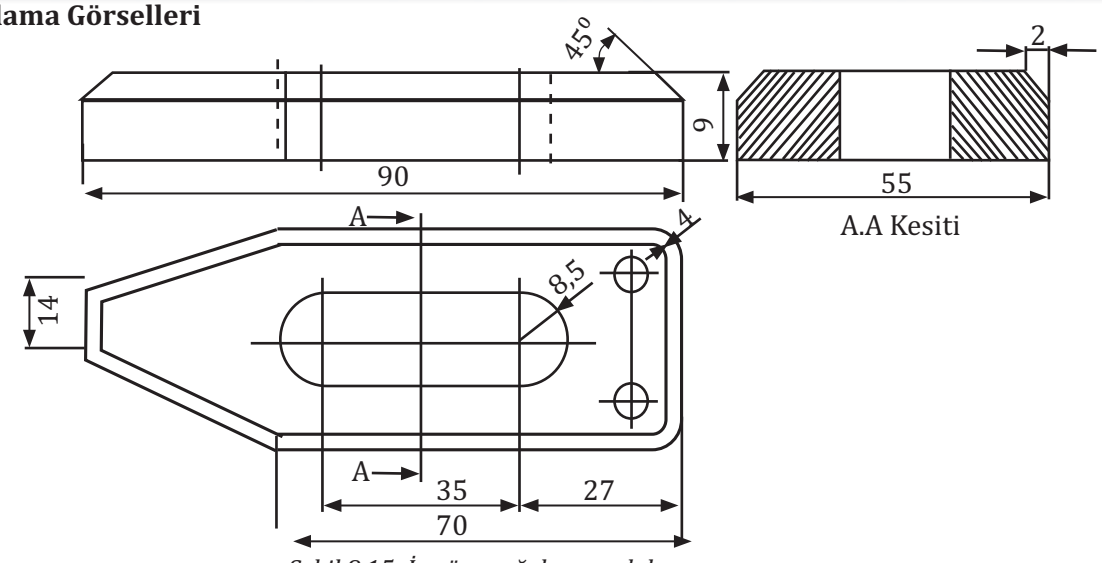
8.4. İÇ YÜZEY EĞELEME VE PAH KIRMA

Amaç: İş parçası üzerinde pah kırmak ve iç yüzey eğelemek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çürütme keskisi		1 adet
Mengene örs		1 adet
İş parçası		1 adet
Eğe	Lama, yarım yuvarlak ve yuvarlak	1 adet
Sürmeli kumpas		1 adet
Markalama aletleri	Mihengir, v yatağı, pleyt, nokta, çekiç	Yeterince

Uygulama Görselleri



Şekil 8.15: İç yüzey eğeleme pah kırma

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Eğeleme yapılacak olan kısma markalama işlemi yapılır.
4. Düz lama eğe ile düzlem iç yüzeyi eğelenir.
5. Yuvarlak eğe veya yarım yuvarlak eğe ile yarım yuvarlak kısımlar eğelenir.
6. Lama eğe ile 45° pah kırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Markalamanın doğru yapılması	20	
4.	İç yüzey eğelemenin doğru yapılması	20	
5.	Pah kırmanın doğru yapılması	10	
6.	Yüzey paralelliklerinin doğruluğu	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

4. BİLEME

Kesici aletlerin kesme yapabilmesi için gereken kesme açılarının oluşturulması veya bozulmuş kesme açılarının düzeltilmesi bileme ile gerçekleştirilir.

4.1. Zımpara Taşları

Taşlama maddelerinin yapıştırıcı maddelerle bazı işlemlerden geçirilmesiyle elde edilen çeşitli boyutlarda ve şekillerde takımlardır (Görsel 8.14).



Görsel 8.14: Zımpara taşı

4.1.1. Zımpara Taşını Seçerken Dikkat Edilecek Hususlar

Zımpara taşının cinsi, sertliği, tane büyüklüğü ve dokusu dikkate alınarak yapılacak işin niteliğine uygun zımpara taşı seçmek gerekir. Font, sert maden, bakır, pirinç, yumuşak bronz gibi hafif madenler için silisyum karbit zımpara taşları kullanılır. Çelik döküm, sert çelik, adi karbon çeliği, alaşımlı ve yüksek özellikli çelikler dövülür; font ve dayanıklı bronz için korund zımpara taşları kullanılır (Tablo 8.1).

Not: Sert malzemeler için, yumuşak zımpara taşı (kesici taneleri kolay düşen), yumuşak malzemeler için sert zımpara taşları (kesici taneleri çabuk düşmeyen) tercih edilmelidir.

Tablo 8.1: Zımpara Taşı Malzemeleri

DOĞAL ZIMPARA TAŞLARI	YAPAY ZIMPARA TAŞLARI
Doğal korund	Korund
Kuvars	Elektro korund
Kösele taşı	Karborundum (silisyum karbit)
Elmas	

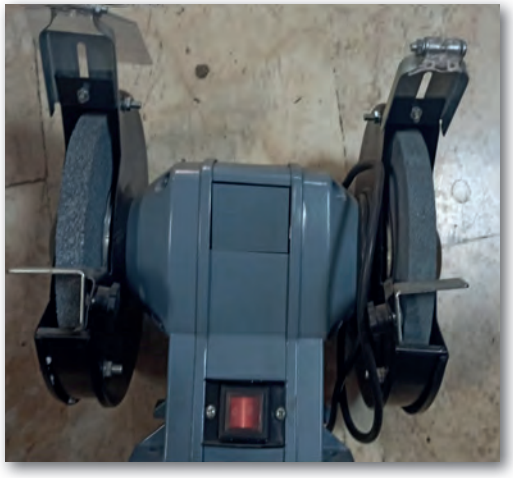
4.1.2. Zımpara Taşının Bağlanması

Zımpara taşı bağlanırken izlenmesi gereken işlem basamakları ve uyulması gerekli kurallar vardır. İlk olarak işin özelliğine uygun taş seçilir ve taşın çatlaklık kontrolü yapılır. Çatlaklık kontrolü önce göz ile daha sonra bir tahta çekiçle taşa hafifçe vurularak ses yardımı ile yapılır. Kontrol tamamlanınca zımpara taşının takılacağı milin üzerine önce flanş, ardından sırasıyla yumuşak conta, çatlaklık kontrolü yapılan taş, yumuşak conta ve diğer flanş takılır. Son olarak milin ucundaki vidalı kısma somun takılır ve aşırı kuvvet uygulanmadan sıkılır. Aşırı kuvvet uygulanırsa taş çatlayabilir.

Güvenlik önlemleri alınarak zımpara taşı tezgâhı dikkatli bir şekilde çalıştırılır ve taşın sağlam olup olmadığı kontrol edilir. Taşı takmadan önce tespit edilememiş bir çatlaklık var ise taş parçalanır. Bu nedenle ilk çalıştırma işlemi yapılırken dikkatli olunmalıdır.

4.1.3. Zımpara Taşında Alet Bilerken Dikkat Edilecek Hususlar

Zımpara taşı tezgâhında alet bilerken iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmalı ve mutlaka gözlük kullanılmalıdır. Tezgâhta bileme yapmadan önce dayama parçası taşa göre ayarlanır (Görsel 8.15).



Görsel 8.15: Zımpara taşı tezgâhı

Bileme sırasında ısınan aleti soğutmak gerekir, aksi hâlde yüzeyler yanar ve yüzey sertliği azalır. Bu nedenle zımpara taşı tezgâhındaki soğutma sıvısı kabı temiz ve dolu bulundurulur ve ihtiyaç duyuldukça kullanılır.

Bilenecek alet, taş alın yüzeyinin belirli bir yerinde tutulmadan bütün yüzeyde gezdirilerek bilenir; ancak zımpara taşının yan yüzeyleri bileme için kullanılmaz. Takım ve alet bilemek için kullanılan taşlar, başka malzemelerin bilenmesinde kullanılmamalıdır.

4.2. El Aletlerini Bileme

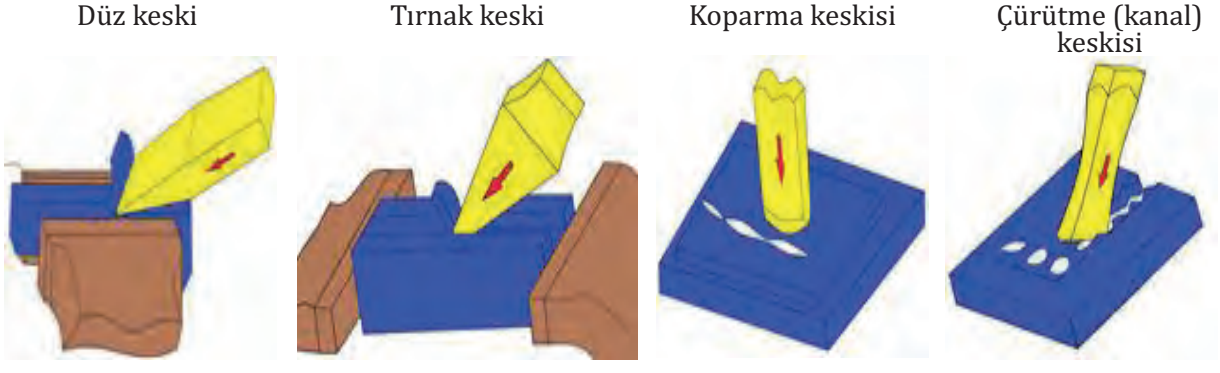
Atölyedeki aletlerin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için özelliklerine göre bilenmesi gerekir.

4.2.1. Keskiler

Soğuk olarak kesme tekniğine uygun metallerden parça koparmak için karbonlu alet çeliğinden ağzı ve sapı sertleştirilerek üretilen elamanlara **keski** denir. Keskilerin kesme açıları, kesilecek malzemenin özelliğine göre değişir. Kesme açısı, sert malzemeler (font, sert çelik) için 60-70°, orta sertlikte malzemeler (profiller, adi sac ve çubuklar) için 50-60°, yumuşak malzemeler (kurşun, çinko, kalay) için 30-50° aralığında olmalıdır.

4.2.2. Keski Çeşitleri

Keskiler kullanım amaçlarına ve yapılarına göre çeşitlenirler. Koparma ve talaş kaldırma işlemlerinde kullanılan **düz keskilerin** ağzı geniştir. Ağzı dar olan **tırnak keskiler** ise kanal açma işlemlerinde kullanılır. **Koparma keskisinin** ağzı eğridir ve eğrisel kenarlı parçaların koparılmasında kullanılır. **Çürütme (kanal) keskisi** ise matkapla delinip çürütülen parçaların iç kısımlarını koparmada kullanılır (Şekil 8.16).



Şekil 8.16: Keski çeşitleri

4.2.3. Keskiler Kullanılırken Dikkat Edilecek Hususlar

Keski ile çalışmaya başlamadan önce yapılacak işin özelliğine uygun keski seçilerek keskinin ağzı kontrol edilir. Körelmiş ise bilenir. Çekiç vurulan yerde de şişmeler var ise temizlenir. Aksi hâlde buradan kopan parçalar, el yaralanmalarına neden olabilir. İşin özelliğine uygun ağırlıkta çekiç seçilerek çekiç sapının da sağlamlığı kontrol edilir. Kesme işlemi esnasında, kopan parçaların fırlama ihtimaline karşı önlem alınmalı ve mutlaka gözlük kullanılmalıdır.

Keski ile doğru kesme yapabilmek için keskinin doğru tutulması ve çekicin düzgün vurulması gerekir. Sol el ile keski sapı, sağ el ile çekiç sapı kavranır. Çekiç sapı kısa tutulmamalıdır. Kesici ağzın kesilmesi gereken yerin üzerinde kalması sağlanır. Çekiç yukarı kaldırılarak keskinin tepesine dik vurulur. Eğri vuruşlar keskinin fırlamasına neden olabilir.

Kesme işlemi yapılırken keskinin kaymasını engellemek ve çekiçle ele vurmamak için keskinin kesici ağzı ve sap kısma bakılır. Kesme işlemi mengenede yapılacak ise işlem mengenenin sabit çenesine doğru yapılır. Talaş fırlaması ihtimali varsa kesme işleminin sonuna doğru çalışmaya ters yönden devam edilir. Böylece kopmadan dolayı parçanın yanlış kesilmesi önlenmiş olur. Bileme esnasında, ısınmadan dolayı keskilerin özellikleri bozulabilir; bu nedenle sık sık soğutma işlemi yapılmalıdır.

4.3. Sac Makasları

Düz ve eğri ağızlı olmak üzere iki çeşittir. Eğri ağızlı makaslar, sacların yuvarlak biçimde kesilme işleminde, düz makaslar ise ince sac parçaların ve tellerin kesilme işleminde kullanılır. Kesmenin düzgün ve iyi olabilmesi için makas ağız açılarına uygun bileme yapılmalıdır (Görsel 8.16).



Görsel 8.16: Sac makasları

Kesme işlemi işlemi için işin niteliğine uygun makas seçilerek kesici ağızları kontrol edilir. Makas ağızlarında körelme var ise bilenir. Kesme yapılacak yüzey işlem öncesinde markalanarak kesme hattı belirlenir. Makas sağ el ile kesme yapılan parça ise sol el ile tutulur. Sağ elle makas kolu aşağıya doğru bastırılarak sıkılırken sol elle parça yukarı doğru kaldırılır ve kesme işlemi bitinceye kadar bu işlem devam eder. Kesilen parçaların kenar ve köşeleri yaralanmalara sebep olabileceği için dikkat edilmelidir. Kesme işlemi sırasında parmakların kesici ağızlar arasında olmadığından emin olunmalıdır.

4.4. Matkaplar

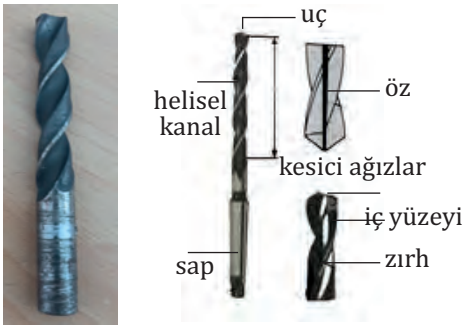
Matkap tezgâhları ve el breyzleri yardımı ile parçalardan talaş kaldırarak dairesel delik elde etme işlemine **delme** denir. Bu işlem için kullanılan kesici aletlere ise **matkap** denir. Yapılacak işin özelliğine göre tasarlanmış helisel oluklu matkaplar (Şekil 8.17), havşa matkapları gibi çeşitleri vardır. Matkaplar, takım çeliği (HS) ve seri çelik (HSS) (hava çeliği) malzemelerden yapılır. Seri çelikten üretilenler ısıya daha dayanıklıdır.

4.4.1. Matkap Açıları

Delme işleminde, malzemenin özelliğine göre matkabın uç açıları farklı olmalıdır (Tablo 8.2).

Tablo 8.2: Malzemeye Göre Matkap Uç Açıları

Malzeme	Matkap açısı
Çelik veya sert döküm	118°
Alüminyum alaşımları	140°
Bakır	120-125°
Pirinç ve bronz	130°
Magnezyum alaşımları	100°



Şekil 8.17: Helisel oluklu matkapların kısımları

4.4.2. Matkap Bilerken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Bileme işlemine başlamadan önce gerekli iş güvenliği önlemleri alınır. Ardından yüzeyin zımpara taşı ile bileme işlemine uygunluğu kontrol edilir. Yüzey, bileme işlemine uygun değil ise düzeltilir. Zımpara taşı dayama tablası boşluğu kontrol edilir. Bu boşluk yaklaşık 2-3 mm olmalıdır.

Matkap uç açısı belirlenirken malzemenin özelliğine uygun açıda olmasına dikkat edilir. İki tarafta kalan kesici ağızların uzunlukları birbirine eşit ve matkap eksenine göre simetrik olmalıdır. Buna dikkat edilmezse matkap, çapından daha büyük delik açar. Matkabın kesici ağzının arkasında da gerekli boşluk açısı bulunmalıdır. Bu açı yaklaşık 8-12° arasındadır. Boşluk açısı gerekenden az olur ise kesici ağız iş parçasına sürtünür ve düzgün kesme yapmaz. Ayrıca sürtünmeden dolayı meydana gelen ısınma matkap ucunun yanmasına neden olabilir. Boşluk açısı gerekenden fazla olur ise matkabın kesici ağzı çabuk körelir ve dış kesici köşeleri kırılır.

Kişiye göre değişmekle birlikte bileme esnasında matkap sapı genellikle sağ el ile tutulur. Matkap sapı, başparmak matkap sapının üzerinde işaret parmağı da altında olacak şekilde kavranır. Diğer parmaklar taşın dayama tablasında olmalıdır. Matkap sapı, sol el ile serbest olarak aşağı doğru hareket ettirilir. Bu sırada diğer el ile matkabın dönmesi engellenir. Matkap yüzeyinde kesici ağızdan itibaren geriye doğru uygun bombeli bir yüzey meydana gelir. Aşağı inen matkap sapı yukarı kaldırılırken kesici ağzın üzerine çıkarılmaz. Aksi hâlde kesici ağızda istenmeyen bir açı oluşur ve matkap kesmez. Bu işlem her iki ağız için de yapılır.

Bileme sırasında matkap, taş eksenine göre yaklaşık 59° açıyla tutulur veya önce taşa dikey konumda tutulur sonra yaklaşık 30° sola eğilir. Taşa sürekli temas ettirilerek uç açısı oluşturulur. Bu işlem sonucunda matkap uç açısı yaklaşık 120° olacaktır.

Zımpara taşına tutulan parça taşa gereğinden fazla kuvvetle bastırılır ise ısınmadan dolayı yanar. Yanmasını ve sertliğinin bozulmasını engellemek için matkap ucu, soğutma suyuna daldırılarak sık sık soğutulmalıdır. Taşlama işlemi sonunda eller temizlenmelidir.

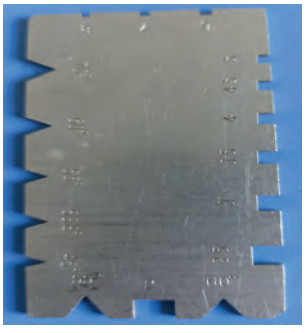
8.5. MATKAP BİLEME

Amaç: Matkap bilemek.

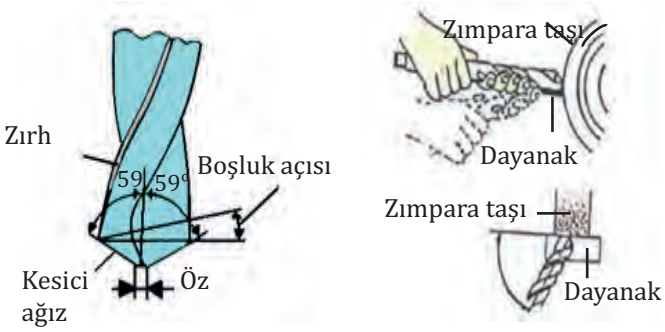
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Matkap	HSS	1 adet
Zımpara taşı tezgâhı		1 adet
Gözlük		1 adet
Kontrol mastarı		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 8.18: Mastar



Şekil 8.18: Matkap bileme

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24439

İşlem Basamakları

1. Matkabın ucu kontrol edilir. Uç körelmiş veya zırhın uca yakın kısımları aşınmış ya da yanmış ise zırh çıkıncaya kadar taşa tutulur.
2. Matkap bilenirken, başparmak matkabın, diğer parmaklar zımpara taşı tezgâhının dayanma parçasına gelecek şekilde tutulur.
3. Matkap, bilenecek ağzına yatay duran dayanma parçasının üst yüzüne paralel olarak tutulur.
4. Matkap bilenirken dairesel şekilde hareket ettirilmez yani döndürülmez. Kesici ağızdan arka kenara doğru bilenmeli, ters tarafa bilenmemelidir (Şekil 8.18).
5. Bileme taşının ön yüzü ile matkap ekseni arasındaki açı 60° olacak şekilde ayarlanır. Bu durum kesici ağızlar arasında uygun olan açıyı sağlar.
6. Bilenen matkabın ucu özel mastarla kontrol edilerek kesici ağızların eşit uzunlukta olduğu ve kesici ağızların eksene göre 59° olduğu kontrol edilir (Görsel 8.18).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Matkap ucu kontrolünün doğru yapılması	20	
4.	İş parçasına göre açının doğru seçilmesi	10	
5.	Bileme işleminin doğru yöntemle yapılması	10	
6.	Matkap ucunun istenilen özellikte bilenmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

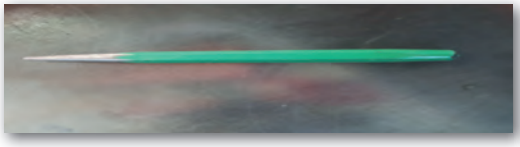
8.6. NOKTA, KESKİ, MAKAS VE TORNAVİDA BİLEME

Amaç: Nokta, keski, makas ve tornavida bilemek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene		1 adet
Yuvarlak profil demir	Ø11 mm	1 boy
Sürmeli kumpas		1 adet
Çelik cetvel	Metrik	1 adet
El testeresi		1 adet
Taş motoru		1 adet
Mastar		1 adet
Nokta		1 adet
Keski		1 adet
Tornavida	Düz	1 adet
Makas		1 adet

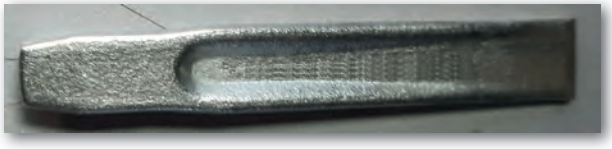
Uygulama Görselleri



Görsel 8.19: Nokta

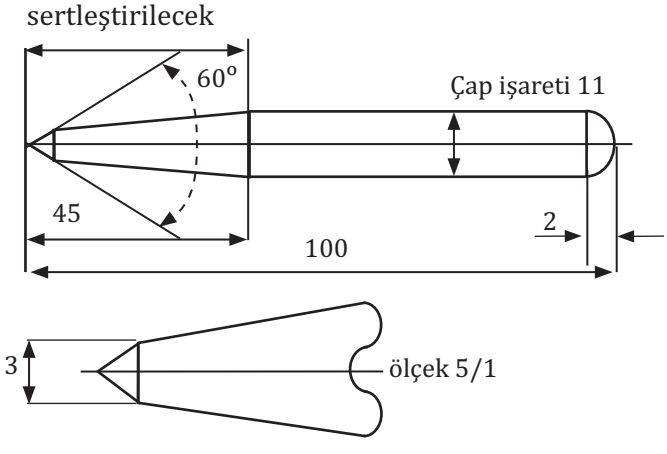


Görsel 8.320: Tornavida

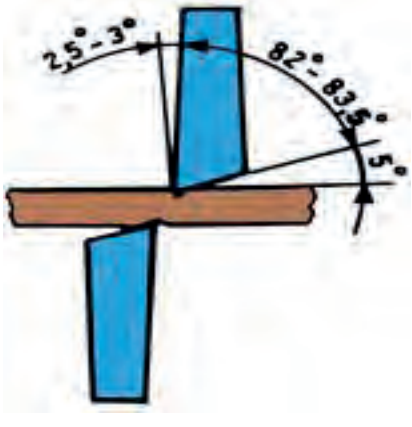


Görsel 8.21: Keski

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24440



Şekil 8.19: Noktanın uç açıları



Şekil 8.20: Makas üzerindeki kesme açıları

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Aşağıdaki uygulamalar sırayla yapılır.

a) Nokta Bilemek

1. Görsel 8.19'da verilen ölçülere uygun iş parçası mengeneye bağlanarak el testeresi ile kesilir.
2. Kesilen iş parçası taş motoruyla istenilen açılarda bilenir. Bileme esnasında parçaya dairesel hareket yaptırılmalıdır. Noktanın uç açısı 30° konik olacak şekilde bilenir (Görsel 8.19).
3. Bileme esnasında iş parçası sık sık suya daldırılarak ısınması önlenir.
4. Uç açısı mastar ile kontrol edilir.
5. Bileme işlemi bittikten sonra uç kısmı sertleştirilir.

b) Tornavida Bilemek

1. Uçları kırılan, özelliğini yitiren düz tornavidalar taş motoruyla bilenir.
2. Sökme ve takmada kullanılacak vida ağızlarına göre taş motorunda açı verilerek bilenir (Görsel 8.20).
3. Bileme esnasında sık sık suya daldırılarak ısınması önlenir.

c) Keski Bilemek

1. Kesme yapılacak keskinin ağzı kontrol edilmeli körelmiş ise bilenmelidir.
2. Keski ağzı taş motorunda bilenir. Çalışılacak iş parçası yumuşaksa açı düşürülmeli, sertse açı artırılmalıdır (Görsel 8.21).
3. Kullanılan keskinin çekiçle vurulan kısımında şişmeler var ise temizlenmelidir. Buradan kopan parçalar yaralanmalara yol açabilir.

ç) Makas Bilemek

1. Keskinliğini yitiren makaslar taş motoruyla bilenir. Daha hassas çalışma gerektiren yerlerde zımpara tezgâhı kullanılabilir.
2. Şekil 8.20'de gösterilen açılara göre makas bilenir.
3. Bileme esnasında sık sık suya daldırılarak ısınması önlenir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	İş parçasına göre açının doğru seçilmesi	10	
4.	Nokta bileme işleminin doğru yapılması	20	
5.	Tornavida bileme işleminin doğru yapılması	10	
6.	Keski bileme işleminin doğru yapılması	10	
7.	Makas bileme işleminin doğru yapılması	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

5. DELME

İş parçalarının üzerine silindirik delik açma işlemine **delme** denir. Delme işlemi matkap yardımıyla yapılır. Matkaplar; matkap tezgâhı, breyz ve torna üzerine takılarak kullanılır.

Silindirik saplı matkaplar, matkap tezgâhına veya el breyzine bağlı mandrenler yardımıyla bağlanır. Mandren anahtarı yardımıyla sıkılır. Bazı mandrenlerde mandren anahtarı kısmı olmayabilir. Bu mandrenler tırtıl çekilmiş yüzeylerden elle tutularak sıkılır (Görsel 8.22).

Bazı matkapların sapları ise koniktir. Bu matkaplar tezgâha bağlanacak ise tezgâh milinden mandren çıkarılır. Takılacak olan matkap sapına uygun mors kovanlarından yararlanılır. Matkap, önce mors kovanına takılır, mors kovanına takılı olan matkap da tezgâh miline takılır. Matkap sapı koniği ile tezgâh mili koniği aynı ise matkap, tezgâh miline mors kovanı kullanılmadan takılır.



Görsel 8.22: Mandren

5.1. Kesme Hızı

Matkap dönerken üzerindeki bir noktanın dakikada metre cinsinden almış olduğu yola **kesme hızı** denir. Kesme hızı, tezgâhlarda el yardımı ile ayarlanır (Tablo 8.3).

Not: Kesme hızı devir sayısı değildir.

Tablo 8.3: Malzeme Cinsine Göre Kesme Hızı

MALZEME	KESME HIZI
Paslanmaz çelik metal	15 m/dk.
Yumuşatılmış yüksek karbonlu alet çeliği	18 m/dk.
Düşük karbonlu makine çeliği	25 m/dk.
Çok yumuşak çelik	30 m/dk.
Prinç, bakır	60 m/dk.
Alüminyum	90 m/dk.

5.2. Devir Sayısı

Matkap üzerindeki bir noktanın kendi ekseni etrafında dakikada yapmış olduğu tur sayısına **devir sayısı** denir. Devir sayısı:

$N = \frac{1000.V}{\pi.D}$ formülü ile bulunur.

N= Devir sayısı V= Kesme hızı D= Matkap çapı

ÖRNEK: Paslanmaz çelik üzerine 10 mm çapında delik açmak için seri çelikten yapılmış bir matkaba uygulanacak devir sayısı ne olmalıdır.

Çözüm: Paslanmaz çelik malzemeyi seri çelik matkapla delmek için kullanılacak kesme hızı Tablo 8.3'ten 15 m/dk. olarak bulunur.

$$N = \frac{1000.V}{\pi.D} = \frac{1000.15}{3,14.10} = 477,7 \text{ devir/dk.}$$

Matkap tezgâhından bu değere en yakın devir sayısı seçilerek matkap hızı ayarlanır.

5.3. Delme İşleminde Kesme Hızını Etkileyen Faktörler

Delme işlemi yapılırken delinecek malzemenin cinsi, deliğin yüzey kalitesi, kullanılan soğutma sıvısı, iş parçasının tezgâha bağlanma şekli ve matkap tezgâhının kapasitesi gibi değişkenler kesme hızını etkiler.

5.4. İş Parçasının Tezgâha Bağlanması

İş parçası tahta takoz yardımıyla, el mengesine veya tezgâh mengenesine bağlanarak matkap tezgâhına bağlanabilir. Bu işlemler aşağıda açıklandığı şekilde yapılmalıdır.

5.4.1.Tahta Takoz Yardımıyla Bağlanması

Küçük ve ince parçalar uygun bir tahta takoz üzerine yerleştirilir. Dönmemesi için etrafına çiviler çakılır veya el mengenesi ile tutulur. Matkap tezgâhının derinliği iş parçasını delecek şekilde ayarlanmalıdır.

5.4.2. El Mengenesine Bağlama

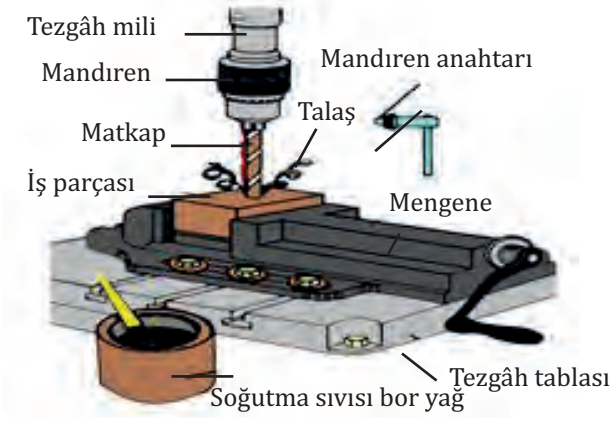
Elle tutulamayacak kadar küçük veya el ile tutulması uygun olmayan iş parçaları el mengenesine bağlanarak delinir. Aynı biçim ve ölçüde olan ince sac iş parçaları üst üste konularak delinecek ise el mengenesi kullanılır. Hem zamandan tasarruf sağlanır hem de tüm parçalar aynı yerden delinmiş olur. Delinecek parçaların altına sert ağaç veya plastik takozlar konmalıdır (Şekil 8.21).

5.4.3. Tezgâh Mengenesine Bağlama

Sütunlu matkap tezgâhında; mengene, tezgâh tablalarına uygun cıvata somun yardımı ile sabitlenir veya dönmemeleri için bir dayanak kullanılır (Görsel 8.23). Delmeye başlamadan önce mengene serbest bırakılır. Delik merkezleme işlemi yapıldıktan sonra tekrar sabitlenir. Mengene tablası hareketli ise mengene sıkılır, tabla hareket ettirilerek merkezleme işlemi yapılabilir. Matkap uçlarının mengeneye ve tablaya zarar vermemesi için gerekli önlemler alınır (Şekil 8.22).



Şekil 8.21: El mengenesine bağlayarak delme



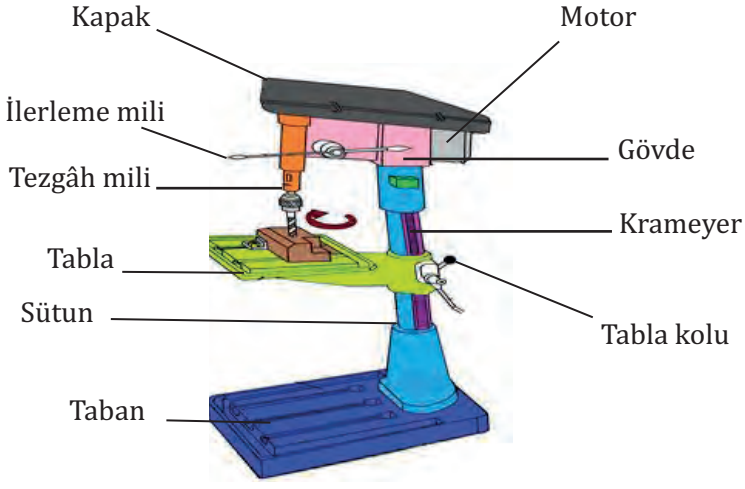
Şekil 8.22: Tezgâh mengenesine bağlayarak delme

5.4.4. Tezgâh Tablasına Bağlayarak Delme

Sütunlu matkap tezgâhında; tablaya mengeneyle bağlanması mümkün olmayan parçalar, pabuçlar yardımıyla bağlanarak delinir (Görsel 8.23). Delme işlemi yapılırken matkabın tablaya zarar vermemesi için tabla üzerindeki delik ve boşluklar ayarlanarak veya parça altına uygun takozlar konularak delme işlemi gerçekleştirilir (Şekil 8.23).



Görsel 8.23: Sütunlu matkap tezgâhı



Şekil 8.23: Matkap tezgâha bağlayarak delme

5.5. Delme İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar

Delme işlemi sırasında herhangi bir iş kazasına neden olunmaması ve yapılan işin düzgün çıkması için aşağıda belirtilen kurallara dikkat edilmesi gerekir.

- Otomatik kumandalı matkap tezgâhlarında, tezgâh çalıştırılmadan önce otomatik kumandalar kontrol edilmelidir.
- Matkabın tezgâh tablasına ve mengenesine zarar vermemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Uygun iş kıyafeti giyilmelidir. Çapak gözlüğü ve eldiven mutlaka kullanılmalıdır.
- Matkap tezgâhı mili dönerken matkap mandrenden çözülmeye çalışılmamalıdır.
- Sıkma işi bittiğinde mandren anahtarı mandrenden çıkarılmalıdır.
- Matkap tezgâhı mili dönerken temizlik yapılmamalı ve dönen kısımlardan parmaklar korunmalıdır.
- Matkap tezgâhına yaslanılmamalıdır.
- Tezgâh çalışırken hız değiştirilmemelidir.
- Delme işlemi bitmeye yakın ilerleme hızı yavaşlatılmalıdır.
- Gerekli ise delme işleminde soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Çıkan talaşlar çıplak el ile temizlenmemelidir.
- Helis olukları bittikten sonra delme işlemine devam edilecekse matkap sık sık yukarı kaldırarak talaşlar boşaltılmalıdır.
- Büyük çaplı delik açmak için önce açılmak istenen delikten küçük çapta bir matkap ile daha sonra istenilen ölçüdeki matkap ile çalışılmalıdır.

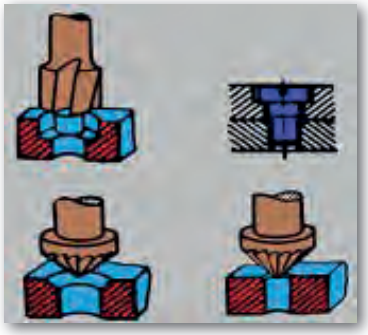
5.6. Havşa Açma

Makine parçalarında kademeli düz delik oluşturma, vida açma işlemlerinde kılavuzun deliği düzgün ağızlamasını sağlamak için havşa açma işlemi yapılır (Şekil 8.24). İki çeşit havşa matkabı vardır.

- **Silindirik Havşa Matkabı**
  Delik üst kısmını silindirik biçimde büyültmek (havşa açmak) için bu matkaplar kullanılır. Silindirik havşa açılan yerlere silindirik vida başları, cıvata başları ve faturalı pimlerin başlarının gizlenmesi için kullanılır. Silindirik ve konik saplı olabilir.
- **Konik Havşa Matkabı**
  Bu matkaplar, delik ağızlarındaki çapakların temizlenmesinde ve vida açılacak deliklerin ağızlarına konik havşa açmada kullanılır. Konikliği 60° ve 90° olarak üretilir (Görsel 8.24).



Görsel 8.24: Konik havşa matkabı

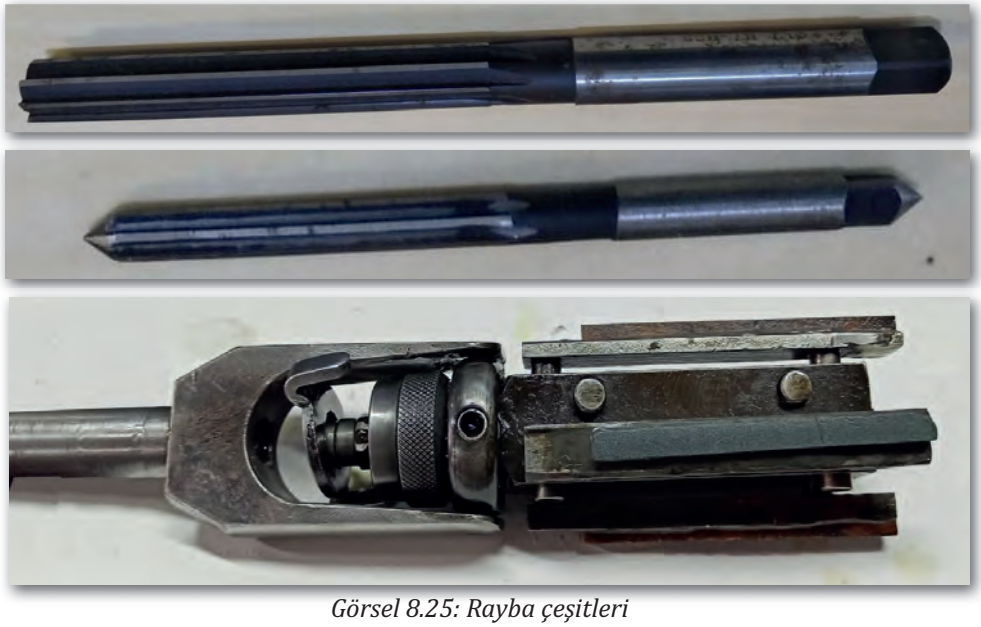


Şekil 8.24: Havşa açma işlemi

5.7. Raybalama

Raybalama işlemi, açılan deliklerin iç yüzeylerinin temizlenmesi, daha hassas yüzey elde edilmesi ve deliklerin büyütülmesi için yapılır. Sabit çaplı el raybası, konik uçlu sabit çaplı rayba ve ayarlı rayba gibi çeşitleri vardır. Ayarlı raybaların kesici ağızları, istenilen çapa göre ayarlanabilir (Görsel 8.25).

Rayba çekilirken rayba, dik konumda ağızlatılmalıdır. Rayba, kesme yönünde döndürülmeli, ters yönde döndürülmemelidir. Elde rayba çekilirken ise rayba kolu, yatay konumda olmalıdır.



Görsel 8.25: Rayba çeşitleri

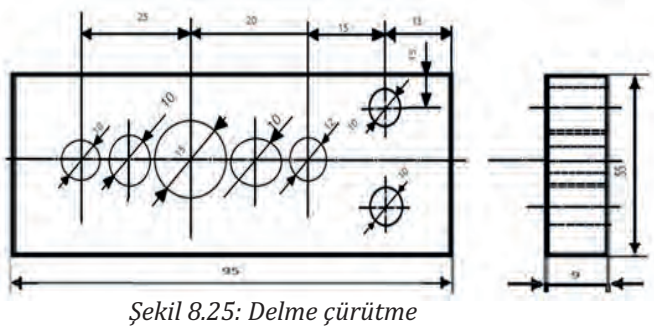
8.7. DELME

Amaç: İş parçası üzerinde delme yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Matkap tezgâhı		1 adet
Makine mengenesi		1 adet
İş parçası		1 adet
Matkap	10 mm, 12 mm, 20 mm	1 adet
Sürmeli kumpas		1 adet
Markalama aletleri	Mihengir, V yatağı, pleyt, nokta, çekiç	1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 8.25: Delme çürütme

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24441

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Eğeleme işlemi yapılan parça alınır.
4. Tezgâhın çalıştırılacağı devir sayısı hesaplanır ve matkap tezgâhı devri uygun şekilde ayarlanır.
5. Verilen resme uygun olarak markalama işlemi yapılır.
6. Mengene matkap tezgâhı tablasına bağlanır.
7. İş parçası matkap tezgâhı mengenesine bağlanır.
8. 10 mm lik matkap tezgâh mandrenine bağlanır.
9. Matkap tezgâhı çalıştırılarak tüm delikler 10 mm'lik matkapla delinir (Şekil 8.25).
10. Mandırenden 10 mm'lik matkap sökülerek 12 mm'lik matkap takılır ve 12 mm'lik delik açılır. Daha sonra aynı işlem 15 mm matkap için de yapılarak delik açılır (Şekil 8.25).
11. Delme işleminin uzun sürdüğü işlemlerde soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
12. Matkapla delinen iş parçası örsün üzerine konur, çürütme keskisi ile deliklerin arası koparılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Yapım resmine göre markalamanın doğru yapılması	20	
4.	Matkap devir sayısının hesaplanması ve ayarlanması	20	
5.	Matkabın mandırene salgısız ve doğru takılması	10	
6.	Delmenin doğru yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

6. DİŞ AÇMA VE HELİCOİL

Silindirik yüzeylere vida açma işlemi kılavuz ve pafta yardımıyla yapılır. Makine bakım ve onarımlarında sökülemeyen cıvata veya somunlar nedeniyle dişler bozulabilir. Bozulan bu dişlerin onarımı da önemli bir yer tutar.

6.1. Kılavuzlar

Deliklerden vida çekme işleminde kullanılan, takım çeliğinden üretilen ve üzerinde kesici dişler bulunan sertleştirilmiş aletlere **kılavuz** denir. Metrik kılavuz, whitworth kılavuz, boru kılavuz, makine kılavuz olmak üzere dört çeşidi vardır. Çok kullanılan kılavuz ve paftalar aynı takım içinde (Görsel 8.26) bulunabildiği gibi ayrı ayrı da bulunabilmektedir.



Görsel 8.26: Pafta kılavuz takımı

Metrik ve whitworth kılavuzlar 1,2 ve 3 numara olmak üzere üç ebattır (Görsel 8.27). Bazı kılavuzların üzerinde rakamla gösterilen numara (1,2,3), bazılarında ise numara yerine çizgi bulunur. Diş açılırken sırasıyla 1,2 ve 3 numaralı kılavuzlar takılarak dişler açılır. Kılavuzlar Görsel 8.46'da gösterilen kılavuz koluna takılarak kullanılır.



Görsel 8.27: Kılavuz ve kılavuz kolu

Matkap çapı metrik vidalar ve whitworth vidalar için farklı şekilde hesaplanır.

Metrik Vidalar

Matkap Çapı= Vidanın Diş Üstü Çapı - Adım

Matkap Çapı= d - h

Örnek:

M14 bir vidanın adımı 2 mm olduğuna göre matkap çapını bulunuz.

Matkap Çapı= d - h= 16 - 2= 14 mm'lik matkap ile delinmelidir.

Whitworth Vidalar

Matkap Çapı= Vidanın Diş Üstü Çapı - 25,4/Z

Matkap Çapı= d - 25,4/Z

Z= Parmaktaki Diş Sayısı

Örnek:
Parmaktaki diş sayısı 12 olan ½'' vidanın matkap çapını bulunuz.
Matkap Çapı= d - h= 1/2'' - 25,4/12 = 12,7 - 2,11 = 10,59 mm en yakın matkap çapı 10,5 mm çaptaki matkapla delinir.

Not: 1''= 25,4 mm ½''= 12,7 mm. Metrik ve whitworth vidaların matkap çapı ölçüleri tablolarda verilmiştir. Hesaplama yerine tablolardan yararlanılarak da ihtiyaç duyulan matkap çapı ölçüsü bulunabilir.

6.2. Paftalar

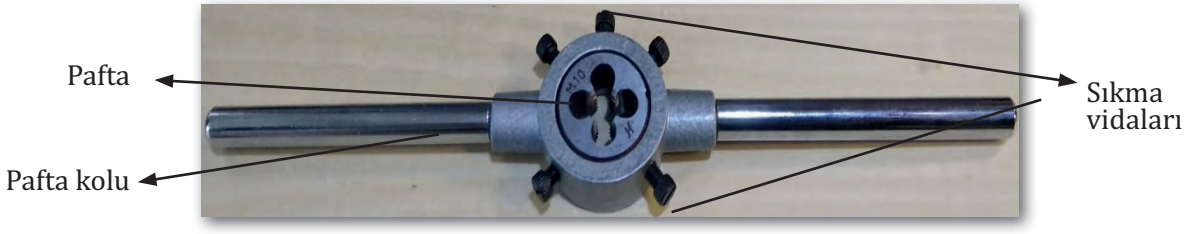
Silindirik parçaların dışına vida açan elemanlara **pafta** denir. Takım çeliğinden yapılıp sertleştirilir. Paftalar normal diş pafta, ince diş pafta ve boru paftası olmak üzere üç çeşittir (Görsel 8.28).



Görsel 8.28: Boru paftası

Pafta çekilecek çelik malzemelerde parçanın çapı, diş üstü çapından 0,10-0,20 mm küçük olmalıdır. Diğer malzemelerde ise parçanın çapı, diş üstü çapı ile aynı olmalıdır. Parçanın çapı büyük olursa dişler bozuk çıkar, pafta zorlanarak kırılabilir; küçük olursa dişler yarım çıkar.

Paftanın takıldığı farklı ebatları olan elemanlara **pafta kolu** denir. Paftalar bu kollara takılarak diş açmada kullanılır (Görsel 8.29).



Görsel 8.29: Pafta kolu

6.3. Vida Tarağı

Metrik vidaların adımını, whitworth vidaların diş sayısını tespit etmeye yarayan elemanlara **vida tarağı** denir. Bir tarafı metrik vidalar diğer tarafı whitworth vidalar içindir (Görsel 8.30).



Görsel 8.30: Vida tarağı

6.4. Kırılan Vidaların Çıkarılması

Kırılan vidanın bir kısmı dışarıda kalmış ise iki yöntemle çıkarılabilir. İlk yöntemde vidanın dışarıda kalan kısmının iki tarafı da eğelenerek iki yüzey oluşturulur. Sonra bu yüzeylere uygun anahtar yardımıyla vida çıkarılır. Diğer yöntemde ise dışarıda kalan kısma testere veya üçgen eğe yardımıyla düz tornavida ağzı açılır ve vida çıkarılır.

Kırılan vida başı içeride kalmış ise vida merkezine nokta vurularak dişlere zarar vermeyecek uygun çaptaki bir matkap ile kör delik açılır. Ters kılavuz yardımı ile vida çıkarılır (Görsel 8.31).

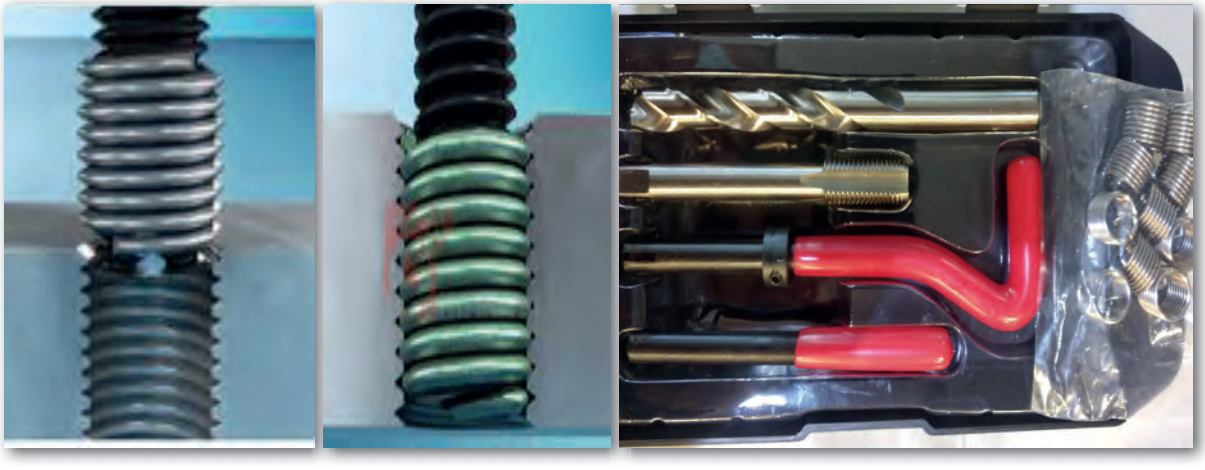
Vida yukarıdaki yöntemlerle çıkarılamaz ise diş dibi çapında bir matkap ile delinir. Dişlerde kalan çapaklar temizlenir. Bu işlem yapılırken dişler bozulursa yeni vida açılır. Bunun için dişlerin tamamı matkap ile delinerek temizlenir ve yeni vida açılır.



Görsel 8.31: Ters kılavuz

6.5. Helicoil

Titreşimin çok olduğu parçalarda, cıvatanın sarsıntıdan dolayı gevşemesini önleyen ve dişleri bozulan yalama olmuş iç vidaları kılavuz çekmeden görevini yapabilecek duruma getiren elemanlardır (Görsel 8.32).



Görsel 8.32: Helicoil seti

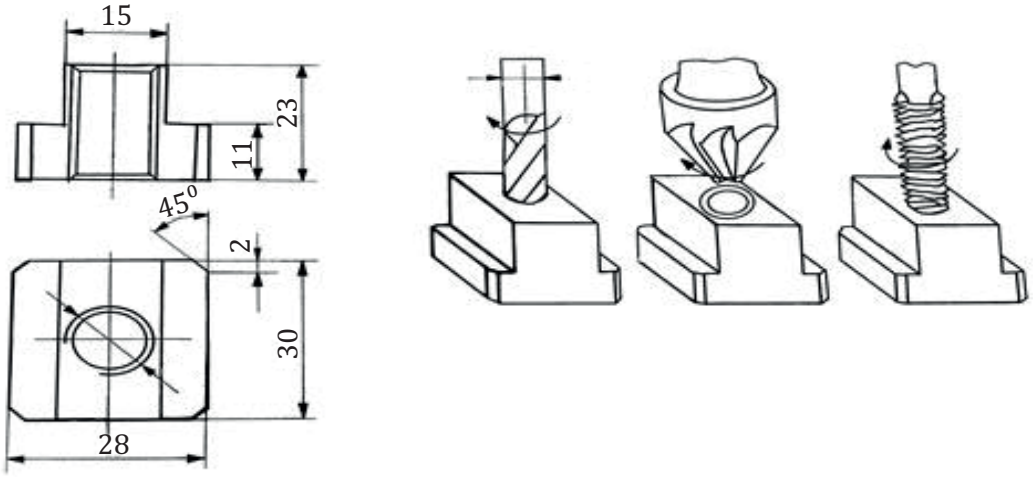
8.8. KILAVUZ İLE VİDA ÇEKME

Amaç: Kılavuz ile iç vida çekmek.

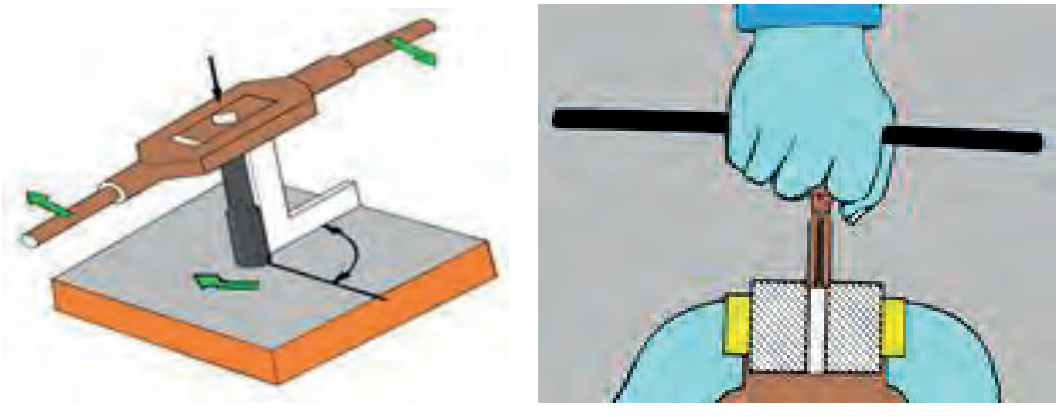
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
90°lik gönye		1 adet
Mengene	Paralel ağızlı	1 adet
Matkap	HSS 8,5 mm	1 adet
Havşa matkabı	HSS konik	1 adet
Matkap tezgâhı		1 adet
Kılavuz takımı	M10	1 adet
İş parçası		1 adet
Eğe	Lama ve üçgen	1 adet
Sürmeli kumpas		1 adet
Markalama aletleri	Mihengir, V yatağı, pleyt, nokta, çekiç	1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 8.26: Kılavuzla vida çekme



Şekil 8.27: Kılavuzla vida çekme

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24442

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Eğeleme yapılacak kısıma markalama işlemi yapılır.
4. Büyük yüzeyler lama eğe, köşeler ise üçgen eğe ile eğelenerek parça ölçüsüne getirilir.
5. Matkap çapına göre uygun devir sayısı hesaplanır veya tablodan bulunur.
6. Ölçüsüne getirilen parça, delik açılmak için tezgâh mengenesine delik ekseni dik olacak şekilde bağlanır.
7. M10 vida için tablodan delik çapı bulunur. Buna göre bulunan 8,5 mm lik matkap, tezgâh mandrenine bağlanarak delme işlemi yapılır.
8. Delik açan matkap çıkarılarak mandrene havşa matkabı takılır. Deliğin iki ağzına havşa açılır.
9. Parça delik eksenine dik olacak şekilde paralel ağızlı mengeneye bağlanır.
10. Bir numaralı veya bir çizgili kılavuz uygun kılavuz koluna takılır.
11. Delik eksenine dik olacak şekilde bir numaralı kılavuz kavratılır (iki veya üç tur çevirerek). Farklı konumlardan kılavuzun dikliği kontrol edilir. Dik değilse düzeltilir.
12. Kılavuzun uç kısmına yağ damlatılır.
13. İki tam tur ileri, yarım tam tur geri çevrilerek diş açılır.
14. Birinci kılavuzun işi bittikten sonra ardından iki ve üç numaralı kılavuzlar ile aynı işlemler yapılarak diş açma işlemi tamamlanır.
15. Kullanılan makine ve malzemeler temiz ve düzenli şekilde yerlerine kaldırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Eğeleme işleminin doğru yapılması	10	
4.	Matkap çapının doğru seçilmesi	10	
5.	Deliğin doğru delinip havşa açılması	20	
6.	Kılavuz çekme işleminin doğru yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

Uygulama sırasında alınan notlar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

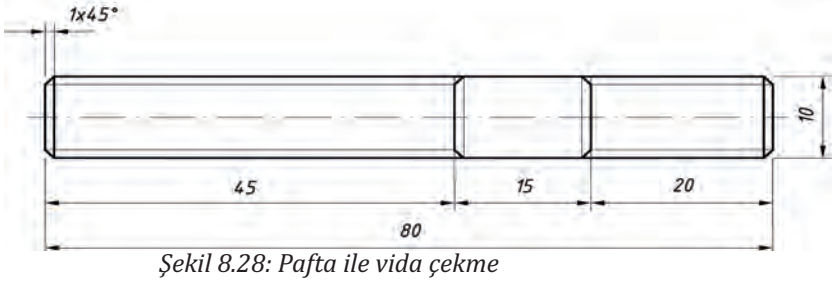
8.9. PAFTA İLE DİŞ AÇMA

Amaç: Pafta ile dış vida açmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene	Paralel ağızlı	1 adet
İş parçası		1 adet
El testeresi		1 adet
Sürmeli kumpas		1 adet
Pafta	M10	1 adet
Markalama aletleri	Çelik cetvel çizecek	1 adet
Pafta kolu		1 adet
Yağdanlık		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 8.28: Pafta ile vida çekme

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Parça istenilen ölçülerde kesilir. Parçanın ucuna eğe ile 1x45° ölçüsünde pah kırılır.
4. İş parçası mengeneye dik konumda, vida çekilecek yer yukarıda kalacak şekilde bağlanır.
5. M10 pafta yazıları görünecek şekilde pafta koluna takılır.
6. Diş açılacak paftanın ekseni dik olacak şekilde yerleştirilir, iki tur çevirdikten sonra dikliği farklı konumlardan kontrol edilir.
7. Pafta eğik yerleştirilmemelidir, dişler düzgün çıkmaz, pafta zorlanmadan dolayı kırılabilir.
8. İki tur ileri, bir tur geri yapılarak biriken çapakların kırılması sağlanarak diş çekme tamamlanır.
9. Pafta ters yönde çevrilerek düşürmeden parçadan çıkarılır.
10. Vidanın doğruluğu somun ve vida tarağı ile kontrol edilir.
11. Kullanılan makine ve malzemeler temiz ve düzenli şekilde yerlerine kaldırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Parçanın doğru kesilmesi	10	
4.	Havşanın doğru açılması	10	
5.	Paftanın doğru takılması	10	
6.	Paftanın doğru ağızlatılması	20	
7.	Vida dişlerinin düzgün oluşturulması	10	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24443

7. ELEKTRİKLİ EL ALETLERİ KULLANMA

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, çalışanların yaptığı işleri kolaylaştıracak birçok taşınabilir makine üretilmektedir. Bu makinelerle kesme, taşlama, delme, zımparalama, vidalama vb. birçok iş yapılabilir. Gemi makinesi atölyelerinde kullanılan bazı elektrikli el aletleri aşağıda gösterilmektedir.

7.1. Avuç İçi Taşlama Aleti ile Kesme ve Taşlama Yapma

Avuç içi taşlamalar beton, seramik, taş, ahşap ve metal gibi çok farklı malzemeyi keser, zımparalar ve parlatır (Görsel 8.33).



Görsel 8.33: Avuç içi taşlama makinesi



Görsel 8.34: El breyzi

7.2. El Breyzi ile Delme Yapma

Taşınması mümkün olmayan işler üzerindeki küçük çaplı deliklerin açılmasında kullanılır. Taşınabilir olduğundan çok kullanışlıdır (Görsel 8.34).

7.3. Zımpara Aleti ile Yüzey Temizleme

Zımparalama işleminin hızlı ve daha kolay yapılmasını sağlar. Zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlar (Görsel 8.35).



Görsel 8.35: Zımpara aleti

8.10. AVUÇ İÇİ TAŞLAMA MAKİNESİ KULLANMA

Amaç: Avuç içi taşlama makinesi ile kesme ve taşlama yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Mengene	Paralel ağızlı	1 adet
Lama demir	20x2	1 boy
Markalama aletleri	Çelik cetvel 90°lik gönye çizecek	1 adet
Avuç içi taşlama makinesi		1 adet
Kesme ve taşlama taşı	115 mm	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 8.36: Avuç içi taşlama makinesi ile kesme ve taşlama yapma

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24444

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Görsel 8.36'da görüldüğü gibi makinenin arkasında bulunan mandala basılarak taşın dönmesi engellenir ve anahtar ile sökülür. Kesme taşı yerine takılarak anahtarla sabitlenir.
4. Lama demir üzerinde 50 mm işaretlenir.
5. Mengeneye bağlanan lama demir, avuç içi taşlama makinesi kullanılarak kesilir. Kesme esnasında makine çok hareket ettirilmemeli ve kastırılmamalıdır. Aksi halde taşın patlamasına ve yaralanmalara neden olunabilir.
6. Elde edilen 50x20x2 ölçülerindeki parça mengeneye bağlanır.
7. Taşlama makinesine taşlama taşı bağlanır.
8. Keskin kenarlar taşlanır ve gönyeye getirilir.
9. Kullanılan makine ve malzemeler temiz ve düzenli şekilde yerlerine kaldırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Makineye taşın doğru takılması ve sökülmesi	10	
4.	Parçanın doğru ve emniyetli kesilmesi	20	
5.	Parçanın doğru ve emniyetli taşlanması	20	
6.	Tezgâhın ve takımların temiz ve düzenli hâle getirilmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

8.11. EL BREYZİ İLE DELME YAPMA

Amaç: El breyzi ile iş parçası üzerinde delme yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
El breyzi		1 adet
Tezgâh ve mengene	Paralel ağızlı	1 adet
İş parçası	50x20x2	1 adet
Matkap	10 mm	1 adet
Markalama aletleri	Pleyt, nokta, çekiç	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 8.37: El breyzi ile delme ve havşa açma

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Avuç içi taşlama makinesi ile kesilen iş parçası üzerine Görsel 8.37'de gösterilen delik merkezleri nokta ve çekiç yardımıyla işaretlenir.
4. El breyzi mandreni açılarak 10 mm çapındaki matkap takılır ve Görsel 8.37'de görüldüğü gibi mandren anahtarı yardımıyla sıkılır.
5. El breyzi üzerinde varsa devir sayısı, dönme yönü ayarlanır. Eğer darbeli seçeneği varsa delme pozisyonuna getirilir. Darbeli konum duvar delerken kullanılır.
6. El breyzi çalıştırılır ve matkabın yalpa yapıp yapmadığı kontrol edilir.
7. Mengeneye bağlı olan iş parçası üzerinde işaretli nokta üzerine el breyzi dik tutularak delme gerçekleştirilir. Bu işlem sırasında baskı uygulanmalı, fakat aşırılıktan kaçınılmalıdır. Aksi takdirde matkap kırılabilir ve yaralanmalara neden olabilir.
8. El breyzine veya sütunlu matkap tezgâhına konik havşa takılır ve havşa açılır.
9. Kullanılan makine ve malzemeler temiz ve düzenli şekilde yerlerine kaldırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Markalamanın doğru yapılması	20	
4.	El breyzi ayarlarının yapılması	10	
5.	Matkabın sıkı ve doğru bağlanması	10	
6.	Delme ve havşa işleminin yapılması	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

9.
ÖĞRENME
BİRİMİ

SAC VE BORU İŞLEMLERİ



1. SAC MALZEMELERİ ŞEKİLLENDİRME
2. PLASTİK BORULARI BİRLEŞTİRME
3. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI BİRLEŞTİRME

1. SAC MALZEMELERİ ŞEKİLLENDİRME

Sac malzemeler şekillendirilirken kesme, eğme, delme gibi işlemlerden geçirilir. Kesme; büyük sac malzemeyi küçük parçalara ayırmak, parçayı çevre ölçülerine getirmek ve delik açmak için yapılır. Eğme ise sac parçasının üzerinden parça eksiltilmeden istenilen şekle getirilmesi işlemidir.

1.1. Sac Malzemelerin Özellikleri

Çelik sac, külçe dökümü yöntemiyle veya sürekli döküm tesislerinde elde edilen dikdörtgen kesite sahip, kalın dilim şeklindeki ara mamul çeliğin haddelenmesi ile üretilir. Sac malzemeler genellikle ıslah, sementasyon ve yapı çelikleri ile yüksek alaşımlı paslanmaz çelikler kullanılarak üretilir. Galvanizli ve ince saclar, soğuk hadde yöntemiyle üretilir. Günümüzde yaygın olarak DKP kısaltmasıyla adlandırılan vasıfsız çelik saclar, galvanizli saclar ve paslanmaz saclar kullanılmakla birlikte farklı iş kollarında kullanılan çelik saclar da üretilmektedir.

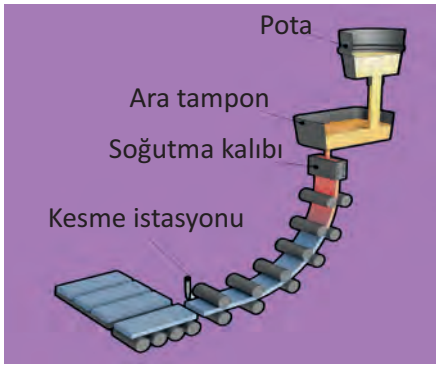
1.2. Sac Malzemelerin Çeşitleri

Günümüzde üretilen saclar Tablo 9.1'de görüldüğü gibi farklı ölçütlere göre sınıflandırılır.

Tablo 9.1: Sac Malzemelerin Çeşitleri

<table>
<tr><th colspan="3">Sac Malzemelerin Çeşitleri</th></tr>
<tr><th>Üretim özelliklerine göre</th><th>Kullanım yerlerine göre</th><th>Sac kalınlık ve genişlik toleranslarına göre</th></tr>
<tr><td>• Galvanizli saclar
• Soğuk hadde çelik saclar
• Sıcak hadde çelik saclar</td><td rowspan="3">• Yüksek basınçlı kapların imalatında kullanılan çelik saclar
• Makine imalatında ve bina konstrüksiyonunda kullanılan platina saclar
• Gemi konstrüksiyonunda kullanılan saclar
• Ürün konservesinde kullanılan tenekeler</td><td>• Soğuk çekme
• Sıcak çekme
• Kaplama saclar
• Galvanizli saclar</td></tr>
<tr><th>Alaşım özelliklerine göre</th><th>Malzeme özelliklerine göre</th></tr>
<tr><td>• Yüksek alaşımlı çelik saclar
• Düşük alaşımlı çelik saclar
• Alaşımsız çelik saclar</td><td>• Çelik saclar
• Galvanizli saclar (Çinko kaplı saclar)
• Silisyum kaplı saclar
• Kalay-krom kaplı saclar</td></tr>
</table>

1.3. Çelik Sacların Üretimi



Şekil 9.1: Sürekli döküm yöntemi ile levha üretimi

Çelik sacların üretimi döküm, sıcak haddeleme ve soğuk haddeleme yöntemleri ile yapılır. Bu yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

1.3.1. Sürekli Döküm Yöntemi ile Levha Üretimi

Çelik sacların üretim tekniklerinden birisi sürekli döküm yöntemidir (Şekil 9.1). Külçe içinde katılaşma sonucu ortaya çıkan ayrışmayı ve baş kısmında oluşan kendini çekme boşluklarını ortadan kaldırma yoluyla yapılır.

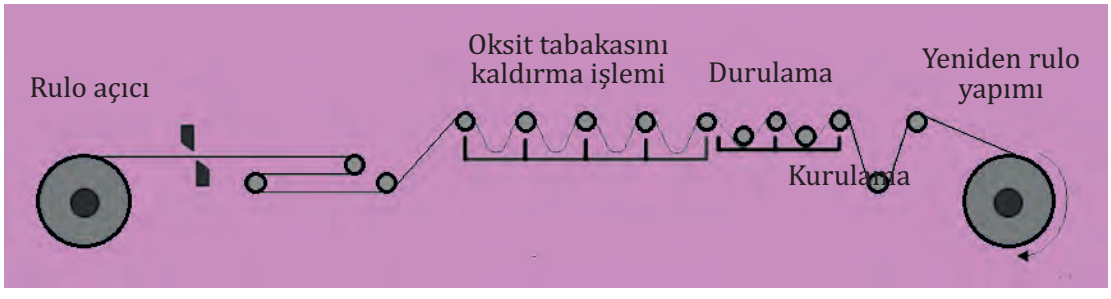
1.3.2. Haddeleme

Metal ham maddenin silindirler arasından geçirilerek sac hâline getiridiği yöntemdir. Sıcak ve soğuk haddeleme olarak iki çeşidi vardır.

- **Sıcak Haddeleme**

  Sürekli döküm yöntemiyle katılaştırılan sıvı çelik ile slab (kalın dilim) olarak adlandırılan, dikdörtgen kesitli yarı mamul üretilir. Rulo ve saclar Görsel 9.3'te görüldüğü gibi dikdörtgen kesitli yarı mamul çeliğin ısıtılıp kor haline getirilerek silindirlerin arasından geçirilmesi ile elde edilir. Bunların kalınlıkları 1,50-5,00 mm arasında değişir. Sıcak haddelenmiş sacların yüzeylerindeki oksit tabakaları, az miktar korozyona karşı koruma sağlasa da malzemenin sıkıştırılarak ezilmesi sırasında da yüzeyinde oksit tabakası oluşur. Yüzeydeki bu oksit tabakasının dekapaj (üstteki örtü tabakayı kaldırma işlemi) yöntemi ile temizlenmesi gerekir.

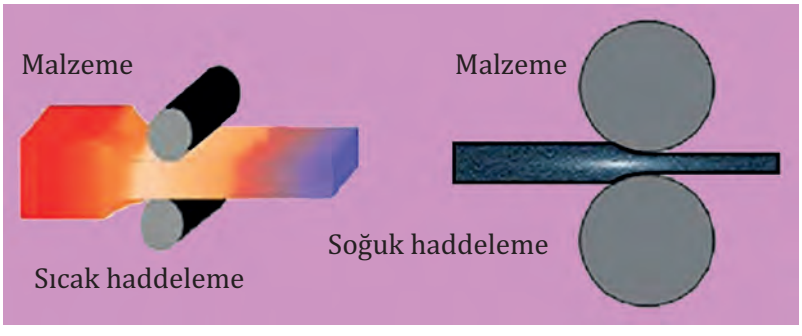
  Çelik alaşımlarının yüksek sıcaklıkta tavlanması ve sıcak haddelenmesi sırasında şerit tabakalar üzerinde, tabakalar hâlinde oksit oluşur. Bu tabaka, soğuk haddelemeye uygun olmayan farklı bir meydana getirir. İşlem sırasında ürünün iç kısmına karışabilme ve hadde rulolarına zarar verebilme ihtimalinden dolayı bu kabuğun yok edilmesi gerekir. Bunun için yassı ürünler çeşitli asitli ve alkali (en yaygın kullanılanı sülfürik asittir) solüsyonlar içerisine daldırılır (Şekil 9.2).



Şekil 9.2: Dekapaj (üstteki oksit tabakasını kaldırma işlemi)

- **Soğuk Haddeleme**

  Soğuk haddelenmiş çelik saclar piyasada rulo veya dilinmiş-paketlenmiş sac olarak bulunur. Sıcak haddelenmiş yassı çeliklerin, soğuk haddehanelerde soğuk olarak haddelenmesi sonucunda elde edilir. Kalınlıkları, 0,30-2,00 mm aralığında değişir. Soğuk haddelenmiş çelikler, kaplamalı ve kaplamasız olarak iki grupta sınıflandırılabilir (Şekil 9.3).



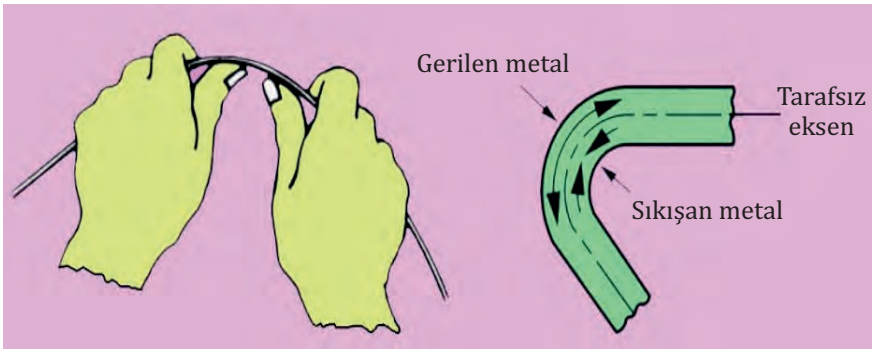
Şekil 9.3: Sıcak ve soğuk haddeleme

1.4. Metallerde Şekillendirme İşlemleri

Biçimlendirilmiş metal malzemelere ihtiyaca bağlı olarak birçok şekil verilebilir. Metale şekil verme yöntemlerinden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

1.4.1. Eğme-Bükme Yöntemleri

Kuvvet uygulanarak metallere kalıcı biçim verme (plastik şekillendirme) işlemine **bükme** denir. Eğme -bükme ısı olmadan, talaş kaldırılmadan yapılan bir biçimlendirme işlemidir. Eğme-bükme işlemine tabi tutulan malzemenin bir kısmı, kesitini mümkün olduğu kadar koruyarak ilk konumundan başka bir konuma geçer. Metal parçalar, basit el takımları veya el ile kuvvet uygulanarak da bükülebilir, fakat bu yöntemle düzgün bir şekil vermek zordur (Şekil 9.4). Bu nedenle metalleri istenen şekil ve açıda bükmek için çeşitli makineler kullanılır.

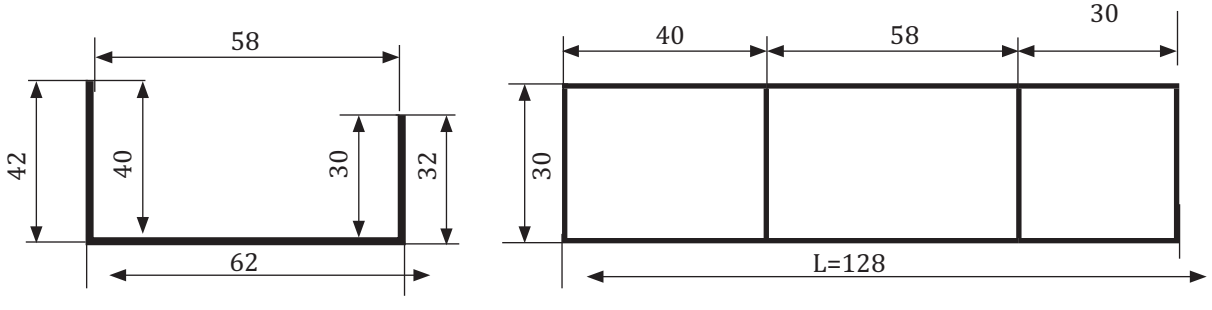


Şekil 9.4: El ile eğme bükme

Bükme sırasında iş parçasının iç yüzeyi basma kuvvetleri etkisi ile kısalırken dış yüzeyi çekme kuvvetleri etkisiyle uzar. İkisinin arasında bulunan ve tarafsız eksen olarak da adlandırılan merkez eksen ise sabit kalır, uzama veya kısalma meydana gelmez (Şekil 9.4).

1.4.2. Eğme-Bükmede Açınım Boyu Hesabı

Eğme bükme işlemine maruz kalan malzemenin yapısında bir boy değişimi olur. Malzemenin çeşidi ve büküm yarıçapına göre bu değişim hesaplanmalıdır. Köşeli olarak bükülecek sac malzemelerin boyu iç köşe ölçüleri dikkate alınarak hesaplanır.



Şekil 9.5: Sac levhalarda açınım boyunun hesaplanması

Örnek: L= (42-2)+(62-4)+(32-2)= 128 mm

İmalat resimlerinde ölçülendirme genellikle dış köşelerden yapılır. Örnekte görüldüğü gibi iç köşelere göre hesaplama yapılarak sac kalınlığı ölçüden düşülür (Şekil 9.5).

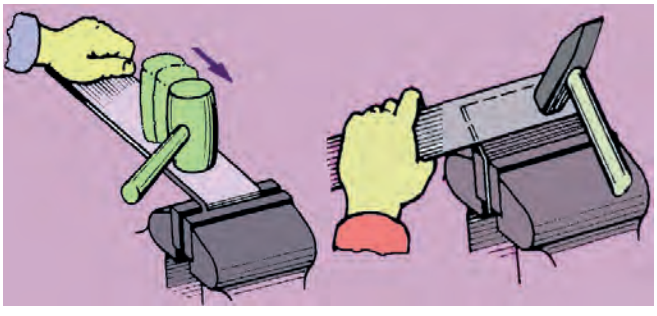
1.4.3. El ile Eğme-Bükme, Pah-Radyüs İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereçler

El ile eğme-bükme yöntemleri, kullanılan araç ve gereçler ana hatlarıyla aşağıda belirtilmiştir. Eğme bükme işlemi; mengene, çekiç, tokmak ve yardımcı araçlardan yararlanılarak yapılır.

- **Mengenede Tokmakla veya Çekiçle Eğme Bükme**

  Kaportacı çekici, birçok işlemin yanında madenleri dövmede ve şekillendirmede de kullanılan bir alettir. Bir ucu yassı, diğer ucu tokmaklı madenden yapılan genellikle tahta saplı bir el aletidir (Şekil 9.6.a).

  Tokmak, özel plastik veya ahşap malzemeden imal edilir. Tokmak ağız bölgesi, kullanım alanına göre farklı sertlik değerlerinde tasarlanır (Şekil 9.6.b). İnce parçaların eğilmesinde kullanılmalıdır. El ile sac esnetilerek üzerindeki gerilim alınır. Baş kısımdan eğilme çizgisine doğru yavaş yavaş yakınlaşan tokmak darbeleri vurulur. Tokmak darbeleri sabit çene üzerine indirilerek mengene korunur.



Şekil 9.6: Mengenede tokmakla ve çekiçle eğme bükme

- **Düzeltme Parçası Kullanarak Mengenede Eğme Bükme**

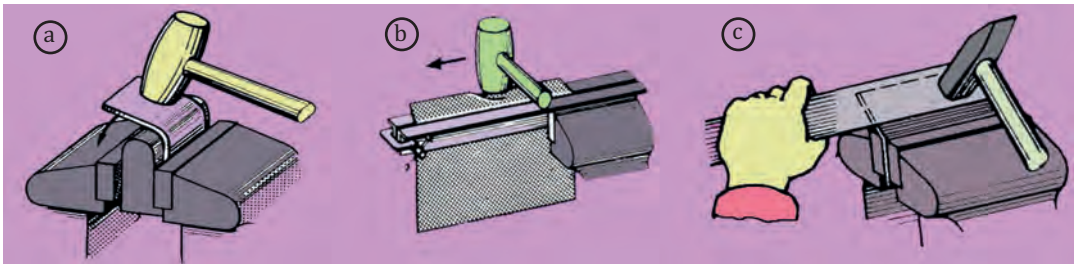
  Kısa parçaların eğilmesinde düzgün yüzey elde edilebilmesi ve parça yüzeyinde iz meydana gelmemesi için düzeltme parçası kullanılır (Şekil 9.7.a).

- **Geniş Gereçlerin Mengene ile Bükülmesi**

  Geniş ve kısa malzemelerde katlanma oluşmaması için bir defada eğme yapılmaması gerekir. Sac malzeme istenilen açıya gelene kadar mengenede kademeli olarak bükülür (Şekil 9.7.b).

- **Mengenede Kalıp ile Bükme**

  Kalıp sac parçalara belirli şekillerin verilebilmesi için uygulanır. Seri işlem yapılması istenen yerlerde kalıp kullanılır. Daha önceden hazırlanan kalıp ve sac malzeme mengeneye birlikte bağlanır. Sac malzeme kalıbın şeklini alacak şekilde eğme işlemi yapılır. Yüzey düzeltme takozu ile yüzey düz hâle getirilir (Şekil 9.7.c).

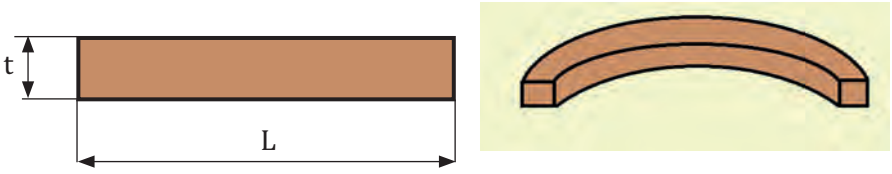


Şekil 9.7: Bükme yöntemleri

- **Mengenede Parçayı Kılıcına Bükme**

  Dikdörtgen kesitli lama malzemeler olup incelendiğinde hangi tarafa daha kolay bükme yapılabileceği kolaylıkla belirlenebilir.

  Lamayı ortasına yakın kısımdan bükmek için daha az kuvvet uygulanırken orta kısmından uçlara gidildikçe daha çok kuvvet uygulanması gerekir (Şekil 9.8).



Şekil 9.8: Kılıcına bükme

El ile kılıcına bükme işlemi el aletleri kullanılarak gerçekleştirilir.

- **Profiller Arasından Parça Çıkararak Eğme Bükme**

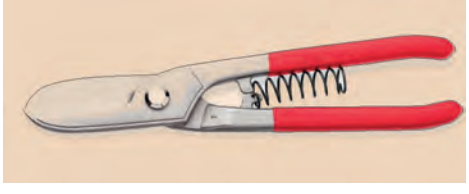
  Profiller köşeli veya yay oluşturacak şekilde büküldüğünde profilin iç kısmında basma oluştuğu için ezilme, yanlarda ise yayılma meydana gelir. Profiller Şekil 9.9'da görüldüğü gibi köşeli bükülmek istendiğinde bükme bölgesinin iç kısmından parça çıkarılır. Kalıp kullanılarak bükme makinelerinde ezilmeden bükülür (Şekil 9.9).



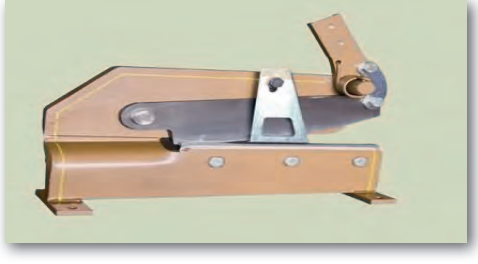
Şekil 9.9: Profiller arasından parça çıkararak eğme bükme

1.5. Sac Malzemeleri Kesme

Kesici aletler kullanarak sac malzemeyi parçalara ayırma işlemidir. Saclar, el aletleri veya makinelerle talaşlı ve talaşsız kesilebilir. Makasla kesme, belirli kalınlıklardaki şerit veya levha sacların talaş kaldırmadan istenilen biçim ve ölçülere getirilmesi işlemidir. Kesme yöntemi malzemenin ve işin özelliğine göre belirlenir.



Görsel 9.1: Tenekeci makası (sac makası)



Görsel 9.2: Kollu makas

- **Tenekeci Makası (Sac Makası)**

  Kalınlığı 1 mm'ye kadar olan ince sac malzemelerin kesilmesinde kullanılır. Makasların düz ve eğri ağızlı olmak üzere iki çeşidi vardır. Sacların dairesel olarak kesilmesinde eğri ağızlı makaslar kullanılır. El makaslarının sacı rahatça kesebilmeleri kesici ağızlarının uygun açılarda bilenmesine bağlıdır. Bu nedenle kesme açıları taşlama makinesinde bileme yapılarak oluşturulur (Görsel 9.1).

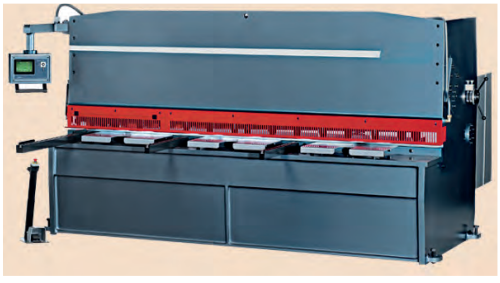
- **Kollu Makas**

  1–2 mm'lik saclar, kollu makaslarla kesilebilir. Masa tipi ve yer tipi olarak üretilen kollu makaslar, sacın üzerinde nokta nokta ilerleyerek kesme yapar (Görsel 9.2).

- **Elektrikli (Titreşimli) El Makası**
  İnce sac malzemelerin kesilmesi için kullanılan elektrikli el makasının kesici ağzı, titreşim yaparak çalışır. Elektrikle çalıştığı için kesme işlemi kolaylaşır ve düzgün kesme yapılabilir (Görsel 9.3).
- **Sac Levha Makası (Giyotin)**
  Bir elektrik motorunun yardımıyla çalışan giyotin, sac parçaların seri ve düzgün olarak kesilmesinde kullanılır. Sac parçası, ağır olan üst kesici ağzın belirlenen noktasına düşmesi ile kesilir (Görsel 9.4).



Görsel 9.3: Elektrikli (titreşimli) el makası



Görsel 9.4: Sac levha makası (giyotin)

1.6. Perçin

Perçin, iki parçayı tahribatsız sökülemeyecek şekilde birbirine birleştiren bir bağlantı elemanıdır. Bir başı hazır, diğer başı bağlantı yerinde oluşturulur. Basit el takımları ile perçinleme yapılabilir fakat bu yöntem zaman alır. Perçin tabancası ile çok sayıda ve seri perçinleme yapılabilir. Kaynaklı birleştirme ya da diğer birleştirme yöntemlerinin kullanılamadığı ince, aynı veya farklı cins metallerin, metal olmayan veya biri metal diğeri metal olmayan parçaların birleştirilmesinde kullanılır.

1.6.1. Perçinlerin Sınıflandırılması

Perçinler üretildikleri malzemeye, kullanım yerlerine ve baş biçimlerine göre sınıflandırılır (Tablo 9.2).

Tablo 9.2: Perçin Çeşitleri

Malzemesine göre	Kullanım yerlerine göre	Perçin başı biçimlerine göre
• Çelik perçin • Bakır perçin • Alüminyum perçin • Alaşımlı perçinler	• Çelik inşaat perçinleri • Kazan perçinleri • Lokomotif perçinleri • Diğer perçinler (mutfak eşyası, fren balatası perçini vb.)	• Yuvarlak başlı perçin • Mercimek başlı perçin • Havşa başlı perçin • Silindirik başlı perçin • Konik başlı perçin • Mercimek havşa başlı perçin

Kullanılacak malzeme ve perçin başı, perçinleme yapılacak yerin özelliğine göre seçilir. Perçin başı biçimleri aşağıda sıralanmıştır (Şekil 9.10).

- **Yuvarlak Başlı Perçin**

  Perçin başı yarım yuvarlak olduğu için bu isimle anılır. Perçin çapına göre başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir.
- **Mercimek Başlı Perçin**

  Perçin başı yarım yuvarlaktır. Yarım yuvarlak kısmı şekilde görüldüğü gibi yuvarlak başlı perçine göre daha incedir. Özellikle ince kesitli parçalarda kullanılırlar. Perçin başı çıkıntısının az olması bir avantajdır.

- **Havşa Başlı Perçin**

  Perçin başı düz ve havşalıdır. Perçin başının perçinlenecek yüzeyde çıkıntı yapması istenmiyorsa parçada bu tür perçinler kullanılır. Perçin deliğine havşa açılır.

- **Silindirik Başlı Perçin**

  Perçin başı silindirik biçimdedir. Genellikle sacların perçinlemesinde kullanılır.

- **Konik Başlı Perçin**

  Bu tür perçinler kolay takılabilmeleri için baş kısımları konik olarak üretilir.

- **Mercimek Başlı Havşa Perçin**

  Yarım yuvarlak kısmın yarısı havşa şeklindedir. Perçinli birleştirmenin yuvarlak başlı perçin kadar sağlam olması ama perçin başının fazla çıkıntı yapmaması istenen yerlerde kullanılır. Perçin deliğine havşa açılır.



Yuvarlak başlı perçin | Mercimek başlı perçin | Havşa başlı perçin | Silindirik başlı perçin | Konik başlı perçin | Mercimek-havşa başlı perçin

Şekil 9.10: Perçinlerin baş şekline göre sınıflandırılması

1.6.2. Perçinlemenin Yapılması

Perçinleme belli işlem basamakları izlenerek yapılır. Bu işlemler şunlardır.

- **Perçin Deliklerinin Oluşturulması**

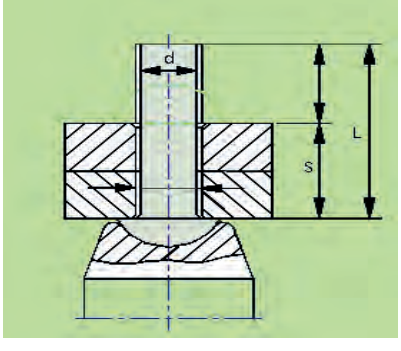
  Perçin yapmak için ilk olarak malzemenin perçin çapına uygun şekilde delinmesi gerekir. Perçinleme yapılacak parçaların deliklerinin eksenden kaçmaması için markalama dikkatli yapılmalıdır. Bu nedenle parçaların tek tek delinmek yerine birlikte delinmeleri daha uygun olur. Çapı 10 mm'den küçük perçinlerde 0,5 mm, 10 mm'den büyük perçinlerde 1 mm büyük delik açılır. Örneğin 9 mm çapındaki perçin için açılacak delik 9+0,5= 9,5 mm olur. Perçin çapı 12 mm olan perçin için açılacak delik 12+1=13 mm olur. Deliklere perçin başlarının olduğu tarafta hafif havşa açılır. Havşa başlı perçin için, perçin başının ölçüsüne göre havşa açılır.

  Örnek: Bir sac malzeme 8 mm'lik perçin ile birleştirilecekse perçin çapı 10 mm'den küçük olduğu için perçin delik çapı **8+0,5= 8,5 mm** olur.

- **Perçin Boyunun Bulunması**

  Perçinleme işleminde tam bir kapama başı oluşturulması için perçin boyunun bilinmesi gerekir. Perçinleme işlemi yapılacak parçanın kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Perçin boyunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır (Şekil 9.11).

  L: Perçin boyu
  S: Perçinlenecek parça kalınlıklarının toplamı
  d: Perçin çapı
  1,5: Sabit kat sayı
  L= S+(1,5xd)



Şekil 9.11: Perçin boyu hesabı

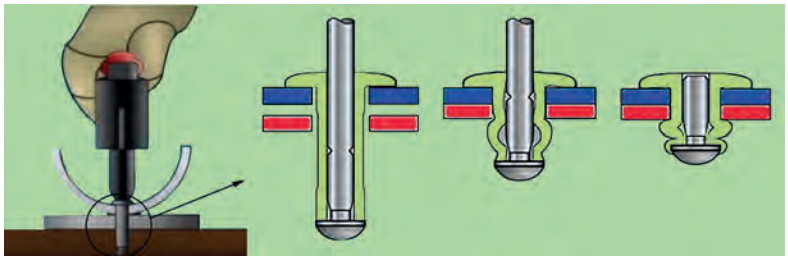
Örnek: Kalınlıkları 3 mm olan iki sac parça, 3 mm çapa sahip bir perçinle birleştirilmek isteniyor.
Perçin boyu ne olmalıdır?
L= S+(1,5xd) formülünde verilenler yerine yazılırsa:
L= 3+3+(1,5x3)
L= 6+(4,5)= 10,5 mm bulunur.

- **Perçinlemenin Yapılışı**

  Perçinler, kesilme gerilmesine maruz kalan makine elemanlarıdır. Bu nedenle perçinlemek için en az iki perçin kullanılır. Perçinleme işlemi iki temel eksende yapılır. Birincisi sağlamlık ve dayanım isteyen birleştirmeler için içi dolu, ham maddesi yumuşak demir ve alaşımlarından oluşan perçin kullanılarak çekiçleme ile yapılan perçinlemedir. Diğeri pop perçin adı verilen alüminyum alaşımlarından yapılan ve perçin tabancası kullanılarak uygulanan perçinleme işlemidir.

- **Pop Perçin (Kör Perçin) ile Perçinleme İşlemi**

  Birden fazla parçanın malzemede tahribat yapmadan sökülemez şekilde birbirine bağlanması ve sabitlenmesi için kullanılan bağlantı elemanıdır. Pop perçinin perçinleme yapılacak malzemenin arka kısmına ulaşması gerekmediği için kör perçin olarak da adlandırılır. Pop perçin, alüminyum gövdeden ve kaplamalı çelik çividen oluşur (Şekil 9.12). Sac parçanın boydan boya delinerek iki taraflı perçin başı oluşturulamayacağı küçük çaplı perçinleme işlemlerinde pop perçin tabancası kullanılır (Görsel 9.5).



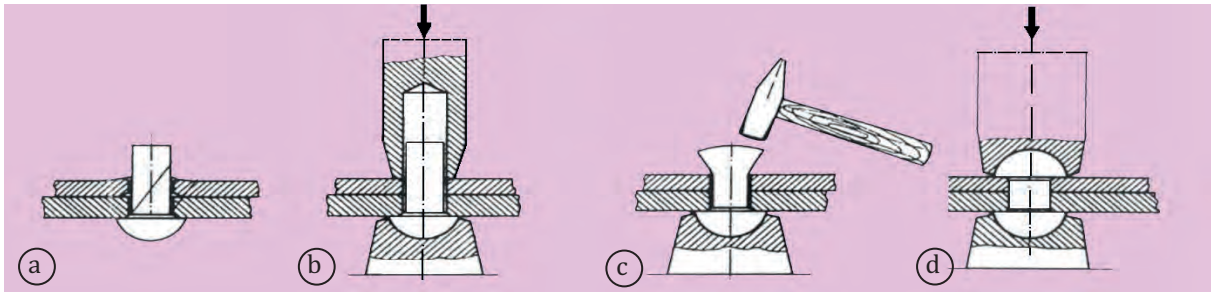
Şekil 9.12: Pop perçinin (kör perçin) yapılışı



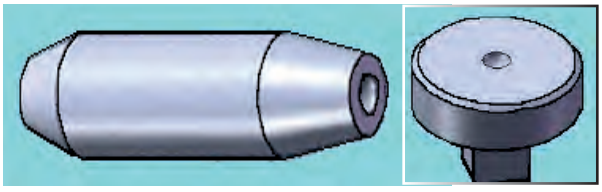
Görsel 9.5: Pop perçin aleti (tabancası)

- **Döverek Perçinleme İşlemi**

  Perçinle birleştirilecek parçalar birlikte delinir ve deliğe perçin geçirilir (Şekil 9.13.a). Perçin yuvası sac malzemenin altına konularak perçin başı üzerine yerleştirilir. Çektirme kalıbı ile perçin ile parça arasındaki boşluk alınır (Şekil 9.13.b). Çekiçle perçine vurularak perçin parça üzerine yayılır (Şekil 9.13.c). Üst yuva ile perçin başı biçimlendirilir (Şekil 9.13.d).



Şekil 9.13: Döverek perçin başını oluşturma



Şekil 9.14: Perçinleme takımları

Döverek perçinlemede çekiç ve perçin çektirmesi kullanılır. Perçin boyutu ve malzemesine göre kullanılacak çekicin ağırlığı değişir. Perçin çektirmesi ise perçinleme işlemi uygulanacak parçaların yüzeylerini birbirine yaklaştırmak ve perçini çektirerek yerine oturtmak için kullanılır (Şekil 9.14).

1.6.3. Perçinli Birleştirme Çeşitleri

Perçinleme yapılacak parçalar; sızdırmazlık, sağlamlık vb. durumları dikkate alınarak değişik şekillerde birleştirilir (Şekil 9.15).

- **Bindirmeli Perçinleme**

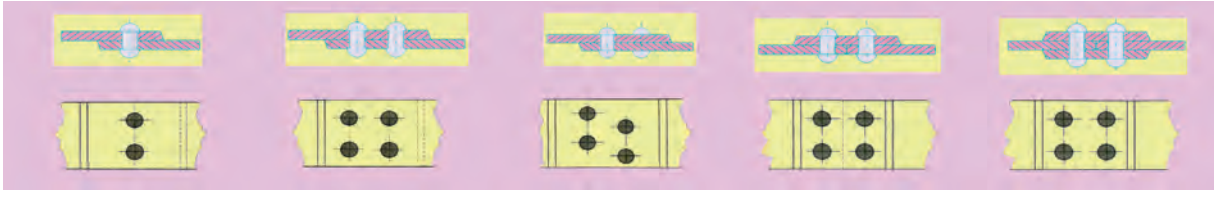
En fazla kullanılan perçinli birleştirme çeşitleri şunlardır.

a) Tek sıralı bindirmeli perçinleme
b) Çift sıralı bindirmeli perçinleme
c) Çift sıralı zikzaklı bindirmeli perçinleme.

- **Yamalı Perçinleme**

Perçinleme işleminde sızdırmazlık istendiğinde tercih edilen yöntemdir. Çeşitleri şunlardır.

a) Tek yamalı perçinleme
b) Çift yamalı perçinleme.



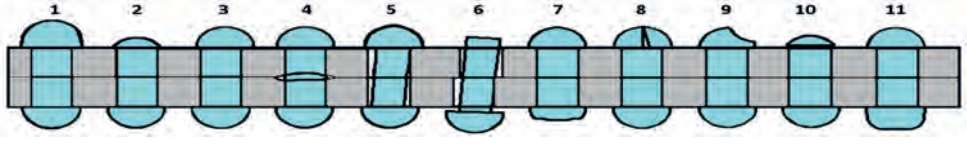
Tek sıralı bindirmeli perçinleme | Çift sıralı bindirmeli perçinleme | Çift sıralı zikzaklı bindirmeli perçinleme | Tek yamalı perçinleme | Çift yamalı perçinleme

Şekil 9.15: Bindirmeli ve yamalı perçinleme çeşitleri

1.6.4. Perçinli Birleştirmede Meydana Gelen Hatalar

Perçinli birleştirmede meydana gelebilecek hatalar Şekil 9.16'da gösterilmiştir. Bu hataların oluşum nedenleri ile ilgili açıklamalar aşağıda sırayla verilmiştir.

1. Perçin boyu uzun seçildiği için perçin başı büyük oluşmuş.
2. Perçin boyu kısa seçildiği için perçin başı eksik oluşmuş.
3. Hatalı çekiçlemeden dolayı perçin başı eksenden kaymış.
4. Perçin çektirmesi kullanılmadığı için parçalar ayrılmış.
5. Delik çapı büyük delindiği için perçinde eğilme meydana gelmiş.
6. Delikler eş merkezli delinmediği için perçin deliğe dik bir şekilde oturmamış.
7. Alt perçin yuvası doğru kullanılmadığı için perçin başı ezilmiş.
8. Çekicin yanlış kullanımı sonucu perçin başı çatlamış.
9. Çekicin yanlış kullanımı sonucu perçin başında ezilme meydana gelmiş.
10. Çekicin yanlış kullanımı nedeniyle perçin boyu kısa olmuş, üst perçin yuvası kullanılmamış.
11. Alt perçin yuvası büyük seçildiği için perçin hazır baş tarafından şişmiş.



Şekil 9.16: Perçinli birleştirme hataları

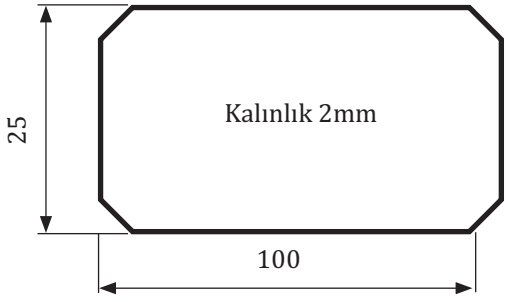
9.1. SAC PARÇASINI MENGENEDE ŞEKİLLENDİRME

Amaç: Sac parçasını mengenede bükmek.

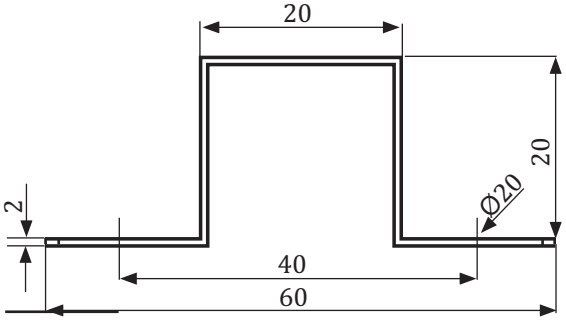
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Sac levha		1 adet
Gönye		1 adet
Çizecek		1 adet
Çelik cetvel	Metrik	1 adet
Kaportacı makası		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 9.17: Bükülmeden önceki sac (açınım boyu)



Şekil 9.18: Bükülmüş sac

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=28047

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bükme işleminden önce malzemenin açınım boyu hesaplanır (Şekil 9.17).
4. Parça, resimde belirtilen ölçülere göre markalanır.
5. Markalanan şeklin açınım boyu ölçüsüne göre tekniğine uygun kesilir.
6. Açınım boyuna göre kesilen parça, eğelenir. Köşelere pah kırılır.
7. Markalama çizgisi, mengenenin bükme köşesine gelecek şekilde parça mengeneye bağlanır.
8. Mengeneye bağlanan parça bükülür (Şekil 9.18).

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Parçanın doğru markalanması	20	
5.	Açınım boyunun hesaplanması	20	
6.	Parçanın doğru şekilde bükülmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

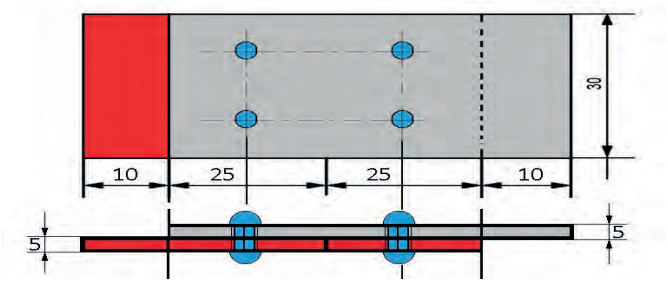
9.2. SAC PARÇASINI PERÇİNLE BİRLEŞTİRME

Amaç: Sac parçasına bindirmeli perçinleme yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Çelik cetvel		1 adet
5x12 mm mercimek başlı perçin	Alüminyum	4 adet
DKP sac	60x30x2 mm	1 adet
Çizecek		1 adet
Eğe		1 adet
Tel fırça		1 adet
Perçin çekici		1 adet
Sütunlu matkap tezgâhı		1 adet
Matkap ucu	Çap 5,5 mm	1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 9.19: Bindirmeli perçinleme

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Parça resimdeki ölçülere göre markalanır.
4. Parça resimdeki ölçülere göre kesilir.
5. Delik çapı ve perçin boyu bulunur.
6. Parça resimdeki ölçülere göre uygun matkapla delinir.
7. Parçalar uygun şekilde üst üste getirilerek perçinlenir.
8. Parça tel fırça ve eğe kullanılarak temizlenir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Markalamanın doğru yapılması	10	
5.	Sac parçaların doğru kesilmesi	20	
6.	Deliklerin doğru delinmesi	10	
7.	Perçinlemenin doğru yapılması	20	
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24446

2. PLASTİK BORULARI BİRLEŞTİRME

Plastik borular, polietilen ham maddesi üzerinde yapılan bazı işlemler sayesinde sıcağa ve basınca karşı daha dayanıklı hâle getirilebilir. Bu özellikleri, plastik boruların kullanım alanlarını ve yaygınlığını gün geçtikçe artırmaktadır.

Galvaniz ve siyah çelik boruların yerine günümüzde bazı alanlarda plastik ve bakır borular kullanılmaktadır. Temel malzemesi plastik olan polipropilen (PP), polietilen (PE) ve polivinil klorür (PVC) borular, su tesisatlarında kullanılır hâle gelmiştir. Isıtma sistemleri ve temiz su tesisatında en yaygın kullanılan borular, polipropilen (PP) malzemeden üretilenlerdir. Bu borular, uzama kat sayıları fazla olduğu için ısıya maruz kaldıklarında sarkma ve genleşmeye uğrar. Bunun önüne geçmek için ısıtma tesisatlarında bu boruların alüminyum folyo kaplı olanları kullanılır. Beyaz, gri, yeşil, mavi gibi renklerde üretilebilirler. Çelik borular, iç çaplarına göre ve inç ölçü sistemiyle plastik borular ise dış çaplarına göre ve metrik ölçü sistemine göre adlandırılır. Dış çapı PP borularla aynı olan çelik boruların iç çapı, PP borulardan bir çap küçüktür (Tablo 9.3).

Tablo 9.3: Plastik ve Çelik Boru Çaplarının Karşılaştırılması

İnç	Polipropilen PPRC	Çelik Boru
(Parmak)	(mm)	(mm)
1/2	20	15
1/4	25	20
1”	32	25
$1^{1/4}$	40	32
$1^{1/2}$	50	40
2	63	50

2.1. Plastik Boruların Malzeme Özelliğine Göre Sınıflandırılması

Plastik borular malzeme özelliğine göre şu şekilde sınıflandırılır.

LDPE: Alçak yoğunluklu polietilen

HDPE: Yüksek yoğunluklu polietilen

PP: Polipropilen

PVC-U: Polivinil klorür, sert

PE-X: Çapraz bağlı polietilen

2.2. Plastik Boruların Avantajları

Plastik boruların hafifliği, kullanım ve taşıma kolaylığı, döşeme esnasındaki hareket kabiliyeti önemli bir avantaj sağlar. Esnektir ve yer hareketlerine dayanıklıdır. Plastik boruların kaynakla birleştirilmesi kolaydır ve önemli ölçüde malzeme ve zaman tasarrufu sağlar. Ayrıca PE boru hatlarında kaynak noktaları son derecece sağlamdır. Dayanıklı ve kimyasal etkilere ve çatlamaya karşı dirençli olması, basınç altında ek yerlerinden çıkma ve kopma yaşanmaması, sızıntı ihtimalini ortadan kaldırır. Korozyon oluşmaz, sürtünme düşük ve içyapısının pürüzsüz oluşu nedeniyle kireç ve pislik tutmaz. Soğuk suda 20 Atü, sıcak suda 10 Atü basınçta uzun yıllar problem çıkarmadan kullanılabilir.

2.3. Plastik Boruların Dezavantajları

Plastik boruların üstün özelliklerinin yanı sıra UV ışını dayanımının az olması, yüksek termal genleşme göstermesi, boya ve kaplamasının zor olması, dış hava şartlarına dayanımının düşüklüğü gibi önemli dezavantajları vardır. Klor içeren solventlerle etkileşime giren plastik borular, yanıcı olmaları nedeniyle yangında tehdit oluşturur. Plastik boruların yapısı, 100 °C'de suyun buharlaşma sıcaklığından sonra bozulduğu için sağlık açısından da tehlike oluşturur.

2.4. Plastik Boru Ek Parçaları (Fittings)

Borularda boru yönünü ve çapını değiştirmeye, boruyu sonlandırmaya yarayan parçalara ek parçalar (fitting) denir. Bunların bir kısmı, çelik borulardan PPRC'ye geçişte veya bu boruların son kısımlarında armatür vb. bağlantısını dişli bağlantıya dönüştürmek amacıyla kullanılır. Boru ekleme parçaları, dişli ve dişsiz olmak üzere iki gruba ayrılır. Dişli olanların bağlantı noktasında diş vardır ve bu dişler sayesinde birbirleri ile birleştirilirler. Dişsiz olanların bağlantısı füzyon kaynak makinesi aracılığı ile yapılır (Görsel 9.6; 9.7).



Görsel 9.6: Plastik boru ek parçaları

- **Dirsek:** Tesisatta yön değiştirme gereken yerlerde kullanılır. Köşe dönüşlerinde (90° ise) kapalı dirsek, açık dönüşlerde ise 45° dirsekler kullanılır.
- **T:** Boru hattından kol almaya yarar. Belirli çapta gelen borudan farklı çaplarda kol almak için
- kullanılan parçaya ise inegal T denir. Böylece aynı zamanda redüksiyon vazifesi de görmüş olur.
- **Redüksiyon:** Büyük çaplı borudan küçük çaplıya geçişte kullanılan yani çap küçültmeye yarayan bir bağlantı elemanıdır.
- **Manşon:** Boruları birbirine eklemek için kullanılan parçaya denir.
- **Kavis:** İki borunun çapraz (birbirlerine dik) olarak kesiştikleri yerlerde boru geçişlerine müsaade etmek için kullanılan bir malzemedir. Boru atlama manşonu veya köprü olarak da bilinir.
- **Kapama Başlığı:** Daha sonra devam edecek boru hattını geçici olarak kapatmak veya iptal edilen boruların ağızlarını körlemek için kullanılan tesisat elemanıdır.
- **Kör Tapa:** Tesisattaki su kullanma ağızlarını kapatarak test yapma imkânı veren veya kullanılmayacak kısımlara bağlanarak (sıkılarak) iptal edilmesini sağlayan malzemedir.
- **İstavroz:** Tesisattaki su kullanma ağız sayısını arttırmaya yarar.



Görsel 9.7: Plastik boru ek parçaları dişli tip

2.5. Plastik Boruların Kesilmesi

Plastik borular birçok farklı aletle kesilebilir.

2.5.1. Plastik Boruların Boru Makası ile Kesilmesi

Boru makası, plastik boruları kesmede kullanılan penseye benzer bir kesme aletidir. Dikkatlice markalanan plastik borularda boru makası, boru eksenine dik şekilde yerleştirilir. Makasın kolları elle sıkılarak kesme yapılır. Her sıkmada kesici ağız bir miktar ilerler. Kol bırakıldığında geri gelmez. Kesme doğrultusuna dikkat edilir. Makasın kesici ağızları kollar tam olarak açıldığında eski hâlini alır. Kullanım sonrası ağız kapalı hâlde emniyete alınmalıdır (Görsel 9.8.a).

2.5.2. Plastik Boru Kesici (Giyotin Tipi)

Büyük çaplı boruların kesilmesinde kullanılır (Görsel 9.8.b).



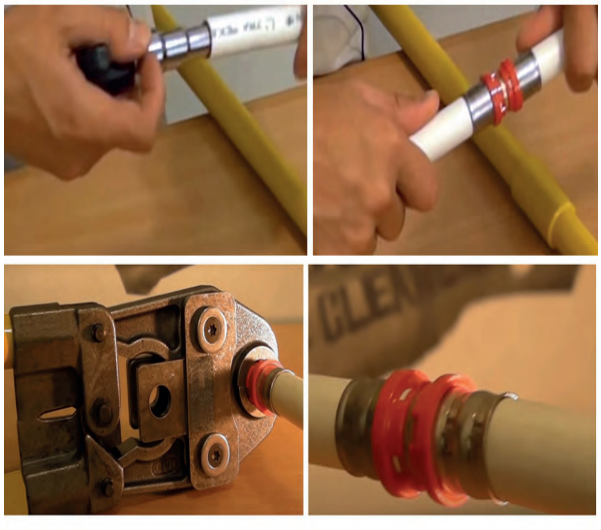
Görsel 9.8: Boruların kesilmesi

2.6. Polietilen Boruların Birleştirilmesi

Plastik borular; rakorlu birleştirme, presli birleştirme ve füzyon kaynak makinesi ile birleştirme olmak üzere üç farklı yöntemle birleştirilebilir.

2.6.1. Polietilen Boruların Presli Birleştirilmesi

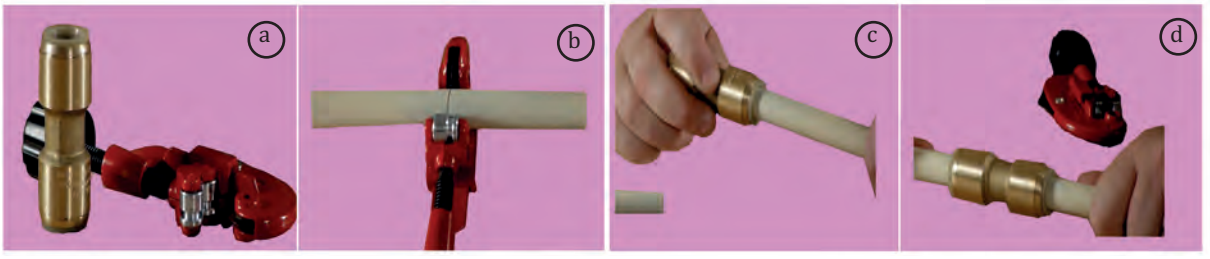
Ekleme parçaları boru dış yüzeyine geçirildikten sonra pres pensesi yardımıyla sıkıştırılır. Sıkıştırılan yüzeyde bombe oluşur (Görsel 9.9).



Görsel 9.9: Polietilen boruların presli birleştirilmesi

2.6.2. Rakorlu Birleştirme

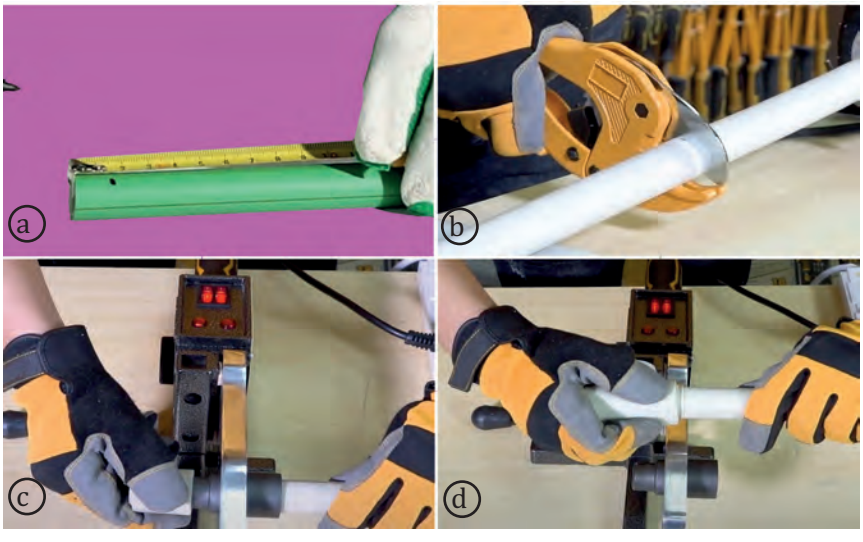
Boru, düzgün bir şekilde (90°) boru makası ile kesilir ve uçları kılavuz ile düzeltilir. Borunun birleştirilecek ucu iyice temizlenmelidir. Borunun ucu fittings içerisine geçirilerek segman görününceye kadar itilir. Borunun yerine oturup oturmadığı pres yüksüğündeki deliklerden kontrol edilir. Çelik pres yüksüğü, transparan plastik körüğe dayandırılarak pres aleti, çelik yüksüğün üzerine tam oturacak şekilde yerleştirilir. Sıkma aparatının çenelerinin arasına bağlantı düzgün bir şekilde yerleştirilir. Preslemenin doğru yapıldığı, yüksük çevresi boyunca eşit halkalar şeklinde presleme izlerinin görülmesinden anlaşılır (Görsel 9.10).



Görsel 9.10: Polietilen boruların rakorlu birleştirilmesi

2.6.3. Füzyon Kaynak Makinesi ile Birleştirme

Polipropilen boruların birleştirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri de füzyon kaynak makinesi ile yapılan birleştirmedir. Boru ve ekleme parçaları, aynı malzemeden imal edilir. Boruların elektro füzyon kaynak makinesi ile birleştirilmelerinde ısıdan yararlanılır. Boru ve bağlantı parçaları belli bir sürede ve sıcaklıkta (normal şartlarda 260 °C) ısıtılıp eritilir. Eriyen boru ve bağlantı parçası kaynaşır ve soğuduğunda tek bir parça hâlini alır. Her boru çapına uygun lokma vardır. Dış lokma ile ekleme parçası, iç lokma ile borunun ucu ısıtılır. Isıtılan bu iki parça birleştirilerek soğuması beklenir. Daha sonra füzyon kaynak makinesinin, makine çalıştırma düğmesi kapatılır. Kaynak makinesinin fişi çekilerek kaynak makinesinin soğuması beklenir. Makine soğuduktan sonra lokmalar çıkarılır, düzgünce yerine konur. Soğuyan füzyon kaynak makinesinin kablosu toplanarak kutusuna yerleştirilir. Boru makası ve metre de makinenin kutusuna yerleştirilerek kaldırılır (Görsel 9.11).



Görsel 9.11: Polietilen boruların füzyon kaynak makinesi ile birleştirilmesi

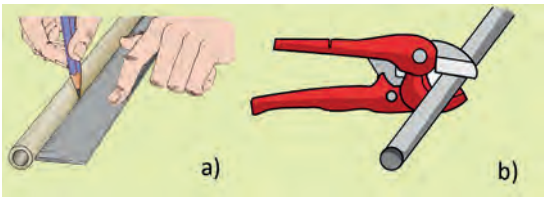
9.3. PLASTİK BORULARI KAYNAKLA BİRLEŞTİRME

Amaç: Polipropilen Ø20 boruyu ve bağlantı parçasını füzyon kaynak makinesi ile birleştirmek.

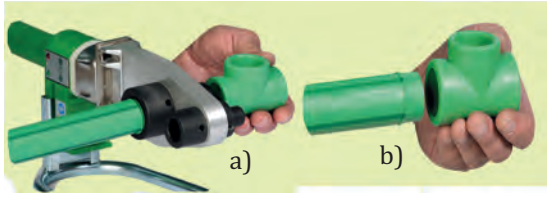
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
PPRC boru	Ø20	1 adet
Plastik boru makası		1 adet
Çelik cetvel veya şerit metre		1 adet
Kırmızı kurşun kalem		1 adet
Füzyon kaynak makinesi		1 adet
Ek parçaları		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 9.20: Plastik boruyu ölçme ve kesme



Görsel 9.12: Boruyu plastik kaynak makinesinde ısıtma ve birleştirme

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24447

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Kullanılacak borular, çaplarına uygun olarak seçilir.
4. Kullanılacak borunun ölçüsü, gerekli malzemeler (kırmızı kalem, metre) kullanılarak alınır (Şekil 9.20.a).
5. Borunun işaretlenen yeri, boru makası bıçağına dik olacak şekilde yerleştirilir.
6. Boru kesme makası kesme yapılacak çizgi üzerinde sabitlenir ve plastik boru kesilir (Şekil 9.20.b).
7. Plastik boru kaynak makinesine (füzyon makinesinin) birleştirilecek boru çapına uygun lokma takılır.
8. Isınması için plastik boru kaynak makinesinin fişi, topraklı elektrik prize takılır.
9. Plastik boru kaynak makinesi sabitleme sehpasına yerleştirilir.
10. Makine, yeterli sıcaklığa erişip ışık söndüğünde boru ve bağlantı parçası lokmaya takılır.
11. Boru çapına göre kaynak paftasında bekletilen bağlantı malzemesi ve boru, 10 saniye tutulup uygun sıcaklığa gelince çıkartılır (Görsel 9.12).
12. Boru ve bağlantı malzemesi aynı eksene getirilir. Yapışma gerçekleşene dek 30-40 saniye baskı altında bekletilir. Bu süreçte boru ve bağlantı barçası oynatılmaz.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Parçanın doğru ölçülmesi	20	
4.	Parçanın doğru kesilmesi	20	
5.	Parçanın tekniğine uygun birleştirilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	20	
	TOPLAM	100	

3. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI BİRLEŞTİRME

Gemilerin işletilmesini sağlayan donanımların iç yapısında ve donanımlar arasındaki bağlantılarda çelik, plastik, bakır ve alümünyum gibi malzemelerden üretilen borular kullanılır. Malzemelerin temel özellikleri boruların kullanım alanlarını belirler.

3.1. Bakır ve Alüminyum Boruların Özellikleri

Kolay şekillendirilebildiği ve birleştirilebildiği için işçiliği hızlı ve ekonomik olan bakırın en bilinen özelliği ısı ve elektrik akımını iyi iletmesidir. Korozyona karşı dayanıklıdır. Boru birleştirme noktalarında sızıntı meydana gelmez. Bu nedenle ısıtma, soğutma ve iklimlendirme endüstrisinin en önemli malzemesi bakırdır. Buna nazaran alüminyum boruların iletkenliği bir avantaj olsa da, kolay şekillendirilememesi ve birleştirmedeki zorluklar nedeniyle kısıtlı kullanım alanına sahiptir. Kondenser, iç serpantin ve evaporatör imalatında sıklıkla kullanılır.

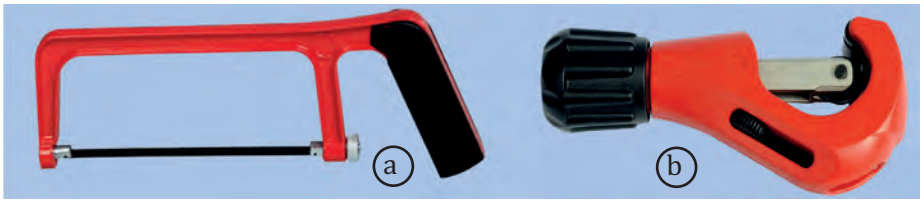
Soğutma sektöründe kullanılan bakır ve alüminyum borulara **tüp tipi boru** adı verilir. Diş açılamayacak kadar ince bakır ve alüminyum borular, rakorlu şekilde lehim veya sert lehim tekniği kullanılarak birleştirilir.

3.2. Bakır ve Alüminyum Boruların Birleştirilmesinde Kullanılan Takımlar

Bakır boruların, mekanik olarak çözülebilir birleştirilmelerinde aşağıdaki araç gereçler kullanılır.

3.2.1. Kesme İşinde Kullanılan Takımlar

Bakır ve alüminyum boruları kesmek için el tipi boru makasları veya el testeresi kullanılır. El testeresi fazla talaş kaldırdığı ve çok çapaklı kesme yüzeyi oluşturduğu için zorunlu kalınmadıkça tercih edilmemelidir (Görsel 9.13.a). El tipi boru makasları ayarlanarak değişik çap ölçülerindeki boruları kesebilir. Kumpasla çapı, şerit metre ile boyu ölçülerek markalanan boru üzerindeki çizgiye göre makas ayarlanır. Makas üzerindeki tambur sıkıldıkça kesici bıçak boruya ilerler. Kesici bıçağın temas ettiği borunun etrafında makas döndürülür ve tambur da kademeli olarak sıkılarak kesme işlemi tamamlanır (Görsel 9.13.b).



Görsel 9.13: Metal testeresi ile boru kesme makası

3.2.2. Bakır ve Alüminyum Borularda Çapak Alma İşlemi

Testere ile kesilen borularda çapak, boru keskisi ile kesilen bakır ve alüminyum borularda ise çap daralması meydana gelir. Daralan boru çapı basınç düşmelerine, çapak ise akışkan tarafından sisteme taşınarak arızalara neden olur. Bu çapaklar, korozyona açık bir yüzey oluşturacağından özellikle havşalı (rakorlu) tip birleştirmelerde sızdırmazlığın sağlanmasında sorunlara yol açabilir. Bu nedenle çapakların ve çap daralmalarının boruya zarar vermeden giderilmesi gerekir.

- **Rayba ile Çapak Alma İşlemi**

  Boru uç kısmı (içi ve dışı) rayba aleti kullanılarak raybalanır (Görsel 9.14.a).

- **Zımpara ve Sentetik Ped ile Boruların Temizlenmesi**

  Borunun dış yüzeyinde zamanla oluşan oksitlenme, kesme sırasında oluşan oksitlenme ve çapak sağlıklı bir montaj yapılmasını engeller. Bu nedenle bu yüzeylerin zımpara kağıdı veya özel olarak hazırlanmış sentetik ped kullanılarak temizlenmesi gerekir (Görsel 9.14.b).

- **Yuvarlak Tel Fırça ile Çapak Alma İşlemi**

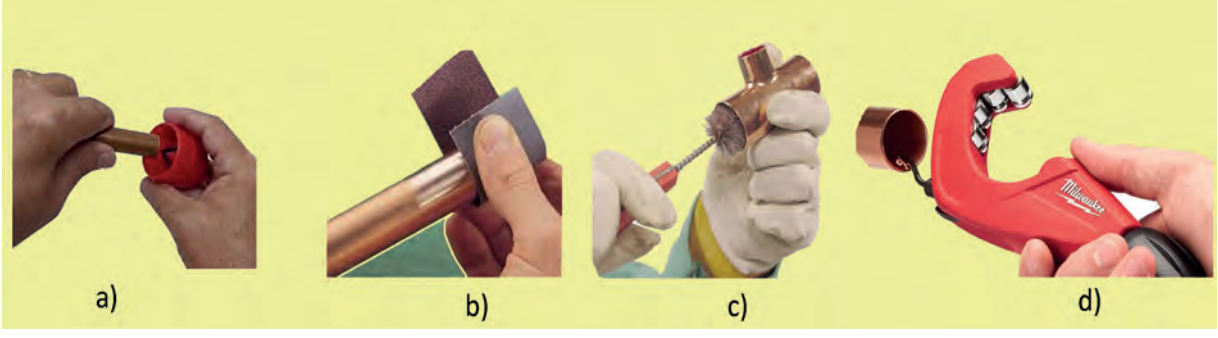
  Çapakların ve oksit tabakalarının temizlenmesi için fırça boru içinde ileri geri ve dairesel hareket ettirilir (Görsel 9.14.c).

- **Boru Keskisi Üzerindeki Rayba ile Çapak Alma İşlemi**

  Boru makasları, kesme işleminde kullanılabildiği gibi üzerinde katlı bulunan rayba yardımıyla çapakların temizlenmesinde de kullanılabilen çok yönlü bir alettir. Rayba boru içine sokularak keskin ağızları yardımıyla çapak alınması sağlanır (Görsel 9.14.d).

- **Yuvarlak Eğe ile Çapak Alma İşlemi**

  İç çapaklar, yuvarlak eğe kullanılarak da boruya zarar vermeden alınabilir. Eğe ile boru içine doğru ve boru eksenine paralel hareketler yapılarak çap daralması tesviye edilir. Eğe çapının boru iç çapından küçük olması gerekir.



Görsel 9.14: Bakır borularda çapak alma işlemi

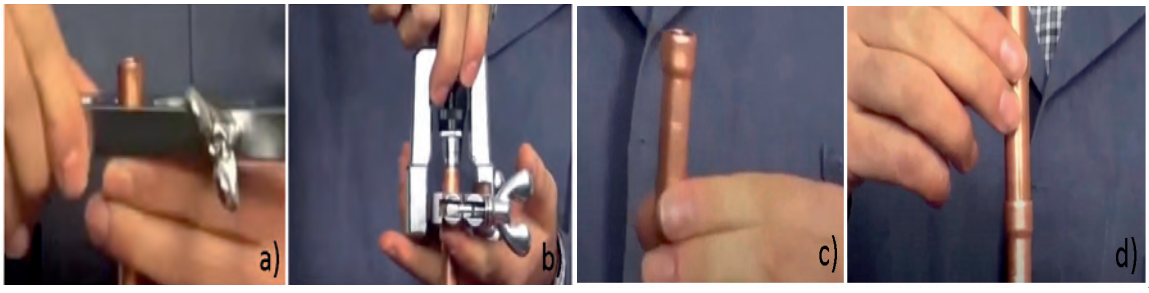
3.2.3. Boruların Muf Açılarak Birleştirilmesi

Çap ölçüleri aynı olan boruların kaynakla birleştirilmesinde kullanılır. Bu nedenle borunun iç çapı, dış çap ölçüsüne kadar genişletilerek boruların birbirinin içine girmesi sağlanır. Bu genişletme işlemine **muf açma** denir. Muf açılırken boru ağzında eksen kaçıklığı oluşmamasına, düzgün ve yeterli uzunlukta genişletme yapılmasına dikkat edilmelidir. Muf açmada kullanılan aletler ve teknikler şunlardır.

- **Bakır Borulara Muf Açmada Kullanılan Takımlar**

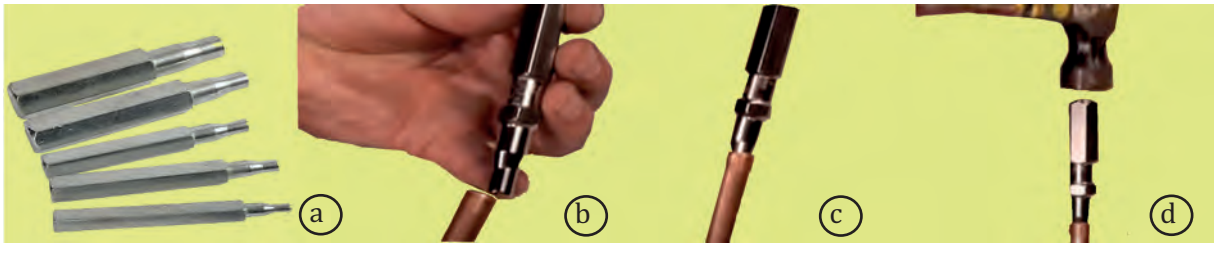
  Muf açılarak şişirilen ve birbirinin içine geçen bakır borular sert lehim yapılarak birleştirilir. Muf açmada zımba kullanılır. Muf açma işlemi, çift kollu muf açma aparatı, vidalı bir aparat (havşa takımı ile) ya da çekiçle zımbaya vurularak yapılır. Borunun muf açılacak olan kısmı yağlanarak sürtünme kuvvetlerinin azaltılması sağlanır.

- **Muf Açma Aparatı Kullanarak Muf Açma**
  Bakır boru, kullanılacağı yere göre ölçülerek kesilir ve raybalanarak çapakları alınır. Bakır boru, uygun çaptaki adaptörle aparata vidalanarak ucu yağlanır. Manivela tipi aparatın kolu 90° açılarak adaptör ucuna boru yerleştirilir. Aparatın kolları kapatılarak muf ağzı oluşturulur (Görsel 9.15).



Görsel 9.15: Aparat kullanarak muf açma işlemi

- **Muf Açma Zımbası Kullanılarak Muf Açma**
  Muf açma zımbası (kademeli genişletme aparatı) boruya uygun bir havşa aparatı ile kullanılır. Zımba, aparat üzerindeki havşa konisine vidalanır. Vida döndürüldüğünde zımba ilerleyerek mufun açılmasını sağlar. Aparat kullanıldığı için düzgün bir muf oluşur, lehim de düzgün çıkar ve sızıntı ihtimali azalır. Görsel 9.16'da basamakları görülen muf açma işleminde zımba çekiçle birlikte kullanılır. Boru ağzına yerleştirilen zımbaya çekiç dikkatlice vurularak muf açılır. Fakat zımba ekseninde oluşacak kayma ve çekiç darbelerindeki farklılıklar düzgün bir muf oluşmasını engelleyebileceği için işlemin çok dikkatli yapılması gerekir.



Görsel 9.16: Muf zımbası kullanılarak muf açma

- **Çift Kollu Muf Açma Aparatı Kullanılarak Muf Açma**
  Lokması yağlanan çift kollu muf açma aparatı boru içerisine yerleştirilir. Kollar itildiğinde lokma kenarlara doğru açılarak boru şişer ve muf açılır. Kol serbest bırakılarak lokma boru içinden çıkarılır (Görsel 9.17).



Görsel 9.17: Çift kollu muf açma aparatı kullanarak muf açmak

3.2.4. Muflu Ara Bağlantı Parçaları

Bakır boru birleştirilirken boru ölçülerine ve tesisata uygun ara bağlantı parçaları bulunur. Birleştirme işlemi düşük sıcaklıklı gümüş lehimler ve oksi-propan, oksi-asetilen hamlaçlarıyla yapılabilir (Görsel 9.18).



Görsel 9.18: Bakır borularda kullanılan muflu ara bağlantı parçaları

3.2.5. Bakır ve Alüminyum Borulara Havşa Açma

Boruların rakorla sökülebilir şekilde birleştirilmesi için 45°lik havşa açılır. Görsel 9.40'da havşa işleminde kullanılan aletler gösterilmiştir. Havşa açma işlemi için borunun ucu yağlanır. Rakor borudan geçirilir. Boru havşa mengenesinin uygun deliğine geçirilerek vidaları sıkılır ve sabitlenir.

Havşa işkencesinin ayakları havşa mengenesine konik ucu ise borunun ucuna gelecek şekilde takılır. Havşa işkencesinin kolu çevrildiğinde konik uç, vida aracılığıyla borunun ucuna doğru hareket eder. Konik uç ve havşa mengenesi arasında şıkışan boruya havşa açılmış olur (Görsel 9.19).



Görsel 9.19: Bakır ve alüminyum borulara havşa işkencesi ile havşa açma

Havşalı boru, birleştirileceği makine veya ara bağlantı parçası üzerindeki yuvası üzerine oturtularak rakor vidalanır. Anahtarla sıkılarak sızdırmaz ve sökülebilir bir bağlantı sağlanır. (Görsel 9.20).



Görsel 9.20: Havşa işleminde kullanılan takımlar

- **Tek Cidarlı ve Çift Cidarlı Havşalama**

  Havşalama genelde tek cidarlı olarak yapılır, ancak bazı durumlarda havşa mukavemetinin artırılması istenir. Örneğin büyük çaplı ve etli borularda, havşanın conta etkisinin artırılması sızdırmazlığın sağlanması için büyük önem taşır. Bu da boruyu özel aparatla ikiye katlayarak havşa açılması işlemidir. Eğer boru çift cidarlı yapılmaz ise tek havşa, aşırı genişleme yüzünden zayıf kalır. Tesisatlarda aşırı titreşim nedeniyle oluşabilecek çatlakların önlenmesinde ve daha sıklıkla sökülüp sıkılan bağlantılarda güvenle kullanılır.

- **Havşalı Birleştirmelerde Kullanılan Bağlantı Parçaları**

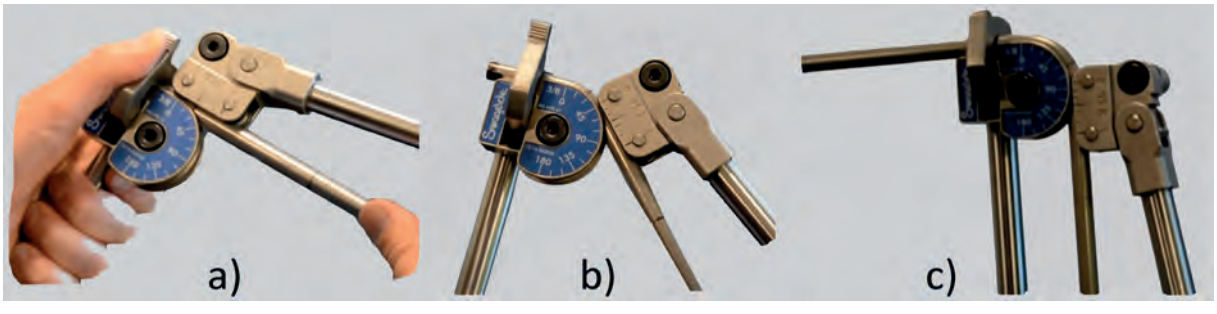
  Boru tesisatları için havşalı bağlantı elemanları; birçok değişik tip, ölçü ve çeşitte üretilir. Bu bağlantı parçaları çoğunlukla kalıpta dövülmüş pirinç malzemeden yapılır ve uç kısımlarına standart 45°lik havşa açılır. Üzerine havşalı somunları tutmaya yarayan vida açılmıştır. Bağlantı parçaları kullanılacak boru ölçüsüne uygun olarak seçilir. Bütün havşalı somunlar, anahtarla kolay sıkılabilmesi için altıgen biçimlidir ve gövdelerinde açıkağız anahtarın uygulanabilmesi için düz yüzey bırakılır (Görsel 9.21).



Görsel 9.21: Havşalı birleştirmelerde kullanılan bağlantı parçaları

3.2.6. Bakır Boruların Bükülmesi

Bakır borunun tesisata uygun bir açı veya yarıçapta bükülmesi gerekir. Bakır boru bükme aparatı içine geçirilir (a). Aparat, üzerindeki açıya göre kollara kuvvet uygulanarak (b) boru istenen ölçüye uygun bükülür (c) (Görsel 9.22).



Görsel 9.22: Bakır boruların bükülmesi

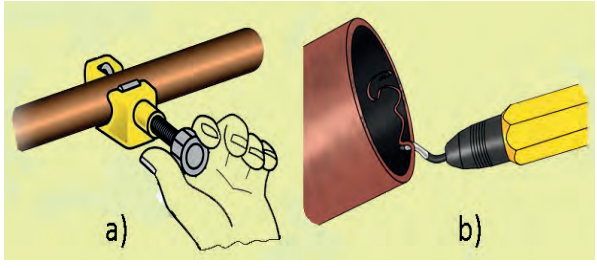
9.4. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME

Amaç: Bakır ve alüminyum boruya havşa açıp rakorla birleştirmek.

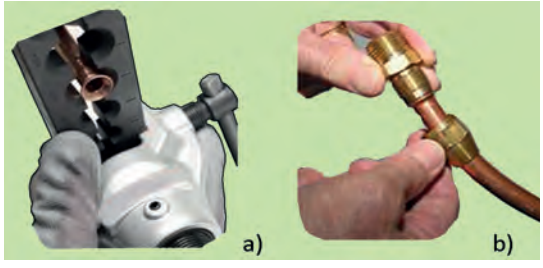
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır boru		1 adet
Bakır boru kesme makası		1 adet
Mengene		1 adet
Boru havşa takımı		1 adet
Rakor ve birleştirme parçası		1 adet
Çapak raybası		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 9.21: Bakır borunun kesilmesi ve çapağının alınması



Görsel 9.23: Bakır boruya havşa açılması ve rakor bağlantılarının yapılması

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bakır boru eksene dik ve 20 cm uzunluğunda kesilir (Şekil 9.21.a).
4. Bakır boru mengenesinin boru çapına uygun nokta sabitlenir. Borunun ucundaki çapaklar temizlenir (Şekil 9.21.b).
5. Mengene üzerinde bakır borunun havşa mesafesi ayarlanır (Görsel 9.23.a).
6. Boru çapına uygun rakor parçası takılır (Görsel 9.23.b).
7. Havşa makinesinin sıkma kolu sıkma yönünde yavaşça çevrilerek havşa yapılır ve kontrol edilir (Görsel 9.44).
8. Açılan havşa, birleştirilecek parça ile örtüşmelidir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Parçanın doğru kesilmesi	20	
4.	Parçanın çapağının alınması	10	
5.	Parçaya havşa açılması	20	
6.	Parçaya parçanın birleştirilmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

9.5. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI PRESLE BİRLEŞTİRME

Amaç: Bakır boruyu presle birleştirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır boru		1 adet
Bakır boru kesme makası		1 adet
Çapak raybası		1 adet
Boru ek parçası		1 adet
Bakır boru pres makinesi		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 9.24: Bakır boruyu presle birleştirme işlemi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bakır boru 20 cm uzunlukta kesilir.
4. Kesilen boru uçlarındaki çapaklar raybayla temizlenir.
5. Uygun ek parça alınır
6. Alınan parçanın içindeki o-ring kontrol edilir.
7. Ek parça boruya takılır.
8. Boru ve ek parça pres makinesiyle sıkılır. Bakır boru preslenerek birleştirilmiş olur.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Parçanın ölçüsünde kesilmesi rayba ile çapağının alınması	10	
5.	Parçanın içindeki o-ringin kontrol edilmesi	10	
6.	Ek parçanın boruya takılması ve pres makinesiyle preslenmesi	20	
7.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

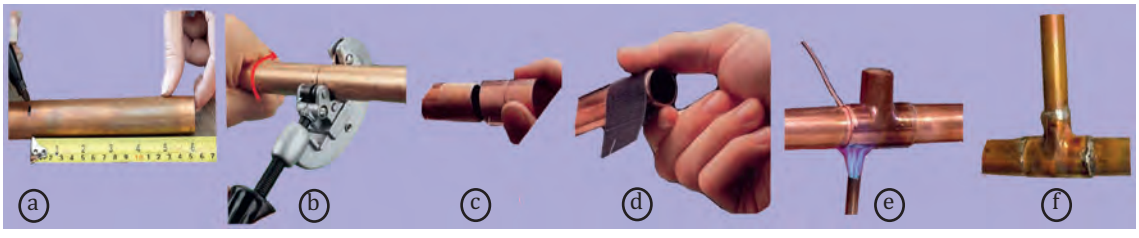
9.6. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME

Amaç: Bakır boruya havşa açıp rakorla birleştirmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır boru		1 adet
Bakır boru kesme makası		1 adet
Mengene		1 adet
Boru havşa takımı		1 adet
Rakor ve birleştirme parçası		1 adet
Oksi-gaz kaynak takımı		1 adet
Dekapan pasta		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 9.25: Bakır boruya havşa açılıp rakorla birleştirme

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bakır boru ölçülür ve markalanır (Görsel 9.25.a).
4. İşaretlenen bakır boru, bakır boru kesme makinesi ile kesilerek çapakları alınır (Görsel 9.25.b).
5. Fittingsler geçici olarak borulara takılır (Görsel 9.25.c).
6. Lehim yapılacak boru dış yüzey ucu ve fittings muflarının iç yüzey uçları, boruya ve fittings çaplarına uygun özel fırçayla temizlenir (Görsel 9.25.d).
7. Borunun temizlenen kısımlarına bir kıl fırça yardımıyla dekapan sürülür. (Dekapan cilde temas ettirilmez). Pasta hâlindeki dekapan kullanılmadan önce iyice karıştırılır (Görsel 9.25.e).
8. Bakır boru oksi-gaz pürmüzü yardımıyla ısıtılıp tekniğine uygun olarak lehimlenir (Görsel 9.25.f).
9. Lehimden hemen sonra ıslak bir bezle veya su ile lehim bölgesi asitten arındırılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Bakır borunun kesilmesi	20	
4.	Bakır borunun ek parçaya alıştırılması ve temizlenmesi	20	
5.	Bakır boruya ek parçanın takılarak lehimlenmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	20	
	TOPLAM	100	

4. ÇELİK BORULARI BİRLEŞTİRME

Çelik boru, tesisat sistemlerinde akışkanı soğuk, sıcak veya kaynar akışkan ve gazları taşıyan, çelik malzemeden yapılan boru çeşididir. Çelik borular hafif, orta ağır, ağır ve kaliteli boru olmak üzere farklı niteliklerde imal edilir. Çelik borular, kaplama ve dikiş durumuna göre çeşitlilik gösterir. Dikişli siyah çelik (demir), dikişsiz siyah çelik (çekme çelik, patent), galvanizli çelik ve gaz borusu gibi isimler alır.

4.1. Çelik Boruların Özellikleri

Dikişli siyah çelik borular, soğuk olarak üretilir. Birleştirilmeleri vidalı, kaynaklı ve flanşlı yapılır. Üzerinde her türlü eğme, bükme ve sıcak işlem yapılabilir. Bu borular, sıva veya toprak altına döşenmez, fakat gerek duyulursa kanal içinde ve gerekli yalıtım yapılarak döşenmelidir.

Dikişsiz siyah çelik borular, sıcak olarak üretilir. Çekme çelik veya patent boru da denir. İnce etli yapıldığı için diş açmaya uygun değildir. Birleştirilmeleri kaynaklı ve kaynaklı flanşlı bağlantı olarak yapılır.

Galvanizli çelik borular, dikişli siyah çelik borunun galvaniz banyosundan geçirilerek kaplanmış hâlidir. Temiz su tesisatlarında kullanılır. Bu borular; ek parçaları kullanılarak dişli, vidalı flanşlarla flanşlı bağlantı ile birleştirilebilir. Galvanizli çelik borulara hiçbir zaman eğme, bükme ve sıcak işlem yapılmaz. Böyle bir işlemde borunun üzerindeki galvaniz kaplaması bozulacağından borunun korozyona uğraması hızlanır.

Gaz boruları, kalın etli sıcak çekme borulardır. Üretiminde üzeri verniklenerek basınç testi ve manyetik testten geçirilir. İki ucu dişsiz olup kaynak ağızlıdır. Her türlü birleştirmeye uygundur. Piyasada üzeri polietilen izolasyon kaplı olarak da piyasada bulunur.

4.2. Boru Çapları

Çelik borular, çeşitli çaplarda ve standart ölçülerde üretilir. Aynı anma çaplarıyla adlandırılır. Dış çapları aynı olup et kalınlığına göre iç çapları değişir. Aşağıdaki tabloda boru çapları metrik ve inç ölçü sistemine göre örnek olarak verilmiştir (Tablo 9.4).

Tablo 9.4: Borulara ait ölçü tablosu

Dikişli siyah çelik boru TS 301/2			**Dikişsiz siyah çelik (patent, çekme çelik) boru DIN 2448**		
Anma çapı		**Et kalınlığı**	**Anma çapı**	**Et kalınlığı**	**Anma çapı**
mm	inç	mm	mm	inç	mm
10	3/8”	2,35	40	-	2,50 - 2,60
15	1/2”	2,65	50	-	2,75 - 3,00

Galvanizli çelik boru TS301/3			**Gaz borusu TS6047**		
Et kalınlığı		**Anma çapı**	**Et kalınlığı**		
mm	**inç**	**mm**	**mm**	**inç**	**mm**
10	½"	2,60	15	½"	2,80
15	3/4"	2,60	20	3/4"	2,90

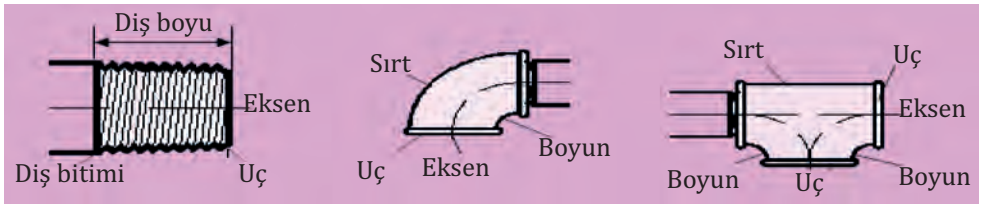
Not: TS301/2 dikişli siyah borular, galvaniz kaplanarak da üretilir. Et kalınlığı, galvaniz kalınlığı kadar artar. TS301/3 galvanizli çelik borular, su tesisatlarında 25 bar işletme basıncına kadar kullanılabilir.

4.3. Bağlantı Parçaları

Boru bağlantı parçaları; birleştirme, kol alma, çap değişimi ve yön değiştirme gibi işlemlerde bağlantı parçaları kullanılır. Bağlantı parçalarına, ek parçaları veya fittings de denir. Çelik ve temper döküm malzemeden çeşitli biçimlerde üretilirler.

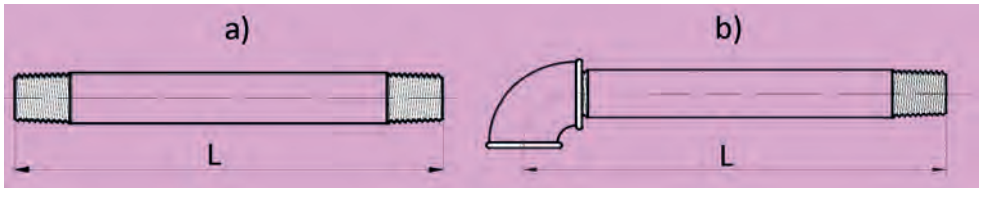
4.4. Ölçü Alma Yöntemleri

Borular, işlev görecekleri yerlerin büyüklüğüne göre ölçülendirilerek kesilir ve hazırlanır. Ölçü alınırken boru tesisatının yapılacağı yerin durumuna göre farklı yöntemler kullanılır (Şekil 9.22).



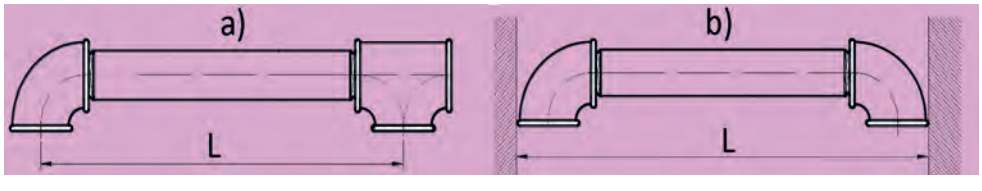
Şekil 9.22: Boru ve ek parçanın kısımları

- **Uçtan Uca Ölçü Alma**
  Kesilmiş, diş açılmış borunun iki ucu arasındaki mesafenin ölçülmesidir. Borunun tam boyunun ölçüsüdür. Birden çok boru işlemi yapılacaksa bu ölçü alma yöntemi kullanılabilir (Şekil 9.23.a).
- **Eksenden Uca Ölçü Alma**
  Bir borunun kesilmiş diş açılmış ucu ile ucuna takılı olan bağlantı elemanının sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesidir (Şekil 9.23.b).



Şekil 9.23: Borulardan ölçü alma

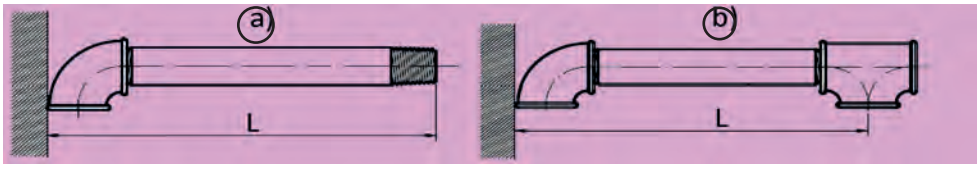
- **Eksenden Eksene Ölçü Alma**
  İki tarafına diş açılmış, ek boru bağlantı parçası takılmış ve sıkılmış olan borularda yapılan ölçü alma şeklidir (Şekil 9.24.a).
- **Sırttan Sırta Ölçü Alma**
  İki tarafına diş açılmış, ek boru bağlantı parçası takılmış (90° dirsek) ve sıkılmış borulardan ölçü alma çeşididir (Şekil 9.24.b).



Şekil 9.24: Borulardan ölçü alma

- **Sırttan Uca Ölçü Alma**
  Bir borunun ucu ile ucuna takılı olan bağlantı elemanının sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesidir. Genellikle yapı elemanları arasında kalan boru işlerinde kullanılır (Görsel 9.25.a).

- **Eksenden Sırta Ölçü Alma**
  Her iki tarafına bağlantı malzemesi takılmış olan parçalardan birinin ekseni ile diğerinin sırtı arasındaki mesafenin ölçülmesidir. Duvar yüzeyine ve peş peşe bağlanan borulardan ölçü alınırken kullanılır (Şekil 9.25.b).



Şekil 9.25: Borulardan ölçü alma

4.5. Çelik Boruları Kesme

Cisimleri parçalara ayırma işlemine **kesme**, kesme işleminde kullanılan takımlara da **kesme aletleri** denir. Çelik boruları kesme işleminde, el testereleri ve boru keskileri kullanılır.

- **El Testereleri**

  Küçük metal parçalar ve boruların kesilmesinde demir testeresi kullanılır. Kesme sonunda düzgün boru kesiti elde edilebilmesi için testerenin boru eksenine dik tutulması gerekir. Testerenin hızlı kullanılması, lamanın çabuk ısınmasına ve lama dişlerinin dökülmesine sebep olur. Çok yavaş kullanılması ise testere lamasının parça üzerinde oluşan izde sıkışmasına ve kırılmasına neden olabilir. Bu yüzden testere hızının uygun ayarlanması gerekir (Görsel 9.26.a).

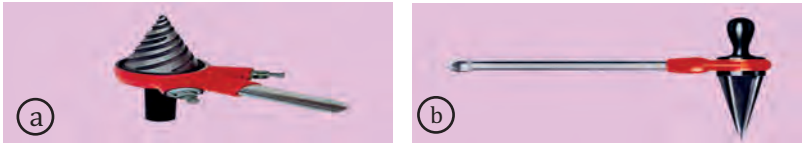
- **Boru Keskileri**

  Boru keskileri, boruları düz kesmek için kullanılır. Kesme sırasında boru üzerinden talaş çıkarmaz. Metal boru keskileri tek veya çok bıçaklıdır. Boru, kesici bıçak ve merkezleme makaraları arasına sıkıştırılarak kesilir. Kesme yapmak için işaretlenen çizgi üzerine boru keskisinin bıçağının ağzı yukarı getirilip boru keskisi sıkılır. Boru keskisi şekilde gösterildiği yönde çevirilerek her dönüş sonunda sıkma kolu çeyrek tur kadar sıkılır. Boru keskisi ters yönde çalıştırılmamalıdır. Ters yönde çalıştırılması, bıçağın takıldığı mafsalı zorlar ve kırılmasına neden olabilir (Görsel 9.26.b).



Görsel 9.26: Çelik boruları kesme yöntemleri

- **Çelik Boru Çapak Temizleme Aleti (Rayba)**
  Demir ve çelik boruların kesilmesi sırasında boru içine ve borunun kesilen kısmına küçük metal parçaları dolar. Buna **çapak** denir. Boru içinde meydana gelen bu çapakların temizlenmesinde raybalar kullanılır. Boru raybaları konik biçimli yapılır. Kesici ağızları sağ yöne doğrudur. Çapak temizleme işlemi yapılırken boru ağzı içindeki rayba, sol elle baskılanırken sağ elle de döndürülür. Rayba ters yönde döndürülürse kesici ağızlar körelir (Görsel 9.27).



Görsel 9.27: Çelik boru çapı temizleme aleti (rayba)

4.6. Çelik Borulara Diş Açmak

Düzgün dairesel kesitli parçalar üzerine açılmış helisel oluklara **vida** denir. Açılmış vidalar diş olarak da adlandırılır. Bir boruya diş açılırken malzemeyi sabitlemek için boru mengenesi ve diş açmak için pafta gerekir.

4.6.1. Çelik Boru Paftaları

Borulara vida açmakta kullanılan aletlere **boru paftası** denir. Boru paftası gövde, lokma, çevirme kolu, merkezleme ve cırcır düzeneğinden oluşur. Gövde, lokma ve çevirme kolları ile bazen de merkezleme düzeninin takıldığı, genellikle dökme demirden yapılmış olan bölümdür. Lokmalar, boruya diş açılmasını sağlayan parçalardır. Paftalarla diş açılırken ısınma olur. Burada açığa çıkan ısı, pafta lokmasının dişlerini kırar veya açılan boru dişlerini bozar. Isınmayı ortadan kaldırmak için soğutma sıvısı veya makine yağı kullanılır. Soğutma sıvısı, bor yağı ve suyun karıştırılmasıyla elde edilir.

- **Sabit Lokmalı Cırcırlı Boru Paftası**

  Diş açmakta kullanılan lokmalar, her boru çapına uygun ebatları olan lokma kafaları döküm bir parça üzerine sabitlenmiş paftalardır. Merkezleme düzeneği, lokma kafası çıkışına kadar ilgili boru çapı kadardır. Dönüşü, cırcır düzeneği ile istenen yöne çevrilebilir (Görsel 9.28.a).

- **Ayarlanabilir Lokmalı Cırcırlı Boru Paftası**

  Pafta lokmaları, gövdeye boru çapına göre takılması gereken ve diş açma işleminde kademe ayar yapmayı gerektiren paftalardır. Sabit lokmalı paftalara göre mekanik aksamları daha karışık ve dayanımları fazladır. Büyük çaplı boruların dişleri kalın olduğu için çıkardığı talaşın büyüklüğü de fazladır. Bu nedenle büyük çaplı borulara bu paftalarla diş açılır (Görsel 9.28.b).



Görsel 9.28: Boru paftaları

- **Elektrikli Boru Paftaları**

  Elektrik enerjisinin işe dönüştürülmesiyle çalışan boru paftalarıdır. Elektrikli el boru paftası ve elektrikli pafta tezgâhı olarak iki tipi vardır. Elektrikli el boru paftası sabit lokmalıdır. Boru çapına uygun lokma kafası takılarak kullanılır. Ayar yapılmaz. Yön anahtarı sayesinde sağ veya sol dönüş yaptırılabilir. Gerektiğinde değişik yerlere monte edilebilir. Küçük işlerde ve tesisata bağlı borulara diş açma işleminde seyyar çalıştırılarak pratiklik sağlar (Görsel 9.29).



Görsel 9.29: Elektrikli boru paftaları

4.6.2. Boru Mengeneleri

Boru mengeneleri boruların kesilmesi ve diş açılmasında boruyu sabitlemek için kullanılır. Boru sıkma ağızları, boruyu kaydırmayacak biçimde dişlidir. Bir kısım mengenelerde sıkma görevini zincir veya kayış yapar. Boru mengenelerinin yana açılır, işkenceli, zincirli, bileşik (paralel ağızlı) ve borulu seyyar gibi çeşitleri vardır (Görsel 9.30).



Görsel 9.30: Boru mengenesi

4.6.3. Çelik Boru Anahtarları

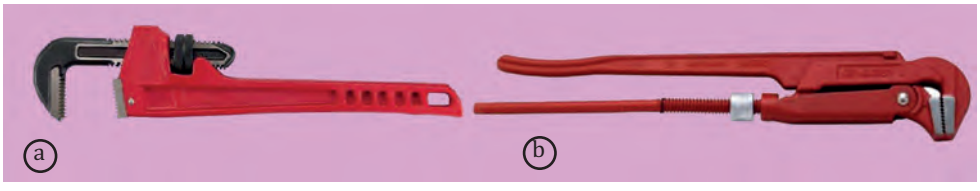
Boru ve ek parçalarını sıkmak ve sökmek için kullanılan el takımlarına **boru anahtarı** denir. Bir tesisatçının en çok kullandığı takımdır. Boru anahtarları çelik döküm malzemeden yapılır. Boru ve ek parçalarının pek çoğunun dış yüzeyleri dairesel ve kaygandır. Bu nedenle anahtarın boru yüzeyini kavraması için anahtar ağızları, dişli veya kaymayan yüzeyli malzemeden yapılır. Boru anahtarlarının pek çok çeşidi vardır. Uygulamada yaygın olarak tek kollu, zincirli ve kayışlı boru anahtarlar kullanılır.

- **Tek Kollu Boru Anahtarları**

  İki parçanın bir somunla birleştirilerek tek kolla döndürülmesi biçiminde çalışan boru anahtarı çeşididir. Anahtar ağzı ayarı üzerinde bulunan somunla yapılan bu anahtarlara, makaralı boru anahtarı da denir. Tek kollu boru anahtarının ağız diş yapıları, maşalı boru anahtarlarınınki gibidir. Tek kollu boru anahtarının dik ve yandan ağızlı çeşitleri vardır. Ağzı dik açılanlar, geniş döndürme alanı ister. Dar yerlerde kullanılamaz. Mengeneye bağlı boruların işçiliğinde çok kullanılır. Tek kollu yandan ağızlı boru anahtarları ise kanal içleri gibi dar yerlerde küçük hareketlerle döndürme kolaylığı sağlar. Anahtar ağzının bulunduğu iki parça birbirine dik çalışır (Görsel 9.31.a).

- **Maşalı Boru Anahtarları**

  Maşalı boru anahtarlarına iki kollu boru anahtarı da denir. Anahtarın ağızları dişlidir. İki ağız parçasının uzantısı olan iki kol elle kavranarak çalışır. Alt kol üzerinde bulunan bir somunla anahtarın ağız mesafesi ayarlanır. Birbirine bir pim mafsalla bağlanan iki parçanın boruyu sıkıştırmasıyla çalışan, sık kullanılan bir anahtar çeşididir. Maşalı boru anahtarları ağız yönünde çalıştırılır. Ters yönde anahtar dişleri kayar ve anahtar boruyu sıkıştırma görevini yapamaz. Bu anahtarlar boru ve benzeri dairesel parçaların işçiliğinde kullanılır. Yüzeyinin bozulması istenmeyen parçalarda kullanılmamalıdır (Görsel 9.31.b).



Görsel 9.31: Boru anahtarları

- **Zincirli Boru Anahtarları**

  Bir parça üzerine takılmış zincirin mandalla sıkıştırılması sistemiyle çalışan anahtar çeşididir. Özellikle dar yerlerde bulunan boruların döndürülmesinde kolaylık sağlar. Büyük çaplı borularda diğer anahtarların ağız ölçüleri yeterli olmayacağı için zorunlu olarak bu anahtarlar kullanılır (Görsel 9.32.a).

- **Kayışlı Boru Anahtarları**
  Bir kol ucuna bağlanmış dayanıklı kayış malzemenin gerdirilmesi sistemiyle çalışan boru anahtarı çeşididir. Zincirli boru anahtarları gibi, dar yerlerde ve büyük çaplı boruların işçiliğinde çalışma kolaylığı sağlar (Görsel 9.32.b).



Görsel 9.32:Boru anahtarları

4.6.4. Dişli Bağlantıda Sızdırmazlık Malzemelerinin Kullanımı

Dişli bağlantılarında sızdırmazlık aşağıdaki yöntemlerle sağlanır.

- **Kendir Kullanımı**
  Kendir, kenevir bitkisi sapı liflerinin inceltilmesiyle elde edilir. Kendir lifleri, suya karşı hassastır. Suyu görünce şişen, dayanıklı bir malzemedir. Bu nedenle boruların ek yerlerinde olabilecek sızdırmaların önüne geçmek için kullanılır. İlk diş boş bırakılarak kendir sarma işlemine başlanır. Yeterli miktarda kendir sarılmalıdır. Fazla kendir yarar sağlamaz (Görsel 9.33.a).
- **Teflon Bant Kullanımı**
  Teflon bant, silikon esaslı bir maddedir. Teflon bant, makaraya sarılı biçimde satılır. Sarım sonunda bant çekilerek kopartılır. Kopan uç, diş üzerine yedirilir. Ek parçası sıkılırken teflon bant artıklarının boru içine kaçmamasına dikkat edilir (Görsel 9.33.b).
- **Sıvı Conta Kullanımı**
  Dişli bağlantılarda sızdırmazlığı sağlamak için kullanılan bir yapıştırıcıdır. Gazların, suyun ve diğer sıvı maddelerin sızdırmazlığında kullanılır (Görsel 9.33.c).



Görsel 9.33: Dişli bağlantıda sızdırmazlık malzemelerinin kullanımı

4.6.5. Boru Bükme Makinesi ve Özellikleri

Siyah demir boruları, standart çaplarda soğuk olarak bükebilmek için boru bükme makineleri kullanılır. Boru bükme makineleri; mekanik, hidrolik ve elektrikli olarak imal edilir. Rahatlıkla her yere taşınabilmesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle sıkça kullanılır. Hidrolik boru bükme makinesi, yağ basıncı ile çalışır. Bu makinelerin bükülecek boru çaplarına uygun merkezli bükme kalıpları vardır. Bükme kalıpları dirsek ve köprü bükümlerine göre yapılır. 25 mm'den büyük çaplardaki boruların bükümlerinin sorunsuz olması için içlerine kum doldurulması faydalı olur. Kum, boru içinde cidarlara eşit basınç uygulayarak boru çapı daralmalarını ve boru ezilmelerini önler (Görsel 9.34).


Görsel 9.34: Hidrolik boru bükme makinesi

4.6.6. Flanşlı Boru

Flanş, conta ve cıvatanın tam bir sızdırmazlıkla birleştirildiği sökülebilir bir bağlantı yöntemidir. Flanş bağlantılı vanalar diğer yöntemlere göre daha kolay takılıp sökülebilir ve daha fazla basınca dayanabilir. Gemilerde, düşük basınçla çalışan küçük çaplı borular haricindeki borular ağızlarına dişli vida açılarak bağlanmaz. Büyük çaplı borular düz, dirsek ya da T bağlantılarla flanşlar yardımıyla birleştirilir. Mekanik, sıkıştırmalı veya kaydırmalı tip bağlantılar; boruları boyuna bağlamaya yarar. Bu bağlantılar, boru genleşmeleri (boru boyunun sıcaklık etkisiyle değişmesi durumu) ya da geminin eğilmesi gibi durumlarda boru şeklinin deforme olmaması için uygun bağlantılardır. Sıkıştırmalı bağlantılar, düzenli olarak yüksek gerilim yaşanan yerlerde, kargo bölümü, tank ve ambarlarının içinde kullanılmaz. Korozyona uğrayıp tamir edilmiş borularda sıkıştırmalı tip bağlantılar kullanılmamalıdır. Klas kuruluşlarının kuralları da nerede hangi boru tipinin kullanılması gerektiği ve hangi durumlarda sıkıştırma tipli bağlantıların kullanılmasının uygun olduğu konusunda bilgi verir.

- **Flanşlı Boru Bağlantı Parçaları**

  Flanşlı valflerin fatura (RF) yüzeyleri iyi durumda olmalıdır. Valfler, hat üzerine bağlanmadan önce valf flanşları hat flanşları ile iyi hizalanmalıdır. Cıvata takılmadan önce eksenel kaçıklık olmamalıdır. İyi bir sızdırmazlık için cıvatalar karşılıklı olarak dengeli ve eşit biçimde sıkılmalıdır. Valfler yüksek sıcaklıkta, basınç altındayken sıkılmamalıdır. Sık ve ani sıcaklık değişimlerinde cıvatalardaki uzamaya bağlı sızdırmalar olabilir, fakat normal servis koşullarına dönüldüğünde bağlantının sıkılığı etkilenmez (Görsel 9.35).



Görsel 9.35: Flanşlı bağlantı parçaları

- **Flanşlı Boruların Hatta Bağlanması**

  Valfler, sızdırmazlıkları testlerle kanıtlanmış olarak sevk edilir. Valflerin sızdırmazlığı montaj sırasında valflerin içine, sitlerde aşınmaya neden olacak yabancı atık ve pisliğin girmesi engellenerek korunabilir. Aksi istenmedikçe gerekli akış yönü vana üzerinde işaretlenir. Valfin montajından önce bütün koruyucu ağız kapakları ve diğer koruyucuların çıkarılması gerekir. Boruların uç bağlantıları, montaj sonrasında valfin gerilime maruz kalmayacağı biçimde (aynı eksene getirilerek) ayarlanmalıdır. Kolay kullanımı sağlamak için boya uygularken, mil ve glendin korunması, valf üzerindeki yön işaretine dikkat edilmesi vb. gerekir.

9.7. ÇELİK BORULARDAN ÖLÇÜ ALMA

Amaç: Çelik borudan ölçü almak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İki ucuna diş açılmış parça çelik boru		1 adet
Muhtelif ek parçaları		1 adet
Metre	Metrik	1 adet
Kumpas		1 adet
Kalem		1 adet

Uygulama Görselleri



Şekil 9.26: Boruya diş açmak ve ek bağlantı parçaları takmak

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. ½" çapındaki borudan 30 cm kesilir.
4. Kesilen boru, boru mengenesine bağlanarak iki ucuna 20 mm diş açılır.
5. Diş açılmış borunun uçlarına kendir sarılır.
6. Kendir sarılmış borunun bir ucuna 90° dirsek, diğer ucuna **T** ek parçası takılır, boru anahtarı ile sıkılır (Şekil 9.26).
7. Hazırlanan boru, ölçülmek için masaya alınır. Aşağıdaki ölçüler Tablo 9.5'de yazılır.

Tablo 9.5: Boru ölçü tablosu

Uçtan uca ölçü alma:	Eksenden eksene ölçü alma:	Boru iç çapı:	Boru dış çapı:
Eksenden uca ölçü alma:	Sırttan sırta ölçü alma:	Boru et kalınlığı:	Ek parça boyu:
		Ek dış çapı:	Ek iç çapı:
Uçtan sırta ölçü alma:	Eksenden sırta ölçü alma:	Ek et kalınlığı:	

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Çelik borunun markalamasının yapılması	10	
4.	Çelik borunun kesilmesi	20	
5.	Çelik borunun uçlarına diş açılması	20	
6.	Boru uçlarına ek parçalşarının takılarak sıkılması	10	
7.	Boru ölçü tablosuna göre ölçü alınması		
8.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

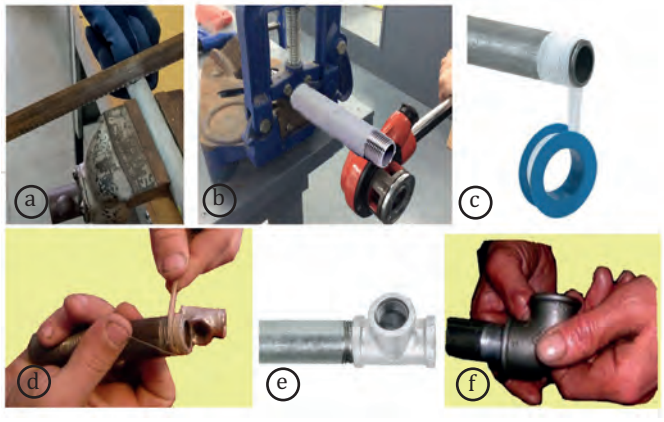
9.8. ÇELİK BORULARI DİRSEKLE BİRLEŞTİRME

Amaç: Galvanizli borunun ucuna dirsek T bağlantısı yapmak.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Boru mengenesi		1 adet
Boru anahtarı		1 adet
Pafta		1 adet
Testere veya boru keskisi		1 adet
½" boru		1 adet
Dirsek T		1 adet
Kendir ve teflon bant		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 9.36: Galvanizli boruyu ek parçalarla birleştirmek

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24452

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. 200 mm boyunda kesilen boru, boru mengenesine bağlanır.
4. Boruya uygun lokma seçilerek her iki ucuna diş açılır.
5. Borunun bir ucuna teflon bant sarılır.
6. Boruya dirsek elle takılar, boru anahtarı ile sıkılır.
7. Borunun diş açılmış diğer ucuna kendir sarılır.
8. Borunun teflon bant sarılmış ucuna **T** bağlantısı takılır, önce elle daha sonra boru anahtarıyla sıkılır.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Borunun kesilmesi ve diş açılması	20	
5.	Açılan dişe teflon bant, kendir sarılması	10	
6.	Boruya ölçüsüne uygun dirsek ve T takılması	20	
7.	Düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

9.9. ÇELİK BORULARI BÜKME

Amaç: Galvanizli boruyu 90° bükmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Hidrolik boru bükme makinesi		1 adet
½" çaplı boru	40 cm	1 adet
90° kontrol gönyesi		1 adet
Kontrol gönyesi	90°	1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel 9.37: Galvaniz boru 90° bükülür

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Bükülecek boru hazırlanır. Bükme noktasına göre markalama yapılır.
4. Bükme kalıpları uygun yuvalara yerleştirilir. Boru, piston kalıbına yerleştirilir. Boru bükme makinesi üst kalıbı kapatılır.
5. Hidrolik pompalama kolu aşağı yukarı hareket ettirilir. Pistonun hareketi izlenir.
6. Boru, üç kalıbın da arasına sıkıştığında son kez işareti kontrol edilir.
7. Pistonun boruyu bükme kalıplarının arasından geçirmesi izlenir.
8. Borunun bükme kalıplarının dışına çıkışı izlenir.
9. Borunun uygun açıya gelip gelmediği kontrol edilir.
10. Hidrolik volanı gevşetilir. Borunun geri çekilişi izlenir.
11. Piston geri çekildiğinde boru oynatılır. Üst tabla kaldırılarak boru alınır.
12. Boru düzgün bir zemine konulur. Gönyesi kontrol edilir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	10	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	10	
3.	Bükme noktasına göre markalamanın yapılması	20	
4.	Borunun bükme kalıpları ile uygun yuvalara yerleştirilmesi	10	
5.	Borunun ölçüsünde ve doğru bükülmesi	20	
6.	Boru açısının kontrol edilmesi	20	
7.	Düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

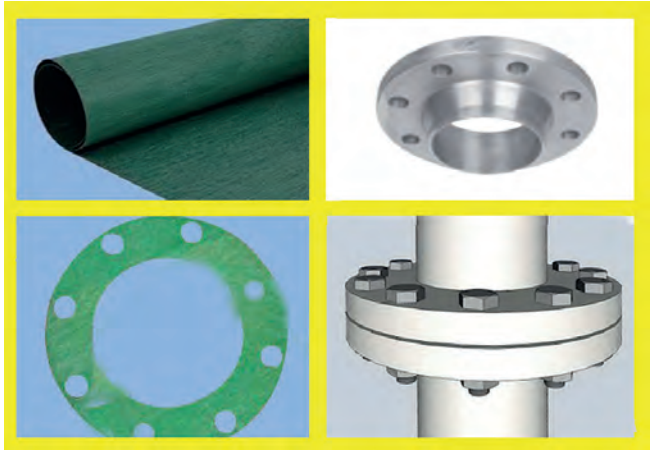
9.10. FLANŞ BAĞLANTILARINA CONTA KESME

Amaç: Flanş bağlantılarına conta kesmek.

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Valf veya conta kesilecek flanş		1 adet
Uygun anahtar takımı		1 adet
Temizlik bezi		1 adet
Klingirit conta		1 adet

Uygulama Görselleri



Görsel: 9.38: Flanş ve flanş bağlantısı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=24454

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. İş birliği ve yardımlaşmanın sağlanması için grup oluşturulur. Gerekli araç gereç hazırlanır.
3. Conta kesilecek flanşın temizliği yapılır.
4. Varsa pas ve oksidasyonun çözülmesi için birleşme yerlerine pas çözücü sıkılır.
5. Flanş mengeneye bağlanır.
6. Klingirit conta flanş üzerine konularak markalama yapılır.
7. Conta kesme makasıyla klingirit conta markalanmış yerlerden kesilir.
8. Contada işaretlenmiş yerler zımbayla delinir.

Uygulama Değerlendirme

SIRA NO	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ	PUAN	ALINAN PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması	20	
2.	Çevreye duyarlı, temiz ve düzenli çalışılması	20	
3.	Takımların doğru ve yerinde kullanılması	10	
4.	Contanın markalamasının yapılması	20	
5.	Contanın kesilmesi	20	
6.	Yapılan işi kayıt altına almak için düzenli temrin dosyası tutulması	10	
	TOPLAM	100	

SÖZLÜK

A

Akkor: Işık saçacak beyazlığa varıncaya kadar ısıtılmış olan.

Alaşım: Bir metalin belli oranlarda bir veya birkaç metalle ergimesiyle oluşan yeni metal.

Alıştırma: Yeni bir motor, makine, aygıt vb.nin ilk evrede yavaş yavaş, zorlanmadan çalıştırılması.

Alkali: Alkali metallerin hidroksitleriyle amonyum hidroksitin genel adı.

Anot: Artı uç.

B

Bağıl: Kendine özgü bir kımıldanışı olduğu hâlde başka bir cisme uyarak sürüklenen cismi görünürdeki kımıldanışının niteliği.

Balans: Denge.

Bar: 1 cm^2lik bir yüzeye 0,1 N'luk kuvvetin dikey olarak etkimesi sonucu meydana gelen basınçtır. Yaklaşık olarak deniz seviyesindeki atmosfer basıncına eşittir.

Biyel: Makinelerde, bir ucu pistona, öbür ucu volanı çeviren kaldıraca geçirilmiş, pistonun doğrusal hareketini krankta dairesel harekete çeviren, hareketli kol.

Bobin: İçinden elektrik akımı geçebilen yalıtılmış tel ile bu telin sarılı bulunduğu silindirden oluşan aygıt.

Bombeli: Şişkinliği, kabarıklığı olan.

Burç: Demir aksamın birbirine değmesini engellemek ve boşlukları doldurmak amacıyla sarı, karbon, plastik vb.den yapılan bir motor parçası.

C

Conta: Geçirmezliği sağlamak için sıkıştırılmış iki yüzey arasına yerleştirilen, genellikle kauçuk ve kurşundan yapılan ince parça.

Ç

Çapak: 1. Metal yüzeylerde pürüzlük oluşturup dışarı doğru çıkıntı yapan işleme özürlerinden her biri.
2. Madensel nesneler işlenirken, çevreye sıçrayan küçük, ince parçalara verilen ad.

Çatlama: Aşırı yükleme ya da ısıl genleşme değişmeleri sonucu, yüzeyde beliren çatlakları oluşması.

Çentik: Bir şeyin kenarından kesilerek veya kırılarak açılan küçük kertik, tırtık.

D

Damıtmak: Sıvı karışımlarda, karmaşık, değişken birleşimleri oluşturan ögeleri, özellikleri belirli ürünlere ayırmak.

Destek: Üzerine bir şey oturtmaya, tutturmaya, koymaya yarar araç.

Dışbükey: Yüzeyi tümsek, çıkık ve şişkin olan, tümsekli.

Difüzyon: Moleküllerin kinetik enerjileri sebebiyle çok yoğun bir bölgeden az yoğun bir bölgeye hareketleri, geçişme.

Disk: Her iki yüzü basık, yuvarlak cisim veya oluşum.

Distilasyon: 1. Ham protein analiz yönteminin ikinci basamağı. 2. Bir sıvıyı önce buhar durumuna getirme ve daha sonra soğutarak yeniden sıvı hâline getirerek temizleme.

Diyagram: Herhangi bir olayın değişimini gösteren grafik.

Dökme demir: İçinde %2'den %6'ya kadar karbon bulunan bir demir karbon alaşımı, font (I), pik (I).

Döküm: Metalleri, yüksek sıcaklıkta eritip kalıplara dökme işlemi. Dökme işlemi ile elde edilmiş metal parça.

E

Eksantrik: Dış merkezli.

Elastik: Bir dış gücün etkisi altında uzama, kısalma, eğrilme vb. biçim değişikliklerine uğradıktan sonra, etkinin kalkmasıyla eski biçimini alabilme özelliğinde olan.

Elektrofüzyon: Bir malzemenin ısı ile eritilmesi esasına dayanan bir kaynak türü.

Ergime: Erime.

F

Ferrit: 910 °C'ye dek dengede kalabilen ve bileşiminde en çok % 0,025 karbon bulunabilen, hacim merkezli kübik kristal yapılı, oldukça yumuşak demir karbon metali.

Fouling: Tortu oluşumu denizel kirlilik.

Frekans: 1. Titreşim sayısı. 2. Ses, dalga vb.nin birim zamandaki titreşim sayısı.

Freze: Frezeleme işinde kullanılan takım tezgâhı.

G

Gerilim: 1. İki durum ya da konum arasındaki potansiyel ayrımının neden olduğu etki.
2. Akım geçen bir devrede, iki nokta arasında ölçülen potansiyel ayrımı.

Gerilme: Uygulanan bir güce karşı güç yönünde gösterilen direnç.

Gösterge: Bir aygıtın işleyişiyle ilgili ölçümlerin sonucunu belirtip değerlendiren araç.

Grafit: Kurşun kalem ve bazı araç parçalarının yapımında kullanılan, yumuşak, kolay toz durumuna gelebilen, gri siyah renkli, yapay olarak billurlaşabilen bir tür doğal karbon.

H

Haddeleme: Metalleri, haddelerden geçirip, sıcak ya da soğuk bozunuma uğratarak istenilen biçime sokma işlemi.

Hassas: 1. En küçük değerleri, incelikleri dahi algılayabilen. 2. Yapımı ve bakımı özen isteyen, aksamadan çok doğru çalışan, kesin ölçüler gerektiren işlerde kullanılan (alet).

Helisel: Sarmal.

Hidrolik: Su veya başka bir sıvı basıncıyla işleyen.

İ

İçbükey: Yüzeyi düzgün ve pürüzsüz çukur biçiminde olan.

İmalat: Hammaddelerin veya ara malların (yarı mamûl malların) bileşimi, niteliği, durumu veya biçiminin değiştirilerek işlenmiş mallara dönüştürülmesi.

K

Kaporta: Motorlu taşıtları örten, genellikle sacdan yapılmış dış bölüm.

Kasnak: Makinelerde, bir milden başka mile hareket geçiren kayışların takıldığı demir çember.

Katot: Eksi uç.

Kavitasyon: Bir sıvı içinde oluşan buhar kabarcıklarının ani olarak (içeri çökerek) patlaması ile oluşan fiziksel olay ve bu olayın bitişik malzemede oluşturduğu hasar, kovuklaşma, oyuk.

Kılavuz: 1. Somun ya da boru içine yiv açmak için kullanılan araç. 2. Çalışma ve incelemelerde yol gösteren araç veya kişi.

Kondüksiyon: İletim.

Konstrüksiyon: Yapı, yapım.

Korozyon: Kimyasal aşınma.

Kristalleşme: Katılaşarak, kristal biçim kazanma olayı.

L

Lamel: Çok ince tabaka.

Lehim: 1. Erime noktaları düşük metalleri tutturma işlemlerinde kullanılan, kalay-kurşun alaşımlarının genel adı. 2. Bu alaşımla yapılan işlem.

M

Mafsal: Birbirine bağlanmış parçaların her yönden dönmesini sağlayan bağlantı ögesi.

Manivela: Kaldıraç.

Mastar: Sıvacı ve duvarcıların cetvel gibi kullandıkları uzun, ensiz ve düz tahta.

Mekanik: Denge veya hareket kurallarıyla ilgili.

Mekanizma: Belli bir sonuca ulaşmak için karmaşık bir biçimde düzenlenmiş organ veya parçalar birleşimi, sistem, düzenek.

Menevişleme: Su verilmiş çeliğin gevrekliğini gidermek ve sertlik kazandırmak için yapılan ısıl işlem.

Metot: Bilimde belli bir sonuca erişmek için bir plana göre izlenen yol.

Minimum: Değişken bir niceliğin inebileceği en alt olan (sınır), asgari, minimal.

Montaj: Bir makine, cihaz veya mobilyanın parçalarını yerli yerine takma, monte.

Mukavemet: Dayanma, karşı durma, karşı koyma, dayanırlık.

N

Neft: Çoğunlukla boyacılıkta kullanılan, petrol türevlerinden bir tür mineral yağ, neft yağı.

O

Oksidasyon: Bir madde ile oksijen molekülleri arasındaki kimyasal reaksiyon.

Otomasyon: Özişler.

Otomat: Canlı bir varlığın yapabileceği bazı işleri yapan mekanik veya elektrikli araç.

Otomatik: Mekanik yollarla hareket ettirilen veya kendi kendini yöneten (alet).

P

Paslanmaz: Paslanmaya karşı dayanıklılığı olan (alaşım veya metal).

Pelesenk: Pelesenk ağacından elde edilen değerli kereste.

Perlit: Erimiş sodyum, potasyum, alüminyum silikattan ibaret olan cam gibi bir volkanik kayadan patlatılarak pudra hâline getirilmiş bulunan, hazır sıva, hafif levha yapımında, izolasyon işinde, yem maddelerinin preslenmesinde kullanılan yardımcı bir madde.

Petrokimya: Petrolden organik kimyasal ürünler elde etmede kullanılan sanayi dalı.

Plaka: Metal yaprak.

Pompa: Hava veya herhangi bir akışkanı bir yerden başka bir yere aktarmaya yarayan makine.

Pozitif: 1. Gözetilen amaca veya beklenilene uygun, yararlı.

Profil: Bir kişi veya eşya için ayırt edici özelliklerin bütünü.

Pürmüz: Genellikle metalleri lehimlemede kullanılan, güçlü alev çıkaran, benzin veya gazla çalışan araç.

R

Radyasyon: 1. Işın veya tanecik yayımı. 2. Uzayda yayılan bir dalgayı oluşturan ögelerin bütünü. 3. Bir enerjinin ışık demeti durumunda yayılması. 4. Isının, bir kaynaktan ışın ve dalga hareketi yoluyla yayılması.

Rotor: Döneç.

S

Salmastra: Özellikle makinelerde birbirine sıkıca değen iki yüzey arasına yerleştirilerek bu yüzeyler arasına su, buhar veya yağların sızmasını önleyen urgan.

Sekronize: Eşzamanlı duruma getirme, eşleme.

Sementit: Dökme demir ve çeliğin yapısında oluşan, sert, gevrek, ortorombik yapılı demir karbür (Fe_3C).

Sentil: Birbirine bitişik iki parçanın yüzeyleri arasındaki boşlukların ölçülmesinde kullanılan, tam ölçülü kalınlıklarda taşlanmış, sertleştirilmiş, numaralı şeritler, filler çakısı.

Sıkma: Çevresine sarılarak veya bir şey sararak çepeçevre basınç altına almak.

Silindirik: Silindirle ilgili, silindir biçiminde.

Sirkülasyon: Düzenli ve belli bir yönde sürekli hareket,dolaşım.

Solvent: Bir maddeyi çözebilme özelliğine sahip sıvı.

Standart: Ölçünleştirim çalışmaları sonucunda yetkili kurum veya kuruluşlar tarafından hazırlanarak onaylanan yöntem, özellik veya belge.

T

Süneklik: Kopmaksızın bozunum yoluyla, sürekli biçim değişmesine uğrayabilme özelliği.

Tabla: Bir şeyin düz ve geniş bölümü.

Tahrip: Yıkma, kırıp dökme, harap etme, bozma.

Tambur: Silindir biçiminde kap.

Tank: Su, yakıt vb. sıvıları depolamaya yarayan araç.

Tavlama: 1. Çeliklerin, sünekliğini artırmak için, genellikle ostenitleme bölgesinde ostenitlenip, ayarlı ve yavaş olarak soğutulması işlemi. 2. Isıtmaya verilen genel ad.

Tork: Döndürme kuvveti veya döndürme etkisi.

Torna: Ağaç veya metal eşyaya yuvarlak bir biçim vermek için kullanılan çarklı tezgâh.

Türbin: Su, buhar, gaz gibi herhangi bir akışkanın hareket enerjisiyle ve birtakım özel düzenler yardımıyla dönerek çalışan araç.

V

Türbülans: Beklenen hızından farklı bir biçimde ve beklenmeyen yönlerden gelen şiddetli hava akımı.

Valf: Boru içindeki bir akışkanın akışını durdurmaya veya serbest bırakmaya yarayan alet.

Verim: Gerçekleşen sonuç ile bu sonucu elde etmek için harcanan emek arasındaki oran.

Vizkozite: Bir sıvı içindeki moleküllerin çekim ve sürtünme kuvvetleri nedeniyle akma eğilimine karşı gösterdiği iç direnç, sıvının akışkanlığı.

Y

Yalama: Üzeri düzleşmiş, dişleri aşınmış olan (vida, cıvata vb.).

Yay: Farklı amaçlarla çeşitli biçimlerde yapılan esnek parça.

Yedek parça: Bir makinenin işlemez duruma gelen bölümünün yerine konacak yeni parça.

Yiv: 1. Bir yüzeyin üzerinde çizgi biçiminde olan, sarmal girinti veya çıkıntı. 2. Bir dişli çarkta veya bir vidada iki diş arasında kalan çukur bölüm.

Z

Zift: Katran ve diğer organik maddelerin buharlaşmasından veya damıtılmasından elde edilen, kolay kırılan, az ısı ile eriyen, katı, siyah, parlak madde, karasakız.

KAYNAKÇA

- Demirel, Kemal. *Gemi Yardımcı Makineleri ve Sistemleri 2*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2014.
- Genç, Ufuk. *İçten Yanmalı Motorlarda Kullanılan Türbülatörlerin Verim Üzerine Etkisinin Araştırılması*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 2007.
- İşler, Haluk. *Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Makine Elemanları Ders Notları*, İzmir, 2018.
- Karaman, Emre. *Yanma Verimi Yaklaşımıyla İkili Çevrim Analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2009.
- Kumsal, Sabri. *Tesisat Teknolojisi İş ve İşlem Yaprakları* 9. 10. Sınıf, MEB, Ankara, 2003.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Dizel Motorları*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2008.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Gemi Makineleri Operasyonu-2*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2009.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Gemi Makineleri*, Güven Yayınevi, İstanbul, 1997.
- Küçükşahin, Fahrettin. *Gemi Yardımcı Makineleri ve Sistemleri*, Denizler Kitabevi Dağıtım, İstanbul,2001.
- Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. 'Denizcilik Alanı Çerçeve Öğretim Programı', Ankara, 2020.
- Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. 'Temel Gemi Makineleri Atölyesi-10 Ders Bilgi Formu', Ankara, 2020.
- Milli Eğitim Bakanlığı. *Denizcilik Alanı Gemi Yapımı ve Yüzey Boyama Modülü*, Ankara, 2016.
- Milli Eğitim Bakanlığı. *Denizcilik Alanı Gemilerde Korozyonu Önleme Modülü*, Ankara, 2013.
- Milli Eğitim Bakanlığı. *Makine Teknolojisi Standart Makine Elemanları*, Ankara, 2012.
- Millî Eğitim Bakanlığı. *Motorlu Araçlar Teknolojisi Meslek Resim 2*, Ankara, 2011.
- Özcan, Şefik; Bulut, Halit. *Atelye ve Teknoloji,* Gül Yayınları, Ankara, 1991.
- Özlü, İrfan, *Benzinli Motorlar Teknolojisi ve Tamirciliği*, Çağlar Matbaası, Ankara, 1992.
- Özülkü, Mustafa. *Aşırı Doldurmalı Dizel Bir Motorda Ara Soğutmanın (Aftercoolıng) Motor Performansı Ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi,* İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2002.
- Serfiçeli, Y. Saip. *Metal İşleri Meslek Teknolojisi*, MEB Yayınları, İstanbul, 2002.
- Taç, Cüneyt. *Aşırı Doldurma Sistemlerinin İncelenmesi Ve Aşırı Doldurmanın Motor Büyüklerine Etkilerinin Teorik Etüdü,* Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 1994.
- Tekin, Nihat. *Gemi Dizel Motorları,* Cilt I, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, İstanbul, 1992.

AĞ KAYNAKÇASI

- http://kitap.eba.gov.tr/panel/dosyalar/upload/1392/0/U_0_04_08_2020_21_33_48_203.pdf. (Erişim Tarihi: 20.12.2020/ 21.10).
- http://www.tubaterim.gov.tr/
- https://avesis.ktu.edu.tr/resume/downloadfile/kursaticin?key=c84a4408-c528-418a-af3f-1286beadaf81. (Erişim Tarihi: 02.01.2021/ 14.28).
- https://cdn.bartin.edu.tr/metalurji/d7ee7cd9-f063-4669-8e1c-393503ed6ffb/isil-islemler-12.-hafta.pdf. (Erişim Tarihi: 09.01.2021/ 22.34).
- https://sozluk.gov.tr/
- https://www.howacarworks.com/engine/removing-and-grinding-valves (Erişim Tarihi: 11.11.2020/ 10.05).
- https://www.tdk.gov.tr/tdk/kurumsal/yazim-kilavuzu/

✶ **Bu ders materyalinde kaynakça, Chicago kaynak gösterme yöntemine göre oluşturulmuştur.**

GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1482

UYGULAMA FAALİYETLERİ

UYGULAMA FAALİYETLERİ	DERS SAATİ	TAVSİYE EDİLEN SÜRE
1.1. VALFLERİ TESPİT ETME	20	4
1.2. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALFLERİ SENTE VE VALF OVERLEPİNE GETİRME		5
1.3. DÖRT ZAMANLI MOTORDA ATEŞLEME (PÜSKÜRTME) SIRASINI TESPİT ETME		4
1.4. DÖRT ZAMANLI MOTORDA BERABER ÇALIŞAN SİLİNDİRLERİ TESPİT ETME		4
1.5. DÖRT ZAMANLI MOTORDA VALF AYARI YAPMA		5
1.6. DÖRT ZAMANLI MOTORUN VALF AYAR DİYAGRAMINI ÇİZMEK		4
1.7. İKİ ZAMANLI MOTOR ÜZERİNDEKİ ÜÖN İŞARETİNİ BELİRLEME		4
2.1. HAVA FİLTRESİNİN BAKIMINI YAPMA	20	2
2.2. BLOVIRIN MOTORDAN SÖKÜLMESİ VE TEMİZLENMESİ		4
2.3. TURBO ŞARJIN BAKIMININ YAPILMASI		5
2.4. HAVA SOĞUTUCULARININ (AİR COOLER) KONTROL EDİLMESİ		4
3.1. EMME VE EGZOZ MANİFOLDUNU SÖKME-TAKMA	50	4
3.2. ROKER-ARMIN BAKIMINI YAPMA		4
3.3. KAVERİ SÖKME VE TAKMA		4
3.4. GASKETİ SÖKEREK ARIZA TEŞHİSLERİNİ YAPMA VE GASKETİ TAKMA		4
3.5. KAVERİ TEMİZLEME		2
3.6. KAVERDE EĞİKLİK KONTROLÜ YAPMA		4
3.7. KAVERDE KAÇAK KONTROLÜ YAPMA		5
3.8. ÇATLAKLIK KONTROL SPREYİ İLE ÇATLAKLIK KONTROLÜ YAPMA		4
3.9. LAYNERİ SÖKME VE TAKMA		4
3.10. LAYNERDE OVALLİK VE KONİKLİK ÖLÇME		5
4.1. ZAMAN AYAR ZİNCİRİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA	50	2
4.2. ZAMAN AYAR DİŞLİSİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
4.3. KAM ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
4.4. KAM ŞAFT KONTROLLERİ YAPMA		2
4.5. VALF AYARI YAPMA		4
4.6. VALF VE SİTLERİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
4.7. VALF GAYITLARININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
4.8. VALFLERİ ALIŞTIRMA		2
4.9. PİSTON BİYEL MEKANİZMASININ BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		3
4.10. PİSTON KONTROLLERİNİ YAPMA		3
4.11. SEGMANLARIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
4.12. PİSTON PİMİNİN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		1
4.13. KRANK KASNAĞI SÖKME VE TAKMA		2
4.14. KRANK ŞAFTIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		3
4.15. KRANK ŞAFT DEFLEKŞIN KONTROLÜNÜ YAPMA		3

4.16. KRANK ŞAFT EKSENEL GEZİNTİSİNİ ÖLÇME		2
4.17. KRANK ŞAFT ANA VE KOL MUYLU VE YATAKLARININ KONTROLÜ VE YENİLEŞTİRİLMESİ		3
4.18. VOLANIN BAKIM VE ONARIMLARINI YAPMA		2
5.1. DİŞLİ MEKANİZMASI YAPMA	20	10
5.2. DİŞLİ KUTUSU (REDUCTİON GEAR) BAKIMLARINI YAPMA		5
6.1. CIVATA VE SOMUNLA BİRLEŞTİRME YAPMA	30	10
7.1. ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME	30	5
7.3. FLANŞLI BAĞLANTI SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ		5
8.1. MARKALAMA YAPMA	60	4
8.2. KESME YAPMA		4
8.3. DIŞ YÜZEY EĞELEME		10
8.4. İÇ YÜZEY EĞELEME VE PAH KIRMA		10
8.5. MATKAP BİLEME		4
8.6. NOKTA, KESKİ, MAKAS VE TORNAVİDA BİLEME		4
8.7. DELME		5
8.8. KILAVUZ İLE VİDA ÇEKME		5
8.9. PAFTA İLE DİŞ AÇMA		5
8.10. AVUÇ İÇİ TAŞLAMA MAKİNESİ KULLANMA		5
8.11. EL BREYZİ İLE DELME YAPMA		4
9.1. SAC PARÇASINI MENGENEDE ŞEKİLLENDİRME	60	10
9.2. SAC PARÇASINI PERÇİNLE BİRLEŞTİRME		10
9.3. PLASTİK BORULARI KAYNAKLA BİRLEŞTİRME		6
9.4. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME		5
9.5. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI PRESLE BİRLEŞTİRME		4
9.6. BAKIR VE ALÜMİNYUM BORULARI RAKORLA BİRLEŞTİRME		4
9.7. ÇELİK BORULARDAN ÖLÇÜ ALMA		2
9.8. ÇELİK BORULARI DİRSEKLE BİRLEŞTİRME		10
9.9. ÇELİK BORULARI BÜKME		5
9.10. FLANŞ BAĞLANTILARINA CONTA KESME		5
TOPLAM	360	283
YÜZDELİK ORAN		78,60%

	Tavsiye Edilen Uygulama Saati	Teorik Saat	Toplam Ders Saati
TOPLAM SAATLER	283	77	360
YÜZDELİK DİLİM	78,60%	21,40%	100%