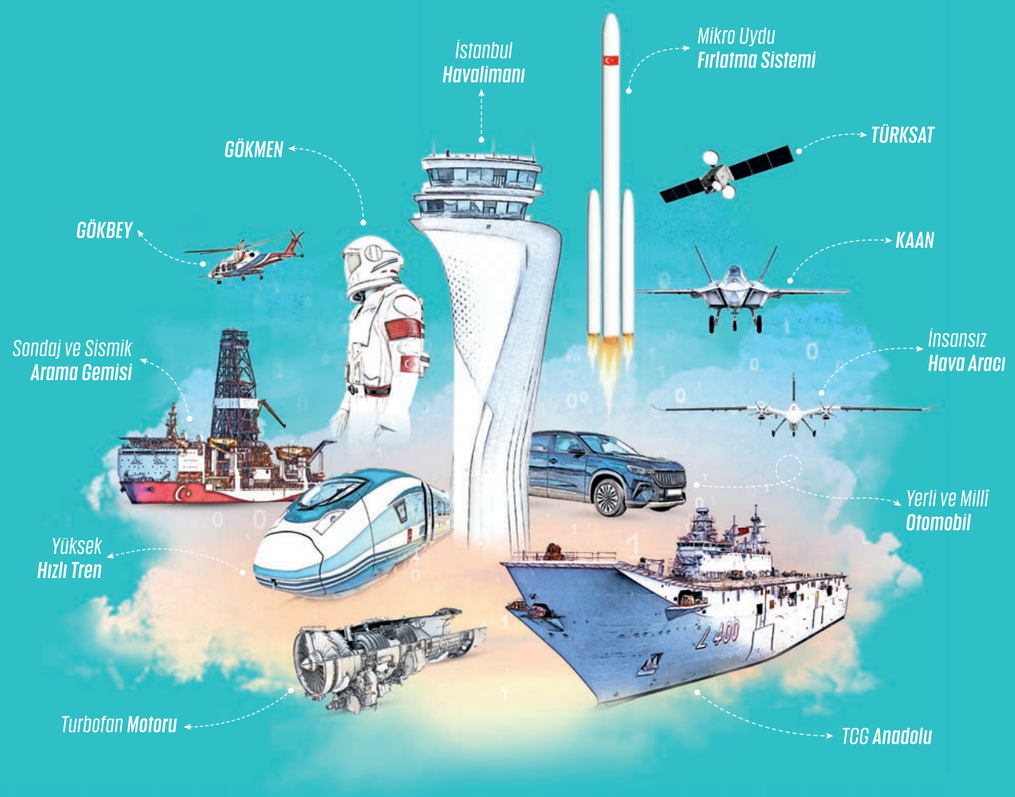
June 28, 2025 15:24:32
209570_Imalat_Islemleri_KAPAK.pdf

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: 978-975-11-6420-9

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

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

10
DERS MATERYALİ



İMALAT İŞLEMLERİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

İMALAT İŞLEMLERİ

10

Ders Materyali

Yazarlar

Süleyman **TİLKİ**

Timur **ÖZEN**

Zeki **BOZKURT**

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI..... 8885
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....2477

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

Hazırlayanlar

Dil Uzmanı
Songül **BAL KUSNACI**

Program Geliştirme Uzmanı
Yusuf **ŞARLAK**

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Arzu **DURSUN URGUN**

Görsel Tasarım Uzmanı
Mehmet Aslan **KUSNACI**

ISBN: 978-975-11-6420-9

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 hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

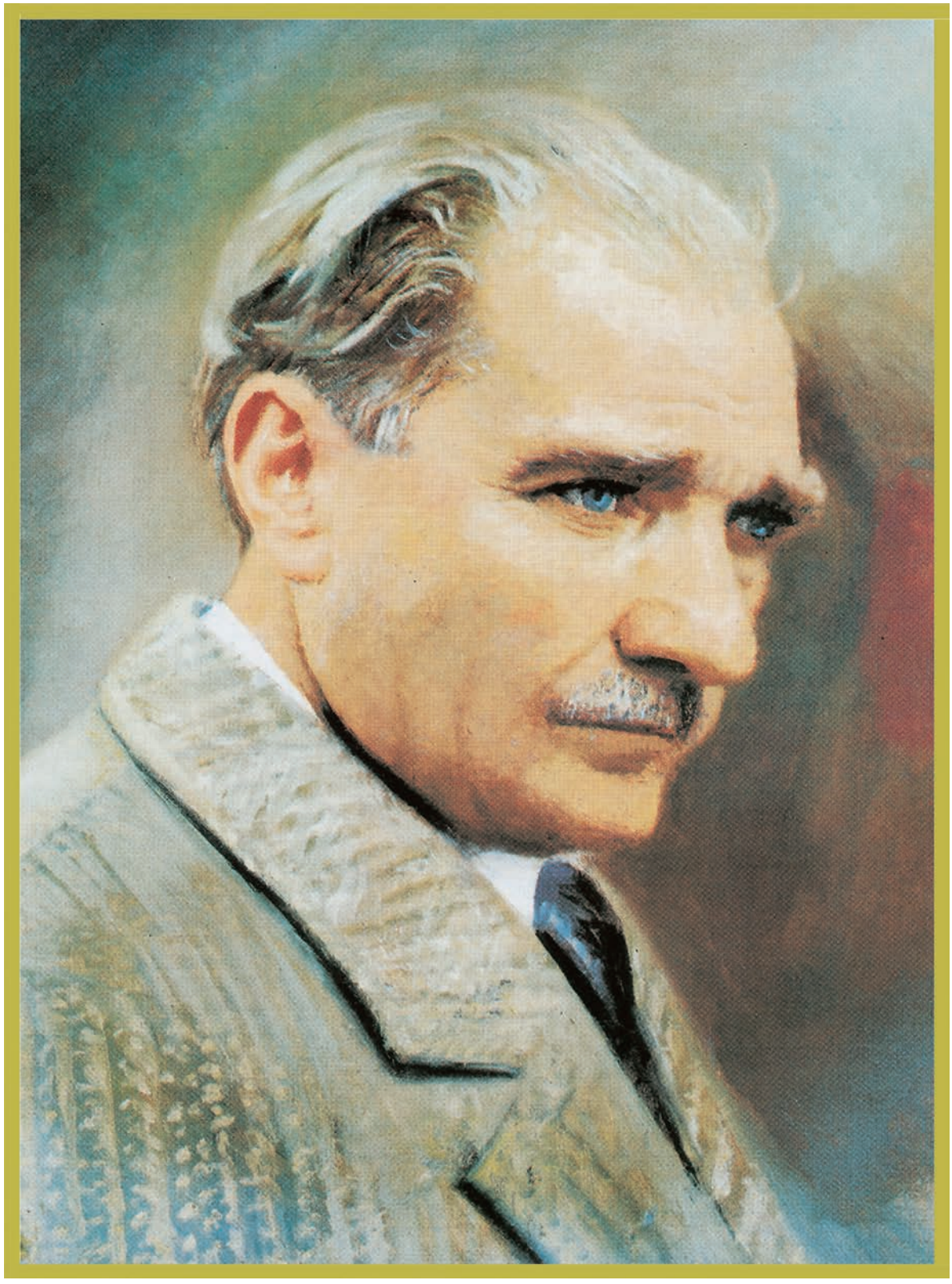
GENÇLİĞE HİTABE

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

ÖLÇME VE KONTROL

1.1. ÖLÇÜ SİSTEMLERİ 18
1.1.1. Metrik Ölçü Sistemi 19
1.1.2. İngiliz Ölçü Sistemi 19
1.1.3. Ölçme Yaparken Dikkat Edilmesi Gerekenler 20
1.1.4. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler 20
1.2. ÖLÇME ALETLERİ 21
1.2.1. Çelik Cetveller 21
1.2.2. Kumpaslar 21
1.2.2.1. Kumpas Çeşitleri 22
1.2.2.2. Sürmeli Kumpas Kullanımı 27
1.2.3. Mikrometreler 27
1.2.2.3. Mikrometre Kullanımı 29
1.2.4. Komparatörler (Ölçü Saatleri) 31
1.2.4.1. Komparatör Kullanımı 31
1.3. KONTROL SİSTEMLERİ 32
1.3.1. Ölçme ve Kontrol Arasındaki Fark 32
1.4. KONTROL ALETLERİ 33
1.4.1. Paralel Yüzlü Camlar 33
1.4.2. Gönyeler 34
1.4.3. Mastarlar 35
1.4.3.1. Mastar Çeşitleri 35
1.4.4. Su Terazileri 38
UYGULAMA YAPRAKLARI 39
1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 46

MALZEME VE MUAYENE

2.1. MALZEMENİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ 50
2.1.1. Metaller 50
2.1.2. Polimerler 52
2.1.3. Seramikler 52
2.1.4. Kompozit (Karma) Malzemeler 53
2.2. MALZEME MUAYENE YÖNTEMLERİ 53
2.2.1. Tahrip Etmeden Yapılan Muayene 54
2.2.2. Tahrip Ederek Yapılan Muayene 58
2.3. SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ 60
2.3.1. Brinell Sertlik Ölçme 60
2.3.2. Rockwell Sertlik Ölçme 61
2.3.3. Vickers Sertlik Ölçme 62
2.3.4. Shore Skleroskop Sertlik Testi 62
UYGULAMA YAPRAKLARI 63
2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 65

TORNA TEZGAHINDA VİDA AÇMA

3.1. ÜÇGEN VİDA AÇMA 68
3.1.1. Torna Tezgâhında Üçgen Vida Açılması 68
3.1.2. Kalemle Vida Açmada Dikkat Edilecek Kurallar 72
3.2. KARE VİDA AÇMA 73
3.2.1. Torna Tezgâhında Kare Vida Açılması 73
3.2.2. Kare Vida Açılmasında Dikkat Edilecek Kurallar 75
3.3. TRAPEZ VİDA AÇMA 76
3.3.1. Torna Tezgâhında Trapez Vida Açılması 76
3.3.2. Trapez Vida Açılmasında Dikkat Edilecek Kurallar 78
3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 79

DELİK BÜYÜTME VE YAY SARMA

4.1. TORNADA DELİK DELME VE BÜYÜTME 82
4.1.1. Torna Tezgâhında Matkapla Delik Delme Ve Büyütme 82
4.1.1.1. Tornada Punta Deliği Açmak 82
4.1.1.2. Tornada Matkapla Delik Delmek 82
4.1.2. Delik Tornalama 83
4.1.3. Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Hususlar 84
4.2. TORNADA DELİKLERE KANAL AÇMA 85
4.2.1. Delik Kanal Kalemleri 85
4.2.2. Devir Sayısı Hesaplama 85
4.2.3. Deliklere Kanal Açma 86
4.3. TORNA TEZGÂHINDA YAY SARMA 87
4.3.1. Yay Çeşitleri ve Uygulama Alanları 87
4.3.2. Basma Ve Çekme Yaylarının Genel Özellikleri 88
4.3.3. Torna Tezgâhında Yay Sarma İşlemi 88
4.3.3.1. Malafanın Hazırlanması 89
4.3.3.2. Yay Sarma İşlemi 89
4.4. TORNA TEZGÂHININ BAKIMI 90
4.4.1. Günlük Bakım 90
4.4.2. Haftalık Bakım 91
4.4.3. Aylık Bakım 91
4.4.4. Yıllık Genel Bakım 91
UYGULAMA YAPRAKLARI 92
4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 93

ÖZEL TORNALAMA İŞLEMLERİ

5.1. YATAKLARA ALARAK TORNALAMA 96
5.1.1. Sabit Yatak 96
5.1.1. Gezer Yatak 96
5.2. KAÇIK MERKEZLİ TORNALAMA İŞLEMLERİ 97
5.2.1. Dış Merkezli (Eksantrik) Tornalama 97
5.3. MENGENELİ AYNALARLA TORNALAMA İŞLEMLERİ 98
5.3.1. Mengeneli Aynayı Tornaya Bağlama Ve Sökme 98
5.3.2. İş Parçasını Aynaya Bağlayarak Merkez Kontrolünü Yapma 99
5.3.3. İş Parçasını Mengeneli Aynada Tornalama 100
5.3.4. Mengeneli Aynada Kare Kesitli Tornalama 100
5.4. PROFİL TORNALAMA İŞLEMLERİ 102
5.4.1. Profil Kaleminin Bilenmesi Ve Katere Bağlanması 102
5.4.2. Profil Tornalama 102
5.4.3. Kopya Torna Tezgâhı İle Profil Tornalama 103
5.5. PENSLERE BAĞLAYARAK TORNALAMA 103
5.5.1. Pens Çeşitleri ve Çalışma Prensibi 104
5.5.2. Pens Tertibatını Takma Sökme Ayarları Ve İşlem Sırası 105
5.2.2.1. Pens Tertibatının Takılması 105
5.2.2.2. İş Parçalarının Bağlanması İşlem Sırası 105
5.2.2.3. Pens Tertibatının Sökülmesi 105
UYGULAMA YAPRAKLARI 106
5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 107

FREZEDE DELİK DELME VE KANAL AÇMA

6.1. FREZEDE DELİK DELME VE BÜYÜTME 110
6.1.1. Delik Delme İşlemleri 110
6.1.2. Delik Büyütme İşlemleri 111
6.1.2.1. Baralama Takımları İle Delik Büyütme 111
6.1.2.2. Parmak Freze Çakıları İle Delik Büyütme 112
6.1.3. Delik Delme ve Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Hususlar 113
6.2. FREZEDE KANAL AÇMA 114
6.2.1. Parmak Freze Çakıları İle Kanal Açma 114
6.2.2. T Ve V Freze Çakıları İle Kanal Açma 116
6.2.3. Testere Ve Kanal Freze Çakıları İle Kanal Açma 117
6.2.4. Deliklere Kama Kanalı Açma 118
UYGULAMA YAPRAKLARI 120
6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 121

7.1. BÖLME ARAÇLARI 124
7.1.1. Basit Bölme Araçları 124
7.1.2. Divizörler 126
7.1.1.1. Divizör İle Doğrudan Bölme İşlemleri 127
7.1.1.2. Divizör İle Açısal Bölme İşlemleri 129
7.1.1.3. Divizör İle Yedirmeli Bölme İşlemleri 130
7.1.2. Döner Tabla 131
7.2. DİŞLİ ÇARKLAR 133
7.2.1. Düz Dişli Çarklar 134
7.2.1.1. Düz Dişli Çark Elemanları Ve Çevirme Oranının Hesaplanması 135
7.2.1.2. Diş Sayısına Göre Modül Freze Çakısı Seçimi 137
7.2.1.3. Diş Açma İşlemleri 139
7.2.2. Kremayer Dişliler 143
7.2.2.1. Kremayer Dişli Donanım Hesabı 144
7.2.2.2. Düz Kanallı Kremayer Dişli Elemanları 144
7.2.2.3. Helis Kanallı Kremayer Dişli Elemanları 146
7.2.2.4. Kremayer Dişli Açmada İşlem Sırası 147
7.2.3. Helis Dişli Çarklar 148
7.2.3.1. Helis Dişli Elemanları 152
7.2.3.2. Helis Dişli Açmada İşlem Sırası 154
7.2.4. Konik Dişli Çarklar 158
7.2.4.1. Konik Dişli Çeşitleri 159
7.2.4.2. Konik Dişli Çarkların Çalışma Pozisyonları 161
7.2.4.3. Konik Dişli Elemanları 162
7.2.4.4. Konik Dişli Çarkların Çalışma Pozisyonları 165
7.2.5. Sonsuz Vida Ve Karşılık Dişlisi 168
7.2.5.1. Sonsuz Vida Ve Elemanları 169
7.2.5.2. Karşılık Dişlisi 171
7.2.5.3. Karşılık Dişlisi Açmada İşlem Sırası 173
7.2.6. Zincir Dişliler 174
7.2.6.1. Kullanım Alanlarına Göre Zincir Dişliler 175
7.2.6.2. Üretim Tipine Göre Zincir Dişliler 176
7.2.6.3. İmalat Şekillerine Göre Zincir Dişli Çeşitleri 176
7.2.6.4. Zincirler 178
7.2.6.5. Zincir Dişli Elemanlarının Hesaplanması 181
7.2.6.6. Modül Freze Çakısı İle Zincir Dişli Açma 186
7.2.6.7. Freze Tezgâhında Parmak Freze Çakısı İle Zincir Dişli Açma 187
UYGULAMA YAPRAKLARI 188
7. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 189

TAŞLAMA İŞLEMLERİ

8.1. DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA 192
8.1.1. Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhında İş Güvenliği Tedbirleri 192
8.1.2. Taşlama İşleminin Amacı Ve Kullanım Alanları 193
8.1.3. Taşlamada Kullanılacak Zımpara Taşlarının Özellikleri 193
8.1.4. Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhları 199
8.1.5. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgâhları 199
8.1.6. Düşey Milli Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhları 202
8.1.7. Düzlem Yüzey Tezgâhlarında Çalışmak 202
8.1.8. Ölçme ve Kontrol 203
8.2. SİLİNDİRİK YÜZEY TAŞLAMA 204
8.2.1. Silindirik Taşlamada İşlem Sırası 204
8.2.2. Silindirik Dış Çap Taşlama Yöntemleri 205
8.2.3. Silindirik İç Yüzey (Delik) Taşlama 209
UYGULAMA YAPRAKLARI 210
8. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 211

ALET BİLEME İŞLEMLERİ

9.1. MATKAP BİLEME 214
9.1.1. Alet Bileme Tezgâhlarının Çalıştırılması 214
9.1.2. Matkap Uç Açıları 215
9.1.3. Hatalı Bilenen Matkabın Delmeye Etkisi 216
9.1.4. Matkap Bilemede Dikkat Edilecek Hususlar 216
9.1.5. Matkapların Bilenmesi 217
9.1.6. Matkap Uç Açısının Kontrolü 217
9.2. KALEM BİLEME 218
9.2.1. İşlenecek Malzemeye Göre Kalem Açıları 218
9.2.2. Seri Çelik Kalem Açıları 219
9.2.3. Kalem Bileme İçin Taş Seçimi 220
9.2.4. Kalemlerin Bilenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar 220
9.2.5. Kalem Açılarının Kontrolü 220
9.2.6. Kalemlerin Bilenmesinde İşlem Sırası 221
9.3. FREZE ÇAKILARINI BİLEME 222
9.3.1. Freze Çakılarının Malzemesine Göre Taş Seçimi 223
9.3.2. Freze Çakılarını Tezgâha Bağlama Yöntemleri 223
9.3.3. Freze Çakılarının Çanak Taşla Bilenmesi 224
9.3.4. Freze Çakılarının Silindirik Taşla Bilenmesi 224
9.3.5. Düz Kanallı Freze Çakılarının Bilenmesi 225
9.3.6. Parmak Freze Çakılarının Bilenmesi 225
9.3.7. Kanal Freze Çakılarının Bilenmesi 226
9.3.8. Açılı Freze Çakılarının Bilenmesi 226
9.3.9. Helis Kanallı Freze Çakılarının Bilenmesi 226
9.3.10. Bilenen Freze Çakısının Kesme Açılarının Kontrolü 227
UYGULAMA YAPRAKLARI 228
9. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 229
GENEL UYGULAMALAR 230



Öğrenme birimi numarasını gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

Öğrenme birimi konu başlıklarını gösterir.

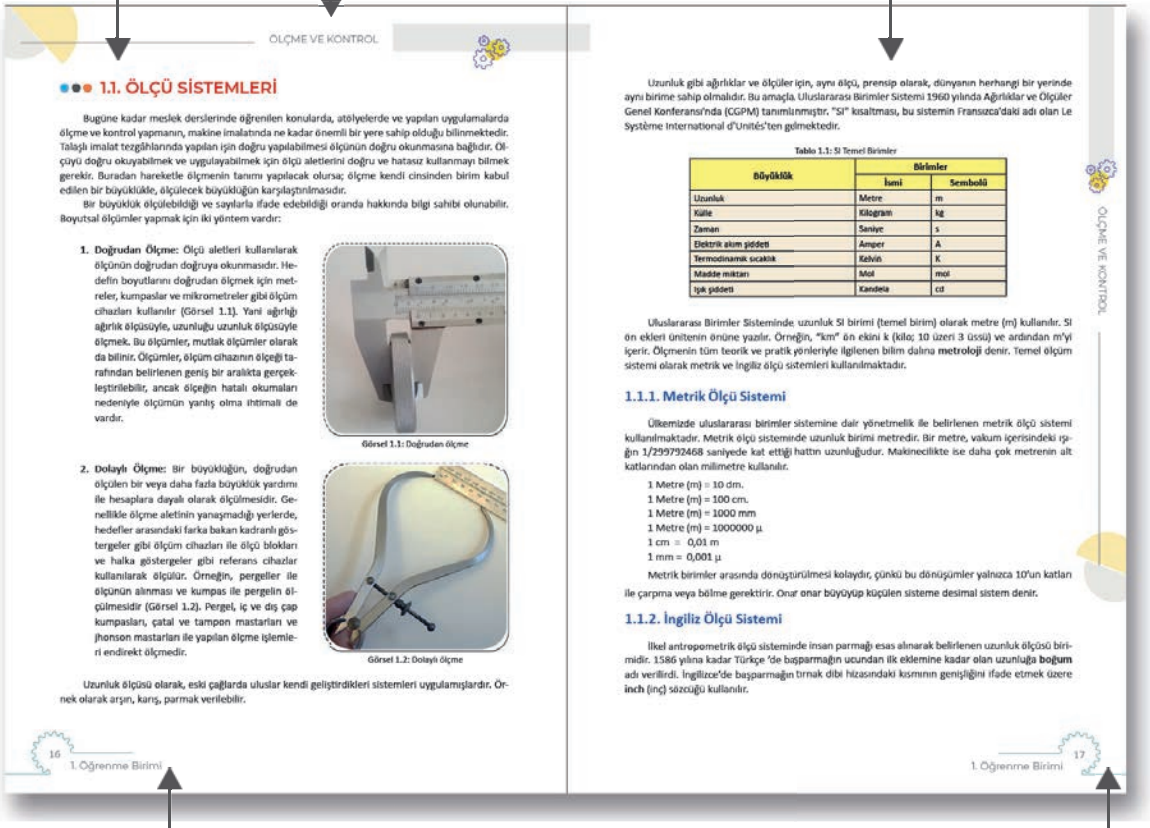
Etkileşimli kitap karekodunu gösterir.

Öğrenme birimine uygun görsel

Öğrenme biriminde yer alan konuların başlıklarını ve sırasını gösterir.

Öğrenme birimi adını gösterir.

Kazanımları doğrultusunda hazırlanmış metin ve görsellerin bulunduğu bölümdür.



ÖLÇME VE KONTROL

1.1. ÖLÇÜ SİSTEMLERİ

Bugüne kadar meslek derslerinde öğrenilen konularda, atölyelerde ve yapılan uygulamalarda ölçme ve kontrol yapmanın, makine imalatında ne kadar önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Talaşlı imalat tezgâhlarında yapılan işin doğru yapılabilmesi ölçünün doğru okunmasına bağlıdır. Ölçüyü doğru okuyabilmek ve uygulayabilmek için ölçü aletlerini doğru ve hatasız kullanmayı bilmek gerekir. Buradan hareketle ölçmenin tanımı yapılacak olursa; ölçme kendi cinsinden birim kabul edilen bir büyüklükle, ölçülecek büyüklüğün karşılaştırılmasıdır.

Bir büyüklük ölçülebildiği ve sayılarla ifade edebildiği oranda hakkında bilgi sahibi olunabilir. Boyutsal ölçümler yapmak için iki yöntem vardır:

1. **Doğrudan Ölçme:** Ölçü aletleri kullanılarak ölçünün doğrudan doğruya okunmasıdır. Hedefin boyutlarını doğrudan ölçmek için metreler, kumpaslar ve mikrometreler gibi ölçüm cihazları kullanılır (Görsel 1.1). Yani ağırlığı ağırlık ölçüsüyle, uzunluğu uzunluk ölçüsüyle ölçmek. Bu ölçümler, mutlak ölçümler olarak da bilinir. Ölçümler, ölçüm cihazının ölçeği tarafından belirlenen geniş bir aralıkta gerçekleştirilebilir, ancak ölçeğin hatalı okumaları nedeniyle ölçümün yanlış olma ihtimali de vardır.

Görsel 1.1: Doğrudan ölçme

2. **Dolaylı Ölçme:** Bir büyüklüğün, doğrudan ölçülen bir veya daha fazla büyüklük yardımı ile hesaplara dayalı olarak ölçülmesidir. Genellikle ölçme aletinin yanaşmadığı yerlerde, hedefler arasındaki farka bakan kadranlı göstergeler gibi ölçüm cihazları ile ölçü blokları ve halka göstergeler gibi referans cihazlar kullanılarak ölçülür. Örneğin, pergeller ile ölçünün alınması ve kumpas ile pergelin ölçülmesidir (Görsel 1.2). Pergel, iç ve dış çap kumpasları, çatal ve tampon mastarları ve jhonson mastarları ile yapılan ölçme işlemleri endirekt ölçmedir.

Görsel 1.2: Dolaylı ölçme

Uzunluk ölçüsü olarak, eski çağlarda uluslar kendi geliştirdikleri sistemleri uygulamışlardır. Örnek olarak arşın, karış, parmak verilebilir.

16 1. Öğrenme Birimi

Uzunluk gibi ağırlıklar ve ölçüler için, aynı ölçü, prensip olarak, dünyanın herhangi bir yerinde aynı birime sahip olmalıdır. Bu amaçla, Uluslararası Birimler Sistemi 1960 yılında Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda (CGPM) tanımlanmıştır. "SI" kısaltması, bu sistemin Fransızca'daki adı olan Le Système International d'Unités'ten gelmektedir.

Tablo 1.1: SI Temel Birimler

Büyüklük	Birimler	
	İsmi	Sembolü
Uzunluk	Metre	m
Kütle	Kilogram	kg
Zaman	Saniye	s
Elektrik akım şiddeti	Amper	A
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K
Madde miktarı	Mol	mol
Işık şiddeti	Kandela	cd

Uluslararası Birimler Sisteminde uzunluk SI birimi (temel birim) olarak metre (m) kullanılır. SI ön ekleri ünitenin önüne yazılır. Örneğin, "km" ön ekini k (kilo; 10 üzeri 3 üssü) ve ardından m'yi içerir. Ölçmenin tüm teorik ve pratik yönleriyle ilgilenen bilim dalına **metroloji** denir. Temel ölçüm sistemi olarak metrik ve İngiliz ölçü sistemleri kullanılmaktadır.

1.1.1. Metrik Ölçü Sistemi

Ülkemizde uluslararası birimler sistemine dair yönetmelik ile belirlenen metrik ölçü sistemi kullanılmaktadır. Metrik ölçü sisteminde uzunluk birimi metredir. Bir metre, vakum içerisindeki ışığın 1/299792468 saniyede kat ettiği hattın uzunluğudur. Makinecilikte ise daha çok metrenin alt katlarından olan milimetre kullanılır.

1 Metre (m) = 10 dm.
1 Metre (m) = 100 cm.
1 Metre (m) = 1000 mm
1 Metre (m) = 1000000 µ
1 cm = 0,01 m
1 mm = 0,001 µ

Metrik birimler arasında dönüştürülmesi kolaydır, çünkü bu dönüşümler yalnızca 10'un katları ile çarpma veya bölme gerektirir. Onar onar büyüyüp küçülen sisteme desimal sistem denir.

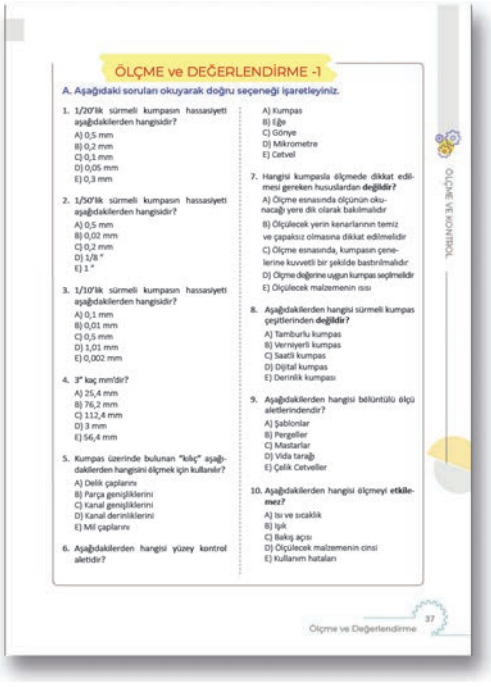
1.1.2. İngiliz Ölçü Sistemi

İlkel antropometrik ölçü sisteminde insan parmağı esas alınarak belirlenen uzunluk ölçüsü birimidir. 1586 yılına kadar Türkçe 'de başparmağın ucundan ilk eklemine kadar olan uzunluğa **boğum** adı verilirdi. İngilizce'de başparmağın tırnak dibi hizasındaki kısmının genişliğini ifade etmek üzere **inch** (inç) sözcüğü kullanılır.

17 1. Öğrenme Birimi

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Sayfa numarası gösterir.



ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME -1

A. Aşağıdaki soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. 1/20'lik sürmeli kumpasın hassasiyeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 0,5 mm
B) 0,2 mm
C) 0,1 mm
D) 0,05 mm
E) 0,3 mm

2. 1/50'lik sürmeli kumpasın hassasiyeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 0,5 mm
B) 0,02 mm
C) 0,2 mm
D) 1/8 "
E) 1 "

3. 1/10'luk sürmeli kumpasın hassasiyeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 0,1 mm
B) 0,01 mm
C) 0,5 mm
D) 1,01 mm
E) 0,002 mm

4. 3" kaç mm'dir?
A) 25,4 mm
B) 76,2 mm
C) 112,4 mm
D) 3 mm
E) 56,4 mm

5. Kumpas üzerinde bulunan "kılıç" aşağıdakilerden hangisini ölçmek için kullanılır?
A) Delik çaplarını
B) Parça genişliklerini
C) Kanal genişliklerini
D) Kanal derinliklerini
E) Mil çaplarını

6. Aşağıdakilerden hangisi yüzey kontrol aletidir?
A) Kumpas
B) Eğe
C) Gönye
D) Mikrometre
E) Cetvel

7. Hangisi kumpasla ölçmede dikkat edilmesi gereken hususlardan **değildir?**
A) Ölçme esnasında ölçünün okunacağı yere dik olarak bakılmalıdır
B) Ölçülecek yerin kenarlarının temiz ve çapaksız olmasına dikkat edilmelidir
C) Ölçme esnasında, kumpasın çenelerine kuvvetli bir şekilde bastırılmalıdır
D) Ölçme değerine uygun kumpas seçilmelidir
E) Ölçülecek malzemenin ısısı

8. Aşağıdakilerden hangisi sürmeli kumpas çeşitlerinden **değildir?**
A) Tamburlu kumpas
B) Verniyerli kumpas
C) Saatli kumpas
D) Dijital kumpas
E) Derinlik kumpası

9. Aşağıdakilerden hangisi bölüntülü ölçü aletlerindendir?
A) Şablonlar
B) Pergeller
C) Mastarlar
D) Vida tarağı
E) Çelik Cetveller

10. Aşağıdakilerden hangisi ölçmeyi **etkilemez?**
A) Isı ve sıcaklık
B) Işık
C) Bakış açısı
D) Ölçülecek malzemenin cinsi
E) Kullanım hataları

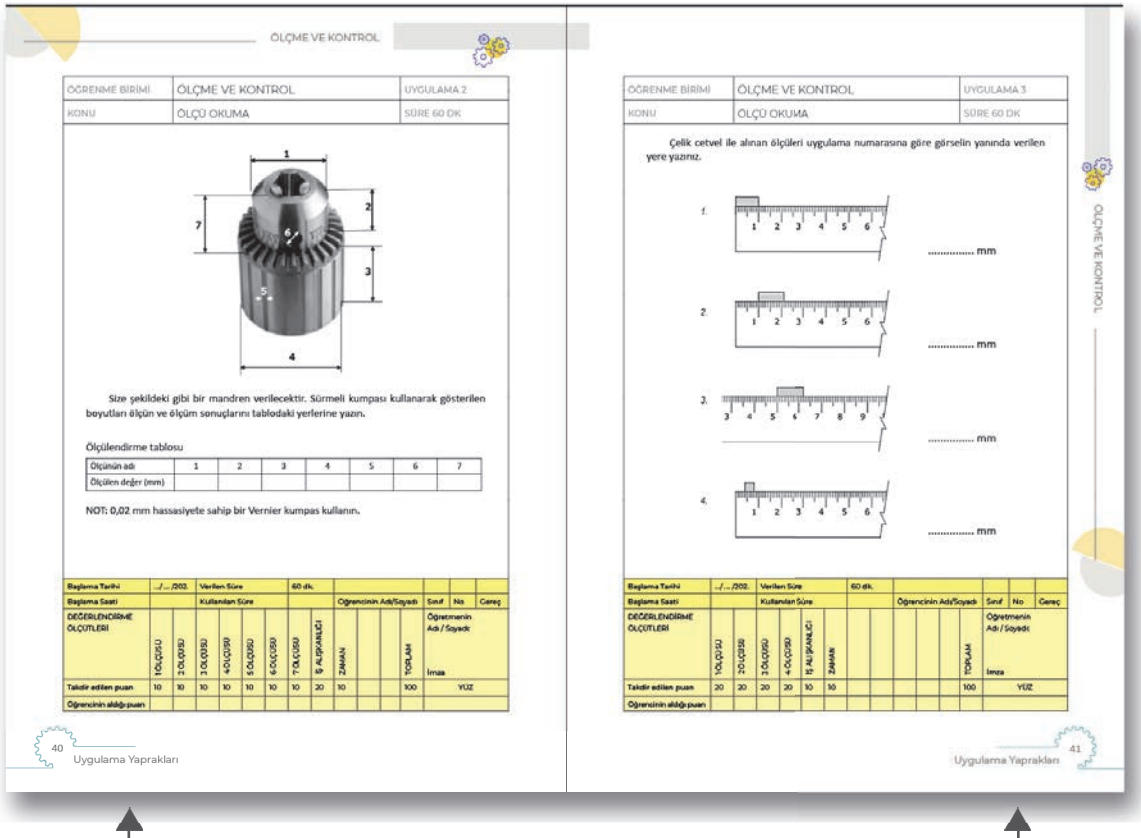
Ölçme ve Değerlendirme 37

Kazanım sonu ölçme ve değerlendirme sayfasını gösterir.

İlim adamları için yokluk içinde yaşadığı halde kanaat sahibi olmaktan daha değerli bir ziynet yoktur.

(İmam Şafii)

Değerler eğitimi alanını gösterir.



ÖLÇME VE KONTROL

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	UYGULAMA 2
KONU	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 DK

Size şekildeki gibi bir mandren verilecektir. Sürmeli kumpası kullanarak gösterilen boyutları ölçün ve ölçüm sonuçlarını tablodaki yerlerine yazın.

Ölçülendirme tablosu

Ölçünün adı	1	2	3	4	5	6	7
Ölçülen değer (mm)							

NOT: 0,02 mm hassasiyete sahip bir Vernier kumpas kullanın.

Başlama Tarihi	../.. /202.	Verilen Süre	60 dk.														
Başlama Saati		Kullanılan Süre										Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1.ÖLÇÜSÜ	2.ÖLÇÜSÜ	3.ÖLÇÜSÜ	4.ÖLÇÜSÜ	5.ÖLÇÜSÜ	6.ÖLÇÜSÜ	7.ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN			TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza					
Takdir edilen puan	10	10	10	10	10	10	10	20	10			100	YÜZ					
Öğrencinin aldığı puan																		

40 Uygulama Yaprakları

ÖLÇME VE KONTROL

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	UYGULAMA 3
KONU	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 DK

Çelik cetvel ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen yere yazınız.

Başlama Tarihi	../.. /202.	Verilen Süre	60 dk.														
Başlama Saati		Kullanılan Süre										Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1.ÖLÇÜSÜ	2.ÖLÇÜSÜ	3.ÖLÇÜSÜ	4.ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN						TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza					
Takdir edilen puan	20	20	20	20	10	10						100	YÜZ					
Öğrencinin aldığı puan																		

Uygulama Yaprakları 41

Uygulama yapraklarını gösterir.


ELECTRONIC
DIGITAL
CALIPER



1 ÖĞRENME BİRİMİ
ÖLÇME VE KONTOL

KONULAR

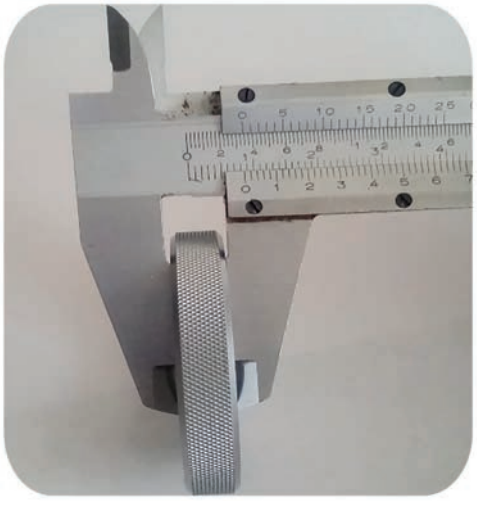
1.1. ÖLÇÜ SİSTEMLERİ
1.2. ÖLÇME ALETLERİ
1.3. KONTROLÜN SİSTEMLERİ
1.4. KONTROL ALETLERİ

1.1. ÖLÇÜ SİSTEMLERİ

Meslek derslerinde anlatılan konularda ve atölyelerde yapılan uygulamalarda ölçme ve kontrol işlemlerinin makine ve tezgâh imalat aşamalarında ne kadar önemli bir yere sahip olduğundan bahsedilmişti. İmalatı yapılan ürünün istenen ölçü ve hassasiyette yapılabilmesi ölçülerin doğru okunmasına bağlıdır. Ölçülerin doğru okunması ve istenen ölçüde üretim yapılabilmesi ölçme araçlarının doğru ve hatasız kullanılmasına bağlıdır. Bu bilgiler dikkate alınarak ölçmenin tanımı yapılacak olursa; ölçme kendi cinsinden birim kabul edilen bir büyüklükle, ölçülecek büyüklüğün karşılaştırılmasıdır.

Bir büyüklük ölçülebildiği ve rakamlarla ifade edilebildiği sürece geçerliliğini devam ettirir. Boyutsal ölçümler yapabilmek için iki yöntem kullanılmalı.

1. **Doğrudan Ölçme:** Metre, kumpas ve mikrometre gibi ölçme aletlerini kullanarak yapılan ölçme işlemidir (Görsel 1.1). Doğrudan ölçme işlemlerine mutlak ölçme de denir. Mutlak ölçmede nesnelerin hangi özelliği ölçülecekse o özelliği ölçen ölçü aletleri kullanılır. Örneğin; ağırlık ölçmek için kilogramın, uzunluk ölçmek için metrenin, sıcaklık ölçmek için termometrenin kullanılması gibi.



Görsel 1.1: Doğrudan ölçme

2. **Dolaylı Ölçme:** Endirekt ölçme işlemi de denir. Ölçü pergeli, iç çap dış çap kumpasları, çatal ve tampon mastarları ile Johnson mastarları gibi ölçme aletleri ile yapılan ölçme işlemleridir. Dolaylı ölçme aletleri doğrudan ölçme aletlerinin kullanılamadığı yerlerdeki ölçme işlemlerinde kullanılır. Örneğin kumpasın çenesi ve ağızlarının giremediği dar bir yerdeki ölçünün dış çap kumpası ile ayarlanıp sonra kumpas veya cetvel ile rakamsal olarak belirlenmesi gibi (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Dolaylı ölçme

Eski çağlarda standart bir uzunluk ölçüsü yoktu. Her millet kendisinin geliştirdiği uzunluk ölçüsünü kullanırdı. Örneğin Osmanlıda kullanılan arşın, karış, okka gibi.

Farklı ölçü aleti ve birimlerinin kullanılmasından kaynaklanan kargaşaları ve yanlış anlamaları ortadan kaldırmak için 1960 yılında Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansında (CGPM) Uluslararası Birimler Sistemi (SI) tanımlanmıştır.

Tablo 1.1: SI Temel Birimler

Büyüklük	Birimler	
	İsmi	Sembolü
Uzunluk	Metre	m
Kütle	Kilogram	kg
Zaman	Saniye	s
Elektrik akım şiddeti	Amper	A
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K
Madde miktarı	Mol	mol
Işık şiddeti	Kandela	cd

Ölçmenin tüm teorik ve pratik yönleriyle ilgilenen bilim dalına metroloji denir. Uluslararası Birimler Sisteminde (SI), uzunluk temel birimi olarak metre (m) ve inch (parmak) belirlenmiştir. Metrik ölçü sisteminde metre (m) ve İngiliz ölçü sisteminde inch (parmak) kullanılır.

1.1.1. Metrik Ölçü Sistemi

Ülkemizde uluslararası birimler sistemine dair yönetmelik ile belirlenen metrik ölçü sistemi kullanılmaktadır. Metrik ölçü sisteminde uzunluk birimi metredir. Bir metre, vakum içerisindeki ışığın 1/299792468 saniyede kat ettiği hattın uzunluğudur. Makinecilikte ise daha çok metrenin alt katlarından olan milimetre kullanılır.

1 metre (m) = 10 dm
1 metre (m) = 100 cm
1 metre (m) = 1000 mm
1 metre (m) = 1000000 µ
1 cm = 0,01 m
1 mm = 0,001 µ

Metrik birimler arasında dönüştürülmesi kolaydır, çünkü bu dönüşümler yalnızca 10'un katları ile çarpma veya bölme gerektirir. Onar onar büyüyüp küçülen sisteme **desimal sistem** denir.

1.1.2. İngiliz Ölçü Sistemi

İlkel antropometrik ölçü sisteminde insan parmağı esas alınarak belirlenen uzunluk ölçüsü birimidir. 1586 yılına kadar Türkçe 'de başparmağın ucundan ilk eklemine kadar olan uzunluğa **boğum** adı verilirdi. İngilizce'de başparmağın tırnak dibi hizasındaki kısmının genişliğini ifade etmek üzere **inch** (inç) sözcüğü kullanılır.

Ölçüler gelişip sistemleştikçe insan organlarından bağımsızlaşmış ve parmak da diğerleri gibi nispeten standart bir uzunluk biriminin adı olmuştur. ABD ve İngiliz milletler topluluğu üyesi olan ülkelerde kullanılır.

Günümüzde boruların dış (anma) çaplarını, cıvata türü bağlama elemanlarının dişli kısımlarının uzunluğunu (hatve) ve keçe gibi sızdırmazlık/yalıtım ürünlerinin ölçülerini belirtmekte kullanılan parmak kelimesiyle İngiliz İnch ölçüsü (sembolü") kastedilmektedir. Bu ölçü sisteminde birim **yarda** adı verilen birim uzunluktur. Makine sektöründe yardanın askatlarından parmak kullanılır. Parmak işareti (")'dir. Parmak işareti tam veya bayağı kesirle ifade edilen değerlerin sağ üst köşesine konur. 1", 2", ¼" gibi gösterilir.

Yarda "Imperial Standard Yard" ismi verilen bronz bir çubuğun üzerindeki iki çizgi arasındaki uzunluktur. 1 yarda = 3 ayak, 1 ayak = 12 parmaktır. Daha önce tanımlanan metrik ölçü sisteminden esinlenerek 1 parmak (inch), kripton gazının yaydığı ışık dalga boyunun 42016.807 katı olarak tanımlanmıştır.

1 inç = 25,4 mm	1 mil = 1.609 km
1 ft = 304,8 mm	1 yd= 914,4 mm
1 pound = 0,454 kg	1 galon = 3,785 L

1.1.3. Ölçme Yaparken Dikkat Edilmesi Gerekenler

1. Çalışan tezgah durdurulmadan ölçme işlemi yapılmamalıdır.
2. Ölçme işleminden önce yüzeylerdeki çapaklar temizlenmelidir.
3. Ölçü çeneleri temizlenmeden ölçme yapılmamalıdır.
4. Ölçü çeneleri gereğinden fazla sıkılmamalıdır.
5. Ölçü aletleri şaka aracı olarak kullanılmamalıdır.

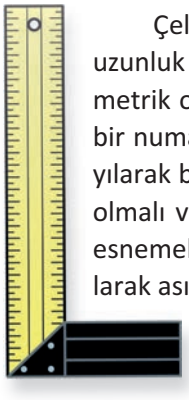
1.1.4. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler

1. Ölçme sıcaklığı: Ölçme aletlerinde ve ölçülen parçada sıcaklıktan kaynaklanan genleşmeler ve büzülmeler ölçme hatalarına neden olabilir.
2. Kullanım hataları: Ölçme aletlerinin nasıl kullanılacağını bilmemek ölçme hatalarına neden olabilir.
3. İmalat hataları ve arızalar: Ölçme aletinin imalatından kaynaklanan hatalar ve arızalar ölçme hatalarına neden olabilir.
4. İş parçasının durumu: İş parçasının üzerindeki çapaklar, talaş parçacıkları, yağ ve soğutma sıvısı kalıntıları ölçme hatalarına neden olabilir.
5. Ölçme yapılan ortam: Yeterli aydınlatmanın olmadığı ortamlarda yapılan ölçme işlemleri ölçme hatalarına neden olabilir.
6. Ölçüm yapan kişinin psikolojik durumu ölçme hatalarına neden olabilir.

1.2. ÖLÇME ALETLERİ

Günümüzün gelişen teknolojileri yüksek kalitede ve hassasiyette parça üretimine ve buna bağlı olarak da yüksek hassasiyette ölçme yapan ölçme aletlerine olan ihtiyacı arttırmıştır. Üretim yapan atölyelerde genel amaçlı olarak çelik cetveller, gönyeler, kumpaslar, mikrometreler ve komparatörler kullanılmaktadır. Bunların yanında her işin özelliğine uygun olarak üretilen özel amaçlı ölçüm cihazları da kullanılmaktadır.

1.2.1. Çelik Cetveller



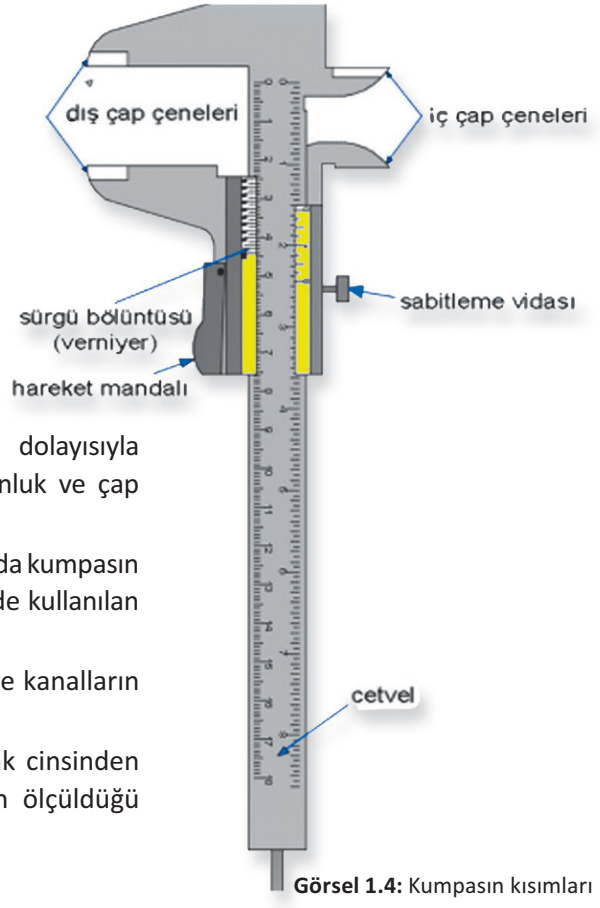
Çelik cetveller 10,15,20,30 ve 50 cm uzunluk ölçülerinde imal edilip üzerleri milimetrik olarak derecelendirilmiştir. Her 10 mm'de bir numaralandırılmıştır. Ölçüler milimetrik çizgiler sayılarak belirlenir. Çelik cetveller kullanımları sırasında temiz olmalı ve başka bir amaç için kullanılmamalıdır. Eğilmelerini ve esnemelerini engellemek için üzerinde bulunan deliklerden sarkıtılarak asılmalıdır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Çelik cetvel

1.2.2. Kumpaslar

Kumpaslar alaşımlı paslanmaz çelikten üretilen ve üzerlerinde bulunan milimetrik bölüntüler yardımı ile doğrusal boyutların, derinliklerin ve çap ölçülerinin ölçülmesinde kullanılan ölçme aletleridir. Sürgülü cetvel olarak ta adlandırılır. Sürgü ve cetvel olmak üzere iki ana kısımdan oluşur.



Görsel 1.4: Kumpasın kısımları

Dış Çap Çeneleri: Cetvelin, sürgünün ve dolayısıyla da kumpasın alt kısmında bulunan genişlik, uzunluk ve çap ölçmede kullanılan kısımdır.

İç Çeneleri: Cetvelin, sürgünün ve dolayısıyla da kumpasın üst kısmında bulunan iç ölçüleri ve çapları ölçmede kullanılan kısımdır.

Kılıç: Sürgü üzerine sabitlenmiş olan delik ve kanalların derinliklerinin ölçülmesinde kullanılan kısımdır.

Cetvel Bölüntüsü: Üzerinde mm ve parmak cinsinden milimetrik bölüntüler bulunan ve tam sayıların ölçüldüğü kısımdır.



Sürgü Bölüntüsü: Kumpasın hareketli kısmıdır. Üzerinde kılıç ve tespit vidasını taşır. Ölçme değerlerinin virgülden sonraki kısımlarının ölçüldüğü kısımdır. Metrik (mm) kısmında 1/10, 1/20 ve 1/50 hassasiyetinde, parmak (inch) ölçü kısmında ise 1/64, 1/128 ve 1/1000 inch hassasiyetinde ölçüm yapar.

Sabitleme Vidası: Kolay kullanım sağlamak için hareketli çeneyi sabitlemek için kullanılır. Böylece ölçülen nesne çıkarılabilir ve ölçümler alınabilir.

Hareket Mandalı: Ölçüm yüzeylerini (her iki çene ve derinlik çubuğu) hassas bir şekilde ayarlamak için kullanılır. Kullanıcının ölçtüğü malzemeyi sıkı bir şekilde kavramasına yardımcı olur.

Kumpas Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Kumpaslar kullanılmadan önce yumuşak ve yağlı bir bezle temizlenmeli ve birkaç kez ileri geri hareket ettirilmelidir.
2. Kumpaslar kullanılmadığında güvende tutmak için koruyucu kılıflarından çıkarılmamalıdır.
3. Kumpas kullanırken aşırı güç uygulanmamalı, düşürülmemeli ve dikkatli kullanılmalıdır.
4. Kumpas ölçme işlemi dışında başka bir amaç için kullanılmamalıdır.
5. Doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalı ve aşırı sıcak ortamlarda saklanmamalıdır.
6. Kullanıldıktan sonra talaş ve tozlardan temizlenmeli, kuru ve nemsiz ortamlarda saklanmalıdır.
7. Doğru ölçme yaptığından emin olmak için düzenli olarak kalibrasyonu yapılmalıdır.

1.2.2.1. Kumpas Çeşitleri

Kullanım alanına göre kumpas çeşitleri:

1. Sürmeli kumpaslar
2. Derinlik kumpasları
3. Modül kumpasları
4. İç ve dış çap kumpasları

Ölçü Sistemine Göre Kumpas Çeşitleri:

1. Metrik ölçü sistemine göre kumpaslar
2. Parmak ölçü sistemine göre kumpaslar

Kullanım Alanına Göre Kumpas Çeşitleri:

1. Sürmeli Kumpaslar

Sürmeli kumpaslar kullanım kolaylıklarına göre mekanik kumpaslar, göstergeli kumpaslar ve dijital kumpaslar şeklinde gruplandırılır.

Mekanik Sürmeli Kumpas: Sürmeli kumpas sabit çene üzerindeki cetvel ve hareketli çene üzerindeki bölüntüler ile hassas ölçme yapar. Sürmeli kısmı cetvel üzerinde serbestçe hareket ettirilir. Cetvel üzerinde milimetre cinsinden bölüntülere sahiptir.



Görsel 1.5: Mekanik kumpas

Bölüntü sayısına göre kumpasın hassasiyet değerleri belirlenir. Metrik ölçü sistemindeki hassasiyet değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 1.2: Kumpas Hassasiyet Değerleri

Bölüntü sayısı	Hassasiyeti
10 bölüntülü sayısı	(1/10) ± 0.1 mm
20 bölüntülü sayısı	(1/20) ± 0.05 mm
50 bölüntülü sayısı	(1/50) ± 0,02 mm

Göstergeli Kumpaslar: Doğru ölçümler yapabilmeyi sağlayan, yararlı, kalibre edilmiş hassas bir ölçüm aracıdır (Görsel 1.6). Gösterge kullanımı okumasını çok daha kolay hale getirir. Göstergede okunan değer, cetvel ölçeğinde gösterilen değer ile birleştirilir.



Görsel 1.6: Göstergeli (kadranlı) sürmeli kumpas

Göstergeli kumpaslar, kumpas çenelerinin hareketini göstergeye aktaran bir kremayer ve pinyon mekanizma sistemi kullanır. Kumpasın ölçüm aralığı, ölçebileceği en büyük değer ile en küçük değer arasındaki farktır. Çoğu kadranlı kumpasın ölçüm aralığı 150 mm'dir (6 inç) ancak 100 mm (4 inç) ile 300 mm (12 inç) arası aralıklara sahip kumpaslar da bulunmaktadır. Çoğu kadranlı kumpaslar derecelendirilmesi metrik ölçüm sistemi için 0,02 mm ve İngiliz ölçüm sistemi kumpaslar için 0,001 inch hassasiyetindedir.

Dijital Kumpaslar: Çok hassas ölçüme yapmak için kullanılan kumpaslardır (Görsel 1.7). Dijital kumpaslar ile hem metrik hem de inch ölçü sistemlerine göre ölçüm yapılır. Kumpas üzerindeki düğmeler ile ölme birimleri değiştirilebilir. Hassas ölçümler yapabilmek için sık sık kalibrasyona tabi tutulmalıdır.



Görsel:1.7: Dijital kumpas

Sıfır düğmesi herhangi bir noktada kumpasın sıfırlanmasını sağlar. Bu özellik, ölçümü diğer kumpas türlerinden çok daha kolay hale getirir. Bazı kumpaslar bilgisayara bağlanabilir. Ölçümlerin elektronik tabloda saklanabileceği anlamına gelir.

2. Derinlik Kumpasları

Sürmeli derinlik kumpas, bir nesnenin referans yüzeyinden deliklerin, yuvaların derinliğini ölçmek için kullanılır (Görsel 1.8). Analog tip ve dijital tip olmak üzere iki tür sürmeli derinlik kumpası vardır. Analog sürmeli derinlik kumpasının hassasiyeti 0,02 mm, dijital tip derinlik kumpasının hassasiyeti ise 0,01 mm'dir. Ölçüm yapma şekli sürmeli kumpas ile aynıdır. Cetvel bölüntü değeri, sürmeli bölüntü ölçeğinde çakışan çizgi değeri ile toplandığında, bu nihai değerdir.

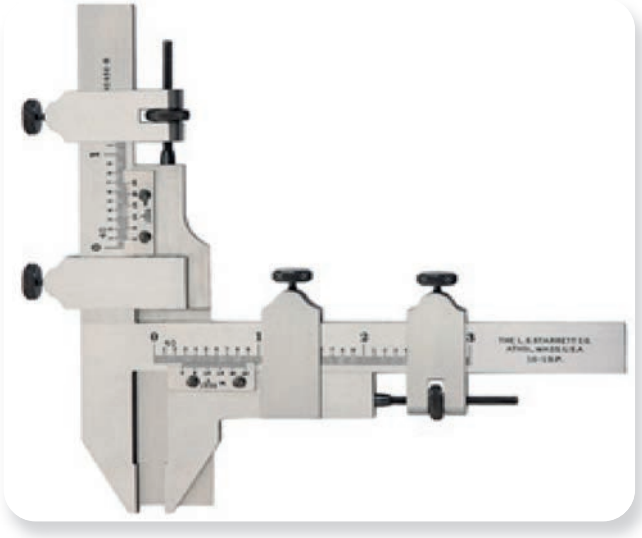


Görsel 1.8: Derinlik kumpası

3. Modül Kumpasları

Modül kumpaslarında birbirine dik iki tane cetvel vardır. Modülü bilinmeyen dişli çarkların modüllerinin bulunması veya modülü bilindiği halde diş genişlik değerlerinin kontrol edilmelerinde kullanılan aletleridir. Modül kumpası kullanmanın faydalarından biri, dişlinin makineden çıkarılmasına gerek olmamasıdır.

Kumpas, dişli üzerindeki iki boyutu referans alan ve bir ölçüm sağlayan iki ayarlanabilir verniyerden oluşur. Dikey ölçek: Eğim çizgisinin üstünden dişlerin derinliğini ölçer. Yatay ölçek: Bu, dişli çarkın kordal (bölüm dairesi üzerinde ölçülen çizgisel diş) kalınlığı ölçmek için kullanılır.



Görsel 1.9: Modül kumpası

Görsel 1.9'da tipik bir modül kumpası görülmektedir. Modül kumpaslarındaki yatay cetvel bölüntüsü üzerindeki verniyer bölüntüleri genellikle 0,02 mm ve 0,05 mm, hassasiyetinde, parmak olarak hazırlananları ise 1/64" veya 1/128" hassasiye-tinde yapılır.

4. İç ve Dış Çap Kumpası

İki ayak, bir yay ve bir ayar somunundan oluşan çok basit kumpaslardır. Ekli bir ölçü cetveline sahip olmadıkları için bir cetvelle kontrol edilmeleri gerekir. Bacaklar arasındaki boşluk, vida ve somun döndürülerek ayarlanır. Günümüzde bazı eski ustaların dışında pek tercih edilmemektedir. İki tür yaylı mafsallı kumpas vardır: dış çap ve iç çap kumpaslarıdır. İç veya dış ölçümleri almak için kullanılabilirler (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: İç ve dış çap kumpası

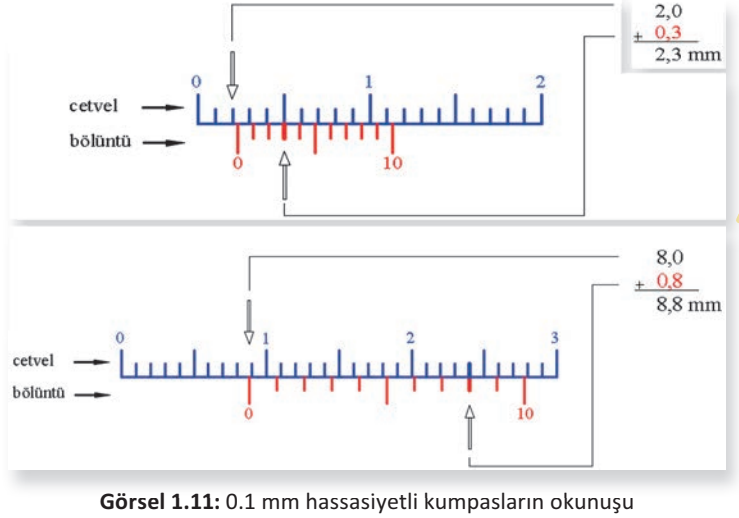
Ölçü Sistemine Göre Kumpas Çeşitleri:

1. Metrik Ölçü Sistemi Kumpasları

Sürgülü kumpaslarda hassasiyet(duyarlılık), cetvel üzerindeki bölüntü ile verniyer üzerindeki bölüntü arasındaki farktır. Metrik ölçü sistemine göre kumpaslar 1/10 mm hassasiyetli, 1/20 mm hassasiyetli ve 1/50 mm hassasiyetli olarak üretilirler.

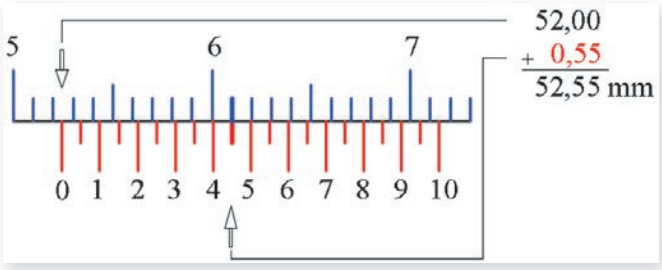
1/10 mm Hassasiyetli Kumpaslar: Kumpasın ana cetveli üzerinde iki çizgi arası mesafe 1 mm'dir. Cetvel üzerindeki 9 mm'lik kısım verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüştür. Bu bölüntü normal bölüntü olarak isimlendirilir. 19 mm 10 eşit parçaya bölündüğünde ise genişletilmiş bölüntü oluşur. 1/10 mm'lik kumpaslarda genişletilmiş bölüntüler hassasiyeti etkilemez, sadece okuma kolaylığı sağlar.

Verniyer bölüntüsü üzerinde bulunan iki çizgi arasındaki mesafe 0.9 mm'dir. 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 mm gibi değerler ölçülür. Kumpasın hassasiyeti: 1- 0.9 = 0.1 mm'dir. Görsel 1.11'de 2,3 mm ve 8,8 mm 1/10 'luk kumpas üzerinde okunuşu gösterilmiştir.



Görsel 1.11: 0.1 mm hassasiyetli kumpasların okunuşu

1/20 mm Hassasiyetli Kumpaslar: Cetvel üzerindeki 19 mm'lik kısım verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür. Verniyer bölüntüsü üzerinde bulunan iki çizgi arasındaki mesafe 0.95 mm'dir. 0,05-0,1-0,15-0,4-0,45 mm gibi değerler ölçülür. Hassasiyeti 0.05 mm'dir (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: 0.05 mm hassasiyetli kumpasların okunuşu

1/50 mm Hassasiyetli Kumpaslar: Cetvel üzerindeki 49 mm'lik kısım verniyer üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüştür. Verniyer bölüntüsü üzerinde bulunan iki çizgi arasındaki mesafe 0.98 mm'dir. Hassasiyet değeri 0.02 mm'dir. 0,02-0,04-0,1-0,16-0,42-0,46 mm gibi değerler ölçülebilir (Görsel 1.13).



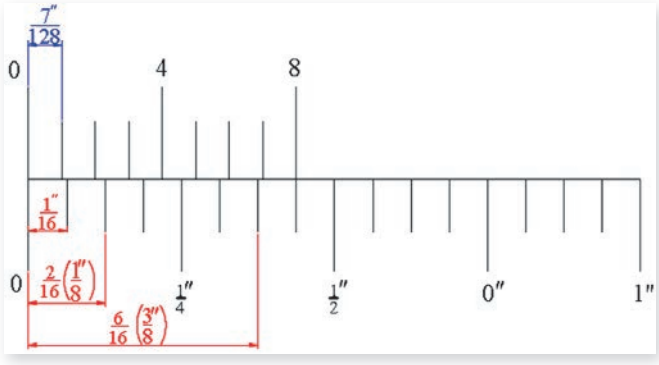
Görsel 1.13: 0.02 mm hassasiyetli kumpasların okunuşu

2. Parmak Ölçü Sistemi Kumpasları

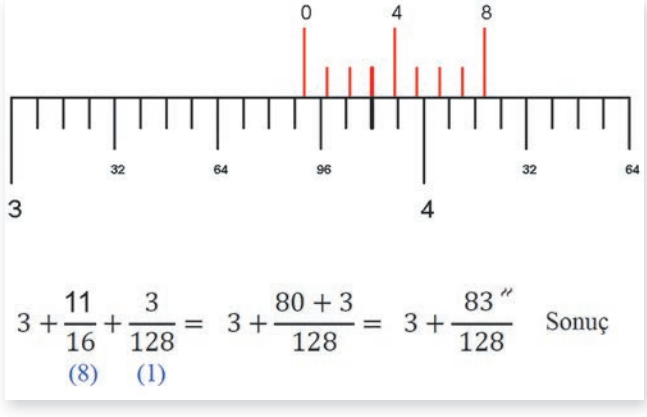
Ölçü okuma milimetrik kumpaslardaki okuma kuralı ile aynıdır. Parmak ölçü sistemi kumpasları 1/32", 1/64", 1/128", 1/1000" hassasiyetli üretilirler. 1/32" kumpaslar kaba ölçümlerde kullanılırlar. 1/128" ile 1/1000" hassasiyette olanları daha çok tercih edilir.

Cetvel üzerinde parmak (inch) bölüntüleri, sürgü üzerinde ise verniyer bölüntüleri oluşturulmuştur. Cetvel üzerindeki bölüntüler, 1" lik uzunluk 16 eşit parçaya bölünerek oluşturulmuştur. En küçük ölçü 1/16" dir (Görsel 1.14). Bu bölüntüler sıfırdan başlayıp sırası ile 1/16" , 2/16"(1/8"), 3/16", 4/16"(1/4"), 5/16", 6/16"(3/8"), ... 15/16" ve 1" olarak oluşturulmuştur.

Örnek olması için 1/128" hassasiyetli sürgülü kumpasın okunuşu gösterilecektir (Görsel 1.15). Bu kumpaslarda hassasiyet, 7/16" ve 15/16" 'lik uzunluk, sürgü üzerinde 8 eşit bölüntü işaretlenerek hassasiyet 1/128" elde edilmiştir.



Görsel 1.14: 1/128"kumpasın hassasiyeti



Görsel 1.15: 1/128"hassasiyetli kumpasın okunuşu

1.2.2.2. Sürmeli Kumpas Kullanımı

- Ölçülmek istenen nesneye uygun büyüklükte ve hassasiyette kumpas seçilir.
- Görsel 1.16'da gösterildiği gibi kumpasın çenelerini açılır. Ölçülecek nesne çeneleri ortasına yerleştirilir ve sıkıca kapatılır (Görsel 1.17). Sürmeli kumpas üzerinde herhangi bir kilit özelliği varsa, uzunluğun sabitlenmesine yardımcı olur.
- Sürgülü bölüntü ve cetvel bölüntüsüne yakından bakılır. Sürmeli bölüntünün 0 (sıfır) noktası, cetvelde bir ölçüyü işaret etmelidir. Görsel 1.18'de 26 mm ölçüsünü görülmektedir.
- Sürmeli bölüntü ve cetvele tekrar yakından bakılır. Bu sefer, cetvel ve sürmeli bölüntü ölçeğinde kesişen çizgiler aranır. Görsel 1.19'da sürmeli bölüntü ölçeğinde 0,24 çizgisinin kesişen çizgi olduğu görülmektedir. Tam değeri bulabilmek için cetvelde okunan değer ile sürmeli bölüntüde okunan değerin toplanması gerekir. Toplama işlemi sonucunda çıkan değer ölçüyü göstermektedir.

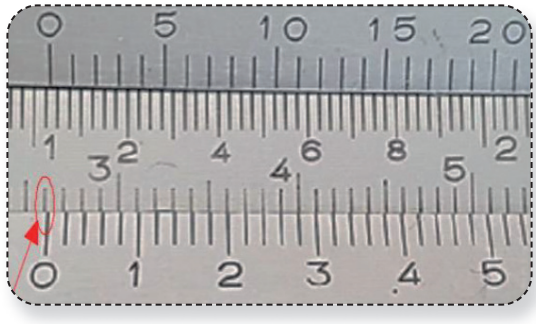
  26mm + 0,24mm = 26,24 mm



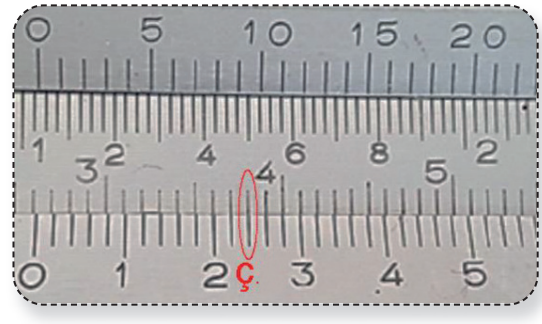
Görsel 1.16: Kumpas çenelerinin açılması



Görsel 1.17: Kumpas çenelerinin kapalı tutulması



Görsel 1.18: 26 mm ölçüsünün okunması



Görsel 1.19: Çakışan çizginin tespiti

1.2.3. Mikrometreler

Kumpaslara göre daha hassas ölçme işlemi yapan ölçü aletleridir. Birbiri ile beraber çalışan makine parçalarının ölçü hassasiyetinin ayarlanmasında kullanılır.

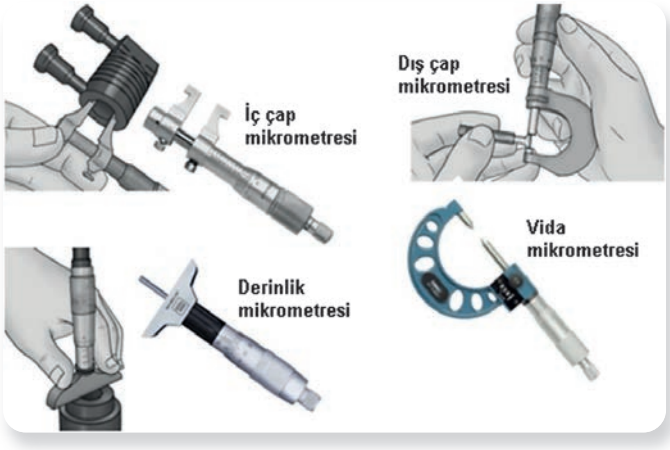
Tipik bir mikrometre, milimetrenin yüzde biri veya bir inçin binde biri hassasiyete sahiptir. Mikrometre kumpas kadar geniş ölçü aralığına sahip değildir. Kumpaslarda tek bir ölçü aleti ile 2000 mm kadar ölçüm yapılabilir. Mikrometreler Tablo 1.3'te görüldüğü gibi farklı ölçü aralıklarında yapılmaktadır.

Tablo 1.3: Mikrometrelerin Ölçüm Aralıkları

Ölçü Sistemi	Ölçü Aralıkları							
Metrik	0-25mm	25-50mm	50-75mm	75-100mm	100-125mm	125-150mm	150-175mm	...
İnç	0-1˝	1-2˝	2-3˝	3-4˝	5-6˝	7-8˝	9-10˝	...

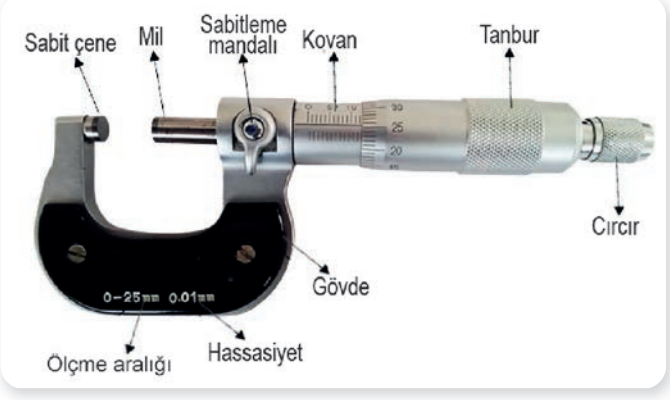
Mikrometrelerin kullanım yerlerine göre pek çok çeşidi vardır (Görsel 1.20). En çok kullanılan mikrometreler;

1. Dış çap mikrometreleri
2. İç çap mikrometreleri
3. Derinlik mikrometreleri
4. Vida mikrometreleri
5. Modül mikrometreleri



Görsel 1.20: Mikrometre çeşitleri

Mikrometre yapısı gereği çok karmaşık değildir; Görsel 1.21'de mikrometrenin kısımları görülmektedir.



Görsel 1.21: Mikrometrenin kısımları

Gövde: Örs ve mili üzerinde taşıyan mikrometrenin C harfi biçimindeki parçasıdır. Sıcaklık değişimlerinden dolayı genleşme ve büzülmeyi en aza indirecek malzemeden üretilir. Üzerinde mikrometrenin ölçme aralığı ve hassasiyeti yazılıdır.

Sabit Çene (Örs): Gövdenin sol tarafında bulunan yüksek hassasiyette işlenmiş çenesidir. Mil eksenini paralel olarak gövde üzerine monte edilmiştir.

Mil: Tambur ile bağlantılı olup tamburun dönmesi ile hareket eden uç kısmı hassas işlemiş silindirik parçadır. Ölçülen nesne hareketli çene ile mil arasında sabit hale gelinceye kadar sıkıştırılır.

Kovan: Üzerinde tam sayıları ifade eden milimetrik bölüntüler bulunan ve ölçme işleminin yapıldığı kısımdır.

Tambur: Üzerinde ondalık sayıları ifade eden milimetrik bölüntülerin bulunduğu kısımdır. Üzerine tırtıl açılmış kısımdır. Mili hareket ettirerek çenelerin sıkmasını sağlayan mikrometrenin en önemli parçası olan ölçme vidasının üzerinde bulunur.

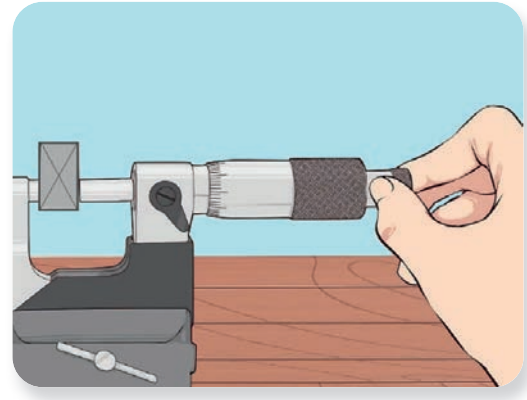
Cırcır: Mikrometrenin baskı hassasiyetinin ayarlandığı kısımdır. Ölçme vidasının sağ ucuna monte edilmiştir. Son sıkma işleminde en az üç tur yaptırılmalıdır.

Sabitleme Mandalı: Mili sabitlemek için kullanılan bir çeşit somundur. Mikrometrenin ayarı bozulmadan okunmasını kolaylaştırmak için kullanılır.

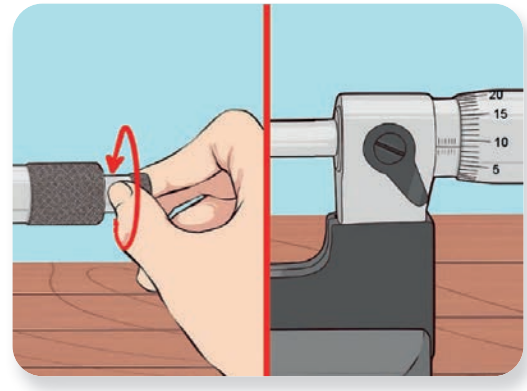
1.2.2.3. Mikrometre Kullanımı

Bir mikrometreyi kullanmaya başlamadan önce mikrometrenin nasıl çalıştığı hakkında yeterli bilgi sahibi olunmalı ve mikrometrenin bir standa bağlanarak mı yoksa elde mi kullanılacağına karar verilmelidir. Bundan sonra dikkat edilmesi gereken en önemli husus mikrometrenin sıfırlamasının düzgün yapılması ve ölçme çenelerinin temiz olmasıdır.

- Ölçme aralığı dikkate alınarak mikrometre seçilir.
- Mikrometre bir ölçme standına bağlanır.
- Ölçümü yapılacak nesne sol el ile tutularak sabit çeneye temas ettirilir (Görsel 1.22).
- Tambur sağ el ile döndürülerek hareketli çene parçaya temas ettirilir.
- Cırcır döndürülerek sıkma hassasiyeti ayarlanır. Yeterince kuvvet uygulandığında tamburdan tıklama sesi gelir (Görsel 1.23).
- Sabitleme mandalı sıkılarak sabitlenir.
- Kovan üzerindeki çizgiler okunarak tamsayı, alt kısmındaki kırmızı çizgilerden ise buçuklar okunur ve not alınır. Görsel 1.25'teki örnekte kovanın üst kısmında 17 mm'yi geçmiştir. Alt kısmında ise buçuğu geçmiştir.

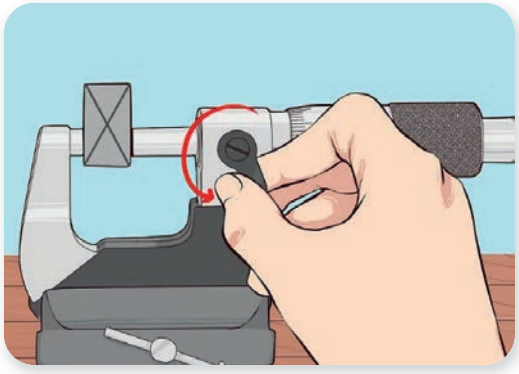


Görsel 1.22: Mikrometrenin tutulması

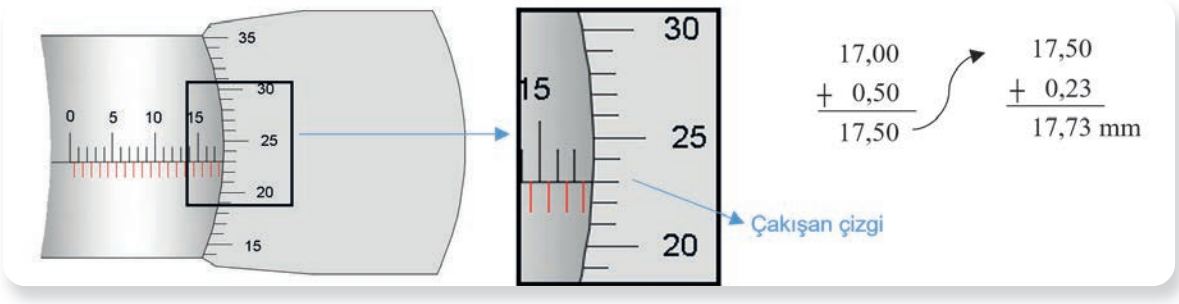


Görsel 1.23: Cırcırın kullanılması

- Nesne dikkatlice kaydırılır. Sabit çene veya milin yüzeylerini çizmekten kaçınılmalıdır; en ufak bir çizik mikrometrelerin ölçüm doğruluğunu bozar.
- İş milinin kilidini açmadan önce ölçümler not edilir. Mil gevşerse, ölçüldüğünden yeniden emin olunmalıdır.
- Tamburun kovan üzerindeki yerine bakılır. Tamburun kovan üzerindeki milimetrik bölüntüde hangi çizgi üzerinde olduğuna bakılır (Görsel 1.25). Kovan kısmındaki üst taraftaki çizgiler cetvelde tam ölçüleri gösterir. Görseldeki örnekte tamburun 17 mm ölçüsünü geçtiği görülüyor. Bu 17 mm ölçüsü not edilir.

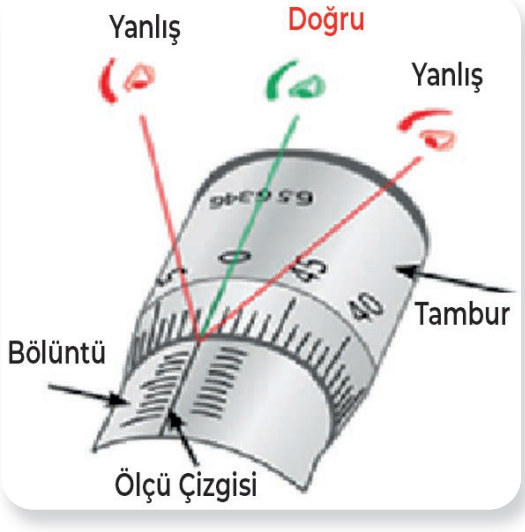


Görsel 1.24: Sabitleme mandalının sıkılması



Görsel 1.25: Mikrometrenin okunması

- Buçuk çizgisine bakılır: Bölüntünün altındaki çizgiler ise cetvelde 0,50 mm ölçülerini gösterir. Bulunan 17 mm ölçüsüne eklenir, 17,50 mm ölçüsü not edilir.
- Tambur üzerindeki çakışan çizgi bulunur. Tambur üzerindeki bölüntüde, kovan üzerindeki ölçü çizgisi ile çakışan çizgi tespit edilir. Örnekte çakışan çizgi 0,23 mm ölçüsünü göstermektedir. Bu değer daha önce bulunan 17,50 mm ile toplanarak 17,73 ölçüsü okunmuş olur.
- Doğru bakış açısı ile bakılır. Mikrometre ile ölçüm yaparken kişinin elinde duruşu ve bakış açısı çok önemlidir. Görsel 1.26'da görüldüğü gibi yanlış bakış açısı, ölçünün yanlış okumansına neden olacaktır.

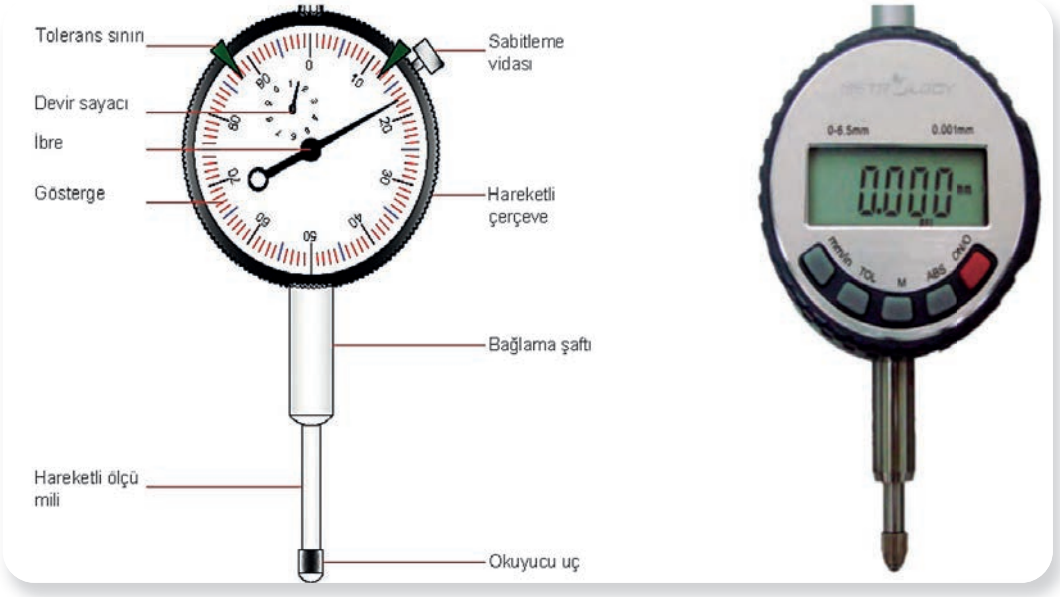


Görsel 1.26: Mikrometreye bakış açısı

1.2.4. Komparatörler (Ölçü Saatleri)

Genel ilkesi standart ölçü aletleri ile okunan ölçünün boyut farklılıklarını göstermektir. Bu nedenle, gerçek boyutu ölçmez, ancak olması gereken ölçüden ne kadar farklı olduğunu gösterir. Bir komparatör, iş parçasının doğrudan boyutunu değerlendirmez, ancak karşılaştırmalı ölçümler için kullanılır. Karşılaştırmalı ölçüm, doğrudan bir ölçümden daha doğru olma avantajına sahiptir. Ölçü saatleri; boyutların karşılaştırmalı ölçülmesinde, ölçü farklılıklarının belirlenmesinde ve biçim değişikliklerinin kontrolünde kullanılır. Karşılaştırmalı ölçme ve kontrol aleti olarak kullanıldıkları için ölçü saatlerine komparatör adı verilmiştir.

Komparatörler ölçü ve taşıma kolaylığı sağlamak amacıyla özel sehpa üzerine monte edilerek kullanılır. Görsel 1.27'de komparatörün kısımları gösterilmiştir. Hassas bölüntülü ölçü aletleridir. Hassasiyetleri 0.01 - 0.001 mm arasında değişmektedir. Ölçü saati, alt ve üst kontrol limit sınırları içerisinde ayarlanır ve parçaların ölçü kontrolü ayarlanan sınırlar içerisinde yapılır. Komparatörlerin kadranlı ve dijital tipleri bulunmaktadır (Görsel 1.28).

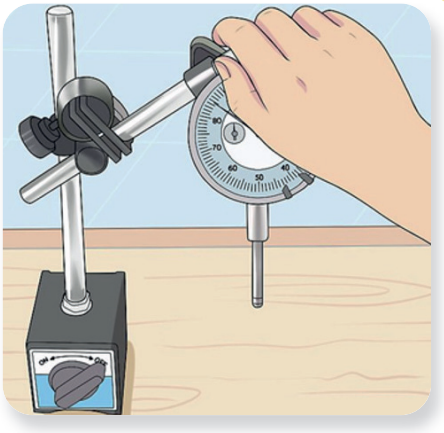


Görsel 1.27: Komparatörlerin kısımları

Görsel 1.28: Dijital komparatör

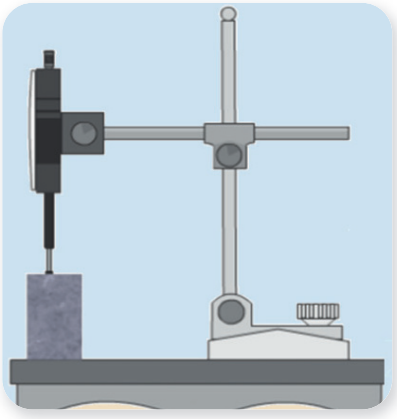
1.2.4.1. Komparatör Kullanımı

- Komparatörün kullanımı aslında çok basittir. Gösterge bir sehpaya monte edilir (Görsel 1.29). Bu komparatör sehpası ölçümler alınırken göstergeyi sabitleyerek sağlamlaştıracaktır.
- Komparatörün ayağı bir yere sabitlendikten sonra kontrol etmek istenilen yüzeye komparatörün ucu değdirilir.

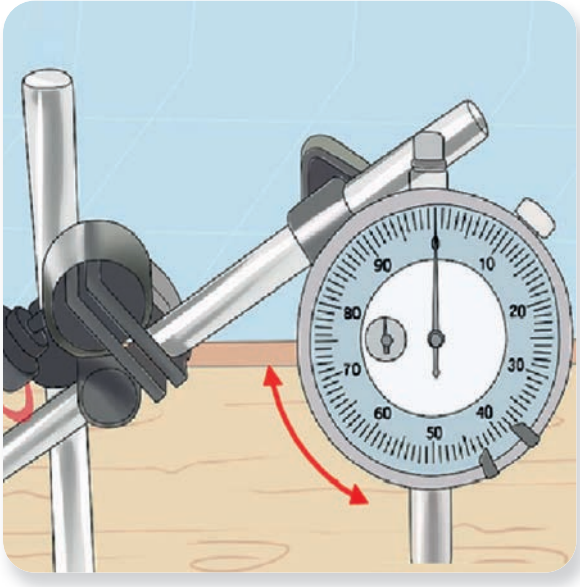


Görsel 1.29: Komparatörün sabitlenmesi

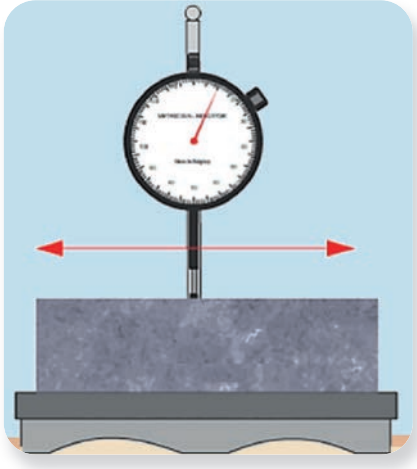
- Komparatör saatinin ibresi sıfırlanır (Görsel 1.30). İbre 0'ı gösterene kadar hareketli dış çerçeve çevrilir. Dış çerçeve kenarı çevrilerek hareket ettirilebilir (Görsel 1.31).
- Daha sonra kontrol edilecek parçanın yüzeyinde hareket ettirilir.
- Komparatör milinin her hareketinde ibredeki değişim gözlenir (Görsel 1.32). İbre kabul edilen tolerans içinde kalıyorsa her şey yolundadır.



Görsel 1.30: Komparatörün sıfırlanması



Görsel 1.31: Dış çerçevenin çevrilmesi



Görsel 1.32: Komparatörün hareketi

1.3. KONTROL SİSTEMLERİ

Kontrol bir işi doğru, usulüne, gerçeğe ve aslına uygun olarak ölçü sınırları içerisinde yapılıp yapılmadığını tespit etmektir. Kontrol sırasında ölçü, şekil ve yüzey kalitesi gibi özellikleri istenen özellikler ile mukayese edilir.

1.3.1. Ölçme ve Kontrol Arasındaki Fark

Makinecilikte işin verilen bilgiler ve ölçülere uygun olup olmadığı kontrol etmek, ölçmek kadar önemlidir. Kontrol işlemi bu işlem için yetiştirilmiş elemanlar tarafından yapılır. Bir işin kullanılıp kullanılmaması gerektiğine kontrol elemanları karar verir.

Ölçme işlemleri sadece ölçü aletleri ile yapılır. Bu ölçümler sonucunda sayısal değerler elde edilir. Kontrol işlemleri ise kontrol aletleri ile yapılır. Kontrol aleti ölçü aleti olarak kullanılamaz ama ölçü aletleri aynı zamanda kontrol aletleri olarak da kullanılırlar.

1.4. KONTROL ALETLERİ

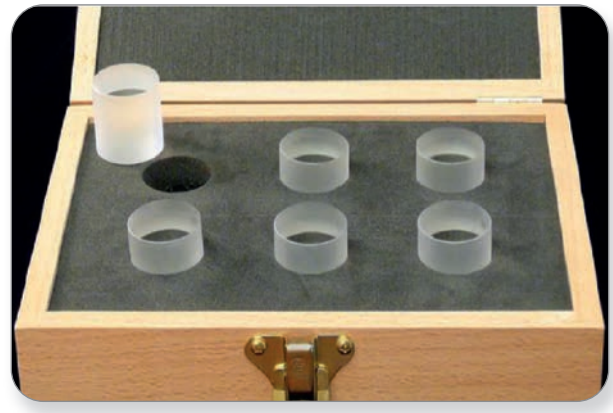
Bir önceki konuda anlatılan ölçü aletleri kontrol aletleri olarak da kullanılır. Bu ölçü aletlerinden farklı olarak paralel yüzlü camlar, gönyeler, mastarlar ve su terazileri gibi aletler kullanılır.

1.4.1. Paralel Yüzlü Camlar

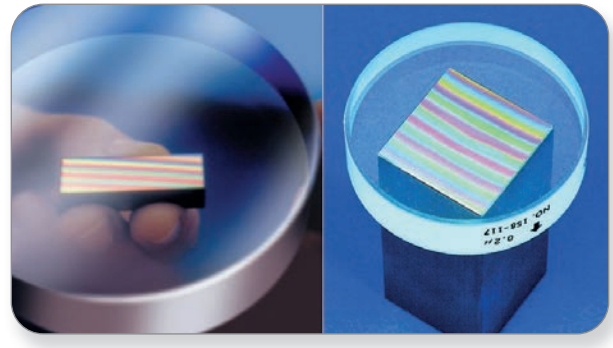
Paralel yüzlü camlar, bir yüzeyin düzlüğünü ölçmek için kullanılabilen özel cam parçalarıdır. Genellikle 25 nanometre (bir metrenin milyarda biri) dâhilinde olmak üzere son derece düz olacak şekilde cilalanmış optik dereceli camlardan oluşur (Görsel 1.33). Test edilecek yüzeyin üzerine yerleştirildiğinde, yüzeyin dış hatlarını gösteren koyu ve beyaz şeritler görülebilir (Görsel 1.34).

Paralel yüzlü camlar, aynalar gibi cilalı yüzeylerin standartlara uygun olmasını sağlamak, aşınma ve yıpranmayı kontrol etmek için kullanılabilir.

Burada prensip, kontrolü yapılacak parça yüzeyinin temizlendikten sonra, optik camın parça yüzeyine yerleştirilmesi ve camın üzerine ışık tutulmasıdır. Cam ile yüzey arasında kalan hava boşluğunun meydana getirdiği ışık biçimine göre yüzey düzgünlüğünün tayin edilmesidir. Kontrolü yapılan yüzey, istenen düzlükte ise camdan görünen şerit çizgileri eşit aralıklı ve paralel doğrultuludur. Camda görünen çizgiler gelişigüzel ve paralel değilse, o zaman yüzey üzerinde girinti ve çıkıntılar var demektir (Tablo 1.4).

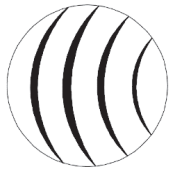
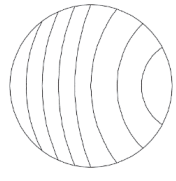
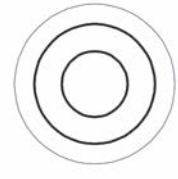
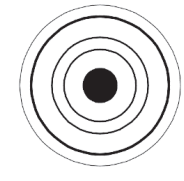
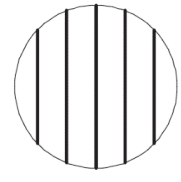


Görsel 1.33: Paralel yüzlü camlar



Görsel 1.34: Yüzeydeki hataları gösteren şeritler

Tablo 1.4: Camda Görünen Bazı Yüzey Hataları

				
Yüzey eğriliği	Çok fazla yüzey eğriliği	Dışbükey yüzey	İçbükey yüzey	Tamamen düz parça yüzeyi

1.4.2. Gönyeler

Gönyeler metal işlemede en çok kullanılan kontrol aletleridir. Yüzeylerin birbirine olan dikliğini, düzlüğünü ve yüzeyler arasındaki açıları kontrol etmeyi sağlayan aletlerdir.

Gönyelerin kullanım yeri ve şekillerine göre değişik çeşitleri aşağıda sıralanmıştır;

- Sabit Açılı Gönyeler
- Şapkalı Gönyeler
- Kıl Gönyeler
- Üniversal Açı Gönyesi
- Optik Açı Gönyesi
- Saatli Açı Gönyesi

Sabit Açılı Gönyeler: İş parçalarının yüzeylerinin düzlüğü ve yüzeyler arasındaki açıların kontrolünde kullanılır. Çelikten imal edilip sertleştirilmiş ve taşlanmışlardır. Sabit açılı gönyeler, 45°, 90°, 120° olarak imal edilir (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Sabit açılı gönyeler

Kıl Gönyeler: Makine atölyelerinde en çok kullanılan gönye çeşitidir (Görsel 1.36). İş parçalarının yüzeylerin düzgünlük ve diklik kontrolünde kullanılır. Gönyelerin uç kısımları konik (keskin) olduğundan bu isim verilmiş olup bu özelliği sayesinde de kontrolleri hassas bir şekilde yapar.

Şapkalı Gönyeler: Genel amaçlı kontroller için kullanılır (Görsel 1.37). Gönye şapka ve cetvel olarak iki kısımdan meydana gelir. Bu tür gönyeler 100 - 150 mm arasında boylara sahiptir.



Görsel 1.36: Kıl gönye

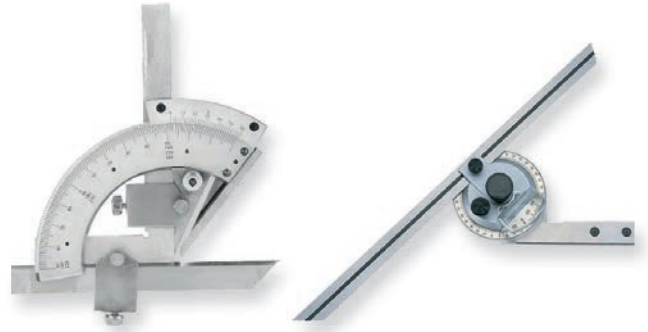


Görsel 1.37: Şapkalı gönye

Evrensel Açı Gönyeleri: Derecenin dakikalarını okuyabilmek için yapılmış hassas açı gönyeleridir (Görsel 1.38). Tam derecelerden başka, dakikaları okuyabilmek için yardımcı açı bölüntüsü vardır. Açı ölçülerinin okunmasında kullanılan hassas bir ölçü aletidir. 360°ye kadar tüm ölçüleri ölçer. Ölçme hassasiyetleri 2′ ve 5′ arasında değişir. 4 adet 90°ye bölünerek 360°ye tamamlanmıştır.

Dijital Açı Gönyesi: Bu açı gönyesi ölçme şekli ve kullanılışı bakımından üniversal açı gönyesinin aynısıdır (Görsel 1.39). Bu gönyelerde bölüntü yoktur. Açı değeri ekrandan okunur.

Saatli Açı Gönyesi: Açı ölçüsü, dönüş hareketi gayet kusursuz olan dişliler yardımıyla bir kadran üzerinde dönen ibreye geçirilir (Görsel 1.40). İbrenin bir devri 10° gösterir. Onar onar derece bölüntüleri okunabilmektedir.



Görsel 1.38: Üniversal açı gönyeleri



Görsel 1.39: Dijital açı gönyesi



Görsel 1.40: Saatli (kadranlı) açı gönyesi

1.4.3. Mastarlar

Makine parçalarının istenen şekilde olup olmadığını anlamak için kullanılan aletlere mastarlar denir. Mastarlar ile kontrol işlemleri sonucunda sayısal bir değer oluşmaz. Kontrol işlemi sonucunda evet / hayır, geçer / geçmez gibi sonuçlar elde edilir. Mastarlar özellikle yapılan işte aynı ölçüyü çıkarmaya çalışan üretim sahalarında, oluşabilecek ölçü hatalarını minimuma indirmek için kontrol amacıyla kullanılır. Hataların en aza inmesi seri üretimde maliyetin düşük olmasını sağlamaktadır.

1.4.3.1. Mastar Çeşitleri

- Tampon Mastarlar
- Vida Mastarları
- Çatal Mastarlar
- Paralel (Johnson) Mastarlar
- Prizmatik Mastarlar
- Silindirik Mastarlar
- Vida Kalem Mastarları
- Profil Mastarları
- Konik Mastarlar
- Kalınlık Mastarları

Tampon Mastarlar: Delik çaplarının, istenen ölçü sınırları içerisinde olup olmadıklarının kontrolünde kullanılır (Görsel 1.41). Bu mastarların silindirik şekilde iki ucu bulunur. Bu uçların biri geçer, diğer ise geçmez ölçüdedir. Kontrol işleminde geçer taraf kontrol edilen delikten boşluksuz olarak geçmeli, geçmez taraf ise geçmemelidir.



Görsel 1.41: Tampon mastarlar

Vida Mastarlar: İç ve dış vidaların uygunluğunun kontrolünde kullanılır (Görsel 1.42). Tampon mastarlar gibi iki uçludur. Bir ucu delik çapını, diğer ucu da açılan vidayı kontrol etmek için kullanılır. Mastar açılan vidaya uyarsa parça uygundur. Geçmezse hatalı olmuştur. Mastarın üzerinde vida değeri, adımı ve toleransı yazılıdır.



Görsel 1.42: Vida mastarlar

Çatal Mastarlar: Silindirik parçaların çaplarının, tolerans değerlerine uygun işlenip işlenmediğini kontrol etmek için kullanılır. Çatal mastarlar Görsel 1.43'te görüldüğü gibi, biri geçer taraf diğeri de geçmez taraf olmak üzere iki ağızlı yapılır.



Görsel 1.43: Çatal mastar

Paralel (Johnson) Mastarlar: Sertleştirilmiş ve leplenmiş yüzeylere sahip prizmatik parçalardır. Hassas makine parçalarının ölçülerinin kontrolünde kullanılır. Paralel mastarlar 0,02 mm ile 0,001 mm hassasiyetinde yapılır. Bu tür mastarların bir yüzünde mastar ölçüsü mm cinsinden ve mastar cinsini gösteren harf bulunur. Paralel mastarların yalnız leplenmiş karşılıklı yüzeyleri kullanılır.



Görsel 1.44: Paralel (johnson) mastarları

Prizmatik Mastarlar: Bu mastarlar çelik ya da dökme çelikten yapılmıştır (Görsel 1.45). Ölçme, kontrol ve markalama işlemlerinde kullanılır. Biçimleri prizmatik olup, bütün yüzeyleri hassas olarak işlenmiş ve taşlanmıştır. Mikrometre, kumpas, komparatör gibi ölçü aletleri ile birlikte kullanılır.

Silindirik Mastarlar: Mastarlar ile silindirik iç deliklerin ölçme ve kontrol işlerinde kullanılır (Görsel 1.46). Bu mastarlar çelik ve dökme çeliklerden yapılmış, sertleştirilmiş ve taşlanmış parçalardır. Çeşitli çap ve boylarda yapılır.

Vida Kalem Mastarları: Bu mastarlar tornada vida kalemlerinin bilenmeleri, kalem açılarının ayarlamaları için kullanılır (Görsel 1.47).

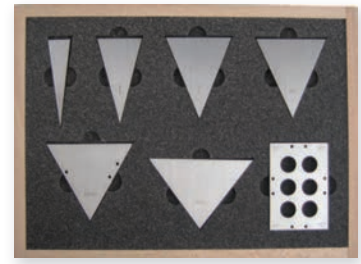
Profil Mastarlar: Makine parçalarının üzerinde bulunan içbükey ya da dışbükey kavislerin (profillerin) kontrolünde kullanılır (Görsel 1.48). Bu mastarlar aynı zamanda profil tornalamada kullanılacak profil kalemlerinin bilenmesinde ve bilenmiş kalem profillerinin kontrolünde de kullanılır.

Konik Mastarlar: Mastar, üzerindeki ölçülerden yararlanılarak istenen ölçüye göre kontrol yapılır (Görsel 1.49). Taşlanacak olan deliğe mastar sokulur ve mastar üzerindeki bölüntülerden yararlanılarak kontrolleri yapılır.

Kalınlık Mastarları: Bu mastarlar çeşitli kalınlıktaki çelik sac ya da tellerden yapılmıştır. (Görsel 1.50). Genellikle otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda sac ve tel türü malzemelerin ölçülmesinde kullanılır. Metrik ve Parmak ölçülerinde olanları vardır. Piyasada bu tür mastarlara sentil denilmektedir.



Görsel 1.50: Kalınlık mastarı



Görsel 1.45: Prizmatik mastarlar



Görsel 1.46: Silindirik Mastarlar



Görsel 1.47: Vida kalem mastarı



Görsel 1.48: Profil mastarlar



Görsel 1.49: Konik mastarlar

1.4.4. Su Terazileri

İş parçasının yüzeylerinin yatay ve dikey konumlara ayarlanmasını sağlayan hassas kontrol aletleridir. Makinelerin kullanılacağı yerlere yerleştirilmesinde büyük kolaylık sağlar. Su terazileri, plastik veya metal bir gövdeden oluşur. Bazıları üzerinde ölçü için bölüntü mevcuttur. Gövdesi üzerinde açıları kontrol için konulmuş bombeli bir cam tüp vardır. Cam tüpün içinde eterli ya da ispirtolu su hava kabarcığı oluşturur. Su terazileri yatay, dik ve kırk beş derece açıları gösterecek şekilde üç ayrı kabarcıklı su tüpünün karışımı şeklinde de yapılmıştır. Hava kabarcığı cam tüpün ortasında ise yataylık veya dikeylik kontrolü tam olduğu anlamı çıkmaktadır.

Gelişen teknoloji ile su terazileri de dijitalleşmiştir. Aşağıdaki Görsel 1.51'de görüldüğü gibi standart su terazileri dışında dijital göstergeli, kare şekilli ve eğim ölçebilen tipleri bulunmaktadır.



Kare su terazisi



Standart su terazisi

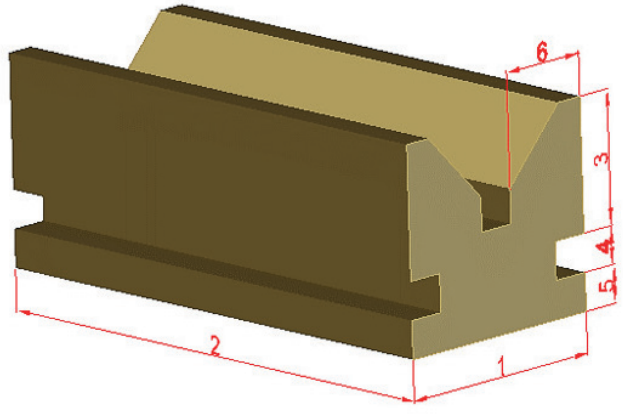


Dijital göstergeli su terazisi

Görsel 1.51: Su terazisi tipleri

"Küçüklerimize merhamet etmeyen, büyüklerimize saygı göstermeyen bizden değildir. "
(Hz. Muhammed S.A.V.) (Ebu Davut ,Edep 66)

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	1. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk



Ölçülecek V Yatağı

Size şekildeki gibi bir V yatağı verilecektir. Çelik cetveli kullanarak gösterilen boyutları ölçünüz ve ölçüm sonuçlarını tablodaki yerlerine yazınız.

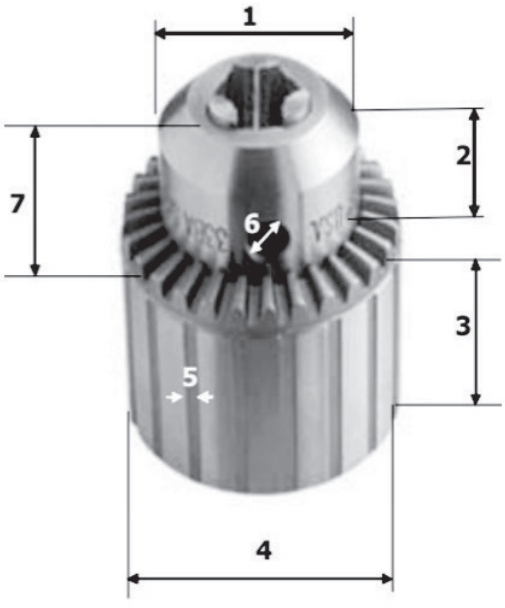
Ölçülendirme Tablosu

Ölçünün adı	1	2	3	4	5	6
Ölçülen değer (mm)						

NOT: Okumalarınızın doğruluğu, 0,5 mm aralığında olmalıdır.

Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre				60 dk.						Sınıf	No	Gereç
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı						
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	6 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN				TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	10	10	10	10	10	10	25	15				100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	2. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk



Size şekildeki gibi bir mandren verilecektir. Sürmeli kumpası kullanarak gösterilen boyutları ölçünüz ve ölçüm sonuçlarını tablodaki yerlerine yazınız.

Ölçülendirme Tablosu

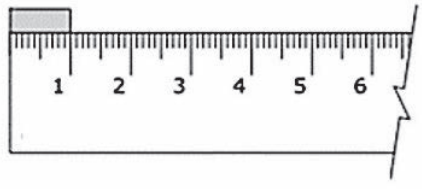
Ölçünün adı	1	2	3	4	5	6	7
Ölçülen değer (mm)							

NOT: 0,02 mm hassasiyete sahip bir Vernier kumpas kullanın.

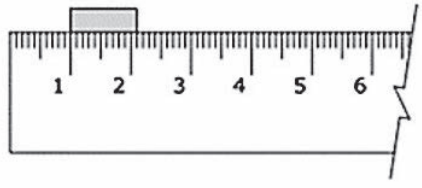
Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre				60 dk.								
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	6 ÖLÇÜSÜ	7 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN			TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	10	10	10	10	10	10	10	20	10			100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	3. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk

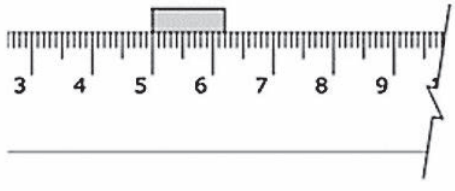
Çelik cetvel ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen yere yazınız.

1. 

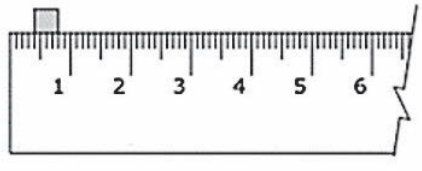
..... mm

2. 

..... mm

3. 

..... mm

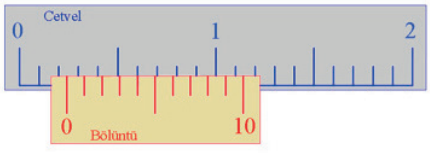
4. 

..... mm

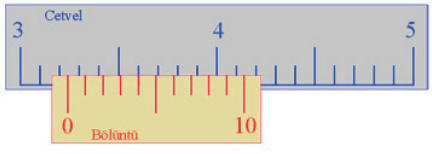
Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre				60 dk.								
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN						TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	20	20	20	20	10	10						100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	4. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk

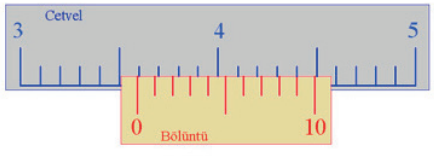
1/10'luk sürmeli kumpas ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen boşluğa yazınız.

1. 

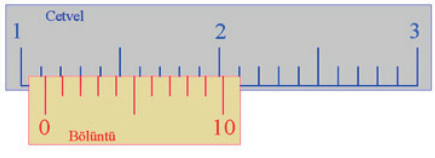
..... mm

2. 

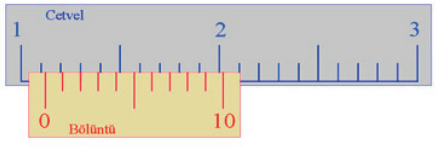
..... mm

3. 

..... mm

4. 

..... mm

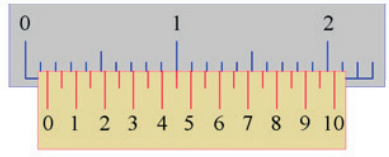
5. 

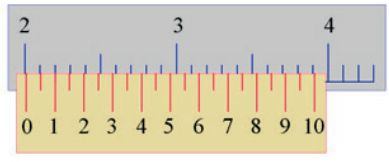
..... mm

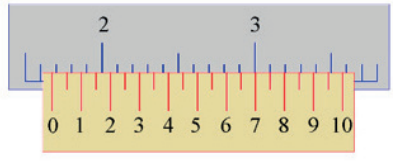
Başlama Tarihi	.../ .... /202.	Verilen Süre	60 dk.											
Başlama Saati		Kullanılan Süre					Öğrencinin Adı/Soyadı					Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN					TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza	
Takdir edilen puan	15	15	15	15	15	15	10					100	YÜZ	
Öğrencinin aldığı puan														

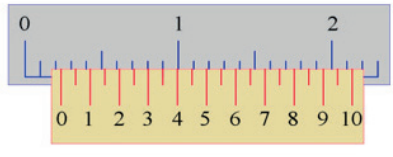
ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	5. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk

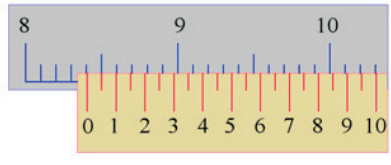
1/20'lik sürmeli kumpas ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen boşluğa yazınız.

1.  ..... mm

2.  ..... mm

3.  ..... mm

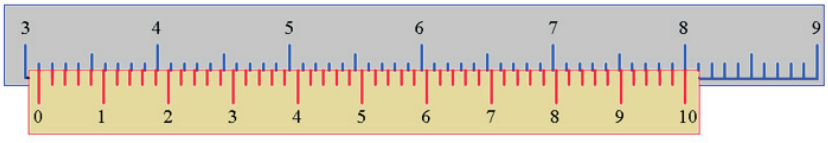
4.  ..... mm

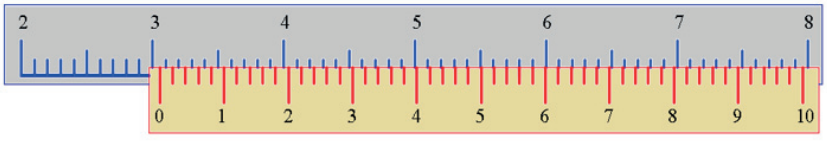
5.  ..... mm

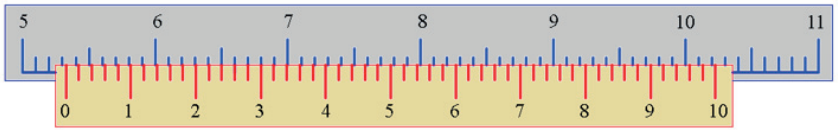
Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre				60 dk.								
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN					TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	15	15	15	15	15	15	10					100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

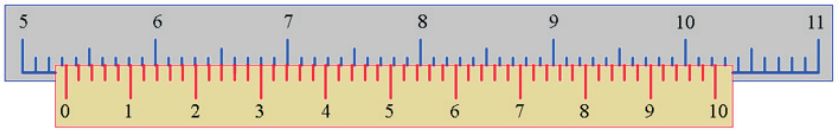
ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	6. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk

1/50'lik sürmeli kumpas ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen boşluğa yazınız.

1.  ..... mm

2.  ..... mm

3.  ..... mm

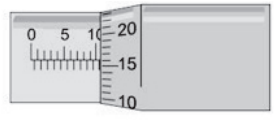
4.  ..... mm

Başlama Tarihi	.../ .... /202.	Verilen Süre	60 dk.				
Başlama Saati		Kullanılan Süre		Öğrencinin Adı/Soyadı		Sınıf	No	Gereç

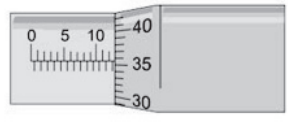
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN						TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza
Takdir edilen puan	20	20	20	20	10	10						100	YÜZ
Öğrencinin aldığı puan													

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖLÇME VE KONTROL	7. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	ÖLÇÜ OKUMA	SÜRE 60 dk

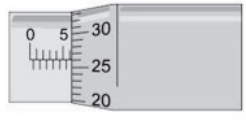
Mikrometre ile alınan ölçüleri uygulama numarasına göre görselin yanında verilen boşluğa yazınız.

1. 

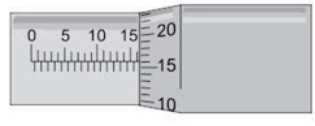
..... mm

2. 

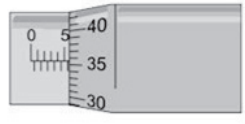
..... mm

3. 

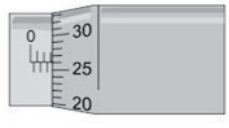
..... mm

4. 

..... mm

5. 

..... mm

6. 

..... mm

Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre				60 dk.						Sınıf	No	Gereç
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı						
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	1 ÖLÇÜSÜ	2 ÖLÇÜSÜ	3 ÖLÇÜSÜ	4 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	5 ÖLÇÜSÜ	İŞ ALIŞKANLIĞI	ZAMAN				TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	10	10	15	15	15	15	10	10				100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. 1/20'lik sürmeli kumpasın hassasiyeti kaç milimdir?
   A) 0,05
   B) 0,1
   C) 0,2
   D) 0,3
   E) 0,5

2. 1/50'lik sürmeli kumpasın hassasiyeti kaç milimdir?
   A) 0,02
   B) 1/8 ”
   C) 0,2
   D) 0,5
   E) 1 ”

3. 1/10'lik sürmeli kumpasın hassasiyeti kaç milimdir?
   A) 0,02
   B) 0,01
   C) 0,1
   D) 0,5
   E) 1,01

4. 3” kaç mm'dir?
   A) 3
   B) 25,4
   C) 56,4
   D) 76,2
   E) 112,4

5. Kumpas üzerinde bulunan “kılıç” aşağıdakilerden hangisini ölçmek için kullanılır?
   A) Delik çaplarını
   B) Parça genişliklerini
   C) Kanal genişliklerini
   D) Kanal derinliklerini
   E) Mil çaplarını

6. Aşağıdakilerden hangisi yüzey kontrol aletidir?
   A) Kumpas
   B) Eğe
   C) Gönye
   D) Mikrometre
   E) Cetvel

7. Hangisi kumpasla ölçmede dikkat edilmesi gereken hususlardan **değildir?**
   A) Ölçme esnasında ölçünün okunacağı yere dik olarak bakılmalıdır.
   B) Ölçülecek yerin kenarlarının temiz ve çapaksız olmasına dikkat edilmelidir.
   C) Ölçme esnasında, kumpasın çenelerine kuvvetli bir şekilde bastırılmalıdır.
   D) Ölçme değerine uygun kumpas seçilmelidir.
   E) Ölçülecek malzemenin ısısına dikkat edilmelidir.

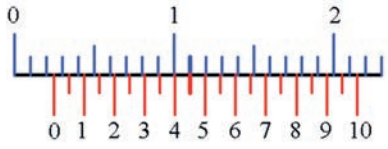
8. Aşağıdakilerden hangisi sürmeli kumpas çeşitlerinden **değildir?**
   A) Tamburlu
   B) Verniyerli
   C) Saatli
   D) Dijital
   E) Derinlik

9. Aşağıdakilerden hangisi bölüntülü ölçü aletlerindendir?
   A) Şablonlar
   B) Pergeller
   C) Mastarlar
   D) Vida tarağı
   E) Çelik Cetveller

10. Aşağıdakilerden hangisi ölçmeyi **etkilemez?**
    A) Isı ve sıcaklık
    B) Işık
    C) Bakış açısı
    D) Ölçülecek malzemenin cinsi
    E) Kullanım hataları

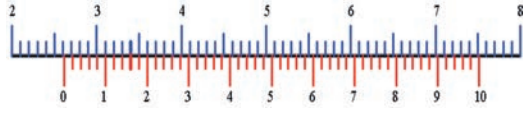
B. Aşağıdaki soruları okuyarak doğru cevapları boş alanlara yazınız.

1. Aşağıdaki görselde verilen sürmeli kumpas kaç mm'yi göstermektedir?



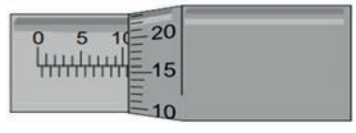
..... mm

2. Aşağıdaki görselde verilen sürmeli kumpas kaç mm'yi göstermektedir?



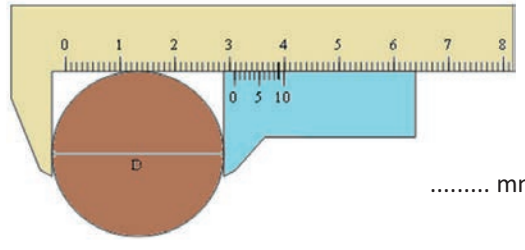
..... mm

3. Aşağıdaki görselde verilen mikrometre kaç mm'yi göstermektedir?



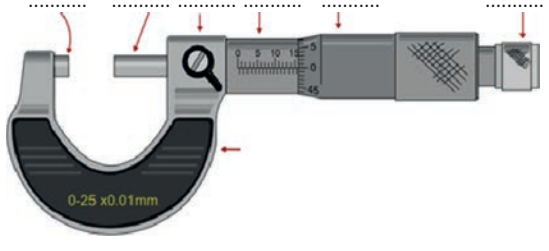
..... mm

4. Aşağıdaki görselde verilen sürmeli kumpas kaç mm'yi göstermektedir?



..... mm

5. Görselde verilen mikrometrenin kısımlarını ok işareti ile gösterilen alanlara yazınız.



C. Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Ölçme aletlerinin nasıl kullanılacağını bilmemek ölçme hatalarına neden olabilir.
2. (.....) Derinlik kumpası, deliklerin ve yuvaların derinliğini ölçmek için kullanılır.
3. (.....) 1/10 mm'lik kumpaslarda hassasiyet 0,01 mm'dir.
4. (.....) Paralel yüzlü camlar, aynalar gibi cilalı yüzeylerin standartlara uygun olmasını sağlamak ve aşınma ve yıpranmayı kontrol etmek için kullanılabilir.
5. (.....) Pergel, Johnson mastarlar çatal ve tampon mastarları ile yapılan ölçme işlemleri endirekt ölçmedir.


START


832





2 ÖĞRENME BİRİMİ
MALZEME ve MUAYENE

KONULAR

2.1. MALZEMENİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

2.2. MALZEME MUAYENE YÖNTEMLERİ

2.3. SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

2.1. MALZEMENİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Üretim yapmak için kullanılması amaçlanan, ham madde görevi gören her türlü araç ve gerece **malzeme** denir. Malzeme çoğunlukla bir katıdır ancak diğer yoğunluktaki maddelere de buna dâhil edilebilir. Çevrede sayısız malzeme olmakla birlikte; binalar, arabalar ve uzay araçlarına kadar her yerde bulunabilir.

İmalatta kullanılan malzeme türleri neredeyse sonsuzdur. Malzemelerin her biri kendi artıları ve eksileri olan dört ana sınıfa ayrılır:

1. Metaller
2. Polimerler
3. Seramikler
4. Kompozitler

2.1.1. Metaller

Metal, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği olan, bunun yanı sıra işlenebilirlik, süneklik ve yüksek ışık yansıtma özelliği bulunan malzeme çeşididir. Metaller sıcağa ve soğuğa dayanıklıdır ve kullanımında malzemeden beklenen sonuçlar elde edilir.

Dünyada her biri belirli bir uygulama için geliştirilmiş yüz binlerce farklı tip ve kalitede metal bulunabilir. İnsanlar her gün onlarca metalle temas halindedir. Yaygın olarak kullanılan metal malzemeler ve bunların kullanım alanları aşağıda açıklanmıştır:

Dökme Demir: İçerisindeki karbon oranı % 2'den fazla olan demir-karbon alaşımıdır. Demir madeninin eritilerek bir kalıba dökülmesi ile elde edilir.

Dökme demir aslında karbon ve demir dâhil olmak üzere birçok element karışımının adıdır. Karbon içeriği ne kadar yüksekse, döküm işlemi sırasında akış özellikleri de o kadar iyi olur. Bununla birlikte, döküm işlemi sırasında paslanmayı önlemek için tedbirlere ihtiyaç vardır. İşlem sırasında döküm yüzeyine kaplama tabakası uygulanır. Bu kaplama malzemesi pası önlemek için dökme demirin yüzeyinin gözeneklerine nüfuz eder. Geleneksel kum döküm malzemeleri üretme süreci artık birçok tasarımcı tarafından farklı yeni ve ilginç alanlarda kullanılmaktadır.

Dökme demir; inşaat, köprüler, mühendislik bileşenleri, ev ve mutfak aletleri gibi uygulamalarda yüzlerce yıldır kullanılmaktadır.

Paslanmaz Çelik: Çeliğe krom, nikel ve diğer metal elementlerinin katılması ile elde edilen yeni alaşıma denir. Paslanmama özelliği, alaşımın krom bileşeninden kaynaklanmaktadır. Krom, alaşımın yüzeyinde çıplak gözle görülemeyen sağlam, kendi kendini onaran bir krom oksit filmi oluşturur. Paslanmaz çeliğin nikele oranı genellikle 18:10'dur.

Paslanmaz çelik, 20. yüzyılın başlarında ürün tasarım alanına ham madde olarak girmeye başlamıştır. Tasarımcılar, tokluğu ve korozyon direnci sayesinde, daha önce hiç görülmemiş alanı içeren birçok yeni ürün geliştirmiştir.

Paslanmaz çelik; ev ürünlerinde, endüstriyel borularda, bina yapılarında, alet ve türbin kanatlarında, çamaşır makinelerinde ve kazan parçalarında kullanılır.

Alüminyum: Alüminyum, 18. yüzyılın başlarında keşfedilip adlandırılmıştır. Diğer metallerden farklı olarak, alüminyum doğada doğrudan bir metal element olarak bulunmaz ancak % 50 alümina içeren boksitten çıkarılır. Bu formda minerallerde bulunan alüminyum, aynı zamanda doğada en bol bulunan metal elementlerden biridir.

Alüminyum metali; araç iskeletlerinde, uçak parçalarında, mutfak gereçlerinde, ambalajlarda ve mobilyalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bakır: İnsanoğlunun ilk kullandığı aletlerin ve silahların çoğu bakırdan yapıldığı için insan hayatı ile çok yakından ilişkili inanılmaz bir evrensel metaldir. Modern toplumda çok önemli bir rol oynar. Elektrik iletimi için taşıyıcı olarak bina yapılarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrik iletkenliği gümüşten sonra ikinci olan mükemmel bir elektrik iletkenidir.

Bakır insanlık tarafından en çok kullanılan ikinci metaldir. Bu, büyük ölçüde bakır madenlerinin kolayca çıkarılmasından ve bakırın bakır madenlerinden daha kolay ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Bakır; tel, motor bobinleri, baskılı devreler, çatı kaplama malzemeleri, boru malzemeleri, ısıtma malzemeleri, mücevherat ve tencere yapımında kullanılır. Aynı zamanda bronz yapmak için kullanılan ana alaşım malzemelerinden biridir.

Krom: Mevcut en yaygın krom formu, paslanmaz çeliğin sertliğini arttırmak için paslanmaz çelikte bir alaşım elementi olarak kullanılır. Krom işlemi genellikle üç türe ayrılır:

- Dekoratif Kaplama
- Sert Krom Kaplama
- Siyah Krom Kaplamadır.

Dekoratif krom kaplama, genellikle nikel tabakasının dışına en dış tabaka olarak uygulanır. Kaplama tabakası ince ve hassas ayna benzeri bir parlatma etkisine sahiptir. Kapı kolları ve tamponlar dâhil olmak üzere birçok otomotiv bileşeninin kaplama malzemesidir.

Ayrıca bisiklet parçalarında, banyo bataryalarında, mobilyalarda, mutfak gereçlerinde ve sofra takımlarında da krom kullanılmaktadır. Sert krom, jet motoru bileşenleri, plastik kalıplar ve amortisörler dâhil olmak üzere endüstriyel sektörde daha çok kullanılmaktadır. Siyah krom ise müzik aletlerinin dekorasyonu ve güneş enerjisi kullanımı için kullanılır.

Magnezyum Alaşımı: Magnezyum, demir içermeyen önemli bir metaldir. Alüminyumdan daha hafiftir ve diğer metallerle yüksek mukavemetli bir alaşım oluşturabilir. Magnezyum hammaddelerinin çoğu deniz suyundan çıkarılır, bu nedenle kaynakları istikrarlı ve yeterlidir. Magnezyum alaşımı, yüksek mukavemet ve sertlik, iyi ısı iletkenliği, iyi sönümleme ve elektromanyetik koruma performansı, kolay işleme ve geri dönüşüm avantajlarına sahiptir.

Bununla birlikte, magnezyum ve magnezyum alaşımları, havacılık, uzay ve askeri endüstrilerde uzun süredir kullanılmaktadır. Bu nedenle **asil metaller** olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde magnezyum; havacılık, otomotiv, elektronik, mobil iletişim, metalürji ve diğer alanlarda yaygın olarak kullanılan çelik ve alüminyumdan sonra üçüncü en büyük metal mühendislik malzemesidir. Diğer yapısal metallerin artan üretim maliyetleri nedeniyle gelecekte magnezyum metalinin öneminin daha da artması beklenmektedir.

Titanyum: Titanyum metali çok özeldir, dokusu hafif fakat çok sert ve korozyona dayanıklıdır, kendi renk tonunu oda sıcaklığında ömür boyu korur. Mevcut bir kimyasal işlemle birlikte titanyum farklı renkler üretir.

Titanyum, platine benzer bir erime noktasına sahiptir. Bu nedenle genellikle havacılık ve askeri hassas parçalarda kullanılır. Birkaç yıl suya batırılmış olsa bile hala parlak ve ışıltılıdır. Mükemmel asit ve alkali korozyon direncine sahiptir. Düşük yoğunluk, yüksek sıcaklık direnci ve korozyon direnci gibi mükemmel özelliklere sahiptir. Titanyum alaşımının yoğunluğu, çeliğin yarısı kadardır ve gücü neredeyse çelik ile aynıdır.

Titanyum, hem yüksek sıcaklıklara hem de düşük sıcaklıklara dayanıklıdır ve -253 °C ile 500 °C arasındaki geniş bir sıcaklık aralığında yüksek mukavemeti korur. Titanyum alaşımı, roket motoru muhafazaları, uydular ve uzay aracı yapmak için iyi bir malzemedir.

Titanyum saf bir metaldir ve "saf" doğası nedeniyle madde onunla temas ettiğinde hiçbir kimyasal reaksiyon olmaz. Yani titanyum yüksek korozyon direncine ve yüksek dayanıklılığa sahip olduğu için insanlarla uzun süreli temasta alerjiye neden olmaz. İnsan otonom sinirleri üzerinde hiçbir etkisi olmayan ve biometal olarak bilinen tek metaldir. Bunun yanı sıra, yüksek mukavemet / ağırlık oranları ve mükemmel korozyon direnci nedeniyle titanyum bağlantı elemanları, yarış, tıbbi donanım ve imalat endüstrileri dâhil olmak üzere birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Titanyum; golf kulüplerinde, tenis raketlerinde, dizüstü bilgisayarlarda, kameralarda, valizlerde, cerrahi implantlarda, uçak iskeletlerinde, kimyasal cihazlarda ve denizcilik donanımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca titanyum, kâğıt, boyama ve plastikler için beyaz bir pigment olarak da kullanılmaktadır.

2.1.2. Polimerler

Moleküler düzeyde, polimerler çok sayıda benzer birimden oluşur, sentetik veya doğal olabilir.

Plastiklerin üstünlükleri şunlardır:

- Özgül ağırlığın azlığı
- Mekanik nitelikleri
- Elektriği izole etmesi
- Isıyı sönümlendirmesi
- Parlak, dekoratif yüzeyler elde edilebilmesi
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı
- İyi şekil verilebilir ve işlenebilir olması

Plastiklerin istenmeyen bazı özellikleri şunlardır:

- Isıya dayanıklığının azlığı
- Kısmen yanabilmesi
- Yüksek mukavemet özelliğinin olmaması
- Çözücü maddelere karşı dayanıklı olmaması

Yanlış malzeme seçimi, uygun maliyetli olmayan bir projeye veya satışları azaltan üretim gecikmelerine neden olabilir. Malzeme seçimi, herhangi bir projede çok önemli bir faktördür, bu nedenle bilinçli bir karar vermek çok önemlidir.



Görsel 2.1: Polimer tanecikleri

2.1.3. Seramikler

Seramikler, bir veya birden fazla metalin, metal dışı elementler ile belli bir oranda bir araya gelmesi sonucu oluşan inorganik bileşiklerdir. Yüksek ısı kullanılarak oluşturulmuştur. Özellikle ısıl ve elektriksel olarak yalıtkan olmaları ile ön plana çıkan seramik malzemelerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.
- Isıyı ve elektriği iletmez.
- Kimyasal kararlılık ve oksidasyon direnci yüksektir.
- Sertlik düzeyleri yüksektir.
- Metallere göre %40 daha hafiftir.
- Ham madde kaynakları boldur.
- Pahalı ve stratejik metallere duyulan ihtiyacı azaltır.
- Sürtünme katsayıları düşüktür.
- Basma dayanımları yüksektir.
- Kırılgandır.
- Korozyona karşı dirençlidir.

Seramiklerin istenmeyen özellikleri ise gevrek olmalasıdır.

2.1.4. Kompozit (Karma) Malzemeler

Modern teknolojilerin çoğu, geleneksel metal alaşımları, seramikler ve polimer malzemeler tarafından karşılanamayan olağan dışı özellik tertiplerine sahip malzemeler gerektirir. Bu özellikler havacılık, su altı ve ulaşım uygulamaları için gerekli malzemeler için geçerlidir. Örneğin, uçak mühendisleri, düşük yoğunluklu, güçlü, sert, darbeye dayanıklı ve kolayca aşınmayan yapısal malzemeleri giderek daha fazla arıyor. Güçlü malzemeler nispeten yoğundur, ayrıca mukavemetin veya sertliğin arttırılması genellikle darbe mukavemetinde bir azalmaya neden olur.

Bir kompozit malzeme, tek başına kullanılan tek tek bileşenlerden daha iyi özelliklerle sonuçlanan iki veya daha fazla malzemenin birleşimi olarak tanımlanır. Genellikle malzemenin ana yapısını oluşturan malzeme ile yapının dayanımını arttıran bir takviye malzemesinden meydana gelir. Ana yapı (matris), kompozit malzemelerde takviye malzemesini bir arada tutan maddeye verilen isimdir.

Kompozit malzemeler temel olarak malzemelerin mukavemet, korozyon dayanımı, termal dayanım, elektrik iletkenliği, akustik iletkenlik, ağırlık, estetik görünüm, fiyat gibi özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılmaktadır. Kompozit malzemeler birden fazla malzemenin karışımı olduğu için farklı kaynaklarda farklı sınıflandırmalara rastlamak da mümkündür.

2.2. MALZEME MUAYENE YÖNTEMLERİ

Teknolojinin hızlı ilerlemesi günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünü daha zor ve karmaşık hale getirmektedir. Malzemelerin mekanik mukavemetlerinin saptanması malzeme seçimi ve tasarımı için çok önemlidir. Malzemenin kullanım alanı, çevresel koşulları vb. birçok faktör yapısında değişikliklere sebep olmaktadır.

Malzeme testinin önemi göz ardı edilemez. Üretim süreçlerinde kullanılan malzemelerin beklentileri yerine getireceğini ve geçerli tüm işlemlere uyacağını doğrulamanın en iyi yöntemi malzeme testidir. Malzeme muayene yöntemleri; tahribatlı ve tahribatsız olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Malzeme muayene yöntemlerinin seçimi yapılırken, öncelikli olarak muayene yönteminin istenenleri karşılaması ve maliyeti dikkate alınır. Çünkü yöntemlerden bazıları pahalı olup donanımlı ve eğitimli kişilere ihtiyaç vardır.

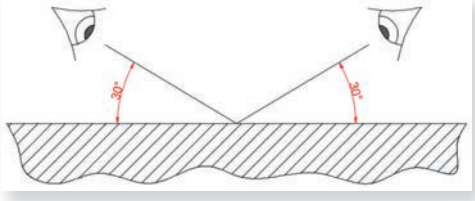
2.2.1. Tahrip Etmeden Yapılan Muayene

Tahribatsız muayenede numune parça ayrılmasına gerek yoktur. Orijinal parçaya zarar vermeden nesnenin gücünü, bütünlüğünü ve kaynak hataları belirlemek için kullanılan bir test ve analiz tekniğidir. Muayene veya test tamamlandığında parça hala kullanılabilir. Muayene yöntemleri genel olarak imalatı yapılmış, kullanılmakta olan ve önem taşıyan elemanların kontrolü amacıyla kullanılır.

Tahribatsız muayene yöntemleri şunlardır:

1. Gözle Muayene
2. Sıvı Gerinim (Penetrant) Testi
3. Manyetik Parçacık Testi
4. Yüksek Ses Dalgaları (Ultasonik) Testi
5. Işın Yöntemi (Radyografik) Testi
6. Akustik Emisyon Testi
7. Girdap Akımı Testi

1. Gözle Muayene: Görsel malzeme muayenesi, endüstride en yaygın kullanılan test yöntemidir. Çoğu test yöntemi, operatörün incelenen parçanın yüzeyine bakmasını gerektirdiğinden, diğer test yöntemlerine göre görsel inceleme doğaldır. Görsel 2.2'de görüldüğü gibi nesnesinin yüzeyinin görsel olarak gözlemlenmesini içerir. Korozyon, parçaların yanlış hizalanması, fiziksel hasar ve çatlaklar, görsel incelemelerle tespit edilebilecek hatalardan sadece birkaçıdır.



Görsel 2.2: Gözle muayene

Malzemenin görünüşüne göre karar verme: Muhtelif metaller çelik parlağı, kırmızı, sarı, açık gümüş gibi renklere sahiptir. Bu renklere göre demir, bakır, çinko, alüminyum, pirinç gibi metallerin ayırımı yapılabilir. Kabuk bağlamış üst yüzeyler, yuvarlak kenarlar, tümsekli yüzeylerden sıcak haddelenmiş yapı çeliğidir. Parlak üst yüzeyler, keskin kenarlar, düzlem yüzeyler görülürse, soğuk haddelenmiş yapı çeliği olduğu anlaşılır. Düz gümüş görünümünde yüzeyler tam eşit şekilli ise takım çeliğidir. Siyah grisi, pürüzlü üst yüzeyler, yuvarlak kenarlar varsa dökme demir olduğu anlaşılır.

Çınlama sesine göre: İş parçası iple serbestçe asılır. Bir tel yardımıyla çekiçle hafifçe vurulur. Çıkan tınlama sesi ince (tiz) çınlama sesi ise sert malzeme, kalın (tok) ses ise yumuşak malzeme olduğu anlaşılır.

Kıvılcım kontrolüne göre: Muayene edilmesi gerekli olan metal parçası karanlık bir ortamda zımpara taşına bastırılır. Bu sırada çıkan kıvılcımın renginden ve şeklinden yaralanarak malzemenin cinsi ve bileşimi hakkında bir karar verilebilir.

Göz ile incelemenin avantajları şunlardır:

- Hemen hemen tüm malzemeler kontrol edilebilir.
- Görsel kontrol her zaman ön inceleme olarak kullanılabilir.

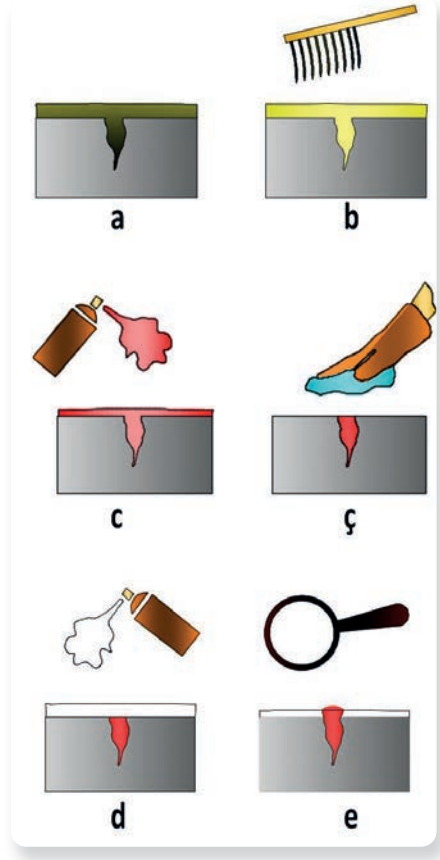
Göz ile incelemenin dezavantajları şunlardır:

- Yüzey altındaki hatalar tespit edilemez.
- İnce yüzey çatlakları görünmez.

2. Sıvı Girinim (Penetrant) Testi: Yüzey altındaki hatalar tespit edilemez. Bu yüzden uygulanacağı malzemenin test yüzeyi düzgün ve temiz olmalıdır. Yüzey temizliğinin iyi yapılmaması, hataların üzerini kapatmasına ve penetrant sıvısının bu hatanın içine nüfuz edememesinden dolayı test sırasında herhangi bir hata belirtisi göstermemesine neden olacaktır.

Sıvı girinim testinin uygulanışı şu şekildedir:

- Malzeme yüzeyi iyice temizlenir ve kurutulur (Görsel 2.3.b).
- Nüfuz eden penetrant püskürtme, fırçalama veya parçanın nüfuz eden bir banyoya daldırılmasıyla uygulanır (Görsel 2.3.c).
- İyice nüfuz etmesine izin vermek için yüzeyde yeterli bir süre bırakılır.
- Fazla penetrantı temizlemek için ortam sıcaklığında suyla yıkanır. Su ile yıkanamayan yüzeylerde emülgatörler kullanılır (Görsel 2.3.ç). (Emülgatörler, penetrantların özellikle pürüzlü yüzeyden temizlenebilir hale getirilmesi için kullanılan çözücülerdir.)
- Suyla yıkadıktan sonra hemen kurutulur.
- Geliştirici ince bir tabaka halinde incelenecek yüzeye uygulanır (Görsel 2.3.d). (Geliştiriciler, hatalara emdirilmiş penetrantı görünebilir hale getirmek için kullanılan yüksek emiciliğe sahip çeşitli tozlardır.)
- Böylece gözle kolay fark edilemeyecek küçük çatlaklar görülebilir hale gelir.



Görsel 2.3: Penetrant test aşamaları

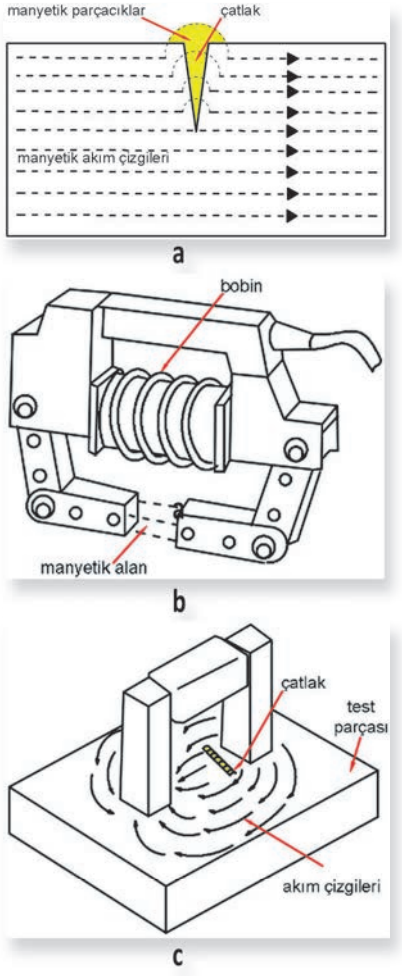
Yüzeyinde çatlaklar bulunan katı bir malzeme, fazla akıcı olmayan bir sıvı (penetrant) içine daldırılırsa (sürülürse) yüzeyi ıslanır ve çatlakları da bu sıvı ile dolar. Yüzey kurulandıktan sonra içi sıvı ile dolu çatlaklar ıslak çizgiler halinde belirir. Çatlaktan yüzeye taşan sıvının adezyon (farklı türdeki moleküllerin birbirini çekmesi) sebebiyle hafifçe yayılması çatlak çizgisinin büyütülmüş bir işaretini verir. Şayet yüzey kurutulduktan sonra üzerine ince bir tabaka halinde tebeşir tozu veya talk pudrası serpilirse, bunlar çatlakta arta kalan sıvıyı daha kuvvetli emecekleri için, büyütme daha fazla olur.

3. Manyetik Parçacık Testi: Manyetik parçacık testi çatlaklar gibi yüzey kusurlarının incelenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Test yalnızca mıknatıslanma özelliği kazanabilen malzemelere uygulanır. Manyetik parçacık testi, yüzey ve yüzey altı kusurlarını tespit etmek için kullanılan bir tahribatsız muayene tekniğidir. Bazı alaşımları ile birlikte demir, nikel ve kobalt gibi mıknatıslanma özelliği olan malzemelerde kullanılır. Kusurlarda manyetik alan çizgilerinin saptırılması ilkesine dayanır. Bu, normalde görünmeyen kusurları ortaya çıkarmak için onları mıknatıslamayı içerir. Hızlıdır ve kısmen uygulanması kolaydır.

Muayene yüzeyinin çok pürüzlü olması, sonucu olumsuz etkiler. Muayene yüzeyinde boya veya kaplama varsa bunun kalınlığı muayene sonucunu doğrudan etkiler. Genellikle muayene sonucunda mıknatıslık giderimi ve son temizlik gibi ilave işlemler yapılması gerekir. Bünyesinde hata bulunan bir malzeme yüzeyine manyetik tozlar serpilir. Bu tozlar hataların bulunduğu bölgelerde oluşan kaçak akımların üzerinde toplanarak kaçak akımın geçişi için köprü oluşturur.

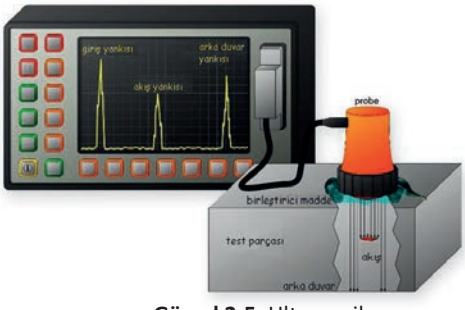
Manyetik parça testinin uygulanışı şu şekildedir:

- Muayene yapılacak malzemenin yüzeyinde temizlik yapılır. Gerekiyorsa mıknatıslık giderimi yapılır (Görsel 2.4.a).
- Manyetik alan oluşturmak için mıknatıslanma akımı uygulanır (Görsel 2.4.b).
- Yüzeye manyetik tozlar serpilir. Hataların bulunduğu bölgelerde oluşan kaçak akımlar tarafından çekilen bu tozlar, hatalar üzerinde toplanarak kaçak akımın geçişi için köprü oluşturur (Görsel 2.4.c). Böylece mevcut hatların yerleri tespit edilmiş olur.
- Mıknatıslanma akımı kesilir.
- İnceleme yapılarak hataların yerleri belirlenir. Hataları gidermek için gerekli işlemler yapılır.



Görsel 2.4: Manyetik parçacık testi aşamaları

4. Yüksek Ses Dalgaları (Ultrasonik) Testi: Ultrasonik muayene, prob yardımıyla malzemeye yüksek frekansta ses dalgası gönderilmesi ve malzeme içinde oluşan hatalardan dolayı ses dalgalarının tekrar proba geri dönmesi esasına dayanır. Bir el bilgisayarı yardımıyla bu dalgalar frekans değerleri, hatanın olup olmadığı tespit edilir. Ultrasonik muayene sırasında hataların varlığı, malzeme veya kaplama kalınlığı gibi kayda değer bilgiler toplanabilir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Ultrasonik muayene

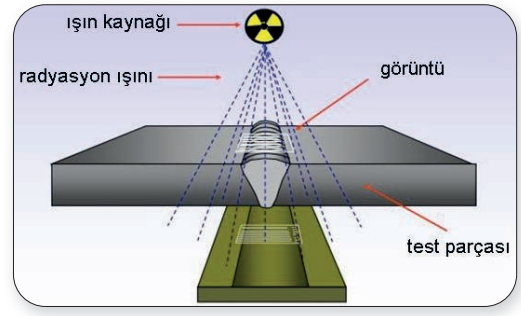
Avantajları şunlardır:

- Malzemenin sadece bir tarafından giriş yeterlidir.
- Farklı çeşit malzemelerde kullanılabilir.
- Seyyar kullanıma uygundur.
- Yüksek nüfuziyet yeteneği vardır.
- Hızlı sonuç verir.
- Otomatik sistemlere adapte edilebilir.

Dezavantajları şunlardır:

- Pürüzlü yüzeyler sorun yaratabilir.
- Yüzey hazırlığı gerekir.
- Referans standartlar ve ölçümleme gerekir.
- Yorumlama zor olabilir.
- Yüksek deneyim gerekir.

5. Işın Yöntemi (Radyografik) Testi: Işın yönteminde gama ya da X-ışınları, testi yapılan malzeme üzerine gönderilir. Malzeme görüntüsünün bir film üzerine yansıtılarak oluşturulmasına dayanır. Parçanın kalın ve yüksek yoğunluklu yerleri filmde açık, ince ve düşük yoğunluklu yerleri koyu görünür. Malzemenin içindeki hataların yerleri, film üzerinde malzemeden daha koyu gösterilerek tespit edilebilir.



Görsel 2.6: Işın yöntemi (Radyografik) testi

Avantajları şunlardır:

- Kalıcı kayıt elde edilir ve zaman içinde karşılaştırma yapılması mümkündür.
- İş sahasında ölçümleme gerektirmez.
- İç hataların belirlenmesinde iyi bir yöntemdir.

Dezavantajları şunlardır:

- Radyasyon ışını tehlikesi vardır.
- Hatanın derinliği gösterilmez.
- Çizgisel süreksizliklerin doğrultusu önemlidir.
- Nispeten pahalıdır.
- Sınırlı nüfuziyet derinliği vardır.
- Parçanın iki tarafından da giriş gereklidir.

6. Akustik Emisyon Testi: Akustik emisyon testi, diğer muayene yöntemleri gibi muayenesi yapılacak malzemenin üzerine ses sinyalleri göndermemekte, gerilim altındaki malzemede oluşan ses sinyallerini dinlemekte ve değerlendirmektedir. Akustik emisyon testi, akustik dinleme olarak da adlandırılır.

Avantajları şunlardır:

- Test süreleri kısadır.
- Yeterli şartlar sağlanması durumunda işletme koşulları altında da uygulanabilir.
- Tüm kontrol bölgesi yerine sadece algılayıcılara erişmesi yeterlidir.
- Hatanın geometrisine bağlı değildir.
- Eş zamanlı bir kontrol yöntemidir. Test sırasında sonuçlar alınabilir.
- Büyük yapılarda (küresel LPG tankları veya depolama tankları) hata konumlandırılmasına olanak verir.

7. Girdap Akımı Testi: Bir enerji bobini metal bir parçanın yüzeyine yakın getirildiğinde, sarımın değişken manyetik alanı malzeme üzerinde girdap akımları oluşturur. Numunedeki girdap akımları kusur veya malzeme çeşitliliği ile bozulduğunda, bobin empedansı değişir. Bu değişiklik ölçülür. Kusur veya malzeme durumunun türünü belli edecek şekilde gösterilir. Elektrik iletkenliğine sahip olan bütün metal ve alaşım malzemelere uygulanabilmektedir.

Avantajları şunlardır:

- Küçük hataların tespiti yapılabilir.
- Hızlı muayene imkânı ve yüksek doğruluk oranı vardır.
- Ekstra sarf malzemesi gerektirmez, temassız muayene imkânı sağlar.

Dezavantajları şunlardır:

- Sadece yüzeye yakın ve yüzeyin hemen altındaki hatalar tespit edilebilir.
- Yüzey kalitesi çok önemlidir, aksi takdirde muayeneyi etkiler.
- Titreme, darbe gibi etkiler hata tespitini zorlaştırır.

2.2.2. Tahrip Ederek Yapılan Muayene

Tahribatlı muayene, seri üretimi yapılacak fakat daha kullanıma başlanılmamış makine elemanları için veya hasar sonucu kullanım dışı kalmış elemanlar için kullanılan yöntemlerdir. Malzeme test etmenin iki ana amacı vardır. Amaçlarından biri, satışa sunulmadan önce malzemedeki hataların tespitidir. Diğer amacı ise iş parçasının, çalışma şartlarında ortaya çıkacak yüklere karşı gösterdiği tavırları önceden görmektir.

Aşağıda tahrip ederek yapılan muayenenin çeşitleri verilmiştir.

1. Çekme Deneyi
2. Basma Deneyi
3. Kesme Deneyi
4. Eğme Deneyi

1. Çekme Deneyi: Bir malzemenin, çekme zorlanmaları esnasında karakteristik özelliklerini belirlemek için kullanılır. Bu deney standartlara uygun malzemeden yapılmış numune parçası üzerinde yapılır. Geometrinin standardizasyonu, elde edilen malzeme parametrelerinin karşılaştırılmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Çekme testini yapmak için öncelikle standartlara uygun numune parçası hazırlanır. Bu numune üzerine işaretler konur (Görsel 2.7.a). Numune parçası deney makinesinin alt ve üst bağlama başlıklarına bağlanır (Görsel 2.7.b). Üst bağlama başlığı yavaş ve daima yukarıya doğru hareket eder. Çekme deneyi numune parçası yavaş yavaş büyüyen bir kuvvetle yüklenir ve kopuncaya kadar çekilir. Bu esnada uygulanan kuvvet ile bu kuvvete karşı malzemenin gösterdiği uzamalar cihaz ile ölçülür (Görsel 2.7.c). Deney sonucu elde edilen yük ve uzama değerlerinden yararlanarak malzemenin özellikleri belirlenir.



Görsel 2.7: Çekme testi aşamaları

2. Basma Deneyi: Bu deneyin amacı, malzeme bir sıkıştırma yükü yaşarken temel değişkenleri ölçerek malzemenin davranışını veya tepkisini belirlemektir. Basma deneyinde numune parçası devamlı, yavaş yavaş artan bir basma kuvvetine maruz bırakılır. Yırtılıncaya veya çatlayıncaya kadar devam eder (Görsel 2.8). Genel olarak 10 milimetre ile 30 milimetrelik bir çapı olan boyu çapın bir buçuk katına eşit olan silindirik deney numune parçaları kullanılır (Görsel 2.9).



Görsel 2.8: Basma deney aşamaları

Basma deneyi; günümüzde havacılık ve otomotiv, inşaat, kozmetik, elektrik ve elektronik, medikal cihaz, paketleme, kâğıt, karton ve plastik gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

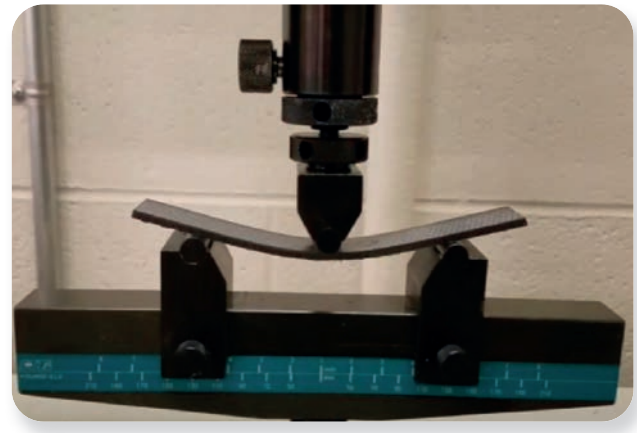


Görsel 2.9: Basma deney örnekleri

3. Kesme Deneyi: Kesme mukavemeti, malzemenin kesme yüküne karşı direncini tanımlayan özelliğidir. Kesme mukavemeti ile tanımlanan kesme veya kayma hareketi, bir düzlemi etkiyen kuvvetin yönüne paralel olarak meydana gelir. İnşaat, otomotiv, havacılık ve diğer sektörlerde, malzemelerin kesme mukavemetini bilmek, mekanik ve yapısal cihazların tasarımı ve kullanılacak malzemelerin seçimi için hayati önem taşır.

Kesme deneyinde, silindirik bir numune parçasına bir kesme deney tertibatında yavaş yavaş büyüyen bir makaslama kuvveti ile kesme etkisine maruz kalıncaya kadar kuvvet uygulanır. Maksimum kuvvet ölçülür ve buradan kesme mukavemeti hesaplanır.

4. Eğme (Bükülme) Deneyi: Malzemeyi bükülmeye zorlayan yüklerin vereceği zarar hakkında bilgi elde etmek amacıyla yapılır. Tek eksenli bükme kuvveti (çekme ve basınç) altında kuvvet uygulanır. Özellikle sert metaller, takım çelikleri ve gri dökme demir gibi kırılgan malzemeler eğilme testlerinde test edilir. Böyle bir bükülme testinde eğilme mukavemeti, kırılmadaki sapma ve esneklik belirlenir (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Eğme testi yapılışı

2.3. SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Sertlik, bir malzemenin bölgesel değişime dayanma kalitesidir. Malzeme aşınmasına neden olabilecek küçük parçacıklar içeren bir ortam için uygun bir malzeme ararken özellikle önemli olabilir. Yumuşak malzemeler çentiklere maruz kalırken sert malzemeler herhangi bir şekil değişikliğine direnir.

Sertlik, malzemelerin maruz kaldıkları darbelere ve çizilmeye karşı gösterdikleri direnç şeklinde de tanımlanır. Çeliklerde, çekme mukavemeti sertlik ile doğru orantılıdır, dolayısıyla yapılan basit sertlik ölçümü neticesinde malzemenin mukavemeti hakkında bir fikir edinmek mümkündür.

Sertlik testi, test ettiğiniz malzemenin yüzeyine özel olarak boyutlandırılmış bir nesnenin bastırılmasıyla gerçekleştirilir. Çentik derinliği ölçülerek veya bir çentik tarafından bırakılan baskının boyutu ölçülerek belirlenir. Genel deyimle malzemenin sertliği, bu izin büyüklüğü ile ters orantılıdır. Sertlik ölçmede, kendi avantajları ve gereksinimleri olan dört ana sertlik testi vardır. Bunlar:

1. Brinell Yöntemi
2. Rockwell Yöntemi
3. Vickers Yöntemi
4. Shore Skleroskop Yöntemi

Sertlik ölçümünde dikkat edilmesi gereken hususlardan bazıları şunlardır:

- Sertlik numunesinin ölçüm yapılan yüzeyi ile oturma yüzeyinin düzgün ve birbirine paralel olması gerekir.
- Sertlik numunesinin kalınlığı, iz derinliğinin en az on katı olmalıdır.
- Batıcı uç numune kenarlarına yakın bölgelere uygulanmamalı ve izler arasında en az iz çapının veya ortalama köşegen uzunluğunun üç katı kadar bir uzaklık bulunmalıdır.

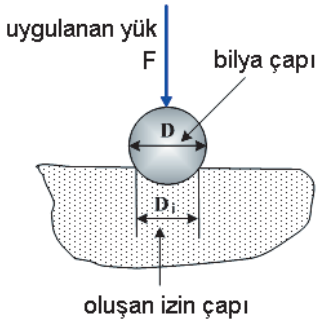
2.3.1. Brinell Sertlik Ölçme

Malzeme yüzeyine belirli bir yükün, belirli bir çaptaki sert malzemeden yapılmış bir bilye yardımıyla belirli bir süre uygulanması sonucu yüzeyde kalıcı bir iz meydana getirme esasına dayanır. Daha sonra bu kuvvetin, oluşan izin küresel yüzey alanına bölünmesiyle Brinell sertlik değeri elde edilir. Metalik malzemelerde sertlik arttıkça çekme dayanımı da artar.

Uygulanışı şu şekildedir:

- Ölçümü yapılacak malzeme yüzeyi zımpara ile temizlenmeli ve parlatılmalıdır. Isıl işlem görmüş malzemelerin yüzeylerinden talaş kaldırma işlemi yapıldıktan sonra ölçüm yapılmalıdır.
- Ölçüm sonuçlarının güvenilir olması için oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü metal malzemelerin mekanik özellikleri sıcaklık ve basınçla değişebilir.
- Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre, uygulanacak basıncın süresi ve değeri belirlenmeli, batıcı ucun cinsi ve kalınlığı tespit edilmelidir.

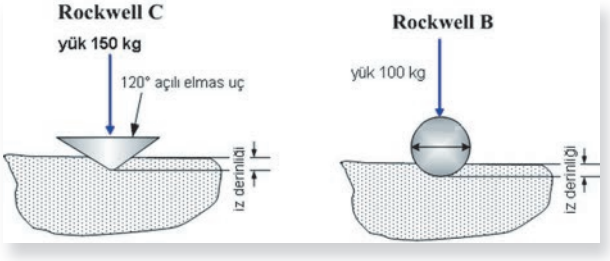
- Ölçüm yapılacak malzeme ve bilye sağlam bir şekilde ölçüm cihazındaki yerlerine takılmalı, uygulanacak yük cihaz üzerinde ayar kolu yardımı ile ayarlanmalı ve yükleme işlemine geçilmelidir.
- Parça üzerine yük, sarsıntı olmaksızın malzeme yüzeyine yavaş yavaş ve dik olarak önceden belirlenen süre diliminde uygulanmalıdır.
- Sertlik ölçümünde kullanılacak değer için malzeme yüzeyinde üç farklı noktada ölçüm yapılır. Bu ölçümler arasındaki mesafe, birbirlerine çok yakın olmamalıdır. Ölçümlerin aritmetik ortalaması sertlik ölçüm değeri olarak kabul edilir.



Görsel 2.11: Brinell sertlik deneyi

2.3.2. Rockwell Sertlik Ölçme

Sabit yük altında, malzeme üzerinde oluşturulan iz derinliğinin ölçülmesi esasına dayanır. Batıcı uç, malzeme üzerine 10 kg'lık ön bir yükleme ile batırılır. Sonra batıcı uca ana yük uygulanarak elde edilen derinlik ölçülür. Meydana gelen kalıcı izdeki derinlik artışı bulunarak mevcut göstergeden Rockwell sertlik değeri okunur. Ana yük Rockwell B (RB) için 100 kg, Rockwell C (RC) için 150 kg'dır.



Görsel 2.12: Rockwell sertlik deneyi

Batıcı uç, konik uçlu veya bilye şeklindedir. Yumuşak malzemeler bilye batıcı uç ile ölçülür. Çok sert malzemeler 120° uç açılı elmas koni batıcı ile ölçülür (Görsel 2.12).

Uygulanışı şu şekildedir:

- Ölçüm yapılacak malzemenin yüzeyi kimyasal yollarla ve zımpara ile temizlenerek parlatılmalıdır.
- Ölçüm sonuçlarının güvenilir olması için ölçümün, oda sıcaklığında ve normal atmosfer basınçlı bir ortamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Ölçümü yapılacak malzemenin cinsine ve kalınlığına göre, basıncın değeri ve batıcı ucun cinsi ilgili tablolar kullanılarak tespit edilmelidir.
- Bu işlemden sonra ölçüm malzemesi ve batıcı uç sağlam bir şekilde ölçüm cihazındaki yerlerine takılmalı ve yükleme işlemine geçilmelidir.
- Sertliği ölçülecek malzeme, tabla üzerine konulduktan sonra malzemeye yükleme kolu vasıtasıyla 10 kg'lık ön yük uygulanmalıdır. Bu sayede baskı ucu malzeme üzerine oturur ve onu yerinde tutar.
- Siyah rakamlı bölüm üzerinde kadran sıfıra getirilmeli ve daha sonra sıra 90 kg' lık ana yükün uygulamasına geçilmelidir. Böylece toplam yük, 10 kg'lık ön yükle beraber 100 kg olacaktır (Batıcı uç olarak çelik bilye kullanıldığı zaman büyük yük 100 kg olarak alınır. Küresel konik elmas uç kullanıldığı zaman büyük yük, genel olarak 150 kg olur, fakat gerektiği zaman diğer yükler de kullanılır). En son sonuç kadrandan okunur.

2.3.3. Vickers Sertlik Ölçme

Vickers sertlik ölçme yönteminde baskı elemanı olarak tepe açısı 136° olan elmas kare piramit kullanılır. Belli bir yük ile malzemeye bastırılan piramit ucun bıraktığı dörtgen izin köşegenleri ölçülerek hesaplanan ortalama köşegen uzunluğu ile sertlik değerleri bulunur. Vickers sertliği yüke bağlı değildir. Köşegen uzunluğu, sertliği ölçülen parça veya tabaka kalınlığının en fazla üçte ikisi kadar olmalıdır. Uygulanan yük 1 ile 120 kg arasında değişebilir. Normal yük olarak 30 kg seçilebilir. Yüklü numune üzerinde kalma süresi yaklaşık 20 saniyedir. Bu süre sonunda baskı ucu numune üzerinden kaldırılır ve ölçme bitirilir.

Uygulanışı şu şekildedir:

- Küçük ve karışık şekilli parçalar iyi sabitlenmelidir. Ölçüm normal oda sıcaklığında (10-350°C arasında) yapılmalıdır.
- Uç sıkıca yerine tutturulmalı ve ölçüm cihazı ani titreşimlerden korunmalıdır.
- Deney için uygulanacak yük ve uygulama süresi belirlendikten sonra, baskı ucu ölçüm yapılacak malzeme üzerine getirilmelidir. Baskı ucu yavaş yavaş belirlenen süre kadar numune yüzeyine dik bir şekilde uygulanmalıdır. Bu uygulamadan sonra yük numune üzerinden kaldırılarak deney bitirilmelidir.
- Deney sonuçlarının güvenilir olması için bu uygulamanın numunenin üç farklı noktasına uygulanması gereklidir.
- İzin köşegen uzunlukları ölçülerek ortalaması alınmalıdır.

2.3.4. Shore Skleroskop Sertlik Testi

Shore skleroscope sertliği, malzemenin esnekliği ile ilişkilidir. Cihaz, belirli bir yükseklikten dereceli bir cam tüpe düşen elmas uçlu bir çekiçten oluşur. Tüp 140 eşit parçaya bölünmüştür. İlk geri tepmenin yüksekliği, malzemenin sertlik indeksidir. Malzeme ne kadar sertse, geri tepme o kadar yüksek olur.

Shore yöntemi; merdaneler, dişliler, kalıplar vb. büyük makine bileşenlerinin sertliğini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Sadece küçük ve hareketli olmakla kalmaz, aynı zamanda test edilen yüzeyde hiçbir iz bırakmaz. Shore skleroscope sertlik ölçme yönteminde iki önemli husus vardır. Bunlar çekicin ne kadar yükseklikten bırakıldığı ve ağırlığıdır.

Uygulanışı şu şekildedir:

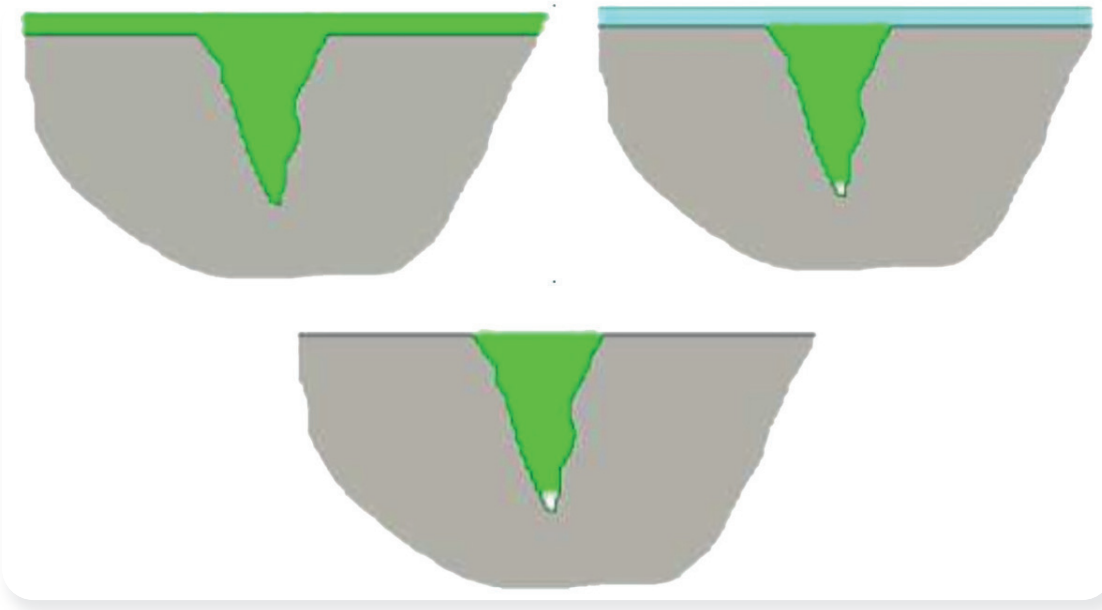
- Sertliği ölçülecek parça üzerine, üzerindeki bölüntü sıfırdan başlayarak yüz eşit parçaya ayrılmış cam boru düşey olarak yerleştirilmelidir.
- Belli ağırlıktaki çekiç (bilye) belirlenen yükseklikten (19 mm, 112 mm veya 256 mm) yerleştirilen cam boru içerisinden sertliği ölçülecek numune üzerine bırakılmalıdır.
- Elmas uçlu çekicin geri zıplama yüksekliği ölçülmelidir.
- Çekicin zıplama yüksekliğine göre sıçramayı meydana getiren enerji, ölçü aleti (skleroskop) yardımıyla ölçülerek işlem bitirilmelidir.

1. UYGULAMA - PENETRANT TESTİ

Bu test yöntemi; demir ve demir olmayan tüm malzemelerin yüzeylerindeki çatlak, gözenek ve büzülmelerin tespit edilmesinde kullanılır.

Test Sürecinde İşlem Sırası

1. Parça yüzeyindeki toz ve kirleri bir bez yardımı ile temizleyiniz.
2. Yüzeyde yağ, gres yağı vb. kalıntıları varsa yüzeye temizleyici püskürtünüz.
3. Kontrol işlemi uygulanacak yüzeye sıvı penetrantı püskürtünüz.
4. Püskürtme işleminden sonra boyanın çatlaklara nüfüz etmesi için 1-2 dakika bekleyiniz.
5. Yüzeyde fazla penetrant varsa bir bez yardımı ile temizleyiniz.
6. Kırmızı boya kalıntılarını tamamen temizlemek için yüzeye tekrar yemizleyici püskürtünüz ve bir bezle temizleyiniz.
7. Çatlaklar penetrantı emeceğinden kusurlar kırmızı çizgiler halinde yüzeyde görünecektir.



Kullanılacak Araç, Gereçler: Boya penetrantı test ünitesi, temizleyici, kırmızı boya penetrantı vb.

2. UYGULAMA - MANYETİK PARÇACIK TESTİ

Test Sürecinde Adımlar

1. **Parçanın Mıknatıslanması**

   İncelenecek parça iyice temizlenir ve masa üzerinde tutulur. Dairesel manyetizasyon üretilir (Elektrik akımı taşıyan bir iletken, bir akım yönüne dik açılarda bir düzlemde kapalı daireler oluşturan manyetik alan). Dairesel mıknatıslanma, çubuklar veya kontaklar yardımıyla üretilebilir. Prods, küçük alanları incelemek için kullanılır.

2. **Manyetik Tozun (Parçacıkların) Uygulanması**

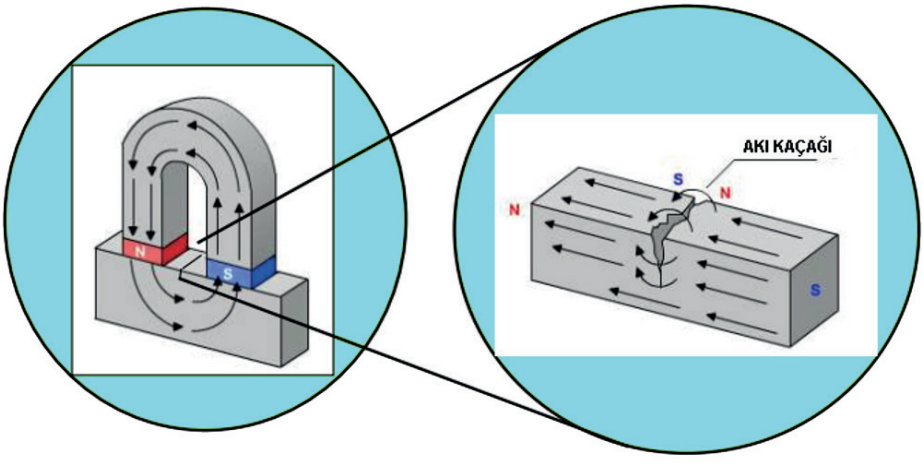
   Demir veya siyah manyetik demir oksit bazının manyetik tozu kullanılır. Daha çok kırmızı renkli tozlar tercih edilir. Kuru toz, yakın yüzey kusurlarını bulmak için daha etkilidir. Ayrıca tüm toz testten sonra tekrar kullanılabilir.

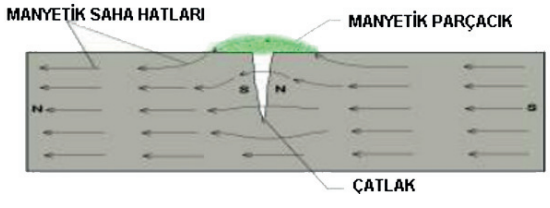
3. **Kusurları Bulma**

   Manyetize bir çubuktaki manyetik akı alanlarını gösterir.

   a) Yüzey süreksizliği b) Yeraltı süreksizliği

   Mıknatıslanmış çubukta veya dökümde bir boşluk bir manyetik alanı keserse manyetik alan bozulur. Havanın manyetik geçirgenliği demire göre çok düşük olduğundan, manyetik akı yayılır. Boşluğun etrafında manyetik akı çizgilerinin bir kısmı, süreksizlik boyunca havada metalin dışına uzanır ve süreksizlik fark edilir veya belirgin bir şekilde konumlandırılır. Çünkü manyetik parçacıklar herhangi bir yerde toplanır ve yığılır.





Kullanılacak Araç, Gereçler: Manyetik parçacık kontrol ünitesi, kırmızı demir tozu vb.

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Vickers sertlik deneyinde hangi sertlik elemanı kullanılır?
   A) 136° elmas bilye
   B) 120° koni uç
   C) 136° elmas kare piramit
   D) Çekiç uç
   E) 120° piramit uç

2. Bir veya birden fazla metalin, metal dışı elementler ile belli bir oranda bir araya gelmesi sonucu oluşan inorganik bileşikler hangisidir?
   A) Metal
   B) Seramik
   C) Polimer
   D) Magnezyum
   E) Titanyum

3. Paslanmaz çelik temel olarak hangi elementlerin katılmasıyla yapılan bir alaşımdır?
   A) Krom, nikel
   B) Alüminyum, demir
   C) Kurşun, kalay
   D) Pirinç, bakır
   E) Çelik, çinko

4. Gezegende en bol bulunan metal elementi hangisidir?
   A) Bakır
   B) Çinko
   C) Cıva
   D) Alüminyum
   E) Kurşun

5. Aşağıdakilerden hangisi seramiklerin istenmeyen özelliklerindendir?
   A) Yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır
   B) Metallere göre %40 daha hafiftirler
   C) Basma dayanımlarının yüksektir
   D) Korozyona karşı dirençlidirler
   E) Gevrektirler

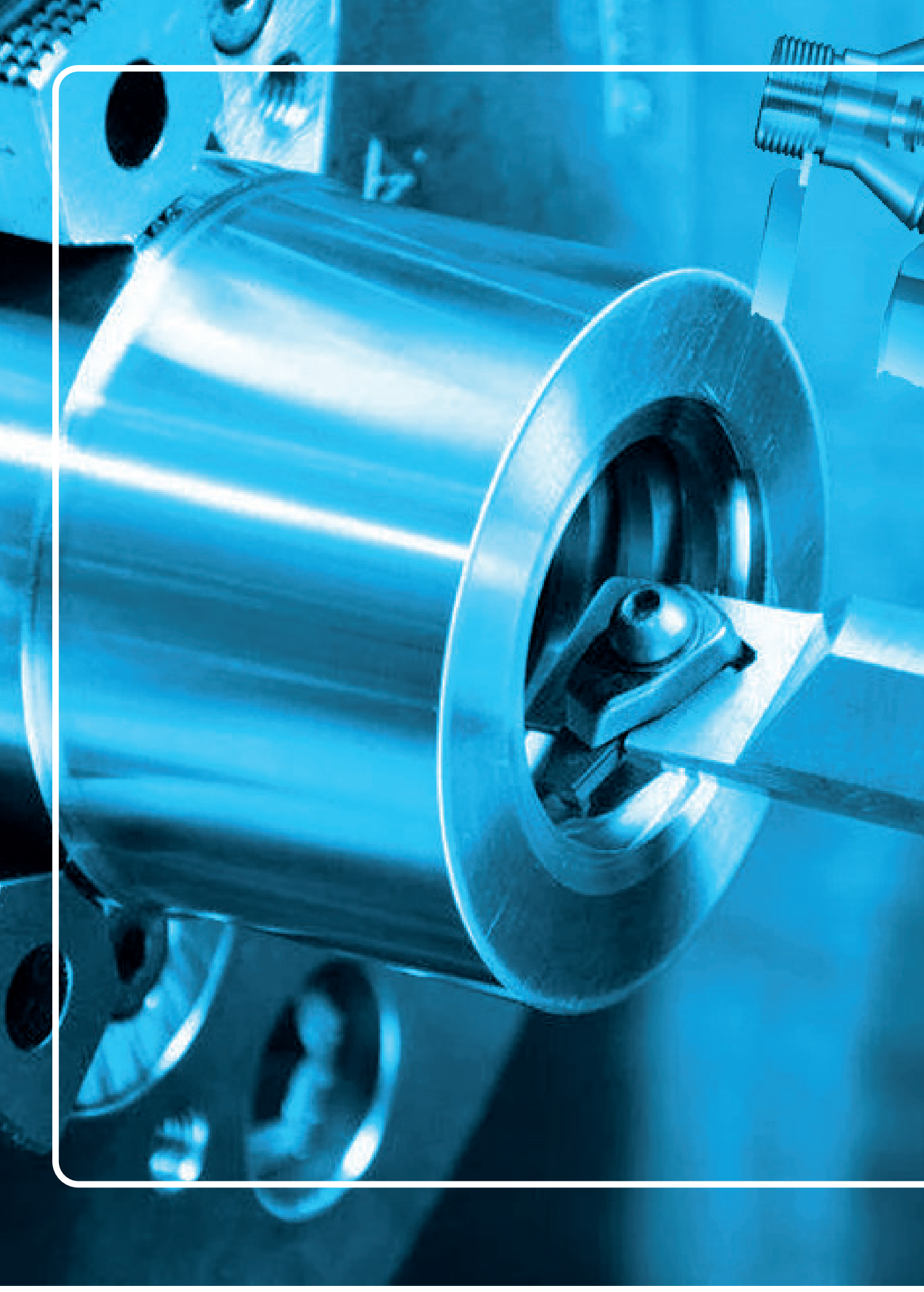
6. Aşağıdakilerden hangisi parçaya zarar vermeden yapılan muayene yöntemidir?
   A) Sıvı girinim testi
   B) Çekme deneyi
   C) Basma deneyi
   D) Kırma deneyi
   E) Eğme deneyi

7. Aşağıdakilerinden hangisi gözle muayenenin dezavantajlarından biridir?
   A) Hemen hemen tüm malzemeler kontrol edilebilir
   B) Gözle kontrol her zaman ön inceleme olarak kullanılabilir
   C) Dış hataların belirlenmesinde iyi bir yöntemdir
   D) Radyasyon ışını tehlikesi vardır
   E) Yüzey altındaki hatalar tespit edilemez

8. Aşağıdakilerden hangisi malzemelerin maruz kaldıkları darbelere ve çizilmeye karşı gösterdikleri direnç şeklinde tanımlanır?
   A) Süneklik
   B) Sertlik
   C) Manyetiklik
   D) Gevreklik
   E) Esneklik

9. Aşağıdakilerden hangisi malzeme sertliklerinin ölçümü için kullanılan bir yöntem <u>değildir?</u>
   A) Brinell yöntemi
   B) Rockwell yöntemi
   C) Vickers yöntemi
   D) Akustik emisyon testi
   E) Shore skleroskop yöntemi

10. Aşağıda verilen metallerden hangisi manyetik parçacık testi ile muayene edilebilir?
    A) Seramik malzemeler
    B) Kompozit malzemeler
    C) Mıknatıslanma özelliği olan malzemeler
    D) Polimerler
    E) Bakır alüminyum alaşımları





3 ÖĞRENME BİRİMİ
TORNA TEZGÂHINDA VİDA AÇMA

KONULAR

3.1. ÜÇGEN VİDA AÇMA

3.2. KARE VİDA AÇMA

3.3. TRAPEZ VİDA AÇMA

3.1. ÜÇGEN VİDA AÇMA

Makinecilikte, vidalar makine parçalarının sabitlenmesinde ve birleştirilmesinde kullanılır. Vidaların en çok kullanılan çeşidi üçgen vidadır. Vida, mil üzerine açılırsa cıvata (dış vida), delik içine açılırsa somun (iç vida) ismi verilir. Torna tezgâhında üçgen vida birkaç farklı yöntemle açılabilir. Tornada pafta ve kılavuz ile diş açmak daha önceki konularda anlatıldığı için burada tornada kalem ile diş açma anlatılacaktır. Torna tezgâhında çalışırken istenen özelliklerde vida açabilmek için teknolojik kurallar ve güvenlik kurallarının unutulmaması gerekir.

3.1.1. Torna Tezgâhında Üçgen Vida Açılması

Torna tezgâhında üçgen vida açma işlemi dört aşamada yapılır. Birinci aşama vida kaleminin hazırlanması, ikinci aşama açılacak üçgen vida çapına göre hesaplamaların yapılması, üçüncü aşama hesaplama sonuçlarına göre tezgâh ayarlarının yapılması, sonuncu aşama ise üçgen vida açma işleminin yapılmasıdır.

1. Üçgen Vida Kaleminin Hazırlanması

Üçgen vida açılacağı için kalemin biçiminin de üçgen olması gerekir. Üçgen vida kalemleri metrik üçgen vida ve whithworth üçgen vida olmak üzere iki çeşittir. Bu kalemlerden metrik vidanın uç açısı 60°, whithworth vida kaleminin uç açısı ise 55° dir. Biçiminden sonra işlenecek malzemenin cinsine göre kalem cinsi belirlenir. Yumuşak malzemeler yüksek hız çeliği (HSS), sert malzemeler için sert maden uçlu vida kalemleri kullanılır (Görsel 3.1).



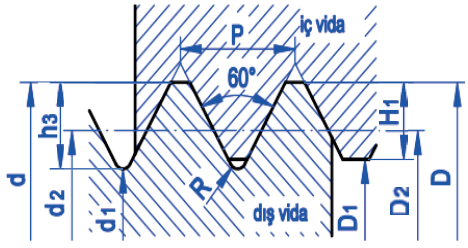
Görsel 3.1: Vida kalemleri

2. Üçgen Vida Hesaplamaları

Torna tezgâhının ayarları vida çapına ve adımına göre yapılır. Torna tezgâhında ayarlama yapmadan önce bazı hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Metrik vidalar için vida ölçüsünün önüne "M" işareti eklenir. "M" işareti milimetre cinsinden vida dişinin anma çapını belirtir. M16 cıvata denildiğinde tornalama çapının 16 mm olduğu anlaşılır. Vida adımı ise TS61/1 göre hazırlanmış tablodan (Tablo 3.1) bakılarak anma çapına göre bulunur. M16 vidanın adımı tablodan 2 mm olarak bulunur. Normal vidalarda ölçünün yanına adımı yazmaya gerek yoktur. Bazen "M10x1" benzeri ölçülerle karşılaşılır. Vidanın adımı çapı ile beraber verilmiştir. Bu ölçüler vida adımının normal adımdan daha ince olduğunu gösterir. Adımları bu şekilde gösterilmiş vidalara **ince vida** denir (Tablo 3.2).

Tablo 3.1: Metrik Normal Vida Tablosu

METRİK VİDALAR — **TS 61/1**



Anma ölçüsü : d=D
Adım : P
Diş yüksekliği : dış vida(cıvata) h_3=0,6134 x P
İç vida (somun):H_1= 0,5413 x P
Bölüm dairesi çapı : (d_2)D_2 = d – 0,6495 x P
Diş dibi çapı : dış vida(cıvata) d_3= d-1,2269 x P
İç vida (somun) D_1: d-1,0825 x P
Yuvarlaklık : R= 0,1443 x P
Matkap deliği : dm= d - P

Vida anma çapı D=d	Adım P	Diş dibi çapı		Matkap çapı	Bölüm çapı	Diş yüksekliği	
		Dış vida d_1	İç vida D_1		$d_2=D_2$	Dış vida h_3	İç vida H_1
M1	0,25	0,693	0,729	**0,75**	0,638	0,153	0,135
M2	0,40	1,509	1,567	**1,60**	1,740	0,245	0,217
M2,5	0,45	1,948	2,013	**2,10**	2,208	0,276	0,244
M3	0,50	2,387	2,459	**2,50**	2,675	0,307	0,271
M3,5	0,60	2,764	2,850	**2,90**	3,110	0,468	0,325
M4	0,70	3,141	3,242	**3,30**	3,545	0,429	0,379
M4,5	0,75	3,580	3,688	**3,70**	4,013	0,460	0,406
M5	0,80	4,019	4,134	**4,20**	4,480	0,491	0,433
M6	1,00	4,773	4,917	**5,00**	5,350	0,613	0,541
M8	1,25	6,466	6,647	**6,80**	7,188	0,767	0,677
M10	1,50	8,160	8,376	**8,50**	9,026	0,920	0,812
M12	1,75	9,853	10,106	**10,20**	10,863	1,074	0,947
M14	2,00	11,546	11,835	**12,00**	12,701	1,227	1,083
M16	2,00	13,546	13,835	**14,00**	14,701	1,227	1,083
M18	2,50	14,933	15,294	**15,50**	16,376	1,534	1,353
M20	2,50	16,933	17,294	**17,50**	18,376	1,534	1,353
M22	2,50	18,933	19,294	**19,50**	20,376	1,534	1,353
M24	3,00	20,319	20,752	**21,00**	22,051	1,840	1,624
M27	3,00	23,319	23,752	**24,00**	25,051	1,840	1,624
M30	3,50	25,706	26,211	**26,50**	27,727	2,147	1,894
M33	3,50	28,706	29,211	**29,50**	30,727	2,147	1,894
M36	4,00	31,093	31,670	**32,00**	33,402	2,454	2,185
M42	4,50	36,479	37,129	**37,50**	39,077	2,760	2,436
M48	5,00	41,866	42,587	**43,00**	44,752	3,067	2,706
M56	5,50	49,252	50,046	**50,50**	52,428	3,374	2,977
M64	6,00	56,639	57,505	**58,00**	60,103	3,681	3,248

Bilgi zenginlikten üstündür. Çünkü zenginliği sen korursun, bilgi ise seni korur.
(Hz. Ali)

Tablo 3.2: Metrik Normal Vida Tablosu

METRIK INCE DIŞ VIDA								
Vida anma ölçüsü dxP	Diş dibi çapı Dış vidada d_1	Diş dibi çapı İç vidada D_1	**Vida anma ölçüsü dxP**	Diş dibi çapı Dış vidada d_1	Diş dibi çapı İç vidada D_1	**Vida anma ölçüsü dxP**	Diş dibi çapı Dış vidada d_1	Diş dibi çapı İç vidada D_1
M2x 0,2	1,755	1,753	**M14x1,5**	12,160	12,376	**M42x2**	39,546	39,835
M2,5x0,25	2,193	2,229	**M16x1**	14,773	14,917	**M48x2**	45,546	45,835
M3x0,35	2,571	2,621	**M16x1,5**	14,160	14,376	**M48x3**	44,319	44,752
M4x0,5	3,387	3,459	**M20x1**	18,773	18,917	**M56x2**	53,546	53,835
M5x0,5	4,387	4,459	**M20x1,5**	18,160	18,376	**M56x3**	52,319	52,752
M6x0,75	5,080	5,188	**M24x1,5**	22,160	22,376	**M64x2**	61,546	61,835
M8x0,75	7,080	7,188	**M24x2**	21,546	21,835	**M64x3**	60,319	60,752
M8x1	6,773	6,917	**M30x1,5**	28,160	28,376	**M72x2**	69,546	69,835
M10x0,75	9,080	9,188	**M30x2**	27,546	27,835	**M72x3**	68,319	68,752
M10x1	8,773	8,917	**M36x1,5**	34,160	34,376	**M80x2**	77,546	77,835
M12x1	10,773	10,917	**M36x2**	33,546	33,835	**M80x3**	75,093	75,670
M112x1,25	10,466	10,647	**M42x1,5**	40,160	40,376	**M90x**	85,093	85,670

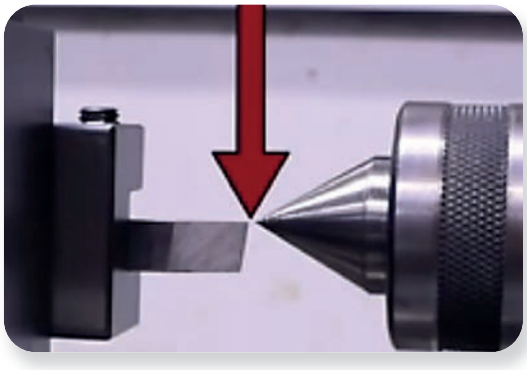
İç vida (somun) açarken verilen metrik vida ölçüsü, vida açılacak delik çapını vermez. M16 iç vida açılacaksa deliğin çapı anma çapından daha küçük olmalıdır. Diş çekmede dikkate alınacak delik çapı, çekilecek vidanın diş dibi çapıdır. Tablo 3.1'deki metrik vida tablosunda anma ölçülerine göre matkap çapı standart değerleri de verilmiştir. Tabloda olmayan vida açılacaksa tabloda verilen formüllerden yararlanılarak gerekli ölçüler bulunur. Pratik olarak vida anma çapının 0,85 sayısı ile çarpımı bize matkap çapını verir.

Örnek; anma çapı M16 olan bir iç vidanın matkap çapı 16 x 0,85 = 13,6 mm bulunur. Bu çapta matkap ucu bulabilmek zor olacağından yaklaşık olarak 14 mm çapındaki matkap ucu kullanılır.

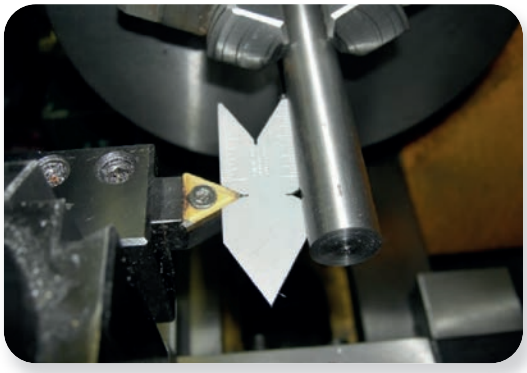
3. Torna Tezgâhının Ayarları

Tornada, kalemle vida açabilmek için öncelikle torna tezgâhının ayarlanması gereklidir. Torna ayarları vida adımına göre yapılır.

- İş parçası torna aynasına bağlanır. Öncelikle uygun vida kalemi torna tezgâhına bağlanarak punta ile aynı eksende ayarlanır (Görsel 3.2). Görsel 3.3'te görüldüğü gibi kalemin iş parçasına dik olarak bağlayabilmesi için vida mastarından faydalanılır. Mastar, kalemin ucuna tutularak iş parçasına yaklaştırılır. İş parçasına dayanarak kalemin tam diklik ayarı yapılır.
- Tezgâhın hız kutusu üzerinde bulunan vida tablosundan, açılacak vidanın ilerleme ayarı için gerekli değerler aranarak bulunur (Görsel 3.4).



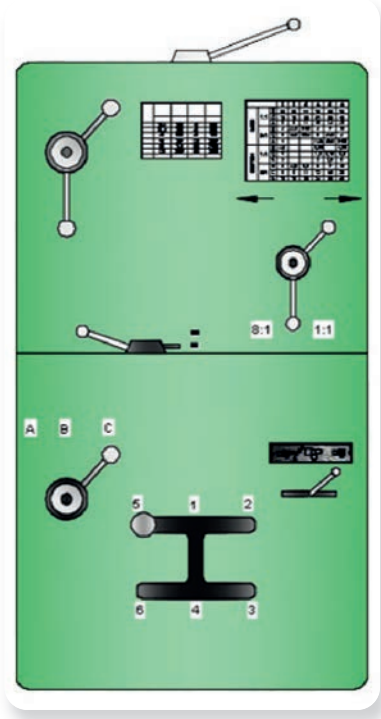
Görsel 3.2: Kalemin eksende ayarlanması



Görsel 3.3: Kalemin eksende ayarlanması

Vida metrik ise vida adımı, whithworth ise parmaktaki diş sayısına göre seçilir. M16 vidanın 2 mm adımı vida ilerleme tablosunda bulunur (Görsel 3.5). Adım değerine karşılık gelen sayı ve harfler hız kutusundaki ayar kollarının konumlarını göstermektedir. Bu değerlere göre adım ayarları yapılır. Ana mili dönüş yönü vidanın sağ veya sol vida oluşuna göre ayarlanır.

- Adım ayarları tamamlandıktan sonra tezgâh devir sayısı ayarı yapılır. Doğru devir seçimi çoğunlukla bir deneyim meselesidir. Başlangıçta devir seçimini geliştirebilmek için daha düşük bir hızın seçilmesi tavsiye edilir. En doğru olanı, kalemin hareketini her an kontrol edilebilecek bir devir sayısı olmalıdır.



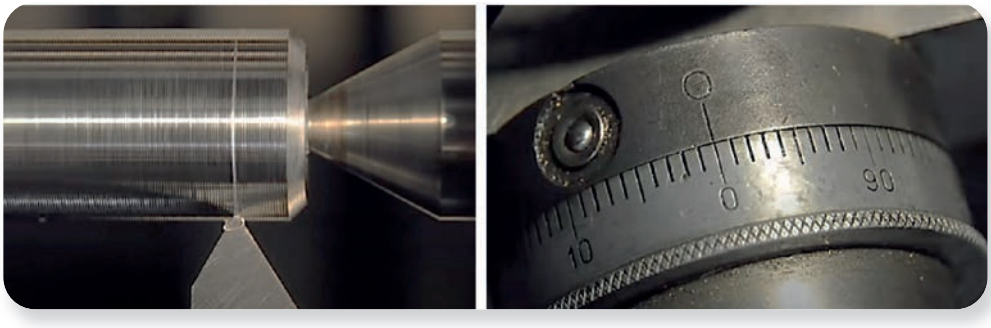
Görsel 3.5: Vida adımı hız kutusu ayarı

			1	2	3	4	5	6
INCH	1:1	B	32	36	44	48	56	60
		C	16	18	22	24	28	40
		A	8	9	11	12	14	20
	8:1	B	4	4 1/2	5 1/2	6	7	10
		C	2	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	5
		A	1			1 1/2	2 3/4	2 1/2
METRİK	1:1	B	0,5			0,75		1,25
		C	1			1,5	1,75	2,5
		A	2			3	3,5	5
	8:1	B	4	4,5	5,5	6	7	10
		C	8	9	11	12	14	20
		A	16	18	22	24	28	40

Görsel 3.4: Vida adım ayarı

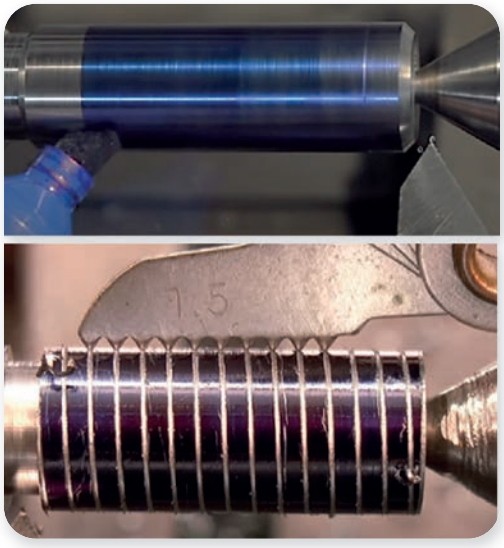
4. Üçgen Vida Açma işlemi

Torna tezgâhında diş açma işlemi çok dikkat gerektirir. Bunun nedeni, yapılan işin hata payının az olması ve makineyi çalıştırmaya alışmanın zaman almasıdır. Ciddi bir kaza olması olası değildir ancak aletlere ve malzemelere zarar gelmesini önlemek için makinenin çalışmasına, kalemin keskinliğine ve gürültüye çok dikkat etmek gerekir. Tezgâhta çalışırken güvenlik kurallarına mutlaka uyulmalıdır.

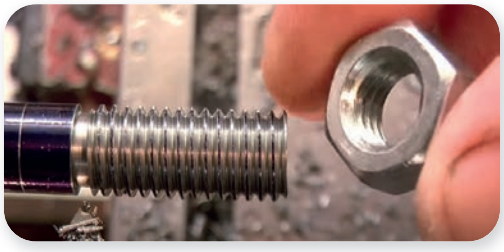


Görsel 3.6: Kalemin sıfır ayarı

- Kalem iş parçası dış çapına göre sıfırlanır (Görsel 3.6). Vida açabilmek için makas kolu çevrilerek ana milin çalışması sağlanır. Ana mil sadece vida açma işlemlerinde kullanılır. Kalem başlangıç konumuna getirilerek 0.05 mm deneme talaşı verilir. İsteğe bağlı olarak diş çekilecek yüzeyde boyama yapılır. Arabanın makası kavratılarak iş üzerinde vida adımını gösteren ince bir iz açılır. Bu iz üzerinde vida tarağı ile vidanın adım kontrolü yapılır (Görsel 3.7).
- Diş çekme işlemi yapılırken iş parçası üzerine kesme yağı sürülür. İstenen diş derinliğine ulaşıncaya kadar talaş verme işlemi yapılır. Somunun hareket edip etmeği kontrol edilir. Somunun hareketinde takılma ya da sıkışma varsa tekrar talaş verilir (Görsel 3.8). Tam çalışma sağlanana kadar işleme devam edilir.
- Vida açma işlemi tamamlanınca eğe yardımı ile çapak alınır. İş parçası sökülerek torna tezgâhı temizlenir.



Görsel 3.7: Yüzey boyama ve vida tarağı ile adım kontrolü



Görsel 3.8: Vidanın somun ile kontrolü

3.1.2. Kalemle Vida Açmada Dikkat Edilecek Kurallar

- Vida kalemi hatasız bilenmeli, ölçü ve kontrol aletleri hatasız olmalıdır.
- Adımı küçük olan (2 mm 'ye kadar) vidalar açılırken talaş açısı sıfır olmalı, büyük adımlı vidalar açılırken kaleme 2-3° talaş açısı verilmelidir.
- Vidanın dış çapı tornalanırken uç kısmına diş derinliği kadar 45° lik bir pah kırılmalıdır. Pah, vida kaleminin kesmesini kolaylaştırır ve çabuk körlenmesini önler.
- Kalem, başlangıç konumuna giderken (işin ters dönmesiyle) geri çekilerek vidaya zarar vermemesi sağlanmalıdır.
- Vidanın temiz çıkması için son paso çok az verilmelidir. Temiz bir vida açmak için bor yağı veya kesme yağı kullanılmalıdır.
- Uzun iş parçalarına vida açarken iş parçası bir gezer yatakla desteklenmelidir. Yatağın işi destekleyen ayaklarının kalemin solunda olmasına dikkat edilmelidir.

Kör deliklere vida çekerken kalem ucunun iş parçasına dik olarak bağlanması için vida mastarından yararlanılır. Kalemde yeter derecede boşluk açısı olması gerekir. Böylece kalemin alt kısmının sürtünmesi önlenmiş olur. Kalem delik içinde rahat hareket edecek şekilde olmalıdır. Titreşim ve esnemeleri önlemek için kater ve delik kalemi mümkün olduğu kadar kalın olmalı ve kalemliğe kısa bağlanmalıdır.

3.2. KARE VİDA AÇMA

Tasarımları ve dayanıklılıkları nedeniyle kare dişler, maksimum güç iletiminin gerekli olduğu mengene vidaları, krikolar ve diğer cihazlar için kullanılır. Kare vidanın tüm yüzeyleri karedir ve kenarlar dişli parçanın merkez eksenine diktir. Temas alanları nispeten küçük olduğundan ve birbirine sıkışmadığından, eşleşen dişler arasındaki sürtünme minimuma indirilir. Bu güç aktarımı için neden kare dişlerin kullanıldığını açıklar.

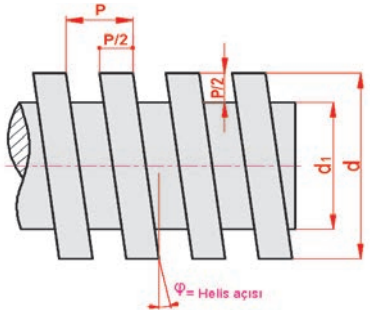
3.2.1. Torna Tezgâhında Kare Vida Açılması

Kare vida kalemi taşlanmadan önce dişin helis açısının belirlenmesi gerekir. Kalemin kenarları, vidanın helis açısına uygun olmalıdır.

Kare vida açmak için kalemin kesici kenarı, adımın tam olarak yarısı genişliğinde taşlanmalıdır. Somuna kare vida açarken somunun vida üzerine serbestçe oturmasına izin vermek için 0,03 ila 0,05mm daha büyük olmalıdır.

1. Kare Vida Hesaplamaları

Vidanın derinliği, genişliği ve boyutlardadır. Metrik ve inç ölçüsüne göre yapılır. İstenen çap üzerine ihtiyaca cevap verecek şekilde, istenen adımda kare vida açılabilir. Kare vidayı tanımlayan başlıca özellikler; hatve, cıvata çapı ve helis açısıdır (Görsel 3.9). Vidanın kolay çalışabilmesi için diş boşluğu diş kalınlığından 0,05 mm daha fazla yapılır.



Görsel 3.9: Kare vida elemanları

Kare Vida Elemanları

D: Diş üstü çapı
D1: Diş dibi çapı
D2: Böğür çapı
H: Diş yüksekliği
P: Adım
B: Diş kalınlığı
A: Diş boşluğu
ϕ: Helis açısı

Formüller

Diş yüksekliği H = P/2
Diş boşluğu A = P/2 + 0,05
Diş dibi çapı D1 = D – 2H
Diş kalınlığı B = P/2 – 0,05
Böğür çapı D2 = D – H
tan ϕ = Adım (P) / π • D2

Örnek Uygulama:

Çapı 25 mm olan bir mil üzerine adımı 8 mm olan bir kare vida açılacaktır.

a. Elemanlarını hesaplayınız.
b. Kaleme bileme esnasında verilecek açı (ϕ) ne olmalıdır?

ÇÖZÜM

Verilenler
D = 25 mm
P = 8 mm

İstenenler
H = ?
A = ?
D1 = ?
B = ?
ϕ=?

a.

$$H = \frac{P}{2} = \frac{8}{2} = 4mm$$

$$A = \frac{P}{2} + 0,05 = \frac{8}{2} + 0,05 = 4 + 0,05 = 4,05mm$$

$$D1 = D - 2H = 25 - 2.4 = 25 - 8 = 13mm$$

$$B = \frac{P}{2} - 0,05 = \frac{8}{2} - 0,05 = 4 - 0,05 = 3,95mm$$

$$D2 = D - H = D - \frac{P}{2} = 25 - 4 = 21mm$$

b.

$$\tan\varphi = \frac{P}{\Omega.D2} = \frac{8}{3,14.21} = \frac{8}{65,94} = 0,1213$$

$$\tan\varphi = 7°$$

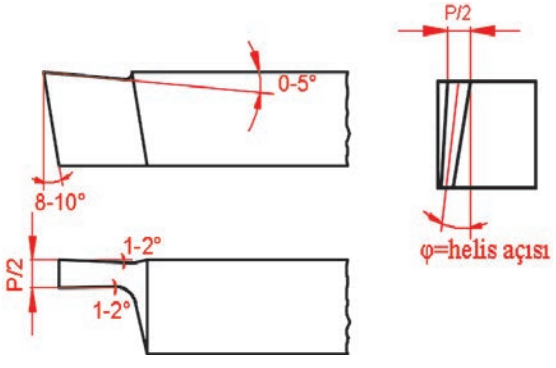
İstenen çap üzerine ihtiyaca cevap verecek şekilde, istenen adımda kare vida açılabilir. Standardı yoktur. Metrik ve inç ölçüsüne göre yapılır. Kısa gösterimlerde; sembol, diş üstü çapı, adımıyla ya da parmaktaki diş sayısı gösterilir. Sembolü "**Kr**" dir.

Kr 25 x 8

Kr 25x$\frac{1"}{4}$ gibi

2. Kare Vida Kaleminin Hazırlanması

Kare vidalar darbe ve sarsıntıların etkisiyle sökülebilir. Kendiliğinden sökülmemesi için helis açısı çok önemlidir. Kare vidaların belirlenmiş bir standardı yoktur. Herhangi bir adım tablosuna bakıp vida elemanlarının değerlerini bulunamaz. Adımı kendimiz belirlenir. Kare vida kalemi adım ölçüsünün yarısı (P/2) kadar bilenmelidir. Vidayı açarken diş derinliği de vida adımının yarısı (P/2) kadar yapılmalıdır. Vidanın helis açısından dolayı kalemin alt tarafı, vidaya sürtünmesini önlemek için kalemin ucu helis açıcı (ϕ) kadar eğik bilenir (Görsel 3.10). Kalemin vida içinde sıkışmaması için boşluk açılarına dikkat edilmelidir.



Görsel 3.10: Kare vida kalem açıları

3. Torna Tezgâhının Ayarları

Vida ve somunun birbirine uyumlu çalışmasını sağlamak amacıyla vida şeklinin eksene dik olması gerekir. Bu dikliği elde edebilmek için vida kalemi, iş parçasının eksenine dik olarak bağlanmalıdır. Kare vida açarken vida adımı değerinden faydalanılır. Kare vida elemanları hesaplanırken vida adımı 8 mm olarak alınmıştı. Görsel 3.11'de görülen torna tezgâhı üzerindeki ayar tablosun-

			1	2	3	4	5	6
INCH	1:1	B	32	36	44	48	56	60
		C	16	18	22	24	28	40
		A	8	9	11	12	14	20
	8:1	B	4	4 1/2	5 1/2	6	7	10
		C	2	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	5
		A	1			1 1/2	2 3/4	2 1/2
METRİK	1:1	B	0,5			0,75		1,25
		C	1			1,5	1,75	2,5
		A	2			3	3,5	5
	8:1	B	4	4,5	5,5	6	7	10
		C	8	9	11	12	14	20
		A	16	18	22	24	28	40

Görsel 3.11: Kare vida adım ayarı

dan adıma göre torna tezgâhının ayarları yapılır. İş parçasının bağlanması ve vida çekiminde üçgen vida ile aynı işlemler gerçekleştirilir.

Torna tezgâhını çalıştırmak için devir sayısı ayarlanmalıdır. Kare vida açarken düşük devirler kullanılır. Devir ayarları hız kutusu üzerindeki kollar yardımı ile yapılır.

4. Kare Vida Açma İşlemi

Kare vida açarken kurallara ve işlem sırasına uyulduğu sürece hem işin doğruluğu ve verimi artacak hem de tehlikeler azalacaktır. Özellikle çelik kesilirken iyi çözünür bir yağ kullanılmalıdır. Yine başlamadan önce tüm kolların ve dişli çarkların sağlam olduğu kontrol edilmelidir. Ayar kollarından biri kayarsa, işin kesinlikle hurdaya çıkarılması gerekecektir.

- Tornada kare vida açarken her zaman ön boşaltma kalemi ve profil tamamlama kalemi denilen iki kalem kullanılır. İlk olarak ön boşaltma kalemi kullanılır. Bu kalem 3,5 mm uç genişliğinde hazırlanır.
- Tezgâh adım ve devir ayarları 8 mm adıma göre yapıldıktan sonra kalem iş parçası üzerinde sıfırlanır. 0,05 mm'lik en az 5-6 diş oluşarak şekilde ince talaş verilir. Oluşan profil kontrol edilerek vida ölçülerinin doğru olup olmadığı kontrol edilir.
- Kontrollerden sonra ölçü tamamlanana kadar işleme devam edilir. Ön boşaltma kalemi ile birinci aşama tamamlanır.
- İkinci aşama olarak tezgaha profil tamamlama kalemi bağlanır. Kare vida kalemi tam ölçülerinde yapılmalıdır. Profil tamamlama kalemi, tezgâha bağlanarak iş parçasına sıfırlanır. Kare vidanın tam ölçüleri oluşana kadar tornalamaya devam edilir.
- Vida açma işlemi tamamlanınca eğe yardımı ile çapak alınır. İş parçası sökülerek torna tezgâhı temizlenir.

Kare vida için bir somuna diş açarken, adımın yarısından biraz daha büyük bir genişliğe sahip bir kalem kullanılmalıdır.

3.2.2. Kare Vida Açılmasında Dikkat Edilecek Kurallar

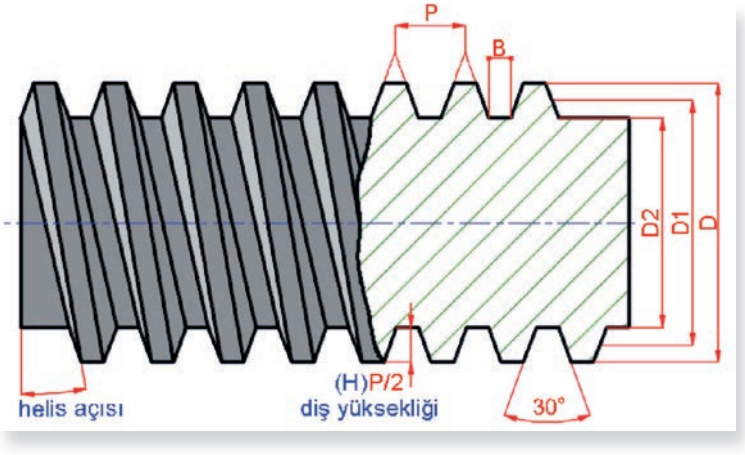
- Kare vida kalemi hazırlanırken helis açısına ve boşluk açısının doğru verilmesine dikkat edilmelidir.
- Vida kalemi tezgâh eksenine dik ve titizlikle ayarlanmalıdır.
- Vidanın temiz çıkması için son paso çok az verilmelidir. Temiz bir vida açmak için bor yağı veya kesme yağı kullanılmalıdır.
- Uzun iş parçalarına vida açarken iş parçası bir gezer yatakla desteklenmelidir. Yatağın işi destekleyen ayaklarının kalemin solunda olmasına dikkat edilmelidir.

3.3. TRAPEZ VİDA AÇMA

Görsel 3.12'de görülen trapez vidaların diş biçimi kesik ikizkenar üçgen şeklindedir. Uç açıları 30° olarak standartlaştırılmıştır. Trapez vidalar "Tr 30x5" şeklinde gösterilir. Yüksek mukavemet ve üretim kolaylığı sunar. Hareket ve kuvvet iletmek amacı ile mengenelerde, tezgâh tablalarında, vidalı millerde vb. yerlerde kullanılır.

3.3.1. Torna Tezgâhında Trapez Vida Açılması

Trapez vida diş şeklinin kesik ikizkenar üçgen olması nedeniyle cıvata ve somun birbirlerini boşluksuz kavrar. Trapez vida, kare vidadan daha fazla sıkma kuvveti sağlar. Trapez vida ölçülerinin kare vidadan farklı olarak standardı bulunmaktadır. Diş üstü çapına göre adımı, diş derinliği ve kalem ucu genişliği gibi ölçüleri vida tablosundan bakılır. Standart dışı ölçüler için Tablo 3.3'de verilen tablodaki formüllerden yararlanılarak bulunur.



Görsel 3.12: Trapez vida ve elemanları

1. Trapez Vida Hesaplamaları

Elemanlar

D: Diş üstü çapı
D1: Diş dibi çapı
D2: Böğür çapı
H: Diş yüksekliği
P: Adım
B: Diş dibi genişliği (kalemin uç genişliği)
ac: Çalışma boşluğu (tablodan)

Formüller

H = (P/2) + ac
B = (0,37 • P) – 0,13
D1 = D – (P + 2 • ac)
D2 = D – (P/2)

Tablo 3.3: Trapez Vida Tablosu

Vida ölçüsü dxP	mm olarak **vida ölçüsü**					
	Böğür Ø d2=D2	Diş dibi Ø		Diş üstü Ø D4	Diş derinliği H3=h3	Diş ucu genişliği b
		Cıvata d3	Somun D1			
Tr 10x2	9	7,5	8	10,5	1,25	0,60
Tr 12x3	10,5	8,5	9	12,5	1,75	0,96
Tr 16x4	14	11,5	12	16,5	2,25	1,33
Tr 20x4	18	15,5	16	20,5	2,25	1,33
Tr 24x5	21,5	18,5	19	24,5	2,75	1,70
Tr 28x5	25,5	22,5	23	28,5	2,75	1,70
Tr 32x6	29	25	26	33	3,5	1,93
Tr 36x3	34,5	32,5	33	36,5	2,0	0,83
Tr 36x6	33	29	30	37	3,5	1,93
Tr 36x10	31	25	26	37	5,5	3,39
Tr 40 x 7	36,50	32	33	41	4	2,29
Tr 44 x 7	40,50	36	37	45	4	2,29
Tr 48 x 8	44	39	40	49	4,5	2,66
Tr 52 x 8	48	43	44	53	4,5	2,66
Tr 60 x 9	55,50	50	51	61	5	3,02
Tr 70 x 10	65	59	60	71	5,5	3,39
Tr 80 x 10	75	69	70	81	5,5	3,39
Tr 90 x 12	84	77	78	91	6,5	4,12
Tr 100 x 12	94	87	88	100	6,5	4,12
Tr 120 x 14	133	124	126	142	8	4,58

Ölçü	Adım için mm olarak **P**			
	1,5	2…5	6…12	14…44
ac	0,15	0,25	0,5	1

Örnek Uygulama:



Torna tezgâhında diş üstü çapı 20 mm, adımı 4 mm olan trapez vida (Tr 20 x4) açılacaktır. Vidanın diş dibi çapını, diş dibi genişliğini ve diş yüksekliğini hesaplayınız.

ÇÖZÜM

Verilenler
D = 20 mm
P = 4 mm
ac = 0,5 mm (tablodan)

İstenenler
D1 = ?
H= ?
B = ?

H = P / 2 + ac = 4/ 2 + 0,5 = 2,05 mm
D1 = D – (P + 2 • ac) = 20 – (4 + 2 • 0,5) = 15 mm
B = (0,37 • P) – 0,13 = (0,37 • 4) – 0,13 = 1,35 mm

2. Trapez Vida Kaleminin Hazırlanması

Trapez vida kalemi bilenirken kalemin uç açısı ve uç genişliği dikkat edilmesi gereken en önemli ölçülerdir. Kalemi bilerken ve iş parçasını tezgâha bağlarken trapez vida mastarlarından yararlanılır. Trapez vida kalemlerinin bilenmesinde kare vida ile işlem sırası uygulanır.

3. Torna Tezgâhının Ayarı

Trapez vida açma işleminde tezgâh ayarı kare vida açma işleminin tezgâh ayarı ile aynı şekilde yapılmaktadır. Torna tezgâhı üzerindeki Görsel 3.11'de görülen ayar tablosundan adıma göre torna tezgâhının ayarları yapılır. İş parçasının bağlanması ve vida çekiminde kare vida ile aynı işlemler uygulanır.

4. Trapez Vida Açma İşlemi

Trapez vidalar, kare vidalar gibi büyük adımlı olduklarından üç farklı kalem kullanılması diş açma işlemini kolaylaştırır. İnce keski kalemi, ön boşaltma kalemi ve profil tamamlama kalemleri kullanılır.

- Vida adımına göre tezgâh ayarları kontrol edilerek düşük devirde çalıştırılmalıdır. Önce derinliği az bir deneme talaşı verilmelidir.
- Vida adımı, en az beş dişe göre sürmeli kumpas ile kontrol edilmelidir.
- Kalem, iş parçasının ucundan biraz dışarı çıkacak şekilde başlangıç konumuna getirilmelidir.
- Diş dibi ölçüsünden daha ince bir keski kalemiyle diş boşluğu açılmalıdır.
- Talaş azar azar verilmelidir. Sürtünme yüzeyi fazla olduğu için kalem kırılabilir.
- Düzgün bir kesme için, iş yüzeyine uygun kesme sıvısı kullanılmalıdır.
- Trapez vidanın şekli oluşturacak ön boşaltma kalemi bağlanmalıdır.
- Kontrollerden sonra ölçü tamamlana kadar ön boşaltma kalemi ile işleme devam edilmelidir.
- Profil tamamlama kalemi tezgâha bağlanarak iş parçasına sıfırlanmalıdır. Trapez vidanın tam ölçüleri oluşana kadar tornalamaya devam edilmelidir.
- Vida dişlerinin düzgünlüğünü sağlamak için 0,1-0,05 mm veya daha az değerde temizlik talaşı alınmalı, bu işlem birkaç kez tekrarlanmalıdır.
- Vida açma işlemi tamamlanınca eğe yardımı ile çapak alınmalıdır. İş parçası sökülerek torna tezgâhı temizlenmelidir.
- Vida dişleri ve derinliği; somun, kumpas veya mastarla kontrol edilmelidir.

Küçük adımlı trapez vidalar doğrudan doğruya trapez vida kelemi ile açılır. Ön boşaltma işlemine gerek yoktur.

3.3.2. Trapez Vida Açılmasında Dikkat Edilecek Kurallar

- Trapez vida kalemi hazırlanırken helis açısına, boşluk açısına ve kalem uç genişliğinin doğru verilmesine dikkat edilmelidir.
- Vida kalemi tezgâh eksenine dik ve titizlikle ayarlanmalıdır.
- Vidanın temiz çıkması için son paso çok az verilmelidir. Temiz bir vida açmak için bor yağı veya kesme yağı kullanılmalıdır.
- Uzun iş parçalarına vida açarken iş parçası bir gezer yatakla desteklenmelidir. Yatağın işi destekleyen ayaklarının kalemin solunda olmasına dikkat edilmelidir.

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Trapez vida kaleminin profil açısı kaç derecedir?

   A) 29°
   B) 30°
   C) 40°
   D) 45°
   E) 60°

2. Diş üstü çapı 36 mm, adımı 6 mm olan trapez vida (Tr 36 x 6) tornada açılacaktır. Diş dibi genişliğini hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

   A) 1,62
   B) 1,65
   C) 1,68
   D) 1,72
   E) 2,09

3. Trapez vidalar genellikle nerelerde kullanılır?

   A) Devir düşürmekte
   B) Hareket ve kuvvet iletmekte
   C) Birleştirmelerde
   D) Dairesel hareketleri doğrusal hareketlere çevirmede
   E) Boşluklu kavrama istenen yerlerde

4. Metrik kare vida açmak için tezgâh üzerindeki tablodan neye bakarak ayar yapılmalıdır?

   A) Adımına
   B) Parmaktaki diş sayısına
   C) Diş derinliğine
   D) Diş yüksekliğine
   E) Diş genişliğine

5. Metrik üçgen vidaların uç açıları nedir?

   A) Whithworth 55°
   B) Metrik 59°
   C) Metrik 55°
   D) Metrik 60°
   E) Metrik 65°

6. Kalem ucu ekseninin iş eksenine dik olarak ayarlanması ne ile yapılmalıdır?

   A) Diş tarağı
   B) Tampon mastarı
   C) Vida mastarı
   D) Kalem bileme mastarıyla
   E) Jhonson mastarı

7. Whithworth üçgen vidaların uç açıları nedir?

   A) Metrik 59°
   B) Whithworth 55°
   C) Metrik 55°
   D) Metrik 30°
   E) Whithworth 60°

8. Aşağıda verilen ölçülerden hangi trapez vida için kullanılmaktadır?

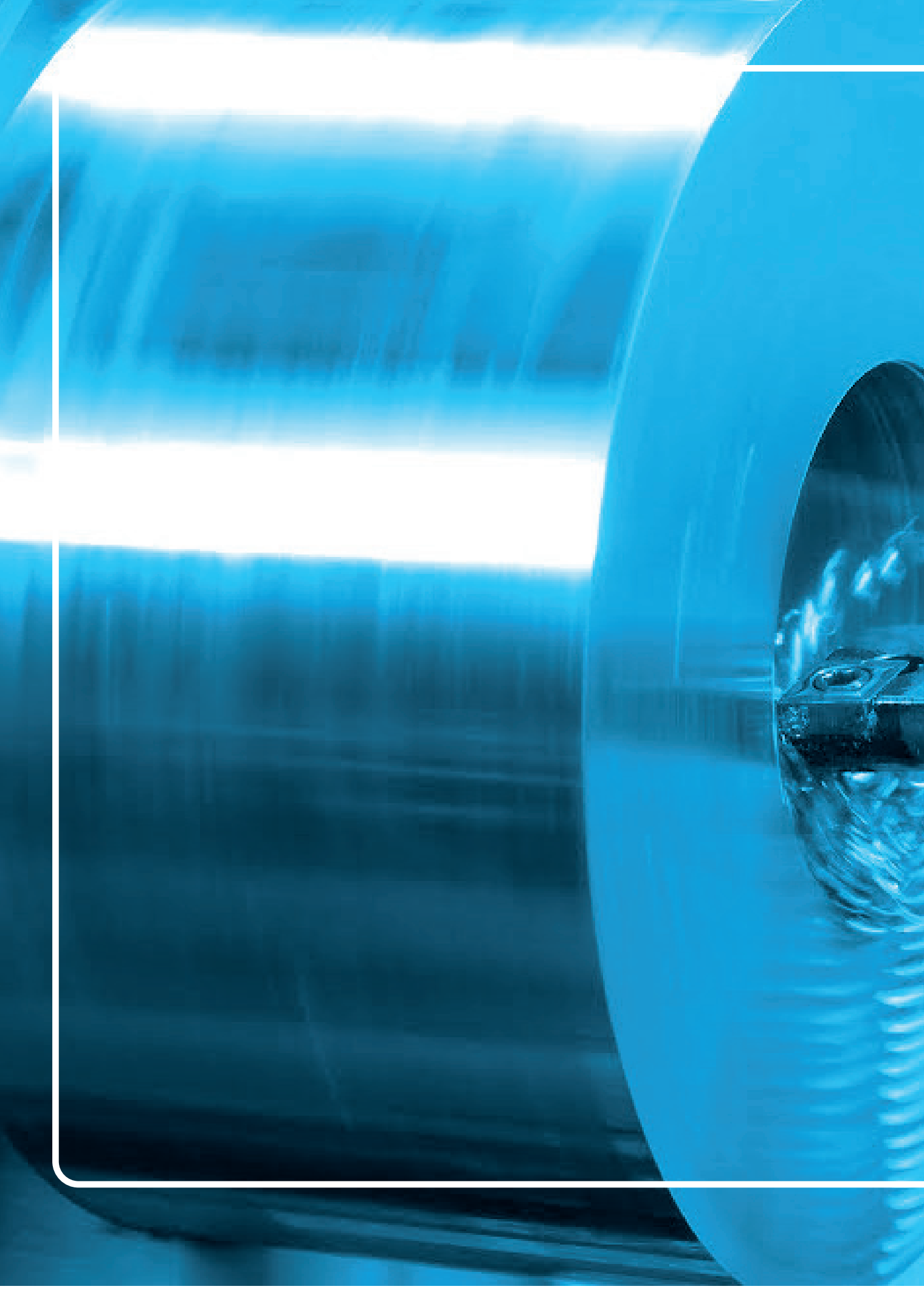
   A) Tr 28x4x2
   B) M12x1
   C) M28x4
   D) W36
   E) Tr 32x3

9. Aşağıdakilerden hangisi metrik üçgen ince diş vidayı ifade etmektedir?

   A) Tr 32x2
   B) M16
   C) M24x1,5
   D) M24
   E) W24x1/6”

10. Vidanın dış çapı tornalanırken uç kısmına 45° lik pahın kırılma nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

    A) Vidaya zarar vermesini önlemek
    B) İş parçasına vida acarken gezer yatakla desteklemek
    C) Vida dişlerini temizlemek
    D) Vida kaleminin körlenmesini engellemek
    E) Vidanın adım kontrolünü yapmak





4 ÖĞRENME BİRİMİ
DELİK BÜYÜTME ve YAY SARMA

KONULAR

4.1. TORNADA DELİK DELME VE BÜYÜTME
4.2. TORNADA DELİKLERE KANAL AÇMA
4.3. TORNA TEZGÂHINDA YAY SARMA
4.4. TORNA TEZGÂHININ BAKIMI

4.1. TORNADA DELİK DELME VE BÜYÜTME

Makineleri oluşturan iş parçalarının birçoğu iç içe geçerek çalışır, bu sebepten bu parçaların iç yüzeylerinin hem çok hassas hem de çok temiz olması gerekir. Sadece matkapla delik açılarak istenen özellikler elde edilemez. Matkapla delinen yüzeylerin kaliteleri düşük olur ve ölçü tamlığı da olmaz. Bu yüzden bu makine parçalarının iç yüzeylerinin matkapla delindikten sonra tekrar işlenmesi gerekir. Yapılan işleme iç yüzey tornalama (delik tornalama) veya delik büyütme denir. Delik büyütme işlemleri torna tezgâhlarında matkaplarla ve delik kalemleriyle yapılır.

4.1.1. Torna Tezgâhında Matkapla Delik Delme Ve Büyütme

Delik tornalama, bir deliğin tornalama kalemi ile büyütülmesi işlemidir. Delik tornalamak için parça üzerinde bir deliğin bulunması gerekir. Bu delik, torna kaleminin girmesine elverecek kadar büyük olmalı ve üzerinde deliğin ölçüsünü değiştirmeye yetecek kadar malzeme payı bulunmalıdır.

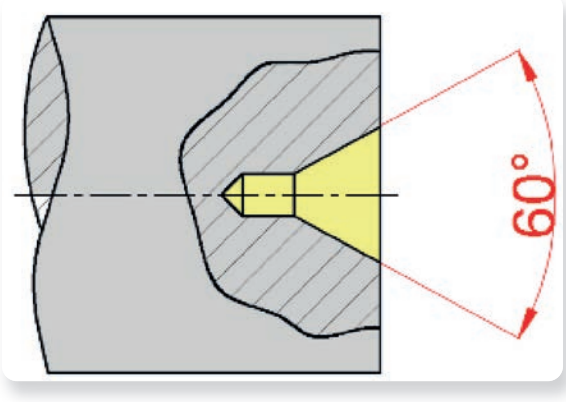
Torna tezgâhında delik delme işlemi matkap tezgâhında yapılan delme işlemine benzer. Matkap tezgâhında iş parçası sabit, kesici dönme hareketi yapar. Torna tezgâhında ise matkap sabit, iş parçası dönme hareketi yapar. Torna tezgâhına matkaplar genelde iki şekilde bağlanır. Küçük çaplı matkaplar gezer puntaya takılmış mandren ile bağlanır. Büyük çaplı matkaplar ise sapları konik olduğundan dolayı direkt olarak mors kovanları ile gezer puntaya takılırlar.

Delik açma işlemine başlamadan önce parçanın alın kısmına matkaba kılavuzluk edecek bir punta deliği delinmelidir. Punta yuvası açıldıktan sonra matkap ile delik delinir. İlk kullanılan matkap ucu en fazla 5-6 mm çapında olmalıdır. İstenilen ölçüye ulaşıncaya kadar matkap çapı büyütülerek delme işlemine devam edilir.

4.1.1.1. Tornada Punta Deliği Açmak

Punta deliği, bir silindirik delikten ve genel olarak 60° lik konik havşadan meydana gelir (Görsel 4.1). Punta deliği, yüksek devir sayısı, küçük ilerleme ve soğutucu sıvı kullanılarak açılır. Punta yuvası delerken gerekli özen ve dikkat gösterilmezse punta matkabı kırılır. İş parçası içinde sıkışan ucu çıkarmak çok zordur. Çıkarılsa bile aynı punta yuvası kullanılamaz, bu yüzden iş parçası bozulmuş olur.

Punta deliği açmak için iş parçası aynaya mümkün olduğu kadar kısa bağlanmalıdır. Alın yüzeyi çok iyi tornalanarak pürüzsüz yüzey elde edilmelidir.



Görsel 4.1: Punta yuvası

4.1.1.2. Tornada Matkapla Delik Delmek

Torna tezgâhına delik açılacağı zaman iş parçası sıkıca bağlandıktan sonra sıra matkap bağlamaya gelmektedir. Örneğin, 18 mm delik açılması gerekiyorsa birden bire 18 mm'lik matkapla delik açılmaz. Çünkü, direkt bu kadar kalın matkapla çalışmaya başlandığında matkabın üzerine

çok fazla yük binecek ve matkap kırılacaktır. Bu yüzden matkapla delik delmede farklı ölçülerde matkaplar kullanılarak birkaç işlemde gerçekleştirilir. Matkap ile delik büyütme işleminin yapılışı aşağıda sıralanmıştır.

- İş parçası aynaya sıkıca bağlanır.
- İş parçasına gerekiyorsa alın tornalama yapılır.
- Matkabın boyunun yeterli uzunluğa sahip olup olmadığı kontrol edilir.
- Matkap çok küçükse, talaşlar işleme sırasında sıkışır ve matkabı merkezin dışına zorlayarak matkabın kırılmasına neden olur.
- Matkabın ucu iş parçasının merkezine gelecek şekilde konumlandırılır.
- İş parçasının merkezi ile aynı hizaya yerleştirilmemiş bir matkap, yeterli bir uç açısı olsa bile, iş parçasının yüzeyi boyunca kayar. Bu kaymayı engellemek için ilk önce punta matkabı ile delinmelidir.
- İlk olarak 6 milimetrelik matkap mandrene bağlanır ve delik delme işlemi yapılır (Görsel 4.2).
- Deliği büyütmek için ikinci matkap 11- 12 mm ölçülerinde seçilir. Mandrene bağlanarak delme işlemi yapılır. Bunu yaparken kullanılan ilk matkaba göre daha düşük devir seçilir, matkap çapı büyüdükçe tezgâhın devir sayısı da küçültülür.
- Üçüncü olarak 15 mm veya 16 mm'lik matkap seçilir. Matkap artık mandrene bağlanmaz, mandrenler en fazla 13 mm'ye kadar silindirik saplı matkaplar bağlanır. 13 mm'den büyük matkaplar genellikle konik saplı yapılırlar. Konik saplı matkaplar mandren sökülerek mors kovanları ile gezer puntaya direkt takılmaktadır (Görsel 4.3).
- 15 milimetre matkap puntaya bağladıktan sonra delik delinir.
- Son olarak ölçü olan 18 mm matkap takılarak son delik delinir. Tornada farklı ölçülerde matkap kullanarak delik büyütme işlemi yapılır.



Görsel 4.2: Tornada delik delme

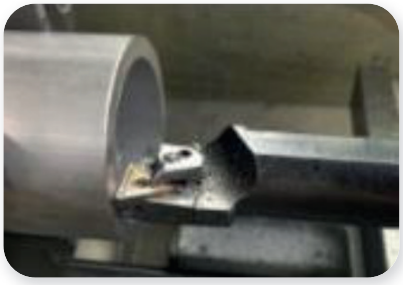


Görsel 4.3: Tornada delik delme

4.1.2. Delik Tornalama

Delik tornalama, bir deliğin delik kalemi ile büyütülme işlemidir. Bir deliği tornalayabilmek için parça üzerinde matkap ile delik açılması gerekmektedir. İş parçasına açılacak deliğin ölçüsü, kullanılacak kalemin girmesini sağlayacak kadar büyük olmalıdır. Tornalama için bırakılacak pay, deliği ölçüsünde işlemeye yetecek kadar olmalıdır. Kalemin titreşimini ve esnemesini en aza indirmek için daima en büyük delik kalemi kullanılmalıdır. İmkân dâhilinde kısa bağlanmalıdır. Eğer tornalama yapılacak delikte kademe varsa verilen yapım resimdeki ölçülere dikkat edilmelidir. Salgısız ve düzgün yüzeyler matkapla elde edilemez ancak delik tornalama ile elde edilir. Delik tornalamanın yapılışı aşağıdadır.

- Mümkün olduğunca büyük bir delik kalemi seçilir ve deliğin içine yalnızca açılacak deliğin derinliğini temizlemeye yetecek kadar uzaması sağlanır.
- Delik kalemi kalemliğe sağlam bir şekilde bağlanır.
- Delme takımı ucu merkeze ayarlanır.
- Torna tezgâhına uygun kesme hızı ve ilerlemeye ayarlanır. İlerleme hızı için ortalama değerde bir ilerleme hızı seçilir.
- Makine açılır ve alet önceden açılmış deliğe doğru hareket ettirilir. Soğutma sıvısı kullanmak ihmal edilmemelidir. Torna tezgâhı çalıştırılır ve delik kalemi deliğin iç çapına değene kadar yavaşça ilerletilir (Görsel 4.4).



Görsel 4.4: Kalemin parçaya değdirilmesi

- Hafif bir tornalama yapılır (yaklaşık 0,01 mm), tornalama boyu ölçme yapmaya yetecek kadar çok kısa olmalıdır.
- Torna tezgâhı durdurulur ve delik çapı ölçülür.
- Deliği ölçtükten sonra, verilecek talaş miktarı belirlenir. Deliğin istenen çapına ulaşılana kadar adımları tekrarlanır. Son paso için 0,02 mm pay bırakılır.
- Kaba tornalama tamamlandıktan sonra, torna durdurulur ve tornanın ayarlarını bozmadan delik kalemi delikten çıkarılır. İnce tornalama kalemi takılır.
- Son paso için derinliği ayarlanır ve deliğin ölçüsüne göre tornalanır. İyi bir yüzey kalitesi için iyi bir ilerleme hızı önerilir.
- Son geçişi yaptıktan sonra kalem parçanın içinden çıkarılırken iş parçasının yüzeyini bozmamak için parçaya değdirilmemelidir.
- Delik kalemi makineden çıkarılır ve makine durdurulur.

4.1.3. Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Hususlar

- Kalem eksende bağlanmayacak olursa delik temiz olarak elde edilemez.
- Kalem açıları uygun değilse, kalem sürtünür, delik yüzeyi bozuk çıkar.
- Kalemin uzun bağlanması titreşimleri meydana getirir, delik yüzeyi bozulur.

”Allah Teala yaşından ötürü bir ihtiyara saygı gösteren gence yaşlılığında hizmet edecek kimseler lütfeder”

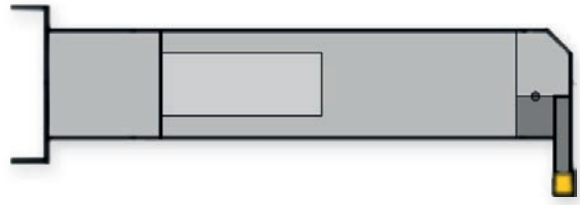
(Hz. Muhammed S.A.V.) (Tirmizi, Bir 75)

4.2. TORNADA DELİKLERE KANAL AÇMA

Bir iş parçasının çapının çok dar yüzey üzerinde oluk (yiv) açılması ile küçültülmesi işlemidir. Deliğe kanal açma ile ilgili temel sorun talaş boşaltmadır. Özellikle küçük çapları işlerken takım kırılmasına neden olabilecek çok yüksek bir talaş sıkışması riski vardır. Talaşlar delikten sonra çıkarılmalı, içeride bırakılmamalıdır.

4.2.1. Delik Kanal Kalemleri

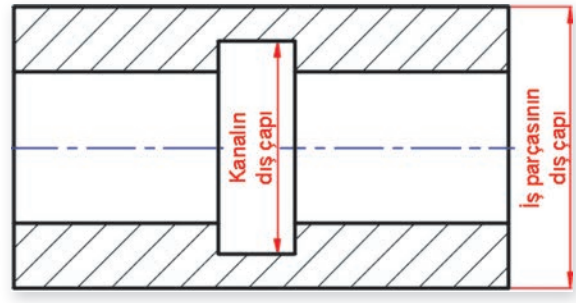
Kanal kalemleri delik kalemlerine çok benzerdir. Kanal kalemleri genellikle kanal genişliği ile aynı kalınlıkta veya daha küçük ölçüye sahiptir. Kanalın genişliğinden daha dar olması ölçü tamlığını elde etmede rahatlık sağlar (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Delik kanal kalemi

4.2.2. Devir Sayısı Hesaplama

Tezgâha verilecek devir kanalın ortalama çapına göre kesme hızı hesaplanarak ayarlanır. Devir sayısını hesaplayabilmek için ilk önce ortalama çapın bulunması gerekir. Aşağıda verilen formülden Görsel 4.6'da verilen değerlere göre ortalama çap hesaplanır.



Görsel 4.6: Ortalama çap değerleri

Do: Ortalama çap
D: İş parçasının dış çapı
Dk: Kanalın dış çapı

$$Do = \frac{(D + Dk)}{2}$$

Devir sayısı ve kesme hızı hesaplamaları için aşağıdaki formüller kullanılır.

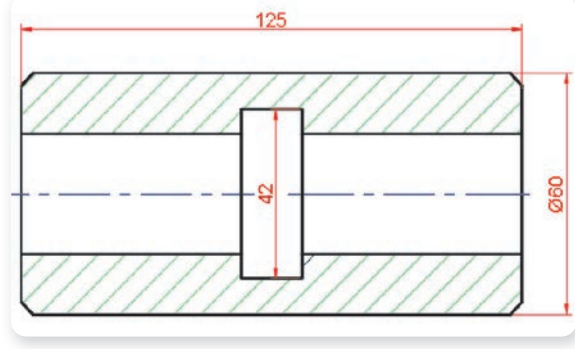
N: Devir sayısı
V: Kesme hızı
π: Pi sayısı (3,14)
Do: Ortalama çap

$$N = \frac{(V \times 1000)}{Do \times \pi}$$

Örnek Uygulama:



Görselde verilen Ç 1020 malzemeden dış çapı 60 mm, iç kanalın dış çapı 42 mm olan iş parçasını işlemek için uygun devir sayısı ne olmalıdır? İş parçası HSS kalemi ile işlenecektir. Bu iş için kesme hızı ne kadar olmalıdır?



Verilenler
π: Pi sayısı (3,14)
D: 60 mm
Dk: 42 mm

İstenenler
V: Kesme hızı değeri malzeme cinsine göre tablodan alınır (Tablo 4.1).
Do: ?
N: ?

ÇÖZÜM

Kesme hızı değeri tablodan Ç 1020 çeliğe göre 15 m/dak olarak bulunur.

$$Do = \frac{(D + Dk)}{2} \qquad Do = \frac{(60 + 42)}{2} \qquad Do = \frac{(102)}{2} \qquad Do = 51mm/dk$$

$$N = \frac{(V \times 1000)}{Do \times \pi} \qquad N = \frac{(15 \times 1000)}{51 \times 3,14} \qquad N = \frac{(15000)}{160,14} \qquad N = 94\ dev/dak$$

Tezgâhta bu değere en yakın bir alt değer seçilir.

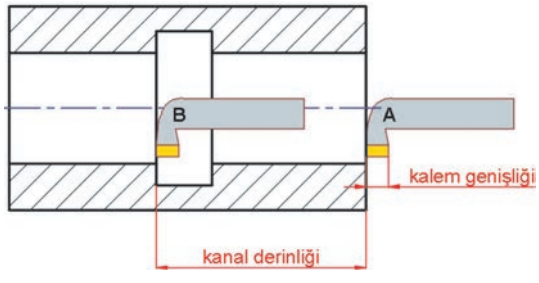
Tablo 4.4: Kesme Hızı Değerleri

İşlenecek malzemenin cinsi	Kalemler			
	HSS (seri çelik)		Sert metal	
	Kaba talaş	ince talaş	Kaba talaş	ince talaş
Ç 1020 – Ç1030	15-25	60-75	50-100	200-300
Ç 1040 – Ç1050	12-20	50-70	40-80	160-250
Ç 1060 – Ç1070	10-18	25-40	35-60	120-240
Çelik döküm	10-18	25-40	35-60	120-240
Dökme demir	10-20	30-45	45-70	90-150
Bronz	45-60	80-130	200-300	350-400
Alüminyum	80-120	100-150	150-300	250-400

4.2.3. Deliklere Kanal Açma

Kanalın konum ve açısına göre kalemlik üzerinde işin eksenine dik veya açılı bağlanabilir. Kanal kalemi punta ekseninde bağlanmalıdır. Yüksek bağlanırsa erken körlenir ve kesme yapmaz, alçak bağlanırsa kalemi işin altına çekmeye çalışır ve kalem kırılır. Deliklere kanal açılması aşağıdaki anlatıldığı gibidir.

- Delikte kanal açmak için torna tezgâhı delik delme işleminde olduğu gibi hazırlanır.
- Görsel 4.7'de A konumunda görüldüğü gibi kalem ucu yüzünü işin yüzüne dokundurularak ölçü için sıfır noktası alınır.
- Daha sonra üst sport veya arabadan dereceli bilezik kullanılarak B konumundaki gibi kalem gereken mesafeye kadar hareket ettirilir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Deliklere Kanal Açma

- Kalemin genişliği ölçüye eklenir, aksi takdirde kanalın yeri yanlış olur. Delik içinde kalemin ucunu kişi kendisine doğru hareket ettirmek için sporttan dereceli bilezik kullanır.
- Kanal açma işlemi başladığında iş parçası üzerinde kanal kalemi şekli nedeniyle çatırtıya neden olur. Kalemin kırılmasını engellemek için iş milinin devir sayısının düşürülmesi gerekebilir.

4.3. TORNA TEZGÂHINDA YAY SARMA

Yaylar mekanik enerjiyi depolayan ve gerektiğinde serbest bırakan makine elemanlarıdır. Malzemesinin özelliklerine ve şekillerine göre biçim değiştirme yeteneğine sahiptir. Yük uygulandığında yön değiştirir. Yük kaldırıldığında eski konumuna geri döner.

Başka bir deyişle yay, elastikliği geri kazandırmak için çok yüksek akma dayanımına sahip malzemeden yapılmış mekanik bir nesnedir. Çeşitli makinelerde şokları emmek için kullanır veya çeşitli kritik makine elemanlarındaki şokları ve titreşimleri iletmek için de direnç gösterir.

4.3.1. Yay Çeşitleri ve Uygulama Alanları

Yaylar yapılarına ve uygulanan kuvvetin etki yönüne göre sınıflandırılır (Görsel 4.8). En çok kullanılan yay çeşitleri aşağıda listelenmiştir.

1. Helisel yaylar
   a. Basma yayı
   b. Çekme yayı
   c. Burulma yayı
   d. Spiral yayı
2. Yaprak yaylar
3. Disk yaylar
   a. Konik disk yayı
   b. Oluklu disk yayı
4. Bilezik yaylar



Görsel 4.8: Yay çeşitleri

Yaylar çok kullanışlı bir makine elemanıdır. Farklı görevleri yerine getirmek için kullanılır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Şok yükünü emmek için
- Enerji depolamak için
- Kuvveti ölçmek için
- Güç vermek için
- Hareketi geri döndürmek için
- Titreşimlerin kontrolü için
- Halkaların tutulması için

Günlük hayatta birçok farklı alanda karşılaşılmaktadır. Genellikle kol mekanizmalarında, garaj kapılarında, araç süspansiyonlarında, tükenmez kalem ve kilitlerde, mekanik saatlerde, elektrik motorları gibi uygulamalarda kullanılırlar.

4.3.2. Basma ve Çekme Yaylarının Genel Özellikleri

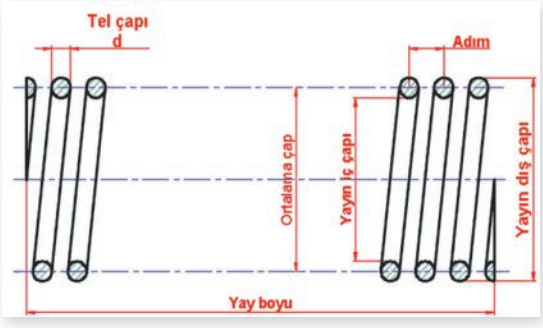
Basma yaylar, metal veya metal alaşımdan yapılır. Helisel bir yol boyunca belirli adımlarda sarılmış ve üzerine yüklenen yükün etkisi yönünde esneyerek bu etkiyi karşılayan ve üzerindeki yük kalktığında depoladığı enerjinin etkisi ile ilk durumunu alan elemanlardır. Genellikle sabit bir dış çap ölçüsünde üretilir. Uygulamalarda konik veya dış bükey biçimli basma yayları da kullanılabilir.

Çekme yaylar, metal veya metal alaşımından yapılmış, yuvarlak bir telin helisel olarak sarılmasıyla elde edilir. Çekme yayların başları genellikle çengel veya halka şeklinde kıvrılmıştır. Bu yayların bir ucu sabit tutularak, diğer ucu çekilir ve yay enerji depolar. Bu enerji sayesinde, yaya uygulanan kuvvet kalktığında yay kendine doğru çekmeye başlar.

4.3.3. Torna Tezgâhında Yay Sarma İşlemi

Yaylar özel yay sarma makinelerinde yapılır. Atölyelerde torna tezgâhlarında da yay sarma işlemi yapılabilir. Tornada yay sarmadan önce sarılacak yayın tel çapının tespiti, malafa çapının hesaplanması ve Görsel 4.9'daki yay elemanlarının hesaplanması gerekir.

Tel çapının tespiti tornada sarılacak yay telinin çapı tespit edilmeden önce, yayın dış çapı ya da iç çapı, tel çapı, adım miktarı ve genleşme katsayısına ihtiyaç duyulur. Üretilecek yay bir delik içinde kullanılacak ise yay dış çapı, bir mil etrafına monte edilecek ise yayın iç çapı ortam ölçüsüne göre tespit edilir. Yay; çalışacağı ortama, esneme miktarına, istenen sertliğe, çalışacağı çapa, kaldıracağı yüke, uzama miktarına vb. göre belirlenerek sarılır. Yay elemanlarının hesabında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.



Görsel 4.9: Yayın elemanlarıması

d: Tel çapı (mm)
di: Yayın iç çapı (mm)
do: Ortalama çap (mm)
da: Dış çap (mm)
L=Yay boyu (mm)
a=Halka boyu (mm)
b=Sarılmadan önceki tel boyu (mm)
n=Yay halka sayısı (mm)
P: Yay adımı (mm)

Yay Hesabında Kullanılan Formüller

Bir halka boyu	$a = \sqrt{(do \times \Pi)^2+P^2}$
Ortalama çap	do=di + d
Tam tel boyu	b= a x n
Sarılan yay boyu	L= n x P

Örnek Uygulama:

İç çapı 40 mm, tel çapı 4 mm olan, 7 mm adımlı ve 40 halka bulunan bir yayın, halka boyunu, tam tel boyunu, yay boyunu bulunuz.

Verilenler
π: Pi sayısı (3,14)
d: 4 mm
di: 32 mm
P: 7 mm
n:40

İstenenler
a: ?
b: ?
L: ?

Halka boyu

$a = \sqrt{(do \times \Pi)^2+P^2}$
$a = \sqrt{(36 \times 3,14)^2+7^2}$
$a = \sqrt{12778+49}$
$a = \sqrt{12827}$
a = 113, 25 mm

do = di+d
do = 32+4
do = 36 mm

Tam tel boyu

b = a x n
b = 113,25 x 40
b = 4530 mm

Yay boyu

L= n x P
L= 40 x 7
L = 280 mm

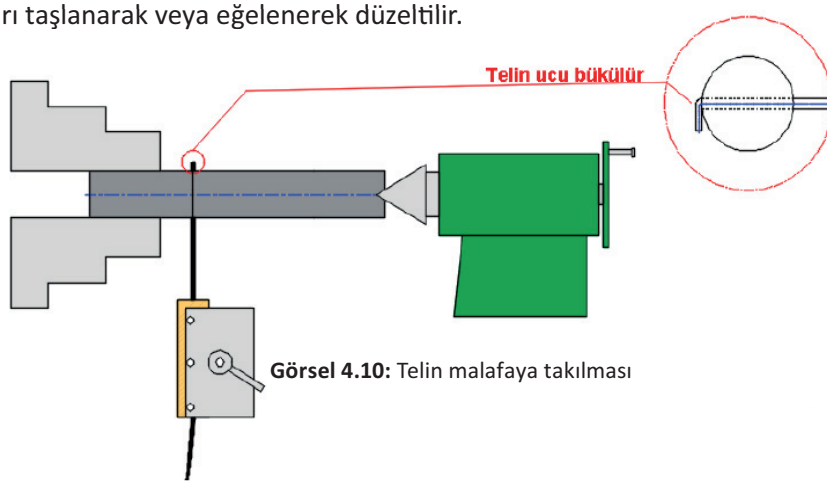
4.3.3.1. Malafanın Hazırlanması

Önceden delinmiş parçaların bağlanıp kolay ve daha hızlı tornalanmasını sağlayan, yataklama görevi gören, silindirik makine elemanına **malafa** denir. Sol ucunda yay teli çapı ölçüsünde delik bulunan malafalar yay malafalarıdır. Sarılacak yaya göre malafa çapının hesaplanarak bulunması gerekir. Yaylar malafaya sarıldıktan sonra bırakılınca genişleme olur. Bu genişleme yayın çapının % 20'si kadardır. Malafanın çapı yayın iç çapına göre bulunur. İç çapı 40 mm olan bir yayda malafa çapı, yay çapından % 20 daha küçük ölçüde tornalanır. Malafa çapı 40x0,20 = 8 mm küçük yani 32 mm yapılmalıdır.

4.3.3.2. Yay Sarma İşlemi

Torna ilk kez kullanılıyorsa açmadan önce nasıl açılıp durdurulacağı öğrenilmelidir. Ayrıca etrafın temiz ve düzenli bir alan olduğundan emin olunmalıdır. Kişisel güvenlik koruyucuları mutlaka takılmalıdır. Tornada yay sararken güvenlik tedbirleri ve doğru sarım yapılabilmesi için işlem sırasına uymak gerekir. Bu işlem sırası aşağıda listelenmiştir.

- Kalemliğe sert ağaçlardan yapılmış kalemliğin ölçülerine uygun iki takoz hazırlanır. Takozların birleşme yerlerinde orta kısmına tel çapından daha küçük delik delinir. Takozlar kalemliğe oturtulur, kanal açılan yere telin rahat ilerleyebilmesi için yağlama yapılır.
- Yay teli takozdaki kanala oturtularak üst takoz ile kapatılır. Kalemliğin sıkma cıvataları ile hafifçe sıkılır.
- Yay malafası, delikli ucu ayna tarafına, punta deliği açılmış ucu gezer puntaya gelecek şekilde, güvenlikli bir şekilde sıkıca bağlanır. Malafa yapmak istenen yayın iç çapından biraz daha küçük olmalıdır.
- Yay teli malafanın ucundan delikten takılır. Kullanılan telin çapının yaklaşık iki katı kadar ölçüsünde tel ayna ayaklarından dışarı çıkmasına izin verilir. Görsel 4.10'daki gibi telin malafadan çıkmaması için ucu bükülür.
- Yayın adım ölçüsüne göre torna tezgâhın dişli kutusundan ayarlanır. Yay çekme işlemi vida çekme işleminde olduğu gibi makas kavratılarak yapılır.
- Torna tezgâhının devri hata payını en aza indirmek ve daha güvenli çalışma sağlayabilmek için düşük bir devire ayarlanır.
- Torna çalıştırılarak yay boyu ölçüsüne ulaşana kadar sarım yapılır.
- Yay sarma işlemi tamamlanınca makastan çıkarılır. Tezgâh durdurularak ayna bir tur ters yönde döndürülerek yayın gerginliği giderilir. Gerginlik giderilmez ise yay teli kesildiği zaman tel fırlayarak yaralanmalara sebebiyet verebilir.
- Yay pense veya makasla istenilen ölçüde kesilir.
- Eğer yapılan yay çekme yayı ise baş kısmındaki halkalar 90° kıvrılır. Basma yayı ise uç kısımları taşlanarak veya eğelenerek düzeltilir.



Görsel 4.10: Telin malafaya takılması

4.4. TORNA TEZGÂHININ BAKIMI

Torna tezgâhlarının daha verimli çalışabilmesi için her zaman çalışmaya hazır durumda olması gerekir. Teknolojik gelişmeler tezgâhları çalışır durumda tutmanın önemini artırmaktadır. Makinelerin verimli çalışması için belirli zaman aralıklarında kontrol edilmeleri gerekir. Belirli talimatlar doğrultusunda yapılan kontrol çalışmalarına **bakım** denir. Torna tezgâhlarından beklenen performansın elde edilebilmesi için kullanım kılavuzlarında belirtilen talimatlar doğrultusunda belirli zaman aralıklarında bakımlarının mutlaka yapılması gerekir. İşte bu belirli zaman aralıklarında yapılan bakım işlemine **periyodik bakım** denir.

Periyodik bakım; günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım olarak planlanarak yapılır. Atölyedeki tüm çalışmalar, mutlaka iş güvenliği kuralları çerçevesinde yapılmalıdır.

İşe başlamadan önceki bakım

1. Malzemeye uygun olarak tezgâh kızakları ayarlanmalıdır.
2. Malzeme tezgâha sıkıca monte edilmelidir.
3. Tezgâhın şalteri açılmalıdır.
4. Ağır devirde 5 dakika boşta çalıştırılmalıdır.
5. Tezgâh devri ayarlanmalıdır.
6. Tornalama esnasında el ayna ile malzeme arasına uzatılmamalı, devri yükseltilmemeli, tornaya çok yaklaşılmamalı, koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

4.4.1. Günlük Bakım

Makinenin bir günlük çalışması sonunda bakımının yapılması demektir.
Günlük bakımda:

- Tezgâhın şalteri kapatıldıktan sonra üzerindeki talaşlar temizlenmeli, torna tezgâhı temizlenirken basınçlı hava kullanılmamalıdır.
- Kızaklar üzerinde talaş birikmemesine dikkat edilmeli, temizlenmelidir. Her günün sonunda kızaklar yağlanmalıdır.
- Yağ seviyesi kontrol edilmeli, eksik ise yağ takviyesi yapılmalıdır.
- Kesici ve delici takımlar kontrol edilmeli, gerekirse bilenmelidir.
- Yatak düzenlerinin normal çalıştığı kontrol edilmelidir.
- Siperin dikliği, doğrultusu ve ayar düzenleri kontrol edilmelidir.
- Koruyucu ve baskı düzenleri kontrol edilmelidir.
- Tezgâhın ayarları ve rahat çalışığ çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Günlük çalışma sonunda makinenin toz ve talaşları temizlenmeli, kesici üzerine yapışmış talaş vb. birikintiler temizlenmelidir.
- Tezgâh ve çevresi sürekli temiz ve düzenli tutularak, iş bitiminde temiz ve düzenli bırakılmalıdır.

4.4.2. Haftalık Bakım

Makinenin bir haftalık çalışması sonunda bakımının yapılması demektir.
Haftalık bakımda:

- Torna tezgâhının şalterleri kontrol edilmelidir.
- Takılı kesiciler sökülüp temizlenmeli ve yerine kaldırılmalıdır.
- Kızaklı eklentiler (gezer yatak vb.) temizlenmelidir.
- Tezgâhın her tarafındaki toz ve talaş temizlenmelidir.
- Bütün metal kısımlar, mil ve kızak yataklarındaki yağlama noktaları yağlanmalıdır.
- Soğutma sıvısı kontrol edilmeli, eksik ise takviye yapılmalıdır.

4.4.3. Aylık Bakım

Makinenin bir aylık çalışması sonunda bakımının yapılması demektir.
Aylık bakımda:

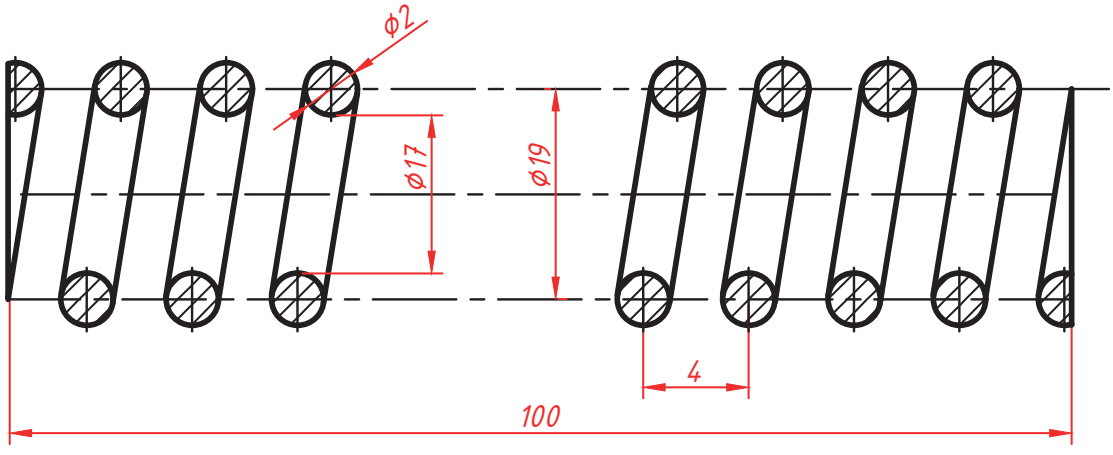
- Avadanlıklar, takım sapı gibi makine parçaları kontrol edilmelidir.
- Soğutucu sıvısı değiştirilmelidir.
- Motorlar kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.
- Tezgâha yağ takviyesi yapılmalıdır.
- Tezgâh çalışması ve devirleri kontrol edilmelidir.
- Tezgâh elektrik aksamlarını kontrol edilmelidir.
- Tezgâh kızaklarının hareketi kontrol edilmelidir.

4.4.4. Yıllık Genel Bakım

Yılda bir defa aşağıdaki kısımlar kontrol edilerek gerekli gerdirme, sıkıştırma, değiştirme, ayarlama ve yağlama işlemleri yapılmalıdır.

- Makine gövdesi ve yere bağlantısı
- Motor, şalter ve kablo bağlantıları
- Kasnak v- kayışlar, ayna bağlantıları
- Mil ve kovanı (bilezikler ve somunlar)
- Mil ayar düzenleri
- Siperler ve eklentiler
- Mil boşluğu bilezikleri ve kızak kanalları
- Soğutma sıvısı değiştirilmelidir.

ÖĞRENME BİRİMİ	DELİK BÜYÜTME ve YAY SARMA	1.UYGULAMA
UYGULAMA ADI	BASMA YAYI	SÜRE 60 dk



İşlem Sırası

1. Yay malafası ⌀17 mm ölçüsünde tornalanarak hazırlanır ve uç kısmına tel çapına uygun delik delinir.
2. Hazırlanan malafa torna aynasına bağlanır.
3. Sert ağaçtan iki adet takoz hazırlanarak kalemliğe bağlanır ve takozlar arası yağlanır.
4. Tezgah ilerleme ayarı adımı 4 mm olan vida açma işlemine göre ayarlanır.
5. Tezgah arabası elle ilerletilerek takozlar ile malafadaki delik aynı hizaya getirilir.
6. Ağaç takozlar arasından tel geçirerek malafadaki deliğe takılır ve telin ucu bükülür.
7. Tel takma işleminden sonra takozlar tel rahat hareket edecek şekilde sıkılır.
8. Vida çekme işleminde olduğu gibi makas kavratılarak yay çekme işlemine başlanır.
9. Yay istenen boya ulaşınca tezgah durdurulur ve tel kesilerek yay malafadan çıkarılır.
10. Yay sağ helisli olarak çekilecekse ayna ters yönde döndürülür ve ilerleme aynadan puntaya doğru olacak şekilde ayarlanır.
11. Telin uç kısımları taşta bilenerek düzlenir ve istenilen boy ölçüsüne getirilir.

Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba talaş kalemi, ⌀2 mm matkap, yay malafası, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre												
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Malafa hazırlama	ø17 ölçüsü	ø2 mm ölçüsü	100 mm ölçüsü	Uç kısımları taşlama				TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	10	10	10	20	15	15	10	10				100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Makinelerin genel bakım periyodu aşağıdakilerden hangisidir?

   A) Günlük
   B) Haftalık
   C) Aylık
   D) Yıllık
   E) 6 Aylık

2. Aşağıdakilerden hangisi aylık bakımda kontrol **edilmez?**

   A) Soğutucu sıvısı
   B) Mil boşluğu bilezikleri
   C) Yağ miktarı
   D) Avadanlıklar
   E) Tezgâh kızaklarının hareketi

3. Üzerine etki eden çekme ve basma kuvvetini depo eden, kuvvet kalktığında depo ettiği enerjiyi aynen ileten makine elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

   A) Kama
   B) Yay
   C) Pim
   D) Vida
   E) Cıvata

4. Yay sarma işleminde tezgâh devri nasıl olmalıdır?

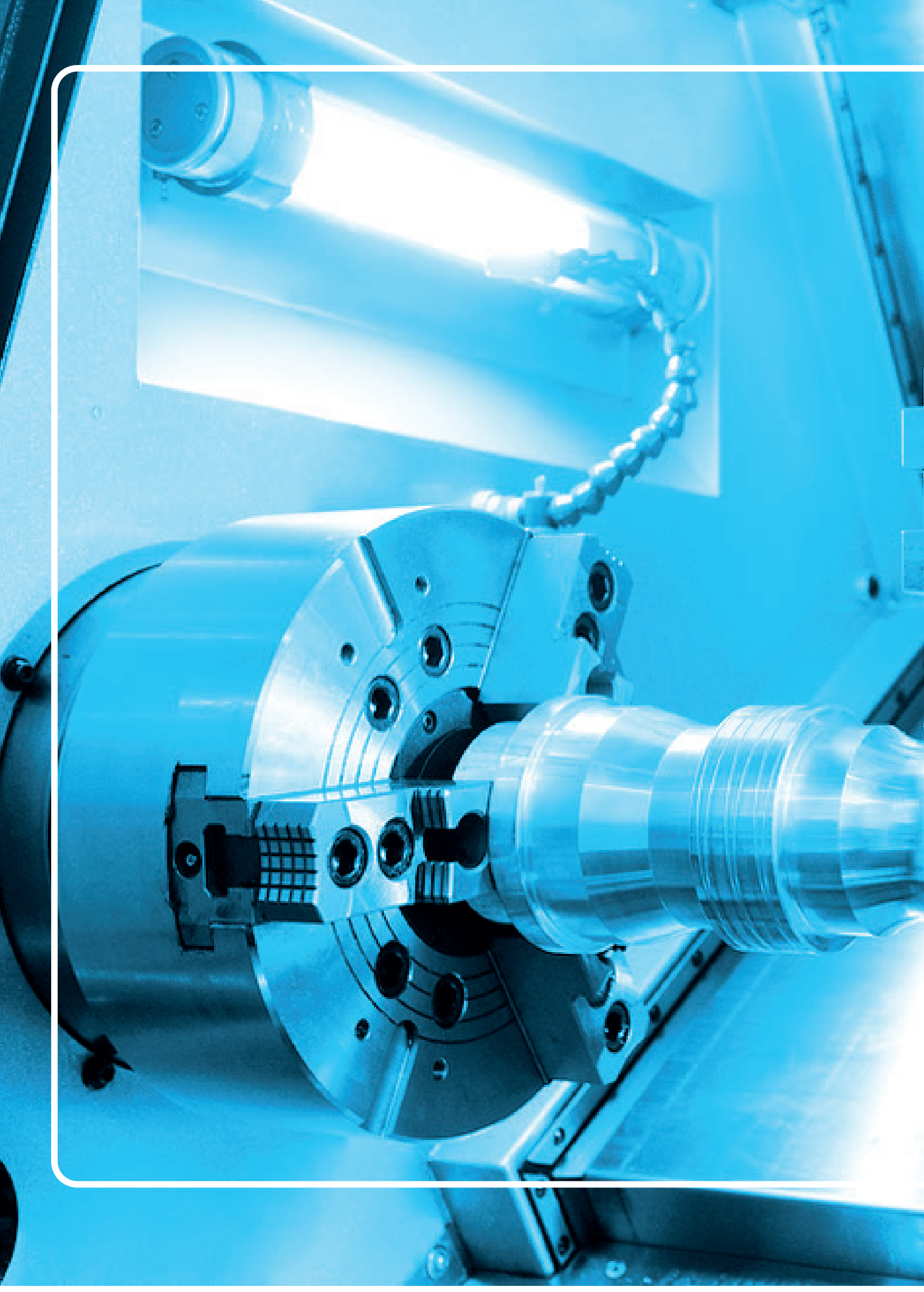
   A) Devir önemli değil
   B) Yüksek
   C) Orta
   D) Otomatik
   E) Düşük

5. Yay sarma işleminden sonra emniyeti sağlamak için hangi işlem yapılmalıdır?

   A) Yay malafadan çıkarılmalı
   B) Tezgâh ayarlanmalı
   C) Yay gerginliğinin alınması
   D) Yay çeliği hazırlanmalı
   E) Tezgâhın kapatılması

6. Aşağıdakilerden hangisi yay sarma işlemine başlanmadan önce kalemliğe bağlanmalıdır?

   A) Ağaç takozlar
   B) Kaba talaş kalemi
   C) Sol yan kalem
   D) Çelik alaşımlı takozlar
   E) Tırtıl çekme aparatı





5

ÖĞRENME BİRİMİ

ÖZEL TORNALAMA İŞLEMLERİ

KONULAR

5.1. YATAKLARA ALARAK TORNALAMA

5.2. KAÇIK MERKEZLİ TORNALAMA İŞLEMLERİ

5.3. MENGENELİ AYNALARLA TORNALAMA İŞLEMLERİ

5.4. PROFİL TORNALAMA İŞLEMLERİ

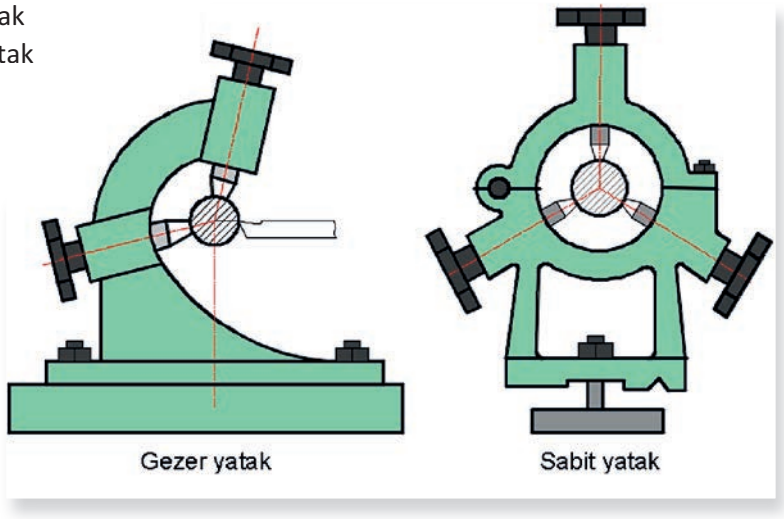
5.5. PENSLERE BAĞLAYARAK TORNALAMA

5.1. YATAKLARA ALARAK TORNALAMA

İş parçaları genellikle ekstra desteğe ihtiyaç duyar. Özellikle uzun ve ince iş parçaları dışarı fırlamaya eğilimlidir. İş parçalarının esnemesini ve eğilmesini önlemek için kullanılan makine elamanına **yatak** denir. Yataklar, tornalama ve delik işleme işlemleri, iç diş çekme işlemleri ve uzun iş parçalarını desteklemek için kullanılır.

Tornada kullanılan iki farklı yatak türü vardır (Görsel 5.1).

1. Sabit Yatak
2. Gezer Yatak



Görsel 5.1: Yatak çeşitleri

5.1.1. Sabit Yatak

Sabit yatak, dökme demirden yapılır. İş parçasının desteğe ihtiyaç duyduğu yerlerde, torna kızaklarının üzerinde kaydırılarak istenilen pozisyonda kenetlenebilir. Üç çenesi vardır. Bu çeneler işin çapına göre ayarlanabilmektedir. Sabit yatak, istenen konumda torna yatağına kenetlenir ve iş parçasını üç ayarlanabilir çene içinde destekler. İş parçası, sabit yatağın uygulanacağı noktada eş merkezli bir yatak yüzeyi ile işlenmelidir. Çeneler, uygun hizalama için dikkatlice ayarlanmalı ve yerine kilitlenmelidir. Çenelerin temas noktaları sık sık yağlanmalıdır. Bu çeneler, iş parçasında aşınma çiziklerine veya yara izlerine neden olmadan dönmesini sağlamak için pirinç ve sert plastik gibi ayarlanabilir yumuşak malzeme noktasına sahiptir. Bunlar yıprandığında yumuşak noktaların değiştirilmesi gerekir. Sabit yatağın üst kısmı, çene ayarını bozmadan iş parçasının çıkarılmasına izin vermek için alt kısımdan ayrı açılacak şekilde yapılmıştır.

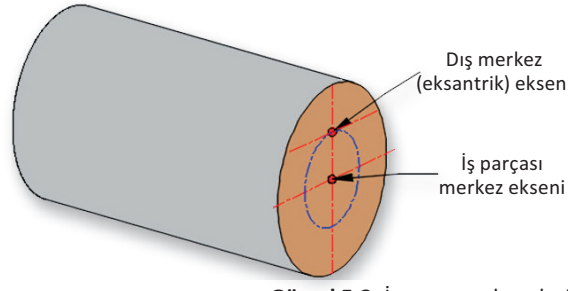
5.1.2. Gezer Yatak

Gezer yatak, iki adet ayarlanabilir çeneye sahip C şeklinde dökme demirden yapılmıştır. Bu, uzun işleri tornalarken titreşimleri en aza indirir. Gezer yataklar, torna arabasına sabitlenir ve onunla birlikte hareket eder. Gezer yatak torna kalemini takip ettiği için bu adı almıştır. Gezer yatağın işlevi, tornalama gerçekleştiğinde işin esnemesini önleyecek şekilde işi desteklemektir.Başlangıçta işin bir kısmı işlenir ve gezer yatak bağlanacak şekilde ayarlanır. Torna kalemi, çenelerin her zaman işlenmiş yüzey üzerinde hareket etmesi ve işe sürekli yatak desteği sağlaması için çenelerden biraz daha ileri bir konuma ayarlanmıştır. Gezer yatağın 2 ayarlanabilir çenesi ve torna kaleminin ucu işin etrafında bir üçgen oluşturur. Çenelerdeki yumuşak kısımların sürtünmesini ve dolayısıyla aşınmasını en aza indirmek için noktaları sık sık yağlanmalıdır.

5.2. KAÇIK MERKEZLİ TORNALAMA İŞLEMLERİ

Silindirik bir iş parçasının ekseni dışında başka bir eksende tornalama işlemine **eksantrik tornalama** (dış merkezli tornalama) denir. Görsel 5.2'de görüldüğü gibi yapılan tornalamalardan biri iş parçası merkez ekseninde, diğeri merkez dışında başka bir eksende yapılır. İş parçası üzerinde en az iki ayrı dönme ekseni vardır. Eksantrikler, dairesel hareketi doğrusal harekete veya tersine doğrusal hareketleri dairesel harekete dönüştürmeye yarar.

Eksantrik bir iş parçası işlenmeden önce, birden fazla eksen yerlerinin iş parçasının her iki ucunda da markalanması gerekir. İş parçası, tüm eksenler aynı anda iş üzerinde konumlandıracak kadar büyükse, tornalama işlemi basit ve kolay olacaktır. İş parçalarının eksenlerini markalayabilmek için aşağıdaki sıralama takip edilmelidir.



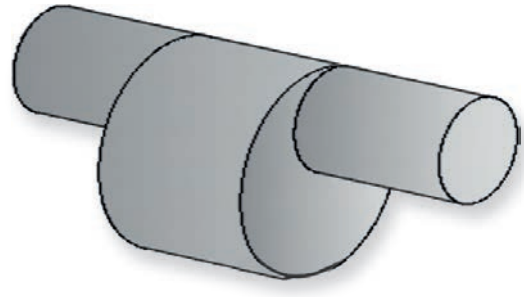
Görsel 5.2: İş parçası eksenleri

1. İş parçasının her iki ucu markacı boyası ile boyanır.
2. İş parçası bir V yatağına yerleştirilir.
3. Mihengir ve markalama aletlerini kullanarak normal merkez eksen çizgileri çizilir.
4. Bu çizgilerin kesişme noktasına nokta vurulur.
5. Bu merkez noktadan dış merkez (eksantrik) ölçüsünde daire çizilir.
6. Dış merkez (eksantrik) ölçüsünde çizilen dairenin eksen ile kesişen yerine nokta vurulur.
7. Bu ikinci eksenden geçen eksen parçanın dış merkez (eksantrik) eksenidir.
8. Bu markalama işlemi iş parçasının her iki ucunda da yapılır.

Belirlenen merkezler nokta ve çekiç yardımıyla dikkatlice noktalandıktan sonra, punta delikleri açılmalıdır. İş parçasının merkez deliği torna tezgâhında kolaylıkla açılabilir. Dış merkezde punta deliğini ise tornada delebilmek için mengeneli ayna kullanmak gerekir. Torna tezgâhı dışında matkap ya da freze tezgâhı kullanarak açılır.

5.2.1. Dış Merkezli (Eksantrik) Tornalama

Markalama tamamlandıktan sonra iş parçası torna tezgâhına bağlanmalıdır. İş parçasını torna tezgâhına bağlarken en sık kullanılan yöntem olan fırdöndü aynası ile iki punta arasında bağlama işlemi yapılmalıdır. İş parçasının bir ucu sabit puntaya diğer ucu döner puntaya bağlandıktan sonra kalem seçilerek uygun devir sayısı ayarlanmalıdır. Eksantrik parçayı tornalamak için aşağıdaki sıralama takip edilmelidir.



Görsel 5.3: Dış merkezli tornalanmış iş parçası

1. Tornalamaya başlarken iş parçasının ölçüsü dikkate alınarak yavaş yavaş yaklaştırılmalıdır. Torna kalemi iş parçasına çarparak kırılabilir.
2. Kalem işe dokundurulduğunda, talaş kontrollü olarak verilmelidir.
3. Tornalamaya ilk olarak büyük çaptan başlanmalıdır. Eğer çaplar birbirlerine eşitse iş parçasının merkez ekseninden başlanmalıdır.
4. Merkez eksen gerekli ölçüye indirildikten sonra iş parçası sökülmelidir.
5. Dış eksene göre yeniden iki punta arasında bağlanmalıdır.
6. Dış eksen ölçüsünde tornalama yapılmalıdır (Görsel 5.3).
7. Tornalama işlemi tamamlandıktan sonra ölçü aletleri kullanılarak iş parçasının doğruluğu kontrol edilmelidir.
8. Eksantrik tornalamada iş parçasının ölçüsüne ve şekline göre farklı biçimde kalemler kullanılarak yapılabilir.

5.3. MENGENELİ AYNALARLA TORNALAMA İŞLEMLERİ

Mengeneli ayna, yuvarlak, kare, altıgen ve düzensiz şekilli iş parçalarını güvenli bir şekilde tutmak için tasarlanmış özel bir ayna türüdür (Görsel 5.4). Her bir ayak birbirinden bağımsız olarak hareket eder. Genellikle dört ayaklı olarak üretilir. Ayna etrafında bulunan anahtar yuvaları her bir ayağı ayrı ayrı hareket ettirmek için kullanılır. İş parçaları her zaman silindirik olmayabilir veya eksenden kaçık olarak bağlanmaları gerekebilir. Bu durumlar için tasarlanmış mengeneli aynalar bu ihtiyacı karşılar. İş parçalarının ağırlık merkezleri iş mili ekseninden kaçık olacağı için yüksek devirlerde kullanılmamalıdır.

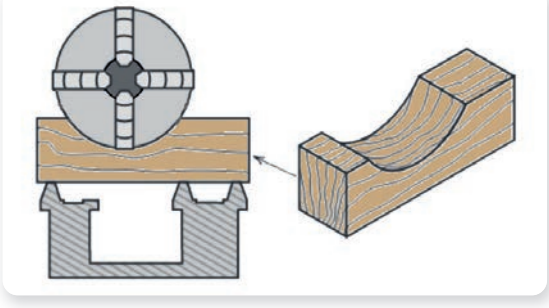


Görsel 5.4: Mengeneli ayna

5.3.1. Mengeneli Aynayı Tornaya Bağlama ve Sökme

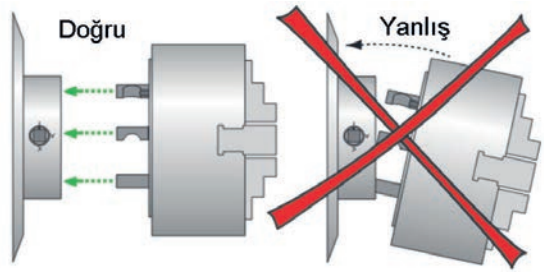
Torna tezgâhlarında genellikle üç veya dört ayaklı üniversal aynalar takılıdır. Üniversal aynanın sökülüp mengeneli aynanın takılması gerekir. Mengeneli aynayı takabilmek için aşağıdaki sıralama takip edilmelidir.

1. Tornalama yapılacak iş parçasına uygun mengeneli ayna seçilmelidir.
2. Aynayı ayarlamadan, kontrol etmeden, değiştirmeden önce tezgâh kapatılmalıdır.
3. Hem torna kızaklarını hem de aynayı korumak için kızaklar üzerine kontrplak veya tahta takozlar konulmalıdır (Görsel 5.5).
4. Aynanın ve fener millinin tam oturabilmesi için yüzeylerinin yağ ve pisliklerden temizlenmelidir.



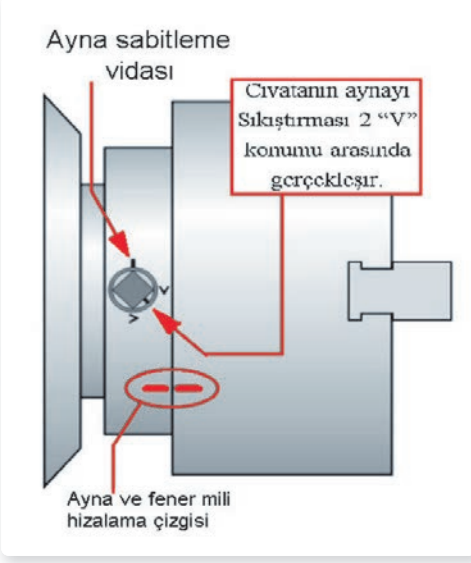
Görsel 5.5: Kızaklara takoz konulması

5. Aynanın arkasındaki merkezleme pimleri ile fener mili üzerindeki deliklerin aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir (Görsel 5.6).
6. Mengeneli ayna sabitlenirken Görsel 5.7'deki gibi fener mili üzerindeki hizalama çizgisine ve sıkıştırma vidasına dikkat edilmelidir. Eğer ayna tam olarak oturmazsa tekrar sökülüp temizlenmelidir. Gerekirse ayna takıldıktan sonra komparatör ile salgısı kontrol edilmelidir.

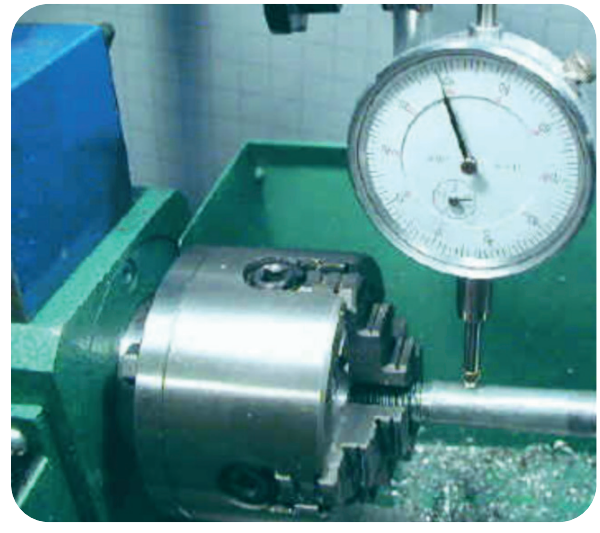


Görsel 5.6: Mengeli aynanın takılması

7. Ayna ağır olduğu için tek başına takılmaya çalışılmamalı, yardım alınmalıdır.
8. Sökülme işlemi de aynı sıra ile yapılmalıdır.



Görsel 5.7: Aynanın sıkıştırılması



Görsel 5.8: Komparatörle kontrol yapılması

5.3.2. İş Parçasını Aynaya Bağlayarak Merkez Kontrolünü Yapma

İş parçasını mengeneli aynaya bağlamadan önce markalama yapılmalıdır. İş parçasının merkezî olması istenen yer belirlenerek nokta vurulmalıdır. Bu çizgiler, bağlama esnasında ayakların ayarlanmasında kolaylık sağlar. Mengeneli aynanın ayakları ayrı ayrı hareket ettiğinden sıkma işlemi iş parçası dönme merkezinin fener mili ekseni ile aynı olmasını sağlayacak şekilde ayarlanarak yapılmalıdır. Aşağıda iş parçasını aynaya bağlama ve merkezleme kontrolünün yöntemlerinden iki tanesi anlatılmaktadır.

Gelin tanış olalım, işi kolay kılalım. Sevelim, sevilelim. Dünya kimseye kalmaz.
(Yunus EMRE)

Birinci yöntem olarak komparatör ile kontrol;

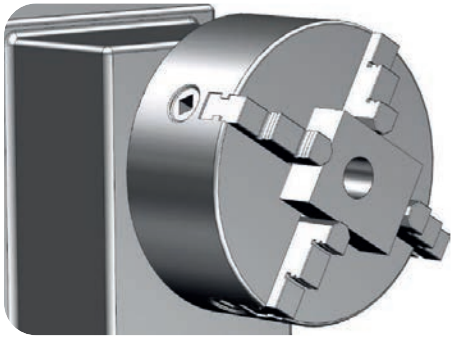
1. Ayna ayaklarının hepsi birbirinden bağımsız olduğu için teker teker gevşetilerek iş parçası tahmini olarak merkezde bağlanır.
2. Eğer iş parçası silindirik ise tam merkez eksenine ayarlayabilmek için komparatörden faydalanılır (Görsel 5.8).
3. Ayna el ile çevrilerek komparatör ibresinin hareketi kontrol edilir. Komparatör saatindeki sapmaya göre mengene ayakları gevşetilir ya da sıkılır.
4. Komparatör saatindeki ibre en az 0,01 mm oluncaya kadar işleme devam edilir.

İkinci yöntem olarak kalemliğe çizecek bağlanması;

1. Markalama işlemi yapılmış iş parçasının işlenmiş yüzeyi ayna yüzeyine oturtulur.
2. İş parçası üzerinde çizilen eksen çizgileri ayna ayaklarını ortalayacak şekilde bağlanır.
3. Bir çizecek fener mili ekseninde kalemliğe bağlanır. Çizecek ile parçanın alın yüzeyine yatay bir çizgi çizilir.
4. Sonra ayna 180 derece çevrilerek bir çizgi daha çizilir. Çizilen çizgiler çakışacak şekilde ayna ayaklarında ayarlama yapılır.
5. Merkezlenen yatay eksenden sonra, ayna çevrilerek düşey eksen ayarlanır.
6. Yatay konuma getirilen yeni eksen için de aynı işlemler tekrarlanarak merkezleme işlemi gerçekleştirilir.
7. Parça sıkılır, çizecek ucu kontrol dairesindeki bir noktaya getirilerek ayna döndürülür.
8. Dairedeki tüm noktalar, çizeceğin ucundan geçerse merkezleme tamdır.

5.3.3. İş Parçasını Mengeneli Aynada Tornalama

Tornalama işleminden önce iş güvenliği kurallarına çok dikkat edilmelidir. Bu işlemler yapıldıktan sonra tornalama işlemi güvenle yapılabilir (Görsel 5.9). Mengeneli aynada seri üretim veya çok sayıda parça işlenecekse kombine ayna denilen ayna kullanılmalıdır. Çünkü kombine aynaların hem ayakları birbirinden bağımsız hareket eder, hem de sadece iki ayak hareket ettirilebilir. Bu sayede iş parçasının merkez eksen ayarları bozulmadan seri üretim yapılabilir.

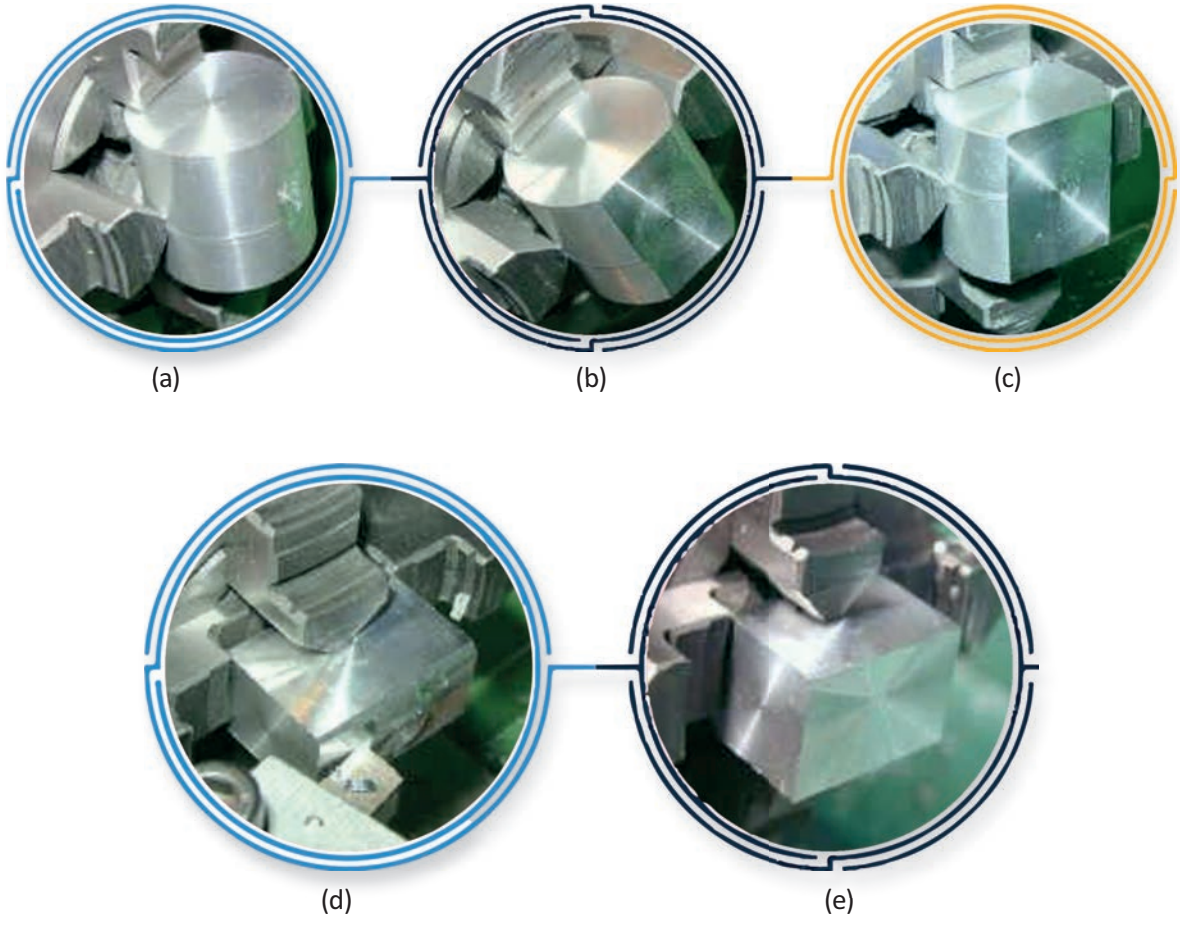


Görsel 5.9: Mengeneli aynaya iş parçası bağlama

5.3.4. Mengeneli Aynada Kare Kesitli Tornalama

Bugüne kadar derslerde torna tezgâhlarında silindirik kesitli parçaların yapılabileceği anlatıldı. Bir torna tezgâhı, kendine özgü dönme doğası nedeniyle, merkez eksende dönen simetrik şekiller için idealdir. Torna tezgâhını kullanarak küpler ve dikdörtgen parçalar oluşturabileceğini keşfetmek, yeni başlayanları bazen şaşırtabilir. Aşağıdaki fotoğraflar ile mengeneli aynalarda silindirin dikdörtgen bir şekle dönüşümü anlatılmaktadır.

1. İş parçası mengeneli aynaya Görsel 5.10.a'da görüldüğü gibi bağlanır.
2. Torna kalemi iş parçasının ön kısmına sıfırlanır. Dikdörtgen şeklin ilk yüzeyi ölçüsünde tornalanır (Görsel 5.10.b).
3. Bir yüzeyi düzeltilen iş parçasının temiz yüzeyi aynaya gelecek şekilde bağlanır. İkinci yüzey tornalanır (Görsel 5.10.c).
4. Bu işlem tüm yüzeyler için tekrar edilir (Görsel 5.10.d).
5. Tam kare kesit oluşunca iş parçasını tornalama bitmiş demektir (Görsel 5.10.e).

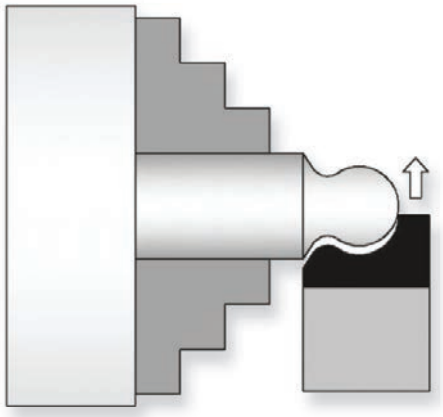


Görsel 5.10: Kare kesitli tornalama aşamaları

"Cümleler doğrudur sen doğru isen,
Doğruluk bulunmaz sen eğri isen."
(Yunus EMRE)

5.4. PROFİL TORNALAMA İŞLEMLERİ

Torna tezgahında iş parçasına içbükey, dışbükey gibi düzensiz şekiller vermek için yapılan tornalama işlemine **profil tornalama** denir (Görsel 5.11). Profil tornalama için kullanılan yöntem, nesnenin boyutuna ve şekline, istenen doğruluğa, izin verilen süreye ve oluşturulması gereken parça sayısına bağlıdır. Kullanılan yöntemler arasında, istenen yarıçapın şekline göre taşlanmış bir profil torna kalemi kullanmak en yaygın olanıdır. Genellikle fazla büyük olmayan profillerin işlenmesinde bu yöntem kullanılır. Profil torna kalemi ile imal edilen parçaların uzunluğu talaş kesitinin büyüklüğünden dolayı sınırlıdır. Diğer yaygın yöntemler, elle sportlara şekil vererek eğe ile düzeltmek, bir şablon ve kopya torna tezgâhı kullanmaktır.



Görsel 5.11: Profil tornalama

5.4.1. Profil Kaleminin Bilenmesi Ve Katere Bağlanması

Profil kalemi, tek bir işlem için kullanılabilir ve oluşturulacak parçaya benzeyen bir desene hassas bir şekilde taşlanır (Görsel 5.12). Torna kalemleri istenen herhangi bir şekle veya kontura göre taşlanabilir. Tek gereksinim, uygun kabartma ve eğim açılarının aletin şekline göre taşlanmasıdır. Bilenen kalemin doğruluğunu kontrol etmek için yarıçap ölçeri ve profil mastarları kullanılır. Profil tornalama kalemi iş parçasının yüzeyi ile çok fazla teması vardır, bu da titreşime ve çatırtıya neden olabilir. Bu sorunlar meydana gelirse hızı yavaşlatılıp, ilerleme artırılır ve iş parçası biraz daha sıkılır.

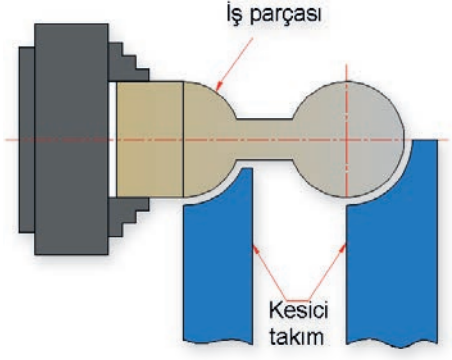


Görsel 5.12: Profil torna kalemleri ve katerleri

Şekil ve ölçü hatalarını azaltmak için profil torna kalemlerinde bütün profil kenarlarının iş parçasının ekseninde olması gerekir. Bu da ancak 0° lik talaş açısıyla mümkün olur. Profil kalemi, profilin durumuna göre dik ya da eğik olarak kalemliğe bağlanır. Kalemi iş eksenine dik bağlayabilmek için mastarlardan yararlanılabilir.

5.4.2. Profil Tornalama

Torna tezgâhında yaygın bir sorun, dışbükey ve içbükey yüzeylerin tornalanmasıdır. Kalem bir iş parçası üzerinde kesim yaptığında, bu kesimin meydana geldiği yerde, kalemin şeklinin bir kopyası oluşacaktır. Yuvarlak, dışbükey bir kalem içbükey bir yüzeyi, yuvarlak bir içbükey kalem, dışbükey bir yüzeyi kesecektir.

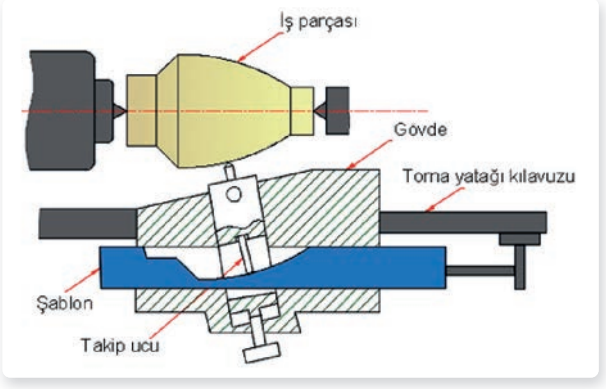


Görsel 5.11: Küre tornalama

Küre tornalama işlemi, profil kalemleri ile yapılır. Profil kalemleri ile küre tornalamada, kürenin çapına göre özel bilenmiş profil kalemi ile küre tornalanır. Yarım küre tornalama şekil 5.13' te görülmektedir. Küre tornalama yaparken önce bağlanan parçanın küre kısmı kabaca tornalanır. Böylece profil kaleminin alacağı talaş miktarı azaltılmış olur. Daha sonra profil kalemi ile tornalama işlemi yapılır. Küre tornalama yaparken dezavantajlardan biri tornalama işleminin kesici takım genişliğine bağlı olarak çok yavaş yapılmasıdır. Geniş kalemler çok fazla ısı ve çatırtı oluşturur. Tornalama sırasında oluşan ısı ve çatırtı takım ömrünü kısaltır.

5.4.3. Kopya Torna Tezgâhı İle Profil Tornalama

Endüstride belirli profilde çok sayıda iş parçasını özdeş olarak işleyebilmek için kopya tezgâhları kullanılmaktadır. Bir parçanın şeklini bir kalıptan kopyalamak için kullanılan tezgâhlardır. Bu tezgâhlara, önceden hazırlanan profile uygun mastarlar hazırlanır. Bu mastarlar üzerinde gezen takip ucu, farklı oranlarda profilin şeklini kesici kaleme hidrolik güç ile intikal ettirmektedir (Görsel 5.14). Böylece iş parçasını çok kısa zamanda isten profilde elde etmek ve yapılan parçalarda özdeşliği sağlamak kolaylaşmaktadır.



Görsel 5.14: Kopya tezgâhı uygulaması

İki yaygın kopya tornalama türü vardır.

1. Mekanik tip
2. Hidrolik tip

Kopya tornalarında düzenli ve güçlü ilerlemeyi sağlamak ve sonsuz ayar imkânını elde etmek ancak hidrolik elemanlarla sağlanmaktadır. Çok karmaşık iş parçalarını inanılmaz bir hızla işlemek mümkündür.

5.5. PENSLERE BAĞLAYARAK TORNALAMA

Küçük çaplı iş parçalarının takım tezgâhlarına kolay, hızlı ve hassas bir şekilde bağlanma-sını sağlayan tutuculara pens denir (Görsel 5.15). Pens, uzunlamasına yarıklara sahip boru şeklindeki burçlardan oluşur. Pensler, iş parçasını kavramak ve tutmak için kullanılır. Herhangi bir iş parçasının çapına uyması için tam çapta bir pens gereklidir.



Görsel 5.15: Pensler

Pens, küçük çaplı parçaları tutmak için kolay bir yöntemdir. Her pens belirli bir çapa uyacak şekilde boyutlandırılmıştır ve sıkıca oturmalıdır.

5.5.1. Pens Çeşitleri ve Çalışma Prensibi

Pensler, iş parçasının kesitine ve kullanılan pens bağlama sistemlerinin türüne bağlı olarak çeşitli biçim ve boyutlarda üretilirler.

1 Sıkma Biçimlerine Göre Pensler
a) Çekmeli (Gerdirmeli -Vidalı) Pensler
b) İtmeli (Gerdirmesiz-Vidasız) Pensler

2 Bağlanacak İş Parçasının Kesit Biçimine Göre Pensler
a) Silindirik Kesitli Pensler
b) Kare Kesitli Pensler
c) Altıgen Kesitli Pensler

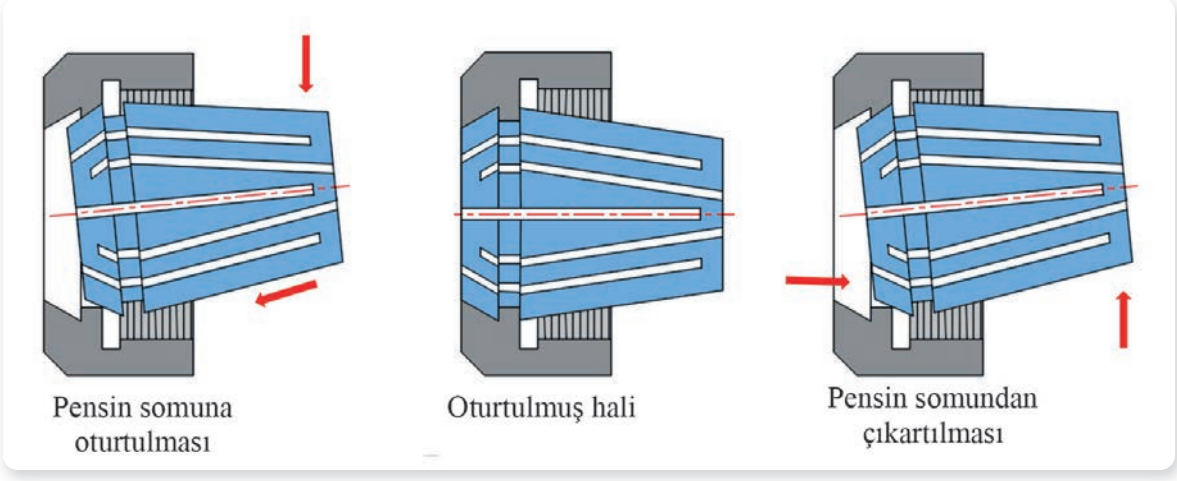
CNC torna tezgâhlarında hidrolik – pnömatik sıkmalı pensler kullanılır. Bir pens tertibatının parçaları aşağıda listelenmiştir.

a) Pens: Esneyebilen uzunlamasına yarıklara sahip kovan biçimindedir.

b) Adaptör (pens kovanı): Pensi içerisinde tutar. Adaptörün dış yüzeyi, fener mili koniğine; üç yüzeyi de pense uygundur.

c) Çektirme çubuğu: Fener milinin içinden geçerek pensin arka ucuna vidalanır.

Tüm pens aynalarında, pens aynaya yerleştirilmeden önce somuna oturtulmalıdır (Görsel 5.16). Somun içinde, pensteki oluğa geçen eksantrik bir halka vardır. Onları kendi kendine dışarı atmaya iten şey budur. Somundan çıkarmak için pens tekrar eğilir.



Görsel 5.16: Pensin somuna oturtulması ve çıkarılması

Penslerle bağlanacak iş parçasının çapı genellikle 1,5 mm ile 32 mm ölçü aralığındadır. Üniversal aynalarla karşılaştırıldığında, pensler daha ucuzdurlar. Üniversal aynalar, bu kadar küçük öğeleri kavramak için kullanıldıklarında genellikle etkisiz ve hantaldır.

Kullanıma hazır, sertleştirilmiş ve taşlanmış pensler, üniversal aynadan daha doğru merkezlilik sağlar. Bu esas olarak pens, parçayı tüm çevresinin etrafına yerleştirdiği ve böylece işlenen parçaya iyi tutuş sağladığı için oluşur. Pensler ayrıca birden fazla parça üretimi sırasında parçaları kavramak için daha iyidir. Pensin parçanın çevresini tamamen kavrama özelliği, daha yüksek derecede merkezlilik sağlar. Üniversal ayna kullanılarak yapılandan daha yuvarlak bir parça üretilir.

5.5.2. Pens Tertibatını Takma Sökme Ayarları Ve İşlem Sırası

Bir pens aynası, özellikle yüksek devirli tornalama için daha iyi bir seçimdir. Bunun iki nedeni vardır. Birinci neden, aynanın kütlesi ile ilgilidir. Bir üniversal aynayı ve bir pensli aynayı çalıştıran aynı iş mili beygir gücü göz önüne alındığında, daha büyük çeneli aynanın hızlanması daha uzun sürer. Hızlanma süresi çevrim süresini uzatacak ve üretkenliği azaltacaktır.

Diğer bir neden, yüksek devirlerde önemli bir endişe haline gelen merkezkaç kuvveti ile ilgilidir. Örneğin, iş mili hızının iki katına çıkarılması, merkezkaç kuvvetinin dört katına çıkmasına neden olur. Bu kuvvet, ayna çenelerini merkezden dışarı çeker ve kenetleme kuvvetinde azalma olur. Ancak bir pens aynasında merkezkaç kuvvetinin önemli bir etkisi yoktur. Bu nedenle, sıkıştırma kuvveti yüksek devir boyunca daha sabittir.

5.2.2.1. Pens Tertibatının Takılması

1. Pens tertibatının, fener mili yuvasına salgısız olarak oturması sağlanmalıdır. Bu amaçla fener mili yuvası, üstüpü veya yumuşak bezle temizlenmelidir.
2. Pens adaptöre, adaptör de fener mili yuvasına takılmalıdır. Pens, fener mili içerisinden geçen çektirme çubuğu ile arka ucundan kavratılarak gerdirilmelidir. Pensin çevresindeki esnek kanallar, çektirme işlemini kolaylaştırmaktadır.
3. Pensin tam olarak çektirilmesi (gerdirilmesi) işlemi, iş parçasını taktıktan sonra olmaktadır.
4. Pens tertibatında çektirme çubuğu yoksa gerdirmesiz, ucu faturalı pens kullanılmalıdır.

5.2.2.2. İş Parçalarının Bağlanması İşlem Sırası

1. İş parçasına ölçülerine uygun pens seçilmelidir.
2. Gerdirmeli (vidalı) penslerde, iş parçası pense yerleştirilip, çektirme çubuğunun el tekeri çevrilerek pensin iş parçasını sıkması sağlanmalıdır. Gerdirmesiz (faturalı) penslerde kapak çevrildiğinde, itilen pens iş parçasını sıkmaktadır.
3. Pens, iş parçasını iyi sıkabilmelidir.
4. Kademeli penslerde iş parçasının salgısız olarak bağlanması sağlanmalıdır.
5. Komparatör kullanılarak iş parçasının salgısı kontrol edilmelidir.
6. İş parçasının torna yapılacak kısmı, pensten yeterince dışarıda olmalıdır.
7. Kalem, pens tertibatına çarptırılmamalıdır.
8. Talaş miktarı az ve dikkatli verilmelidir.

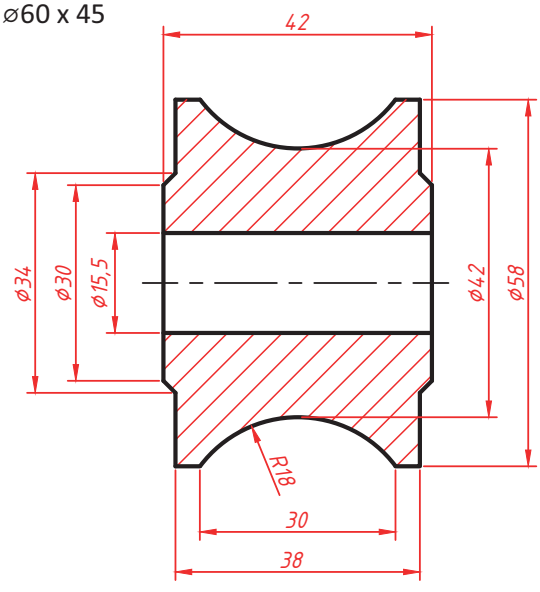
5.2.2.3. Pens Tertibatının Sökülmesi

Tornalama işlemi bittikten sonra yeni bir iş parçası üretilecek ise iş parçasının pens tertibatından sökülmesi gerekir. Bunun için;

1. El tekeri çevrilerek pensin boşa çıkması sağlanmalı ve ortasından plastik bir çekiçle hafifçe vurarak pens gevşetilerek açılır.
2. Serbest kalan iş parçası dışarı doğru çekilmelidir.
3. İş mili çevrilerek koruma bileziği ve pensin vidalı olan kısmının çıkması sağlanmalıdır.
4. Pens, bileziğinin içinden çıkarılmalı ve ardından pens bileziği de sökülmelidir.
5. Çektirme çubuğu iş milinden çıkarılmalıdır.

ÖĞRENME BİRİMİ	ÖZEL TORNALAMA İŞLEMLERİ	1.UYGULAMA
UYGULAMA ADI	SİLİNDİRİK MAKARA	SÜRE 60 dk

Ham Malzeme Ölçüleri: ⌀60 x 45
Tolerans : ± 0,1



İşlem Sırası

1. İş parçasının alın kısmı tornalanır ve punta deliği açılır.
2. Önce ⌀10 mm ve sonra da ⌀15,5 mm'lik matkaplarla boydan boya açılır.
3. Alın kısmı ⌀30 ve ⌀34 ölçülerinde kademeli olarak tornalanır.
4. İş parçası ayna punta arasına alınarak ⌀58 ölçüsünde tornalanır.
5. İş parçasının boy ölçüsü markalandıktan sonra diğer tarafı çevrilerek aynaya bağlanır.
6. Parça boy ölçüsü olan 42 mm ölçüsüne gelinceye kadar tornalanır.
7. İkinci alın kısmıda ⌀30ve ⌀34 ölçülerinde kademeli olarak tornalanır.
8. İş parçası bir malafa üzerine ya da ayna arasına bağlanır.
9. R18 ölçüsünde bilenmiş bir profil kalemi ile yuvarlak kanal tornalanır.
10. İnce dişli bir eğe ve zimpara yardımı ile parçanın çapakları temizlenir.

Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, ⌀10 ve ⌀15,5 mm matkap, kaba talaş kalemi, profil kalemi, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre												
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf	No	Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø5 ölçüsü	ø6 x 37 ölçüsü	ø8 x 28 ölçüsü	ø12 ölçüsü	ø16 ölçüsü	8 ölçüsü	11,5 ölçüsü	2x45° pah ölçüsü	TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza		
Takdir edilen puan	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	5	100	YÜZ		
Öğrencinin aldığı puan															

5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Silindirik ve küçük çaplı iş parçaların torna tezgâhına kolay, hızlı ve hassas bir şekilde bağlanmasını sağlayan iş bağlama tertibatına ..... denir.

   A) Üniversal ayna
   B) Fırdöndü ayna
   C) Pens tertibatı
   D) Kombine ayna
   E) Mengeneli ayna

2. Hidrolik sıkmalı pensler genellikle..... torna tezgahlarında kullanılır.

   A) Üniversal
   B) Kopya
   C) Revolver
   D) Otomat
   E) CNC

3. Aşağıdakilerden hangisi yatak ayaklarının sürekli yağlanmasının sebeplerinden **değildir?**

   A) Aşınmayı en aza indirmek
   B) Isınmayı önlemek
   C) İşin rahat dönmesini sağlamak
   D) Kesicinin daha iyi kesmesini sağlamak
   E) Sürtünen kısımların sarmasını önlemek

4. Sabit yatağa bağlanacak işin salgısını gidermek için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

   A) Komparatör
   B) Mikrometre
   C) Kumpas
   D) Gönye
   E) Çelik cetvel

5. Aşağıdaki parçalardan hangisi tornada üç ayaklı aynaya **bağlanmaz?**

   A) Silindirik
   B) Kare
   C) Altıgen
   D) Eşkenar Üçgen
   E) Yuvarlak

B. Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Şablonla profil işlemede profil kalemi kullanılır.
2. ( ) Eksantrik parçalar mengeneli aynada tornalanamaz.
3. ( ) Mengeneli ayna ayakları, her biri diğerinden ayrı hareket eden dört ayaktan ibarettir.
4. ( ) İşin tam olarak merkezlemesi, mihengir, gönye ve komparatörle yapılır.
5. ( ) Kopya tertibatı ile tornalamada şablonlardan faydalanılmaz.
6. ( ) Mengeneli aynaya takılan her iş parçası tam dengelidir.
7. ( ) Merkezkaç kuvveti iş parçalarını dengelemede kullanılır.
8. ( ) Komparatörlerin merkezleme işleminde kullanılmasına gerek yoktur.





6

ÖĞRENME BİRİMİ

FREZEDE DELİK DELME VE KANAL AÇMA İŞLEMLERİ

KONULAR

6.1. FREZEDE DELİK DELME VE BÜYÜTME

6.2. FREZEDE KANAL AÇMA

6.1. FREZEDE DELİK DELME VE BÜYÜTME

Birbiri ile beraber çalışan makine parçalarının iç ve dış yüzeylerine açılan deliklerin istenen ölçü tamlığında ve hassasiyette olması istenir. Matkapla açılan deliklerin hem yüzey kalitesi düşüktür hem de istenilen ölçü tamlığında elde etmek mümkün değildir. Bu nedenle matkapla açılan deliklere işleme payı bırakılarak tekrar işlenir. Delik yüzeylerinden işleme payının alınarak ölçüsüne getirilmesi işlemine **delik büyütme** denir.



Görsel 6.1: Delik büyütme örneği



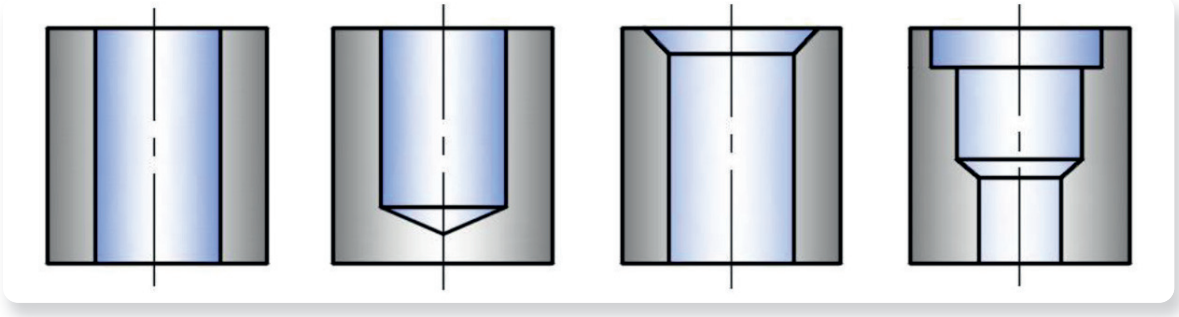
Görsel 6.2: Delik delme örnekleri

6.1.1. Delik Delme İşlemleri

İş parçası üzerinde silindirik şekilli kesicilerle talaş kaldırarak silindirik oyuklar açma işlemine **delik delme** denir. Delik delme işlemlerinde silindirik saplı matkaplar, konik saplı matkaplar, havşa matkapları, karbür matkaplar ve değiştirilebilir uçlu matkaplar kullanılır.

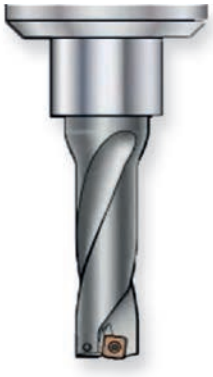
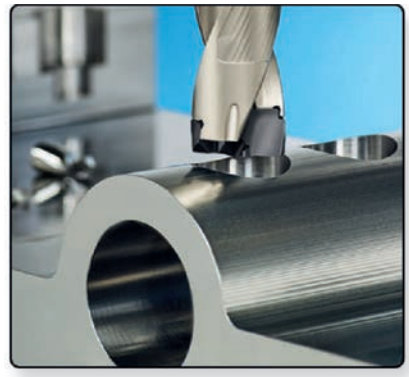
Delik delme işlemlerinde işlem sırası şöyledir:

- Matkap, pens veya mandren yardımı ile freze başlığına bağlanır. Matkabın salgısız bağlanmasına dikkat edilmelidir.
- Delik merkezi kaçıklığı azaltmak için uygun çaplı punta matkabı ile delinir.
- Daha sonra uygun ilerleme ve devir sayısı verilerek matkapla delme işlemi yapılır.



a) Boydan boya delik b) Kör delik c) Havşalı delik d) Kademeli delik

Görsel 6.3: Delik tipleri


Görsel 6.4: Takma uçlu matkap ile delik delme örnekleri

6.1.2. Delik Büyütme İşlemleri

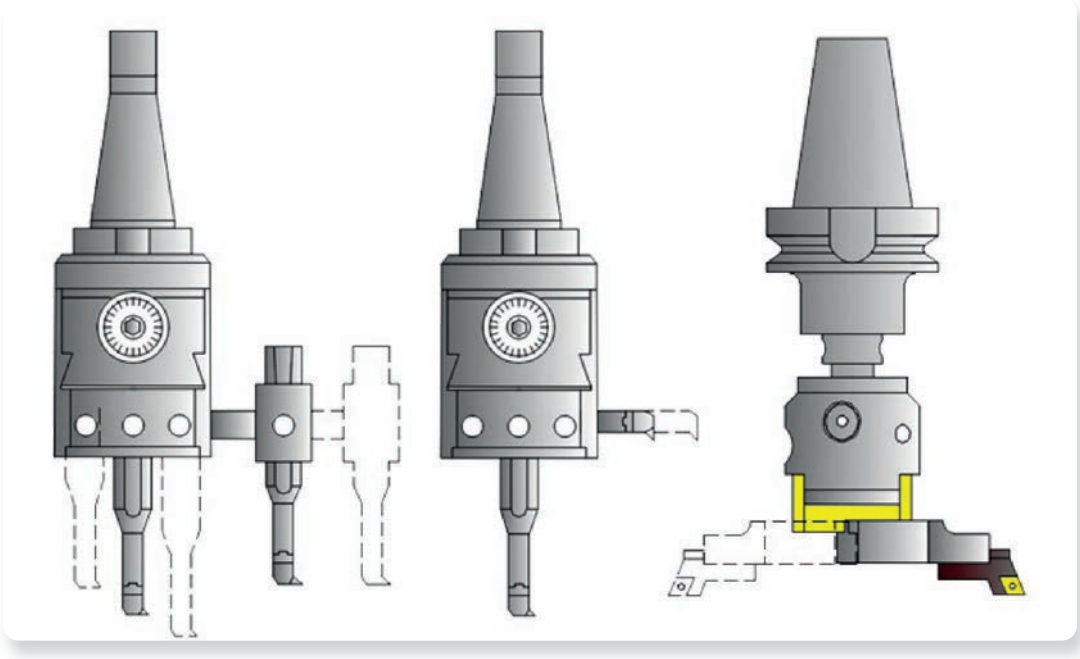
Hassas delikler işlenirken yüzeylerde işleme payı bırakılacak şekilde matkapla delme işlemi uygulanır. Delme işleminden sonra delik yüzeylerinden işleme payının alınarak ölçüsüne getirilmesi işlemine **delik büyütme** denir. Delik büyütme işlemlerinde delik büyütme aparatları (baralama takımları), delik katerleri ve parmak freze çakıları kullanılır.

6.1.2.1. Baralama Takımları ile Delik Büyütme

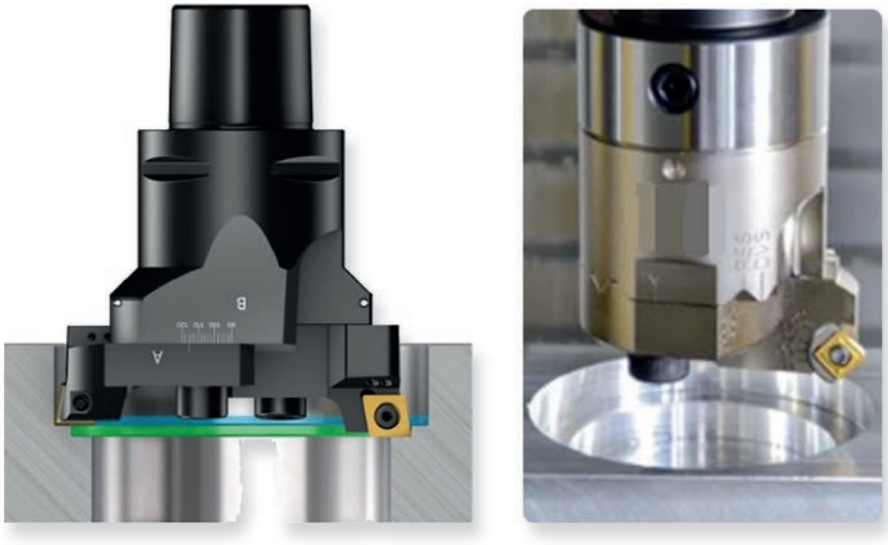
Delik büyütme işlemine **baralama** da denir. Ön delme işlemi yapılıp işleme payı bırakılan delikleri hassas olarak işlemek için kullanılan takımlara ise **baralama takımları** denir. Bu takımlar üniversal freze tezgahlarında delik büyütme işlemlerinde kullanılır. Aparat üniversal tezgâhın dikey başlığına bağlanır. Üzerindeki kızaklı başlık ve milimetrik bölüntüler sayesinde parçaya tek defada kademeli olarak delik büyütme işlemi yapılabilir. İşlem sırası şöyledir:

1. Deliğin çapı ve derinliği dikkate alınarak delik büyütme aparatı seçilir.
2. Delik büyütme aparatı tezgâh miline bağlanır.
3. İşleme payı bırakılacak şekilde matkapla ön delik delinir.
4. Delme işleminden önce delik sınırlarını belirlemek için deliğin markalanması ve kontrol dairesi çizilmesi delme işlemini kolaylaştıracaktır.
5. Kesici, tahmini olarak deliğe ortalanır. Sonra delik yüzeyine temas ettirilerek ayarlanır ve ilk talaş verilir.
6. Kesicinin deliğin her yerinden eşit talaş almasına dikkat edilmelidir.
7. Her talaş verilişinde kalem gevşetilir ve kalemi ilerleten vidadan talaş derinliği verilir. Ancak burada her defasında elde edilen çap hassas bir şekilde ölçülmelidir.
8. Her talaş alma işleminden sonra delik ölçülür. İstenen ölçüye gelinceye kadar talaş alma işlemine devam edilir.

Baralama takımları köreldiğinde bilenebilen, birden fazla kesici ucu bulunan, yüksek kesme hızına sahip takımlardır. Uç sayısı arttıkça ölçü hassasiyeti ve yüzey kalitesi artar. Sert maden uç takılı farklı çap ve ölçülerde katerler kullanılır. Uçlar katere civatalar yardımı ile veya lehimlenerek bağlanır.



Görsel 6.5: Delik büyütme aparatları



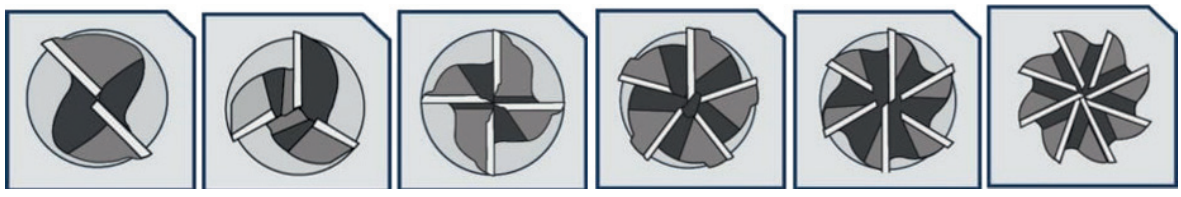
Görsel 6.6: Baralama örnekleri

6.1.2.2. Parmak Freze Çakıları ile Delik Büyütme

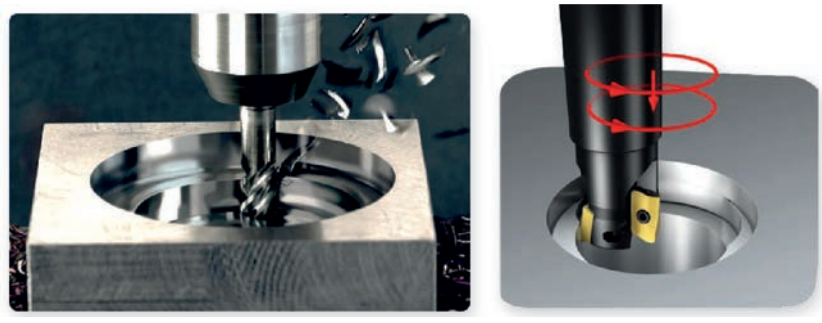
Parmak freze çakıları farklı çap ve tiplerde üretildiklerinden delik büyütme aparatı olarak kullanılır. Hem alından hem de yan yüzeylerinden kesme yapabilir. Daha çok yan yüzeylerinden kesme yapacak şekilde kullanılırlar. İki veya daha fazla kesme kanallı olarak yapıldıkları gibi takma uçlu olarak da yapılır. İki ve üç, dört ağızlı parmak frezeler; çeşitli kanalların işlenmesinde daha çok ağızlı parmak frezeler ise yüzeylerin frezelenmesinde kullanılır. İki ağızlı çakılar alın kısımlarından bir miktar dalma yapabildiği için uygun ilerleme ve devir sayısı verilerek delme işlemlerinde kullanılabilir.



Görsel 6.7: Parmak freze çakısı çeşitleri



Görsel 6.8: Parmak freze çakısı ağız sayısı ve yapılarının görünümleri



Görsel 6.9: Parmak freze çakısı ile delik büyütme örneği

6.1.3. Delik Açma ve Delik Büyütmede Dikkat Edilecek Hususlar

- İş parçasının yüzeyi temizlenmeli, iş parçası markalanarak delmeye hazır hale getirilmelidir.
- İş parçası bağlanacak yüzeye düzgün oturtulmalı, sıkı ve emniyetli bağlanmalıdır.
- İş parçası bağlama işleminden önce markalanmalı ve delik merkezine nokta vurulmalıdır.
- Delik açma ve delik büyütme işlemlerine uygun tip ve ölçüde kesiciler seçilmeli, kesici uçlarının bilenmiş olmasına dikkat edilmelidir.
- Kesicinin salgısını azaltmak ve merkezlemeyi sağlamak için önce punta matkabı ile delik açılmalı, daha sonra delme işlemine geçilmelidir.
- Ön delik açma işleminden sonra talaş derinliği azaltılarak kademeli olarak delik büyütme işlemi yapılmalıdır.
- Eğik yüzeylere delik açma ve delik büyütme işlemi uygulanırken önce parmak freze ile yüzey düzeltilerek yuva açılmalı daha sonra delme işlemi yapılmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında soğutma sıvısı kullanılmalıdır.

6.2. FREZEDE KANAL AÇMA

Kamalar, dişli çark ve kasnak gibi hareket iletme elemanlarını miller üzerine sökülebilir olarak bağlamaya yarayan makine elemanlarıdır. Miller üzerine kamaların takılması için açılan yuvalara ise **kama kanalı** denir.

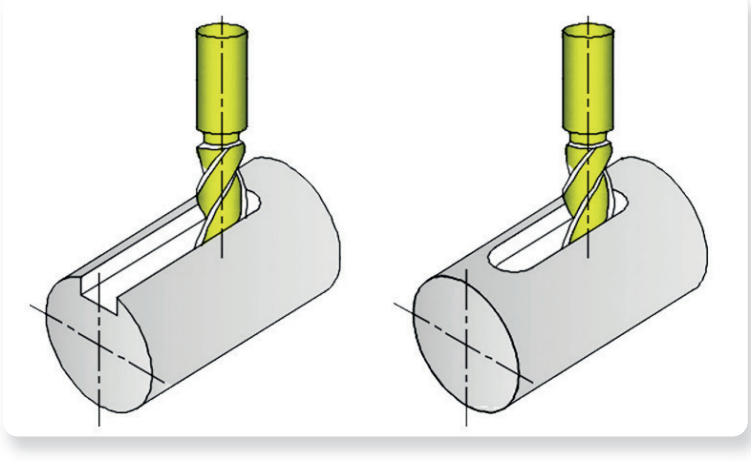
Kama kanalı açma işlemleri için parmak freze çakıları, T freze , V freze çakıları, testere freze çakıları ve kanal freze çakıları kullanılır.

6.2.1. Parmak Freze Çakıları ile Kanal Açma

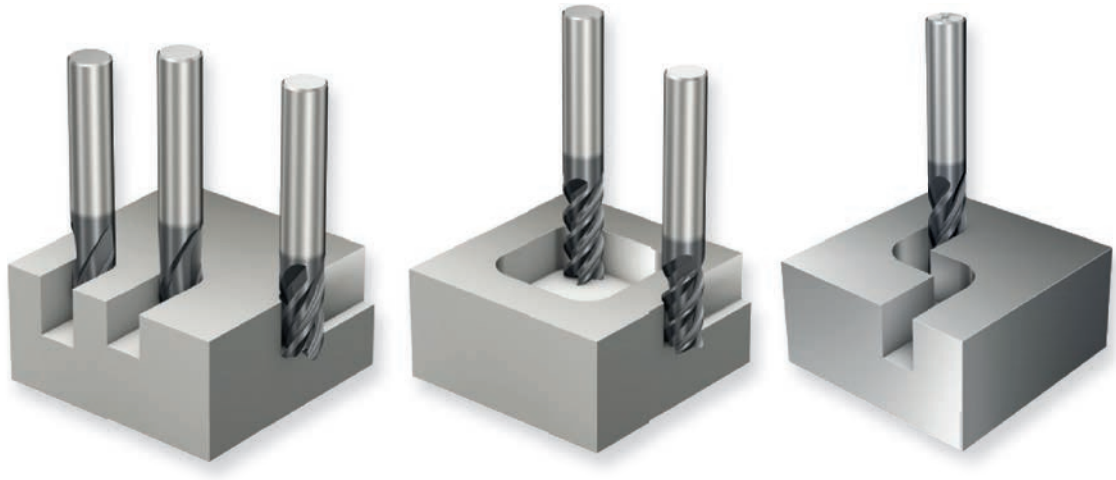
Parmak freze çakıları düşey veya yatay konumda tezgâh miline takılıp uygun kesme hızı ve ilerleme verilerek kama kanalları açılabilir. Uç kısımları kapalı kama kanallarının açılmasında iki ağızlı parmak freze çakıları tercih edilir. Uç kısmı açık kama kanallarında ise çok ağızlı parmak freze çakıları tercih edilmelidir. Eğer uç kısmı kapalı kanalların açılmasında çok ağızlı parmak freze çakıları kullanılacaksa, kanalın iki ucuna önceden matkap ile uygun derinlikte delikler açılmalı, sonra çok ağızlı freze çakısı ile kanallar açılmalıdır.

Silindirik parçalara parmak freze çakısı ile kanal açmada işlem sırası şöyledir:

- İş parçası, parçanın şekline göre divizöre, ayna punta arasına veya tezgâh tablasına bağlama aparatları ile bağlanır.
- Açılacak kanalın genişliğine uygun parmak freze çakısı seçilir.
- Parmak freze çakısı pens tertibatı ve adaptör yardımı ile tezgâh miline bağlanır.
- Parmak freze çakısı iş parçasına yandan temas ettirilerek bilezik sıfırlanır.
- Kanalın parça kenarından mesafesi ve parmak freze çakısının çapı dikkate alınarak bilezik yardımı ile kesici kanal açılacak kısma ilerletilerek ortalanır.
- Kesici parça yüzeyine araya bir kâğıt konularak sıfırlanır.
- Uygun talaş derinliği verilerek kanal işlenir.
- Kanalın toplam derinliğine ulaşıncaya kadar talaş verme işlemi tekrarlanır.
- Kanal açma işlemi sırasında kesme sıvısı kullanılması talaş kaldırma işlemini kolaylaştıracaktır.



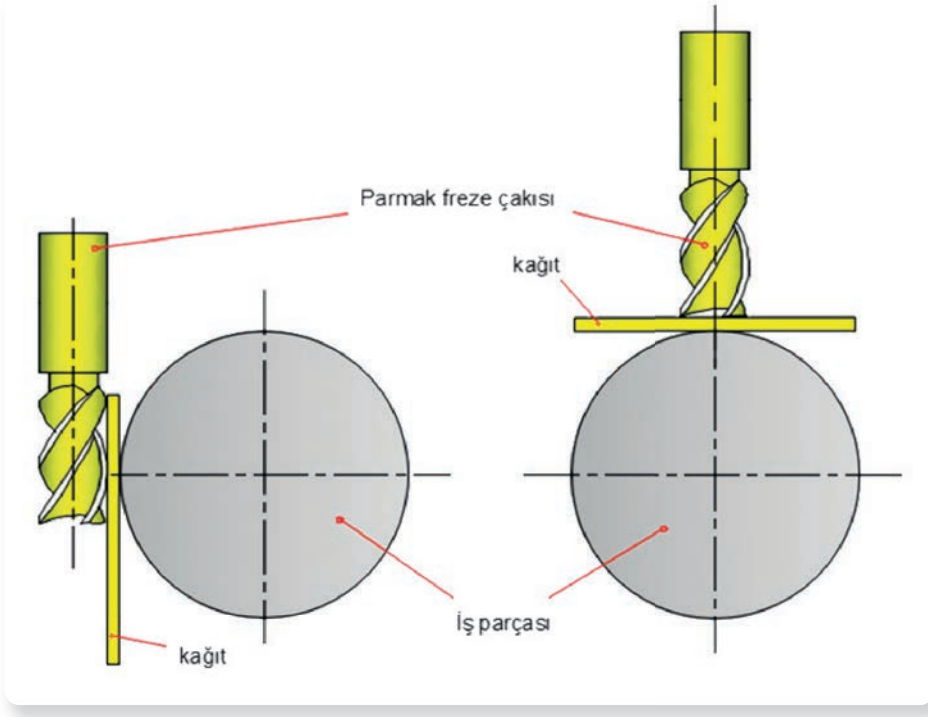
Görsel 6.10: Parmak freze çakısı ile silindirik parçalara kama kanalı açma örnekleri



Görsel 6.11: Parmak freze çakısı ile kanal açma örnekleri

Parmak Freze Çakısını Sıfırlama İşlemi

Silindirik parçalar üzerine kama kanalı açarken, kesici hem yan kısmından hem de üst kısmından sıfırlanmalıdır. Yan kısmından sıfırlamadaki amaç, kesicinin parçayı tam ortalamasını sağlamaktır. Üst kısmından yapılan sıfırlamada ise istenen ölçü derinliğini elde etmektir.



Görsel 6.12: Silindirik parçalarda kesicinin sıfırlanması işlemi

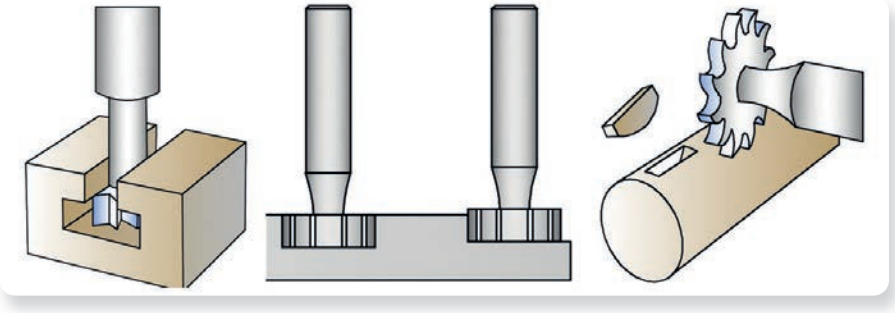
Sıfırlama da işlem sırası şöyledir:

- Parmak freze çakısı ile iş parçası arasına ince bir kâğıt yerleştirilir.
- Kesici, yan kısımdan parçaya temas edecek şekilde yaklaştırılır. Yaklaştırma işlemine kâğıt yırtılıncaya kadar devam edilir.
- Yırtılma başlayınca tabla enine hareket mili bileziği sıfıra ayarlanır.
- Ayarlama işleminden sonra kesici parçanın üst kısmında kalacak şekilde konsol aşağı indirilir.
- Tabla enine hareket mili, parmak freze çakısı yarıçapı ve iş parçasının yarıçapının toplamı kadar yana kaydırılarak parçanın üzerine ortalanır.
- Parmak freze çakısı ile iş parçası arasına kâğıt yerleştirilir.
- Konsol yukarı kaldırılır. Kaldırma işlemine kâğıdın kesici ile iş parçası arasında sıkışması sağlanıncaya kadar devam edilir.
- Sıkışma işleminden sonra konsol bileziği sıfırlanarak kesici talaş derinliği vermeye hazır hale getirilir.
- İstenen talaş derinliği verilerek tablanın boyuna ilerleme hareketi ile kanal açılır.

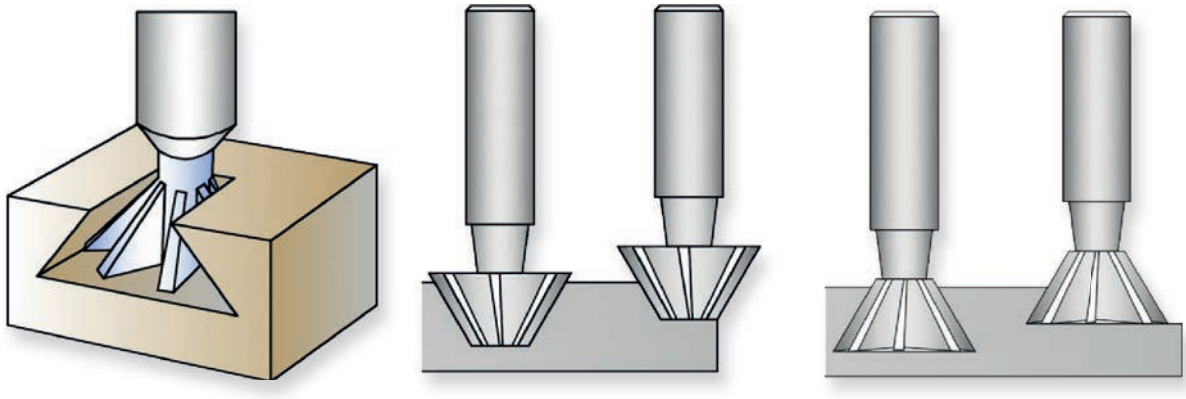
6.2.2. T ve V Freze Çakıları ile Kanal Açma

T freze çakıları ile V freze çakılarının birden fazla kesme ağzı bulunur. T freze çakıları T şeklinde kanallar ve yarım ay kama kanalları açmak için kullanılır. V freze çakıları ise kırlangıç kuyruğu kanalların açılmasında ve keskin köşelere pah kırmada kullanılır. Çakıların sert maden uçlu olarak imal edilen çeşitleri de bulunur. Kanal açılacak iş parçaları doğrudan tezgâh mengenesine bağlanabildiği gibi divizör-punta arasına veya tezgâh tablası üzerine de bağlanabilir. V kanalı açma işlemi sırasında şunlara dikkat edilmelidir:

- T ve V kanalı açılmadan önce kanalın üst kısmına uygun çapta parmak freze çakısı ile kanal açılır.
- Sap tipi dikkate alınarak freze çakısı dik başlığa pensler yardımı ile bağlanır.
- Tezgâh çalıştırılır.
- Parçanın üzerine ince bir kâğıt konulur ve kesici kâğıda temas edinceye kadar konsol yukarı kaldırılır.
- Kâğıt, kesici ve parçanın arasına sıkışınca mikrometrik bilezik sıfırlanır.
- Tezgâh uygun devire ayarlanır.
- Kanal derinliği elde edilinceye kadar talaş alınarak kanal açılır.



Görsel 6.13: T freze çakısı ile kanal açma örnekleri



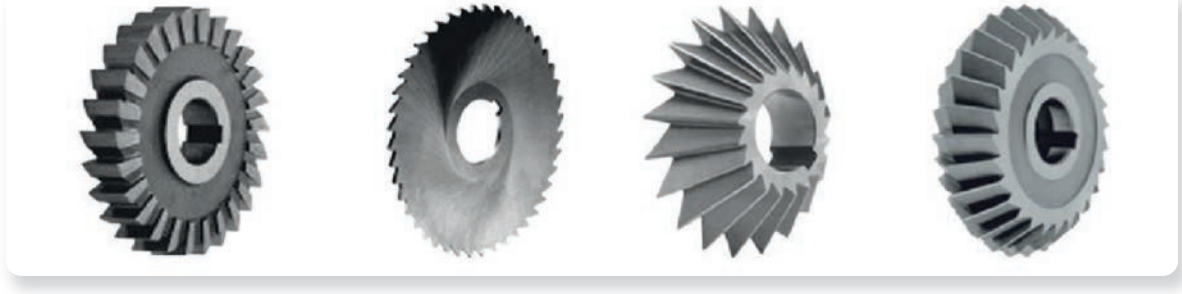
Görsel 6.14: V freze çakıları ile kanal açma örnekleri

6.2.3. Testere ve Kanal Freze Çakıları ile Kanal Açma

Testere freze çakılarına **tepsi freze çakıları** da denir. Daha çok kesme işlemlerinde ve kalınlığı ince olan kanalların açılmasında kullanılır. Kanal freze çakıları ise farklı diş yapılarında üretilip farklı profillerdeki kanalların açılmasında ve genişletilmesinde kullanılır.

Kanal açma işlemi sırasında şunlara dikkat edilmelidir:

- Kanal açılacak parça üzerine markalama işlemi yapılmalıdır.
- Kanal şekline ve malzeme cinsine uygun olarak seçilen freze çakısı malafa miline kesme yönü dikkate alınarak bağlanır.
- Kanalın parça üzerindeki konumuna göre kesici, dikey veya yatay başlığa bağlanabilir.
- İş parçasının profili dikkate alınarak tezgâh mengenesine, divizör-punta arasına veya bağlama pabuçları ile tezgâh tablasına bağlanır.
- Kesici önce yandan sonrada üstten ince bir kâğıt yardımı ile sıfırlanarak parça üzerinde ortalanır. Sıfırlama işlemi sırasında kesicinin yarıçapı veya genişliği dikkate alınmalıdır.
- Kesici, parçanın üzerinden boşluğa çekilir.
- Konsol kanal derinliği kadar yükseltilir. Kanal açma işlemi malzeme cinsine göre kademe kademe veya tek pasoda yapılabilir.
- Kanal açma işlemi sırasında uygun devir sayısı ve ilerleme hızı verilmelidir.
- Kesme işlemi sırasında soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Kanal açma işleminden sonra kanal genişliği ve derinliği kontrol edilmelidir.

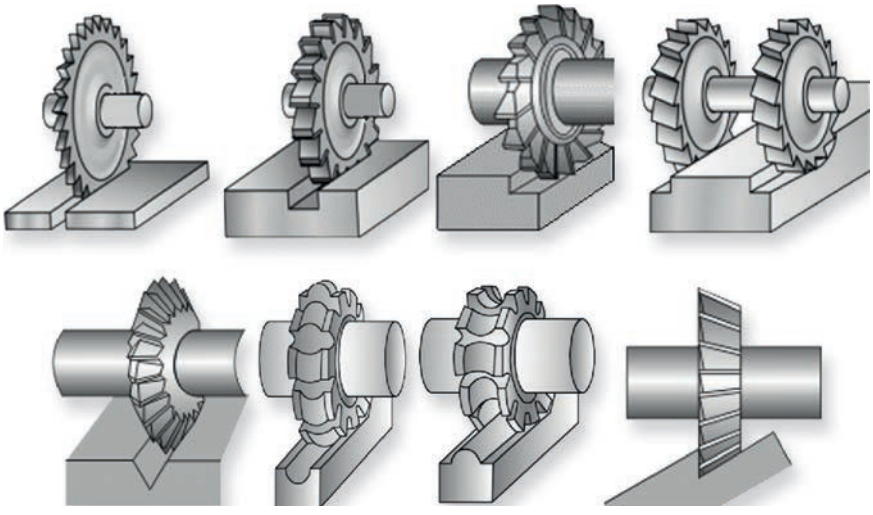


a. Düz b. Testere c. Tek açılı d. Çift açılı

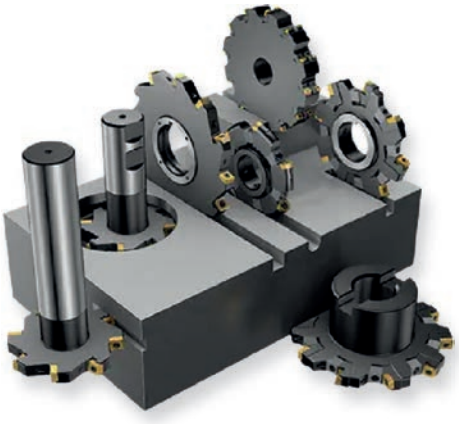


e. Köşe yuvarlatma f. İçbükey g. Dışbükey h. Takma uçlu testere

Görsel 6.15: Kanal freze çakısı çeşitleri



Görsel 6.16: Kanal freze çakısı çeşitleri ve kullanım örnekleri



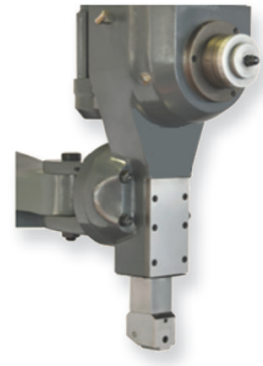
Görsel 6.17: Takma uçlu kanal freze çakısı çeşitleri ve kullanım örnekleri

6.2.4. Deliklere Kama Kanalı Açma

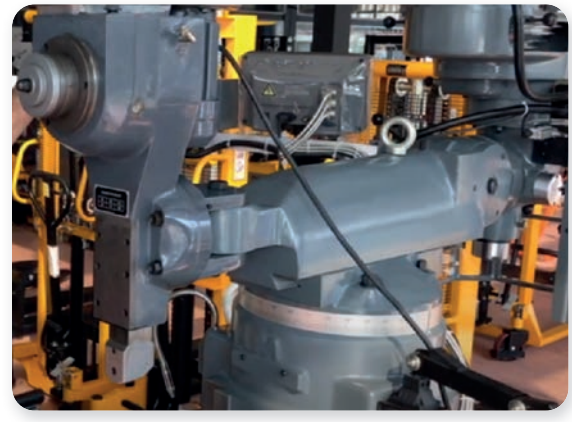
Freze tezgahlarında deliklere kama kanalı açma işlemlerinde eksantrik başlıklar veya özel kama kanalı açma aparatları kullanılır. Eksantrik başlıklar dişli ve kasnaklar üzerine kama kanallarının açılmasında ve düzgün biçimi olmayan deliklerin işlenmesinde kullanılır. Tezgâh milinden gelen dairesel

hareketi doğrusal harekete çeviren eksantrik başlık yukarı- aşağı ilerleme hareketi ile parça üzerinden talaş alma işlemi yapar.

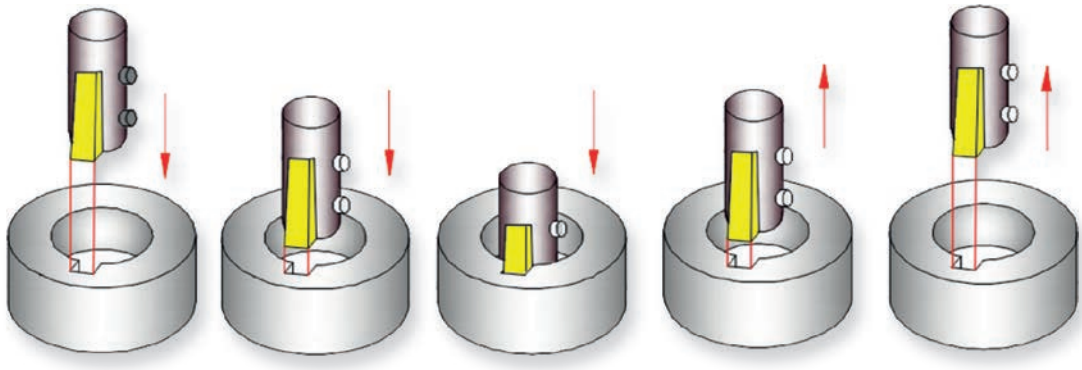
Deliklere kama kanalı açmada işlem sırası şöyledir:



1. Kama kanalı açma işleminden önce markalama işlemi yapılır.
2. Kanalın şekline uygun freze çakısı seçilir ve eksantrik başlığa bağlanır.
3. İş parçası; parçanın şekline göre mengeneye, tezgâh tablasına veya döner tablaya bağlanır.
4. Kanal ölçülerine göre eksantrik başlığın boyuna veya enine kurs boyu ayarlanır.
5. Freze çakısı delik iç yüzeyine temas ettirilerek sıfırlanır.
6. Kesici parçanın üst yüzeyine değdirilerek mikrometrik bilezikten boy sıfırlaması yapılır.
7. Tezgâh çalıştırılarak kama kanalı açma işlemi yapılır. Talaş alma işlemi ayarlanan derinliğe ulaşıncaya kadar otomatik olarak devam edecektir.
8. Birden fazla kanal açılacak parçalar döner tablaya bağlanarak işlenmelidir. Birinci kanal açma işleminden sonra parça uygun açıda döndürülerek diğer kanalların açılma işlemine devam edilir.
9. Kama kanalı açma işlemi sırasında soğutma sıvısı kullanılmalıdır.



Görsel 6.18: Özel kama kanalı açma aparatı

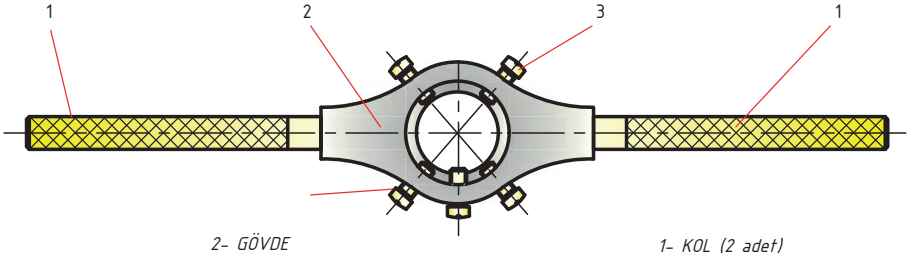


Görsel 6.19: Kama kanal açmada işlem sırası



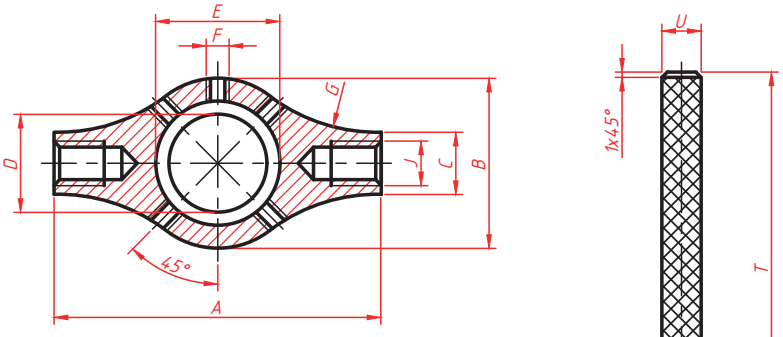
Görsel 6.20: Kama kanalı açılmış parça örnekleri

ÖĞRENME BİRİMİ	FREZEDE DELİK AÇMA VE KANAL AÇMA İŞLEMLERİ	1. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	PAFTA KOLU	SÜRE 60 dk

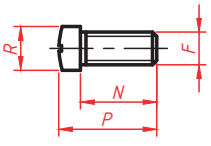


2- GÖVDE

1- KOL (2 adet)



3- CIVATA (5 adet - Hazır)



	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T	U
1	50	28	10	15	20,2	M4	32	9,5	M6	4	5,5	10	6	8	5,5	8	70	7
2	62	34	14	20	25,2	M5	34	12	M8	3	9	12	10	14	9	10	80	8
3	70	40	15	27	30,2	M5	36	15	M10	4	11	14	12	15	10	10	100	10
4	100	52	19	30	38.2	M6	50	17	M12	3	14	16	14	18	8	12	120	12
5	100	60	24	38	45.2	M6	50	22	M12	9	13	20	14	18	10	15	165	13,5

Başlama Tarihi	.../ .... /202.		Verilen Süre														
Başlama Saati			Kullanılan Süre						Öğrencinin Adı/Soyadı				Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey Kalitesi	A-B-C-D-E ölçüsü	F ölçüsü	G ölçüsü	H-J ölçüsü	K-L-M ölçüsü	S-T-ölçüsü	U-ölçüsü	Tırtıl Çekme	TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza				
Takdir edilen puan	8	8	7	20	12	3	12	9	12	3	6	100	YÜZ				
Öğrencinin aldığı puan																	

6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları okuyarak boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

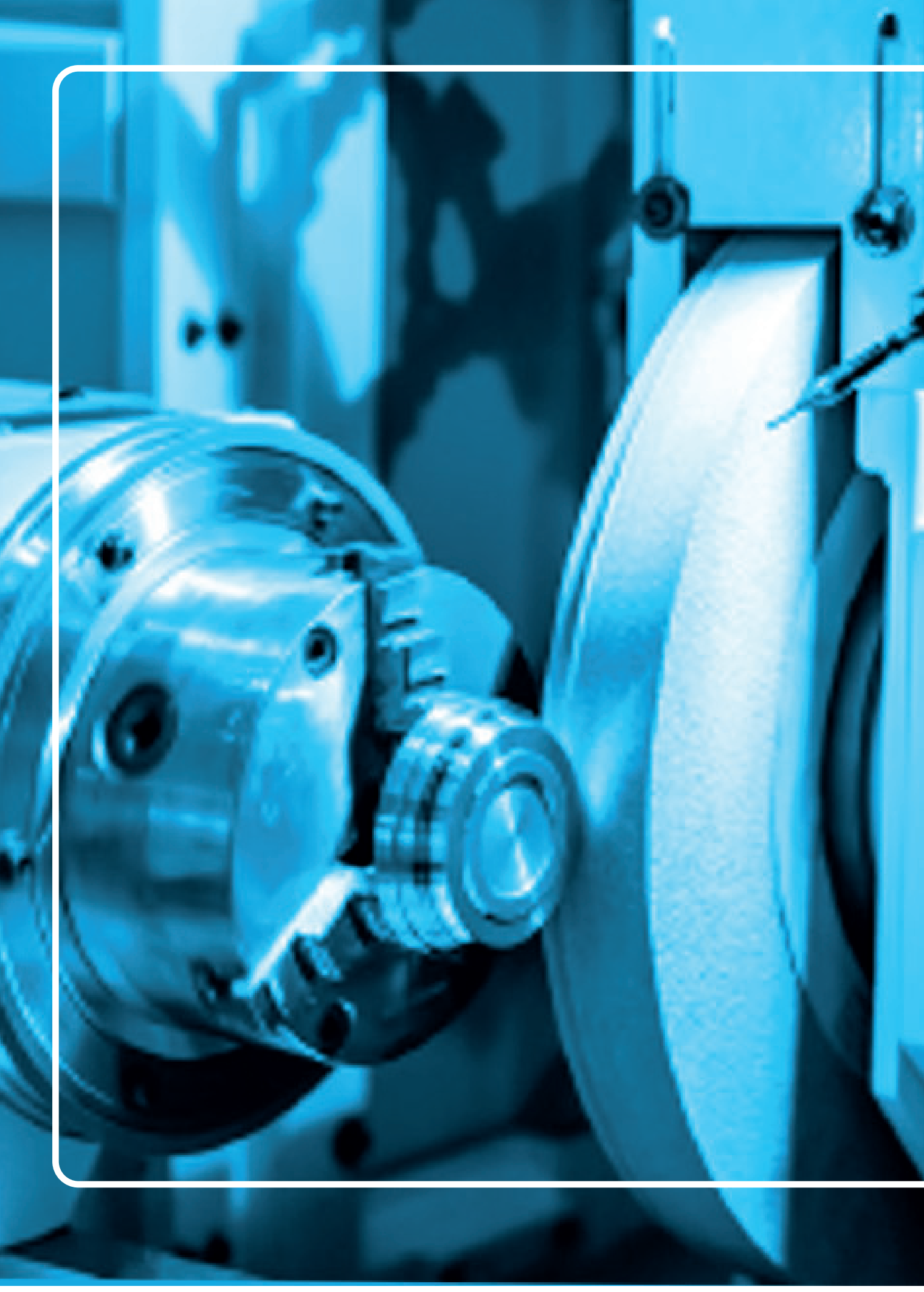
1. Delme işleminden sonra delik yüzeylerinden işleme payının alınarak ölçüsüne getirilmesi işlemine ..... denir.

2. Delik büyütme işlemine ..... da denir. Ön delme işlemi yapılıp işleme payı bırakılan delikleri hassas olarak işlemek için kullanılan takımlara ise ..... denir.

3. ..... dişli çark ve kasnak gibi hareket iletme elemanlarını miller üzerine sökülebilir olarak bağlamaya yarayan makine elemanlarıdır. Miller üzerine kamaların takılması için açılan yuvalara ise ..... denir.

4. Freze tezgahlarında deliklere kama kanalı açma işlemlerinde ..... veya ..... kullanılır.

5. ..... işlemlerinde silindirik saplı matkaplar, konik saplı matkaplar, havşa matkapları, karbür matkaplar ve değiştirilebilir uçlu matkaplar kullanılır.





7 ÖĞRENME BİRİMİ
DİŞLİ AÇMA İŞLEMLERİ

KONULAR

7.1. BÖLME ARAÇLARI

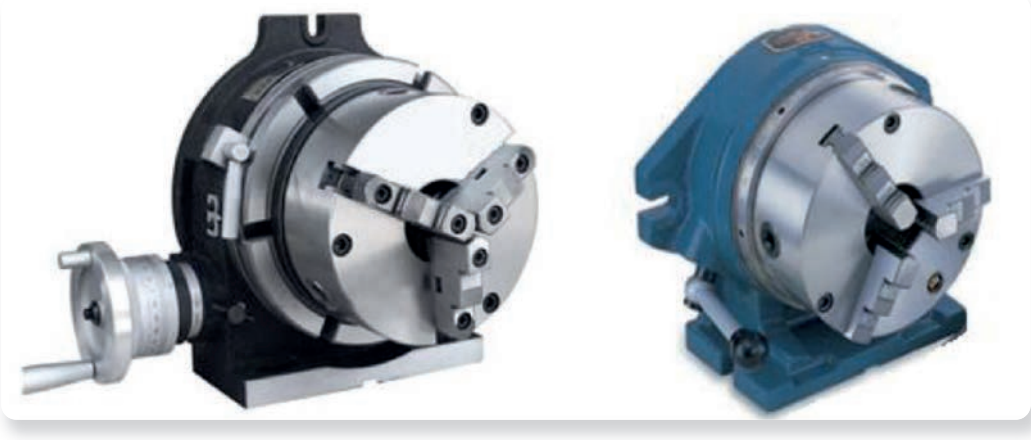
7.2. DİŞLİ ÇARKLAR

7.1. BÖLME ARAÇLARI

İş parçalarının üzerine eşit veya eşit olmayan aralıklı delik ve kanallar açma işlemine **bölme işlemi** denir. Dişli çark açma işlemi, silindirik veya düzlemsel yüzeylere farklı profillerde kanallar açarak bölme işlemi yapmaktan ibarettir. Bölme işlemleri sırasında kullanılan araçlara **bölme araçları** denir. Bölme araçları, basit bölme araçları, üniversal bölme araçları (divizör), özel bölme araçları ve döner tabla (yatay ve düşey bölme araçları) olarak sınıflandırılabilir.

7.1.1. Basit Bölme Araçları

Doğrusal bölüntüler oluşturma, farklı profil ve açılarda kanallar açma ve silindirik parçaların üzerlerinde düzlem yüzeyler oluşturmak için kullanılan bölme araçlarıdır. Basit bölme araçlarında üzerinde bulunan milimetrik bölüntülerden, kanal ve deliklerden yararlanılarak bölme işlemleri yapılır.



Görsel 7.1: Basit bölme araçları

Aynalar 24 veya 36 bölüntülü olarak üretilir. Bölüntü sayısı 24 ve 36 sayısının tam böleni olmak zorundadır. Dolayısı ile basit bölme araçları ile üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen, sekizgen gibi doğrudan bölme işlemleri yapılabilir. Bölme araçları tezgâh tablasına T civata ve somun yardımı ile bağlanır. Kısa iş parçaları ayna ayaklarına bağlanır. Uzun iş parçaları ise ayna-punta arasına bağlanır.

$$nk = \frac{k}{Z}$$

nk : Çevirme oranı
k : Ayna üzerindeki bölüntü sayısı
Z : Elde edilecek bölüntü sayısı

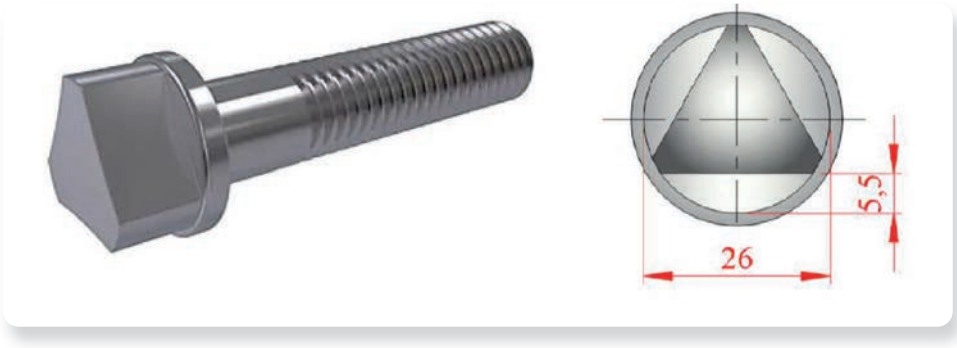
Örnek Uygulama:

Aynası üzerinde 24 adet kanal bulunan basit bölme aygıtı ile 26 mm çapındaki bir mil üzerinde kenar uzunluğu 20 mm olan eşkenar üçgen işlenecektir. Atlatılacak kanal sayısını hesaplayınız. Verilecek talaş derinliğini 5,5 mm olarak alınız.

$nk = \frac{k}{Z} = \frac{24}{3} =$ 8 kanal atlatılacaktır.

Bölme işlemi şöyledir;

1. Parça divizör aynasına bağlanır ve tezgâh çalıştırılır.
2. Kesici ile parçanın eksen ayarı yapıldıktan sonra kesici parçaya temas ettirilerek sıfırlanır.
3. Kesici kalitesi veya malzeme cinsine göre 5,5 mm talaş derinliği 1 paso veya birkaç pasoda verilerek üçgenin birinci yüzeyi işlenir.
4. Kesici parçanın üzerinden uzaklaştırılır.
5. Ayna 8 kanal atlatılarak döndürülür. Kesici parçaya yaklaştırılarak ikinci yüzey işlenir.
6. Kesici parçanın üzerinden tekrar uzaklaştırılır.
7. Ayna 8 kanal daha atlatılarak döndürülür. Kesici parçaya yaklaştırılarak üçüncü yüzey işlenir.
8. Parça aynadan çıkarılır, çapakları eğe veya zımpara yardımı ile temizlenir.

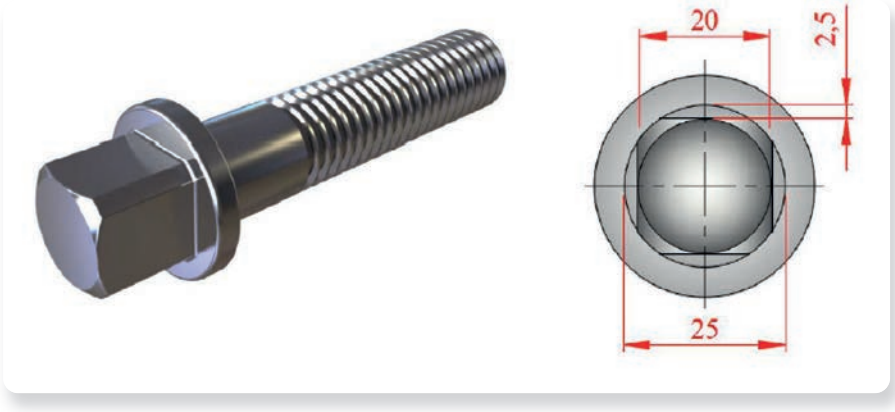


Görsel 7.2: Basit bölme aracı ile 3'e bölünmüş parça örneği

Örnek Uygulama:

Aynası üzerinde 36 adet kanal bulunan basit bölme aygıtı ile 25 mm çapındaki bir mil üzerine kenar uzunluğu 20 mm olan kare işlenecektir. Atlatılacak kanal sayısını ve talaş derinliğini hesaplayınız.

$nk=\frac{k}{z}=\frac{36}{4}=9$ kanal atlatılacak. Talaş derinliği $\frac{25-20}{2}=$ mm'dir.

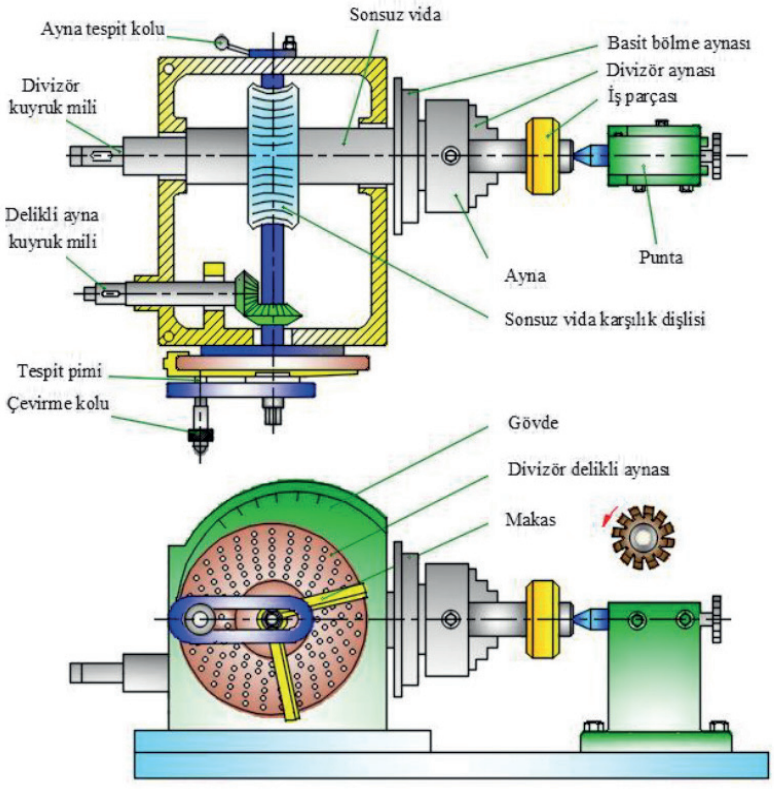


Görsel 7.3: Basit bölme aracı ile 4'e bölünmüş parça örneği

7.1.2. Divizörler

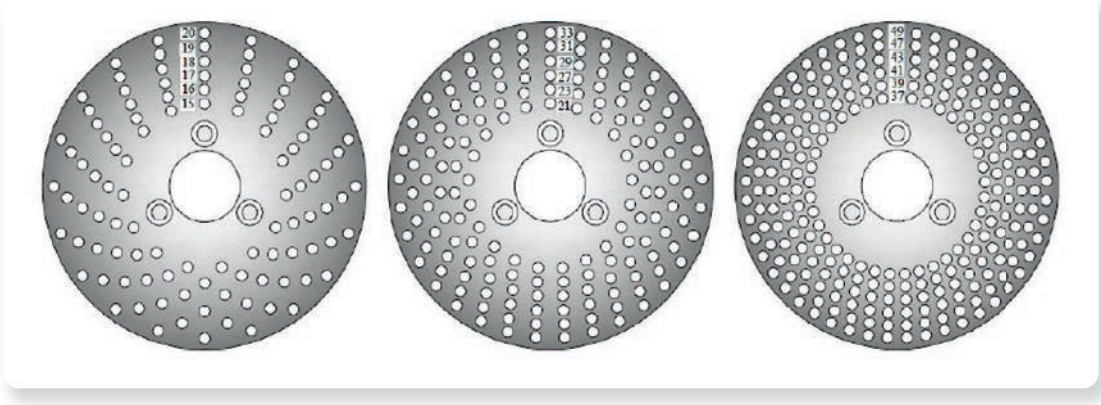
Basit ve dolaylı bölme işlemlerinde kullanılan bölme araçlarıdır. **Üniversal bölme aygıtı** da denir. Basit ve dolaylı bölme işlemlerinde kullanılabilir. Basit bölme aygıtlarından daha geniş kullanım alanına sahiptir. Divizörlerin sonsuz vida ve karşılık dişlisi oranı genellikle 1/40, 1/60 ve 1/80 olarak imal edilir. 1/40 oranı, sonsuz vidanın 40 tam turu sonucunda karşılık dişlisinin 1 tam tur yapacağı anlamına gelir.

Divizörler; delikli ayna, basit bölme aynası, çevirme kolu, makas, kuyruk mili malafası, delikli ayna kuyruk mili malafası, gezer punta ve tespit piminden oluşur. Divizörlerle beraber paraçol, paraçol muylusu, muylu bilezikleri, dişliler ve birleştirme elemanları kullanılır.



Görsel 7.4: Divizörün kısımları

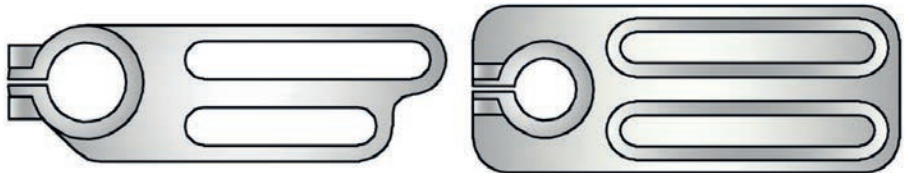
Divizörün basit bölme aynası üzerinde bulunan kanallar yardımı ile basit bölme işlemleri yapılır. Basit bölme aynası ile bölme işlemlerinin yapılamadığı durumlarda delikli ayna kullanılır. Delikli ayna ile doğrudan bölme işleminin yapılamadığı durumlarda ise dolaylı (yedirmeli) bölme işlemleri yapılır. Silindirik parçalar üzerine eşit aralıklı bölüntüler oluşturabilmek için delikli ayna üzerine özel sayılarda delikler açılmıştır. Delikli aynalar tek tarafı delikli veya çift tarafı delikli olarak üretilir.



Görsel 7.5: Delikli ayna delik sayılarının gösterilmesi

Tablo 7.1: Çift yüzlü aynalarda delikli ayna delik sayıları

1.Aynada	**1.Yüz**	15	16	17	18	19	20				
	2.Yüz	21	23	27	29	31	33				
2.Aynada	**1.Yüz**	24	25	28	30	34	37	39	41	42	43
	2.Yüz	46	47	49	51	53	54	58	59	62	66



Görsel 7.6: Paraçol çeşitleri



Görsel 7.7: Divizör ve yardımcı parçaları

7.1.1.1. Divizör ile Doğrudan Bölme İşlemleri

Basit bölme işlemleri için divizörün basit bölme aynasından faydalanılır. Basit bölme aynası 24 veya 36 bölüntülü olarak yapılır. Ayna üzerindeki delik ve kanallar kullanılarak bölüntü sayısı ayarlanır. Bölme işlemi sırasında divizör tablaya, iş parça ise divizör aynasına veya ayna-punta arasına bağlanır.

Bölüntü sayısı belirlenirken basit bölme aynası üzerinde bulunan delikler veya kanallar kullanılır. Basit bölme işlemleri sırasında aynanın kanal sayısı bölüntü sayısına bölünür. Bu yöntemde 24 veya 36 'yı tam bölen bölüntüler elde edilebilir. Örneğin; üzerinde 24 adet delik bulunan ayna ile ancak 2, 3, 4, 6, 8, 12 ve 24 adet eşit bölüntü yapılabilir. Delikli ayna kolu çevrilerek parçanın dönmesi sağlanır. Talaş kaldırma işlemi sırasında aynanın dönmemesi için delikli ayna pimi sabitlenir.

Divizörün arka tarafında bulunan basit bölme aynası ile bölme işleminin yapılamadığı durumlarda bölme işlemi divizör delikli aynası ve makas beraber kullanılır.

Düz dişli çark çevirme oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$nk = \frac{k}{Z}$$

nk: Çevirme oranı
k: Sonsuz vida karşılık dişlisi diş sayısı
Z: Elde edilecek bölüntü sayısı

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida diş sayısı 40 olan bir divizör ile 21 bölüntü elde edilecektir. Çevirme kolu döndürme oranını hesaplayınız.

$$nk = \frac{k}{Z} = \frac{40}{21} = 1\frac{19}{21}$$

1 : Tam tur sayısı
19 : Atlatılacak delik sayısı
21 : Seçilecek delikli ayna sayısı

Çevirme oranı; 21 delikli aynasında 1 tam tur 19 delik atlatılacak demektir. Eğer delikli sayısı ayna üzerinde yoksa delik sayılarına uygun sadeleştirme veya çarpma işlemleri delikli ayna sayısı bulununcaya kadar devam edilir.

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida karşılık dişlisi 40 olan bir üniversal bölme aygıtında çapı 20 mm olan iş parçası üzerine 11 adet kanal açılacaktır. Çevirme kolu döndürme oranını hesaplayınız.

$$nk = \frac{k}{Z} = \frac{40}{9} = 4\frac{4}{9} = 4\frac{4}{9} = 4\frac{8}{18}$$
(2)

4 : Tam tur sayısı
8 : Atlatılacak delik sayısı
18 : Seçilecek delikli ayna sayısı

9 delikli aynası olmadığından kesir 2 ile genişletilmiştir.

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida karşılık dişlisi 40 olan bir üniversal bölme aygıtında diş sayısı 28 düz dişli işlenecektir. Çevirme kolunu döndürme oranını hesaplayınız.

$$nk = \frac{k}{Z} = \frac{40}{28} = 1\frac{12}{28}$$

1 : Tam tur sayısı
12 : Atlatılacak delik sayısı
28 : Seçilecek delikli ayna sayısı

Doğrudan bölmede işlemi sırası şöyledir;

1. Doğrudan bölme aparatı tezgâh tablasına bağlanır.
2. Parça divizör aynasına bağlanır.
3. Hesaplanan çevirme oranına göre delikli ayna ve delikli ayna üzerinde delik sayısı belirlenir.
4. Atlatılacak delik sayısına göre makas açıklığı ayarlanır.
5. Bölme işleminden önce kesici çapına ve kesme hızına uygun devir sayısı seçilir.
6. Kesici takım parça üzerinde sıfırlanır ve sonra uygun talaş derinliği verilir.
7. İlk talaş alma işleminden sonra ikinci bölme için çevirme kolu hep aynı yönde çevrilir.
8. Çevirme kolu ayarlandıktan sonra pim deliğe takılarak aynanın dönmesi engellenmelidir.

7.1.1.2. Divizör ile Açısal Bölme İşlemleri

İş parçası üzerinden eşit olmayan aralıklarla yapılan bölme işlemlerine **açısal bölme işlemleri** denir. Diş veya bölüntü sayısı yerine silindirik parçaların çevre açısı olan 360° yazılır. İki bölüntü arası açı **α** olarak gösterecek olursa;

$nk = \frac{k}{Z} = \frac{40}{360°} = \frac{1}{9}$ oranı bulunur.

$n = \frac{1}{9} \cdot \alpha$ formülü elde edilir.

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida karşılık dişlisi 40 olan bir üniversal bölme aygıtında bir silindirik parçanın üzerine aralarında 30° lik açı bulunan 5 adet kanalı açılacaktır. Çevirme oranını hesaplayınız.

$$nk = \frac{1}{9} . \alpha = \frac{1}{9} . 30° = \frac{30}{9} \text{ x } \frac{6}{6} = \frac{180}{54} = 3\frac{18}{54}$$

3 : Tam tur sayısı
18 : Atlatılacak delik sayısı
54 : Seçilecek delikli ayna sayısı

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida karşılık dişlisi 40 olan bir üniversal bölme aygıtında bir silindirik parçanın üzerine aralarında 50°, 60° ve 70° açı bulunan 3 adet kanal açılacaktır. Çevirme oranlarını hesaplayınız.

$$\mathbf{nk} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{9}} . \boldsymbol{\alpha} = \frac{1}{9} . 50° = \frac{80}{9} \text{ x } \frac{3}{3} = \frac{150}{27} = 5\frac{15}{27}$$

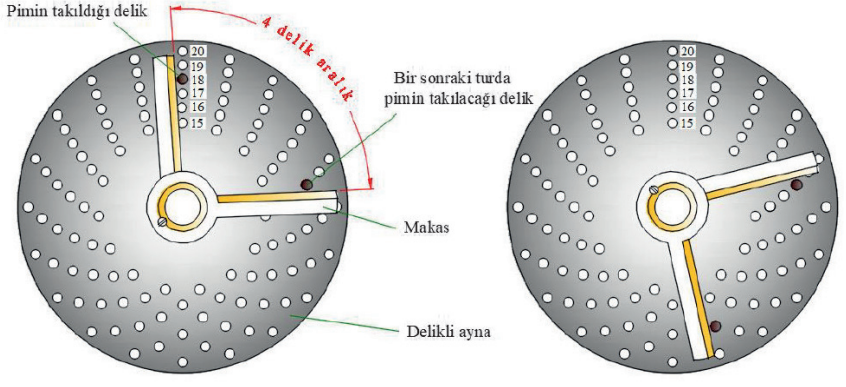
5 : Tam tur sayısı
15 : Atlatılacak delik sayısı
27 : Seçilecek delikli ayna sayısı

$$\mathbf{nk} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{9}} . \boldsymbol{\alpha} = \frac{1}{9} . 60° = \frac{60}{9} \text{ x } \frac{4}{4} = \frac{240}{36} = 6\frac{24}{36}$$

6 : Tam tur sayısı
24 : Atlatılacak delik sayısı
36 : Seçilecek delikli ayna sayısı

$$\mathbf{nk} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{9}} . \boldsymbol{\alpha} = \frac{1}{9} . 70° = \frac{70}{9} \text{ x } \frac{2}{2} = \frac{150}{27} = 7\frac{4}{18}$$

7 : Tam tur sayısı
4 : Atlatılacak delik sayısı
18 : Seçilecek delikli ayna sayısı



Görsel 7.8: 18 delikli aynasında makasın 4 delik aralığına ayarlanması

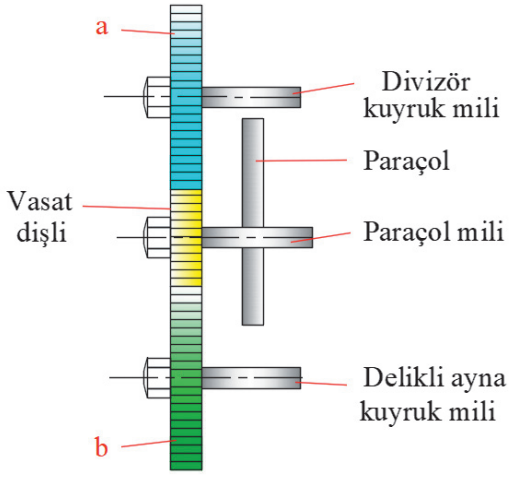
7.1.1.3. Divizör ile Yedirmeli Bölme İşlemleri

Bölme işlemlerinde doğrudan bölme işlemlerinin yapılamadığı durumlarda divizör kuyruk mili ile delikli ayna kuyruk mili arasına dişli çarklar takılarak yapılan bölme işlemlerine yedirmeli bölme (dolaylı bölme) denir. Kendinden başka böleni olmayan ve delikli ayna üzerinde bulunmayan bölme işlemleri yedirmeli bölme ile yapılır. Yedirmeli bölmede çevirme kolu dönerken delikli aynada ileri geri dönme hareketi yapar. Döndürme işlemi sırasında tespit piminin takılı olmasına dikkat edilmelidir.

Çevirme kolu çevirme oranı hesaplanırken **nk = k / Z** oranın sadeleşmemesi durumunda bölüntü sayısına (Z) yakın bir sayı seçilerek çevirme oranı seçilir. Bu oran **nk1 = k / Z1** ile ifade edilir. Asıl bölüntü sayısı ile yardımcı bölüntü sayısı arasındaki fark **(n – n1)** dişli çarklar kullanılarak yedirilir. Bu durumda çevirme oranı formülü;

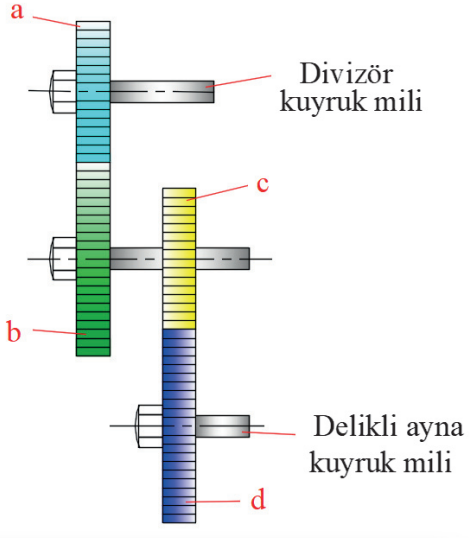
$$nk = \frac{a}{b} = \frac{k(Z1 - Z)}{Z1}$$

Nk : Çevirme oranı
a : Divizör kuyruk miline takılan çeviren dişli
b : Delikli ayna kuyruk miline takılan çevrilen dişli
k : Sonsuz vida karşılık dişlisi diş sayısı
Z : Bölüntü sayısı
Zı : Yardımı bölüntü sayısı



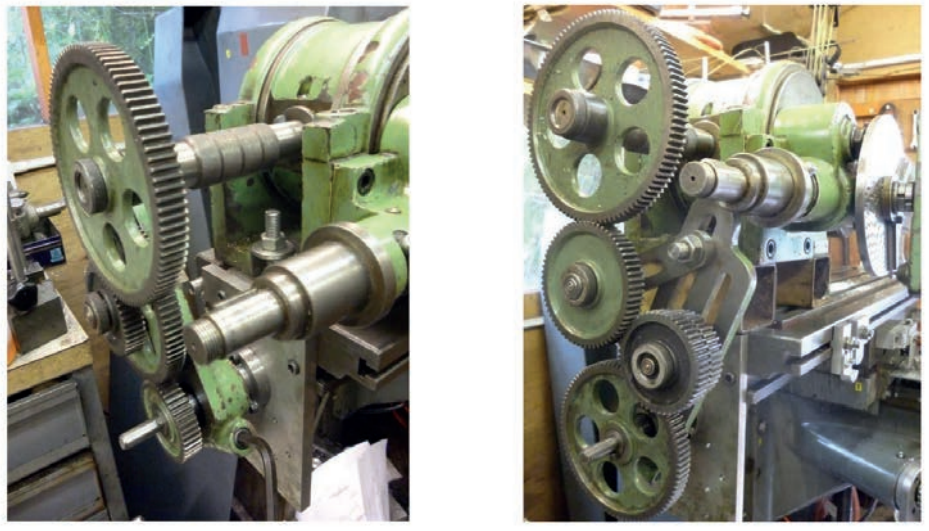
$$nk = \frac{a.c}{b.d} = \frac{k(Z1 - Z)}{Z1}$$

nk : Çevirme oranı
a : Divizör kuyruk miline takılan çeviren dişli
b : Paraçol miline takılan çevrilen dişli
c : Paraçol miline takılan çeviren dişli
d : Delikli ayna kuyruk miline takılan çevrilen dişli
k : Sonsuz vida karşılık dişlisi diş sayısı
Z : Bölüntü sayısı
Zı : Yardımı bölüntü sayısı



Sabır öyle bir iptir ki; sen kopacak sanırsın; o gittikçe güçlenir. Sen bitecek sanırsın, gittikçe çoğalır.

(Hz. MEVLANA)



Görsel 7.9: Divizöre dişlilerin ve paraçolun bağlanması

Örnek Uygulama:

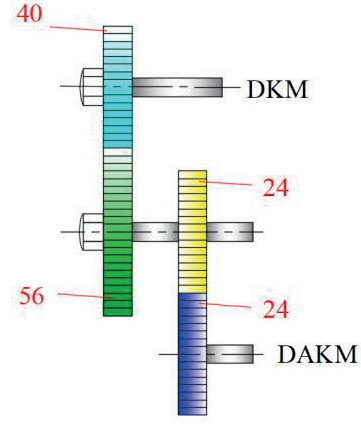
Divizör kullanılarak silindirik bir parça üzerine 55 adet bölüntü oluşturulacaktır. Döndürme oranını ve dişli çark diş sayılarını hesaplayınız.

Divizör aynası üzerinde 55 delik bulunmadığından çevirme kolunun dönme hareketi ile aynanın dönme hareketinin oranlanması gerekir.

$$nk = \frac{a}{b} = \frac{k(Z1 - Z)}{Z1} = \frac{40(56-55)}{56} = \frac{40}{56}$$

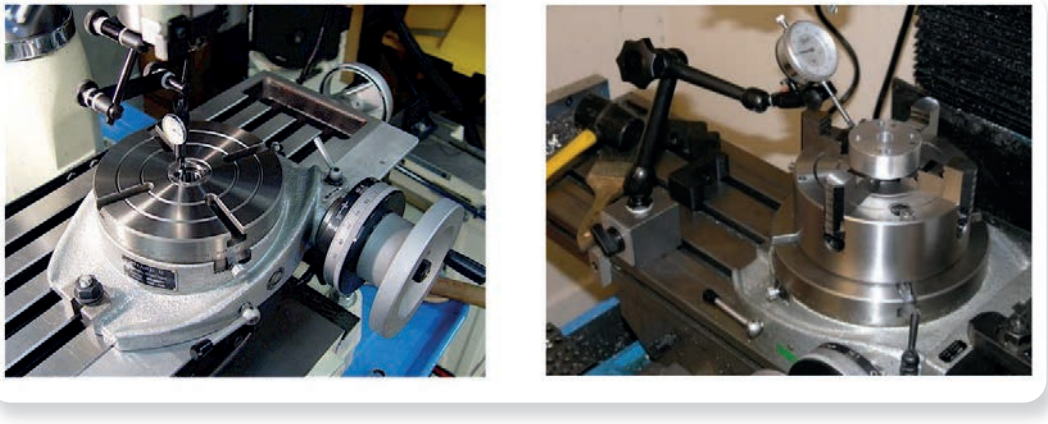
$$nk = \frac{a.c}{b.d} = \frac{k(Z1 - Z)}{Z1} = \frac{40(56-55)}{56} = \frac{40}{56} = \frac{40:4}{56:4}$$

$$nk = \frac{10}{14} = \frac{5.2}{7.2} = \frac{5x8.2x12}{7x8.2x12} = \frac{40.24}{56.24}$$



7.1.2. Döner Tabla

İş parçalarının iç ve dış yüzeyleri üzerine diş açma, eğrisel frezeleme işlemleri yapma, basit bölme işlemleri yapma ve dairesel eksen üzerine deliklerin açılmasında kullanılır. Çalışma konumlarına göre y**atay veya düşey bölme aparatı** olarak da adlandırılır. Sadece yatay olarak veya sadece dikey konumda çalışacak şekilde üretildiği gibi hem yatay hem de dikey konumda çalışacak şekilde de üretilir. Üzerlerinde parçaların bağlanabilmesi için T kanalları vardır. Dikey çalışan döner tablalar ile açısal bölme işlemleri de yapılabilir. Frezeleme işlemlerinden önce döner tablanın bir komparatör yardımı ile merkezlenmesi gerekir.

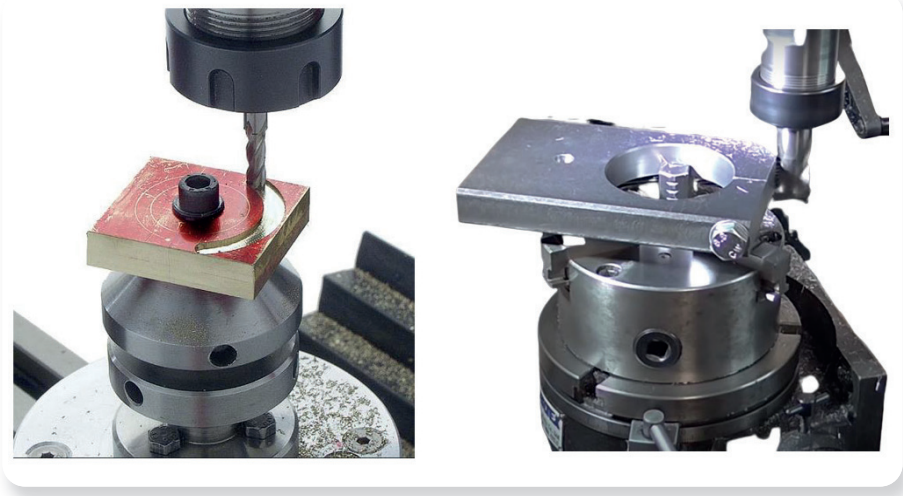


Görsel 7.10: Döner tabla ekseninin ve parça ekseninin komparatör ile kontrolü

Döner tabla çevresel bölme işlemlerinde bölüntüler arasındaki aralığın eşit olmadığı durumlarda da kullanılır. Üzerinde bulunan açısal bölüntülü flanş ile hesaplama işlemleri yapmadan açısal döndürme işlemleri yapılabilir. Üzerlerine küçük aynalar bağlanarak da kullanılabilir.



Görsel 7.11: Döner tabla çeşitleri



Görsel 7.12: Döner tabla ile parça işleme örnekleri

7.2. DİŞLİ ÇARKLAR

Eksenleri birbirine yakın olan miller arasında güç ve hareket iletmek için kullanılan farklı diş profillerine sahip makine elemanlarıdır. Dişliler, hareket verilen tüm makine elemanlarının hızına ve dönüş yönüne karar verir. Dişliler dönme hareketini kayma söz konusu olmadan iletir. Hareket ve güç iletimi için en az iki düz dişlinin beraber çalışıyor olması gerekir. Beraber çalışan dişlilerin dönüş hızları birbirine eşit, dönüş yönleri ise birbirinin tersidir. Motordan ilk hareketi alan dişliye **çeviren dişli (tahrik dişlisi)**, ikinci hareketi alan dişliye ise **çevrilen dişli (tahrik edilen dişli)** denir.



Görsel 7.13: Dişli çark çeşitleri

Dişliler ile hareket iletiminde diş sayısına bağlı olarak hareket hızı artar ya da azalır. Küçük dişli (pinyon) tahrik eden mil üzerindeyse, hız azalır ve dönme kuvveti artar. Eğer pinyon dişli tahrik edilen mil üzerinde ise, hareket hızı artar ve dönme kuvveti azalır. Örneğin, tahrik edilen dişlinin diş sayısı pinyon dişlinin iki katı ise, pinyon dişlinin hızı, tahrik edilen dişlinin hızının iki katı olur.

Dişli çarklar; üniversal freze tezgahlarında, azdırma tezgahlarında, CNC freze tezgahlarında, tel erozyon tezgahlarında ve özel dişli açma tezgahlarında üretilebildiği gibi kaynaklama yoluyla, döküm yoluyla veya presleme yoluyla da üretilir.

7.2.1. Düz Dişli Çarklar

Birbirine paralel iki mil arasında hareket ve güç iletmek için kullanılan eşit adımlı standart profilli girinti ve çıkıntılardan oluşan dişlilerdir. Silindirik parçalar üzerine açıldığından düz dişlilere **silindirik dişliler** de denir. Üzerine aynı profil ve adımda kanallar açılmıştır. Diş üstü çapları mil eksenine paraleldir. Üretim kolaylığı nedeniyle yüksek hassasiyetle üretilir.

Düz dişli çarklar dişli çifti olarak çalışır. Dişlilerden daha fazla dişe sahip olan dişliye **dişli**, daha az dişe sahip olana **pinyon dişli** denir. Dişli ikilisinin çevre hızları birbirine eşit, dönüş yönleri ise birbirine terstir.



Görsel 7.14: Dıştan ve içten çalışan dişli çiftleri

Dıştan çalışan dişlilerin dişleri, silindirik malzemelerin dış silindirik yüzeyine açılır. İçten çalışan dişlilerin dişleri ise iç silindirik yüzeyine açılır. İki dişli birbirini kavradığında dişler arasında kalan boşluk dişlilerin rahat dönüşü için gereklidir. Boşluk çok büyük olduğunda titreşim ve gürültünün artmasına, çok küçük olduğunda ise sıkışma ve yağlama yapılamamasından dolayı dişlerin kırılmasına neden olur. Düz dişliler kullanım yerlerine göre çelik, paslanmaz çelik, dökme demir, pirinç, bronz, plastik ve polikarbonat malzemelerden yapılabilir.

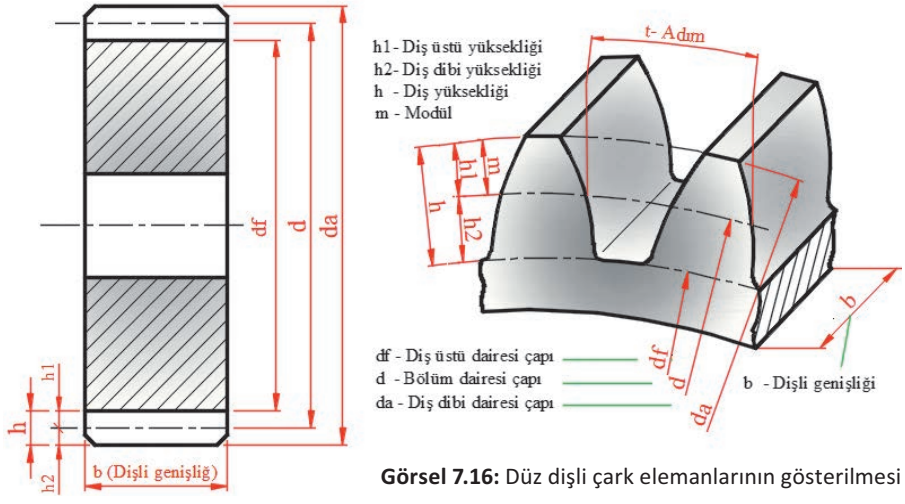
Düz dişliler arabaların ve tezgahlarının vites (şanzıman) kutularında, dişli pompalarında, dairesel hareketi doğrusal harekete çeviren dişli sistemlerinde, kaldırma ve taşıma araçlarında, küçük ev aletlerinde ve düşük devirlerde çalışan sistemlerde kullanılır.



Görsel 7.15: Farklı tip ve ölçülerde üretilmiş düz dişli çark çeşitleri

7.2.1.1. Düz Dişli Çark Elemanları ve Çevirme Oranının Hesaplanması

Düz dişli çarkların açılabilmesi için modül, diş sayısı, diş üstü dairesi çapı ve diş yüksekliği değerlerinin bilinmesi, divizör çevirme oranı hesabının ve divizör ayarlarının yapılması gerekir.



Görsel 7.16: Düz dişli çark elemanlarının gösterilmesi

Tablo 7.2: İç Dişli Çark Elemanları ve Formülleri

İç Düz Dişli Elemanları	Simge	Formül
Bölüm dairesi çapı: Dişliler birbiri ile çalışırken dişlerin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	d = m . z d = da – 2.m
Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**da**	da = d – 2.m da = m (z – 2)
Diş dibi dairesi çapı: Diş dibinden geçen dairenin çapıdır.	**df**	df = d + 2. (z - 2)

Tablo 7.3: Düz Dişli Çark Elemanları ve Formülleri

Düz Dişli Elemanları	Simge	Formül
Modül: Bölüm dairesi çapının diş sayısına bölünmesi ile bulunur. Birbiri ile çalışan dişlilerin modüllerinin aynı olması gerekir. Diş üstü yüksekliği aynı ölçüdür.	**m**	m = t / π m = d / Z m = h1
Adım: Bölüm dairesi üzerinde bulunan bir diş dolusu ile bir diş boşluğu arasındaki uzunluktur.	**t**	t = m. π
Diş Sayısı: Bölüm dairesi çapının modül ölçüsüne oranıdır.	**Z**	Z = d / m
Bölüm dairesi çapı: Dişlilerin birbiri ile çalışırken dişlilerin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	d = m . Z d= da – 2.m
Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**da**	da = d + 2.m da = m . (Z + 2)
Diş dibi dairesi çapı: Dişlinin diş dibinden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**df**	df = d – (2,332 . m) df = da – 2.h
Diş dibi yüksekliği: Bölüm dairesi çapı ile diş üstü dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h1**	h1 = m

Diş üstü yüksekliği: Bölüm dairesi ile diş dibi arası mesafe.	**h2**	h2 = 1,167 . m
Diş yüksekliği: Diş üstü dairesi çapı ile diş dibi dairesi arasındaki mesafedir.	**h**	h = 2,167. M h = (da – d) / 2
Eksenler arası mesafe: Birbiri ile çalışan iki dişlinin eksenleri arasındaki mesafedir.	**E**	$E = \frac{(d1 + d2)}{2}$
Dişli genişliği: 6~10 modül kadar yaklaşık bir ölçüdür.	**b**	b = ~ 6 – 10 . m b = ~ 2 – 5 . t

Düz dişli çark çevirme oranı hesabı aşağıdaki formül bulunur,

$$nk = \frac{k}{Z}$$

nk : Ayna çevirme kolunu çevirme miktarı
k : Sonsuz vida dişli çarkının diş sayısı
Z : Açılacak diş sayısı

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida dişli çarkı diş sayısı 40 olan bir divizörde modülü m:2 mm ve diş sayısı Z:34 olan düz dişli çarkı açmak için gerekli elemanları ve divizör çevirme oranını hesaplayınız. Dişli genişliğini 8 modül olarak alınız.

Verilenler

m: 2
Z: 34

- Bölüm dairesi çapı
- Diş üstü dairesi çapı
- Diş dibi dairesi çapı
- Diş yüksekliği
- Dişli genişliği
- Çevirme oranı

İstenenler

d = m . Z = 2 . 34 = 68 mm
da = m . (Z + 2) = 2 . (34+2)= 72 mm
df = d – (2,33 . m) = 68 – (2,332 . 2) = 63,336 mm
h = 2,166 . m = 2,166 . 2 = 4,332 mm
b = 8 . m = 8 . 2 = 16 mm
nk = k / Z = 40 / 34 = 1 (6/ 34) = 34 delikli aynasında 1 tam tur yapılır ve 6 delik atlanır.

Tablo 7.4: Çift yüzlü aynalarda delikli ayna delik sayıları

1.Aynada	**1.Yüz**	15	16	17	18	19	20				
	2.Yüz	21	23	27	29	31	33				
2.Aynada	**1.Yüz**	24	25	28	30	34	37	39	41	42	43
	2.Yüz	46	47	49	51	53	54	58	59	62	66

Örnek Uygulama:

Sonsuz vida dişli çarkı diş sayısı 40 olan bir divizörde modülü m = 2,5 mm ve diş sayısı Z = 25 olan düz dişli elemanlarını ve divizör çevirme oranını bulunuz. Dişli genişliğini 18 mm olarak alınız.

Verilenler

m: 2,5
Z: 25
b: 18 mm

- Bölüm dairesi çapı
- Diş üstü dairesi çapı
- Diş dibi dairesi çapı
- Diş yüksekliği
- Çevirme oranı

İstenenler

d = m.Z = 2,5 x 25 = 62,5 mm
da = m . (Z+2) = 2,5 . (25 + 2) = 67,5 mm
df = d – (2,332 . m) = 62,5 – (2,332 . 2,5) = 56,67 mm
h = 2,166 . m = 2,166 . 2,5 = 5,415 mm
nk = k / Z = 40 / 25 = 1 (15 / 25) = 25 delikli aynasında 1 tam tur yapıır ve 15 delik atlanır.

7.2.1.2. Diş Sayısına Göre Modül Freze Çakısı Seçimi

Dişli çarklar diş profilleri ile aynı profile sahip modül freze çakıları ile açılır. Modül freze çakıları açılacak diş sayısına göre seçilir. Diş profilleri diş sayılarına göre farklılık göstereceğinden her diş sayısı için farklı modül freze çakısı üretilmiştir. Modül freze çakıları 8 veya 15'li takımlar hâlinde üretilir. Her takımda aynı modülün diş sayısı gurubuna göre numaralı çakılar bulunur. Her çakının üzerinde 1 ile 15 arası numara, modülü ve açacağı diş sayısı ve dişlerin kavrama açısı yazılıdır (**m2:** Modülü 2 mm, **No.8 :** 8 nolu çakı, **α20° :** Kavrama açısı, **(135 ÷ ∞) :** 135 ve yukarısı diş açmak için).



Görsel 7.17: 8'li modül freze çakısı takımı

Tablo 7.5: Modül Ölçüleri

0-10 Modül arası açılacak diş sayısı (8'li takım için)											
Seri No	1	2	3	4	5	6	7	8			
Diş Sayısı	12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	135 - ∞			
10 Modül ve sonrası açılacak diş sayısı (15'li takım için)											
Seri No	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Diş Sayısı	12	13	14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-25	26-29	30-34	35-41
Seri No	6,5	7	7,5	8							
Diş Sayısı	42-54	55-79	80-134	135 - ∞							

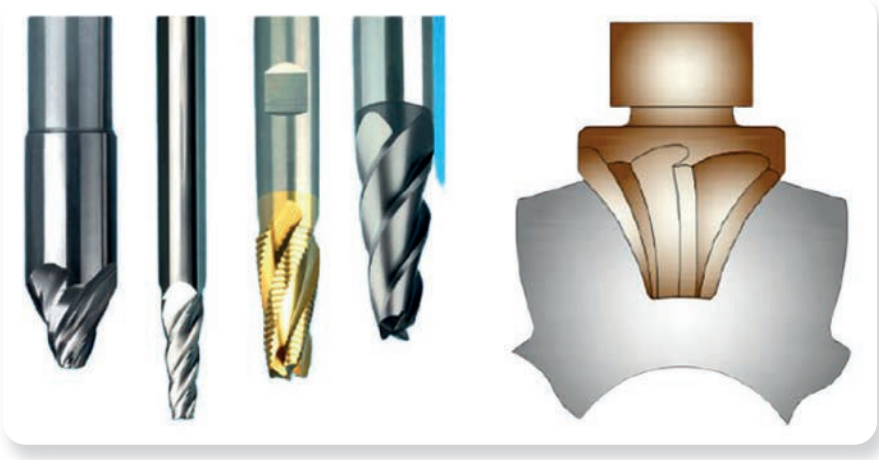
Tablo 7.6: Modül Ölçüleri (TS 429'a göre)

Seri 1	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	
Seri 2	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	6,5	7	9	11	14	18	2	28	36	45

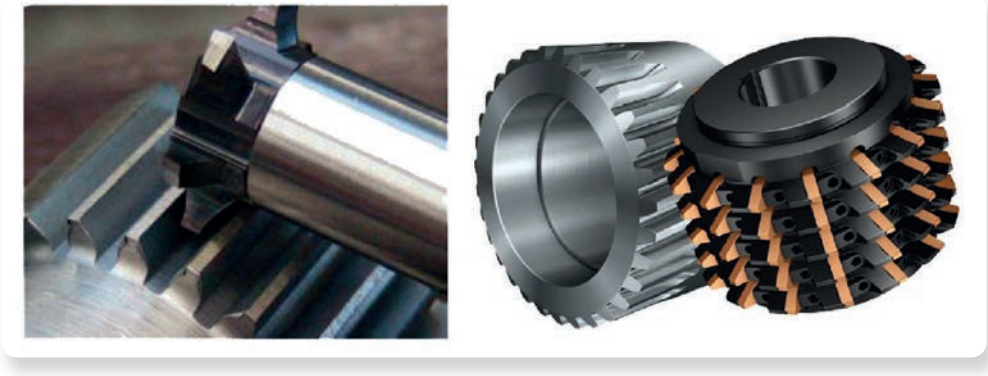
Diş açma işlemlerinde modül freze çakıları ile beraber takma uçlu modül freze çakıları, saplı modül freze çakıları, profil çakıları ve azdırma freze çakıları da kullanılabilir.



Görsel 7.18: Takma uçlu modül freze çakıları



Görsel 7.19: Profil freze çakıları

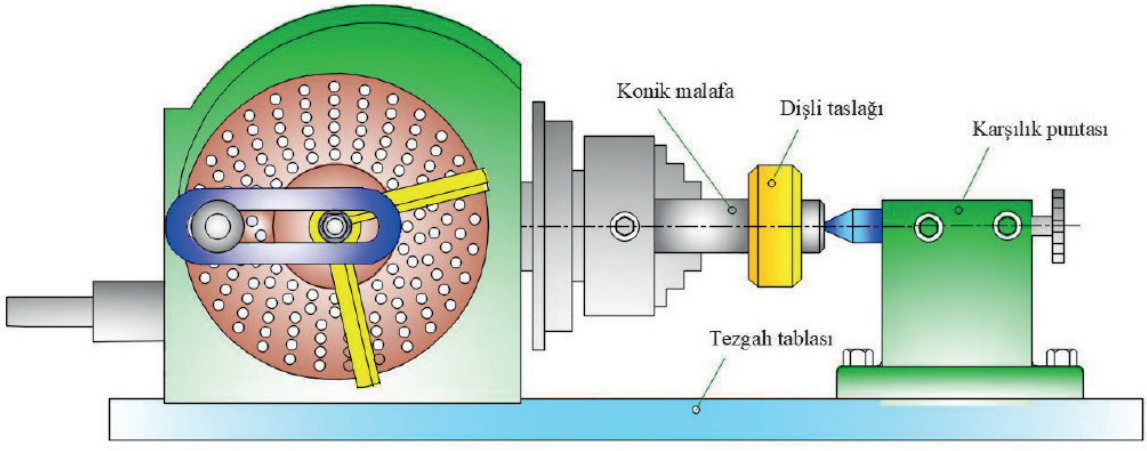


Görsel 7.20: Saplı modül freze çakısı ve azdırma freze çakıları

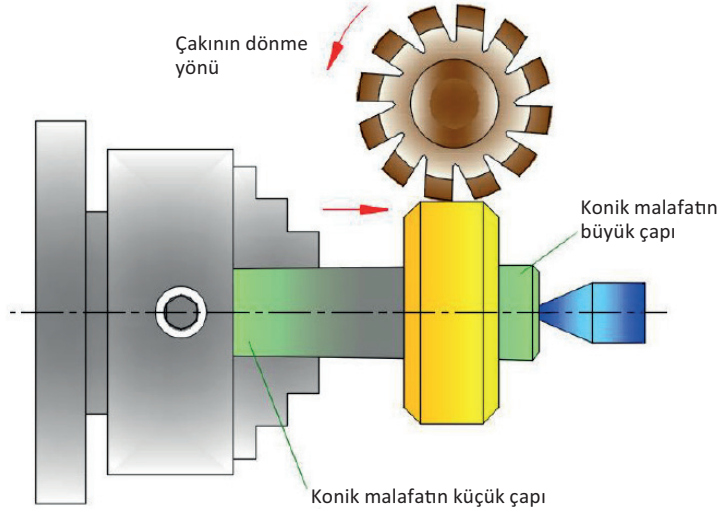
7.2.1.3. Diş Açma İşlemleri

Yatay başlık kullanılarak yapılan diş açma işlemlerinde işlem sırası şöyledir;

1. Tornalama işleminden önce dişli taslağı oluşturulacak silindirik parçanın orta noktasına göbek çapına uygun delik açılır ve kama kanalı açılır.
2. Daha sonra iş parçası göbek çapına uygun konik bir malafa üzerine bağlanır.
3. Torna tezgahında parça diş üstü çapı ve dişli genişliği ölçülerine göre tornalanarak dişli taslağı oluşturulur.
4. Divizör ve destek puntası tezgâh tablasına bağlanır.
5. Seçilen divizör delikli aynası takılır ve delik sayısına göre makas ayarı yapılır.
6. Malafa büyük çapı kesme yönünde olacak şekilde ayna-punta arasına bağlanır. Bu şekilde bağlama ile kesme sırasında iş parçasının gevşemesi engellenmiş olur.
7. Komparatör yardımı ile malafanın salgı kontrolü yapılır.

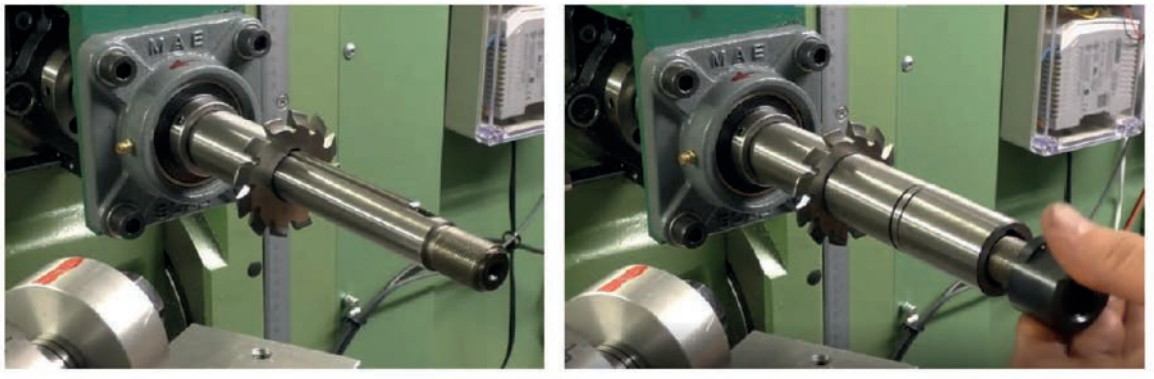


Görsel 7.21: Dişli taslağının divizör-punta arasına bağlanması

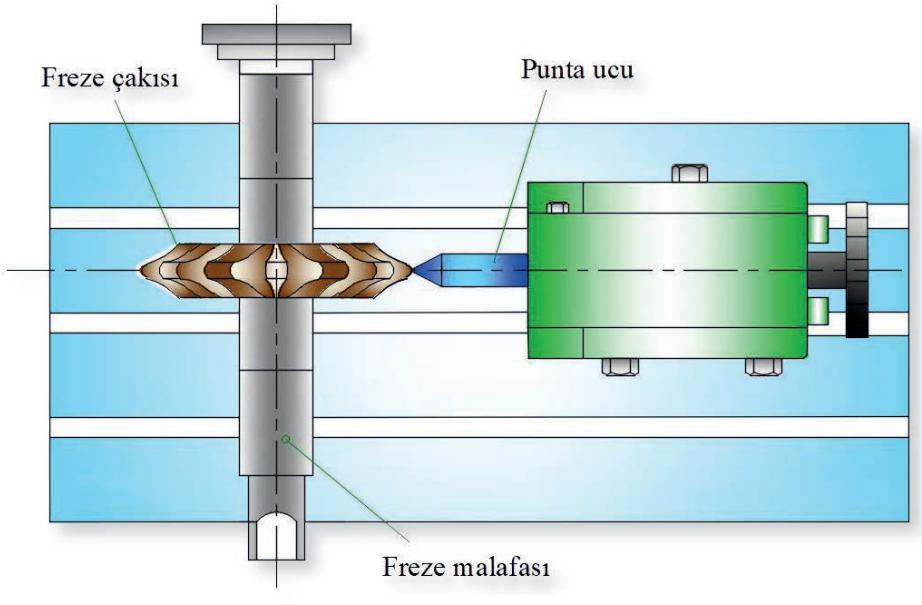


Görsel 7.22: Çakının parça üzerinde sıfırlanması

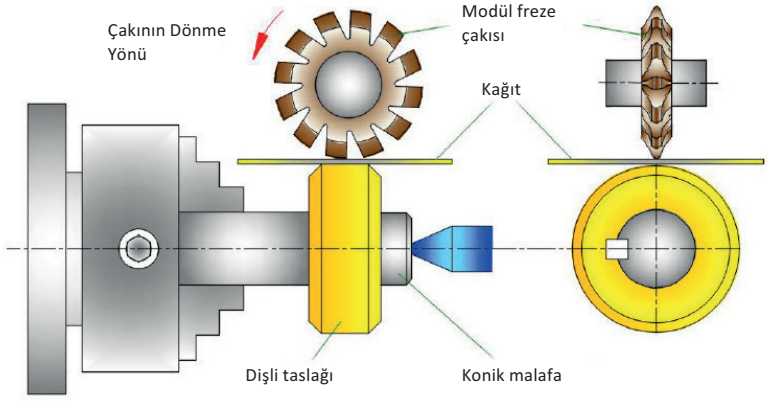
8. Açılacak diş sayısına göre modül freze çakısı seçilir. Modül freze çakısının göbek çapına uygun freze malafası seçilir ve fener miline takılır.
9. Çakıyı ortalamak için birkaç bilezik takıldıktan sonra çakı divizöre doğru kesme yapacak yönde malafaya takılır. Böylece talaş kaldırma esnasında iç parçasının gevşemesi engellenmiş olur.
10. Sonra diğer bilezikler takılır ve malafa somunu anahtarla sıkılır. Gezer yatak somunu sıkılarak malafa tamamen sabitlenir. Kısa malafa takılmışsa gezer yatak ile desteklemeye gerek kalmaz.
11. Dişlerin sağlıklı ve tam merkezde açılabilmesi için iş ekseninin modül freze eksenine göre ayarı yapılır. Bunun için punta ucu ile modül freze çakısının kesici ucu birbiri ile çakıştırılır.
12. İş parçası ile çakının eksen ayarı yapıldıktan sonra tezgâh çalıştırılır.



Görsel 7.23: Modül freze çakısının malafaya takılması

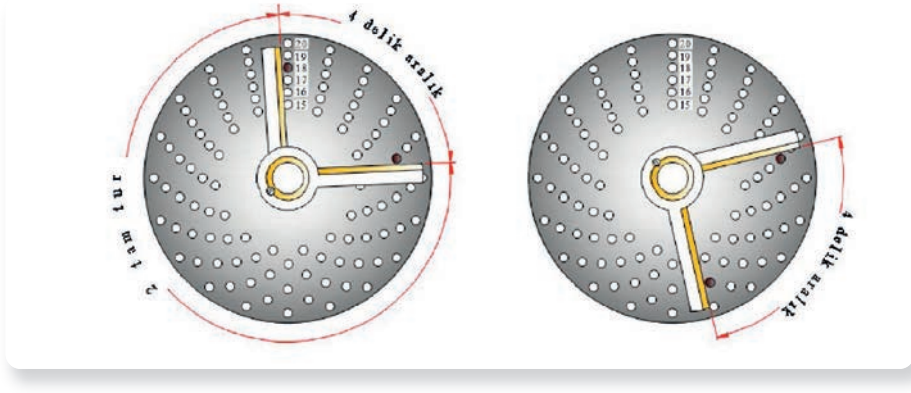


Görsel 7.24: Modül freze çakısının punta ucu ile çakıştırılması



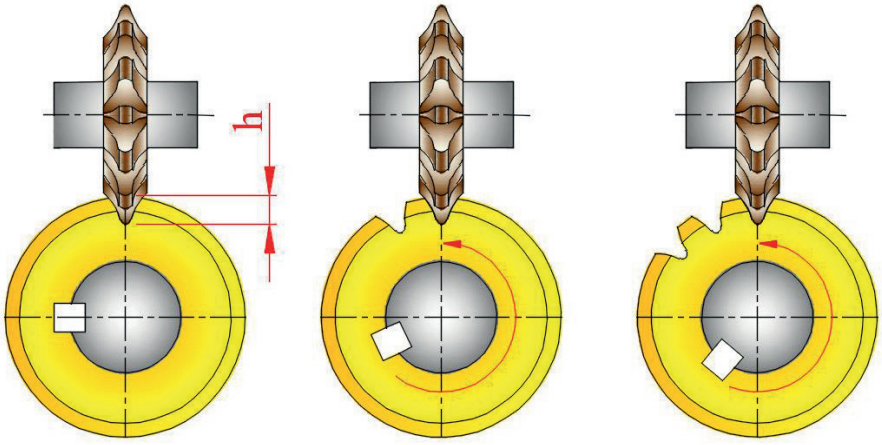
Görsel 7.25: Kağıt kullanarak iş parçasının sıfırlanması

13. Parçanın üzerine ince bir kâğıt parçası yerleştirilir. Kâğıt kesici ile iş parçası arasında sıkışana kadar konsol yukarı kaldırılır. Daha sonra konsolun mikrometrik bileziği sıfıra ayarlanır.
14. Çakı gezer punta tarafında boşa alındıktan sonra konsol, diş derinliği (h) kadar yukarı kaldırılır. Bunu takiben elle veya otomatik ilerleme hareketi ile ilk diş açılır.
15. İlk dişi açma işleminden sonra çakı geri çekilerek boşa alınır.
16. Divizör ayna kolu hesaplanan devir sayısı kadar döndürülür. Makas ise hesaplanan aralık kadar hareket ettirilir.
17. Aşağıdaki örnekte 18 delikli aynası seçilmiş ve kol 2 tam tur çevrilmiş ve makas delik 4 aralığa ayarlanarak hareket ettirilmiştir.

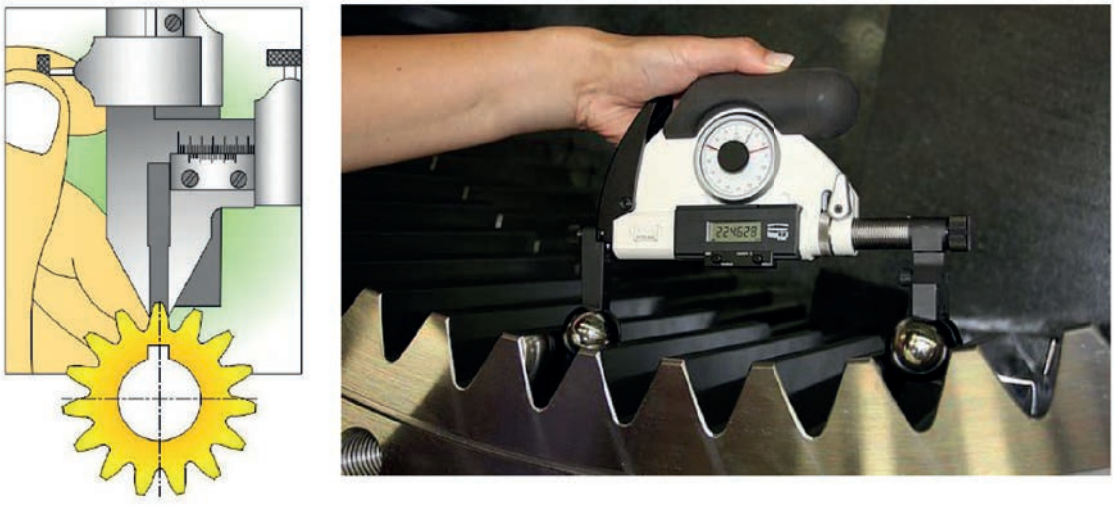


Görsel 7.26: Delikli ayna ve makasın ayarlanması

18. Elle veya otomatik tabla ilerleme hareketi ile ikinci diş açılır.
19. Tekrar kesici geri çekilerek divizör hesaplanan oran kadar döndürülür ve üçüncü diş açılır.
20. Diş açma işlemi istenen diş sayısına ulaşıncaya kadar devam edilir.
21. Dişli malafadan çıkarılır, çapakları eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir.
22. Çapak alma işleminden sonra modül kumpasları veya modül mikrometreleri ile ölçme ve kontrol işlemleri yapılır.



Görsel 7.27: Dişlerin açılmasında işlem sırası



Görsel 7.28: Dişlerin modül kumpası ve özel ölçüm aletleri ile ölçülmesi

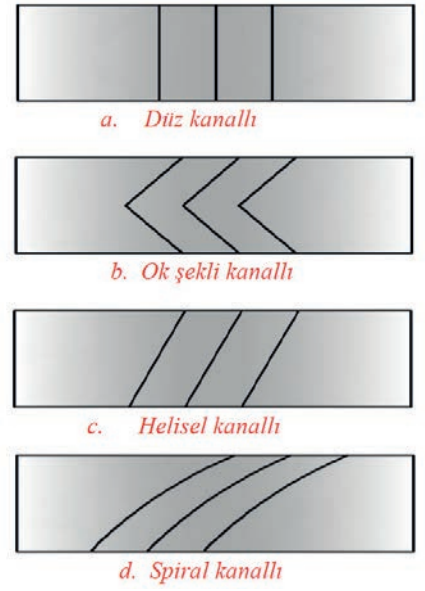


Görsel 7.29: Diş dibi çapının ve adımın dijital modül mikrometreleri ile ölçülmesi

7.2.2. Kremayer Dişliler

Düz prizmatik parçaların dış yüzeylerine açılan eşit adımlı standart profilli girinti ve çıkıntılardan oluşan dişlilerdir. Doğrusal bölme yöntemi kullanılarak açılır. Kremayer dişliler bir düz dişli (pinyon dişli) ile beraber dairesel hareketi doğrusal harekete veya doğrusal hareketi dairesel harekete çevirmek için kullanılır. Tasarımın basitliği, düşük üretim maliyeti ve yüksek yük taşıma kapasiteleri nedeni ile tercih edilir.

Kremayer dişliler düz kanallı, helisel kanallı, ok kanallı ve spiral kanallı olarak yapılabilirler. Yüksek yük kapasiteleri ve daha sessiz çalışmaları nedeniyle daha çok spiral kanallı kremayer dişliler tercih edilir. Diş açma işlemi sonsuz diş açan çakı numarası seçilerek yapılabilir.

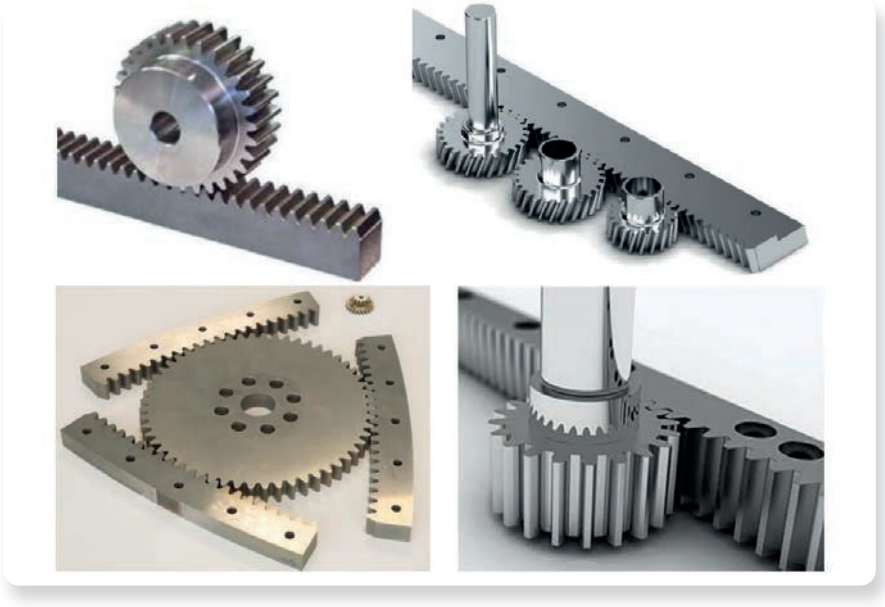


Görsel 7.30: Kremayer dişlilerin diş çeşitleri

Kremayer dişliler, matkap tezgâhlarında tablanın ve iş milinin aşağı yukarı hareketinde, torna tezgâhlarında arabanın sağa sola hareketinde, krikolarla yük kaldırma işlemlerinde, bağlama kalıplarında, çeşitli raylı vinçlerde, otomobil direksiyon sistemlerinde, otomatik bahçe kapılarında, sessiz ve sarsıntısız hareket ettirilmesi gereken makine parçalarında ve hassas makinelerde vb. kullanılır.



Görsel 7.31: Kremayer dişli çeşitleri



Görsel 7.32: Düz ve helis kıremayer dişli çiftleri

7.2.2.1. Kremayer Dişli Donanım Hesabı

$$\frac{Z}{Z1} = \frac{a.c}{b.d} = \frac{t.K}{T.Ht}$$

Z : Verilen diş sayısı
Zı : Çevireceği diş sayısı
t : Kremayer dişli adımı
K : Sonsuz vida karşılık dişlisi diş sayısı
T : Divizör çevirme koluna yaptırılacak devir sayısı (Modülün 2-4 katı arası verilebilir).
Ht : Tezgâh tabla mili adımı.

Örnek Uygulama:

Modülü 2 mm olan kremayer dişlinin dişli donanım hesabını yapınız. Tezgah tabla mili adımı 6 mm ve divizöre verilecek tur sayısını 8 ve π' yi de 22/7 olarak alınız.

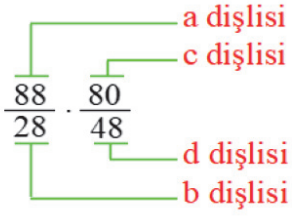
t : m . π : 2. (22/7)
K : 40
Ht : 6 mm
T : 8

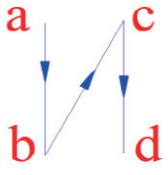
$$\frac{Z}{Z_1} = \frac{a.c}{b.d} = \frac{t.K}{T.Ht} = \frac{(22/7).2.40}{8.6} = \frac{22}{7} \; x \; \frac{80}{48} = \frac{88}{28} \; x \; \frac{80}{48}$$

(4)

Eldeki dişliler bulunana kadar çarpma ve bölme işlemlerine devam edilir.

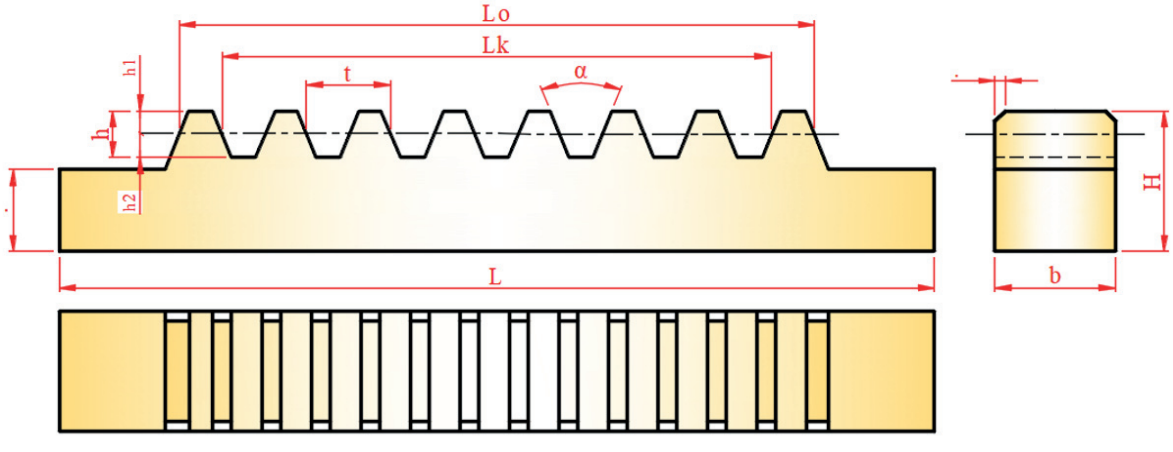
a dişlisi : 88
b dişlisi : 28
c dişlisi : 80
d dişlisi : 48





a dişlisinden hareket b dişlisine aktarılacak, b ve c dişlisi aynı eksen üzerinde olmalı ve c dişlisinden d dişlisine hareket aktarılmalı.

7.2.2.2. Düz Kanallı Kremayer Dişli Elemanları



Görsel 7.33: Düz kanallı kremayer dişli

Tablo 7.7: Düz Kanallı Kremayer Dişli Formülleri

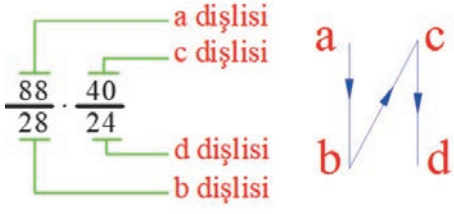
Düz Kanallı Kremayer Elemanları	Simge	Formül
Modül: Diş üstü yüksekliği ile aynı ölçüdür.	**m**	$m = t / \pi$
Adım: Bölüm dairesi üzerinde bulunan bir diş dolusu ile bir diş boşluğunun toplam uzunluğudur.	**t**	$t = m . \pi$
Diş sayısı: Kremayer boyunun adım ölçüsüne oranıdır.	**Z**	$Z = (Lo / t) + 0,5$
Diş yüksekliği: Diş üstü ile diş dibi arasındaki mesafedir.	**h**	$h = 2,167 . m$
Diş üstü yüksekliği: Bölüm dairesi ile diş dibi arası mesafe	**h1**	$h1 = m$
Diş dibi yüksekliği: Bölüm dairesi ile diş üstü arası mesafe	**h2**	$h2 = 1,167 . m$
Dişli yüksekliği: Dişlinin toplam yüksekliğidir.	**H**	$H = \sim 3.h$
Diş profil açısı: Diş profilleri arasındaki eğim açısıdır.	**α**	$\alpha = 30° - 40°$ arası
Dişli genişliği: Yaklaşık 3 modül kadar bir ölçüdür.	**b**	$b = \sim 3. m$
Kremayer boyu: Bölüm dairesi üzerindeki dişlerin başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafedir.	**Lo**	$Lo = Lk + t : t. (Z - 0,5)$
Çalışma kursu boyu: Dişli çalışma boyudur.	**Lk**	$Lk = Lo - t : t. (Z - 1,5)$
Kremayer dişli boyu: Dişlinin toplam boyudur.	**L**	Üretici firma belirlenir.

Örnek Uygulama:

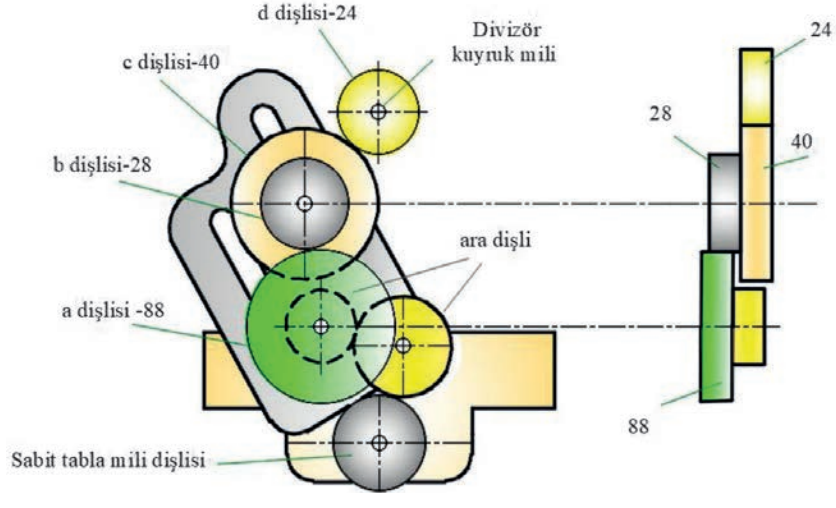
Modülü 1 mm, diş sayısı 10 ve çevirme koluna devir sayısı 4 olan düz kanallı kremayer dişlinin elemanlarını ve dişli donanım hesabını yapınız. Tezgâh tabla mili adımını 6 mm olarak alınız.

t = m. Π =3 . 22/7 =9,42 mm
h = 2,167 . m = 2,167 . 3 =6,501 mm
Lo = t. (Z - 0,5) = 9,42 (10 – 0,5) = 89,49 mm

$$\frac{Z}{Z_1} = \frac{a.c}{b.d} = \frac{t.K}{T.Ht} = \frac{(22/7).1.40}{4.6} = \frac{22}{7} x \frac{40}{24} = \frac{88}{28} x \frac{40}{24} \quad (4)$$

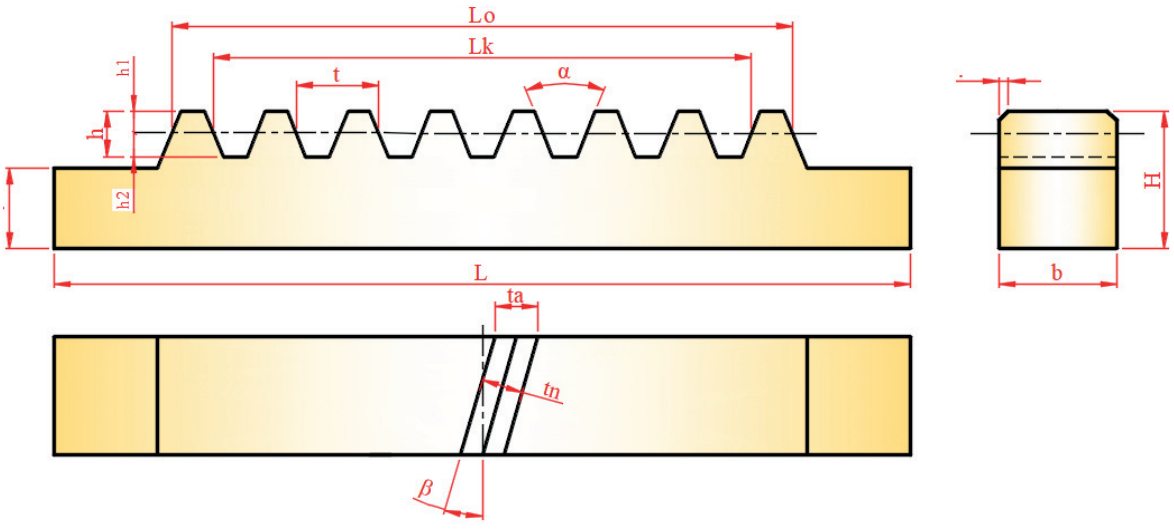


a dişlisinden hareket b dişlisine aktarılmalı. b ve c dişlisi aynı eksen üzerinde olmalı ve c dişlisinden d dişlisine hareket aktarılacak demektir.



Görsel 7.34: Dişlilerin takılış sırası

7.2.2.3. Helis Kanallı Kremayer Dişli Elemanları



Görsel 7.35: Helis kanallı kremayer dişli elemanları

Tablo 7.8: Helis Kanallı Kremayer Dişli Formülleri

Helis Kanallı Kremayer Elemanları	Simge	Formül
Normal modül: Dişlinin dişlerine dik kesitinde oluşan modülüdür. Freze çakısının seçiminde kullanılır.	**mn**	mn = tn / π
Alın modülü: Dişlinin alın yüzeyindeki modülüdür.	**ma**	ma = ta / π
Normal Adım: Dişlinin bölüm dairesi üzerinde helis açısına dik konumda oluşan adımıdır.	**tn**	tn = mn . π
Alın adımı: Dişlinin alın yüzeyi üzerindeki bölüm dairesi üzerindeki adımıdır.	**ta**	ta = ma . π
Helis açısı : Mil ekseni ile helis eğrisi arasındaki açıdır.	**β**	Cos β = tn / ta = mn / ma
Diş sayısı: Kremayer boyunun adım ölçüsüne oranıdır.	**Z**	Z = Lo / ta
Diş yüksekliği: Diş üstü ile diş dibi arasındaki mesafedir.	**h**	h = 2,167 . mn
Diş üstü yüksekliği: Bölüm dairesi -diş dibi arası mesafe	**h1**	hı = mn
Diş dibi yüksekliği: Bölüm dairesi- diş üstü arası mesafe.	**h2**	h2 = 1,167 . mn
Diş profil açısı: Diş profilleri arasındaki eğim açısıdır.	**α**	α = 30°- 40° arası
Dişli genişliği: 3 modül kadar bir ölçüdür.	**b**	b = ~ 3. mn
Kremayer boyu: Bölüm dairesi üzerindeki dişlerin başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafedir.	**Lo**	Lo = Lk + ta= ta. (Z - 0,5)
Çalışma kursu boyu: Kremayer boyundan alın adımının çıkarılması ile elde edilen ölçüdür.	**Lk**	Lk = Lo – ta = ta. (Z - 1,5)
Kremayer dişli boyu: Dişlinin toplam boyudur.	**L**	L = ~ Lk + 2.b
Dişli yüksekliği: Dişlinin toplam yüksekliğidir.	**H**	H = ~ 3. h

Örnek Uygulama:

Normal modülü mn:2 mm, diş sayısı Z: 20, diş profil açısı α :40° ve helis açısı β: 20° olan helis kanallı kremayer dişlinin elemanlarını hesaplayınız. Çevirme koluna devir sayısı 4 ve tezgâh tabla mili adımını Ht: 6 mm olarak alınız.

tn = mn. π = 2 . 22/7 =6.285 mm
h = 2,167 . mn = 2,167 . 2 =4,334 mm
Lo = ta. (Z - 0,5) = 6,285 (20 – 0,5) = 122,557 mm

$$\frac{Z}{Z_1}=\frac{a\,.c}{b\,.d}=\frac{t\,.K}{T\,.Ht}=\frac{(22/7).2.40}{4.6}=\frac{22}{7}\;x\frac{80}{24}=\frac{88}{28}\;x\frac{80}{24}$$

(4)

7.2.2.4. Kremayer Dişli Açmada İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır. Hesaplanan ölçülerde dişli taslağı frezelenerek ölçüsüne getirilir.
2. Kremayer dişli donanım hesabı yapılır.
3. Dişliler sırasına göre ve paraçol yardımı ile yerlerine takılır.
4. İş parçası tablaya tablanın hareketi doğrultusunda bağlanır.
5. Sonsuz diş açan modül freze çakısı seçilerek freze malafasına bağlanır. Malafanın uzunluğu açılacak diş sayısına göre seçilmelidir. Diş sayısı arttıkça malafanın uzunluğuda artar.
6. Düz dişli kremayer için parça kesiciye dik konumda bağlanmalıdır. Helis dişli kremayer için ise tabla ya da parça helis açısı kadar döndürülmelidir.
7. Delikli ayna çevirme kolu ve makas ayarı yapılır.
8. Kesme hızı ve devir sayısı ayarları yapılır.
9. Kesici ile parça arasına bir kağıt parçası yerleştirilir. Kesici parçaya değdirilerek sıfırlanır.
10. Dişler açılmadan önce biraz talaş verilerek izler oluşturulur ve bu izler ölçülür. Ölçü doğru ise diş açma işlemine geçilir.
11. Dişler parçanın malzesine ve kesici takımın cinsine göre tek pasoda açılabileceği gibi birkaç pasoda da açılabilir.
12. İlk diş açıldıktan sonra divizör ile hesaplanan oranda döndürme işlemi yapılarak diğer dişi açma işlemine geçilir. Divizör kullanmadan tablanın mikrometrik bileziği kullanılarakta ilerleme işlemi yapılabilir. Fakat hassas diş açma işlemlerinde pek tercih edilmez.
13. İstenen diş sayısına ulaşılana kadar aynı işlem tekrarlanır.
14. Daha sonra parça sökülerek çapakları temizlenir. Açılan dişlilerin çapak alma işlemi bittikten sonra modül kumpasları ile veya mastarlar ile ölçme ve kontrol işlemleri yapılır.



Görsel 7.36: Kremayer dişli açma işlemleri

7.2.3. Helis Dişli Çarklar

Silindirik bir yüzey üzerinde belirli bir mesafede ilerleyerek dönen bir noktanın silindir çevresinde oluşturduğu eğriye **helis** denir. Silindirik yüzeyler üzerine açılmış, belli bir adıma sahip kanallara ise **helisel kanal** denir. Helisel kanallardan oluşmuş dişli çarklara ise **helis dişli çark** denir.

Helis dişli çarklar birbirine yakın konumda ve herhangi bir açıda çalışan miller arasında hareket veya güç iletmek için kullanılan ve eğimli dişleri bulunan silindirik dişli çarklardır. Dişler, eksene eğiktir ve dönme ekseni ile aynı konumda değildir. Helisel dişliler birbiriyle temas ettiğinden, tüm dişi bir kerede kavramak yerine, karşılıklı dişler arasındaki temas kademeli olarak sağlanır. Bu kademeli bağlantı, dişlere daha az güç binmesini ve daha sessiz çalışmasına sağlanır. Dişlerin birbirlerini kavrama yüzeyi fazla olduğundan daha yüksek devirlerde daha büyük güçleri iletebilir.

Helis dişliler yüksek hızlarda daha büyük güçlerin daha sessiz aktarılmasının önemli olduğu yerlerde kullanılır. Şanzımanlarda genellikle helis dişliler tercih edilir. Helis dişliler paslanmaz çelik, çelik, döküm, pirinç vb. malzemelerden üretilir.



Görsel 7.37: Helis dişli çarkların kullanıldığı şanzıman kutusu örneği



Görsel 7.38: Farklı malzemelerden üretilen helis dişli çarklar



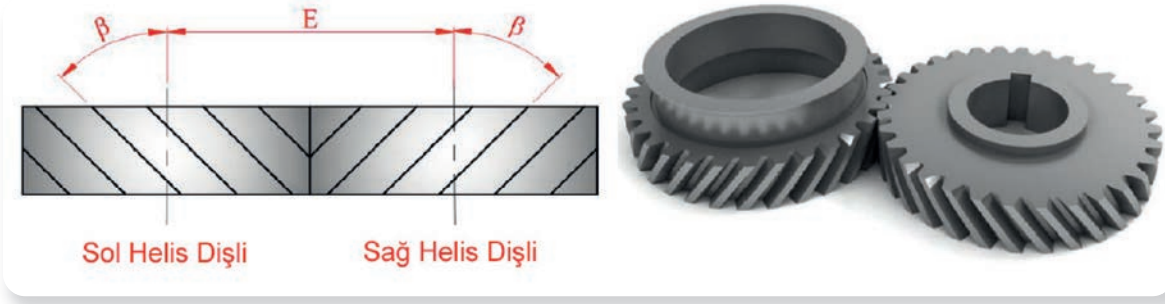
Görsel 7.39: Helis dişli çark çeşitleri

Helis dişli çarklar, üniversal freze tezgahlarında, azdırma tezgahlarında, CNC freze tezgahlarında, özel dişli tezgahlarında diş açma yöntemi ile üretildiği gibi kaynak edilerek, döküm yolu ile veya presleme yoluyla da üretilebilir.



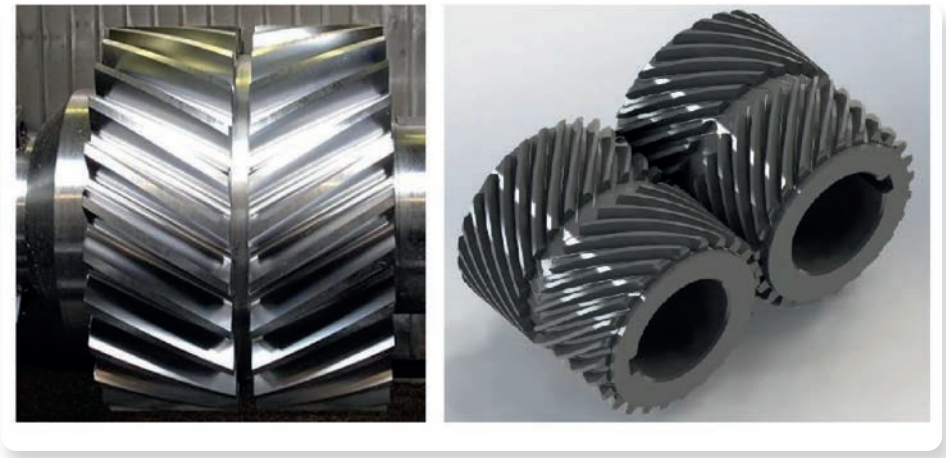
Görsel 7.40: Helis dişli çarkların açılması

Helis dişlilerin dişleri sağ helisli veya sol helisli olarak üretilir. Dişliler alın yüzeyi üzerine yatırıldığında dişleri sağa doğru yükseliyorsa sağ helisli sola doğru yükseliyorsa sol helislidir. Helisel dişli çiftleri her biri aynı helis açısına sahip sağ ve sol helisli dişlilerden oluşur.



Görsel 7.41: Sağ ve sol helisli dişli çark örnekleri

Bir mil üzerine yan yana biri sağ helisli, diğeri sol helisli iki dişli çarkın takıldığı düşünülerek elde edilen V şeklindeki helis dişli çarklara ok dişli (çavuş dişli- balık sırtı dişli) denir. Tek taraflı helisel dişlilerde meydana gelen eksenel itme sorunlarını ortadan kaldırmak için kullanılır. Daha karmaşık şekillerinden dolayı üretimleri de zordur.



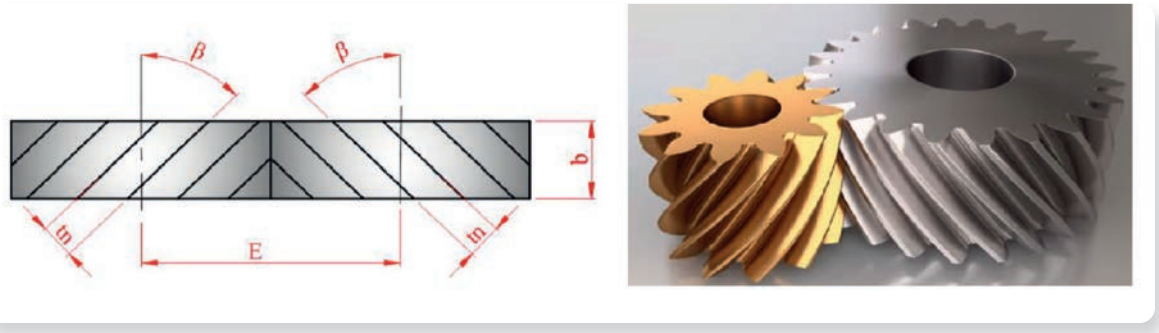
Görsel 7.42: Ok dişli örnekleri

Helis dişliler çalışma pozisyonlarına göre;

- Mil eksenleri paralel çalışan helis dişliler
- Mil eksenleri dik çalışan helis dişliler
- Mil eksenleri herhangi bir açıda çalışan helis dişliler olarak 3'e ayrılır.

Mil Eksenleri Paralel Çalışan Helis Dişliler

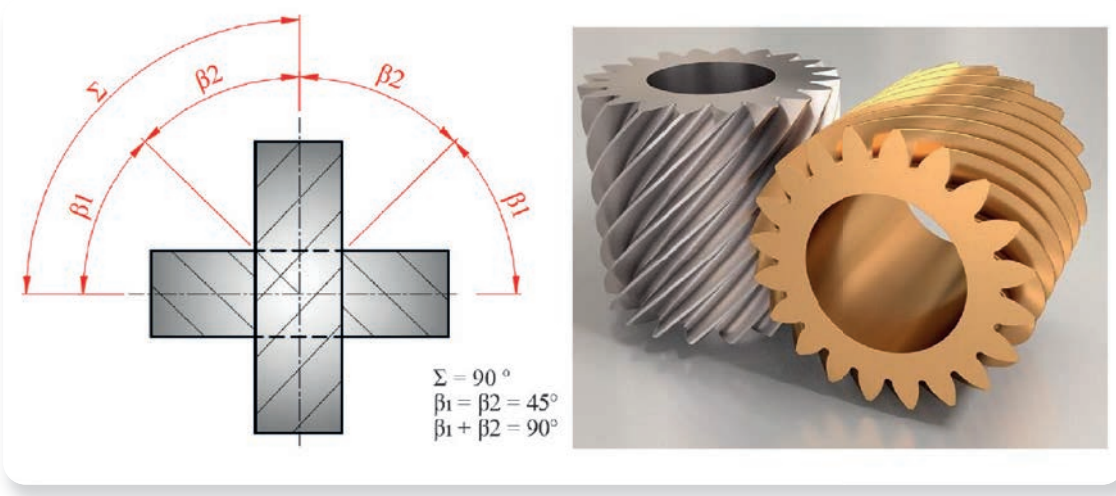
Yalnızca paralel miller arasında hareket ve güç iletir. Dişli eğim açısı β 20°'den az olan dişli çiftleridir. Dişliler birbirini iyi kavraması nedeniyle yüksek devirlerde tatlı ve sessiz çalışır. Dişli çiftinin diş genişliği **b**, normal adımı **tn** ve eğim açısı **β** birbirine eşittir. Fakat helis açıları ve dönme yönleri birbirine terstir. İki dişli arasında temas nokta olarak başlar ve giderek bir çizgi teması halini alır. Güç aktarım kapasitesi daha geniş yüzey teması nedeni ile daha yüksektir. Geniş bir kullanım alanına sahiptir.



Görsel 7.43: Ok dişli örnekleri

Mil Eksenleri Dik Çalışan Helis Dişliler

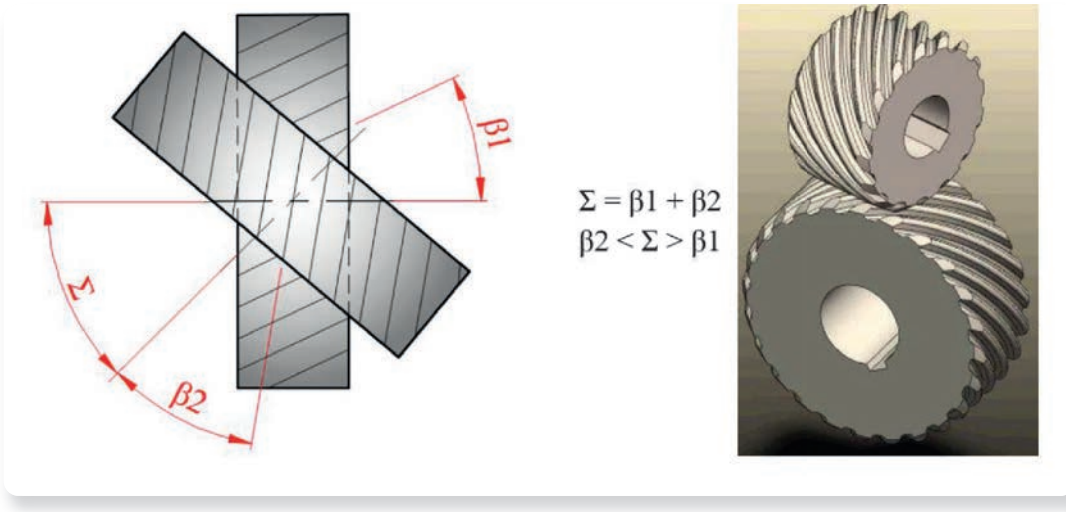
Dikey fakat eksenleri kesişmeyen miller arasında hareket ve güç iletir. İki helis dişlinin eğim açıları toplamı 90° dir. Dişliler birbiri ile nokta teması halindedir. Dişliler birbiri üzerinde sürtünerek ve yuvarlanarak çalıştıklarından bunların/dişlilerin aşınma oranı fazladır. Bu nedenle güç iletimi oranı düşük olduğundan daha çok hareket iletiminde kullanılır. En verimli çalışan dişlilerin **β** eğim açısı her bir dişli için 45° lik dir. Yani **β 1 + β 2 = 90°** lik dir. Helis açıları aynı yönlü ve çevirme oranı 1:1'dir. Eğim açıları değiştikçe çevirme oranı da değişir.



Görsel 7.44: Mil eksenleri dik çalışan helis dişli örnekleri

Eksenleri Herhangi Bir Açıda Çalışan Helis Dişliler

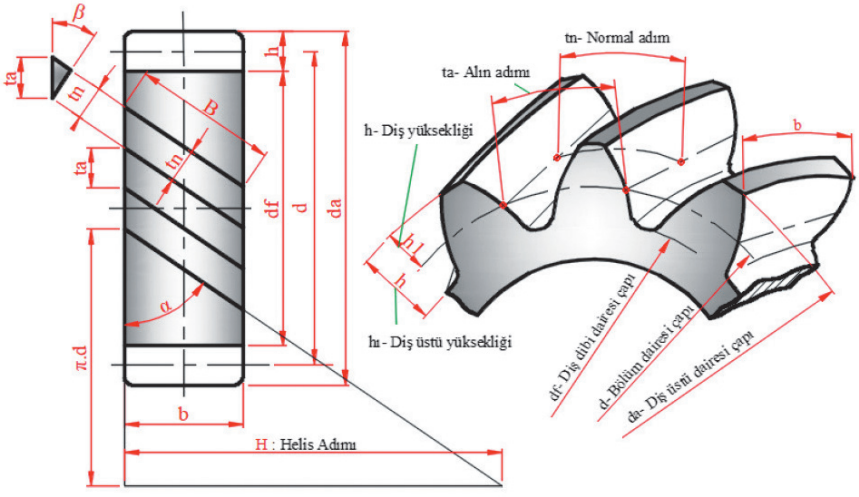
Çevre hızının fazla, diş basıncının az olduğu yerlerde kullanılır. Helis dişli eğim açıları toplamı veya farkı eksenler açısına Σ eşit olması gerekir. Eğim açıları aynı veya zıt yönlü olabilir.



Görsel 7.45: Mil eksenleri herhangi bir açıda çalışan helis dişli örnekleri

7.2.3.1. Helis Dişli Elemanları

Helis dişli elemanları düz dişli çarklar ile aynıdır. Dişlerin eksenlere eğik olması nedeniyle helis açısı, helis ayar açısı, normal modül, alın modülü, normal adım ve alın adımı gibi elemanlar eklenmiştir.



Görsel 7.46: Helis dişli çark ve elemanlarının gösterilmesi

Tablo 7.9: Helis Dişli Elemanları ve Formülleri

Helis Dişli Elemanları	Simge	Formül
Eğim açısı: Helis ayar açısı da denir. Mil ekseni ile helis eğrisi arasındaki açıdır.	**β**	$\cos \beta = mn / ma$ $\cos \beta = tn / ta$
Helis açısı: Bölüm dairesi açısının doğrusu ile helis eğrisi arasındaki açıdır.	**α**	$\tan \alpha = H / (\pi . d)$
Normal modül: Dişli çarkın diş doğrultusuna, dik kesit profiline ait modüldür. Bölüm dairesinin hesaplanmasında ve freze çakısının seçiminde kullanılır.	**mn**	$mn = tn / \pi$ $mn = ma . \cos \beta$ $mn = d / Z$ $mn = h1$
Alın modülü: Helis dişli çarkın alın yüzeyindeki diş profiline ait modüldür. Bölüm dairesi çapı hesabında kullanılır.	**ma**	$ma = ta / \pi$ $ma = d / Z$ $ma = mn / \cos \beta$
Normal adım: Bölüm dairesinde, helis açısına dik oluşan adımdır. Çarkın diş doğrultusuna dik kesitinde ölçülen adımdır	**tn**	$tn = mn . \pi$ $tn = ta / \cos \beta$
Alın adımı: Helis dişli çarkın, alın yüzeyinde ve bölüm dairesi üzerindeki adımdır.	**ta**	$ta = ma . \pi$ $ta = tn / \cos \beta$
Helis Adımı: Bölüm dairesi üzerindeki adımdır.	**H**	$H = (d . \pi) / \tan \beta$
Diş Sayısı: Bölüm dairesi çapının diş sayısına oranıdır.	**Z**	$Z = d / ma$ $Z = (d . \pi) / ta$
İdeal diş sayısı: Freze çakısına ait modül numarasının seçimi için esas alınan teorik diş sayısıdır.	**Zi**	$Zi = Z / \cos^3 \beta$

Bölüm dairesi çapı: Dişlilerin birbiri ile çalışırken dişlilerin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	d = ma . Z d = da – 2 . mn
Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**da**	da = d + 2 . mn da = mn . (Z + 2)
Diş dibi dairesi çapı: Dişlinin diş dibinden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**df**	df = d – (2,332 . mn) df = da – (2 . h)
Diş dibi yüksekliği: Bölüm dairesi çapı ile diş üstü dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h_1**	h_1 = mn
Diş üstü yüksekliği: Bölüm dairesi çapı ile diş dibi dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h_2**	h_2 = 1,167 . mn
Diş yüksekliği: Diş üstü dairesi çapı ile diş dibi dairesi arasındaki mesafedir.	**h**	h = 2,167. mn h = (da – d) / 2
Eksenler arası mesafe: Birbiri ile çalışan iki dişlinin eksenleri arasındaki mesafedir.	**E**	$E = \frac{(d1 + d2)}{2}$
Dişli genişliği: Dişlinin kalınlık ölçüsüdür. Yaklaşık 6 ~10 modül arası bir ölçüdür.	**b**	b ~ 6 – 10 . mn
Delikli Ayna Çevirme Oranı	**nk**	$nk = \frac{k}{Z}$
Dişli Çark Hesabı	$\frac{\mathbf{Z}}{\mathbf{Z1}} = \frac{a \times c}{b \times d} = \frac{Ht \,.\, k}{H}$	

Örnek Uygulama:



Helis ayar açısı 16°, diş sayısı 32 ve normal modülü 2,5 mm olan sağ helis dişli çarkı imal etmek için gerekli dişli çark elemanlarını hesaplayınız. Eş dişli diş sayısı Z2: 26 'dır.

Verilenler: **mn:** 2,5 **β:** 16° **Z1:** 32 **cos 16°** = 0,9612 **tan 16°** = 0,2867

Normal adım : **tn = mn . π** = 2,5 x 3,14 = 7,85 mm
Alın modülü : **ma = mn / cos β** = mn / cos 16° = 2,5 / 0,9612 = 2,6 mm
Alın adımı : **ta = ma . π** = 2,6 . 3,14 = 8,164 mm
Bölüm dairesi çapı : **d = ma . Z** = 2,6 . 32 = 83,2 mm
Diş üstü dairesi çapı: **da = d + 2 . mn** = 83,2 + 2 . 2,5 = 88,2 mm
Diş dibi dairesi çapı: **df = d – (2,332 . mn)** = 100,93 – (2,332 . 2,5) = 94,266 mm
Diş dibi yüksekliği : **h_1 = mn** = 2,5 mm
Diş üstü yüksekliği : **h_2 = 1,167 . mn** = 1,167 . 2,5 = 2,92 mm
Diş yüksekliği : **h = 2,167. mn** = 2,167 . 2,5 = 5,42 mm
Dişli genişliği : **b = ~ 6 – 10 . mn** = 6 . mn = 6 . 2,5 = 15 mm
Helis Adımı : **H = (d . π) / tan β** = (83,2 x 3,14)/tan 16° = 261,248 / 0,286= 911,22 mm
İdeal diş sayısı : **$Z_i = Z / \cos^3 \beta$** = 32 / $\cos^3$ β = 32 / (0,951) ^{3} = 32 / 0,86 = 37,2 adet

Çevirme oranı : $\mathbf{nk} = \frac{k}{Z} = \frac{40}{32} = 1\ \frac{8}{32}$ 32 delikli ayna, 1 tam tur, 8 aralık

$$\frac{\text{Çeviren } a \times c}{\text{Çevrilen } b \times d} = \frac{Ht \,.\, k}{H} = \frac{6 \times 40}{912} = \frac{6}{12} \times \frac{40}{76} = \frac{6 \times 4}{12 \times 4} \times \frac{40}{76} \mapsto \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{24}{48} \times \frac{40}{76}$$

(4 ile genişletilir)

7.2.3.2. Helis Dişli Açmada İşlem Sırası

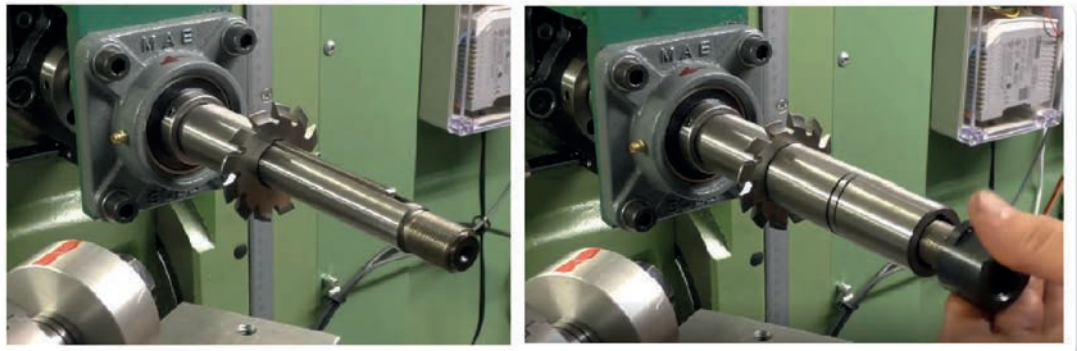
Yatay başlık kullanılarak helis dişli açmada işlem sırası şöyledir;

1. Tornalama işleminden önce dişli taslağı oluşturulacak parçanın orta noktasına göbek çapına uygun delik açılır ve kama kanalı açılır.
2. Parça delik çapına uygun konik bir malafaya takılır.Malafa torna aynasına bağlanarak komparatör ile salgı kontrolü yapılır.



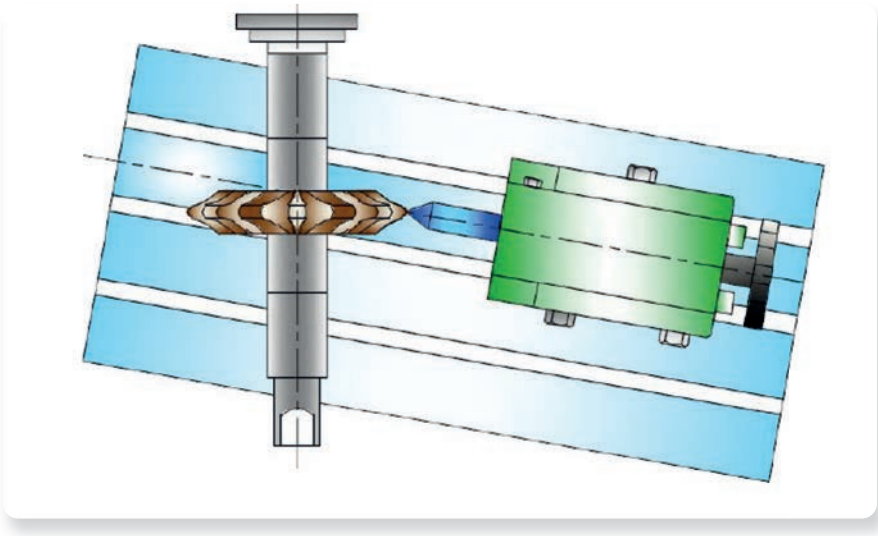
Görsel 7.47: Malafanın komparatör ile salgı kontrolünün yapılması

3. Torna tezgahına bağlanan parça diş üstü çapı ve dişli genişliği ölçülerine göre tornalanarak dişli taslağı oluşturulur.
4. Divizör ve destek puntası tezgâh tablasına bağlanır. Divizör delikli aynası takılır ve makastan aralık ayarı yapılır.
5. Malafanın büyük çapı kesme yönünde olacak şekilde ayna-punta arasına bağlanır. Bu şekilde bağlama ile kesme sırasında iş parçasının gevşemesi engellenmiş olur.
6. Komparatör yardımı ile malafanın salgı kontrolü yapılır.
7. Açılacak diş sayısına göre modül freze çakısı seçilir. Modül freze çakısının göbek çapına uygun freze malafası seçilir ve fener miline takılır.
8. Çakıyı ortalamak için bir kaç bilezik takıldıktan sonra çakı divizöre doğru kesme yapacak yönde malafaya takılır. Böylece talaş kaldırma esnasında iç parçasının gevşeyip kayması engellenir.
9. Sonra diğer bilezikler takılır ve malafa somunu anahtarla sıkılır.
10. Daha sonra gezer yatak somunu sıkılarak malafa tamamen sabitlenir.



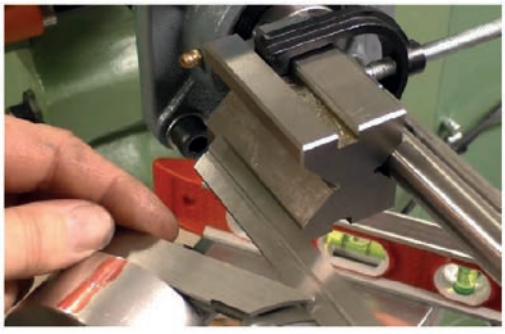
Görsel 7.48: Modül freze çakısının malafaya takılması

11. Tezgâh tablası helis ayar açısı (β) kadar helis yönüne göre sağa ya da sola döndürülür sabitlenir.
12. Dişlerin sağlıklı ve tam merkezî olarak açılabilmesi için iş ekseninin modül freze eksenine göre ayarı yapılır. Bunun için punta ucu ile modül freze çakısının kesici ucu birbiri ile çakıştırılır.

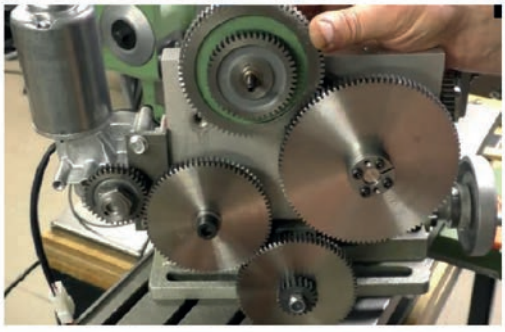


Görsel 7.49: Modül freze çakısının punta ucu ile çakıştırılması

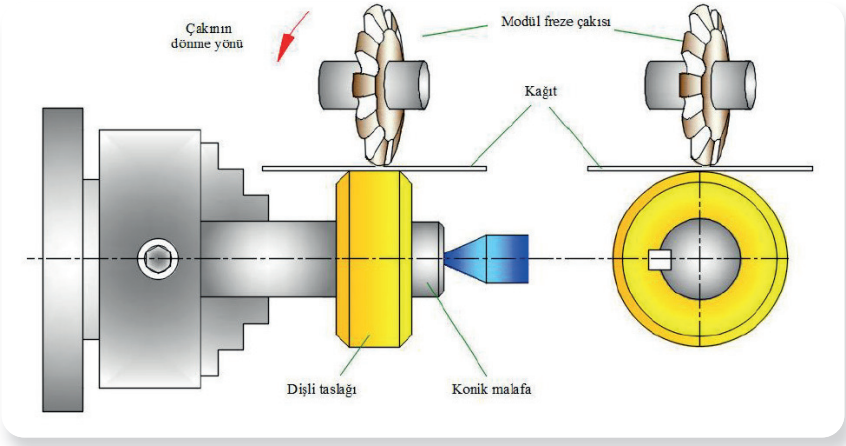
13. Divizöre veya tezgâh tablasına hesaplanan helis açısı kadar açı verilir. Bu işlem yapılırken V yatağı, su terazisi ve ayarlı açı gönyesi kullanılır (Görsel 7. 50).
14. Divizör kuyruk mili ile tezgâh tablası arasına çevirme oranı ile hesaplama sonucunda elde edilen dişliler takılır (Görsel 7. 51).
15. Tezgâh çalıştırılır. Parçanın üzerine ince bir kâğıt parçası yerleştirilir. Kâğıt kesici ile iş parçası arasında sıkışana kadar konsol kaldırılır. Daha sonra konsolun mikrometrik bileziği sıfırlanır.



Görsel 7.50: Açı ölçer ve V yatağı ile açı ayarı



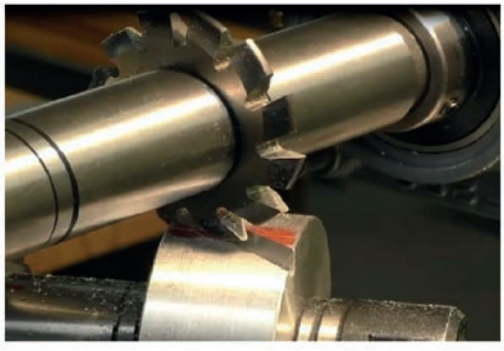
Görsel 7.51: Dişli çark donanımının takılması



Görsel 7.52: Kesicinin parça üzerinde sıfırlanması



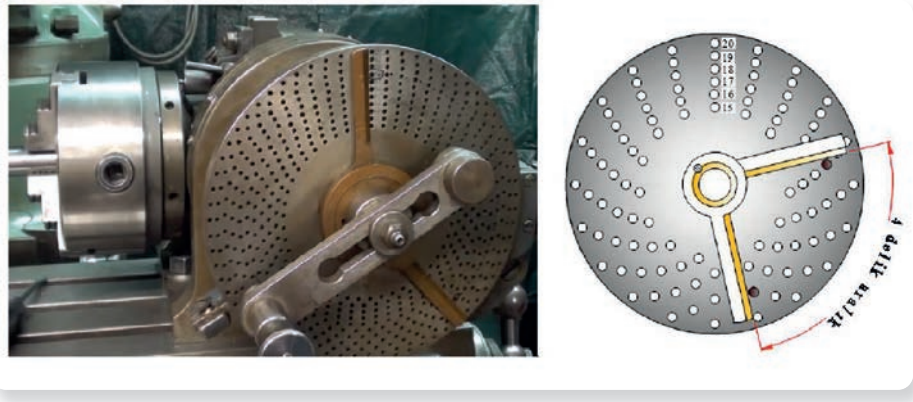
Görsel 7.53: Sıfırlama işlemi



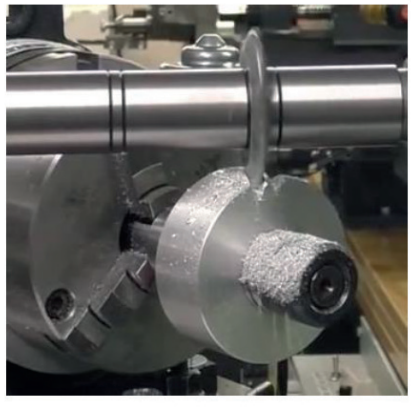
Görsel 7.54: İlk helis kanalının açılması

16. Çakı gezer punta tarafında boşa alındıktan sonra konsol, diş derinliği (h) kadar yukarı kaldırılır. Bunu takiben elle veya otomatik olarak talaş verilerek tablanın ileri hareketi ile ilk kanal açılır.
17. İlk kanal açma işleminden sonra çakı geri çekilerek boş kısma alınır.
18. Divizör aynasının kolu hesaplanan devir sayısı döndürülür. Makas ise hesaplanan aralık kadar hareket ettirilir. Örnekte makas 4 aralık hareket ettirilmiştir (Görsel 7. 55).

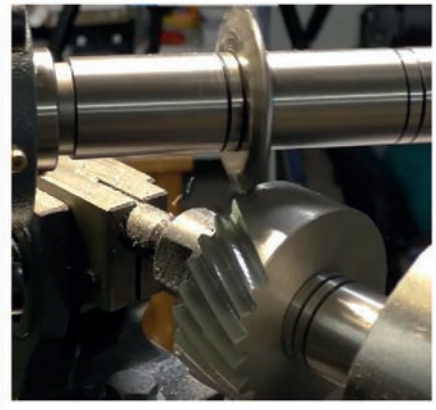
19. Elle veya otomatik olarak tabla ilerleme hareketi ile ikinci diş açılır (Görsel 7. 56).
20. Tekrar kesici geri çekilerek divizör hesaplanan oran kadar döndürülür ve üçüncü diş açılır. Diş açma işlemine istenen diş sayısına ulaşıncaya kadar aynı şekilde devam edilir (Görsel 7. 57).



Görsel 7.55: Divizör ve makas ayarlarının yapılması

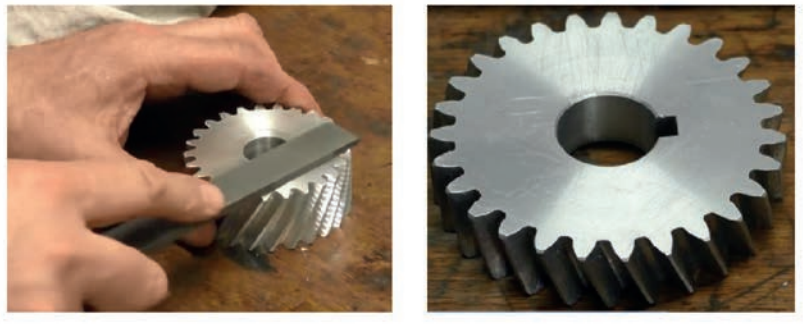


Görsel 7.56: İkinci helis kanalının açılması



Görsel 7.57: Dişlerin sırası ile açılması

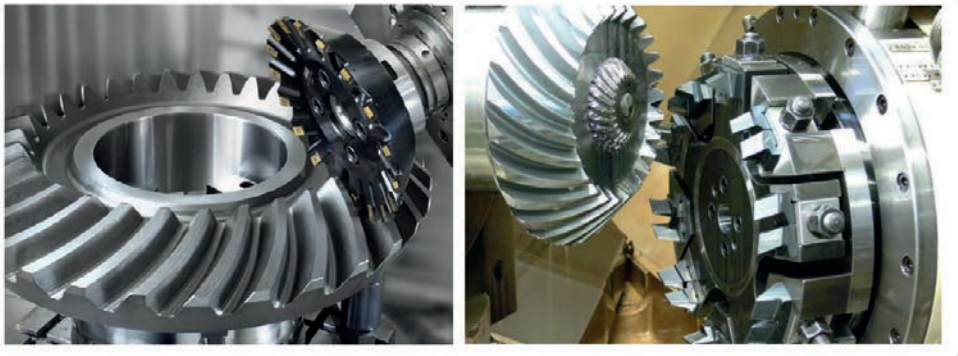
21. Dişli malafadan çıkarılır ve çapakları eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir (Görsel 7. 58).
22. Açılan dişlerin çapak alma içlemi de bitirildikten sonra modül kumpasları veya modül mikrometreleri ile ölçme ve kontrol işlemleri yapılır.



Görsel 7.58: Çapakların eğe ile temizlenmesi

7.2.4. Konik Dişli Çarklar

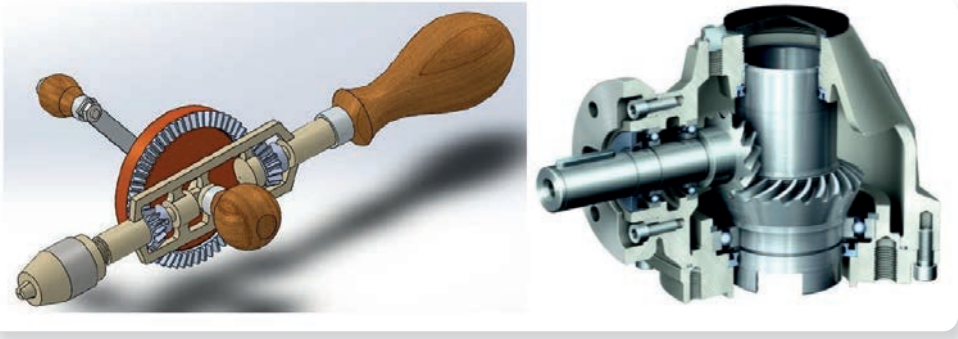
Eksenleri birbirine paralel olmayan miller arasında güç ve hareket iletmek için kullanılan koni biçimli dişli çarklardır. Daha çok birbiri ile 90° açı yapan miller arasında güç ve hareket için kullanılmakla beraber farklı açılardaki miller arasında da kullanılır. Düz dişlilerin çalışma prensibinde iki silindir birlikte çalışıyormuş gibi düşünülürken konik dişlilerde ise eksenleri bir noktada kesişen iki koninin birbiri üzerinde yuvarlandığı düşünülür. Kullanım yerine göre döküm yolu ile üretildikleri gibi, freze tezgahlarında ve özel dişli açma tezgahlarında da üretilir. Konik dişliler otomotiv endüstrisinde vites kutularında, diferansiyel dişli sistemlerinde, motosiklet motorlarında, tekstil endüstrisinde, dikiş makinelerinde vb. kullanılır.



Görsel 7.59: Konik dişli üretim yöntemler



Görsel 7.60: Diferansiyel kutusu



Görsel 7.61: Konik dişli kullanım örnekleri

7.2.4.1. Konik Dişli Çeşitleri

a. Düz Konik Dişliler

Düz konik dişliler ucu kesilmiş dik bir dairesel koni şeklindedir. Eksenleri kesişen miller arasında güç ve hareket iletmekte kullanılır. Düz konik dişliler orta düzeyde yük iletiminde kullanılır. Spiral konik dişliler kadar sessiz çalışmadıklarından dişli çalışma gürültüsünün çok önemli olmadığı yerlerde kullanılır. Gemilerde, iş makinelerinde, tarım makinelerinde, vinçlerde vb. yerlerde 90° yön değiştirme dişlisi olarak kullanılır.

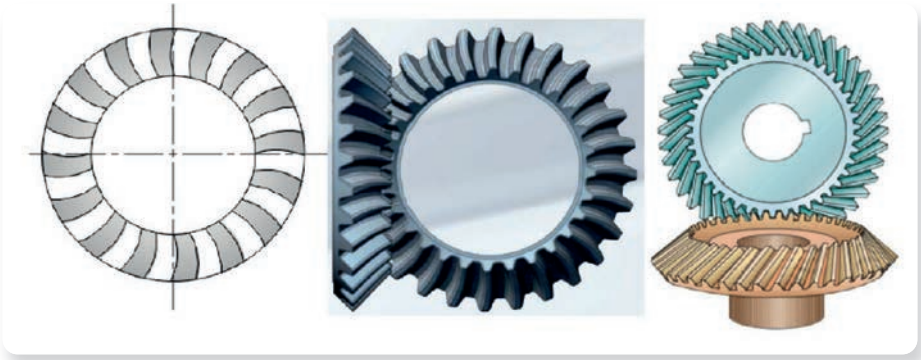


Görsel 7.62: Düz konik dişli çarklar

b. Helisel Konik Dişliler

Helisel konik dişliler alın genişliğinin ortasında spiral açısının sıfır olduğu özel açılmış spiral konik dişlilerdir. Büyük güçlerin yüksek hızda ve sessiz aktarılmasında kullanılır. Düz ve spiral konik dişlilerin avantajlarının hepsine sahiptir. Özel dişli açma tezgahlarında imal edilir.

- Helisel konik dişlilerin dişleri üzerindeki kuvvet, düz konik dişlilerle aynıdır ve içe doğru itme kuvvetini ortadan kaldırır. Bu nedenle, bağlantı koşullarını veya yatakları değiştirmeden düz konik dişliler yerine kullanılabilir.
- Düz konik dişlilere göre daha hassas, sessiz ve üstün sürtünme önleyici özelliğe sahiptir.
- Spiral konik dişlilerde olduğu gibi sağ ve sol helisli olarak kullanılır.
- Normal olarak, spiral konik dişliler sadece bir yönde döndürülebilir, ancak helisel dişlilerin sıfır bükülme açısı nedeniyle, düz konik dişlilerde olduğu gibi her iki yönde de döndürülebilir.
- Diş kalınlığı ve diş uzunluğunun daha fazla olması nedeniyle düz ve spiral konik dişlilere kıyasla kırılmaya karşı daha dayanıklıdır.



Görsel 7.63: Helisel konik dişli çark

c. Spiral Konik Dişliler

Spiral konik dişliler, dişlerin temasının dişin bir ucunda başlayıp diğer ucana kadar düzgün bir şekilde ilerleyen yay biçimli dişlere sahiptir. Sadece bir yönde dönerek güç ve hareket iletilir. Bu dişliler, düz konik dişlilere göre daha düşük diş yüküne sahiptir ve 8 kata kadar daha hızlı dönebilir. Yüksek hızlarda, ağır veya hafif yüklerde, sessiz operasyonlarda, alan ve ağırlığın sınırlı olduğu tüm uygulamalarda kullanılabilir.



Görsel 7.64: Spiral konik dişli çark

d. Hypoid Dişliler

İki milin eksenlerinin dik olduğu ancak kesişmediği durumlarda kullanılan helisel konik dişlilerdir. Hipoid dişliler, mil eksenlerinin kesişmemesi dışında spiral konik dişlilere benzer. Eksenler ise herhangi bir açıda olabilir. Hypoid dişliler genellikle 19° ve 22° aralığındaki basınç açılarına sahiptir. Bu da spiral konik dişlilere kıyasla dönüş hareketini daha düzgün ve gürültüsüz iletmesini sağlar. Genellikle tahrik millerini otomobillerin arka akslarına bağlamak için kullanılır.

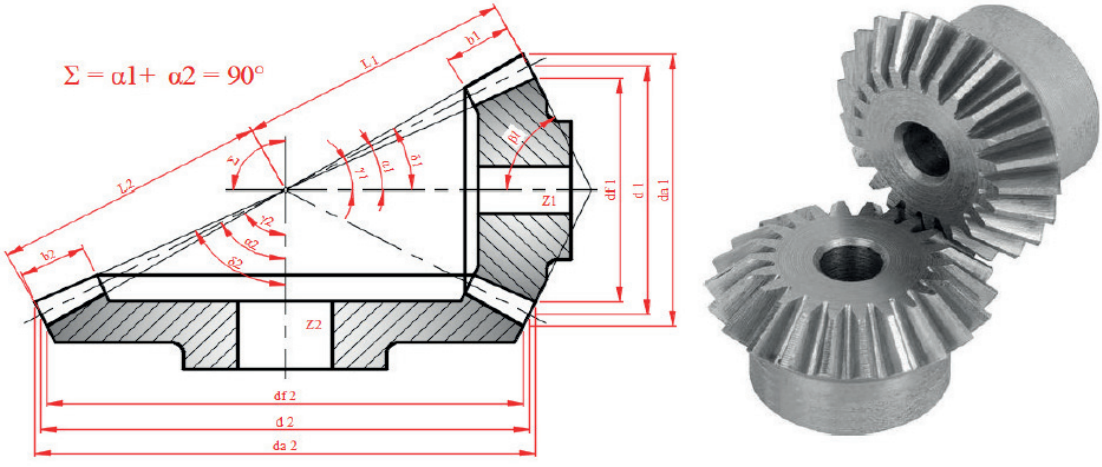


Görsel 7.65: Hypoid konik dişli çarklar

7.2.4.2. Konik Dişli Çarkların Çalışma Pozisyonları

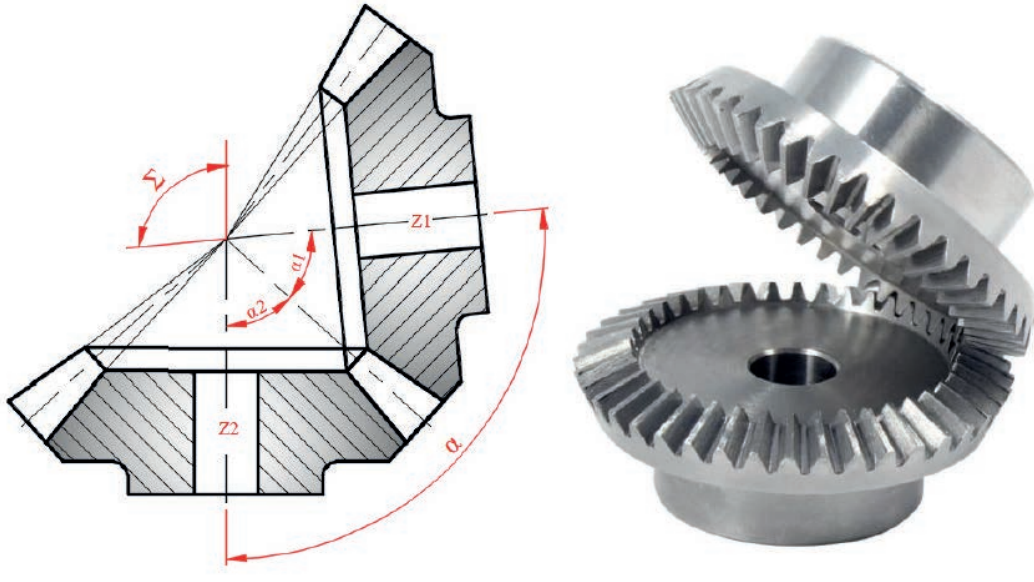
Konik dişliler genellikle eksenleri arasında açı 90° olan miller arasında güç ve hareket iletir. Eksenler arası açı, birlikte çalışan konik dişlilerin koni açılarının toplamı kadar olduğundan bölüm daireleri koni açılarının toplamı; $\Sigma = \alpha 1 + \alpha 2 = 90°$ olur. Eş dişlilerin diş sayıları, Z1 ve Z2 ye göre:

$$\tan \alpha 1 = \frac{Z_1}{Z_2};\ \tan \alpha 2 = \frac{Z_2}{Z_1} \text{ olur.}$$



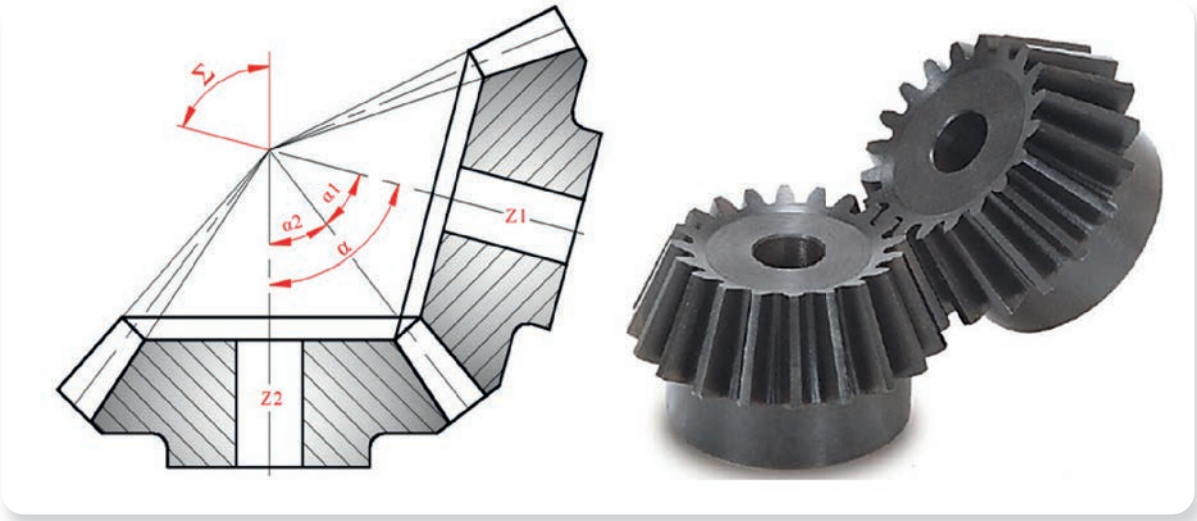
Görsel 7.66: Dik çalışan konik dişli çarklar

İçe doğru eğik çalışan yani çalışma konumları 90° den az olan konik dişlilerde Eksenler arası açı Σ, 90° den büyük olur. Bu durumda; $\Sigma = \alpha 1 + \alpha 2 > 90°$ olur.



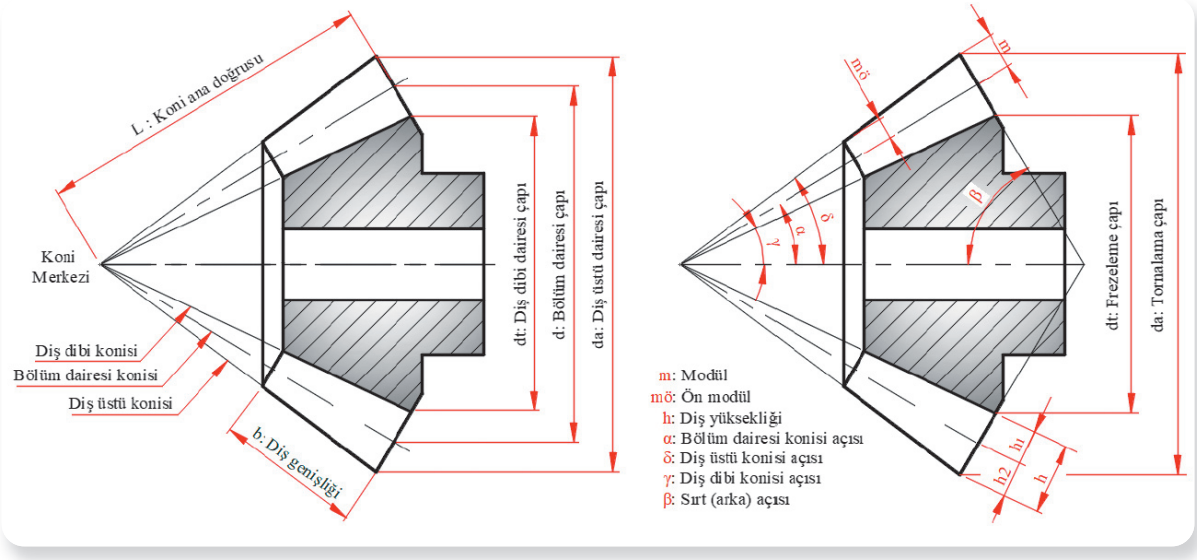
Görsel 7.67: İçe eğik çalışan konik dişli çarklar

Dışa doğru eğik çalışan yani çalışma konumları 90°'den çok olan konik dişlilerde eksenler arası açı Σ, 90°'den küçük olur. Bu durumda; Σ = α1 + α2 < 90° olur.



Görsel 7.68: Dışa eğik çalışan konik dişli çarklar

7.2.4.3. Konik Dişli Elemanları



Görsel 7.69: Konik dişli çark ve elemanları

Tablo 7.10: Konik Dişli Elemanları ve Formülleri

Konik Dişli Elemanları	Simge	Formül
Ön modül: Konik dişlinin küçük çapından ölçülen modüldür. İç modül de denir.	**mö**	mö = (dt – 2.b. sin α) / Z
Modül: Konik dişlinin büyük çapından ölçülen modüldür. Arka modülde denir. Dişli bu modüle göre açılır.	**m**	m = d / Z
Diş sayısı: Bölüm dairesi üzerinde ölçülen diş sayısıdır. Bölüm dairesi çapının diş sayısına oranıdır.	**Z**	Z = d / m
Sanal diş sayısı: Konik dişli diş sayısının bölüm konisi açısının kosinüsüne bölümünden elde edilir.	**Zi**	Zi = Z / cos α
Ön adım: Koninin küçük çap kısmında ölçülen adımdır.	**tö**	tö= mö . π
Arka adım: Koninin büyük çap kısmından ölçülen adım.	**ta**	ta = ma . π
Bölüm dairesi koni açısı: Dişlinin bölüm dairesinden geçtiği düşünülen koninin açısıdır.	**α**	$\tan \alpha = \frac{d1}{d2} = \frac{Z1}{Z2}$
Diş üstü koni açısı: Tornalama açısıdır. Diş üstünden geçtiği düşünülen koni ile koni ekseni arasındaki açıdır.	**δ**	$\tan \delta = \frac{Z1+2 .\cos \alpha 1}{Z2-2 .\sin \alpha 1}$
Diş dibi koni açısı: Frezeleme açısıdır. Diş dibinde geçtiği düşünülen koni ile koni ekseni arasındaki açıdır.	**γ**	$\tan \gamma = \frac{Z1-2,4 .\cos \alpha 1}{Z2+2,4 .\sin \alpha 1}$
Sırt Açısı: Dişlinin sırt kısmının tornalama açısıdır.	**β**	β = 90° - α
Koni ana doğrusu: Diş üstü konisi üzerinde koni merkezi ile diş bitim noktası arası uzunluktur.	**L**	L = d / (2 . sin α)
Bölüm dairesi çapı: Dişlilerin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	d = m . Z
Diş üstü dairesi çapı: Diş üstünden geçen dairenin çapıdır.	**da**	da = d + (2 . m . cos α)
Diş dibi dairesi çapı: Dişlinin diş dibinden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**dt**	dt = d – (2,332 . m . cos α)
Diş üstü yüksekliği: Bölüm dairesi çapı ile diş üstü dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**hı**	hı = m
Diş dibi yüksekliği: Bölüm dairesi çapı ile diş dibi dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h2**	h2 = 1,167 . m
Diş yüksekliği: Diş üstü dairesi çapı ile diş dibi dairesi arasındaki mesafedir.	**h**	h = 2,167 . m
Diş genişliği: Koni büyük çap-küçük çap arası uzunluk.	**b**	b = d / (6. sin α) b = L / 3
Eksenler arası açı: İki dişlinin eksenleri arasındaki açıdır.	**Σ**	Σ = α1 + α2
Ön diş genişliği: Küçük çap kısmındaki diş kalınlığıdır.	**Sö**	Sö = (mö . π) / 2
Arka diş genişliği: Büyük çap kısmındaki diş kalınlığıdır.	**S**	S = (m . π) / 2
Diş düzeltme miktarı: Ön diş ile arka diş arasındaki kalınlık farkını ayarlamak için kullanılır.	**Sd**	S d = (S – Sö) / 2
Diş düzeltme açısı: Ön diş ile arka diş arasındaki açı farkını ayarlamak için kullanılır.	**θ**	tan θ = (S – Sö) / 2 . b
Delikli ayna çevirme oranı: Sonsuz vida diş sayısının dişli çarkın diş sayısına oranıdır.	**nk**	nk = k / Z = 40 / Z
Dişli Çark Hesabı: Birinci dişli çarkın diş sayısının ikinci dişli çarkın diş sayısına oranıdır.		$\frac{Z1}{Z2} = \frac{a \times c}{b \times d} = \frac{Ht . k}{H}$ **Ht:** Tabla mili adımı. (6 mm) **k:** Karşılık dişlisi diş sayısı (40) **H:** Helis adımı

Örnek Uygulama:

Diş sayısı Z1: 28 , arka modülü m: 4 ve eksenleri arasındaki açı Σ: 90° olan konik dişli çarkı üniversal freze tezgahında açmak için gerekli hesaplamaları yapınız. Eş dişlinin diş sayısını Z2: 36, dişli göbek delik çapını 30 mm, göbek çapını 45 mm ve dişli kısmın genişliğini 34 mm olarak alınız.

Arka adım : $t = m \cdot \pi = 4 \cdot 3{,}14 = 12{,}56$ mm

Bölüm dairesi çapı : $d = m \cdot Z = 4 \cdot 28 = 112$ mm

Bölüm dairesi açısı : $\tan \alpha = Z1 / Z2 = 28 / 36 = 0{,}78$ trigonometrik cetvelden $\alpha = 37° 50'$

Diş üstü dairesi çapı: $da = d + 2.m.\cos \alpha = 112 + 2.4.\cos 37°50' = da = 112 + 8.0{,}79 = 118{,}32$ mm

Diş dibi dairesi çapı : $dt = d - (2{,}332 . m . \cos \alpha) = 112 - (2{,}332 . 4 . \cos 37°50') = 112 - 7{,}3 = 104{,}63$mm

Diş yüksekliği : $h = 2{,}167 . m = 2.167 . 4 = 8, 67$ mm

Ön modül : $mö = (dt - 2.b . \sin \alpha) / Z = (104{,}63 - 2 . 30{,}44 . \sin 37° 50') / 28 =$

$mö = 67{,}25 / 28 = 2, 4$ mm

Ön adım : $tö = mö . \pi = 2{,}4 . 3{,}14 = 7{,}54$ mm

Diş üstü açısı : $\tan \delta = \frac{Z1+2 .\cos \alpha 1}{Z2-2 .\sin \alpha 1} = \frac{28+2 . \cos 37° 50'}{36-2 . \sin 37° 50'} = \frac{28+2 .0{,}7898}{36-2 .0{,}6133} = \frac{29{,}58}{34{,}773} = 0{,}8506$

trigonometrik cetvelin tanjant kısmından **$\delta = 40° 30'$** olarak bulunur.

Diş dibi açışı : $\tan \gamma = \frac{Z1-2{,}4 .\cos \alpha 1}{Z2+2{,}4 .\sin \alpha 1} = \frac{28-2{,}4 .\cos 37° 50'}{36+2{,}4 .\sin 37° 50'} = \frac{28-2 .0{,}7898}{36+2 .0{,}6133} = \frac{26{,}42}{37{,}227} = 0{,}71$

trigonometrik cetvelin tanjant kısmından **$\gamma = 35° 20'$** olarak bulunur.

Sırt (Arka) açısı : $\beta = 90° - \alpha = 90° - 37° 50' =$ **$52° 10'$**

Koni ana doğrusu : $L = d / (2 . \sin \alpha) = 112 / (2 . \sin 37° 50') = 112 / 2 . 0{,}6133 = 91{,}31$ mm

Diş uzunluğu : $b = d / (6. \sin \alpha) = 112 / (6 . \sin 37° 50') = 112 / 6 . 0{,}6133 = 30{,}44$ mm

Sanal diş sayısı : $Zi = Z / \cos \alpha = 28 / \cos 37° 50') = 28 / 0{,}7898 = 35{,}45$ adet

Ön diş genişliği : $Sö = (mö . \pi) / 2 = (2{,}4. 3{,}14) / 2 = 3{,}77$ mm

Arka diş genişliği : $S = (m . \pi) / 2 = (2{,}4 . 3{,}14) / 2 = 6{,}28$ mm

Diş düzeltme miktarı: $Sd = (S - Sö) / 2 = (6{,}28 - 3{,}77) / 2 = 2{,}51 / 2 = 1{,}255$ mm

Diş düzeltme açısı : $\tan \theta = (S - Sö) / 2 . b = (6{,}28 - 3{,}77) / 2 . 30{,}44 = 2{,}51 / 60{,}88 = 0{,}0412$

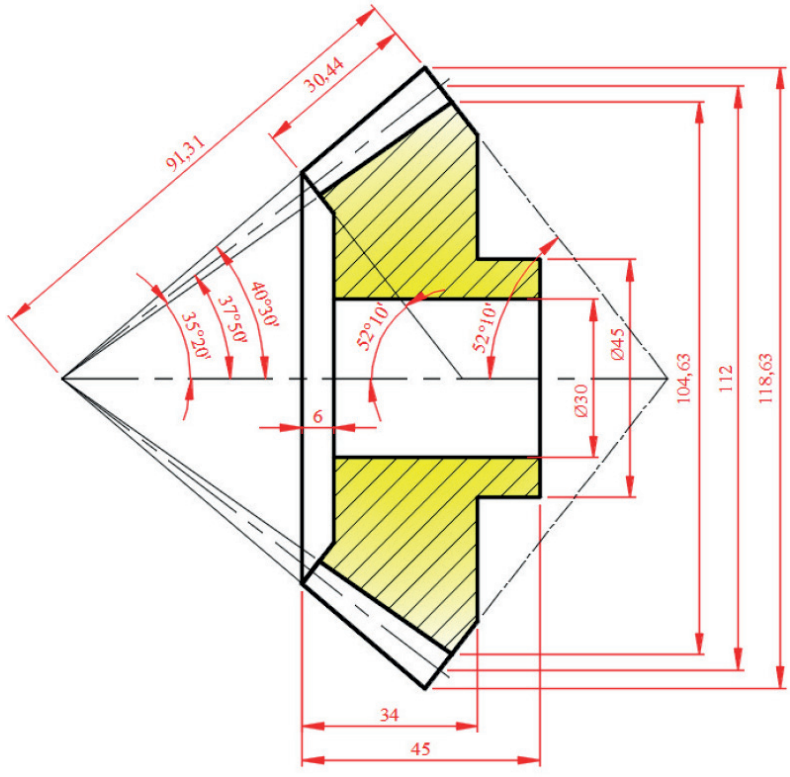
trigonometrik cetvelin tanjant kısmından **$\theta = 2° 20'$** olarak bulunur.

Çevirme oranı : $nk = k / Z = 40 / 28 = 1\frac{12}{28}$ 28 delikli aynasında 1 tam tur 12 aralık

Tablo 7.11: Çift Yüzlü Aynalarda Delikli Ayna Delik Sayıları

1.Aynada	**1.Yüz**	15	16	17	18	19	20				
	2.Yüz	21	23	27	29	31	33				
2.Aynada	**1.Yüz**	24	25	28	30	34	37	39	41	42	43
	2.Yüz	46	47	49	51	53	54	58	59	62	66

Dişli çark hesabı: $\frac{Z1}{Z2} = \frac{a \times c}{b \times d} = \frac{Ht. k}{H} = \frac{6. 40}{H} = \frac{a \times c}{b \times d}$

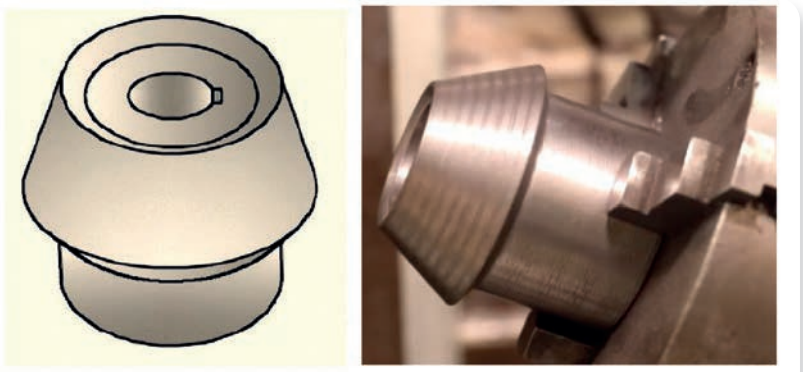


Görsel 7.70: Konik dişli çark elemanları

7.2.4.4. Konik Dişli Çarkların Çalışma Pozisyonları

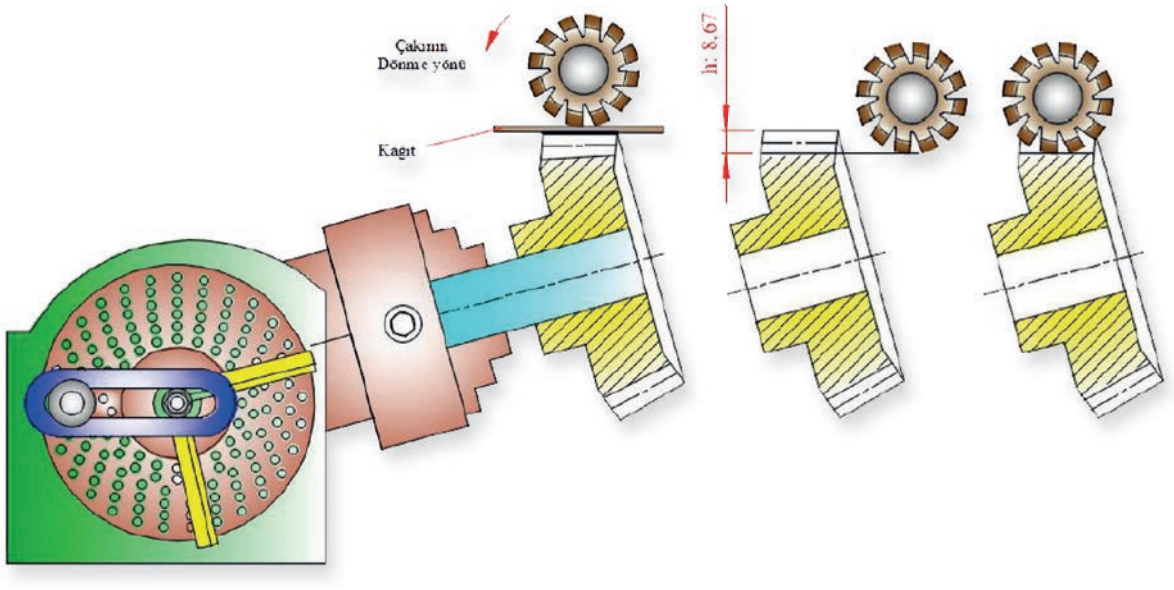
Üniversal freze tezgahlarında modül freze çakısı kullanılarak ideal konik dişli açılamaz. Çünkü modül freze çakısı sabit bir profile sahiptir. Konik dişlinin ise küçük çaptaki diş profili ile büyük çaptaki diş profili farklı ölçülere sahiptir. Bu nedenle konik dişlinin dişlerinin koniklik profili oluşturulamaz ancak yaklaşık metotla konik dişli açılabilir. Üniversal freze tezgahlarında 25 ve üzeri diş sayısına sahip konik dişliler açılabilir. Konik dişlilerin açılabilmesi için ön modül (**mö**) , ideal diş sayısı (**Zi**), arka diş yüksekliği (**h**) ve diş dibi konisi açısının (**γ**) bilinmesi gerekir.

1. Dişli çark hesaplamaları yapılır.
2. Divizör çevirme oranı hesabı yapılır,
3. Dişli yapılacak parçanın göbek deliği Ø30 mm ölçüsündeki matkapla delinir.
4. Delme işleminden sonra delik çapına uygun konik bir malafaya takılan parça torna tezgahında ayna ile punta arasına bağlanır.
5. Bağlama işleminden sonra komparatör yardımı ile malafanın salgısı kontrolü yapılır.
6. Parça diş üstü dairesi çapı (da:118,32 mm), diş uzunluğu (b: 30,44 mm) ve arka açı (β = 52° 10′) ve bölüm dairesi koni açısı (α = 37° 50′) ölçüleri ilr tornalanır ve dişli taslağı oluşturulur.
7. Divizör tezgâh tablasına bağlanır.
8. Tornalanan dişli taslağı divizör aynasına bağlanır.



Görsel 7.71: Konik dişli taslağı ve divizör aynasına bağlanması

9. Çevirme oranı hesabına göre 28 delikli ayna seçilir ve makas 12 aralığa ayarlanır.
10. Divizör bölüm dairesi koni açısı (α = 37° 50´) kadar açı verilir.
11. Parça malafa ile bağlanmışsa komparatör yardımı ile salgı kontrolü yapılır.
12. Modül freze çakısı ön modül mö: 2,4 ve sanal diş sayısı Zi: 35,45 dikkate alınarak 35-54 arası diş açan 6 nolu modül freze çakısı seçilir ve uygun çaplı freze malafasına bağlanır.
13. Dişlerin tam merkezî olarak açılabilmesi için iş ekseni ile modül freze çakısı ekseni ayarlanır.
14. Tezgâh çalıştırılır, çakı parçanın konik yüzeyine temas ettirilerek ayar bileziği sıfırlanır.
15. Tezgâh tablası ileri hareket ettirilerek çakı boşta iken diş yüksekliği h= 8,67 mm kadar paso derinliği verilir. İstenirse 8,67 mm derinlik birkaç pasoda da verilebilir (Görsel 7.72).

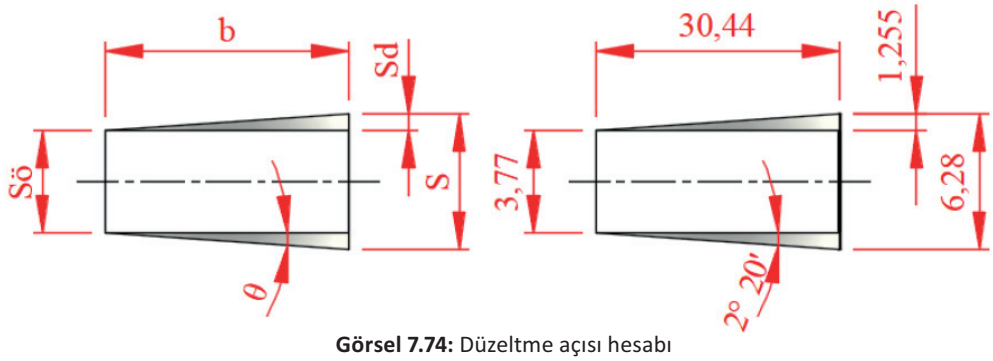


Görsel 7.72: Konik dişli taslağı ve divizör aynasına bağlanması

16. Birinci kanal açma işleminden sonra kesici geri çekilerek divizör hesaplanan döndürme oranı kadar (1 tam tur 12 aralık) döndürülür ve ikinci kanal açılır.
17. Bütün dişler sırası ile döndürme oranı dikkate alınarak açılır (Görsel 7.73).
18. Görsel 7. 73: Konik dişli çark açmada işlem sırası
19. Bütün dişler iç modül ölçüsünde açıldıktan sonra yaklaşık metodun uygulanması için dişlerin düzeltilmesi işlemine geçilir. Diş düzeltme miktarı (Sd:1,255 mm) ve diş düzeltme açısına (θ = 2° 20′) göre tablaya açı verilir. Her diş için ayrı ayrı düzeltme işlemi yapılır (Görsel 7.74).
20. Bütün dişler açıldıktan sonra dişli sökülür ve dişlinin çapakları temizlenerek son haline getirilir.



Görsel 7.73: Konik dişli çark açmada işlem sırası



Görsel 7.74: Düzeltme açısı hesabı



Görsel 7.75: Konik dişli çark tashih (düzeltme) işlemlerinin yapılışı

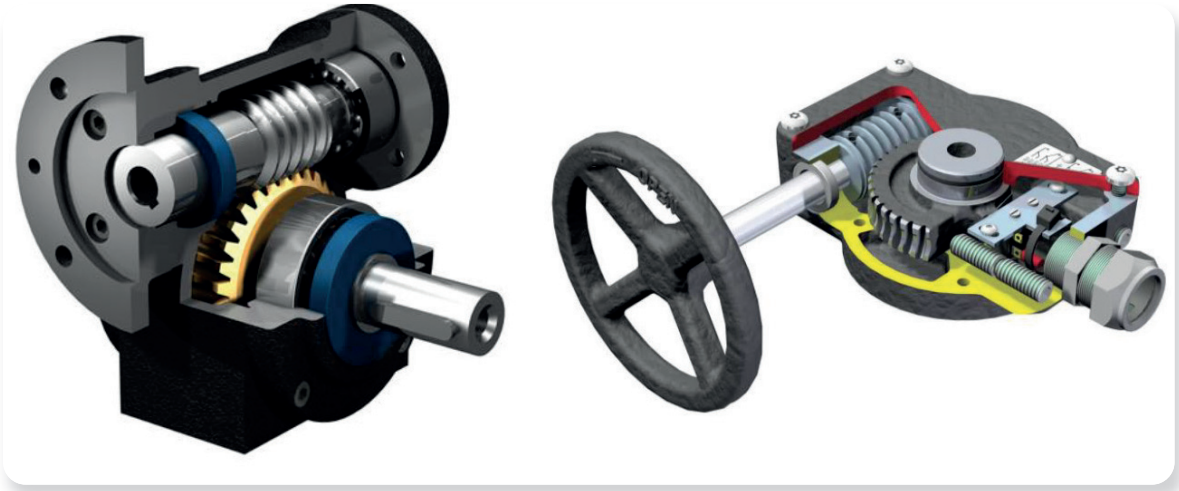
7.2.5. Sonsuz Vida ve Karşılık Dişlisi

Birbiri ile kesişmeyen ve birbirine paralel olmayan miller arasında hareket ve güç iletmek için kullanılan vida ve dişli ikilisidir. Büyük yüklerin küçük hızlarda ve çok az bir kuvvet ile iletilmesinde kullanılır. Sessiz ve darbesiz çalışırlar. Fakat sürtünme yüzeyi fazla olduğundan aşınma biraz fazla, verimleri ise biraz düşüktür. Vida dişleri helisel kanallı olduğundan kullanılacak dişli çarkta helis dişli olarak imal edilir. Vida ve dişlinin helis açıları birbirinden farklı olabilir. Ancak helis yönleri birbirinin aynısı olmak zorundadır. Sistem vidanın dişliyi çevirmesi ile hareket eder. Vida çeviren, dişli çevrilendir. Sonsuz vida ve karşılık dişlisi mekanizmaları tek yönde hareket eder.

Divizörlerde, döner tablalarda, asansörlerde, vinçlerde, kaldırma ve taşıma araçlarında pompalarda ve takım tezgahlarında dönme hareketini belirli oranlarda yavaşlatmak için kullanılır.



Görsel 7.76: Sonsuz vida ve karşılık dişlisi

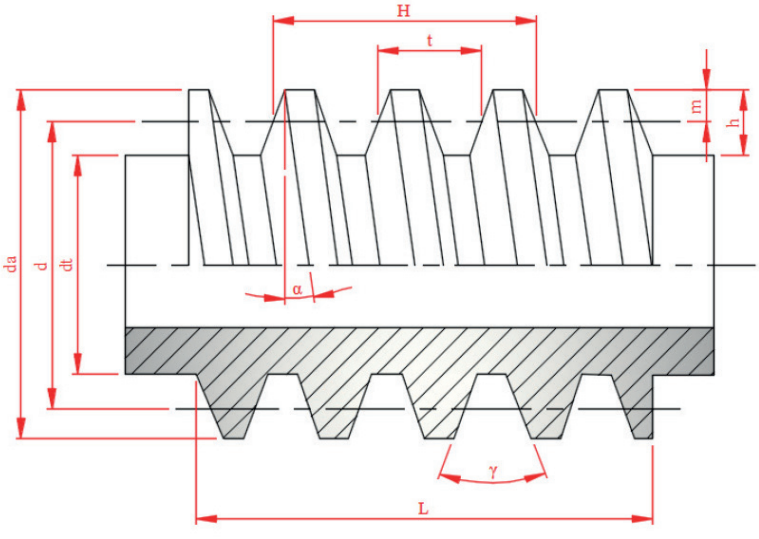


Görsel 7.77: Sonsuz vida ve karşılık dişlisinin kullanıldığı yerler

7.2.5.1. Sonsuz Vida ve Elemanları

Sonsuz vida bir trapez vidadır. Sonsuz vida ve karşılık dişlisi sistemlerinde hareketi veren yani çeviren eleman olarak kullanılır. Dönme sırasında devamlı dönme işlemi gerçekleştirdiğinden sonsuz vida adını almıştır. Hareketi belirli oranlarda yavaşlatmak için kullanılır. İletilen gücün büyüklüğüne göre ağız sayısı ve vida dişlerinin yönü değişebilir. Ağız sayısı 1-8 arasında değişebilir. Vida ağız sayısının artması güç aktarım oranını arttırdığı gibi yüksek hızları da yavaşlatır. Vida dişleri karşılık dişlisinin bütün yüzeyleri ile sürekli temas halinde olduğundan aşınma ihtimali daha yüksektir. Bu nedenle sonsuz vidalar sertleştirilir ve taşlandıktan sonra kullanılır.

Sonsuz vidanın açılması diğer vidaların açılması ile aynıdır. Tek fark adım ölçüsünün modül olarak verilmesidir. Vidalar çalışacağı ve ileteceği kuvvetin durumuna göre miliyle beraber tek parça olarak yapıldığı gibi mil ve vida ayrı üretilip kamayla birleştirilebilir.



Görsel 7.78: Sonsuz vida elemanları

Tablo 7.12: Sonsuz Vida Elemanları Tablosu

Sonsuz Vida Elemanları	Simge	Formül
Modül: Vida bu modüle göre açılır.	**m**	$m = t / \pi$
Diş adımı: Bölüm dairesi üzerinde bir diş dolusu ile bir diş boşluğunun toplam ölçüsüdür.	**t**	$t = m . \pi$ $t = H / Z_I$
Helis Adımı: Diş adımı ile ağız sayısının çarpımıdır. Helis adımı, vidanın bir devirde aldığı yoldur. Gerçek adımdır.	**H**	$H = t . Z_I$ $H = \pi . d . \tan \alpha$
Ağız sayısı: Vida ağız sayısıdır. Karşılık dişlisinin diş sayısı 40 ise tek ağızlı, 40-50 arasında ise çift ağızlı üretilir.	**Z_I**	$Z_I = H / t$
Diş sayısı: Bölüm dairesi üzerinde ölçülen diş sayısıdır. Bölüm dairesi çapının diş sayısına oranıdır.	**Z_2**	$Z_2 = d / m$
Diş üstü dairesi çapı: Vidanın diş üstünden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**da**	$da = d + 2 . m$
Bölüm dairesi çapı: Vida ile dişlinin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	$d = m . Z_2$ $d = H / \pi . \tan \alpha$
Diş dibi dairesi çapı: Vidanın diş dibinden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**dt**	$dt = d – (2,332 . m)$
Diş üstü yüksekliği: Vidanın bölüm dairesi çapı ile diş üstü dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h_I**	$h_I = m$
Diş dibi yüksekliği: Vidanın bölüm dairesi çapı ile diş dibi dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h2**	$h2 = 1,167 . m$
Diş yüksekliği: Vidanın diş üstü dairesi çapı ile diş dibi dairesi arasındaki mesafedir.	**h**	$h = 2,167 . m$
Sonsuz vidanın genişliği:	**b**	$b = 0,8 . d$
Vida boyu uzunluğu: Helis kanallarının dönme ekseni üzerindeki uzunluğudur.	**L**	$L = 2 . m (\sqrt{Z2} + 1)$
Helis açısı : Vidanın helis açısı ölçüsüdür.	**α**	$\tan \alpha = H / (\pi . d)$
Diş profil açısı: Karşılık dişlisi diş kenarları arasındaki açı Trapez dişliye benzer.	**γ**	Genellikle 30° alınır.
Delikli ayna çevirme oranı: Sonsuz vida diş sayısının dişli çarkın diş sayısına oranıdır.	**nk**	$nk = k / Z_2 = 40 / Z_2$
Eksenler arası mesafe: Sonsuz vida ile karşılık dişlisi arasındaki mesafe ölçüsüdür.	**a**	$a = \frac{d1+d2}{2}$
Çevirme oranı: Birinci dişli çarkın diş sayısının ikinci dişli çarkın diş sayısına oranıdır. **Z_I :** Çeviren dişli **Z_2 :** Çevrilen dişli	$i = \frac{Z1}{Z2} = \frac{d1}{d2} = \frac{a \times c}{b \times d}$	

Örnek Uygulama:

Diş sayısı 40 olan karşılık dişlisi ile beraber çalışacak sonsuz vida modülü 2 mm ve iki ağızlı olarak üretilecektir. Karşılık dişlisi düş üstü çapı 40 mm'dir. Sonsuz vidanın elemanları hesaplayınız.

Verilenler:

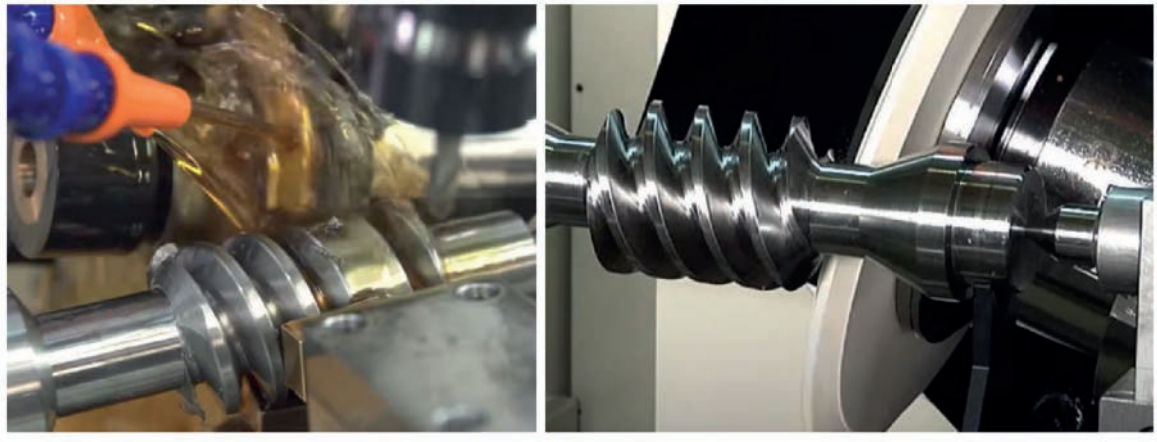
Z2: 40

$Z_1 = 2$

m=2

$\pi = 3{,}14$

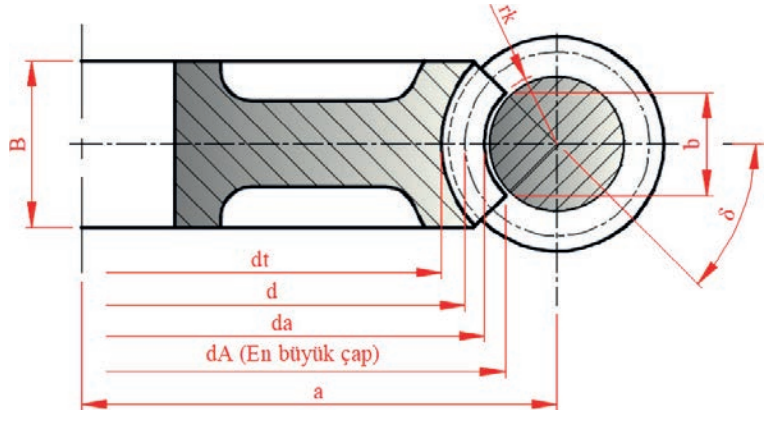
- **Diş adımı** $t = m \cdot \pi = 2 \cdot 3{,}14 = 6{,}28$ mm
- **Helis adım** $H = Z_1 \cdot t = 2 \cdot 6{,}28 = 12{,}56$ mm
- **Bölüm dairesi çapı** $d = m \cdot Z_2 = 2 \cdot 40 = 80$ mm
- **Diş üstü çapı** $da = d + 2 \cdot m = 80 + 2.2 = 84$ mm
- **Diş dibi çapı** $dt = d - 2{,}33 \cdot m = 80 - 2{,}33 \cdot 2 = 75{,}34$mm
- **Vida uzunluğu** $L = 2 \cdot m \, (\sqrt{Z2} + 1) = 4 \cdot (6{,}324 + 1) = 29{,}298$ mm
- **Eksenler arası mesafe** $a = (d_1 + d_2) / 2 = (40+80) / 2 = 60$ mm
- **Dişli çark hesabı** $\frac{\text{Çeviren dişli}}{\text{Çevrilen dişli}} = \frac{Z\,1}{Z\,2} = \frac{a \times c}{b \times d} = \frac{8}{12} = \frac{8 \times 4}{12 \times 4} = \frac{32}{48}$



Görsel 7.79: Sonsuz vidanın açılması

7.2.5.2. Karşılık Dişlisi

Dişleri düz veya kavisli ve özel olarak açılmış helis dişli çarklardır. Hareketini sonsuz vidadan alır. Sonsuz vida ile aynı adım, aynı modül ve aynı profilde açılır. Taşıyacağı yük ve istenen hız oranı dikkate alınarak; içbükey, dışbükey veya düz profilli olarak yapılır. Diş sayısı 21'den az olmamalıdır.



Görsel 7.80: Karşılık dişlisi elemanları

Tablo 7.13: Karşılık dişlisi formül tablosu

Karşılık Dişlisi Elemanları	Simge	Formül
Modül: Dişli bu modüle göre açılır.	**m**	$m = t / \pi$
Alın modülü: Dişlinin alın kısmından ölçülen modülüdür.	**mn**	$mn = tn / \pi$
Adım: Bölüm dairesi üzerinde bir diş dolusu ile bir diş boşluğunun toplam ölçüsüdür.	**t**	$t = m . \pi$ $t = H / Z_1$
Alın adımı: Dişlinin alın kısmından ölçülen adımıdır.	**tn**	$tn = mn . \pi$
Helis Adımı: Diş adımı ile ağız sayısının çarpımıdır. Helis adımı, vidanın bir devirde aldığı yoldur. Gerçek adımdır.	**H**	$H = tn . Z_1$ $H = \pi . d . \tan \alpha$
Diş sayısı: Bölüm dairesi üzerinde ölçülen diş sayısıdır. Bölüm dairesi çapının diş sayısına oranıdır.	**Z_2**	$Z_2 = d / m$
Profil yarıçapı : Dişlinin vidayı kavraması için iç bükey larak verilen yuvarlatma yarıçapıdır.	**rk**	$rk = (d1 / 2) - m$
Pah Açısı: Profilden dolayı diş uçlarının keskin ve kırılgan olmaması için dişlinin kenarlarına kırılan pahın açısıdır.	**δ**	$\tan \delta = \frac{2f . tn}{d+1,2\ tn}$

Diş Sayısına Göre	Z	28	36	45	56	62	68	76	84
Diş Oturma Faktörü	f	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9

Helis ayar açısı : Dişli çark dişlerinin sonsuz vida ile aynı heliste olması için verilen açıdır.	**β**	$\tan \beta = \tan \alpha = H / (\pi . d)$
Ortalama helis açısı: Helis açısı ortalama değeridir.	**α**	$\cos \alpha = tn / t = mn /$ $m \tan \alpha = H / (\pi . d1)$
En büyük çap: Dişli taslağının tornalama çapıdır.	**dA**	$dA = da + m$
Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**da**	$da = d + 2 . m$
Bölüm dairesi çapı: Vida ile dişlinin birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen daire çapıdır.	**d**	$d = m . Z_2$ $d = H / \pi . \tan \alpha$
Diş dibi dairesi çapı: Dişlinin diş dibinden geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**dt**	$dt = d – (2,332 . m)$
Diş üstü yüksekliği: Dişlinin bölüm dairesi çapı ile diş üstü dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h_1**	$h_1 = m$
Diş dibi yüksekliği: Dişlinin bölüm dairesi çapı ile diş dibi dairesi çapı arasındaki mesafedir.	**h2**	$h2 = 1,167 . m$
Diş yüksekliği: Dişlinin diş üstü dairesi çapı ile diş dibi dairesi arasındaki mesafedir.	**h**	$h = 2,167 . m$
Dişli genişliği: Dişli çarkın toplam genişliğidir.	**B**	$B = d1 . \sin \delta + 0,25 . tn$
Eksenler arası mesafe: Sonsuz vida ile karşılık dişlisi eksenleri arasındaki mesafe ölçüsüdür.	**a**	$a = \frac{d1+d2}{2}$

Örnek Uygulama:



Helis adımı H: 22 mm olan 2 ağızlı sonsuz vida açılacaktır. Sonsuz vida dişlisinin diş sayısı 50 ve profil açısı δ: 30° olacağına göre karşılık dişlisinin elemanlarını hesaplayınız.

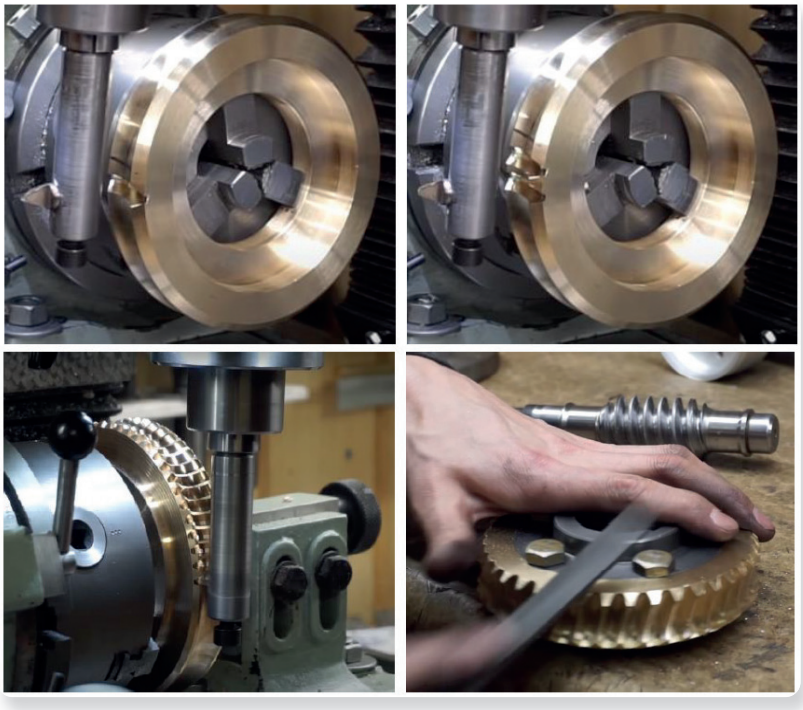
Dişli ve sonsuz vida adımları eşit olduğu için görünen adım;

- **Adım** **t (vida) = H / Z1** = 22 / 2 = 11 mm (dişli adımı)
- **Modül** **m = t / π** = 11 / 3,14 m = 3,5 mm
- **Bölüm dairesi** **d = m . Z2** = 3,5 . 60 = 210 mm
- **Diş üstü çapı** **da = d + 2 . m** = 210 + 2 . 3,5 = 217 mm
- **Diş dibi çapı** **dt = d – 2,332 . m** = 210 – 2,332 . 3,5 =201,84 mm
- **Diş derinliği** **h = 2,167 . m** = 2,167 . 3,5 = 7,58 mm
- **En büyük çap** **dA = da + m** = 217 + 3,5 = 220,5 mm
- **Profil yarıçapı** **rk = (d1 / 2) - m** = (50 / 2) – 3,5 = 21,5 mm (d1=Sonduz vida diş üstü çapı)
- **Helis ayar açısı** **tan β = tan α = H / (π . d1)** = 22 / (50 . 3,14) = 0.1401 tablodan β = 82º
- **Helis eğim açısı** **α** = 8 º olarak bulunur.
- α < 15º ise çarkın hesabı düz dişliye göre, α > 15º ise çarkın hesabı helis dişliye göre yapılır.
- **Delikli ayna hesabı** **nk = k / Z** = 40 / 60

7.2.5.3. Karşılık Dişlisi Açmada İşlem Sırası

Dişleri düz veya kavisli ve özel olarak açılmış helis dişli çarklardır. Hareketini sonsuz vidadan alır. Sonsuz vida ile aynı adım, aynı modül ve aynı profilde açılır. Taşıyacağı yük ve istenen hız oranı dikkate alınarak; içbükey, dışbükey veya düz profilli olarak yapılır. Diş sayısı 21'den az olmamalıdır.

1. Karşılık dişlisi elemanlarının hesabı yapılır.
2. Dişli taslağı göbek deliği çapı ölçüsünde delinir. En büyük çap (dA) 220,5 mm ölçüsünde tornalanır ve iki tarafına profil açısı δ: 30° ölçüsünde pah kırılır.
3. Profil yarıçapı (rk) 21,5 mm ölçüsü profil kalemi ile tornalanır. Böylece çarkın diş üstü, sonsuz vida diş dibini kavrayacak şekilde kavisli (profilli) tornalanmış olur.
4. Taslak parça divizör aynasına bağlanır. Kesici ile karşılık puntasının eksen ayarı yapılır. Kesicinin parçanın genişliğine göre ortalama işlemi yapılır.
5. Tezgâh çalıştırılır. Kesici profil yarıçapı üzerinde iken yüzeye değdirilerek ya da araya kâğıt konularak talaş derinliği sıfırlanır.
6. Diş derinliği h: 7,58 mm talaş derinliği verilerek ilk kanal açılır ve kesici geri çekilir.
7. Divizör kolu çevirme oranı kadar döndürülür. 7,58 mm talaş derinliği verilerek ikinci kanal açılır. İkinci kanalı açma işleminden sonra kesici geri çekilir.
8. Kanal açma işlemine bu şekilde bütün dişler oluşuncaya kadar devam edilir.
9. Divizör aynasından çıkarılan dişlinin çapakları eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir.



Görsel 7.81: Karşılık dişlisinin açılması

7.2.6. Zincir Dişliler

Eksenleri arasındaki mesafe fazla olan paralel miller arasında zincirler yardımı güç ve hareket iletmek için kullanılan dişli çarklardır. Sıcak, soğuk, ısı ve nem gibi zorlu çalışma koşullarından etkilenmez. Özellikle güvenli ve sessiz çalışmaları nedeni ile, motorlu araçlarda, tarım makinelerinde, tekstil makinelerinde, kaldırma ve taşıma araçlarında, bisiklet ve asansörlerde kullanılır.

Zincir dişli malzemesi olarak dökme demir, dökme çelik, alaşımsız çelik, ıslah çelikleri ve sementasyon çelikleri kullanılır. Küçük çaplı ve normal devirlerde kullanılacak zincir dişliler alaşımsız çeliklerden, yüksek devirlerde kullanılacak zincir dişliler ise ıslah çeliklerinden üretilir. Büyük çaplı ve normal devirlerde kullanılacak zincir dişliler dökme demirden ve yüksek devirlerde kullanılacak zincir dişliler ise çelik dökümden üretilir.

Zincir dişliler döküm yolu ile üniversal freze tezgahlarında ve özel dişli açma tezgahlarında ve ihtiyaç duyulması halinde matkap tezgahlarında tek parçalı veya çok parçalı olarak üretilir.



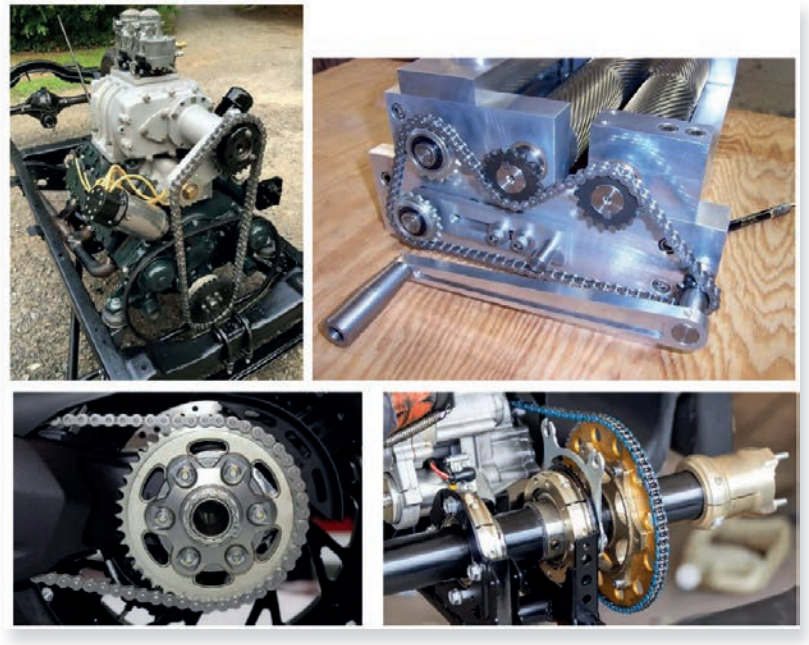
Görsel 7.82: Zincir dişliler

7.2.6.1. Kullanım Alanlarına Göre Zincir Dişliler

Dişleri düz veya kavisli ve özel olarak açılmış helis dişli çarklardır. Hareketini sonsuz vidadan alır. Sonsuz vida ile aynı adım, aynı modül ve aynı profilde açılır. Taşıyacağı yük ve istenen hız oranı dikkate alınarak; iç bükey, dış bükey veya düz profilli olarak yapılır. Diş sayısı 21'den az olmamalıdır.

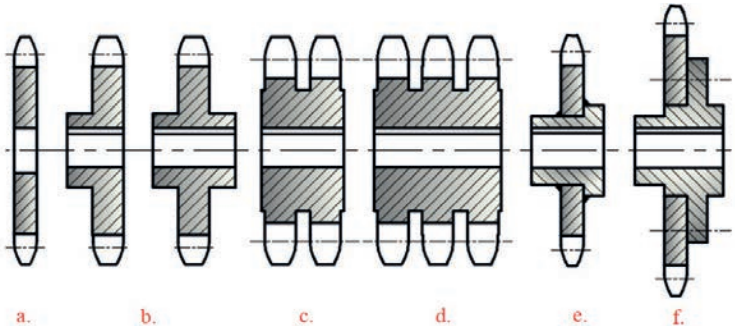


Görsel 7.83: Kullanım alanına göre zincir dişli çeşitleri



Görsel 7.84: Zincir dişli kullanım alanları

7.2.6.2. Üretim Tipine Göre Zincir Dişliler



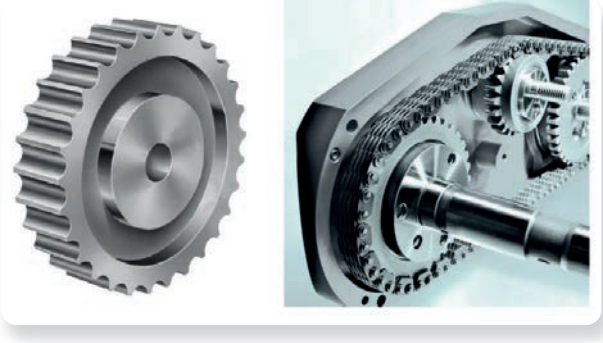
Görsel 7.85: Yapılışlarına göre zincir dişli çeşitleri

Üretim tipine göre zincir dişliler; Tek sıra disk şeklinde (a), tek sıra tek tarafı göbekli (b), tek sıra çift tarafı göbekli (c) , çift sıra göbekli (dublex) (d), üç sıra (triplex) göbekli (e), çelik göbeğe kaynaklı (f), font göbeğe kaynaklı (g) olarak üretilir.

7.2.6.3. İmalat Şekillerine Göre Zincir Dişli Çeşitleri

a. Dişli zincir dişliler

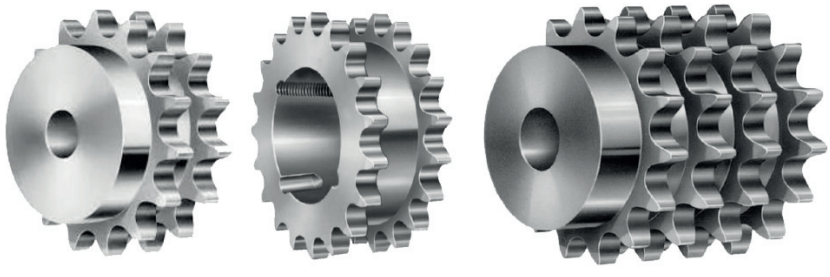
Motor sanayisinde ve deniz taşımacılığında kullanılan bu dişliler, motordan gelen hareketi millere ve makinelere aktarır.



Görsel 7.86: Dişli zincir dişli

b. Röleli (Makaralı) zincir dişliler

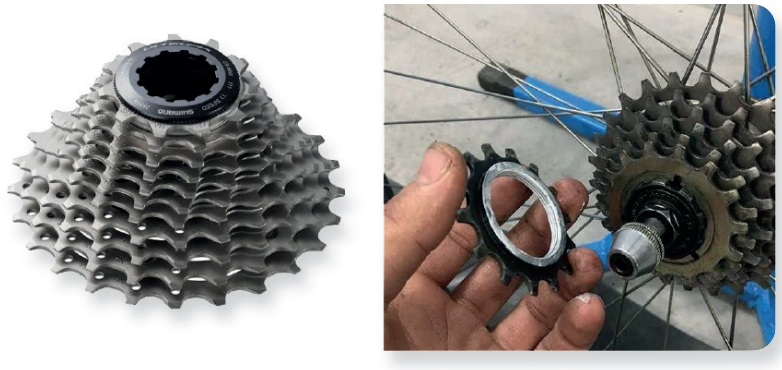
Bir milden diğer mile kuvvet iletimi için kullanılır bu dişlilere **Sproket dişliler** de denir. Kullanma yerlerine göre dökme demir, dökme çelik ve hadde çeliğinden üretilir. Makaralı zincir dişliler otomobillerde, motosikletlerde ve üretim tezgâhlarında kullanılır. Tek, çift ve daha fazla sıralı olarak yapılır. Diş sayıları genellikle 19 – 30 arasındadır.



Görsel 7.87: Röleli (makaralı) zincir dişli çeşitleri

c. Blok zincir dişliler

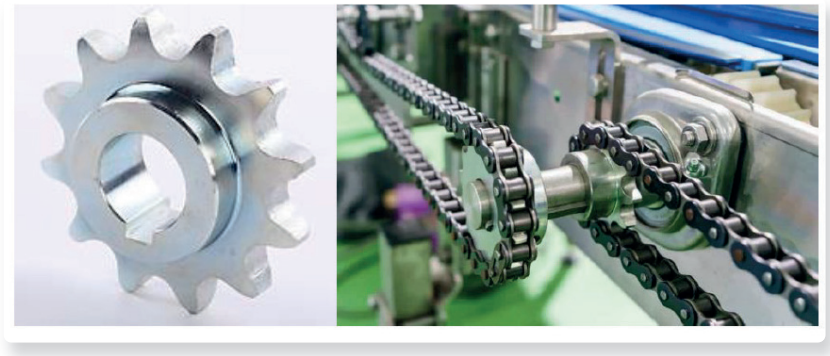
Makinelerde bir milden başka bir mile kuvvet iletiminde kullanılan dişlilerdir. Röleli zincir dişlilere benzer. Küçük güçleri iletmeye elverişlidir. Özellikle motosiklet, bisiklet ve matbaa makinelerinde kullanılır.



Görsel 7.88: Bisiklette kullanılan blok zincir dişli

d. Normal zincir dişliler

Blok zincir dişlilerine benzer. Motordan makineye büyük güçlerin iletilmesinde kullanılır. Birde fazla ağızlı olarak yapılır. 2 ve 3 ağızlı olanları tercih edilir.



Görsel 7.89: Normal zincir dişli

e. Çaplı zincir dişliler:

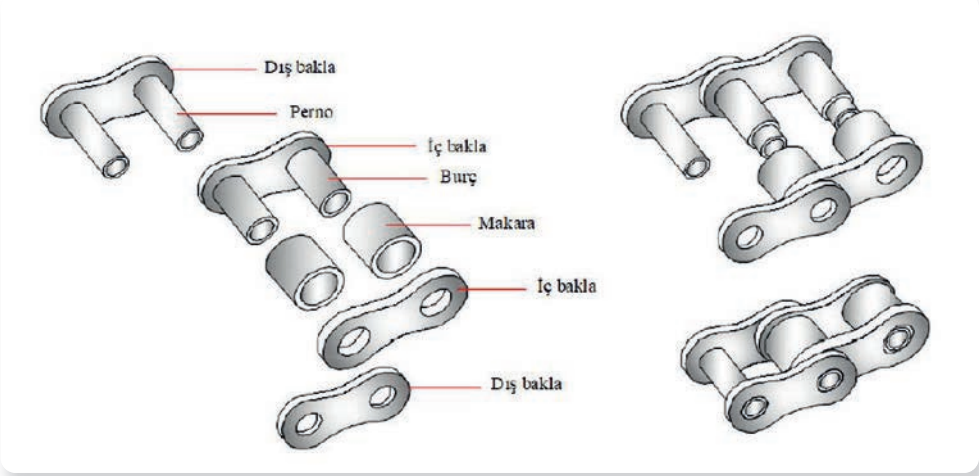
Yükün çok dönme momentinin az olduğu yerlerde kullanılır. Bu dişli çarklar özel şekilde, kullanım ve zorlanma miktarına göre; dökme demir, sert döküm ve çelik dökümden yapılır. Diş sayıları 4 ile 7 arasındadır. Tek ve çok yuvalı olarak üretilir. Çok yuvalılar basit vinçlerde ve gemi çapa zincir dişli çarkı olarak kullanılır.



Görsel 7.90: Çaplı zincir dişli ve kullanım alanı

7.2.6.4. Zincirler

Zincir dişliler ile beraber güç ve hareket iletmekte kullanılan bakla veya halkalardan oluşan makine elemanlarıdır. İşlevi ve kullanımı kayışa benzemekle beraber kayıştan farkı iletim sırasında kaymanın söz konusu olmamasıdır. Zincirler; iç bakla, dış bakla, perno, burç veya makaradan oluşmaktadır. Standart olarak imal edilebildiği gibi kullanım yerlerine göre özel olarak da imal edilir. Bir zincirin ölçüsü zincir adımına, zincir iç genişliğine ve zincir makara çapına bakılarak belirlenir.



Görsel 7.91: Baklalı zincirin kısımları

Zincirler kullanım amaçlarına göre;
- Yük taşıma zincirleri
- Transfer (transport) zincirleri
- Tahrik (transmisyon) zincirleri olarak 3'e ayrılır.

a. Yük taşıma zincirleri

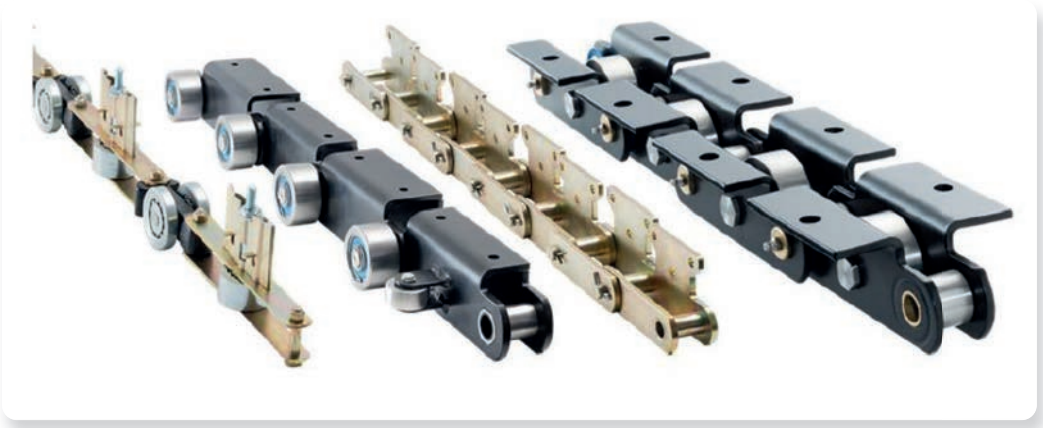
Kaldırma makinelerinde, bir yükü bir yerden başka bir yere taşımak için kullanılır. Yük taşıma zincirleri genellikle yuvarlak baklalı olarak imal edilir. Taşınacak yükün miktarına göre zincir çapı ve ölçüleri değişiklik gösterir.



Görsel 7.92: Yük taşıma zincirleri

b. Transfer (Transport) zincirleri

Bir yükü bir yerden başka bir yere taşımak için kullanılır. Bu uygulamalar için dönme kabiliyeti olan, dış ve iç baklalardan oluşan zincirler tercih edilmektedir.



Görsel 7.93: Konveyör zincirleri

Gal Zincirleri: En basit çelik pernolu zincirlerdir. Maksimum 0,3 m/sn hız gerektiren yerlerde kullanılabilir. Bu zincirler zincir pernosuna dönme hareketi yapabilcek toleransla takılı bir iç ve dış bakladan oluşur. Perno uçları bir ara pul konmadan dış bakla üzerine dövülerek kapatılır veya gupilya pim kullanılarak birbirine bağlanır. Güç aktarımı için uygun değildir. Genellikle kaldırma makineleri, baraj kapakları gibi yerlerde kullanılır.



Görsel 7.94: Gal zincirleri

Fleyer Zincirleri: Pernolu zincirlerdir. İç ve dış baklaların zincir pernosu üzerine döner geçme olarak takılması ile elde edilirler. Gal zincirlerin biraz daha gelişmiş şeklidir. Maksimum 0,5 m/sn gerektiren yerlerde kullanılabilir. Kaldırma makinelerinde, haddehanelerde kızgın çelik bloklarda bağlama zinciri olarak kullanılır (Görsel 7.95).



Görsel 7.95: Fleyer zincir örneği

Burçlu Zincirler: Bu zincirlerde iç baklalar bir burç üzerine pres geçme ile monte edilir. Perno burcun içerisine sürülür. 4 m/sn hıza kadar transport zinciri olarak kullanılır (Görsel 7.96).



Görsel 7.96: Burşlu zinciler

Makaralı Zincirler: Burçlu zincirlerin burcu üzerine koruyucu bir makara konması ile elde edilir. Dış baklalar perno üzerine preslenerek sabitlenir. Zincir dişli çarkın dişlileri ile temas sırasında kayma hareketi yerine yuvarlanma hareketi yaparak sürtünme ve aşınmayı azaltır. Motosikletlerde, takım tezgâhlarında, dişli kutusu ile talaş mili arasında vb. kullanılır. Normal şartlarda 15 m/sn hıza kadar kullanılan bu zincirler, hassas makinelerde çok iyi yağlanarak 30 m/sn çevresel hıza kadar ulaşabilir. Tek sıralı, çift sıralı veya üç sıralı kullanılabilir.



Görsel 7.97: Makaralı zincir örnekleri

Rotary Zincirler: Perno ve burç baklaların içine dönmeyecek biçimde takılmıştır. Baklaların eğik şekillerinden dolayı elastiktir. Bu özelliğinden dolayı darbeli çalışan makinelerde, ağır mekanizmaların tahrikinde, kepçeli ekskavatörlerde, kazı makinalarında, petrol sondaj makinalarında vb. kullanılır. Uygun yağlama ile 17 m/sn hıza ulaşılabilir.



Görsel 7.98: Rotary zincir örnekleri

Sessiz Zincirler: Tasarımı diğer zincirlerden farklıdır. Profillerin dış kısmı düzdür iç kısımları ise 60° lik açıya sahiptir. Bu zincirler, % 99,5 verim ile çalışabilir ve çevresel hızları, iyi yağlandığı takdirde 20-30 m/sn'ye ulaşabilir. Sessiz zincirlerin makaralı zincirlere göre en önemli avantajı, bakla yüzeylerinin diş yüzeylerine kayma olmadan temas etmesi nedeni ile çok sessiz çalışmalarıdır. Takım tezgahlarında, ziraat, kağıt, tekstil ve gıda endüstrisinde, motorlarda kam milinin tahrikinde, redüktörlerde vb. kullanılır.



Görsel 7.99: Sessiz zincir çeşitleri

c. Tahrik (Transmisyon) zincirleri

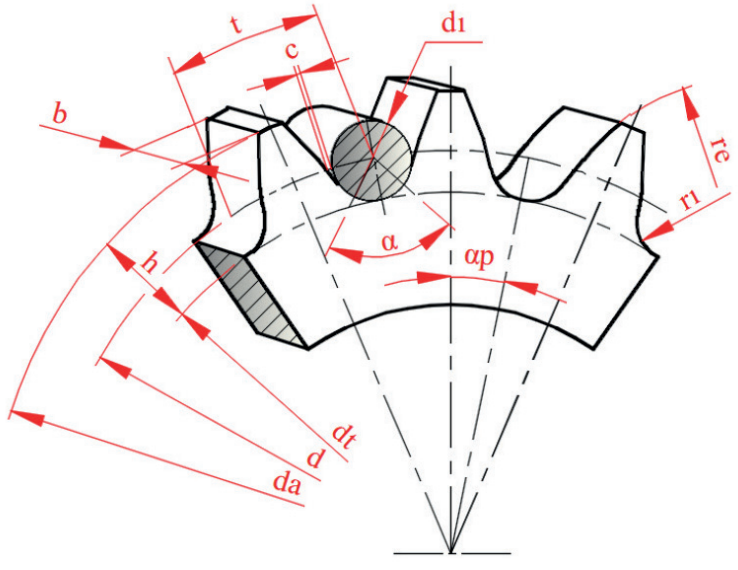
Güç aktarım zincirleri de denir. Güç kaynağında elde edilen dönme enerjisinin istenen ortama aktarılmasında kullanılan zincir türüdür. Yük ve transfer zincirlerinden farkı yüksek kaliteli sulanmış, sertleştirilmiş ve kuvvetlendirilmiş özel çelikten üretilir. Kullanım sırasında azami seviyede yağlamaya tabi tutulduklarından yüksek devirlerde çalışırlar. Tahrik zincirleri; takım tezgâhları, gıda endüstrisi ve redüktörler gibi pek çok farklı alanda kullanılır.



Görsel 7.100: Makaralı zincir örnekleri

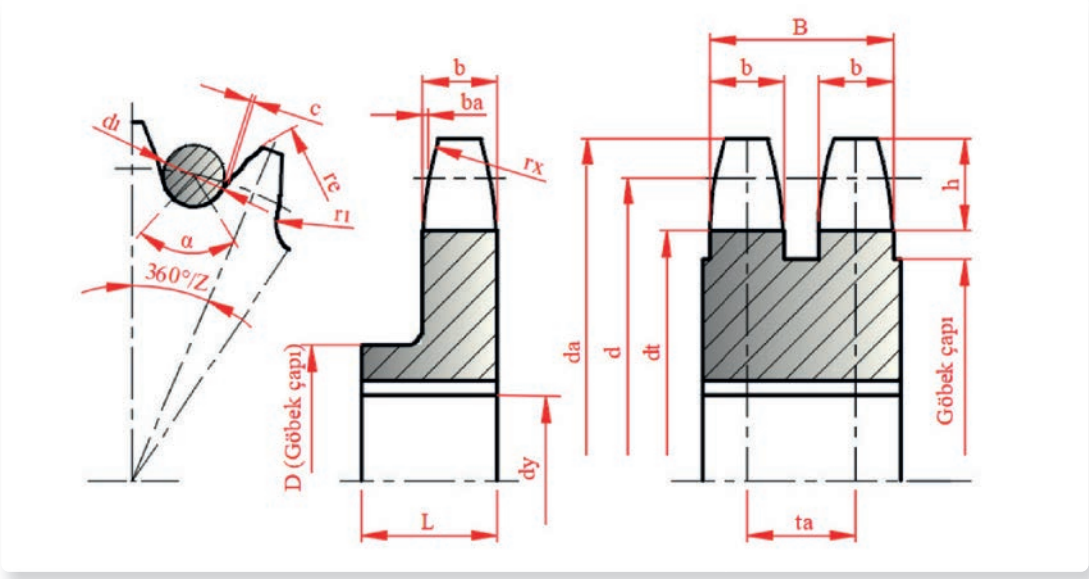
7.2.6.5. Zincir Dişli Elemanlarının Hesaplanması

Zincir dişliler ile beraber güç ve hareket iletmekte kullanılan bakla veya halkalardan oluşan makine elemanlarıdır. İşlevi ve kullanımı kayışa benzemekle beraber kayıştan farkı iletim sırasında kaymanın söz konusu olmamasıdır. Zincirler, iç bakla, dış bakla, perno, burç veya makaradan oluşmaktadır. Standart olarak imal edilebildiği gibi kullanım yerlerine göre özel olarak da imal edilir. Bir zincirin ölçüsü zincir adımına, zincir iç genişliğine ve zincir makara çapına bakılarak belirlenir.



t : Adım
ta : Diş sırası adımı
c : Boşluk
dı : Makara çapı
rı : Makara oturma yarıçapı
re : Diş yanak yarıçapı
rx : Diş yan yarıçapı
h : Diş yüksekliği
b : Diş genişliği
ba : Diş yan boşluğu
B : Dişli genişliği
d : Bölüm dairesi çapı
da : Diş üstü dairesi çapı
dt : Diş dibi dairesi çapı
α : Makara oturma açısı
αp : Diş merkez açısı

Görsel 7.101.a: Roleli (makaralı) zincir dişli elemanları



Görsel 7.101.b: Roleli (makaralı) zincir dişli sembolleri

Tablo 7.14: Roleli (Makaralı) Zincir Dişli Elemanlarının Hesaplanmasında Kullanılan Formüller.

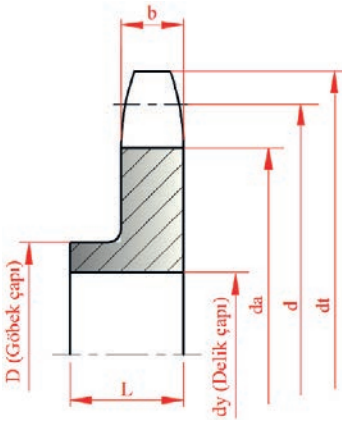
Zincir Dişli Elemanları	Simge	Formül
Adım: Bölüm dairesi üzerinde bir diş dolusu ile bir diş boşluğu uzunluğu toplamıdır.	**t**	$t = d \cdot \sin \alpha_p$
Makara oturma yarıçapı: Zincir makarasının oturacağı diş yüzeyinin yarıçapıdır.	**r1**	$r1_{min} = 0{,}505 \cdot d1$ $r1_{max} = 0{,}505 \cdot d1 + 0{,}069 \cdot \sqrt[3]{d_1}$
Diş yanak yarıçapı: Dişli yanak yüzeylerine verilecek yarıçaptır.	**re**	$re_{min} = 0{,}12 \cdot d_1 (Z+2)$ $re_{max} = 0{,}008 \cdot d_1 (Z^2 + 180)$
Diş yan yarıçapı: Dişli yan yüzeylerine verilecek yarıçaptır. Tornalama sırasında elde edilir.	**rx**	$rx \cong$ en az $(0{,}5 \cdot t)$
Diş genişliği: Zincir dişlinin gövdesi hariç genişlik ölçüsünü ifade eder.	**b**	$b = 0{,}93 \cdot b_1$ (tek sıralı dişlide) $b = 0{,}91 \cdot b_1$ (iki-üç sıralı dişlide) $b = 0{,}88 \cdot b1$ (çok sıralı dişlide)
Diş yan boşluğu: İç yanak yarıçapı verilerek tornalanan yüzeyin kalınlık ölçüsüdür.	**ba**	$ba = 0{,}1 \cdot t \sim 1{,}5 \cdot t$
Dişli diş genişliği: Sıralı makaralı dişlilerde diş açılan yüzeylerin toplam genişliğidir.	**B**	$B =$ (Sıra sayısı – 1) . ta + b1
Bölüm dairesi çapı: Dişli çark ile zincir makarasının birbirine temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen dairenin çapıdır.	**d**	$d = t / \sin \alpha_p$
Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçen dairenin çapıdır. Tornalama çapı da denir.	**da**	$da_{max} = d + 1{,}25 \cdot t - d_1$ $da_{min} = d + t\,(1 - \frac{1{,}6}{z}) - d_1$

Diş üstü dairesi çapı: Dişlinin diş üstünden geçen dairenin çapıdır. Tornalama çapı da denir.	**da**	$da_{max} = d + 1{,}25 \cdot t - d_1$ $da_{min} = d + t\ (1 - \frac{1{,}6}{z}) - d_1$
Diş dibi dairesi çapı: Dişlinin diş dibinden geçen dairenin çapıdır. Frezeleme çapı da denir.	**dt**	$dt = d - d_1$
Diş yüksekliği: Diş üstü çapı ile diş dibi çapı arasındaki mesafedir. Diş açma işlemi sırasında kesiciye verilecek toplam talaş derinliğidir.	**h**	$h_{min} = 0{,}5.\ t$ $h_{max} = 0{,}625.\ t + \frac{0{,}8\ .\ t}{Z}$
Makara oturma açısı: Makaranın diş boşluğu yüzeyine temas açısını ifade eder.	**α**	$\alpha_{min} = 140° - (90° / Z)$ $\alpha_{max} = 120° - (90° / Z)$
Diş merkez açısı: Bir diş dolusu ile bir diş boşluğunun merkezleri arasındaki açıdır.	**α_p**	$\alpha_p = 180° / Z$
Diş sırası adımı: Diş sıraları arasındaki mesafedir.	**ta**	Tablodan alınır.
Boşluk: Diş yüzeyi ile makara arasındaki boşluk	**c**	Tablodan alınır.
Makara çapı: Zincir dişlinin makara çapıdır.	**dı**	Tablodan alınır.

Adımlara göre zincir role (makara) çapları ve zincir iç genişlikleri Tablo 7.15' ten alınacaktır.

Tablo 7.15: Adımlara Göre Zincir Role (Makara) Çapları ve Zincir İç Genişlikleri

t (Adım)	Makara çapı ($d_{1\ max}$)	Zincir iç genişliği ($b_{1\ max}$)
5 mm	3,2	2,5
6 mm	4	2,8
8 mm	5	3
3/8 "	6,35	5,72
1/2 "	7,75 - 7,79 - 8,51	3,3 - 4,88 - 6,38 - 7,75
5/8 "	11,16	9,65
3/4 "	12,07	11,68
1"	15,88	17,02
1 ¼ "	19,05	19,56
1 ½ "	25,4	25,4
1 ¾ "	27,94	30,99
2 "	29,21	30,99
2 ½ "	39,37	38,1
3 "	48,26	45,75
3 ½ "	53,98	53,34
4 "	63,5	60,96
4 ¼ "	72,39	68,58



Tablo 7.16: DIN 8187 Dişli Elemanları Tablosu

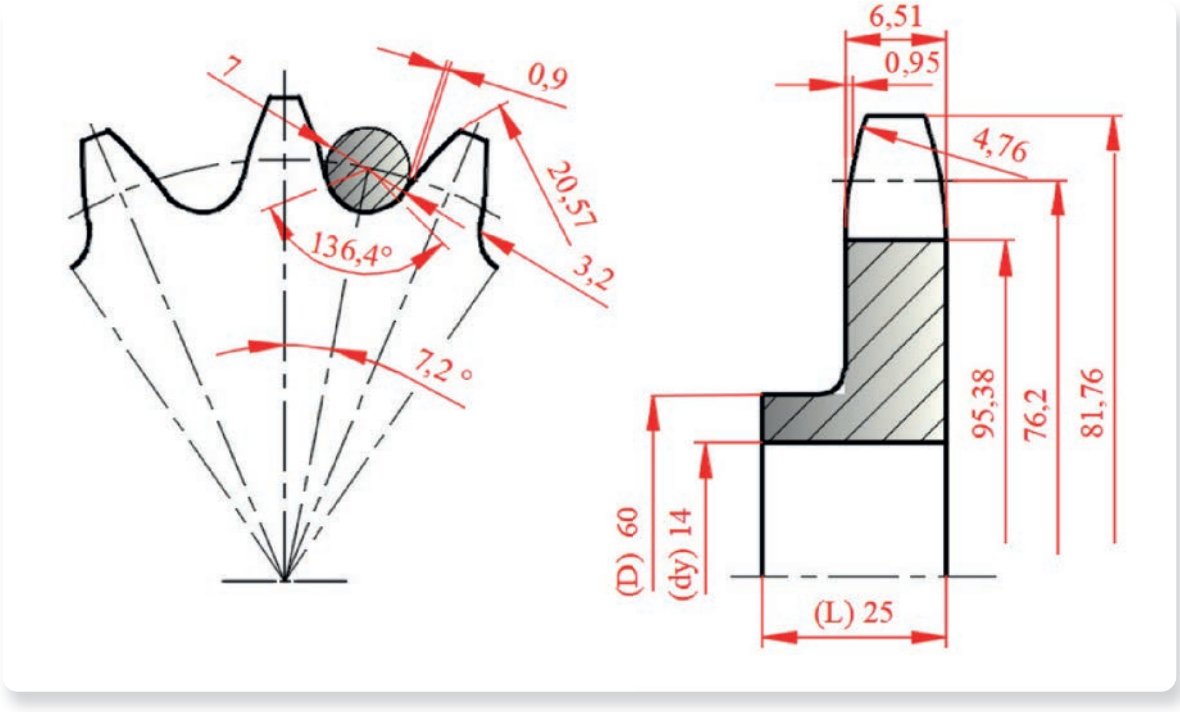
1/2 " Bir Sıralı Dişliler b1: 5,20 t: 12,7 mm d1:7,75 mm								3/8 " Bir Sıralı Dişliler b1: 7,0 t: 9,525 mm d1:6,35 mm							
Z	**d**	**da**	**dy**	**d_{max}**	**D**	**L**	**q**	**Z**	**d**	**da**	**dy**	**d_{max}**	**D**	**L**	**q**
8	24,89	28	6	8	13	13	0.018	**8**	33,18	37	8	10	17	18	0,046
9	27,89	31	8	10	16	13	0.025	**9**	37,13	41	8	13	21	18	0,056
10	30,82	34	8	12	19	13	0.034	**10**	41,10	45	8	16	25	18	0,088
11	33,80	37	8	14	22	16	0.054	**11**	45,07	49	10	18	29	20	0,120
12	36,80	40	8	16	25	16	0.068	**12**	49,07	53	10	21	33	20	0,160
13	39,79	44	8	18	28	16	0.087	**13**	53,06	58,5	10	23	37	20	0,200
14	42,80	47	8	20	31	16	0.110	**14**	57,07	62,5	10	26	41	20	0,240
15	45,81	50	8	22	34	16	0,130	**15**	61,09	66,5	10	28	45	20	0,290
16	48,82	53	10	22	35	16	0,140	**16**	65,10	70,5	12	31	50	25	0,410
17	51,83	56	10	22	35	16	0,150	**17**	69,11	74,5	12	31	50	25	0,435
18	54,85	59	10	22	35	16	0,160	**18**	73,14	78,5	12	31	50	25	0,460
19	57,87	62	10	22	35	16	0,170	**19**	77,16	82,5	12	31	50	25	0,490
20	60,89	65	10	22	35	16	0,180	**20**	81,19	86,5	12	31	50	25	0,520
21	63,91	68	12	26	40	20	0,250	**21**	85,22	90,5	14	38	60	25	0,640
22	66,93	71	12	26	40	20	0.260	**22**	89,24	94,5	14	38	60	25	0,670
23	69,95	74	12	26	40	20	0,270	**23**	93,27	98,5	14	38	60	25	0,700
24	72,97	77	12	26	40	20	0,280	**24**	97,29	102,5	14	38	60	25	0,730
25	76,00	80	12	26	40	20	0,300	**25**	101,33	107,0	14	38	60	25	0,770
26	79,02	83	12	32	50	20	0,370	**26**	105,36	111,0	15	46	70	30	1,080
27	82,05	86	12	32	50	20	0,390	**27**	109,40	115,0	15	46	70	30	1,120
28	85,07	89,5	12	32	50	20	0,410	**28**	113,42	119,0	15	46	70	30	1,160
29	88,09	92,5	12	32	50	20	0,430	**29**	117,46	123,0	15	46	70	30	1,200
30	91,12	95,5	12	32	50	20	0,450	**30**	121,60	127,0	15	46	70	30	1,250
31	94,15	98,2	12	32	50	20	0,460	**31**	125,54	131,0	16	46	70	30	1,280
32	97,17	101,5	12	32	50	20	0,470	**32**	129,56	135,0	16	46	70	30	1,320
33	100,20	104,5	12	32	50	20	0,490	**33**	133,60	139,0	16	46	70	30	1,360
34	103,23	107,5	12	32	50	20	0,510	**34**	137,64	143,0	16	46	70	30	1,410
35	106,26	110	12	32	50	20	0,530	**35**	141,68	147,0	16	46	70	30	1,450
36	109,29	113,5	14	32	50	20	0,560	**36**	145,72	151,0	16	46	70	35	1,610
37	112,32	116,5	14	32	50	20	0,580	**37**	149,76	155,0	16	46	70	35	1,660
38	115,35	119,5	14	32	50	20	0,600	**38**	153,83	159,0	16	46	70	35	1,720
39	118,37	122,5	14	32	50	20	0,620	**39**	157,83	163,5	16	46	70	35	1,760
40	121,40	125,5	14	32	50	20	0,630	**40**	161,87	167,5	16	46	70	35	1,810

Örnek Uygulama:

Diş sayısı Z = 25 ve adımı t = 3/8” olan zincir dişli ile birlikte makaralı zincir kullanılacaktır. Kullanılacak zincir dişlinin elemanlarını hesaplayınız.

Tablodan makara yarıçapı d1 = 6,35 mm ve iç diş genişliği b1 = 7 mm , göbek delik çapı dy: 14 mm, göbek dış çapı D: 60 mm ve dişli genişliği L: 25 mm olarak alınır.

t = 3 / 8 ” = (3 / 8). 25,4 = 9, 525 mm
α_p = 180 / Z = 180 / 25 = 7,2°
d = t / (Sin α_p) = 9,525 / (Sin 7,2°) = 9,525 / 0,125 = 76,2 mm
da = d + (1,25. t) – d_1 = 76,2 + (1,25 . 9,525) – 6,35 = 81,76 mm
dt = d – d_1 = 81,76 – 6,35 = 75,38 mm
r_1 = 0,505 . d_1 = 0,505 . 6,35 = 3,206 mm
re = 0,12. d_1 (Z + 2) = 0,12 . 6,35 (25 + 2) = 20,57 mm
rx = 0,5 . t = 0,5 . 9,525 = 4,76 mm
α_1 = 140°– (90° / Z) = 140 – (90 / 25) = 140 – 3,6 = 136,4 °
b = 0,93 . b_1 = 0,93 . 7 = 6,51 mm
ba = 0,1 . t = 0,1 . 9,525 ≅ 0,952 mm
h = (da – dt) / 2 = (81,76 – 75,38) / 2 = 7 / 2 = 3,19 mm



Görsel 7.102: Dişli elemanlarının gösterilmesi

7.2.6.6. Modül Freze Çakısı ile Zincir Dişli Açma

Zincir dişlilerin açılmasında genellikle modül freze çakıları tercih edilir. Kullanılacak zincirin tipi ve ölçüsüne göre seçilir ve kullanılır. Zincir dişli açmada kullanılan freze çakıları piyasada 3-5'li takımlar halinde bulunur.

Zincir dişlilerin açılmasında kullanılan işlem sırası düz dişlilerin açılmasında kullanılan işlem sırası ile aynıdır. Yatay başlık kullanılarak zincir dişli açmada işlem sırası şöyledir;

1. Dişli çark hesaplamaları yapılır.
2. Tornalama işleminden önce dişli taslağı oluşturulacak parçanın orta noktasına göbek çapına uygun delik delinir ve konik bir malafa üzerine bağlanır.
3. Torna tezgahına bağlanan parça diş üstü çapı ve dişli genişliği ölçülerine göre tornalanarak dişli taslağı oluşturulur.
4. Divizör delikli aynası takılır ve makastan aralık ayarı yapılır.
5. Malafa büyük çapı kesme yönünde olacak şekilde ayna punta arasına bağlanır ve komparatör yardımı ile salgı kontrolü yapılır.
6. Açılacak diş sayısına göre modül freze çakısı seçilir.
7. Modül freze çakısının göbek çapına uygun freze malafası seçilir ve fener miline takılır.
8. Dişlerin sağlıklı ve tam merkezî olarak açılabilmesi için iş ekseninin modül freze eksenine göre ayarı yapılır. Bunun için punta ucu ile modül freze çakısının kesici ucu birbiri ile çakıştırılır.
9. Komparatör iş parçasının üst yüzeyine sıfırlanır ve ölçü ayarı yapılır.
10. İş parçası ile çakının eksen ayarı yapıldıktan sonra tezgâh çalıştırılır.
11. Parçanın üzerine ince bir kâğıt parçası yerleştirilir. Kâğıt kesici ile iş parçası arasında sıkışana kadar konsol yukarı kaldırılır. Daha sonra konsolun mikrometrik bileziği sıfıra ayarlanır.
12. Çakı gezer punta tarafında boşa alındıktan sonra konsol, diş derinliği (h) kadar yukarı kaldırılır. Bunu takiben elle veya otomatik olarak talaş verilerek tablanın ileri hareketi ile ilk diş açılır.
13. İlk dişi açma işleminden sonra çakı geri çekilerek boşa alınır.
14. Divizör ayna kolu hesaplanan devir sayısı döndürülür. Makas ise hesaplanan aralık kadar hareket ettirilir.
15. Elle veya otomatik olarak tabla ilerleme hareketi ile ikinci diş açılır.
16. Tekrar kesici geri çekilerek divizör hesaplanan oran kadar döndürülür ve üçüncü diş açılır. Diş açma işlemi istenen diş sayısına ulaşıncaya kadar aynı şekilde devam edilir.
17. Dişli malafadan çıkarılır, çapakları eğe ve zımpara yardımıyla temizlenir.
18. Açılan dişlerin çapak alma içlemi de bitirildikten sonra modül kumpasları veya modül mikrometreleri ile ölçme ve kontrol işlemleri yapılır.

Tablo 7.17: Diş sayısına göre seçilecek üçlü modül kullanılan zincir dişli modül çakısı çizelgesi

Çakı Numarası	Açılacak Diş Sayıları
1	9-12
2	13-19
3	20 ve yukarısı için

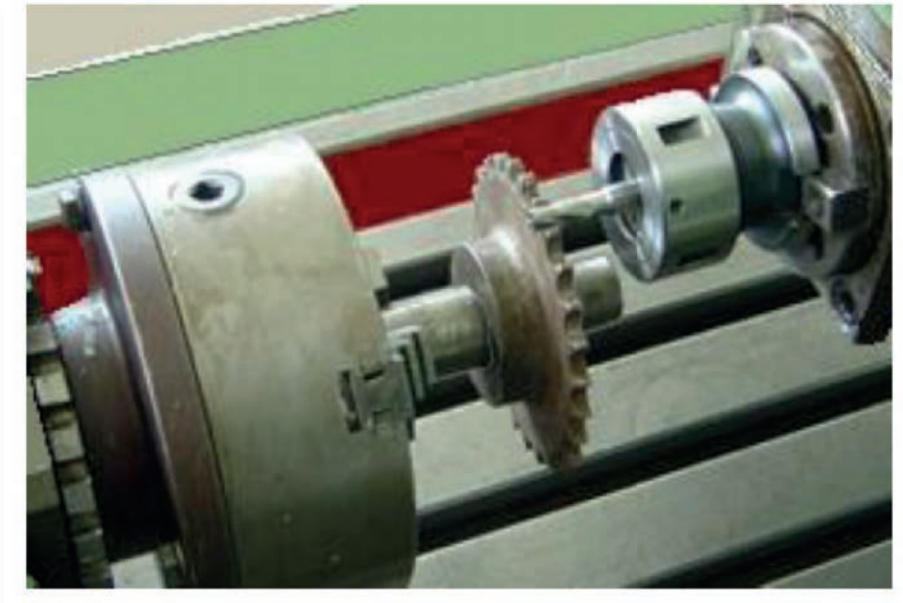


Görsel 7.103: Zincir dişli için modül çakıları

7.2.6.7. Freze Tezgâhında Parmak Freze Çakısı ile Zincir Dişli Açma

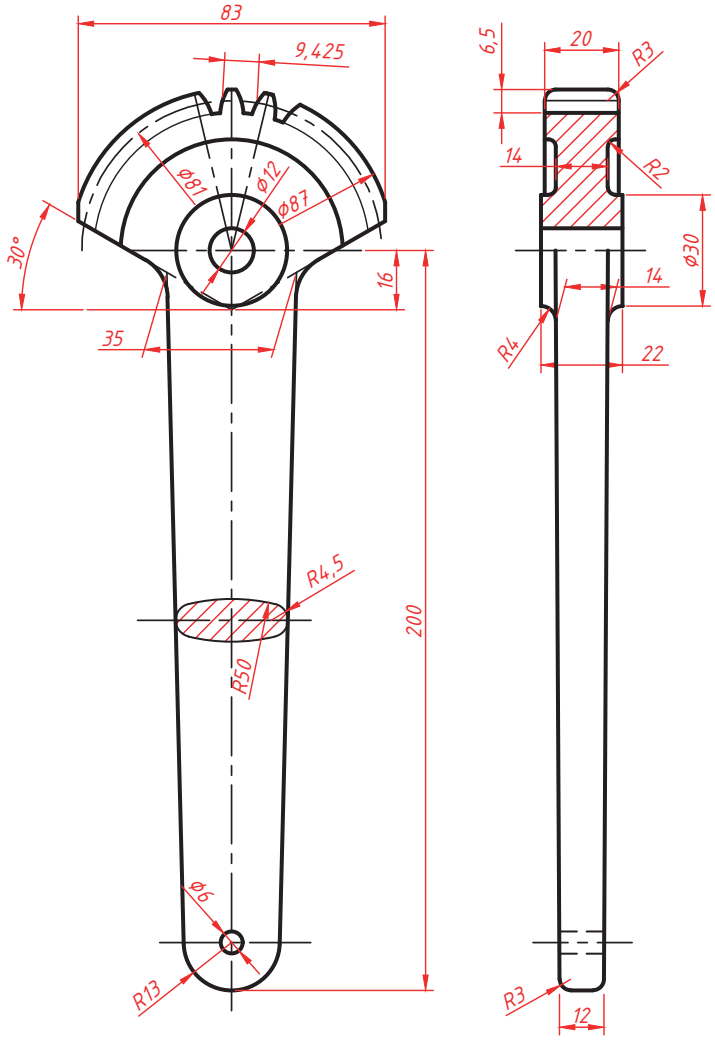
Elde edilen dişler ve dişli modül freze çakısı kullanılarak açılan zincir dişlilerden daha hassas ve kullanışlıdır. İşlem sırası şöyledir;

1. Dişli çark hesaplamaları yapılır.
2. Torna tezgahına bağlanan iş parçası diş üstü çapı ve dişli genişliği ölçülerine göre tornalanarak dişli taslağı oluşturulur.
3. Divizör delikli aynası takılır ve makastan aralık ayarı yapılır.
4. İş parçası malafası büyük çapı kesme yönünde olacak şekilde ayna punta arasına bağlanır ve komparatör yardımı ile salgı kontrolü yapılır.
5. Dişlide kullanılacak zincirin makara çapına ve diş sayısına göre parmak freze çakısı seçilir.
6. Seçilen parmak freze çakısı düşey başlığa bir adaptör yardımı ile iş parçası eksenine parallel konumda bağlanır.
7. İş parçası ile çakının eksen ayarı yapılır.
8. Freze çakısı parçanın üst kısmından parçaya temas ettirilerek sıfırlanır.
9. Diş yüksekliği kadar talaş derinliği verilerek birinci kanal açılır ve kesici tekrar yukarı kaldırılır.
10. Divizör aynası ve makas hesaplanan değer kadar döndürülür.
11. Diş derinliği (h) kadar talaş derinliği verilerek ikinci diş açılır.
12. Bütün dişler aynı yöntemle açıldıktan sonra malafadan çıkarılan dişlinin çapakları alınarak yüzeyleri temizlenir.



Görsel 7.104: Üniversal freze tezgâhında parmak freze çakısı kullanarak zincir dişlisinin açılması

ÖĞRENME BİRİMİ	DİŞLİ AÇMA İŞLEMLERİ	1. UYGULAMA
UYGULAMA ADI	DİŞLİ KOL	SÜRE 60 dk



DÜZ DİŞLİ ELEMANLARI	
t - Adım	9,42
m- Modül	3
d- Bölüm dairesi çapı	81
da- Diş üstü dairesi çapı	87
df- Diş dibi dairesi çapı	74,5
Z- Diş sayısı	27
Açılacak diş sayısı	12
h- Diş yüksekliği	6,5

Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ø12 malafa, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi	.../ .... /202.	Verilen Süre	60 dk.																	Sınıf	No	Gereç
Başlama Saati		Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı												
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø87 ölçüsü	ø74,5 ölçüsü	83 ölçüsü	R13 ölçüsü	ø30 ölçüsü	ø12 ölçüsü	t=9,425 ölçüsü	Sap profil kesiti	35 ölçüsü	200 ölçüsü	R2, R3, R4 pahlar	12-14-20-22-65 ölçüsü	120° ölçüsü	TOPLAM	Öğretmenin Adı / Soyadı: İmza				
Takdir edilen puan	7	7	7	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	5	25	5	100	YÜZ				
Öğrencinin aldığı puan																						

7. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları okuyarak boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

1. İş parçasının üzerine eşit veya eşit olmayan aralıklarla açılan delik ve kanallar açmak için yapılan işleme ..... denir.

2. İş parçası üzerinden eşit olmayan aralıklarla yapılan bölme işlemlerine .... denir.

3. Bölme işlemlerinde doğrudan bölme işlemlerinin yapılamadığı durumlarda divizör kuyruk mili ile delikli ayna kuyruk mili arasına dişli çarklar takılarak yapılan bölme işlemlerine .... denir.

4. Motordan ilk hareketi alan dişliye .... ikinci hareketi alan dişliye ise..... ..... denir.

5. Eksenleri birbirine paralel, aralarındaki mesafenin orta uzaklıkta olduğu bir milden diğer mile zincirler vasıtasıyla ve kayma olmadan hareket ve güç iletmek için kullanılan dişli çarklara .... denir.

6. Kremayer dişliler ile beraber çalışan düz dişlilere .....dişli denir.

7. Kremayer dişli ile düz dişlilerin beraber çalışabilmeleri için dişlerin ..... ve ..... aynı olması gerekir.

8. İki dişli çark birbiri ile çalışırken dişlerin temas ettiği noktadan geçtiği düşünülen dairenin çapına .... denir.

9. Dişlilerde bölüm dairesi üzerinde ölçülen bir diş dolusu ve bir diş boşluğu ölçüsünün toplamına ..... denir.

10. Dişli çarkı açmak için kullanılacak modül freze çakısı .....,..... göre belirlenir.

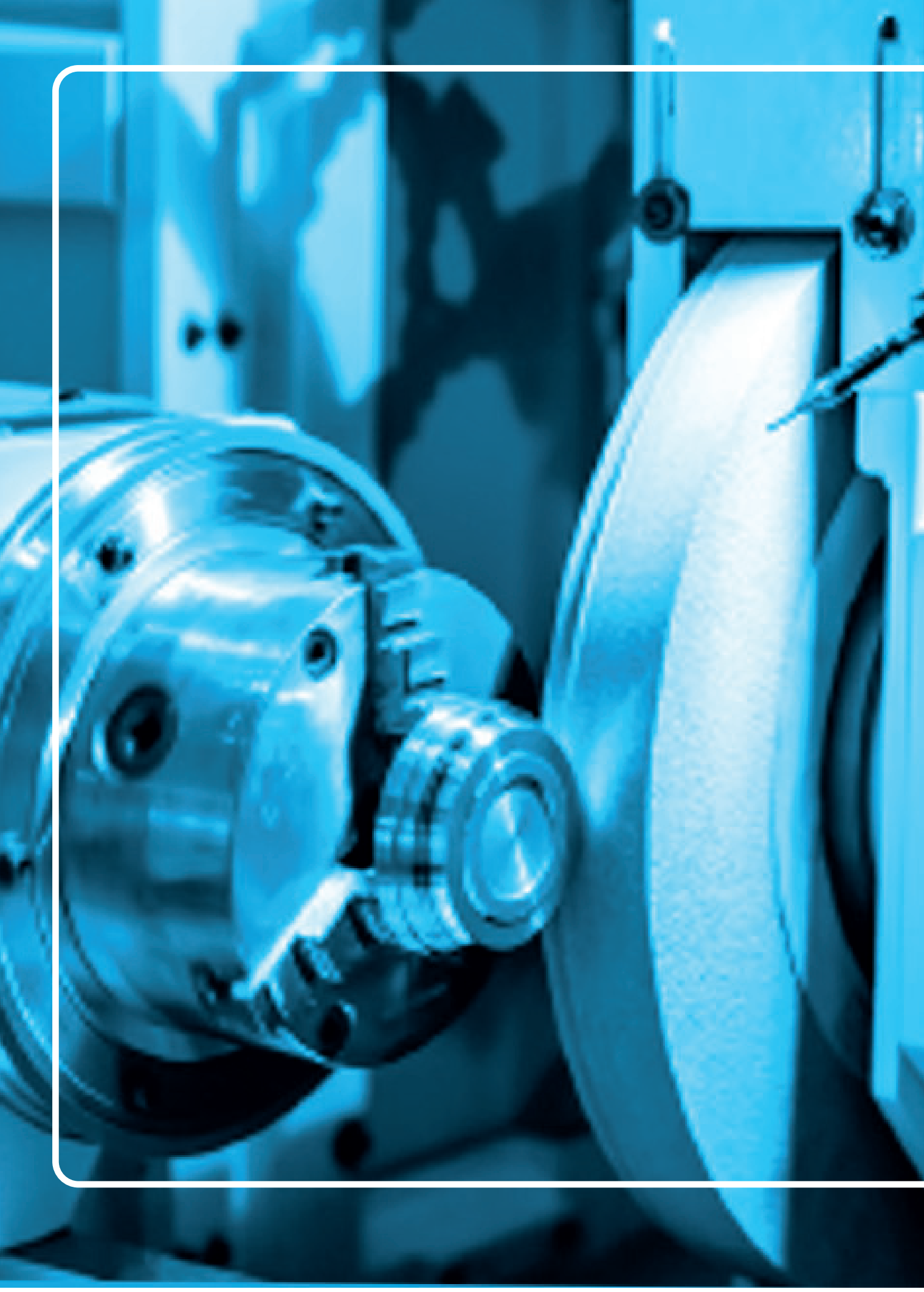
11. Silindirik yüzeyler üzerine açılmış, belli bir adıma sahip kanallara ise ..... denir. Helisel kanallardan oluşmuş dişli çarklara ise ....denir.

12. Helis dişlilerde bölüm dairesi üzerindeki adıma ..... denir.

13. ..... dişliler eksenleri birbirine dik, paralel veya herhangi bir açıda olan miller arasında güç ve hareket iletiminde kullanılır.

14. Konik dişli çarkların taslağı tornada işlenirken ..... ölçüsüne göre tornalanır.

15. Konik dişlinin frezede açılması için freze divizörüne .... göre eğim verilir.





8 ÖĞRENME BİRİMİ
TAŞLAMA İŞLEMLERİ

KONULAR

8.1. DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA

8.2. SİLİNDİRİK YÜZEY TAŞLAMA

8.1. DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA

Düzlem yüzey taşlama; üretim sürecinin son aşamasında özellikle ısıl işlemden gelen iş parçalarının düzlem yüzeylerinin zımpara taşı yardımıyla yüksek hassasiyet ile işlenmesidir. Düzlem yüzey taşlama işlemi öncesinde; güvenli çalışma kurallarının, kullanılacak zımpara taşının temel özelliklerinin, işe uygun taşın seçiminin, taşın tezgâhta kullanımı için uygun bir biçimde hazırlanmasının, tezgâha bağlanmasını ve işlem öncesinde gerekiyorsa taşın bilenmesinin bilinmesi gerekir. Çalışma sırasında; işin tezgâha hangi yöntemle bağlanması gerektiğinin, verilecek devir sayısının ve ilerleme hızının tespitinin, iş parçasının güvenli sıfırlanmasının, kurs boyunun işe göre ayarlanmasının bilinmesi gerekir. Çalışma sonunda ise; ölçme ve kontrol işlemlerinin, tezgâhın temizlik bakımlarının hangi sıklıkla ve nasıl yapılacağının bilinmesi gerekir.

8.1.1. Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhında İş Güvenliği Tedbirleri

Yüksek devirli çalışan düzlem yüzey taşlama tezgâhında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uymak hayati önem taşımaktadır. Bilindiği gibi iş kazaları, %80 gibi çok büyük bir oranda bireysel hatalardan kaynaklanmaktadır. Bunu en aza indirmek için yapılması gerekenler sırasıyla şunlardır:

1. Baret, gözlük, toz maskesi, iş ayakkabısı, iş önlüğü gibi kişisel koruyucu ekipmanları kullanılmalıdır.
2. Öğrenciler, tezgâh yanında öğretmeni olmadan kesinlikle çalışmamalıdır.
3. Tezgâhın çalışır durumunda olduğundan, herhangi bir arızası olmadığından emin olunmalıdır.
4. Tezgâha enerji vermeden önce tabla volanları gibi el ile çalıştırılabilen tüm aksamı ve taşın boşluk durumu kontrol edilmelidir.
5. İş parçasının teknik resmi ve önceden planlanarak öğretmene onaylatılmış işlem basamaklarını içeren iş levhası görünür ve güvenli bir konuma sabitlenmelidir.
6. Tezgâhın tüm muhafaza ekipmanları doğru konuma getirilmelidir.
7. Önceden çapakları alınmış iş parçası, manyetik tabla üzerinde en uygun konuma yerleştirilmelidir.
8. Küçük ölçekli parçalar işlenecekse önceden hazırlanmış uygun ölçüdeki dayamalar iş parçalarının önüne ve arkasına yerleştirilmelidir.
9. Manyetik tabla çalıştırıldıktan sonra, iş parçasının sağlam ve sıkı bağlandığından emin olmak için kontrol edilmelidir.
10. Taş güvenli mesafeye kadar el ile yaklaştırılmalıdır.
11. Tabla kurs boyunu ayarlanmalıdır.
12. Tezgâh çalıştırıldıktan sonra, taş iş parçasına sıfırlanmalı ve uygun talaş miktarı verilmelidir.
13. Soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
14. Çalışma esnasında tezgâhın hareketli kısımlarına kesinlikle müdahale edilmemelidir. Temizlik ve kontrol gibi işlemler tezgâh durdurulduktan sonra yapılmalıdır.
15. Gerek kontrol ve temizlik gibi ara durdurmalarda gerekse iş bitiminde tabla, güvenli uzaklığa getirilmelidir.

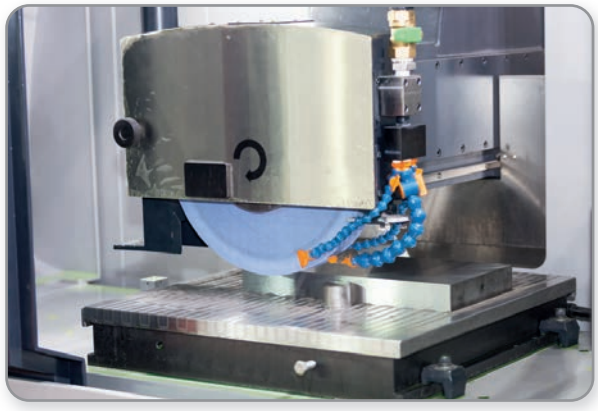
8.1.2. Taşlama İşleminin Amacı ve Kullanım Alanları

Klasik üretim yöntemlerinde son aşama olarak kabul edilen taşlama, aşındırıcı taneler içeren, belli formlarda üretilmiş ve zımpara taşı olarak adlandırılan kesiciler yardımıyla talaş kaldırma işlemidir.

Özellikle, sert ve zor talaş kaldırılabilen yüzeyleri işleyebilme kabiliyeti;

- Isıl işlem kaynaklı yüzey hatalarını gidermesi
- Sağladığı yüzey hassasiyeti

gibi özellikleri nedeniyle sertleştirilmiş yüzeyler üzerindeki son işlemler için kullanılır.



Görsel 8.1: Düzlem yüzey taşlama işlemi

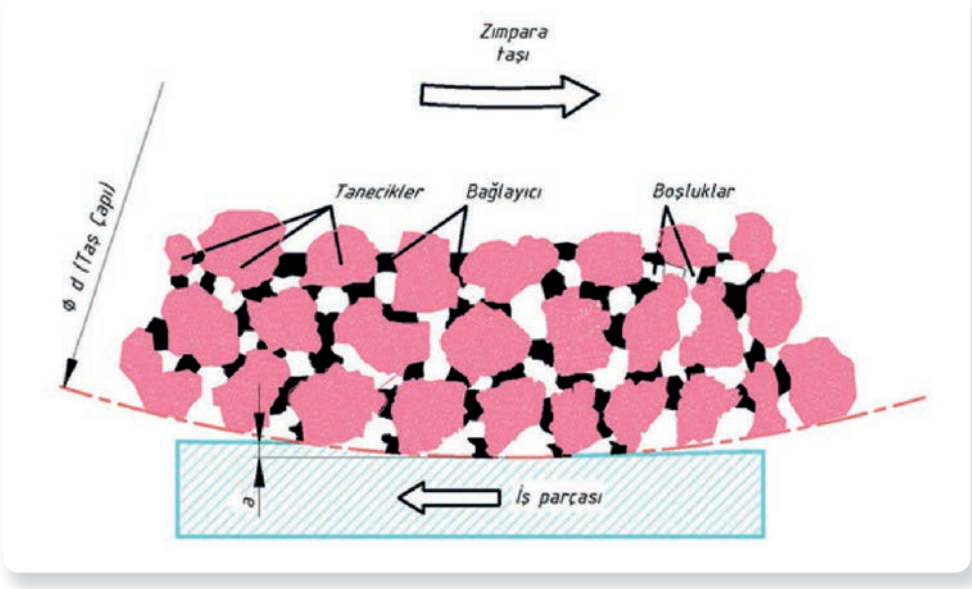
8.1.3. Taşlamada Kullanılacak Zımpara Taşlarının Özellikleri

İnsanoğlu, tarih boyunca kullandığı her türlü aletin yapımında çok çeşitli aşındırıcılar kullanmıştır. Bunun için önceleri doğada var olan taşları sınıflandırmış sonra da geliştirdiği bilimsel yöntemleri kullanarak bu doğal malzemeleri de kullanarak yapay aşındırıcılar üretmiştir.

Günümüzde birçok farklı sektörde sıklıkla kullanılan zımpara taşları; aşındırıcı taneciklerin, çeşitli dolgu malzemeleriyle doğal ve kimyasal bağlayıcılar kullanılarak bütünleştirilmesiyle elde edilir. Taşlama işlemi, bu taşların yüksek devirlerde dönmesi ve içinde barındırdıkları aşındırıcı tanecikler ile iş parçası arasındaki sürtünme sonucu talaş kaldırılmasıyla gerçekleşir.

Zımpara Taşları;

- %54 aşındırıcı tanecikler,
- %26 birleştirme elemanı (bağlayıcılar),
- %20 boşluktan oluşur.



Görsel 8.2: Zımpara taşının yapısı

Aşındırıcı Tanecikler

Zımpara taşları, barındırdıkları aşındırıcıların malzemesi bakımından doğal zımpara taşları ve yapay zımpara taşları olarak ikiye ayrılır.

1. **Doğal Zımpara Taşları**
   a. Doğal Elmas: 10 mohs sertliğe sahip olan doğal elmas doğada bilinen sert mineraldir. Ergime derecesi 35470'dir ve bilinen tüm elementleri çizebilir.
   b. Doğal Korund: 20720'de ergiyen Al2O3'ün sertliği ise 9 mohs'dur.
   c. Kuvars: Si02 olarak da bilinen kuvars'ın sertlik değeri 7 mohs ve ergime sıcaklığı ise 17850'dir.
   d. Bor Karbür: Dünya rezervlerinin yaklaşık % 70'i ülkemizde bulunan bor madeninden üretilen bor karbür aşındırıcılar, elmas ve kübik bor nitrürden sonra bilinen en sert malzemedir. Aşırı sertliği için Siyah Elmas olarak adlandırılır. Ergime derecesi 24470'dir.

2. **Yapay Zımpara Taşları**
   a. Alüminyum Oksit: Farklı renk ve özelliklerde alt türü olmakla birlikte genel olarak ısıl işlem görmüş çelik ve çelik alaşımlarının taşlanmasında kullanılan aşındırıcılardır.
   b. Yeşil Silisyum Karpit: Sertliği 9,5 mohs'u bulan ve oldukça kırılgan bir aşındırıcıdır. Sert metal ve keramik gibi malzemelerin, cam ve çeliklerin taşlanmasında kullanılır.
   c. Siyah Silisyum Karpit: Sertliği 9,5 mohs'tur. Düşük çekme mukavemetine sahip metal ve metal dışı malzemelerin taşlanmasında kullanılır.
   d. Kübik Bor Nitrür (CBN): Elmastan sonra bilinen en sert aşındırıcı olan CBN, 2597°C sıcaklıkta, 7700 N/mm² basınç altında yeniden kristalleştirilerek üretilir.

Birleştirme Elemanları (Bağlayıcılar)

Zımpara taşlarındaki aşındırıcı taneleri bir arada tutmaya yarayan bağlayıcı bir malzeme gereklidir. Taşın sertliği doğrudan bu bağlayıcı malzemenin direncine bağlıdır. Tanecikler kolayca dökülüyorsa taş yumuşak, aksi halde taş sert olarak nitelendirilir. Bu bağlayıcı birleştirme elemanları, organik ve inorganik olarak iki gruba ayrılır.

1. **Organik Birleştirme Elemanları**
   a. Bakalit Birleştirme Aracı (B-Ba): Bu elemanın üretilmesinde yapay reçine ana madde olarak kullanılır. Belli oranlarda sertleştirme elemanları ile homojen bir karışım elde edildikten sonra kalıplanarak fırınlarda kurutularak üretilir. Kesici bileme taşı olarak kullanılır.
   b. Kauçuk Birleştirme Aracı (R): Aşındırıcı taneler, kauçuk ve kükürt ile birlikte belli bir zamana yayılarak aralıklı olarak eklenir ve basınçlı presler yardımıyla 165°C'de pişirilerek elde edilir. Kauçuk taşa esneklik kazandırırken kükürt ise sertliğini artırır. Kükürt oranının arttırılması durumunda taşın sertliği artarken esnekliği azalır. Yüksek devirlerde dönmeye uygun olan bu kauçuk birleştirmeli taşlar genelde kesme taşı olarak kullanılırlar. Fakat 160°C'de özelliğini kaybetmeye başladığından su ile soğutularak kullanılmaları uygundur.
   c. Şellak Birleştirme Aracı (E): Bakalitin aksine şellak birleştirme aracının ana maddesi doğal reçinedir. Aşındırıcı tanelerle şellak, ısınan kazanlar içerisinde karıştırılıp preslenerek hazırlanırlar. Şellak birleştirme elemanlı zımpara taşları ile sertleştirilmiş çelikler ve vidalar taşlanır ve ayrıca kesici aletlerle ince dişli testerelerin bilenir.

2. İnorganik Birleştirme Elemanları

a. Seramik Birleştirme Aracı (V): Birleştirme elemanının temel maddesi feldspat ve kildir. Aşındırıcı ve birleştirme elemanları, nemlendirilip karıştırılarak istenilen ölçü ve biçimlerde kalıplanır ve fırınlarda bir kaç gün süreyle pişirilir. Tıpkı pişirme işlemi gibi, soğutma işlemi de aynı fırınlarda ve yavaş yavaş yapılır. Seramik en iyi birleştirme elemanı olduğundan endüstride kullanılan taşların çoğunluğu seramik birleştirmeli taşlardır.

b. Silikat Birleştirme Aracı (S-Si): Temel maddesi soda silikat olan bu birleştirme aracı, aşırı sıcaklığa dayanıklı değildir. Bu yüzden silikat birleştirme aracı ile üretilen taşlar ile genellikle ıslak taşlama yapılır. Kuru olarak da kesici aletlerin bilenmesinde ve ince parçaların taşlanmasında kullanılır.

c. Oksi-Klorit (Magnezit) Birleştirme Elemanı (O-Mg): Temel maddesi magnezyum oksit ve magnezyum klorittir. Magnezit ile aşındırıcı taneler karıştırılır ve kalıplanarak preslenir. Oda sıcaklığında kurutulur. Bu taşlar, nem ve rutubetten korunarak kullanılır. Bu yüzden kullanımı sırasında ıslak taşlamadan kaçınılmalı soğutma gerekiyorsa basınçlı hava kullanılmalıdır.

Zımpara Taşlarının Dokusu ve Sertlik Dereceleri

Taneciklerin taş üzerinden kopmaya karşı gösterdiği direnç, taşın sertliği olarak adlandırılır. Kesme esnasında tanecikler birleştirme aracı tarafından kolayca bırakılıyorsa buna yumuşak zımpara taşı, taneciklerin yuvasını kolayca terk etmesi bağlayıcı tarafından engelleniyorsa buna sert zımpara taşı denir. Yumuşak zımpara taşlarıyla genellikle sert malzemeler taşlanırken, sert zımpara taşlarıyla da genelde yumuşak malzemeler taşlanır. Bu sertlik dereceleri standartlardaki gösterimi ise şöyledir:

Taş Sertlik Dereceleri						
Aşırı Yumuşak Taşlar	Çok Yumuşak Taşlar	Yumuşak Taşlar	Orta Sertlikte Taşlar	Sert Taşlar	Çok Sert Taşlar	Aşırı Sert Taşlar
A, B, C, D	E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	T, U, V, W	X, Y, Z

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı taneciklerin birbirlerine olan uzaklıkları taşın dokusunu oluşturur. Zımpara taşlarının dokusu aşağıdaki tabloda da gösterildiği gibi, en sıktan en seyreğe doğru numaralandırılarak standartlaştırılmıştır. Taşın dokusu ne kadar sık olursa körlenme de o kadar çabuk olacaktır.

Dokular				
Çok sık	Sık	Orta	Seyrek	Çok seyrek
0, 1, 2	3, 4, 5	6, 7, 8	9, 10, 11, 12	13, 14, 15

Zımpara Taşlarının Etiketlenmesi

Zımpara taşları, üreticileri tarafından standartlara uygun olarak temel özellikleri gösterecek biçimde etiketlenir. Bu etiketlerdeki bilgiler, **şekil ve ölçü** ve **malzeme özellikleri** olarak iki temel gruba ayrılarak yazılır. İlk kısımda taşın çapı, genişliği ve delik çapı gibi şekilsel bilgiler yer alır. İkinci

kısımda ise, aşındırıcı tanecik cinsi, tana büyüklüğü, sertlik derecesi, bağlayıcının cinsi ve müsaade edilen hız gibi bilgilere yer verilir.



Görsel 8.3: Zımpara taşının etiketlenmesi

Zımpara Taşlarının Dengelenmesi

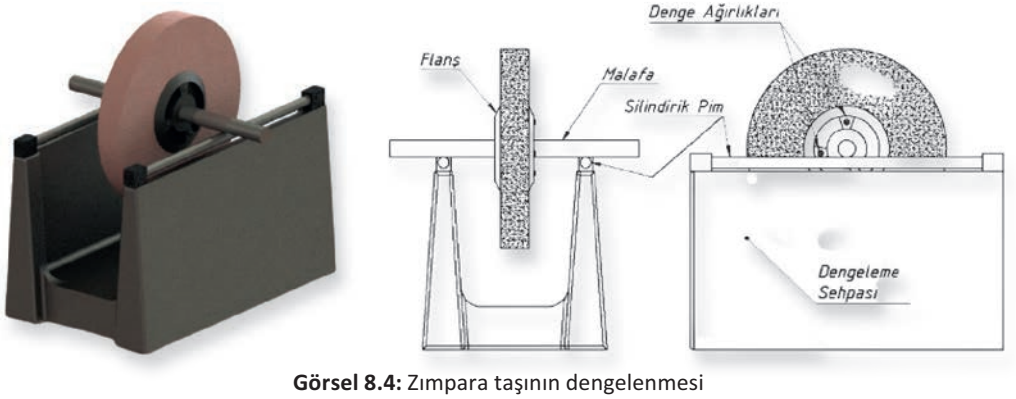
Zımpara taşları, satın alındıktan sonra tezgâh miline bağlanmadan önce yapılması gereken işlemler vardır. Öncelikle üretici firmanın tüm kontrolleri yaptığına dair onay işaretlerinin olup olmadığı göz ile muayene edilmelidir. Daha sonra, taşıma sırasında taşın bir hasar alıp almadığı yine göz ile muayene edilmelidir. Bu göz muayenelerinde bir sorun görünmüyorsa taşın dengelenmesi işlemine geçilebilir.

Zımpara taşları da dönerek çalışan tüm makineler gibi balans ayarına ihtiyaç duyar. Dengeli dönme olarak tarif edilebilecek balans, dikkatli bir biçimde ayarlanmazsa ciddi olumsuz sonuçlara sebep olabilir. Bu olumsuzlukları sıralamak gerekirse;

- Dengesiz dönen zımpara taşı, tezgâhın iş miline zarar verir.
- Zımpara taşının ömrü azalır, daha çabuk aşınır.
- İş parçasının yüzey hassasiyeti bozulur.
- İş parçasının ölçü hassasiyeti düşer.

Zımpara taşlarının dengelenmesi için iki yöntemden bahsedilebilir:

a. **Statik Dengeleme:** Bu yöntemde, üzerinde dengeleme ağırlıkları olan bir flanş ve hassas işlenmiş bir malafaya monte edilen zımpara taşı, hassas bir sehpa üzerine alınarak el ile döndürülür. Taşın ağır tarafının dönüş dengesini bozduğu göz ile rahatlıkla gözlemlenebilir. Bu durumda flanş üzerindeki dengeleme ağırlıklarının yerleri değiştirilerek aynı göz muayenesi tekrarlanır.



Görsel 8.4: Zımpara taşının dengelenmesi

b. Dinamik Dengeleme: Taşın dengelenmesinin el ve göz koordinasyonuyla yapıldığı statik dengeleme yerine daha çok otomatik dengeleme yapan makinelerin kullanıldığı dinamik dengeleme de tercih edilebilir. Bu yöntemle çok hassas dengeleme yapmak mümkündür.

Zımpara Taşlarının Tezgâha Bağlanması

Zımpara taşları, yüksek devirle çalışan tezgâh miline bağlanacağı için öncesinde yapılması gereken işlemler vardır:

1. Bağlamada kullanılacak elemanlar iyi tanınmalıdır.
   a. **Flanş:** Tezgâh milinin hareketini zımpara taşına aktarır. Her iki tarafta taşın yüzeyine temas ettiğinden gerek üretimi sırasında gerekse montajı sırasında hassasiyeti korunmalıdır. Düz taşlarda flanş çapı (s), zımpara taşı çapının (d) 2/3 katı olmalıdır.
   b. **Conta:** Flanş ile taş arasındaki yüzeye oturan ve flanşın sıkma kuvvetini taşa dengeli bir biçimde dağıtan ve keçe, deri lastik gibi malzemelerden kesilen ara elemandır.
   c. **Kurşun Bilezik:** Zımpara taşının deliğinde bulunan kurşun bilezikler, tezgâh milinden büyük olabilir. Bu durumda bilezik, tolerans dahilinde ve tatlı geçecek biçimde tornalanır.
2. Üretici tarafından taş üzerine yapıştırılan ve standart özellikleri gösteren etiket dikkatlice okunmalı ve standartlara uymuyorsa kesinlikle kullanılmamalıdır.
3. Bu etiketler hiçbir şekilde sökülmemelidir.
4. Dengelenmemiş zımpara taşları kesinlikle bağlanmamalıdır.
5. Zımpara taşları bağlanmadan önce çatlak olma riskine karşın önce göz ile sonrasında ise ses (tınlama sesi) kontrolünden geçirilmelidir. Tınlama sesi kontrolü için iki tornavida kullanılabilir. Taşın deliğine geçirilerek dengede durmasını sağlayan birinci tornavida ile taş askıda tutulurken ikinci tornavidanın sap kısmıyla taşa hafifçe tıklanır. Eğer metalik hoş bir tınlama sesi geliyorsa taş sağlamdır. Fakat tok bir tıklama sesi işitiliyorsa taşın çatlak olma ihtimali çok yüksektir.



Görsel 8.5: Zımpara taşının tezgâha bağlanması

Zımpara Taşlarının Bilenmesi

Zımpara taşları da diğer tüm kesiciler gibi zamanla ilk günkü performansını gösterememeye başlar. Kullanımdaki özene bağlı olarak bu süre uzayabilir fakat taşın gözeneklerinin dolması, taşın formunun bozulması, taşın salgılı dönmesi gibi olumsuzlukların giderilmesi için zımpara taşının belli aralıklarla bilenmesi gerekir.

a. **Körlenme:** Tüm talaşlı imalat yöntemlerinde, kesicilerin zamanla keskinliğini yitirmesine ve talaş kaldırmada zorlanır hale gelmesine **körlenme** denir. Zımpara taşlarında körlenme, gözenekli yapısının dolmasıyla gerçekleştiğinden diğer kesicilerle kıyaslandığında daha hızlı olur.

b. **Körlenmenin Anlaşılması:** Körlenmenin anlaşılması ve talaşlı imalatta önemli problemlere yol açabilecek bu durumun zamanında yapılacak müdahale ile düzeltilmesi tezgâh başında çalışan operatörün sorumluluğundadır. Operatör, bilgi ve tecrübesiyle iş akışını ve taşın durumunu iyi gözlemlemeli, kesme esnasında çıkan sesleri iyi takip etmelidir. Dikkat gerektiren bu süreç sonunda taştaki körlenme şöyle anlaşılabilir:
   - Taşın kesme anında çıkardığı ses artar.
   - İş yüzeyinde yanmalar görülür.
   - İş yüzeyi normalden daha parlak çıkmaya başlar.
   - Taşın yüzeyi de yağlanmış gibi bir izlenim verir ve daha parlak olur.
   - Taşın profili bozulur.
   - Körlenen taş önceleri küçük miktarda dalma yapmaya başlar. Müdahale edilip bilenmezse dalmanın miktarı artar ve iş güvenliği riskleri oluşur.

c. **Bileme Aletleri:** Körlenmenin anlaşılması sonrasında onun düzeltilmesi ve/veya bilenmesi işlemi için kullanılan araçlar şunlardır:

1. Bileme/Düzeltme Makaraları ve Çubukları: Tırtıl da denilen bu makaralar, serbestçe dönebilecekleri bir sap üzerine monte edilmiştir. Taşın bilenmesi veya düzeltilmesi amacıyla kullanılan bu aparat genelde el ile kullanılırken tezgâh üzerine sabitlenerek de kullanılabilir. Daha çok taş düzeltme için kullanılan çubuklar da kullanım kolaylığı açısından çokça tercih edilirler.



Görsel 8.6: Bileme makarası



Görsel 8.7: Bileme çubukları

2. Elmas Uçlu Bileyiciler: Zımpara taşını düzeltmek/bilemek için en çok kullanılan bileme aparatları elmas uçlu bileyicilerdir. Hassas bileme yapılabilmesi, küçük toleransların kullanılabilmesi, uzun ömürlü olmaları, farklı devirlerde kullanılmalarının mümkün olması ve değişik taşlarda rahatlıkla kullanılabilmeleri çok tercih edilmelerinin başlıca sebepleridir. Elmas uçlu bileyicinin uzun ömürlü olması için kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlar şunlardır:
   - Bilenecek taş için uygun bileyici seçilmelidir.
   - Talaş derinliği ve ilerlemede kullanılan değerler (0,2mm-0,3mm) dikkatli seçilmelidir.
   - Taşın ve bileyicinin ısınmasına engel olunmalıdır.
   - Bileyici 100-150 eğik bağlanmalıdır.
   - Bileyici duran veya doğru devirde dönmeyen taşa yaklaştırılmamalıdır.
   - Bileyiciler çok sert olduğundan kırılgandırlar. Darbelere karşı korunmalıdır.
   - Sarsıntı ve titreşimi önlemek için bileyiciler kısa bağlanmalıdır.

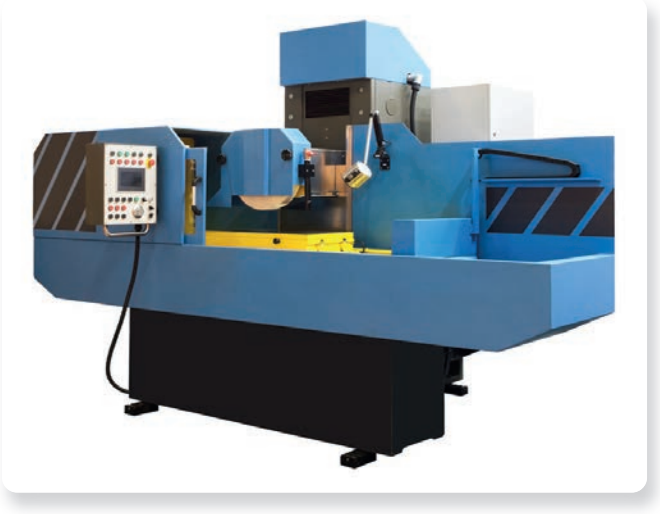
8.1.4. Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhları

Eski adı olan **satıh taşlama** olarak da bilinen bu tezgâhlar, düzlem yüzeylerin taşlanmasında kullanılır. Zımpara taşının duruşuna göre yatay milli tezgâhlar ve düşey milli tezgâhlar olarak ikiye ayrılır.

8.1.5. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgâhları

Düzlem yüzey taşlama denince akla ilk gelen bu tezgâhlarda daha çok küçük ölçekli ve hassasiyeti yüksek işlerin düzlem yüzeyleri veya düz kanalları taşlamaktadır.

Bu tezgâhlarda X ekseni paralelinde boyuna hareketleri ve Y ekseni paralelinde enine hareketler tabla tarafından gerçekleştirilirken talaş derinliğinin verildiği Z ekseni paralelindeki dikey hareketi ise taş mili başlığı tarafından gerçekleştirilir. Başlığın bu hareketi ile verilebilen paso hassasiyeti 0,001 mm'dir. Tezgâh tablası hidrolik olarak otomatik hareket eder.

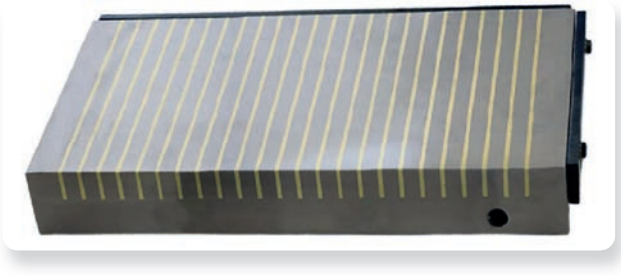


Görsel 8.8: CNC düzlem yüzey taşlama tezgâhı

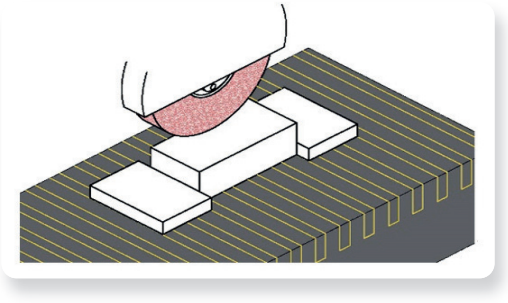
Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhlarında İş Bağlama Yöntemleri

Düzlem yüzey taşlama tezgâhlarında en bilinen bağlama yöntemi mıknatıslı tabla olmakla birlikte, iş parçasının özelliklerine göre diğer takım tezgâhlarında da kullanılan tezgâh mengeneleri, özel bağlama aparatları, işin tablaya doğrudan bağlanması gibi yöntemler de kullanılır.

a. **Mıknatıslı Tabla İle Bağlama:** Mıknatıslı veya elektro mıknatıslı olan bu tablalar kuvvetli bir manyetik alan oluşturur ve çelik ve türevi iş parçalarını güvenli bir şekilde tutar. Mengene ve diğer bağlama aparatlarından farklı olarak ince parçaların kolaylıkla bağlanabilmesi önemli bir avantaj sağlar. Bu tablalar tek butonla kolaylıkla çalıştırılabilirken aynı butonla kapatana kadar çalışmaya ve dolayısıyla parçayı tutmaya devam eder. Elektro mıknatıslı tablalar yalnızca ilk çalıştırılma anında elektriğe ihtiyaç duyduğundan oldukça güvenlidir.



Görsel 8.9: Mıknatıslı tabla

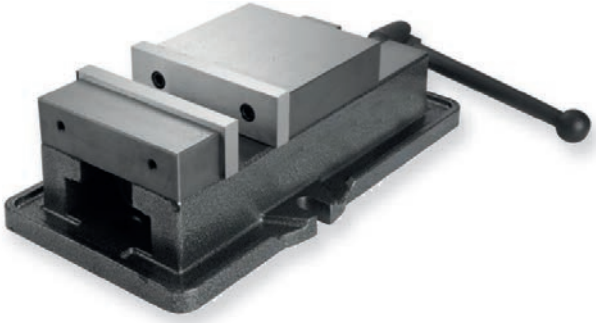


Görsel 8.10: Dayama kullanımı

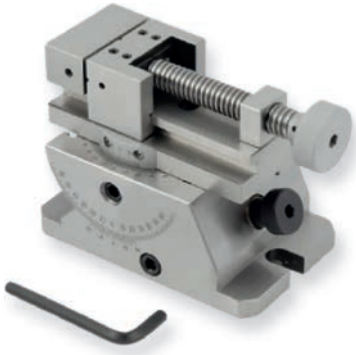
Mıknatıslı tabla kullanılırken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İş parçası bağlanmadan önce tabla yüzeyi iyice temizlenmelidir.
- İş parçası tablanın kutup çizgileri dikkate alınarak yerleştirilmelidir. Dar parçaların en az 3 kutup çizgisine oturmasına dikkat edilmelidir.
- Gerektiğinde iş parçasının önüne ve arkasına uygun yükseklikte dayamalar yerleştirilmelidir.

b. Tezgâh Mengenesiyle Bağlama: Diğer takım tezgâhlarında olduğu gibi tezgâh tablasında bulunan T kanalları yardımıyla bağlanan mengeneler kullanılabilir. Eğer mengenenin taban hassasiyeti ebatları uygunsa doğrudan mıknatıslı tablaya da sabitlenebilir.



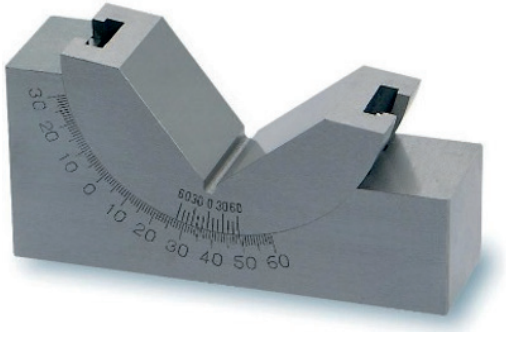
Görsel 8.11: Standart tezgâh mengenesi



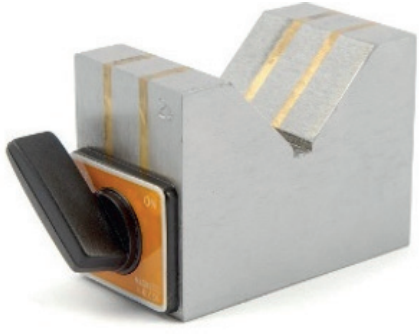
Görsel 8.12: Açılı tezgâh

c. İş Kalıplarıyla Bağlama: Zamandan, iş gücünden ve sarf edilen enerjiden tasarruf edebilmek için taşlanacak iş parçasına özel tasarlanmış bağlama aparatlarıdır. Özellikle birden fazla iş parçasını tek seferde bağlamaya yarayan veya iş parçasının özel profiline uygun tasarlanarak bağlama ve sökme kolaylığı sağlayan kalıplar tercih edilir.

d. V Yataklarıyla Bağlama: Özellikle silindirik iş parçaları için tercih edilen V yataklarının açılı ve manyetik olanları da vardır.



Görsel 8.13: Açılı v yatağı



Görsel 8.14: Manyetik v yatağı

e. Pabuç Yardımıyla Doğrudan Tezgâh Tablasına Bağlama: Diğer takım tezgâhlarında (özellikle freze ve matkap tezgâhlarında) büyük ve biçimsiz iş parçalarının bağlanmasında kullanılan bu yöntem düzlem taşlama tezgâhında da kullanılmaktadır. Klasik pabuç, Z pabuç, merdiven pabuç, kızaklı pabuç gibi daha birçok farklı çeşidi bulunan bu bağlama aparatları tezgâh tablaları üzerindeki T kanalları yardımıyla kullanılır.



Görsel 8.15: Bağlama pabuçları

Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhlarında Kesme Hızı ve İlerleme Hızı

Kesme Hızı: Taşlama tezgâhlarında kesme hızı; taş üzerindeki bir noktanın saniyede metre cinsinden aldığı yol olarak tanımlanır. Diğer takım tezgâhlarından (matkap, torna ve freze tezgâhları) farklı olarak kesme hızının birimi m/dk yerine m/sn'dir. Bu yüzden formülde payda 1000 değil 60x100 olarak alınır.

$$V = \frac{\Omega x D x N}{60x1000}$$

V=Kesme Hızı (m/sn)

D=Zımpara Taşının Çapı (mm)

N=Devir Sayısı (dev/dk)

Konvansiyonel düzlem yüzey taşlama tezgâhlarında çoğunlukla tezgâh üreticilerinin belirlediği standart devir kullanılırken CNC tezgâhlarda devir sayısı operatör tarafından ayarlanabilmektedir.

Taşın kesme hızı taşın özellikleri ve tavsiye edilen kullanım koşullarına göre üretici firma tarafından belirlenir bu değer ve taşın etiketine işlenir. Bu değer genelde 35 ila 100 m/sn aralığındadır.

İlerleme Hızı: Belirli bir devirde dönen zımpara taşı ile çalışan iş parçası hem boyuna hem de enine hareket eder. İş parçasının bu hareketle saniyede metre cinsinden aldığı yola **ilerleme hızı** denir. Taşın uzun ömürlü olabilmesi ve iş parçası yüzeyinin istenen kalitede çıkabilmesi için en uygun ilerleme hızı değerinin seçilmesi gerekir.

	Taşın çevre hızı (m/saniye)	İşin ilerleme hızı (m/saniye)	Talaş derinliği (mm)	
			Kaba	İnce
Yumuşak çelikler	20---30	0,16---0,3	0,02---0,03	0,005
Sertleştirilmiş çelikler	18---25	0,13---0,2	0,01	0,002
Dökme demir	10---15	0,16---0,25	0,1---0,3	0,01---0,03
Hafif metaller	10---20	0,16---0,32	0,2---0,4	0,02---0,05
Sert metaller	3-----5	0,05---0,08	0,01---0,005	0,001

8.1.6. Düşey Milli Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhları

Bu tezgâhlar yatay milli düzlem yüzey taşlama tezgâhlarına kıyasla daha hızlı ve daha fazla talaş kaldırma imkânına sahiptir. Tabii bunun karşılığında nispeten daha kaba yüzey çıkarttıkları için hassas işlerde kullanılmaz. Tezgâhın iş milinin dik olmasının sağladığı avantajla daha geniş yüzeyli ve uzun parçaların taşlanmasında tercih edilir. Düşey milli düzlem yüzey taşlama tezgâhlarında boyuna hareketli tezgâh tablası kullanılabildiği gibi döner tablalar ve parçalı zımpara taşları da kullanılabilir.



Görsel 8.16: Düşey düzlem yüzey taşlama tezgâhı

8.1.7. Düzlem Yüzey Tezgâhlarında Çalışmak

Bu tezgâhlar yatay milli düzlem yüzey taşlama tezgâhlarına kıyasla daha hızlı ve daha fazla talaş kaldırma imkânına sahiptir. Tabii bunun karşılığında nispeten daha kaba yüzey çıkarttıkları için hassas işlerde kullanılmaz. Tezgâhın iş milinin dik olmasının sağladığı avantajla daha geniş yüzeyli ve uzun parçaların taşlanmasında tercih edilir. Düşey milli düzlem yüzey taşlama tezgâhlarında boyuna hareketli tezgâh tablası kullanılabildiği gibi döner tablalar ve parçalı zımpara taşları da kullanılabilir.

1. Çalışılacak düzlem yüzey taşlama tezgâhının ve çevresinin güvenli çalışmaya uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.
2. Tezgâha enerji verilmeden önce manuel olarak çalışan her bir aksam çalışma yönleri doğrultusunda hareket ettirilip kontrol edilmelidir.
3. İşlenecek parçanın resmi önceden iyi okunmalı, iş analiz edilmelidir. İş parçasının teknik resmi ve önceden planlanarak öğretmene onaylatılmış işlem basamaklarını içeren iş levhası görünür ve güvenli bir konuma sabitlenmelidir.
4. İş parçasının önceki işlemelerden kalan çapaklarından arındırılmış olması çok önemlidir. Çapaklı iş parçası mıknatıslı tablaya güvenli bir şekilde oturmayacaktır.
5. İş parçası mıknatıslı tablaya yerleştirilirken manyetik alanın en etkili olacağı şekilde konulmalıdır.
6. Küçük iş parçalarında dayamaların kullanılması iş güvenliğini arttıracaktır.
7. Zımpara taşına enerji verilmeden önce mıknatıslı tabla çalıştırılmalı ve el ile parçaların tablaya ne kadar kuvvetli tutunduğu test edilmelidir.
8. Taşlama tezgâhı boyuna hareket tablası kursu taşın 1/3'ü parçadan çıkacak biçimde ayarlanmalıdır.
9. Zımpara taşı iş parçası üst yüzeyine göz kararı bir güvenli mesafeye kadar yaklaştırılmalıdır.
10. Enerji verildikten sonra zımpara taşı, dikkatli ve yavaş hareket ettirilerek parçaya ilk temas ettiği noktaya inmesi sağlanmalıdır. Milimetrik tambur sıfır olarak ayarlanmalıdır.
11. İlk işleme kontrol amaçlı paso vermeden yapılmalıdır.

12. Paso miktarı, taşın ve malzemenin cinsi, tezgâhın özellikleri, ıslak veya kuru işleme yapılıp yapılmaması dikkate alınarak uygun değerde seçilmelidir.
13. Zımpara taşının yüksek devirde döndüğü ve bir dikkatsizlik sonucunda parçalanma riski taşıdığı unutulmamalıdır.
14. İş sonunda tabla güvenli konumdayken enerji kesilmeli ve mıknatıslı tabla manyetiği kapatılmadan önce taşın tam olarak durması beklenmelidir.



Görsel 8.17: Düzlem yüzey tezgâhı

8.1.8. Ölçme ve Kontrol

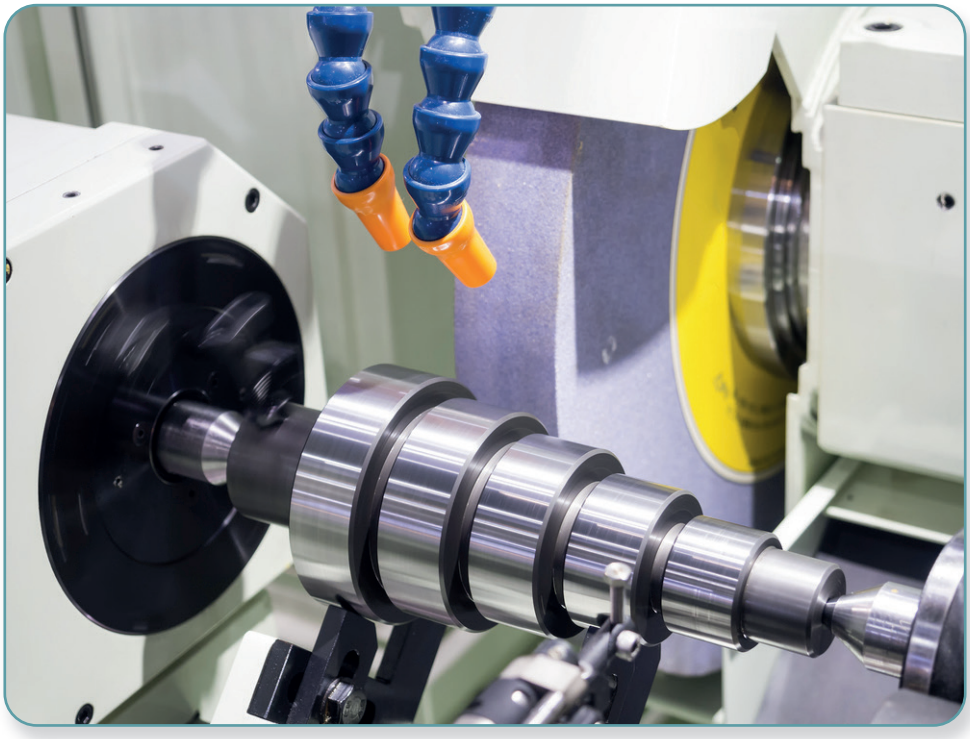
Hassas toleranslarla işleme yapan taşlama tezgâhından çıkan iş parçaları mikrometre ile ölçülür. Ölçmede güvenilir bir sonuç alabilmek için ölçme yüzeyleri iyi temizlenmiş olmalıdır. Ölçme esnasında iş güvenliği kurallarına azami dikkat edilmelidir.



Görsel 8.18: Dış çap mikrometre

8.2. SİLİNDİRİK YÜZEY TAŞLAMA

Bu tezgâhlar, silindirik dış yüzeylerin, deliklerin, iç ve dış konik yüzeylerin ve farklı profillerdeki silindirik yüzeylerin taşlanmasında kullanılmaktadır. Piyasada üniversal silindirik yüzey taşlama tezgâhları, özel silindirik taşlama tezgâhları veya günümüz teknolojisine uygun olarak CNC silindirik taşlama tezgâhları olarak bulunur. Çalışma prensibi olarak düzlem yüzey taşlamadan farklı olarak kesici ile birlikte istenen devirlerde ayarlanabilen iş parçası da kendi ekseni etrafında dönmektedir.



Görsel 8.19: Silindirik yüzey taşlama

8.2.1. Silindirik Taşlamada İşlem Sırası

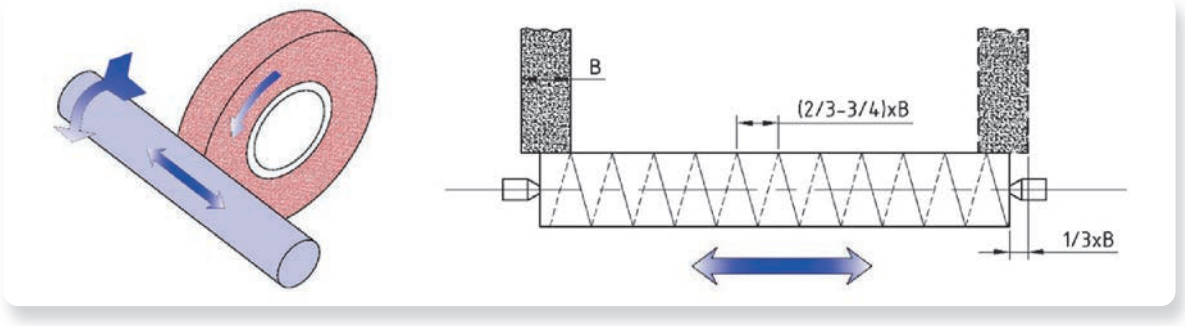
1. Çalışılacak silindirik yüzey taşlama tezgâhının ve çevresinin güvenli çalışmaya uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.
2. Tezgâha enerji verilmeden önce manuel olarak çalışan her bir aksam çalışma yönleri doğrultusunda hareket ettirilip kontrol edilmelidir.
3. İşlenecek parçanın resmi önceden iyi okunmalı, iş analiz edilmelidir. İş parçasının teknik resmi ve önceden planlanarak öğretmene onaylatılmış işlem basamaklarını içeren iş levhası görünür ve güvenli bir konuma sabitlenmelidir.
4. İş parçası için en uygun bağlama yöntemi seçilmelidir.
5. Küçük iş parçalarında ayna ile bağlama yöntemi tercih edilmelidir.
6. Boyuna hareket tablası kursu taşın 1/3'ü parçadan çıkacak biçimde ayarlanmalıdır.
7. Zımpara taşı iş parçası üst yüzeyine göz kararı bir güvenli mesafeye kadar yaklaştırılmalıdır.

8. Enerji verildikten sonra zımpara taşı, dikkatli ve yavaş hareket ettirilerek parçaya ilk temas ettiği noktaya gelmesi sağlanmalıdır. Milimetrik tambur sıfır olarak ayarlanmalıdır.
9. İlk işleme kontrol amaçlı paso vermeden yapılmalıdır.
10. Paso miktarı, taşın ve malzemenin cinsi, tezgâhın özellikleri, ıslak veya kuru işleme yapılıp yapılmaması dikkate alınarak uygun değerde seçilmelidir. Paso miktarı önce kaba işleme sonra da ince işleme olacak şekilde verilmelidir.
11. Zımpara taşının yüksek devirde döndüğü ve bir dikkatsizlik sonucunda parçalanma riski taşıdığı unutulmamalıdır.
12. İş sonunda tabla güvenli konumdayken enerji kesilmeli ve iş parçasına müdahaleden önce taşın tam olarak durması beklenmelidir.

8.2.2. Silindirik Dış Çap Taşlama Yöntemleri

Boyuna Silindirik Taşlama

Dış çap boyuna taşlama işleminde hem iş parçası hem de zımpara taşı biri doğrusal biri dairesel olmak üzere iki hareket yapar. Taşın ve iş parçasının kendi eksenleri etrafında uygun devirlerde gerçekleştirdikleri dönme hareketleri aynı yöne doğru olmalıdır. Boyuna hareket yapan işin ilerleme hızı ise taş genişliğinin en fazla ¾ katı kadar olmalıdır. Kurs boyu ise taşın 1/3'ünün dışarı çıkacağı şekilde ayarlanmalıdır.



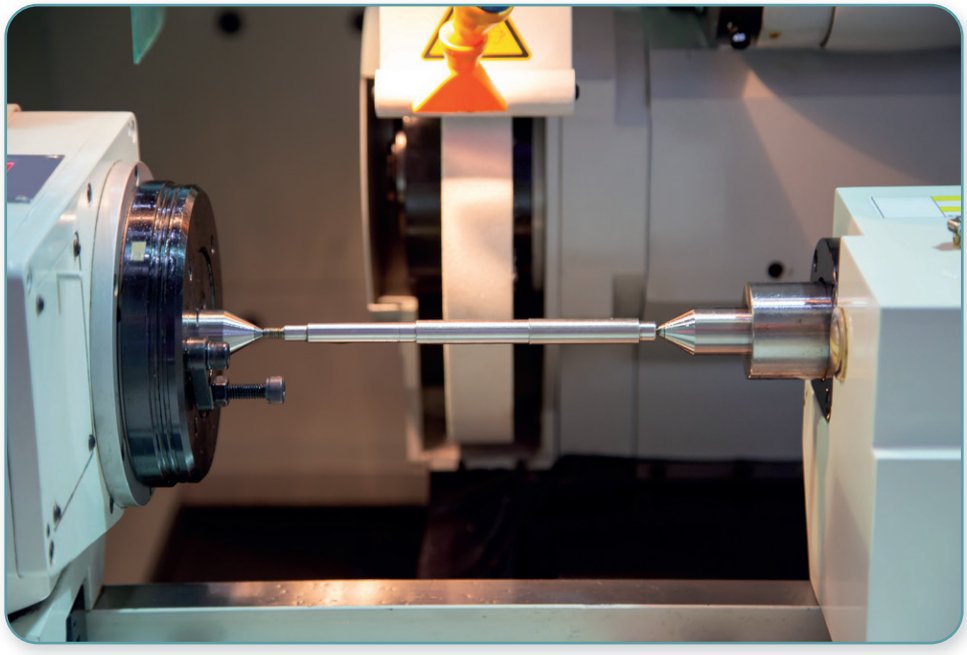
Görsel 8.20: Silindirik taşlama işleminde hareket yönleri ve ilerleme hızı

Silindirik Taşlama Tezgâhlarına İş Bağlama Yöntemleri

Bu tezgâhlarda çok kullanılan dört bağlama yönteminden bahsedilebilir:

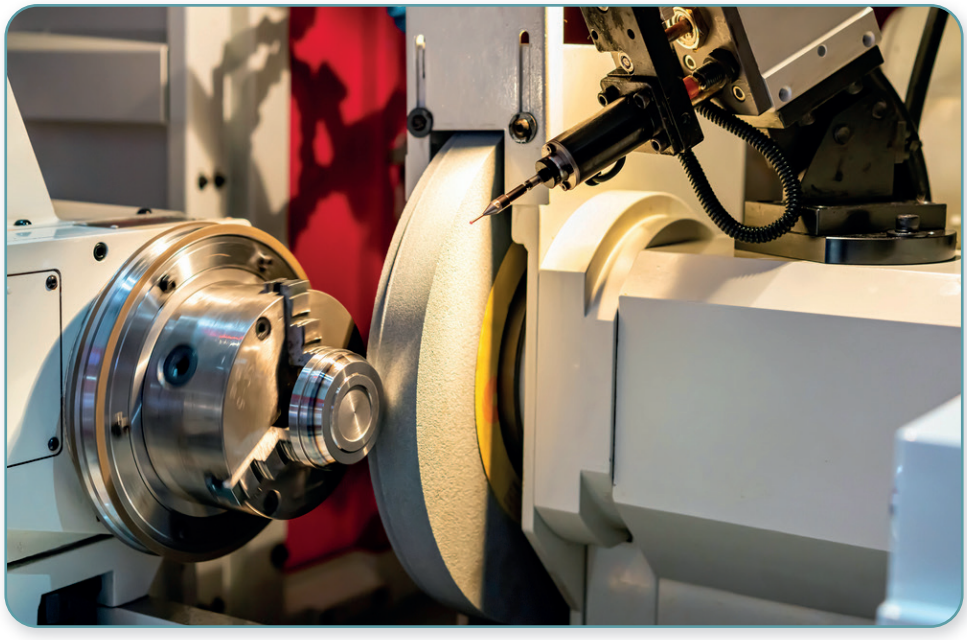
a. İki punta arasında taşlama
b. Üç ayaklı ayna ile bağlama
c. Penslerle bağlama
d. Özel bağlama aparatları ile bağlama

a. İki Punta Arasında Taşlama: Özellikle malafa kullanılarak bağlanacak iş parçalarında veya uzun silindirik veya konik yüzeyli iş parçalarında tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntemde iş parçasını fırdöndü aynası yardımıyla iş milinden alır.



Görsel 8.21: İki punta arasında taşlama işlemi

b. **Üç Ayaklı Ayna İle Bağlama:** Nispeten küçük çaplı ve kısa parçalarda tercih edilen bir bağlama yöntemidir. Uzun parçalarda mukakka karşılık puntası hatta gerekiyorsa yataklama araçları kullanılmalıdır.



Görsel 8.22: Ayna ile bağlama

c. **Penslerle Bağlama:** Küçük çaplı silindirik malzemelerin bağlanmasında kullanılan pensler, özellikle alet bileme tezgâhında kesici takım bağlamada tercih edilir. Seri üretimde hızlı parça bağlama ve sökme işlemleri için de oldukça kullanılışlıdır.

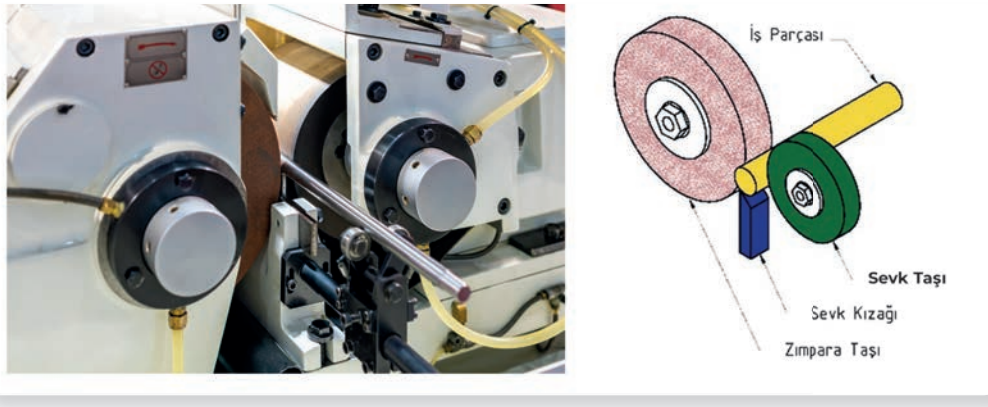


Görsel 8.23: Pensler işlemi

d. **Özel Bağlama Aparatlarıyla Bağlama:** Özellikle şekilsiz parçalarda, üzerinde özel işlem gereken parçalarda ve seri üretimde işi bağlama ve sökme kolaylığı sağlayabilen özel bağlama aparatları kullanılır.

Puntasız Taşlama

Özel bir taşlama tezgâhı olan puntasız taşlamada iş parçası herhangi bir yere sabitlenmez. Bir sevk kızağı üzerinde bulunan iş parçası iki disk arasında serbest döner. Bunlardan biri işi yapan zımpara taşı iken diğeri ise iş parçasına baskı yapan ve işin hem ilerleme hızını hem de dönüş hızını ayarlayan sevk taşıdır.



Görsel 8.24: Puntasız taşlama

Dalma Taşlama

Bu yöntemde iş parçası doğrusal hareket yapmaz. İş parçasının belli bir bölgesine yaklaştırılan taş, parçaya talaş miktarı kadar dalar ve yalnızca o bölgeyi taşlar. Özel forma sahip profillerin taşlanmasında kullanılan bu yöntemde taş çoğunlukla işin formuna uygun olarak bilenir.

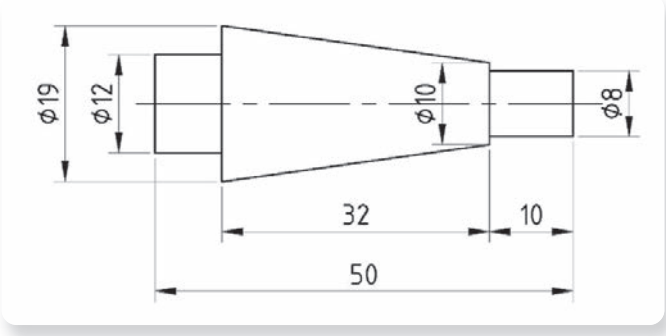
Konik Taşlama

Konik yüzeylerin taşlanmasında işin ve tezgâhın durumuna göre taş başlığına veya iş tablasına açı vermek mümkündür. Genellikle konik yüzeyin parça ucunda bulunduğu durumlarda ve küçük konik yüzeylerin taşlanmasında taş başlığına, konik yüzeyin parça ortasında bulunduğu durumlarda ve boydan boya konik taşlamalarda ise iş tablasına açı verilir. Taş başlığına açı verildiği durumlarda iş bitiminde taşın yeniden konumlandırılması azami dikkat gerektirir.

Tablaya açı verileceği zaman ise açının hesaplanması şu şekildedir:

$\tan\alpha = \frac{D - d}{2L}$	α = Konik açısı
	D = Konik yüzeyin büyük çapı (mm)
	d = Konik yüzeyin küçük çapı (mm)
	L = Konik boyu (mm)

ÖRNEK: Aşağıda teknik çizimi verilen makine parçasının konik yüzeyinin taşlanabilmesi için iş tablasına verilmesi gereken açıyı hesaplayınız.



Örnek Uygulama:

Verilenler

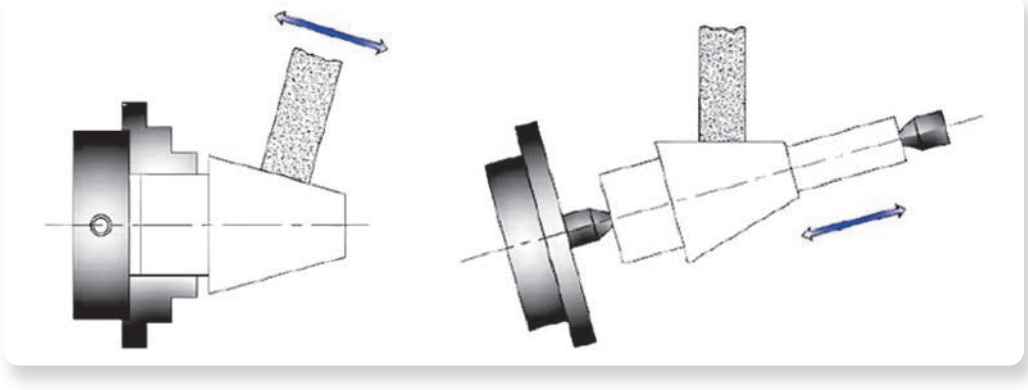
D: 19 mm
d: 10 mm
L: 32 mm

$\tan\alpha = \frac{D - d}{2L}$ $\tan\alpha = \frac{19 - 10}{2x32}$ $\tan\alpha = \frac{9}{64}$ $\tan\alpha = 0,140625$

α=8⁰ (Trigonometrik cetvele bakıldığında işlem sonucu olan 0,140625'in yaklaşık 8⁰'ye karşılık geldiği görülecektir.)

İstenenler

tan α : Tablaya verilecek açı



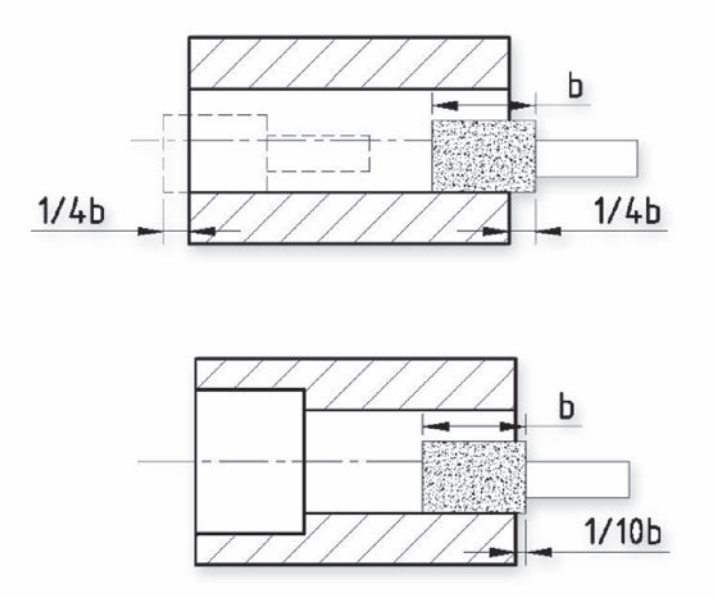
Görsel 8.25: Konik taşlamada taş başlığına ve iş tablasına açı vermek

8.2.3. Silindirik İç Yüzey (Delik) Taşlama

Delik taşlama işlemi, özel tasarlanmış taşlama tezgâhlarında yapılabildiği gibi delik taşlama aparatları yardımıyla üniversal tezgâhlarda da yapılabilir. Bu aparatlar, hareketi genellikle kendi üzerlerinde bulunan ayrı bir motordan alır.

Delik taşlama işlemi diğer talaş kaldırma işlemleri ile kıyaslandığında nispeten daha zordur. Küçük bir alanda çalışması istenen zımpara taşının çapı, delik çapının 2/3'ü kadar daha küçük olması gerektiğinden kaldırabileceği talaş miktarı da küçük olur. Bu zorluktan dolayı delik çapındaki taşlama payı mümkün olduğunca az bırakılmalıdır.

Delik taşlama işleminde delik ağızlarının konikleşmesinin önüne geçmek için, çalışma esnasında taş delikten çıkarılmaz. Delik boydan boya taşlanacaksa taşın iş parçasından taşma miktarı taş genişliğinin 1/4'ü kadar olmalıdır. Kademeli veya kör deliklerin taşlanmasında bu oran, taş genişliğinin 1/10'u kadar olacak biçimde ayarlanır.



Görsel 8.26: Boydan boya ve kademeli delik taşlamada kurd boyu ayarı

Üniversal Taşlama Tezgâhında Delik Taşlama İşlem Sırası

1. İş parçası uygun bir bağlama yöntemi ile iş güvenliği kuralları dikkate alınarak bağlanır.
2. Tabla ilerleme miktarı ve kurs boyu ayarlanır.
3. Taş motoru çalıştırılır.
4. İş parçası çalıştırılır.
5. Taş başlığı el ile dikkatlice ilerletilerek sıfırlama yapılır.
6. Soğutma sıvısı çalıştırılır.
7. Otomatik ilerleme çalıştırılarak paso verilmeden kaba taşlama yapılır.
8. Belirlenen paso miktarı kullanılarak taşlama yapılır.
9. İşlem sonunda önce zımpara taşı, iş parçası dışına çıkarılır daha sonra taş ve iş parçası durdurulur.
10. İş güvenliği kuralları dikkate alınarak ölçme yapılır.

Delik Taşlamada Dikkat Edilecek Hususlar

1. Zımpara taşı, işlenecek malzemeye göre seçilmelidir.
2. Taşın kesme hızı ve işin devir sayısı tayin edilirken katalog değerleri ve bilimsel veriler kullanılmalıdır.
3. İlerleme hızı zımpara taşı genişliğinin 3/4'ü kadar alınmalıdır.
4. Isınmayı engellemek için soğutma sıvısı ve düşük paso miktarı kullanılmalıdır.
5. İş parçasının hem iç hem de dış yüzeyi taşlanacaksa, önce delik taşlanmalıdır.
6. Delik taşlama sırasında sıklıkla ölçme yapılmalıdır. Bunun için iç çap mikrometreleri, komparatörler, pasimetreler, mastarlar kullanılır.



Görsel 8.27: Diğer silindirik taşlama örnekleri

8. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Delik taşlama işleminde 200 mm boyunda bir iş parçasında delik boydan boya taşlanacaktır. Taşın iş parçasından taşma miktarı kaç mm olmalıdır?

   A) 50
   B) 180
   C) 200
   D) 210
   E) 280

2. Aşağıdakilerden hangisi taşların bilenmesi işleminde kullanılan araçlardan biridir?

   A) Bileme/düzeltme makaraları ve çubukları
   B) Zımpara taşları
   C) Sert metaller
   D) Pens tertibatı
   E) Hepsini

3. En büyük devir sayısı hangi malzemeye verilir?

   A) Yumuşak çelik
   B) Pirinç malzeme
   C) Sert metal
   D) Sert çelik
   E) Hepsi

4. Aşağıdakilerden hangisi silindirik taşlamada iş parçası bağlama yöntemlerinden biri **değildir?**

   A) İki punta arasında taşlama
   B) Üç ayaklı ayna ile bağlama
   C) Penslerle bağlama
   D) Özel bağlama aparatları ile bağlama
   E) Manyetik tabla ile bağlama

5. Aşağıdakilerden hangisi zımpara taşlarındaki aşındırıcı tanelerini birleştirmede kullanılan organik birleştirme elemanlarından biridir?

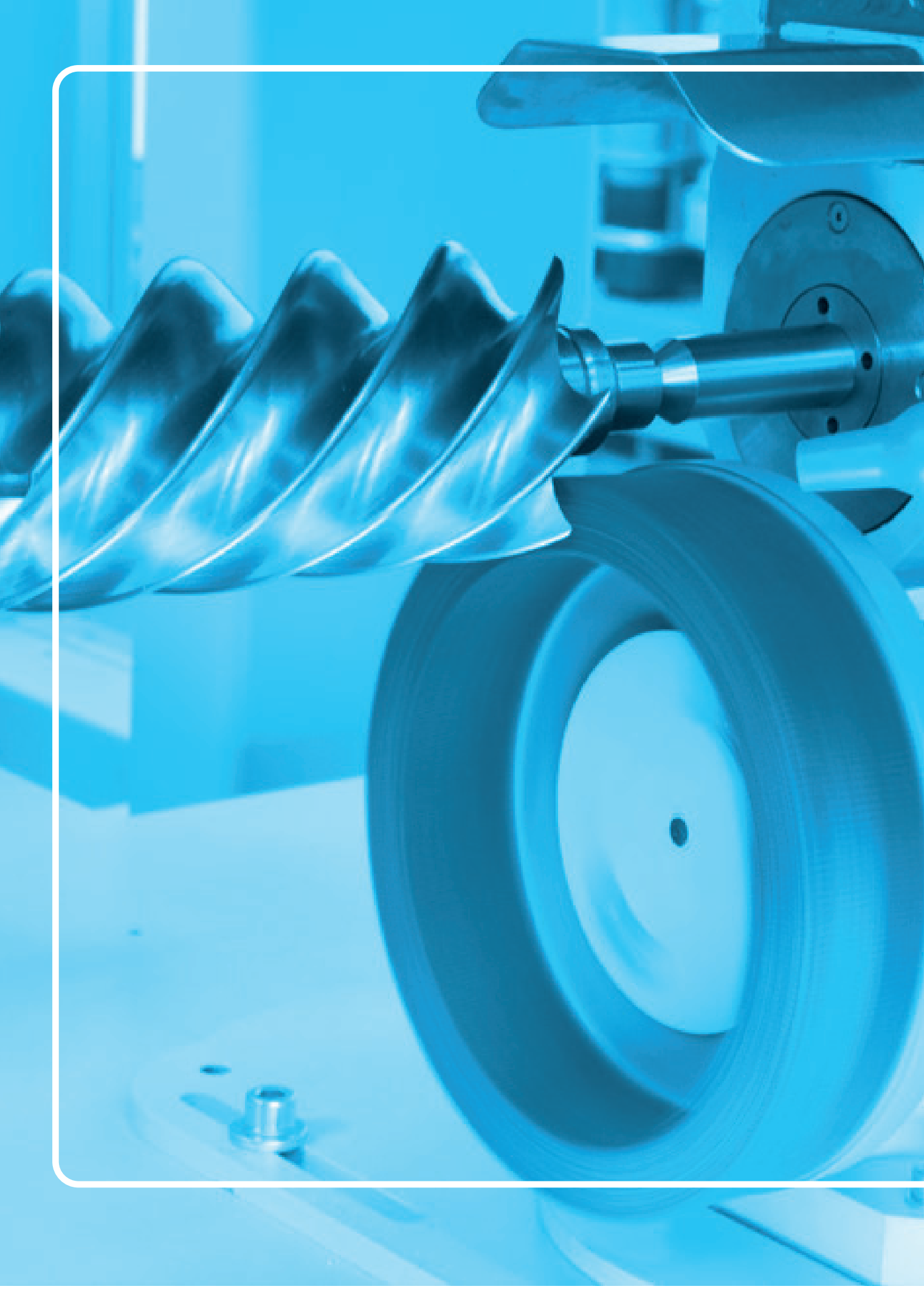
   A) Yeşil Silisyum Karpit
   B) Şellak Birleştirme Aracı
   C) Doğal Korund
   D) Beyaz tutkal
   E) Polimerler

6. Aşağıda verilenlerden hangisi zımpara taşlarının etiketlerinde yer alınması gereken bilgilerden biri **değildir?**

   A) Taşın çapı
   B) Aşındırıcı tanecik cinsi
   C) Sertlik derecesi
   D) Bağlama yöntemi
   E) Bağlayıcının cinsi

7. Aşağıdakilerden hangisi zımpara taşlarının dengelenmesi için kullanılan yöntemlerden biridir?

   A) Hassas
   B) Dinamik
   C) Sezgisel
   D) Analitik
   E) Aktif





9 ÖĞRENME BİRİMİ
ALET BİLEME İŞLEMLERİ

KONULAR

9.1. MATKAP BİLEME

9.2. KALEM BİLEME

9.3. FREZE ÇAKILARINI BİLEME

9.1. MATKAP BİLEME

Kesici takımlar genellikle özel taşlama donanımları kullanılarak yenilenir. Geçmişte bu işlem, büyük ölçüde insanların becerisine bağlı olarak manuel yapılırdı. Günümüzde ise, takım ve kesici taşlama makineleri kullanılmaktadır. Bu sayede düşük maliyetlerle daha fazla tutarlılığa sahip yüksek kaliteli takımlar üretilebilmektedir.

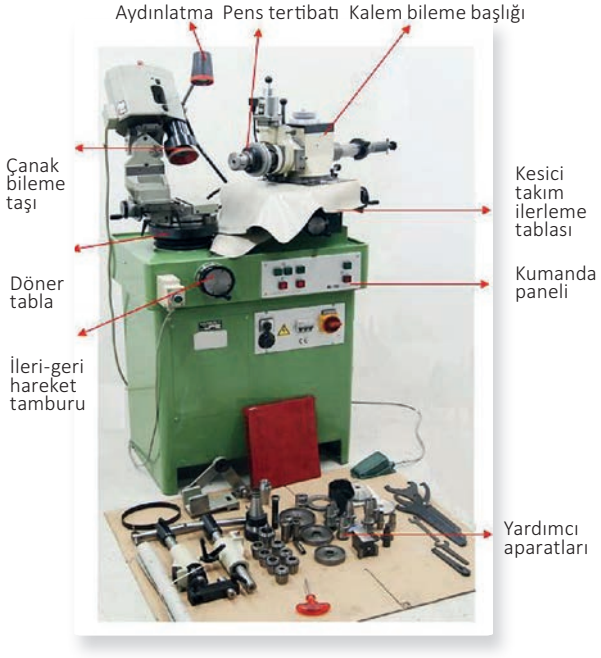
Alet bileme tezgâhlarında soğutma sıvı kullanarak, açı vererek helisel dişli kesici takımların bilenmesi mümkündür. Düz zımpara taşlarıyla taşlama yapılırken oyuklu yüzeyler oluşabilir. Bundan dolayı genel olarak çanak veya tabak zımpara taşları kullanılır.

9.1.1. Alet Bileme Tezgâhlarının Çalıştırılması

Atölyelerde yaygın olarak kullanılan tezgâhlar, üniversal alet bileme tezgâhlarıdır. Bu cihazlar, matkaplar ve parmak frezeleri bilemek ve üretmek için kullanılır. Ayrıca ağaç işleme ve metal kesme endüstrilerinde ihtiyaç duyulan aletlerin üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Alet bileme tezgâhında çalışırken;

1. Öğretmen olmadan kesinlikle çalışılmamalıdır.
2. Tezgâh kapatıldıktan sonra, yanından ayrılmadan önce durdurulmalıdır.
3. Tezgâhta çalışırken arıza meydana geldiğinde veya normal olmayan bir ses duyulduğunda tezgâh durdurulmalı veya acil durdurma düğmesine basılarak kapatılmalıdır.
4. Çalışma alanı nemli dağınık veya zayıf ışıkta olmamalı, temiz ve düzenli tutulmalıdır.
5. Tezgâhta çalışırken bol giysiler giyilmemelidir.
6. Takı takılmamalı ve eldiven giyilmemelidir.
7. Uzun saçlar saç tokası ile sabitlenmeli ve ardından makineye kaptırma riskini önlemek için tedbir alınmalıdır.
8. Kişi yorgun ve hasta ise makinede çalışmamalıdır.



Görsel 9.1: Üniversal alet bileme tezgâhı ve kısımları

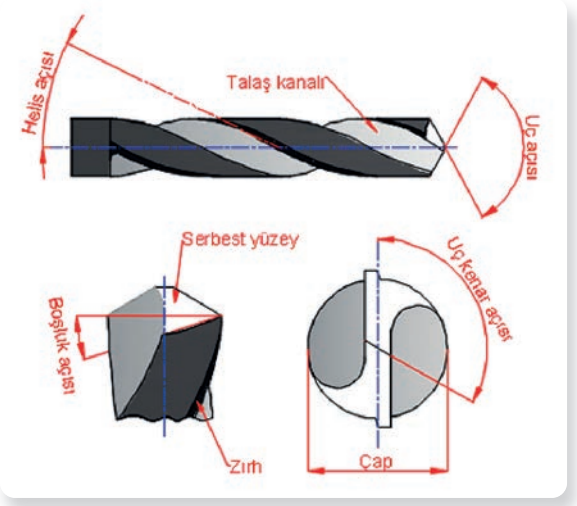
Tezgâhta çalışmadan önce, bileme yapılacak kesici aletin çapına göre bağlama tertibatı hazırlanır. Bileme açısına göre tezgâh ayarları yapılır. Bilenmesi gereken yüzeyler sırası ile bilenerek alet bileme işlemi tamamlanır. Tezgâhın düzenli bakımları ihmal edilmemeli, toz ve metal talaşları temizlenmeli, tezgâh yağlanmalıdır. Eğer tezgâh uzun süre kullanılmayacak ise yüzeylere pas önleyici sürülmelidir. Alet bileme tezgâhlarında genellikle matkap bileme işlemleri, kalem bileme işlemleri ve freze çakısı bileme işlemleri yapılır.

9.1.2. Matkap Uç Açıları

Matkabın kesici ağızlarının temel şekli kamadır. Birbirine göre karşılıklı bulunan helisel şeklindeki talaş kanalının taşlanması ile oluşan kesici ağızlar meydana getirilir. Helisel matkabın geriye doğru çap incelmesi 100 mm talaş kanalı boyunca 0,02 mm ile 0,08 mm kadardır. Bu incelme deliğin içindeki sürtünmeyi azaltır.

Matkapların çapı ölçülürken sap kısmından ölçülmesi gerekir, uç kısmından yapılan ölçümlerden hatalı sonuçlar elde edilir. Görsel 9.2'de matkap üzerindeki açılar görülmektedir.

Matkap üzerindeki açılar aşağıda sıralanmıştır.



Görsel 9.2: Matkap açıları

Uç Açısı σ (sigma): Matkaplar dönerek ve işe batarak kesme yaptıklarından uçlarının sivri olması gerekir. Bu da matkaba verilen uç açısıyla oluşur. Matkabın uç açısı makine yapım çelikleri için 118°'dir. Uç açısı malzemenin cinsine göre değişir.

Helis Açısı γ (gama): İsminden de anlaşılacağı gibi helis açısı, matkabın helis kanalını meydana getiren açıdır. Kesme yaparken çıkan talaşlar helis kanalını takip ederek dışarı atıldığından bu açıya aynı zamanda talaş açısı da denir. Matkabın helis açısı, delinecek malzemenin cinsine göre değişir.

Boşluk Açısı α (alfa açısı): Matkabın kesici ağızlarının arka yüzeyi delmesi esnasında işin kesilen yüzeyine sürtünmemesi için verilen açıdır. Boşluk açısı sürtünmeyi önlediği gibi, aynı zamanda matkabın iyi kesmesini de sağlar.

Uç Kenar Açısı ϕ (fi açısı): Matkabın iki serbest yüzeyi arasında kalan kenarın matkap ekseniyle yaptığı açıdır. Uç kenar açısı matkabın bilenmesine göre değişebilir.

Kama Açısı β (beta açısı): Kama açısı, matkabın ağızlarında helis açısı ile boşluk açısı arasında kalan açıdır. Kama açısı boşluk açısının değerine göre değişir.

Matkaplar üç ana malzemeden üretilir. Karbon çelik matkaplar, makine atölyelerinde yumuşak malzemeler ve demir içermeyen metaller için uygundur. Kesici kenarlar çabuk aşınır. Yüksek hız çeliği matkaplar, kesici kenarlar daha fazla ısıya ve aşınmaya dayanır.

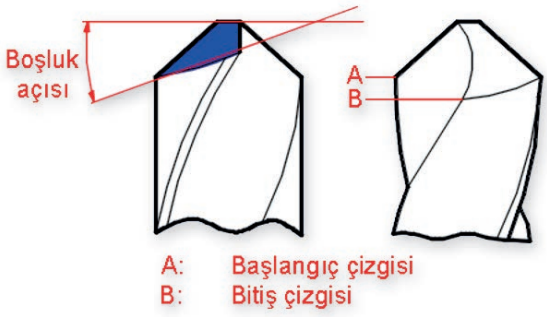
Atölyelerde farklı metallere delik delerken, malzemeye uygun matkap uç açılarına göre matkabın bilenmesi gerekir. Tablo 9.1'de malzemeye göre matkap açıları gösterilmiştir.

Tablo 9.1: Malzemeye Göre Matkap Açıları

Matkap tipi	Kullanım örnekleri	Uç talaş açısı	Uç açısı
H	Sert malzeme, çelik ve alaşımları	10° - 19°	118°
N	Genel imalat çeliği, yumuşak dökme demir, orta sert demir olmayan metaller (sert bakır ve çinko alaşımı)	19° - 40°	118°
W	Yumuşak, gevrek, kırılgan, uzun talaş kaldırılan malzeme	27° - 45°	130°

9.1.3. Hatalı Bilenen Matkabın Delmeye Etkisi

Boşluk açısının fazla verilmesi, hızlı körelme ve zayıf takım ömrü ile kesme kenarının arkasında destek eksikliğine neden olur. İlk serbest kesme işlemine rağmen. Genel amaçlar için kesme kenarının arkasındaki boşluk açısı 8º ila 12º dir (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: Boşluk açısı

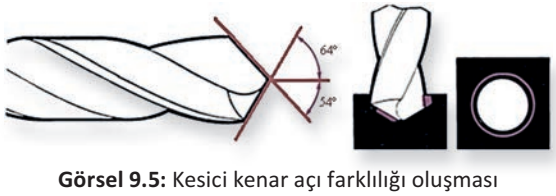
Yetersiz boşluk açısı, matkabın kesici kenarın arkasının sürtünmesine neden olur. Matkabın kesme kenarı iş parçasına teması azaltır. Kesme işlemi az olduğu için matkabın çok çalışmasını sağlayacak, ısı üretecek ve uç itiş gücünü artıracaktır. Bu durum matkap ucunun kırılmasına neden olur.

Hızlı kesim yapabilmek için matkaba uygulanan fazla baskı kuvveti, uçta anormal ilerleme oluşturur, bu da matkap ucunun bozulmasına ve delik yüzeyinde pürüzlülüğe neden olur. Bu durumda matkap ucu kırılır veya parçalanır (Görsel 9.4).



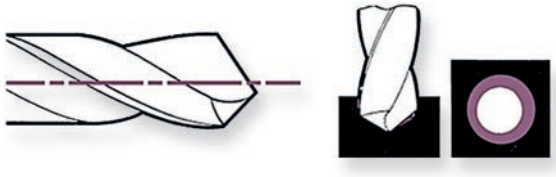
Görsel 9.4: Baskı kuvvetinin fazlalığı

Görsel 9.5' te görülen kesici kenarları eşit olmayan açılarla bilemek, bir kesici kenarın diğerinden daha fazla çalışmasına neden olur. Bu hatalar, matkabın burulmasına, delik çapı ölçüsünün büyük çıkmasına, hızlı körelmeye ve zayıf takım ömrüne neden olur.



Görsel 9.5: Kesici kenar açı farklılığı oluşması

Kesici kenarların eşit olmayan uzunlukta bilenmesi, uç noktasının merkez ekseninden sapmasına neden olur (Görsel 9.6). Delik ölçüsü yaklaşık sapma miktarının iki katı büyüklüğünde olur.



Görsel 9.6: Kesici kenar uzunluklarının farklı oluşması

9.1.4. Matkap Bilemede Dikkat Edilecek Hususlar

1. Kör matkap uçlarını keskinleştirmek için güvenlik amacıyla koruyucu gözlük kullanılır. Bazen çalışan eldiven takar, ancak bu durumda taşlama tezgâhına takılıp çalışanı içeri çekebileceğinden eldiven takmak risklidir.
2. Üzerinde çalışmaya başlamadan önce matkap ucunu iyi tanımak çok önemlidir. Matkap ucunun ne için kullanıldığı bilinmelidir.
3. Matkap bilenecek taşın özellikleri, takım bilemeye elverişli olmalı; taşın cinsi, tane sayısı, sertliği ve birleştirme maddesi matkap bilemeye uygun olmalıdır.
4. Taşın yüzeyi düzgün olmalı, yüzeyi bozulmuş bir taşla matkap bilenmemeli, ancak taş düzeltildikten sonra bileme yapılmalıdır.

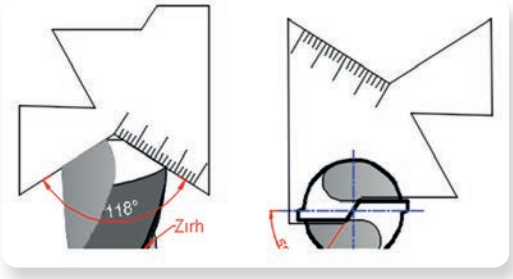
4. Körlenmiş bir taşla bileme yapılmamalı, eğer taş körlenmişse önce bilenmelidir. Bunu anlamak için taş çalışmıyorken taşın yüzeyine başparmağın içi sürülerek kayganlık durumu ve parlaklığı anlaşılabilir. Buna dikkat edilmediği takdirde matkabın ağızları, bileme esnasında yanar ve kesme özelliğini kaybeder.
5. Matkabın uzun bir kısmının yanması halinde bu kısım bir kesme taşıyla kesilmeli ve ondan sonra bilenmelidir. Çünkü yanmış ve zırhı silinmiş uzunca bir kısmın bilemekle bitirilmesi çok zaman alır.
6. Bileme işlemi yapılacak tezgâh iyi tanınmalı, taşlamaya başlamadan önce birkaç deneme yapılmalıdır.
7. Bileme işlemi yapılırken tezgâh durdurulmamalıdır.

9.1.5. Matkapların Bilenmesi

1. İş güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
2. Taşlama makinesi kullanırken koruyucu gözlük takılmalıdır.
3. Taş, aynadan matkabı bağlayacak şekilde uzaklaştırılmalı, matkap sapının konikliğine göre, aynaya mors kovanı yerleştirilmelidir.
4. Ayna üzerindeki dereceli taksimat sıfır (0) konumuna getirilmelidir.
5. Bu tezgâhta 118º helisel matkap bilenecek şekilde ayarları yapılmalıdır.
6. Ayna üzerinde bulunan eksen çizgisi hareketli kafada bulunan sabit eksen çizgisine çakıştırılmalıdır.
7. Hareketli kafada bulunan ayar çubuğu ile esas kesici ağzı tabana paralel gelecek şekilde birbirine çakıştırılmalıdır.
8. Matkapta serbest yüzey açısının verilmesi için, hareketli kafa gerisinde bulunan rakamları küçültmek veya yükseltmek suretiyle matkabın serbest yüzeyinin istenilen değerde yapılması sağlanmalıdır.
9. Aynada bulunan matkap ay anahtarı ile sıkıştırılmalıdır.
10. Kesici kenarlar eşit uzunlukta olmalıdır.
11. Boşluk açısı yaklaşık 8° ila 12° olmalıdır.
12. Net bir kesme kenarı sağlamak için kesme ağzı boyunca açıklık sağlanmalıdır.
13. Kesici kenar, taşlama işlemi sırasında takım desteğinden uzak tutulmalıdır.
14. Matkap ucunun aşırı ısınmasına izin verilmemelidir.
15. Matkabın bileme işlemi bittiğinde tezgâh durdurulmalıdır.
16. Taş ve matkap birbirinden uzaklaştırılmalıdır. Ayna anahtarı ile ayna gevşetilmeli daha sonra matkap kovanından kama ile çıkarılmalıdır.

9.1.6. Matkap Uç Açısının Kontrolü

Matkapların açılarının ve kesici kenar uzunluklarının kontrolünde, farklı yöntemler kullanılır. Bunların belli başlıları; matkap dürbünleri, ayarlı açı gönyeleri, özel matkap mastarlardır. Körlenmiş matkap ucu, taşlandıktan sonra Görsel 9.7'de görüldüğü gibi şablon ve mastarlar ile kontrol edilebilir, ancak kolaylık sağlamak için çoğu fabrikada görsel inceleme sıklıkla kullanılır.



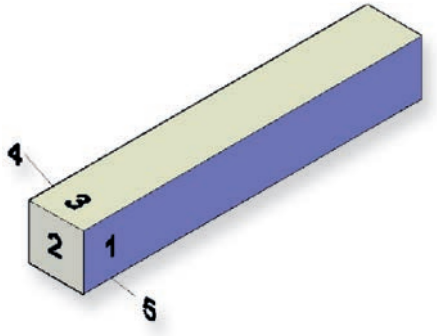
Görsel 9.7: Matkap açılarının mastar ile kontrolü

9.2. KALEM BİLEME

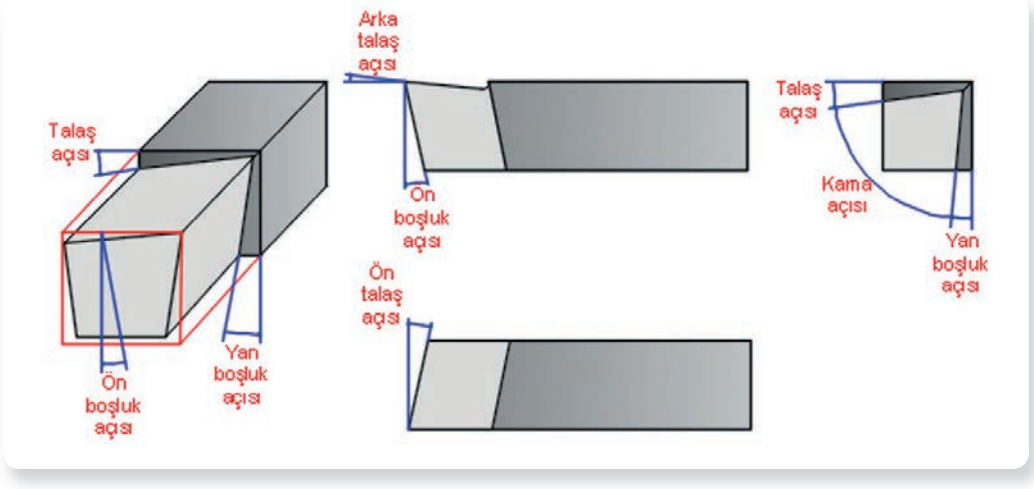
9.2.1. İşlenecek Malzemeye Göre Kalem Açıları

Görsel 9.8'deki resim, bileme işlemi yapılmamış kalemi göstermektedir. Kalemin ucunda dikkate alınması gereken 5 yüzey vardır, ancak bunlardan sadece 3'ünün bilenmesi gerekir. Arka (4) yüzey ve alt (5) yüzeye dokunulmadan bırakılabilir. Görsel 9.8'de görülen numaralandırılmış yüzeyler, üç yüzeyin kesildiği sırayı da gösterir.

Farklı malzemeler, farklı açılar kullanılarak kesilir. Aşağıdaki Tablo 9.2'de sık kullanılan malzemelerin kalem açıları verilmiştir. Görsel 9.9'da kalemlerde bilemek için kullanılan açıları göstermektedir.



Görsel 9.8: Kalem bileme yüzeyleri



Görsel 9.9: Kalem açıları

Tablo 9.2: Malzemelere Göre Kalem Açıları

Malzeme	Yan boşluk açısı	Ön boşluk açısı	Talaş açısı (γ)	Arka talaş açısı
Alüminyum	12°	8°	16° →	35°
Pirinç	10°	8°	5° → -4°	0°
Bronz	10°	8°	5° -4°	0°
Dökme demir	10°	10°	12°	5°
Bakır	12°	8°	20° →	16° →
Çelik	12°	8°	12° 18°	8° 15°
Takım çeliği	10°	8°	12° →	8°
Paslanmaz çelik	10°	8°	15° 20°	8°

9.2.2. Seri Çelik Kalem Açıları

Sert malzemelerin küçük eğim açıları, yumuşak malzemelerin büyük eğim açıları vardır. Pirinç ve bronz gibi malzemelerin eğim açıları, kalemin kazımasını önlemek için genellikle sıfır derece yapılır.

9.2.2.1. Talaş Açısı (γ) (Gama Açısı)

Talaş açısı, kalemin talaş yüzeyine verilen açı olup kalemin rahat kesmesini sağlar ve çıkan talaşların akışını kolaylaştırır. Talaş açısı işlenecek malzemenin ve kalem malzemesinin cinsine göre değişik değerlerde olur. Bir HSS kalemde, talaş açısı normal değerinden daha küçük verilirse talaşların kaleme yapacağı baskı artar. Açı normal değerden daha fazla verilirse talaşlar daha rahat akar, fakat kalemin kama açısı küçüleceğinden körlenmesi çabuklaşır.

9.2.2.2. Boşluk Açısı (α) (Alfa Açısı)

Boşluk açısı, kalemin esas serbest yüzeyine verilen açıdır. Boşluk açısı kalemin işe sürtünmesini önler, aynı zamanda kesici ağzın oluşmasını sağlar. Eğer boşluk açısı normalden daha fazla verilirse kama açısı küçüleceğinden kalem daha kısa zamanda körlenir.

9.2.2.3. Kama Açısı (β) (Beta Açısı)

Kama açısı, kesici ağzın sivriliğini oluşturan açıdır. Kama açısının değeri talaş açısı ile boşluk açısına bağlıdır. Bu iki açıdan birinin veya her ikisinin küçük veya büyük verilmesi kama açısının büyümesine veya küçülmesine sebep olur.

9.2.2.4. Uç Açısı (ε) (Epsilon Açısı)

Kalemin uç açısı, kesici ağız ile yardımcı kesici ağız arasında kalan açıdır. Uç açısı ne kadar küçük olursa yardımcı kesici ağız işe o kadar az sürtünür, fakat buna karşılık çabuk ısınır. Uç açısı normal değerinden küçük verilirse kalemin ucu fazla sivrileceğinden çabuk ısınır ve yanması kolaylaşır. Uç açısı büyük olursa kalemin uç kavisi de büyüyeceğinden daha temiz yüzey çıkar. İşlenecek malzeme yumuşaksa uç açısı da küçük verilir.

9.2.2.5. Yan Boşluk Açısı (ϕ) (Fi Açısı)

Yan boşluk açısı, kalem ucunun sivriliğini oluşturan başka bir deyişle kalemin uç açısını oluşturan açıdır. Bu açı kalemin uç açısına göre verilir. Büyük verilirse uç açısı küçülür. Buna bağlı olarak kalem çabuk körlenir. Açı küçük verilirse kalem ucu kütleşir ve bundan dolayı sürtünme artar kalem fazla ısınır.



Tutumluluk, az şeyi çoğaltır; israf çok şey, azaltır.
(HZ. ALİ (R.A))

9.2.3. Kalem Bileme İçin Taş Seçimi

Kalem bileme için taşlama taşı seçerken göz önünde bulundurulması gereken bazı özellikler bulunmaktadır:

1. Taşlama işlemi uygulanacak malzeme tipi ve sertliği nedir?
2. Kullanılacak makinenin güç ve özellikleri nedir?
3. Taş hızı ve besleme derecesi ne olacak?
4. Söz konusu taşlama işlemi kuru veya ıslak bir şekilde mi yürütülecek?
5. Gerekli taşlama sertliği nedir?
6. Hangi bileme yöntemi kullanılacak?

Yumuşak dereceli taşlar; çoğunlukla sert takım çelikleri ve karbürler gibi sert malzemeler, daha geniş temas alanları ve hızlı talaş kaldırma işlemleri için kullanılır. Sert dereceli taşlar; çoğunlukla yumuşak malzemeler, küçük ya da dar temas noktaları ve daha uzun taş kullanım ömrü için kullanılır.

Seri çelik kalemleri bilemek için en uygun bileme taşı elektro korund pembe renkli, seramik (V) birleştirme maddeli, K sertliğinde 60 taneli çevre hızı V = 35 m/sn'lik olan çanak taştır. Bazen beyaz renkli çanak taşlar da kullanılır.

Sert maden uçlu kesici kalemlere elmas taşları ile bileme yapılır. Elmas taşlarının maliyeti yüksek olduğundan bunun yerine açık yeşil renkteki silisyum karpit taşları kullanılır.

9.2.4. Kalemlerin Bilenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Gözlük takılmalıdır.
2. Bileme için uygun zımpara taşı seçilmeli ve kurallara uygun bağlanmalıdır.
3. Taşın yüzeyinde bozukluk olmamalı, taş bileme aletleri ile bilenmiş olmalı.
4. Taş koruması takılmalıdır.
5. Bileme için uygunsa soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
6. Açılar, gerece ve işlemin cinsine göre çizelgelerden dikkatlice seçilip ayarlanmalıdır.
7. Kalemin kabası düz zımpara taşında önce alınmalı, sonra kalemin bileme aparatına sağlam bir şekilde bağlanıp işlem başlatılmalıdır.
8. Hassas bilemesi açılara göre yapılırken kesici kenarlar yakılmamalıdır.
9. Açı mastarları kontrol için kullanılmalıdır.
10. Bileme bittikten sonra gaz taşı ile ince yumuşak katman kaldırılıp çapaklar da alınmış olmalıdır.

9.2.5. Kalem Açılarının Kontrolü

Torna kalemi gibi kesici takımlarının bileme işlemleri yapılırken veya yapıldıktan sonra açıları kontrol edilmelidir. Kesici üzerinde bileme sonucu oluşan açılar açıölçerler, açı gönyeleri ve mastarlar ile kontrol edilir.

9.2.6. Kalemlerin Bilenmesinde İşlem Sırası

Kalemlerin ucundaki herhangi bir renk değişikliği, onun çizildiğini ve artık özelliğini kaybettiğini gösterir. Bu durumlarda yeniden bileme yapılması gerekir. Bu kalem bileme sürecinde alet sıcaklığı makul düzeyde tutabilmek için sulu taşlama yapılmalıdır. Ayrıca her zaman alet bileme tezgâhlarında güvenlik muhafazalarının yerinde olduğundan emin olunmalıdır. Kalem bilemeye başlanırken Görsel 9.8'deki 1 numaralı yüzeyden başlanır ve sırasıyla diğer yüzeyler bilenir. Aşağıda torna tezgâhı için normal bir sağ yan kaba talaş kalemi işlem sırası verilmiştir.

1. Alet bileme tezgâhının çalışmaya uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.
2. Her zaman taşlama tezgâhında güvenlik muhafazalarının yerinde olduğundan emin olunmalıdır.
3. Tabla el ile enine boyuna ve yukarı aşağı hareket ettirilerek çalıp çalışmadığı, zımpara taşı da el ile çevrilerek kontrol edilmelidir.
4. Gözlük ve maske gibi kişisel koruyucular takılmalıdır.
5. Bileme yapılacak kalem ve malzemeye göre tablodan kalem açılarına bakılmalıdır.
6. Gerekli tüm ayarların yapılması için öğretmenden yardım istenmelidir.
7. Dayama uçları daima bilenen ucun altında olmalıdır.
8. Kalem sıkma aparatı ile zımpara taşı arasında emniyet boşluğu bırakmak unutulmamalıdır.
9. Tezgâhın tüm muhafaza levhaları takılmalıdır.
10. Ayarlar tamam ise; tezgâh çalıştırılarak işlemeye başlanmalıdır.
11. Kalemler bilenirken boşluk açısı dikkate alınmalıdır.

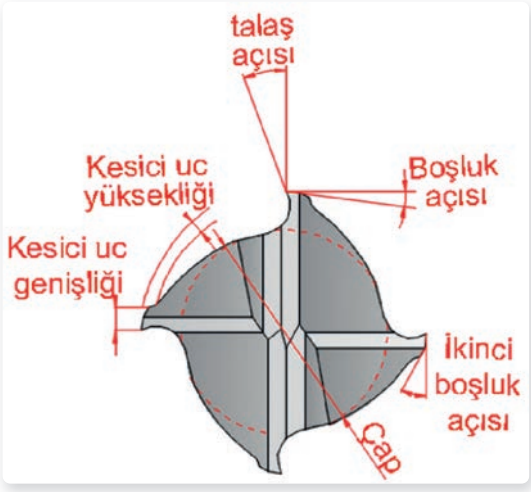


Küsmek ve darılmak için bahaneler aramak yerine,
sevmek ve sevilmek için çareler arayın.
(HZ. Mevlana (R.A))

9.3. FREZE ÇAKILARINI BİLEME

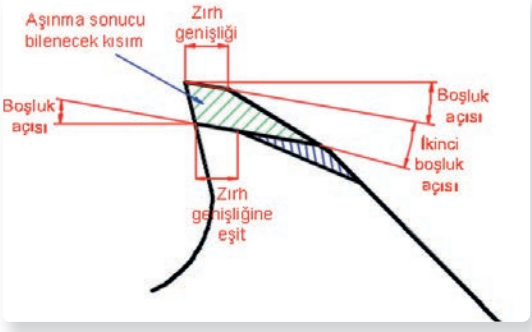
Mevcut çeşitli frezeleme takımları, frezelemelerin çok yönlü işleme süreci olmasına yardımcı olur. Kesiciler çok çeşitli boyutlarda yapılır. Frezeler, yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılır, diğer karbürler uçludur.

Freze çakıları, iyi çalışır durumda olmaları için ara sıra bilenmelidir. Freze çakılarını taşlarken, kesicinin açılarını ve boşluklarını korumaya özen gösterilmelidir. Freze çakılarını elle bilemek çok zor olduğu için alet bileme tezgâhı kullanımı gerektirir. Frezeleme çakıları nispeten pahalıdır. Her bir freze çakısı için beş veya daha fazla bileme yapılabilir. **"Parmak freze"** terimi genellikle düz alınlı kesiciler için kullanılır. Bir matkap ucu ile parmak freze kesicisi arasındaki temel fark, matkap ucunun yalnızca eksenel yönlerde kesebilmesi, ancak bu kesicinin her yöne kesebilmesidir. Bu kesici, bir veya daha fazla kanaldan oluşur ve nihai olarak frezeleme işlemlerinde kullanılır. Doğru bileme yapmak için kesicinin dişlerinin geometrisini bilmek gerekir (Görsel 9.10).



Görsel 9.10: Parmak freze çakısının açıları

Boşluk açısı, kesici uca çizilen teğetle diş sırtının yaptığı açıya denilir. Kesici aletin rahat kesme yapması, çıkan talaşın iki diş arasında tutulması ve kesme işini tamamladıktan sonra da talaşın dışarı atılması için dişin sırtına boşluk verilir. Kesici alete verilecek boşluk açısının değeri birçok etkene bağlı olmakla beraber, temel olarak kesici aletin tipi ve çapı ile işlenecek malzemenin sertliğine bağlıdır. Tablo 9.3'de kesici aletin tipine ve işlenecek malzemenin türüne uygun olarak saptanan boşluk açısı alt ve üst değerleri verilmiştir.



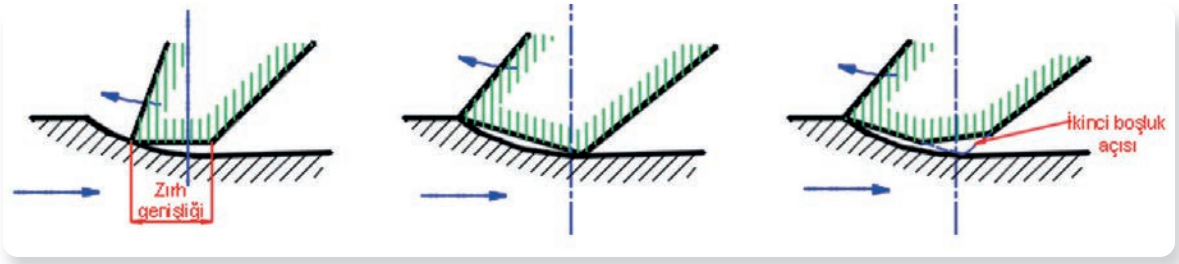
Görsel 9.11: Boşluk açısının verilmesi

Tablo 9.3: Boşluk Açısı Alt ve Üst Değerler

Kesici	Kesici malzemesi	Talaş kaldırılacak malzeme		
		Çelik	Dökme demir	Demir ve metal olmayanlar
Kesici ağızlar çevre üzerinde	Yüksek hız çeliği	1° - 10°	5° - 10°	7° - 12°
	Alaşımlı döküm	4° - 6°	4° - 6°	5° - 10°
	Sert maden	4° - 6°	4° - 6°	5° - 10°
Kesici ağızlar yan ve alında	Hepsi için	1° - 4°	1° - 4°	2° - 7°

Boşluk açısını bilemek için silindirik veya çanak taşlardan bir tanesi kullanılabilir. Freze çakısının dişleri üzerinde bulunan zırh genişliği dar ise genellikle silindirik taşla bileme yapılır. Eğer zırh genişliği fazla ise çanak taş kullanma zorunluluğu vardır. Silindirik taşla bileme yaparken taş başlığına 10° bir açı verilmekle sürtünme azaltılabilir.

Zırh, kesici ağzın hemen arkasında dar bir şerit halinde bilenmiş olan yüzeye denir. Boşluk açısına göre bilenmiş olan bu kısmın genişliği kesicinin ölçüsüne ve tipine göre 0.75 mm ile 1.5 mm arasında değişir. Zırh genişliği artarsa dişin tabanı talaş kaldırma anında kesilen yüzeye sürtüneceğinden yüzey kalitesinin kötüleşmesine neden olur. Görsel 9.11'de görüldüğü gibi diş sırtının sürtünmesini önlemek için dişin sırtı ikinci boşluk açısına göre bilenerek zırh genişliği daraltılır (Görsel 9.12). Alın frezelerinde ve parmak frezelerde boşluk açısının değeri 3° ile 5° arasında olmalıdır. Profil frezelerinde ve modül frezelerinde, boşluk açısının bilenmesinden ve zırhtan söz edilemez, çünkü dişler öyle biçimlendirilmişlerdir ki dişlerin talaş yüzeyi radyal olarak bilendiği zaman boşluk açısı her zaman aynı kalır.



Görsel 9.12: Zırh genişliğinin ayarlanması

9.3.1. Freze Çakılarının Malzemesine Göre Taş Seçimi

Uygun olmayan zımpara taşı, zayıf kesme kenarlarına, eş merkezlilik eksikliğine ve diş profilinde bozulmalara neden olabilir. Havşalı çanak disk, takım taşlama için yaygın olarak kullanılır. Reçine bağı ile takılmalar için kullanışlıdır. Yüzü düz veya eğimli olabilir.

Çanak taşın başlıca kullanımı takım ve alet bilemedir. İnce kenarı, dar yerlere takılabilir. Freze çakısı ve broşların yüzeylerinin taşlanması için uygundur.

Bütün yekpare yapılı sivri dişli freze çakıları WS-HSS gereçten yapılır. Bu durumda da kullanılacak bileme taşı elektro-korund pembe renkli, V birleştirme maddeli, K sertliğinde 60 taneli çevre hız V = 35 m/sn olan çanak taştır. Bazen beyaz renkli çanak taşlar da kullanılır.

9.3.2. Freze Çakılarını Tezgâha Bağlama Yöntemleri

Freze çakıları bağlanma şekillerine göre sınıflandırılırlar.

1. Saplı freze çakıları
   a. Silindirik saplı freze çakıları
   b. Konik freze çakıları
2. Malafalara bağlanabilen freze çakıları
   a. Sivri dişli freze çakıları
   b. Profil freze çakıları

Silindirik saplı freze çakıları mandren veya pens yardımıyla alet bileme tezgâhına bağlanırken, konik saplı freze çakıları genellikle mors koniğinde olur. Bu çakılar konik olmalarından faydalanılarak direkt bağlanır. Malafalara bağlanabilen freze çakıları uygun çaptaki sıkıştırmalı malafalar veya konik malafalar yardımıyla alet bileme tezgâhlarına bağlanır.

9.3.3. Freze Çakılarının Çanak Taşla Bilenmesi

Düz kanallı, sivri dişli freze çakılarının bilenmesinde çanak taş kullanmak dişin sırtında bir düzlem yüzey oluşturmasını ve büyük açıların daha rahat bilenmesini sağlar. Esas boşluk açısının verilmesinde, boşluk açısı ayar aparatı veya dayama üst noktasının iş merkezine göre kaçırılması yöntemlerinden biri kullanılır. Çanak taşla bileme yaparken dayamanın iş eksenine göre kaçırılma miktarı, açı ve freze çapı ile orantılı olduğu için bu hususlara dikkat edilmelidir. Bileme yapmak için, taş başlığı tablaya 90° çevrilip üzerine çanak taş bağlandıktan sonra aşağıdaki işlem sırası izlenir:

1. Bilenecek ilk diş, merkezleme mastarı yardımı ile punta yüksekliğine ayarlanmalıdır.
2. Boşluk açısı ayar aparatından yararlanarak istenilen açı verilmeli, tezgâhta bu aparattan yoksa dayama punta yüksekliğine göre kaçırılarak boşluk açısı verilmelidir.
3. Dayama tablaya bağlanarak bilenen dişin altına ayarlanmalıdır. Dayama bazı durumlarda üstten de bağlanabilir. Dayama üst tarafa ayarlandığı zaman dişlerin talaş yüzeylerinin üst tarafa bakacak şekilde bağlanması gerekir.
4. Freze çakısının boyu çok fazla olduğu zaman, taşın çift yönlü kesme yapmaması için taş başlığına 1° - 2° ilk açı verilmelidir.

9.3.4. Freze Çakılarının Silindirik Taşla Bilenmesi

Freze çakılarının silindirik taşla bilenmesi işleminde en iyi sonuca ulaşmak için aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

1. Taşın uç tarafı konik olarak bilendikten sonra yaklaşık 2 mm yarıçapında yuvarlatılmalıdır.
2. Taşın dönüş yönü, bilenecek dişi dayamaya bastıracak şekilde seçilmelidir.
3. Dayama ile bilenen dişin tek bir noktada temas etmesi için dayamanın ucu yuvarlatılmalıdır.
4. Bileme gidiş kursunda yapılmalıdır. Bileme için dönüş kursunun kullanılması, hem taş hem de freze çakısı için tehlikeli olduğundan bu tür bilemeden kaçınılmalıdır.
5. Taş mili ekseni punta yüksekliğine ayarlanmalıdır. Dayama taş başlığına bağlanıp dayama sacı taşın ön tarafına ayarlanmalıdır.
6. Karşılık puntası tablaya bağlanıp aralarındaki açıklık malafa boyuna ayarlanmalıdır.
7. Freze çakısı uygun bir malafa üzerine takılıp malafanın bir ucuna da fırdöndü bağladıktan sonra iki punta arasına alınmalı ve fırdöndü ile boşluk açısı ayar aparatı bağlanmalıdır.
8. Bilenecek dişin kesici ağzı punta yüksekliğine ayarlanmalı, herhangi bir yanlışlığa meydan vermemek için ayarlanan diş işaretlenmelidir.
9. Bilenecek diş taşa yanaştırılıp dayama bilenecek dişin altına getirilip tespit edilmelidir.
10. Boşluk açısı ayar aparatı istenilen boşlukta ayarlanmalı ve dayamanın ucu (taş merkezi) dişin yeni konumuna getirilmelidir. Boşluk açısı ayar aparatı çıkartılmalıdır.

Herhangi bir koniklik varsa tezgâh tablası uygun bir şekilde ayarlanır. Esas boşluk açısı bilendikten sonra, eğer istenirse ikinci boşluk açısı aynı şekilde bilenir.

9.3.5. Düz Kanallı Freze Çakılarının Bilenmesi

Düz kanallı freze çakılarını bilemek için silindirik taş veya çanak taş kullanılır. Silindirik taşlar, bilenen yüzeyin iç bükey çıkmasına neden olur. Zırhın düzgün olması istenirse çanak taşla bileme yapılmalıdır. Yeni freze çakılarında zırh genişliğinin 0.75 mm ile 1.5 mm arasında oluşu, silindirik taşın yaratacağı içbükeyliği önemsiz kılar. Çok sayıdaki bilemeler nedeniyle zırh genişliği artacağından, diş tabanının işlenen yüzeye sürtünmemesi için dişin sırtına ikinci bir boşluk açısı verilmek suretiyle zırh genişliği eski durumuna getirilir.

Kesici dişe verilecek boşluk açısı freze çakısının çapına ve işlenecek malzemenin cinsine bağlı olup küçük çaplı frezelere verilen boşluk açısı, büyük çaplı olanlardakinden büyüktür.

9.3.6. Parmak Freze Çakılarının Bilenmesi

Parmak frezelerin çoğu helisel dişlere sahip olduğu için bileme işlemi, silindirik helis frezelerin bilenmesine benzer. Parmak frezede uçtaki dişlerin bilenmesi için ek bir düzenlemeye gerek vardır. Parmak frezenin çevresinde bulunan dişlerin esas ve yardımcı boşluk açılarını bilemek için konik çanak taş veya silindirik taş kullanılır. Çanak taşla bileme yapılırken izlenecek yol aşağıdaki gibidir.

Çevredeki dişlerin bilenmesi:

1. Taş merkezi punta yüksekliğine, dayama sacı taşın ön tarafına ayarlanmalıdır.
2. İş başlığı tablanın sağ tarafına görülen konumda bağlanmalıdır.
3. Eğer parmak frezenin sapı silindirik ve uçta punta yuvası varsa iki punta arasında bilenebilmelidir.
4. Parmak freze iş başlığına bağlanmalıdır.
5. Dişlerden bir tanesinin kesici ağzı punta yüksekliğine getirilmeli ve dayama bu dişin altına ayarlanmalıdır.
6. Taş başlığı ve dayama aşağı indirilerek veya iş başlığındaki bölüntüden faydalanarak gerekli boşluk açısı verilmelidir.
7. Tabla dayamaları kurs boyuna göre ayarlanmalıdır. Bilenen diş dayamaya bastırılarak bilemeye başlanmalıdır.

   Not: Konik saplı parmak frezelerin bilenmesinde iş başlığı mutlaka kullanılmalıdır. Konik saplı parmak frezelerin bilenmesinde konik saplı parmak freze bileme aparatı da kullanılır.

Alındaki dişlerin bilenmesi:

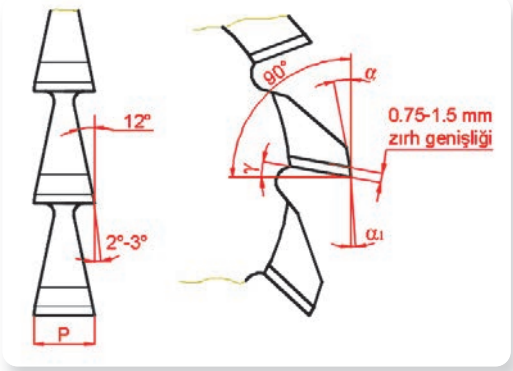
1. İş başlığı tablaya bağlanarak parmak frezenin sapı iş başlığının miline takılmalıdır.
2. İş başlığını 90° çevirerek frezenin ucu taşa karşı getirilmelidir.
3. Taş başlığının sağ tarafına bir çanak taş bağladıktan sonra başlığı 89° döndürülmelidir.
4. Dişlerden bir tanesi yatay konuma getirilmelidir. Bu işlem aynı zamanda taş merkezi ile bilenecek dişi aynı yüksekliğe getirir.
5. Dayama takımı iş başlığı üzerine bağladıktan sonra dayama bilenecek dişe üstten ayarlanmalıdır.
6. Boşluk açısı iş başlığından ayarlanarak başlık sabitlenmelidir.
7. Taş diğer dişlere değmeyecek şekilde ayarlanmalıdır.
8. Tabla dayamaları bileme kursuna göre ayarlanmalıdır.
9. İş başlığı tespit cıvatası gevşetilip bilenen diş değiştirildikten sonra bileme işlemine devam edilmelidir.

9.3.7. Kanal Freze Çakılarının Bilenmesi

Düz dişli kanal freze çakılarında çevrede ve yanlarda kesici ağızlar vardır. Görsel 9.13'te görüldüğü gibi yandaki dişler için 12° lik bir ikinci boşluk açısı verilir. Çevredeki dişlere verilecek boşluk açısı yandaki dişlerin boşluk açısına eşittir. İkinci boşluk açısı arttıkça dişler çok zayıflayacağı için 12°'den büyük açılardan kaçınılmalıdır.

Çevredeki dişlerin bilenmesi, düz kanallı frezelerin bilenmesi gibidir. Yandaki dişlerin bilenmesi için freze çakısı, iş başlığına bağlanarak iki tarafı ayrı ayrı bilenir.

Çapraz dişli kanal freze çakıları çevresi üzerinde sağ ve sol helisli dişleri dayama sacı kullanılarak bir bağlanışta bilenebilir. Dayama sacının ucu helis açısına göre ters V şeklinde olduğu için gidiş kursunda dişlerden biri bilenirken dönüş kursunda öteki bilenir.



Görsel 9.13: Kanal freze çakısı

9.3.8. Açılı Freze Çakılarının Bilenmesi

Açılı freze çakısı, yan yana getirilmiş çok sayıdaki silindirik freze çakısı olduğu varsayılır. Çanak taşla bileme yaparken boşluk açısının değeri freze çakısının çapı tarafından belirlenir. Taş başlığının aşağı yukarı açılı hareket etme özelliğinden dolayı, boşluk açısı diş boyunca eşit olarak bilenebilir. Freze çakısı bir adaptöre takıldıktan sonra iş başlığına bağlanır. Taş başlığına, freze çakısının boşluk açısına uygun açı vermek suretiyle bilenecek dişin ağzı taşa paralel duruma getirilir. Dayama, tezgâhın tablasına bağlandıktan sonra bilenecek dişin altına ayarlanır. Eğer freze çakısının dişleri helis kanallı ise dayama taş başlığına bağlanır. Bundan sonra istenilen boşluk açısını vermek için taş başlığı yükseltilir veya düşey düzlem içerisinde boşluk açısına uygun olarak eğilir.



Görsel 9.14: Açılı freze çakısının bilenmesi

Görsel 9.14'te görüldüğü gibi bileme işlemi sürerken bir elle çakıyı dayamaya bastırmak çok uygun olur. Alındaki dişlerin bilenmesi, takma saplı alın frezelerinde yapıldığı gibidir.

9.3.9. Helis Kanallı Freze Çakılarının Bilenmesi

Helis frezelerin bilenmesi ile düz kanallı frezelerin bilenmesi arasında önemli bir fark yoktur. Düz kanallı frezelerin bilenmesinden ayrılan en önemli yanı; düz kanallı frezeler bilenirken dayama tablaya bağlanır. Helis frezeler bilenirken dayama başlığına veya sabit bir yere bağlanır. Bilemenin iyi sonuç vermesi için dayama genişliği yaklaşık 20 mm olmalı ve uç kısmına kavis verilmelidir. Dayama ucunun freze helisine paralel olması için, ya dayama eğik bağlanır ya da dayama sacı helis açısına uygun olarak açılı bir şekilde işlenir. Dayamanın ayarında dikkat edilecek en önemli husus; dayama üst ucunun orta

noktasının freze çakısı eksenine ayarlanması ve taşın talaş kaldıran kısmının dayama ekseni ile freze ekseninin kesiştiği yere ayarlanmasıdır.

Helis frezenin silindirik taşla bilenişinde en iyi sonuca ulaşmak için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

1. Taşın uç tarafı konik olarak bilendikten sonra 2 mm yarıçapında yuvarlatılmalıdır.
2. Taşın dönüş yönü, bilenecek dişi dayamaya bastıracak şekilde seçilmelidir.
3. Dayama ile bilenen dişin tek bir noktada temas etmesi için dayamanın ucu yuvarlatılmalıdır.
4. Bileme gidiş kursunda yapılmalıdır. Bileme için dönüş kursunun kullanılması, hem taş hem de freze çakısı için tehlikeli olduğundan bu tür bilemeden kaçınılmalıdır.

Çanak taşla bilemede izlenilecek yol silindirik taşla bilemede izlenen yolun aynısıdır. Aradaki tek fark; çanak taşın alın ile talaş kaldırmak için taş başlığının tablaya 90° çevrilmesidir. Burada taşın tek taraflı kesme yapması için, taş başlığı 90° çizgisinden 2° ile 5° daha fazla döndürülür.

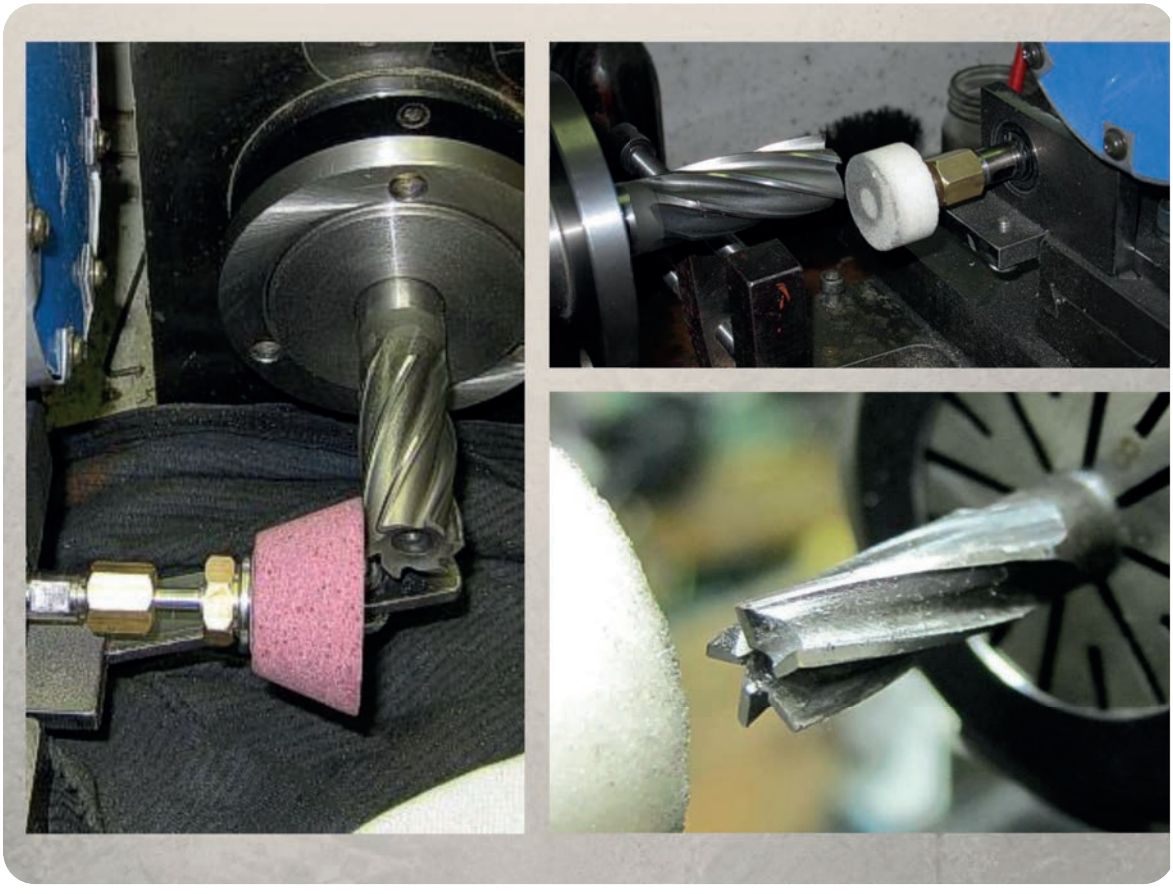
Helis kanallı freze çakısının bilenmesi:

1. Taş mili ekseni punta yüksekliğine ayarlanmalıdır.
2. Dayama taş başlığına bağlanıp dayama sacı taşın ön tarafına ayarlanmalıdır.
3. Karşılık puntası tablaya bağlanmalı, freze çakısı uygun bir malafa üzerine takılıp malafanın bir ucuna da fırdöndü bağladıktan sonra iki punta arasına konulmalıdır.
4. Fırdöndü ile boşluk açısı ayar aparatı bağlanmalı, aparatın açı bölüntüsü sıfırlanıp sabitlenmelidir.
5. Bilenecek dişin kesici ağzı punta yüksekliğine ayarlanmalıdır.
6. Bilenecek diş taşa yanaştırılıp dayama sabitlenmeli, dayama sacı mümkün olduğu kadar taşa yakın bağlanmalıdır.
7. Boşluk açısı ayar aparatı ayarlanmalı, dayamanın ucu dişin yeni konumuna getirilerek boşluk açısı ayar aparatı çıkarılmalıdır.
8. Tabla durdurma dayamaları bileme kursuna göre ayarlanmalı, bilemeye hazır olan freze çakısı daha önce anlatıldığı şekilde bilenmelidir.

Esas boşluk açısı bilendikten sonra, eğer istenirse ikinci boşluk açısı aynı şekilde bilenir. Silindirik taşla bileme yapıldığı zaman taşlanan yüzey içbükey olacağı için zırhın düzgün olması istenirse çanak taşla bileme yapılmalıdır.

9.3.10. Bilenen Freze Çakısının Kesme Açılarının Kontrolü

Freze çakısının bütün dişleri bir defa bilendikten sonra mikrometre yardımı ve açıölçerler ile koniklik kontrolü yapılır.



Görsel 9.13: Parmak frezelerin bilenmesi

9. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Silindirik ve küçük çaplı iş parçaların torna tezgâhına kolay, hızlı ve hassas bir şekilde bağlanmasını sağlayan iş bağlama tertibatına ..... denir.

   A) Üniversal ayna
   B) Fırdöndü ayna
   C) Pens tertibatı
   D) Kombine ayna
   E) Mengeneli ayna

2. Matkap bileme esnasında taş eksenine verilecek açı kaç derece olmalıdır?

   A) 30°
   B) 40°
   C) 45°
   D) 59°
   E) 71°

3. Freze çakısının boyu çok fazla olduğu zaman, taşın çift yönlü kesme yapmaması için taş başlığına kaç derece açı verilmelidir?

   A) 1°- 2°
   B) 3°-6°
   C) 5°-6°
   D) 8°-12°
   E) 18°-23°

4. Helisel matkapta (yetersiz boşluk açısı) sıfır boşluk açısı verilirse hangi problem ortaya çıkar?

   A) Matkabın uç açısı değişir.
   B) Matkap yalpa yaparak döner.
   C) Matkabın zırh kısmı zarar görür.
   D) Matkap zarar görmez.
   E) Matkap gereci kesemeyeceğinden kırılır.

5. Seri çelik kalem ile işlenecek malzeme yumuşaksa uç açısı ne kadar verilmelidir?

   A) 0°
   B) 45°
   C) Normalden küçük
   D) Normalden büyük
   E) Normal

6. Konik saplı freze çakıları genellikle tezgâha hangi yöntemler kullanılarak bağlanırlar?

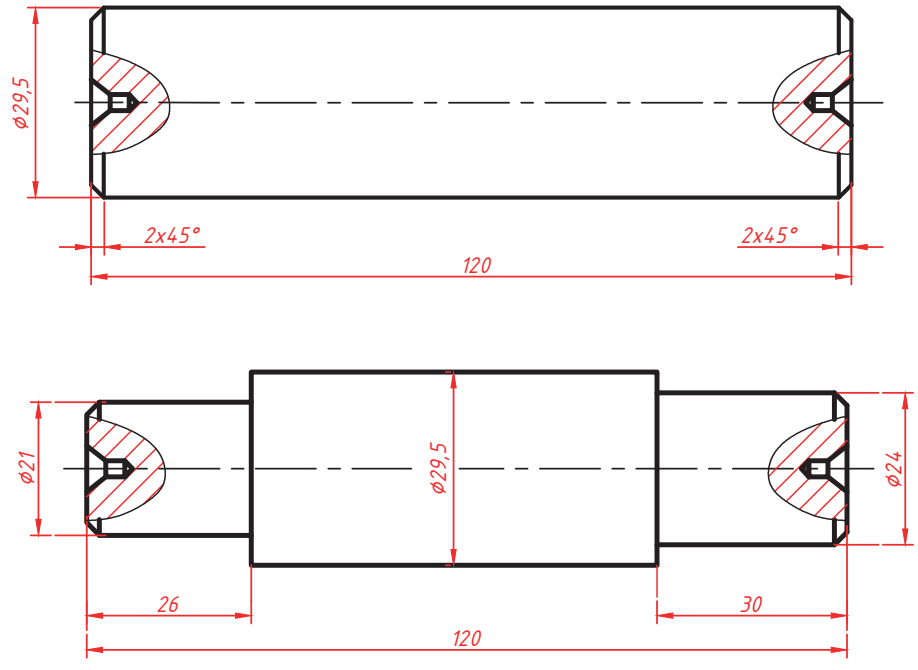
   A) Tezgâha direkt bağlanır.
   B) Tezgâha mandren yardımıyla bağlanır.
   C) Tezgâha pens yardımıyla bağlanır.
   D) Tezgâha dayama yardımıyla bağlanır.
   E) Tezgâha kombine ayna yardımıyla bağlanır.

7. Helis kanallı frezeler bilenirken dayama genişliği yaklaşık kaç mm olmalıdır?

   A) 2
   B) 12
   C) 20
   D) 50
   E) 120

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø30 x 125

Tolerans : ± 0,1



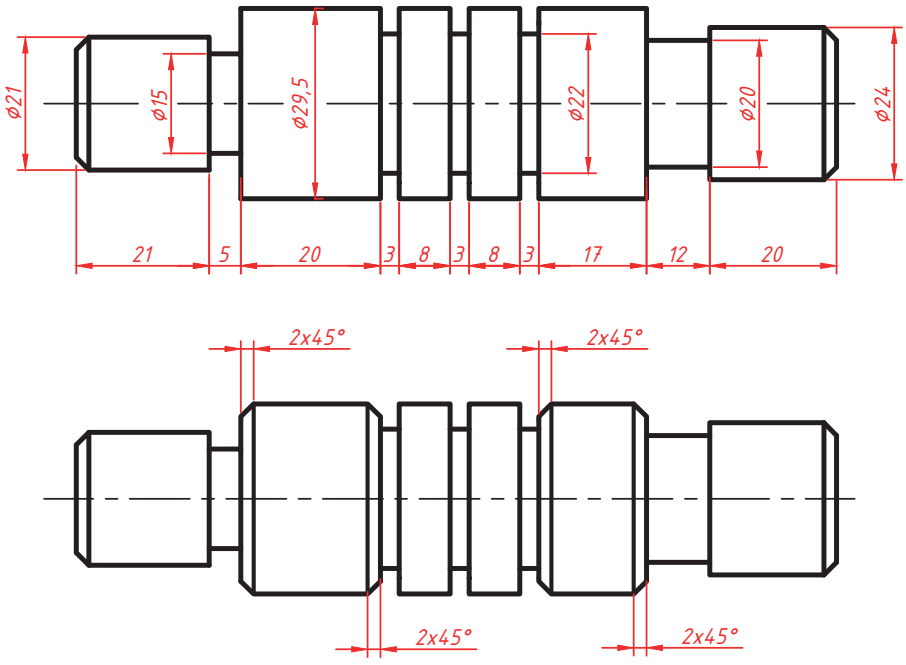
- İşlem Sırası

1. İş parçası aynaya bağlanır. Torna kalemi punta ekseninde katere bağlanır.
2. Parçanın birinci alın kısmı tornalanarak punta deliği açılır.
3. Parça 120 mm ölçüsünde markalanır.
4. Parçanın diğer alın kısmı da 120 mm boy ölçüsü dikkate alınarak tornalanır ve ikinci punta deliği açılır.
5. Parça Ø29,5 mm ölçüsünde tornalanır ve iki tarafa 2x45° ölçüsündeki pahlar kırılır.
6. Parça Ø21 x 26 ve Ø24 x 30 ölçülerinde kademeli olarak tornalanır.
7. Zımpara ve ince dişli eğe yadımı ile parçanın çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, sağ yan talaş kalemleri, ince dişli eğe, kater, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Punta delikleri	Ø29,5 ölçüsü	Ø21 ölçüsü	Ø24 ölçüsü	20 ölçüsü	30 ölçüsü	120 ölçüsü	2x45° pahlar										Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	5										100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

Tolerans : ± 0,1



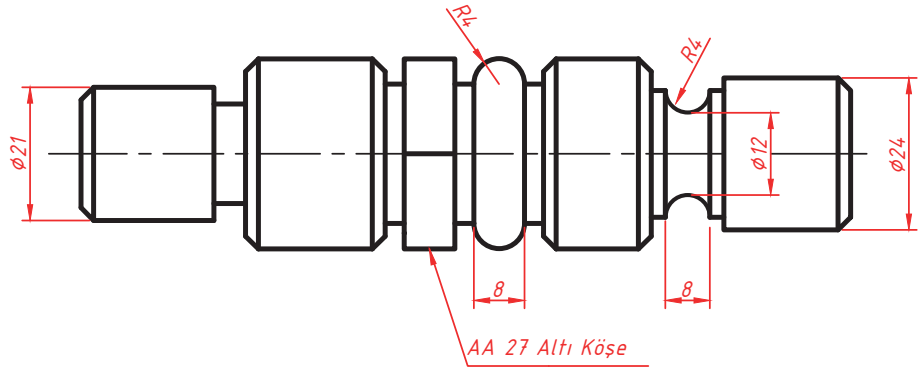
- İşlem Sırası

1. Genişliği 3 mm olan kanal kalemi katere bağlanır.
2. Kanallar verilen genişlik ve çap ölçülerinde tornalanır. Kanal açma işlemleri sırasında devir sayısı düşürülmeli ve soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
3. Katere tekrar sağ yan kalemi takılarak verilen ölçülerde pahlar kırılır.
4. Zımpara ve ince dişli eğe yadımı ile parçanın çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, sağ yan talaş kalemleri, kanal kalemi, ince dişli eğe, kater, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø16 ölçüsü	Ø20 ölçüsü	Ø22 ölçüsü (3 adet)	3 ölçüsü (3 adet)	5 ölçüsü	8 ölçüsü (2 adet)	12 ölçüsü	17 ölçüsü	20x2 ölçüsü	21 ölçüsü	Pah ölçüsü (4adet)							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	4	4	12	12	4	6	4	4	8	4	8							100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Tolerans : ± 0,1



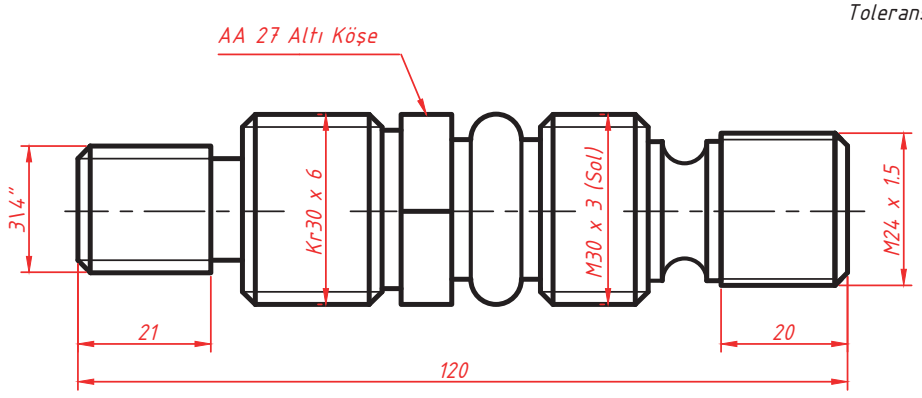
- İşlem Sırası

1. Dış bükey olarak bilenmiş ve yarıçapı R4 olan dış çap profil kalemi katere bağlanır.
2. Profil yarıçapı R4 ve genişliği 8 mm olarak tornalanır.
3. İç bükey olarak bilenmiş ve yarıçapı R4 mm olan iç çap profil kalemi katere bağlanır.
4. Profil yarıçapı R4 ve genişliği 8 mm olarak tornalanır.
5. Tornalanan iş parçası dikey başlıklı freze tezgahında ayna-punta arasına bağlanır.
6. İş miline ø10 mm parmak freze çakısı bağlanır.Tezgah çalıştırılarak çakı iş parçası üzerin- sıfırlanır. Çakı boşlukta iken 1,5 mm talaş derinliği verilerek ilk yüzey frezelenir.
7. Aynanın arka kısmında bulunan çentiklerden 4 çentik atlatılarak parça döndürülür ve ikinci yüzey frezelenir.
8. Altı yüzeyde frezelene kadar 4 çentik atlatılarak frezeleme işlemine devam edilir.
9. Zımpara ve ince dişli eğe yadımı ile parçanın çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, iç ve diş bükey profil kalemleri, ince dişli lama eğe, kater, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																	Sınıf		No	Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Basit bölme işlemi	R4 ölçüsü (2 adet)	8 ölçüsü (2 adet)	AA27 ölçüsü	ø12 ölçüsü															Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	20	10	15	15	10															100	
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Tolerans : ± 0,1



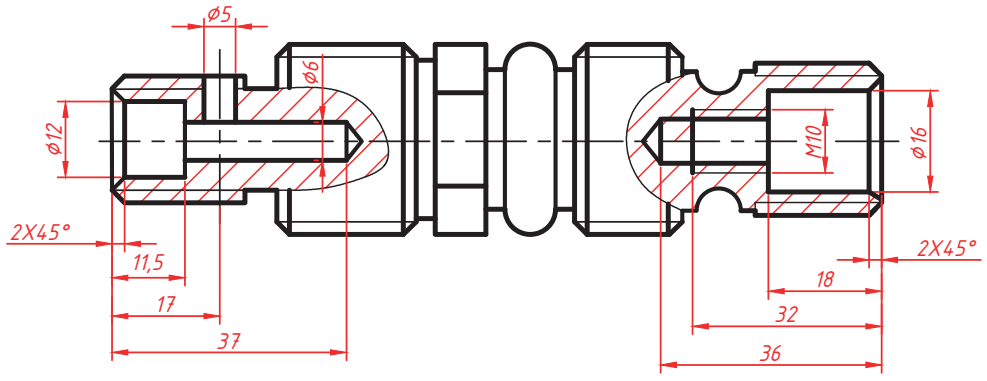
- İşlem Sırası

1. 60° açılı bilenmiş metrik vida kalemi katere bağlanır. Tezgah 1,5 mm adıma göre ayarlanır.
2. Tezgah çalıştırılarak vida kalemi parça üzerinde sıfırlanır, makas kavratılarak ilk talaş verilir. Talaş alma işleminden sonra tezgah durdurularak vida tarağı yardımı ile vidanın adımı kontrol edilir.
3. Vida diş derinliği ölçüsüne ulaşıncaya kadar talaş alma işlemine devam edilir.
4. M30x3 ölçüsündeki sol vida da aynı yöntem kullanılarak açılır. Vida açma işleminde önce sol vida kolunun kavratılması unutulmamalıdır.
5. 55° açılı whitwort vida kalemi katere bağlanır ve 3/4" ölçüsündeki vida parmaktaki diş sayısı ve diş derinliği dikkate alınarak kademeli olarak açılır.
6. Kr30x6 ölçüsündeki kare vidayı açmak için 3 mm genişliğindeki vida kalemi katere bağlanır. Diş derinliği dikkate alınarak kademeli olarak kare vida açılır.
10. Zımpara, ince dişli üçgen eğe ve kare eğe yardımı ile dişlerin çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, 55° vida kelemi, 60° vida kalemi, kare vida kalemi, ince dişli kare ve üçgen eğe, kater, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																								
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																					Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	M24x1,5 vida açma	M30x3 Sol vida	3/4" vida açma	Kr30x6 vida açma																			Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	15	15	20	20																			100			
Öğrencinin Aldığı Puan																													

Tolerans : ± 0,1



- İşlem Sırası

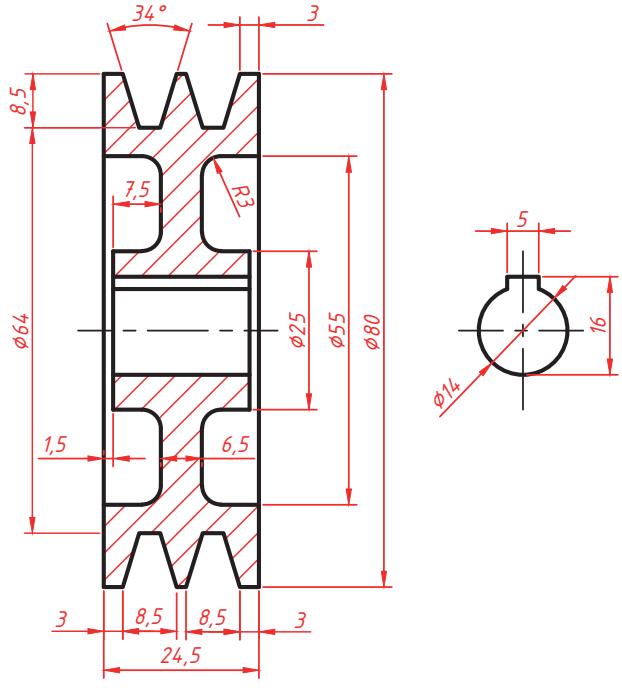
1. İş parçasının sağ kısmı ø8 matkap ile 36 mm derinliğinde delinir.
2. Delik kateri kullanılarak 18 mm genişliğindeki kısım ø16 ölçüsünde tornalanır.
3. Tornalanan kısmın ağız kısmına 2x45° ölçüsünde pah kırılır.
4. ø8 mm çapındaki deliğe 32 mm derinliğe kadar M10 kılavuz ile vida çekilir.
3. İş parçasının sol kısmı ø6 matkap ile 37 mm deriniliğinde delinir ve 11,5 mm derinliğindeki kısım delik lateri ile ø12 ölçüsünde tornalanır.
4. ø12 ölçüsünde tornalanan deliğin ağız kısmına 2x45° ölçüsünde pah kırılır.
5. İş parçası dikey freze tezgahında ayna punta arasına alınarak ø5 mm ölçüsündeki delik parça eksenine kadar delinir.
6. Zımpara ve ince dişli eğeler yardımı ile deliklerin çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, ø5, ø6, ø8 mm matkaplar. M10 kılavuz takımı, delik kateri, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																								
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																						Öğrencinin Adı/Soyadı										Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø5 ölçüsü	ø6 x 37 ölçüsü	ø8 x 36 ölçüsü	ø12 x 11,5 ölçüsü	ø16 x 18 ölçüsü	17 ölçüsü	2x45° pah ölçüsü																		Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza
Takdir Edilen Puan	10	10	10	5	10	10	15	15	5	10																		100
Öğrencinin Aldığı Puan																												

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø80 x 26

Tolerans : ± 0,1



- İşlem Sırası

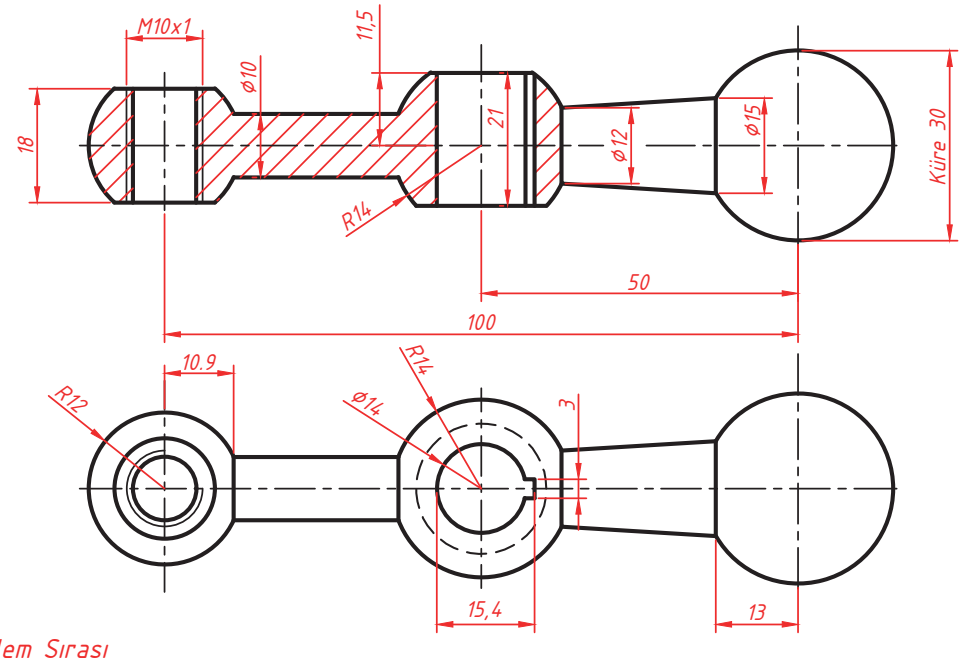
1. İş parçasının alın kısmı tornalanır ve punta deliği delinir.
2. Ø14 mm matkapla parça boydan boya delinir.
3. İş parçası ters çevrilerek 24,5 mm kalınlıkta tornalanır.
4. İş parçası Ø14 mm çapında bir malafaya bağlanır.
5. Kasnağın alın kısmındaki kademeler resimdeki ölçülerde tornalanır.
6. Kasnağın 34° açı ölçüsündeki kanalları profil kalemi ile 8,5 mm derinliğinde tornalanır.
7. Kasnağın iç kısmına eğe yardımı ile kama kanalı açılır.
8. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, ince talaş kalemi, kanal kalemi, profil kalemi, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø14 ölçüsü	Ø25 ölçüsü	Ø55 ölçüsü	Ø80 ölçüsü	1,5 ölçüsü	3 ölçüsü	6,5 ölçüsü	7,5 ölçüsü	8,5 ölçüsü (3 adet)	24,5 ölçüsü	Profil tornalama	Kama kanalı açma						Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	10	5						100		
Öğrencinin Aldığı Puan																							

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø30 x 130

Tolerans : ± 0,1



– İşlem Sırası

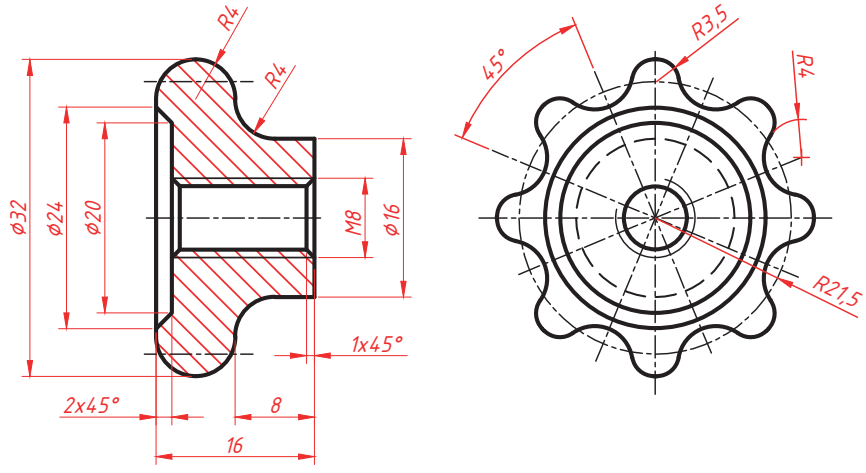
1. İş parçasının alın kısmı tornalanır.
2. Parça kısa bağlanarak baş kısmı profil kalemi ile R15 mm çapta tornalanır.
3. Çap ölçüleri Ø12 ve Ø15 olan kısım sporta açı verilerek konik tornalanır.
4. Profil kalemi ile orta kısım R14 mm yarıçapında tornalanır.
5. Ø10 mm olan kısımlar ve R12 mm olan kısım profil kalemi ile tornalanır.
6. Freze tezgahına bağlanan parçanın üst ve alt kısımları frezelenerek 18 mm ve 21 mm kalınlık ölçüleri elde edilir.
7. Ø8 mm delik açılır ve M10 kılavuz çekilir.
8. Ø14 mm delik açılır ve kama kanalı açılır.
9. İnce dişli eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, Ø8 ve Ø14 mm matkaplar, M10x1 kılavuz takımı, kaba talaş, ince talaş, kanal ve profil kalemleri, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																			
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	R15 profil tornalama	R12 profil tornalama	Ø14 profil tornalama	M10x1 vida açma	18 ölçüsü	21 ölçüsü	Ø10 ölçüsü	Ø12 ölçüsü	Ø15 ölçüsü	15,4 ölçüsü	Kama kanalı açma								Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	5	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5								100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø35 x 20

Tolerans : ± 0,1



- İşlem Sırası

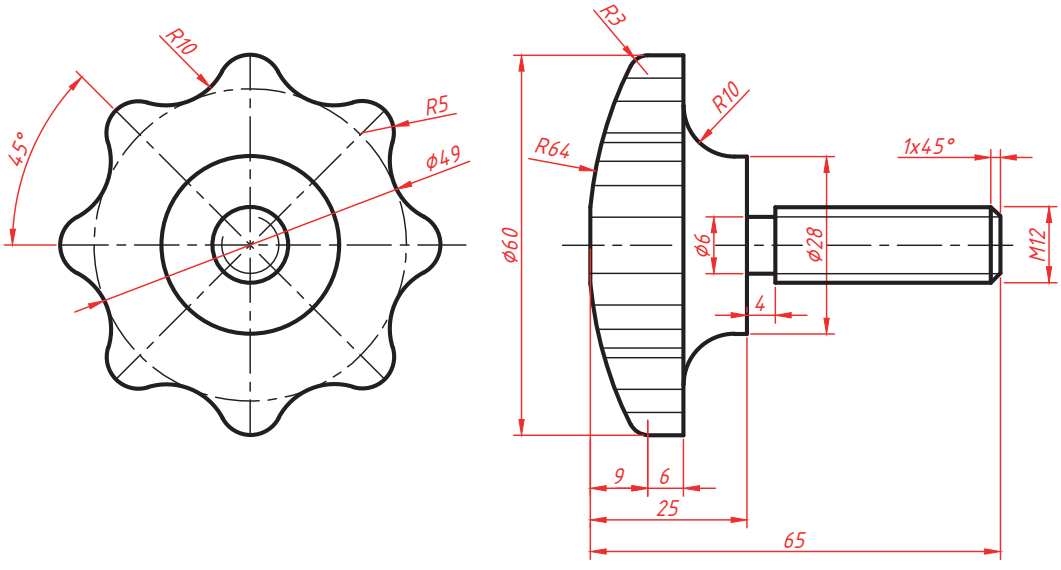
1. İş parçası tornaya bağlanır ve alın tornalama işlemi yapılır.
2. Punta matkabı ile punta deliği ve ardından Ø6,5 mm matkapla boydan boya delik açılır.
3. Deliğe M8 kılavuzla vida açılır.
4. Parça ters çevrilerek sırt kısmına 2x45° ölçüsünde içe doğru pah kırılır.
5. Ayna punta arasına yada bir malafa üzerine bağlanan iş parça üzerine profil kalemi yardımı ile R5 mm yarıçaplı yuvarlatma işlemleri yapılır.
6. Freze tezgahı iş miline yuvarlak profilli mdül freze çakısı bağlanır.
7. Malafa üzerine bağlanan iş parçası divizör aynasına bağlanır.
8. Divizörün basit bölüntüleri yardımı ile 4 mm derinlik verilerek yuvarlak kanallar açılır.
9. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları temizlenir.

-*Kullanılacak Araç, Gereçler:* Kumpas, punta matkabı, kaba-ince talaş kalemleri, profil kalemi, Ø6,5 matkap, M8 kılavuz takımı, Ø8 mm parmak freze çakısı, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre										Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø16 ölçüsü	Ø20 ölçüsü	Ø24 ölçüsü	Ø32 ölçüsü	M8 kılavuz çekme	R4 ölçüsü (3 adet)	8 ölçüsü	16 ölçüsü	1x45° pah ölçüsü	2x45° pah ölçüsü	Profil tornalama	Basit bölme işlemi						Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	8	8	8	5	5	5	5	8	8	5	5	5	5	10	10						100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø60 x 70

Tolerans : ± 0,1



- İşlem Sırası

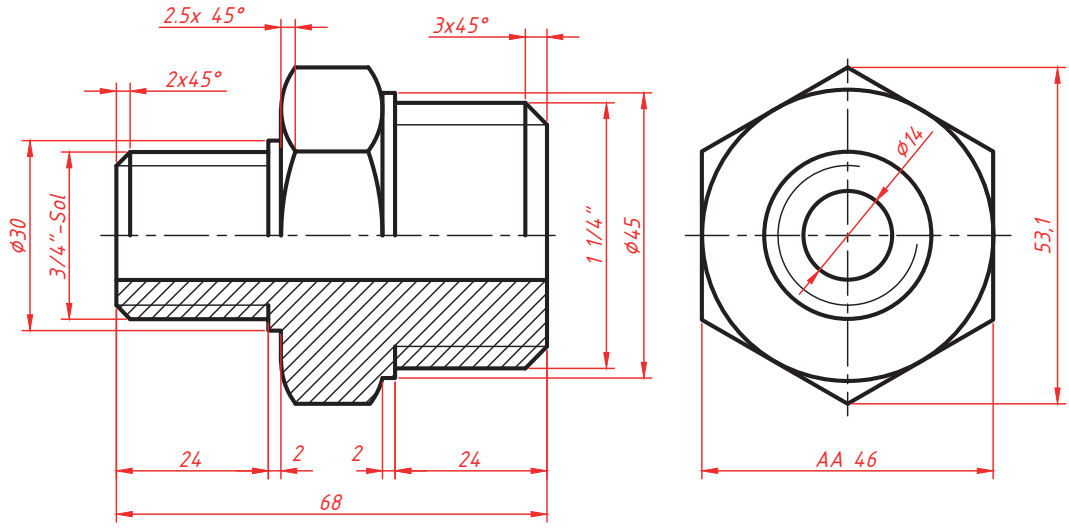
1. İş parçası tornaya bağlanır ve alın tornalama işlemi yapılır.
2. Parçanın vidalı kısmı çap ve boy ölçüsünde tornalanır ve uç kısmına 1x45° pah kırılır.
3. Parça ters çevrilerek baş kısmı Ø60 mm çapta ve 25 mm genişlikte tornalanır.
4. Profil kalemi ile R8 mm yarıçapta yuvarlatma işlemi yapılır.
5. Profil kalemi ya da eğe yardımı ile R64 mm yarıçaptaki yuvarlatma işlemi yapılır.
6. İş parçası divizör aynasına bağlanır. Divizörün bölüntüleri yardımı ile Ø20 mm çapındaki parmak freze çakısı ile 5 mm derinlik verilerek yuvarlak kanallar açılır.
7. R5 mm yarıçapındaki yuvarlatmalar profil çakısı ile veya eğe yardımı ile oluşturulur.
8. Parça üzerine M12 pafta ile vida çekilir.
9. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba-ince talaş kalemleri, profil kalemleri, kanal kalemi, M12 kılavuz takımı, Ø20 mm parmak freze çakısı, lama eğe, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre															Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı									
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø28 ölçüsü	Ø49 ölçüsü	Ø60 ölçüsü	R3 ölçüsü	R5 ölçüsü	R8 ölçüsü	R10 ölçüsü	R64 ölçüsü	M12 kılavuz çekme	10 ölçüsü	15 ölçüsü	Profil tornalama	Basit bölme işlemi					Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	8	5	5	5	5	5	5	5	5	8	5	5	8	10					100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

Ham Malzeme Ölçüleri: ø55 x 70

Tolerans : ± 0,1

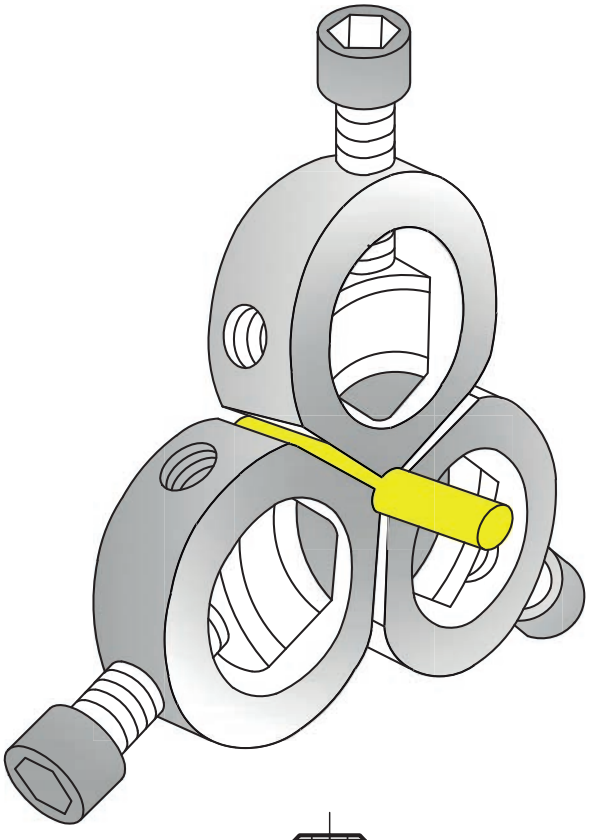


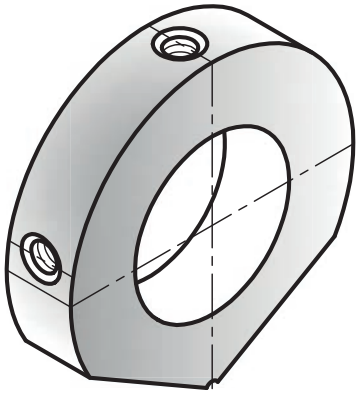
- *İşlem Sırası*

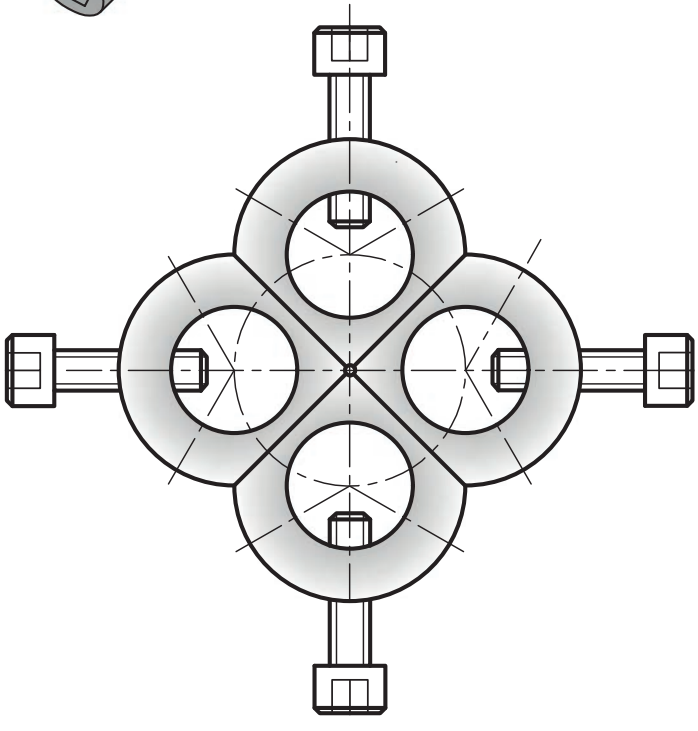
1. İş parçası tornaya bağlanır ve ø53,1x68 mm ölçülerinde tornalanır, uçlarına pah kırılır.
2. Parçanın ortasına ø14 mm ölçüsünde boydan boya delik açılır.
3. Parça ø14 mm çapında bir malafaya takılarak ayna-punta arasına bağlanır.
4. Parça verilen çap ve boy ölçülerinde tornalanır.
5. Parça freze tezgahında ayna-punta arasına bağlanarak basit bölme işlemi ile altıgen kısım işlenir.
6. Tekrar torna tezgahına bağlanan parça üzerindeki vidalı kısımlar torna tezgahında ve pafta yardımı ile açılır..
7. Parça malafa üzerinden çıkarılarak ölçü kontrolleri ve vida kontrolleri yapılır.
8. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları temizlenir.

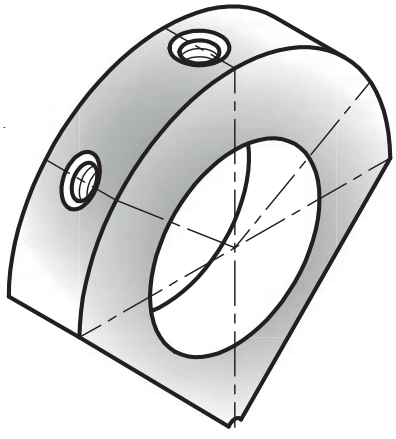
-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba-ince talaş kalemleri, punta matkabı, ø14 matkap, 3/4" pafta, ø20 mm parmak freze çakısı, whitwort vida kalemi, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																		
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø30 ölçüsü	ø45 ölçüsü	3/4" pafta çekme	1 1/4" pafta çekme	ø53.1 ölçüsü	AA46 ölçüsü	ø14 ölçüsü	24 ölçüsü	2 ölçüsü	Altıgen bölme işlemi	68 ölçüsü	Pahlar						Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	8	6	6	10	10	5	6	5	5	5	15	8	5						100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						



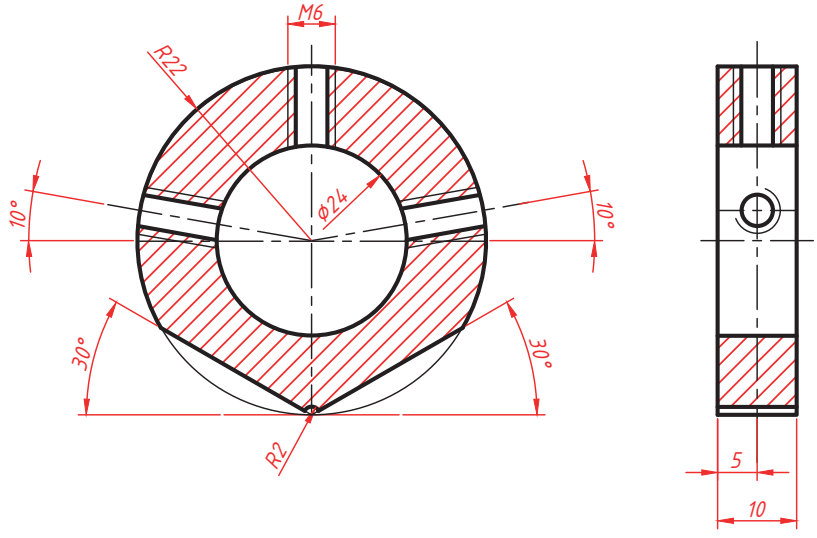






Ham Malzeme Ölçüleri: Ø45 x 45

Tolerans : ± 0,1



– İşlem Sırası

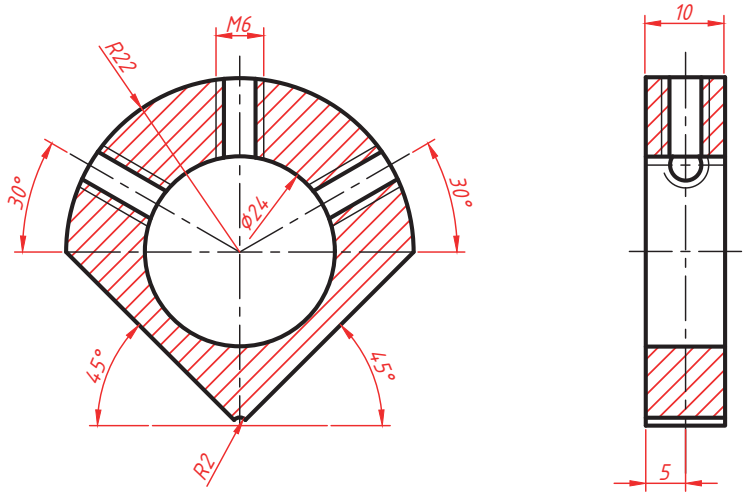
1. İş parçası Ø44x45 ölçülerinde tornalanır.
2. Ortasına önce punta deliği ardından Ø10 mm ve Ø18 mm matkaplarla delikler delinir.
3. Ø18 mm ölçüsündeki delik, delik kateri ile tornalanarak Ø24mm ölçüsüne getirilir.
4. Parça freze tezgahına bağlanarak 30° açılı yüzeyleri frezelenir.
5. Torna tezgahına bağlanan parça 3 mm genişliğindeki kanal kalemi ile 11 mm ölçüsünde 3 parçaya kesilir.
6. Kesilen parçaların yüzeyleri 10 mm genişliğinde tornalanır
7. Bir malafa üzerine alınan parça freze tezgahında ayna-punta arasına bağlanır.
8. Ø5 mm çapındaki matkapla 80° açıda delikler delinir. Deliklere M6 kılavuz çekilir.
9. İnce dişli eğe ve zımpara yardımı ile parçaların çapakları temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba-ince talaş kalemleri, punta matkabı, Ø10-Ø18 mm matkap, parmak freze çakısı, kanal kalemi, M6 kılavuz takımı, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø24 ölçüsü	Ø44 ölçüsü	10 ölçüsü	R2 ölçüsü	30° ölçüsü	80° ölçüsü	M6 kılavuz çekme	Basit bölme işlemi											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10											100		
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Ham Malzeme Ölçüleri: Ø45 x 60

Tolerans : ± 0,1



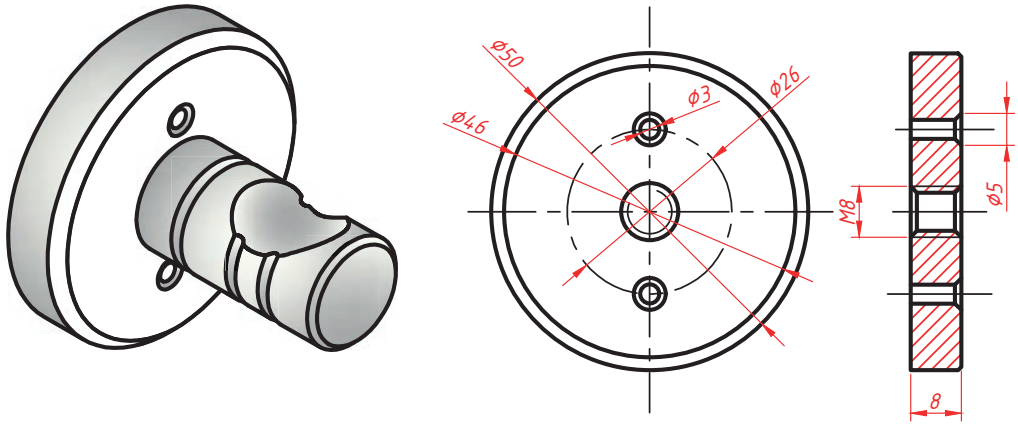
– İşlem Sırası

1. İş parçası Ø44x45 ölçülerinde tornalanır.
2. Ortasına önce punta deliği ardından Ø10 mm ve Ø18 mm matkaplarla delikler delinir.
3. Ø18 mm ölçüsündeki delik, delik kateri ile tornalanarak Ø24mm ölçüsüne getirilir.
4. Parça freze tezgahına bağlanarak 45° açılı yüzeyleri frezelenir.
5. Torna tezgahına bağlanan parça 3 mm genişliğindeki kanal kalemi ile 11 mm ölçüsünde 4 parçaya kesilir.
6. Kesilen parçaların yüzeyleri 10 mm genişliğinde tornalanır.
7. Bir malafa üzerine alınan parça freze tezgahında ayna-punta arasına bağlanır.
8. Ø5 mm çapındaki matkapla 60° açıda delikler delinir. Deliklere M6 kılavuz çekilir.
9. İnce dişli eğe ve zımpara yardımı ile parçaların çapakları temizlenir.

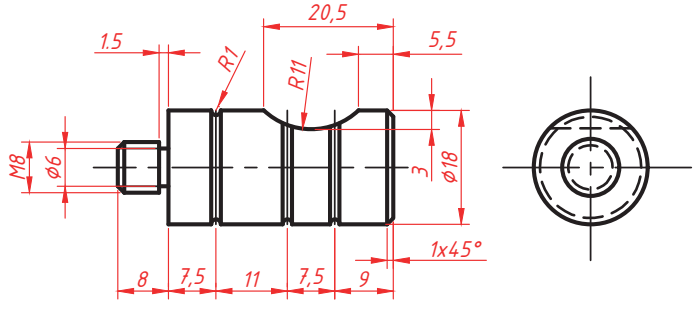
–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba-ince talaş kalemleri, punta matkabı, Ø10-Ø18 mm matkap, parmak freze çakısı, kanal kalemi, M6 kılavuz takımı, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																		
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Ø24 ölçüsü	Ø44 ölçüsü	10 ölçüsü	R2 ölçüsü	45° ölçüsü	60° ölçüsü	M6 kılavuz çekme	Basit bölme işlemi										Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10										100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

GÖVDE



ASKI



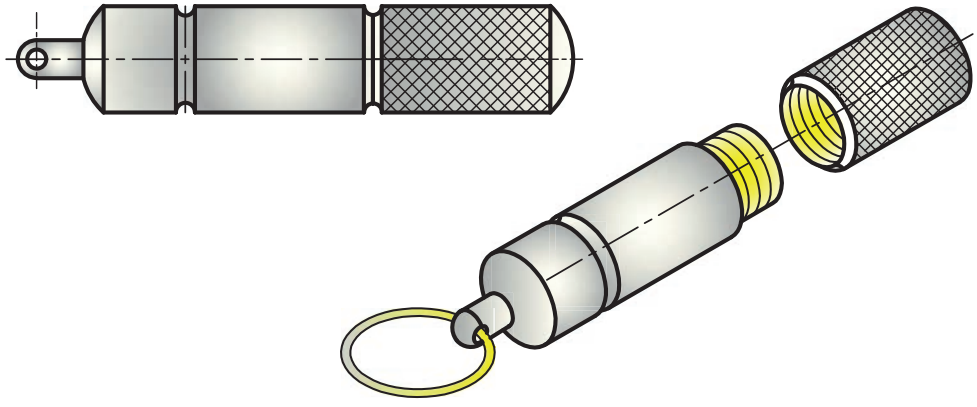
- İşlem Sırası

1. İş parçasının alın kısmı tornalanır ve punta deliği delinir.
2. ø14 mm matkapla parça boydan boya delinir.
3. İş parçası ters çevrilerek 24,5 mm kalınlıkta tornalanır.
4. İş parçası ø14 mm çapında bir malafaya bağlanır.
5. Kasnağın alın kısmındaki kademeler resimdeki ölçülerde tornalanır.

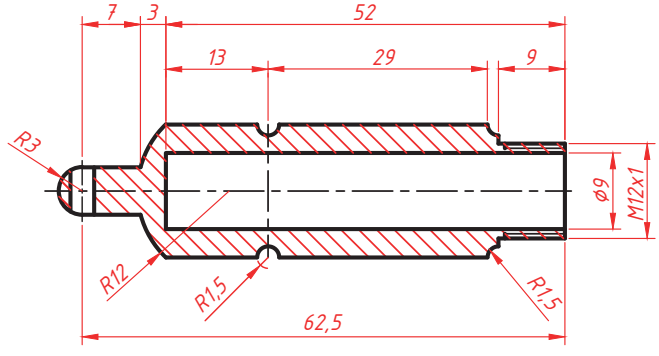
-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, ince talaş kalemi, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø50 ölçüsü	ø3 ölçüsü	ø26 ölçüsü	ø8 ölçüsü	R1 ölçüleri	R11 ölçüsü	M8 Kılavuz çekme	3 ölçüsü	7,5 ölçüleri	8 ölçüsü	9 ölçüsü	11 ölçüsü	Montaj						Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	7	6	6	6	6	6	6	6	5	10	5	5	5	5						100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							

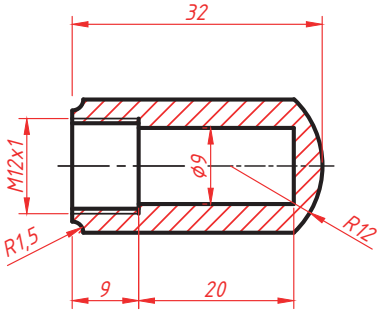
Malzeme: Alüminyum *Ham Malzeme Ölçüleri:* ø18 x 100

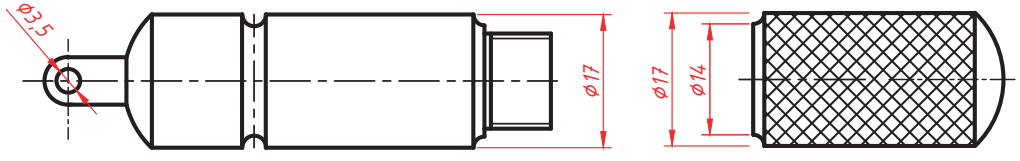


1-GÖVDE



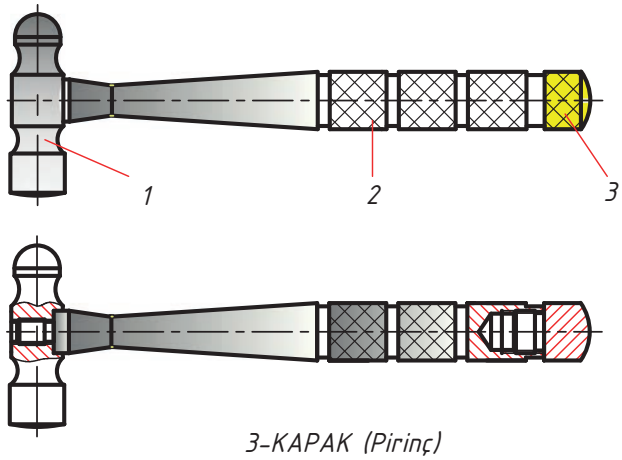
2-KAPAK



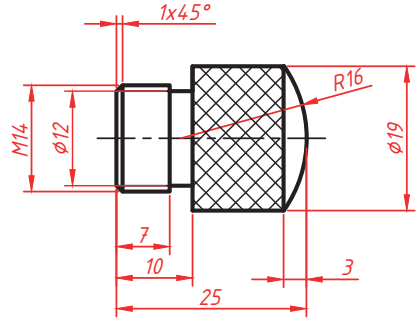


Başlama Tarihi				Verilen Süre																	Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	M12x1 (2 adet)	R1,5 ölçüsü (3 adet)	R3 ölçüsü	R12 ölçüsü (2 adet)	ø3,5 ölçüsü	ø9 ölçüsü (2 adet)	ø17 ölçüsü (2 adet)	7 ölçüsü	8,5 ölçüsü	13 ölçüsü	28 ölçüsü	32 ölçüsü	52 ölçüsü	62 ölçüsü	20 ölçüsü			Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	5	5	5	8	8	4	8	4	8	8	4	4	4	5	5	5	5	5			100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								

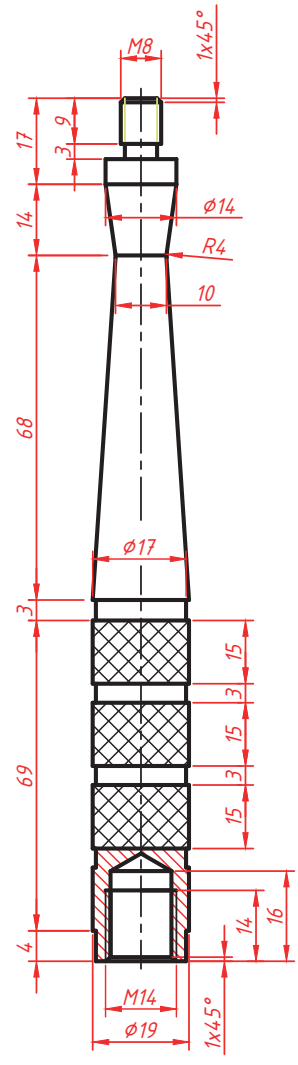
Sap Ham Malzeme Ölçüleri: ø20 x 180



3-KAPAK (Pirinç)



2-ÇEKİÇ SAPI



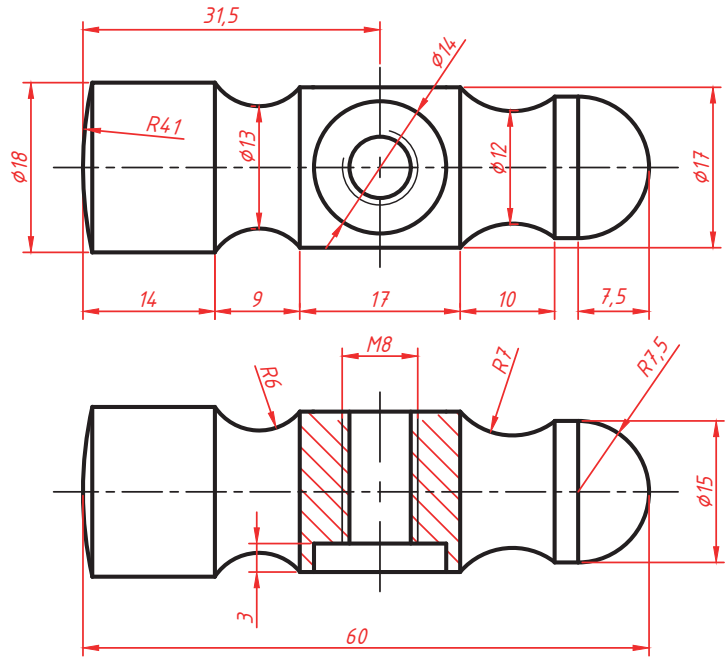
- İşlem Sırası

1. Çekiç sapının dış kısmı verilen ölçülerde tornalanır.
2. ø12 mm matkapla 18 mm boyda delinir ve M14 kılavuz çekilir.
3. Üst kısmına M8 pafta çekilir ve 3 mm genişliğinde kanal açılır.
4. Sapın alle tutulan kısmına çapraz tırtıl çekilir.
5. Kapak verilen ölçülerde tornalanır ve M14 pafta ile vida çekilir.
6. Kapağın üstüne çapraz tırtıl çekilir ve 3 mm genişliğinde kanal açılır.
7. Kapağın sırt kısmı torna tezgahında eğelenerek bombeleştirilir.
8. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

- Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, kanal kalemi, profil kalemi, ø12 mm matkap, M14 pafta- kılavuz takımı, M8 pafta, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																			Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı													
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø10 ölçüsü	ø14 ölçüsü	ø19 ölçüsü (2 adet)	ø12 delik delme	M8 pafta çekme	M14 kılavuz çekme	M14 pafta çekme	Konik tornalama	Tırtıl çekme (2 ad.)	Kanal açma (2 ad.)	9 ölçüsü	10 ölçüsü	14 ölçüsü	17 ölçüsü	25 ölçüsü	170 ölçüsü		Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza				
Takdir Edilen Puan	8	8	8	4	4	8	4	4	4	4	8	8	4	4	4	4	4	4	4		100				
Öğrencinin Aldığı Puan																									

Çekiç Ham Malzeme Ölçüleri: ⌀20 x 65 *1-ÇEKİÇ* *Tolerans : ± 0,1*

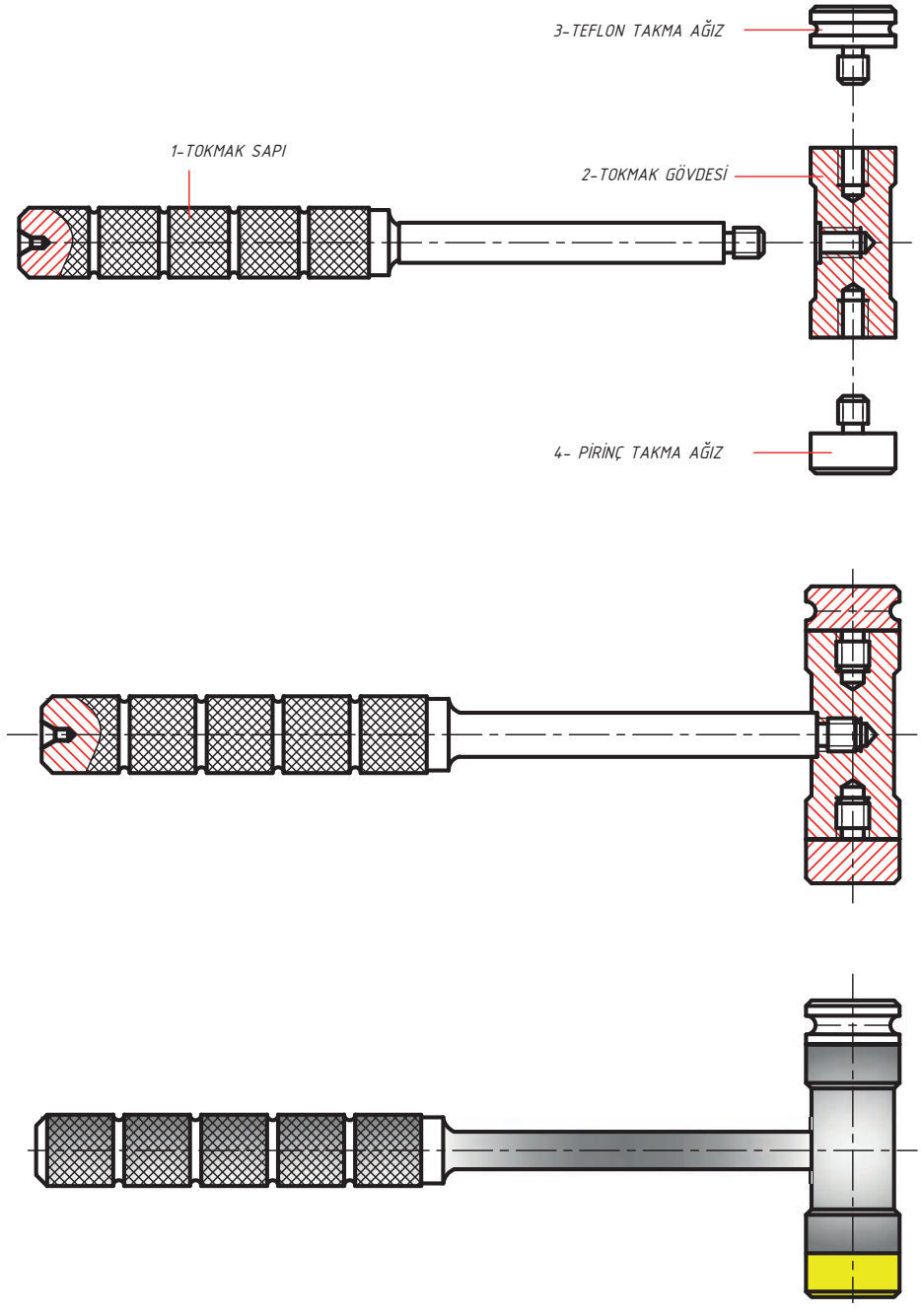


- İşlem Sırası

1.İş parçasının alın kısmı tornalanır.
2.Parça ⌀18 mm çapta ve 60 mm boyda tornalanır.
3.Profil kalemleri yardımı ile ağız kısmı ve kanallar verilen ölçülerde tornalanır.
4.Çekicin arka kısmı torna tezgahında eğelenerek bombeleştirilir.
5.Freze tezgahında divizöre bağlanan parçanın üzerine ⌀6,5 mm delik açılır.
6.Parça divizör yardımı ile 90° döndürülür ve ⌀14 mm çapında parmak freze çakısı ile 3 mm derinliğindeki kanal açılır.
7.6,5 mm çapındaki deliğe M8 kılavuz ile vida çekilir.
8.İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

- Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, kaba talaş kalemi, profil kalemi, ⌀6,5 mm matkap, M8 kılavuz takımı, ince dişli eğe, zımpara.

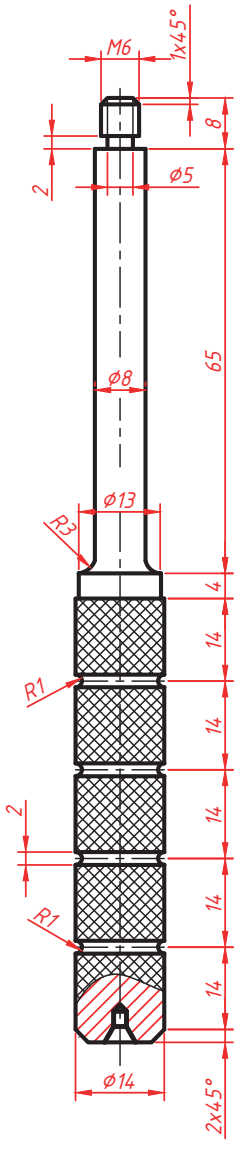
Başlama Tarihi				Verilen Süre																						
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	⌀12 ölçüsü	⌀13 ölçüsü	⌀14 ölçüsü	⌀15 ölçüsü	⌀17 ölçüsü	⌀18 ölçüsü	R6 ölçüsü	R7 ölçüsü	R7,5 ölçüsü	R24 ölçüsü	R41 ölçüsü	Profil tornalama	M8 kılavuz çekme	3 ölçüsü	14 ölçüsü	31,5 ölçüsü	60 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza											
Takdir Edilen Puan	8	8	8	4	4	6	6	4	4	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	4	100											
Öğrencinin Aldığı Puan																																



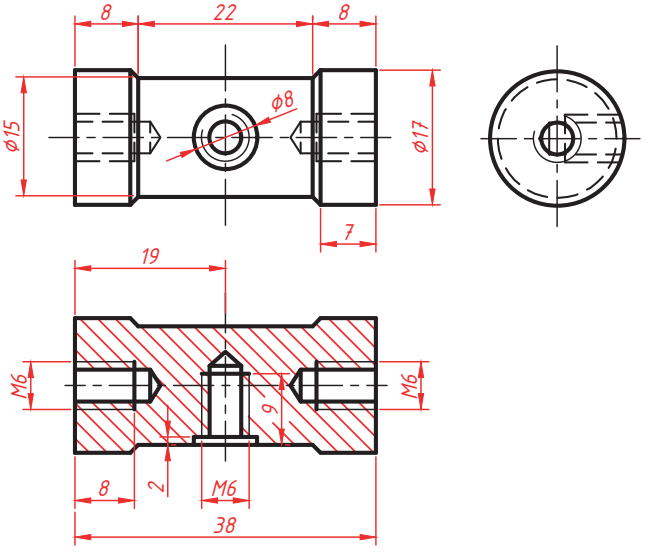
- *Kullanılacak Araç, Gereçler:* Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, kanal kalemi, profil kalemi, ø6,5 mm matkap, M8 kılavuz takımı, M8 pafta, tırtı lçekme aparatı, ø8 mm parmak freze çakısı, ince dişli eğe, zımpara.

Sap Ham Malzeme Ölçüleri: ø16 x 150 *Gövde Ham Malzeme Ölçüleri:* ø20 x 40

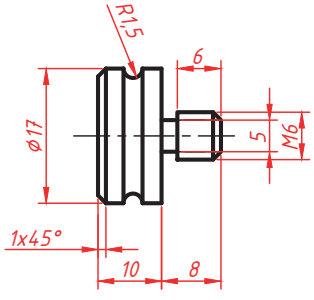
1-TOKMAK SAPI



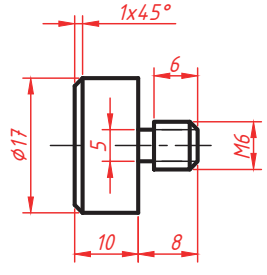
2-TOKMAK GÖVDESİ



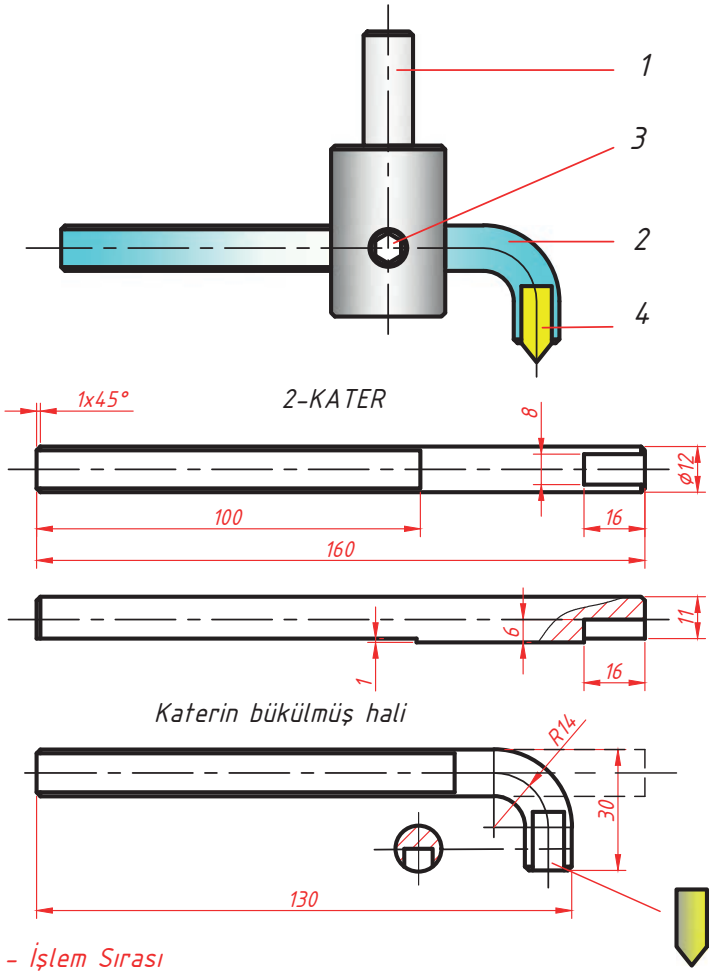
3-TEFLON TAKMA AĞIZ



4-PİRİNÇ TAKMA AĞIZ



Başlama Tarihi				*Verilen Süre*																*Sınıf*		*No*	*Gereç*
Bitiş Tarihi				*Kullanılan Süre*									*Öğrencinin Adı/Soyadı*										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	*İş Alışkanlığı-Zaman*	*ø14 ölçüsü*	*14 ölçüsü (5 adet)*	*R1 profil tornalama*	*149 ölçüsü*	*65 ölçüsü*	*ø5x2 kanal ölçüleri*	*M6 pafta çekme*	*M6 kılavuz (3 adet)*	*ø17 ölçüsü (3 adet)*	*ø15 ölçüsü*	*38 ölçüsü*	*7 ölçüsü (2 adet)*	*8 ölçüsü (2 adet)*	*10 ölçüsü*	*4 ölçüsü*	*Pah ölçüleri*	*Tırtıl çekme*			*Öğretmenin Adı/Soyadı:* *İmza*	
Takdir Edilen Puan	8	6	6	4	6	6	6	4	8	8	4	4	6	6	4	4	4	6			*100*	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

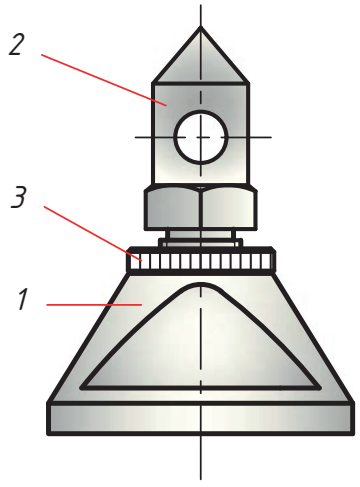


- İşlem Sırası

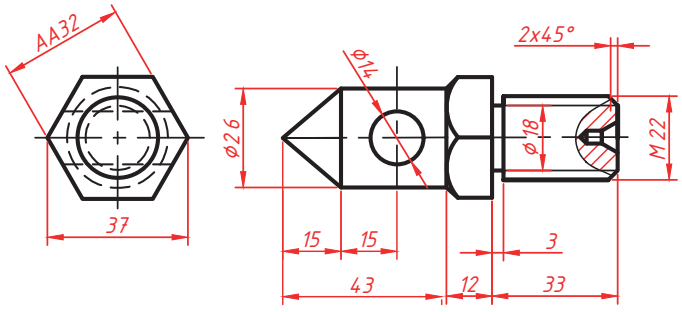
1. Gövde 30 x 75 ölçüsünde tornalanır. ø8, ø12,5 delikler delinir ve M6 kılavuz çekilir.
2. Kater 12 x 160 mm ölçüsünde tornalanır. Sap kısmı frezede 1 x 100 ölçülerinde fezelenir.
3. Katerin uç kısmına ø8 mm parmak freze çakısı ile 6 mm derinlikte uç yuvası açılır.
4. Katerin uç kısmı R14 mm yarıçapında bükülür.
5. Hazır alınan sert maden uç yuvaya lehimlenerek birleştirilir.
6. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları alınır.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, talaş kalemleri, ince dişli eğe, zımpara, ø5 ve ø12,5 matkaplar, M6 kılavuz takımı, ø8 parmak freze çakısı.

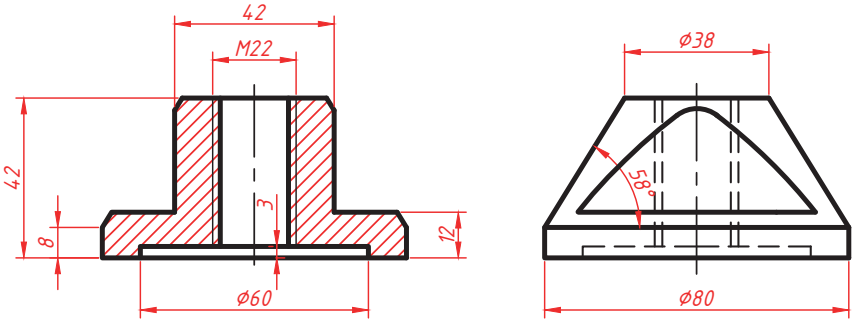
Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Sap ø10 ölçüsü	Sap 10 ölçüsü	Sap M6 pafta çekme	Sap başı ø10 ölçüsü	Sap başı 10 ölçüsü	Sap başı M6 pafta	Sıkma kolu ø16 ölç.	Sıkma k. 15 ölçüsü	Sıkma kolu 3 ölçüsü	Sıkma kolu 57 ölç.	Sıkma kolu M6 ölç.	Sıkma kolu M10 ölç.	Sıkma kolu kanal ölç.	Sıkma k. ø6.5 delik	Papuç ø20 ölçüsü	Papuç M6 kılavuz	Papuç 4 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	5	4	4	5	4	4	5	3	3	4	4	4	6	3	5	4	3	100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								



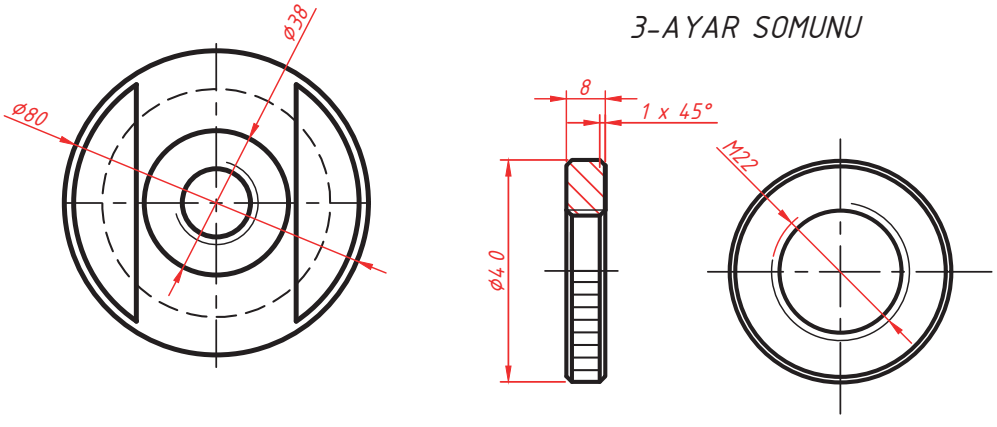
2-DESTEK MİLİ



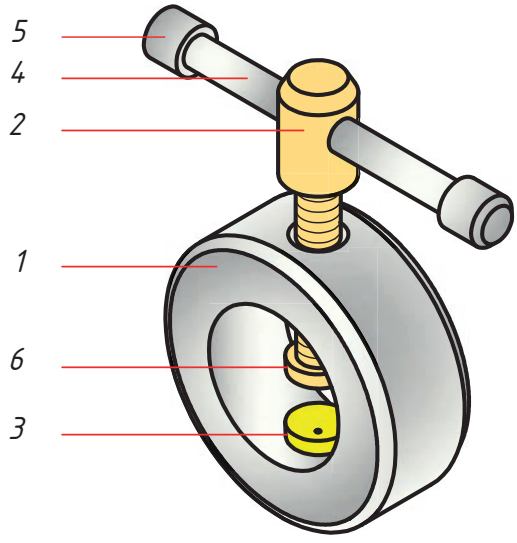
1-GÖVDE

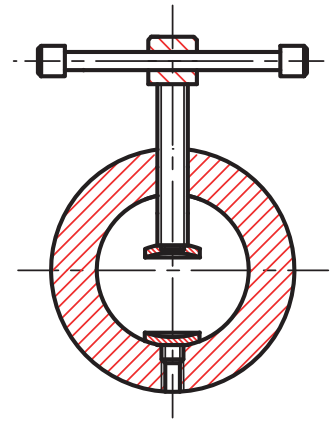


3-AYAR SOMUNU



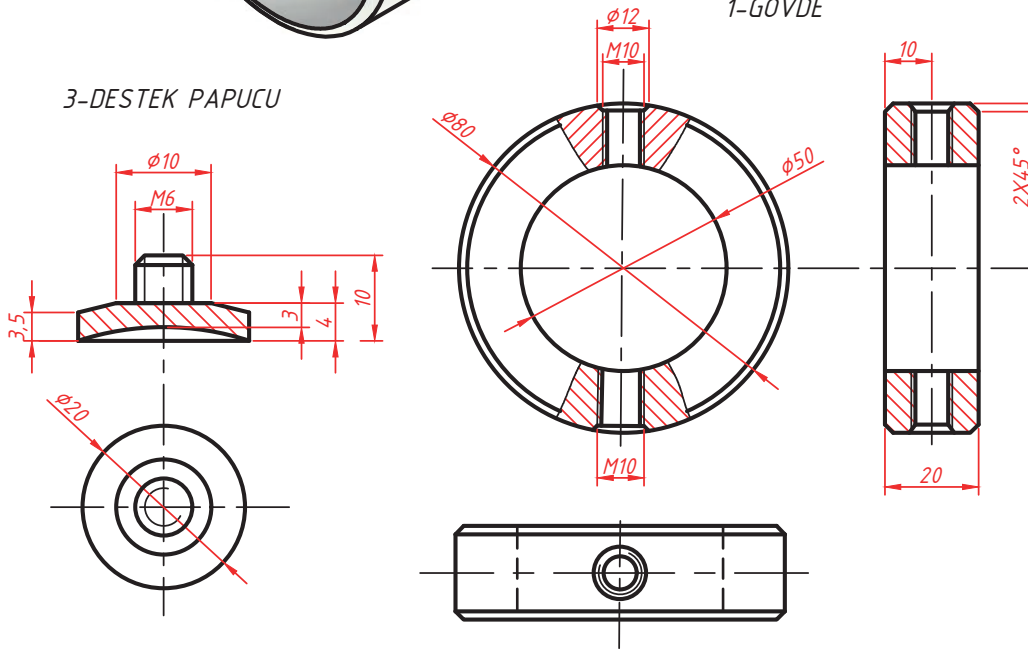
Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Yüzey kalitesi	ø26 ölçüsü	15 ölçüsü	43 ölçüsü	12 ölçüsü	ø18x3 ölçüsü	M22x30 kılavuz	M22 pafta (2 adet)	37 ölçüsü	AA32 ölçüsü	ø38 ölçüsü	ø60x3 ölçüsü	ø80x12 ölçüsü	42 ölçüsü (2 adet)	58° konik tornalama	ø40 ölçüsü	8 ölçüsü (2 adet)			Öğretmenin Adı/Soyadı İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	4	4	4	6	6	6	8	4	4	4	6	6	6	6	4	6			100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						





1-GÖVDE

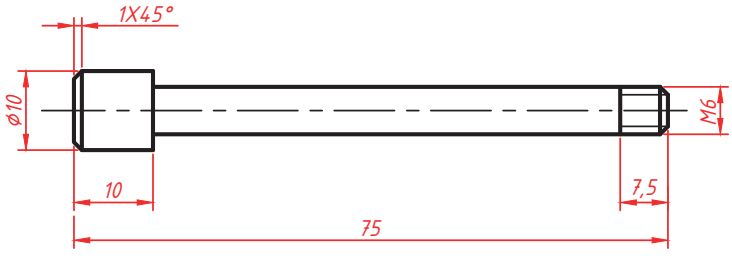
3-DESTEK PAPUCU



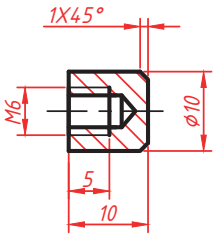
- *Kullanılacak Araç, Gereçler:* Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, delik kateri, kanal kalemi, ø5, ø6.5, ø8.5, ø10 ve ø20 matkap, M6 pafta-kılavuz takımı, M10 pafta-kılavuz takımı, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ø80 ölçüsü	ø50 ölçüsü	20 ölçüsü	M10 kılavuz (2 ad.)	2x45 ° pah (2 ad.)	ø20 ölçüsü	M6 pafta çekme	3 ölçüsü	4 ölçüsü	10 ölçüsü	3,5 ölçüsü							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	8	8	6	6	10	6	6	10	6	6	6	6							100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

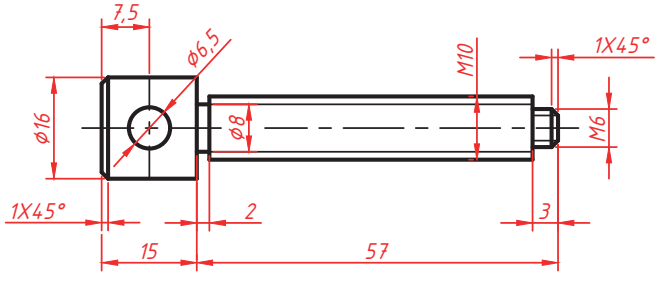
4-SAP



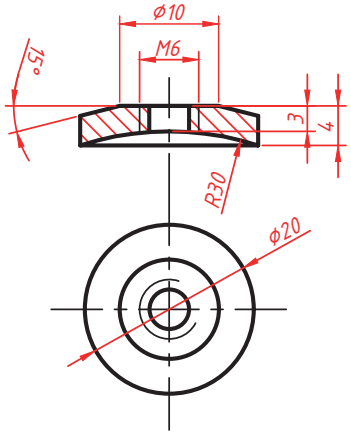
5-SAP BAŞI



2-SIKMA KOLU



6-SIKMA PAPUCU

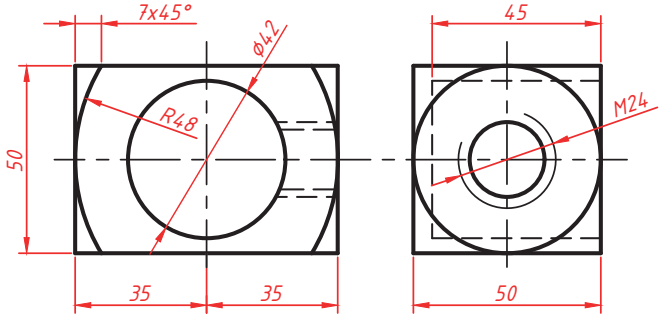


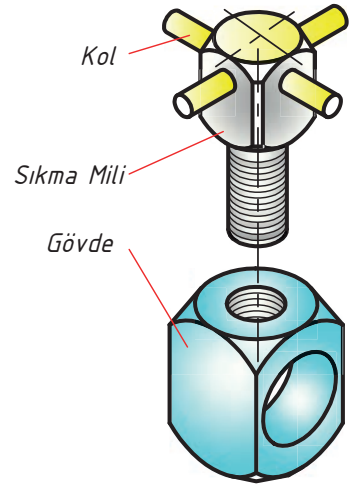
- İşlem Sırası

1. İş parçası aynaya bağlanır. Torna kalemi ekseninde katere bağlanır.
2. Gövde ø80x15 mm ölçünde tornalanır ve kenarlarına 2x45° pahlar kırılır.
3. Gövde delik önce punta matkabı ile sonra sırası ile ø10 ve ø20 mm matkaplarla delinir.
4. Delme işleminden sonra delik kateri ile ø50 mm ölçüsünde tornalanır.
5. Sap ve sap başı veilen ölçülerde tornalanır ve M6 pafta-kılavuz takımı ile vidalar açılır.
6. Sıkma kolu verilen ölçülerde tornalanır ve üzereine M6 ve M10 paftalar ile vidalar açılır.
7. Destek papucu verilen ölçülerde tornalanır M6 kılavuz ile vida açılır.
8. Sıkma papucu verilen ölçülerde tornalanır ve M6 pafta ile vida açılır.
9. İnce dişli bir eğe ve zımpara yardımı ile parçaların çapakları temizlenir.
10. Sırası ile parçaların montajı yapılır.

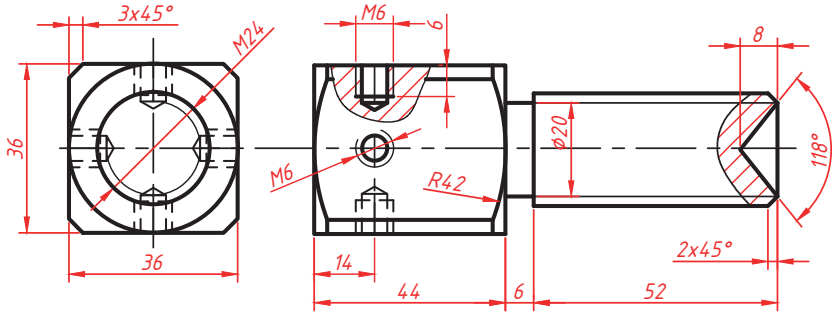
Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Sap ø10 ölçüsü	Sap 10 ölçüsü	Sap M6 pafta çekme	Sap başı ø10 ölçüsü	Sap başı 10 ölçüsü	Sap başı M6 pafta	Sıkma kolu ø16 ölç.	Sıkma k. 15 ölçüsü	Sıkma kolu 3 ölçüsü	Sıkma kolu 57 ölç.	Sıkma kolu M6 ölç.	Sıkma kolu M10 ölç.	Sıkma kolu kanal ölç.	Sıkma k. ø6.5 delik	Papuç ø20 ölçüsü	Papuç M6 kılavuz	Papuç 4 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	8	8	8	5	4	4	5	4	4	6	4	4	4	4	4	6	4	6	4	4	100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Gövde Ham Malzeme Ölçüleri: 50 x 75 Alüminyum

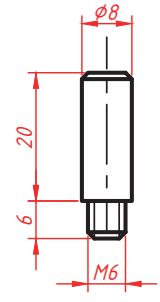




Sıkma Mili Ham Malzeme Ölçüleri: 40 x 105 Alüminyum



Kol (4 adet)



- İşlem Sırası

1. Gövde 50x50x70 ölçülerinde frezelenir, köşelerine 7x45° pahlar kırılır.
2. ø42x45 ölçüsündeki delik tornada mengeneli aynaya bağlanarak delik kateri ile işlenir.
3. Gövdenin üst kısmına ø21 matkap ile delik açılır ve M24 kılavuz çekilir.
4. Sıkma mili 36x36x102 ölçülerinde frezelenir ve sapın uç kısmına 3x45° pah kırılır.
5. Vidalı mil kısmı ø24 mm ölçüsünde tornalanır ve uç kısmına 2x45° pah kırılır.
6. Vidalı milin dip kısmına ø20x6 ölçüsünde kanal açılır ve M24 pafta ile vida çekilir.
7. ø24x52 ölçüsünde tornalanan kısma M24 vida çekilir. Çapakları alınarak parça temizlenir.

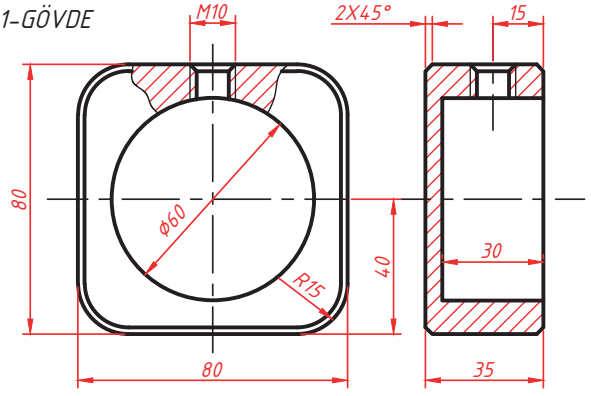
-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, kanal kalemi, vida kalemi, delik kateri, ø21 matkap, M24 kılavuz-pafta takımı, M6 kılavuz-pafta takımı

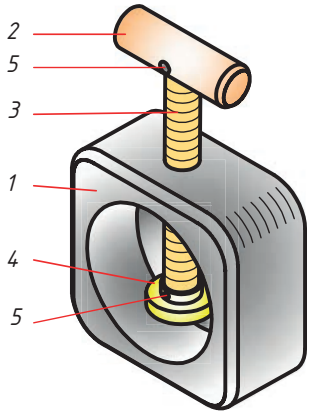
Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	50 ölçüsü (2adet)	70 ölçüsü	M24 pafta çekme	M24 kılavuz çekme	45 ölçüsü	ø42 ölçüsü	36 ölçüsü (2adet)	44 ölçüsü	3x45° pah (2 adet)	2x45° pah	8 ölçüsü	118° yuva açma							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	8	8	10	5	8	8	5	6	10	4	6	4	4	4							100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							

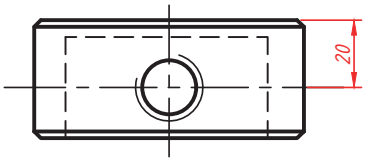
UYGULAMA-20	CEVİZ KIRACAĞI-3	SÜRE: 16 saat

Gövde Ham Malzeme Ölçüleri: 80 x 80 x40 Alüminyum

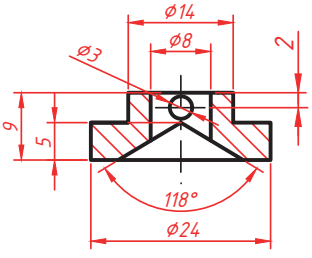
1-GÖVDE



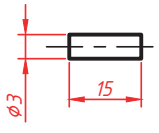




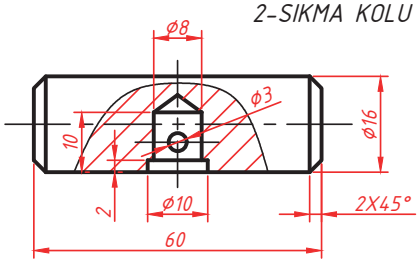
4-PAPUÇ



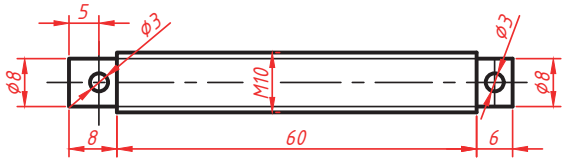
5-PİM (2 ad.)



2-SIKMA KOLU



3-VİDALI MİL



- İşlem Sırası

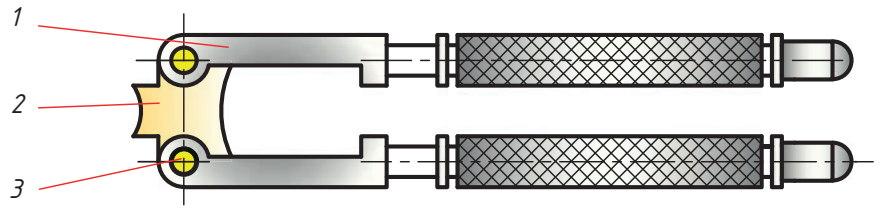
1. Gövde 80x80x35 ölçülerinde frezelenir, köşelerine R15 pahlar kırılır ve M10 kılavuz çekilir.
2. ø60x30 ölçüsündeki delik sırası ile punta matkabı, ø10 ve ø20 mm matkaplarla delinir.
3. Vidalı mil torna tezgahında işlenir, üzerine pafta ile M10 vida çekilir ve ø3 delik açılır.
4. Sıkma kolu torna tezgahında işlenir. Üzerine ø3 ve ø8 delikler delinir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, talaş kalemleri, ince dişli eğe, zımpara, ø3 ve ø8 matkap,delik kateri, M10 pafta ve kılavuz takımı.

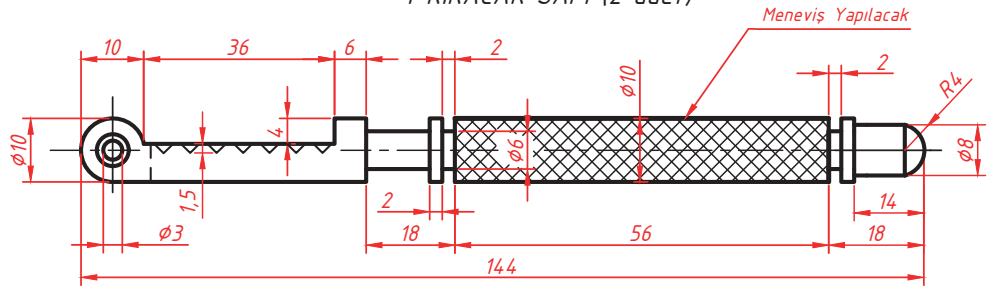
Başlama Tarihi				Verilen Süre																		Sınıf	No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	80 ölçüsü (2 adet)	ø60 ölçüsü	R15 ölçüsü (4 adet)	M10 kılavuz çekme	M10 pafta çekme	35 ölçüsü	30 ölçüsü	ø16 ölçüsü	48 ölçüsü	ø24 ölçüsü	ø14 ölçüsü	ø8 ölçüsü (4 adet)	9 ölçüsü	5 ölçüsü	ø3 delik (4 adet)	60 ölçüsü	8 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	8	8	8	8	4	6	6	6	3	3	3	3	3	3	8	3	3	6	4	4	100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								

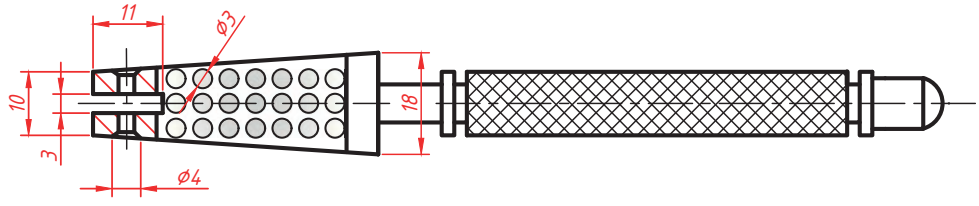
Ham Malzeme Ölçüleri: ☐ 16 x 140

Tolerans : ± 0,1

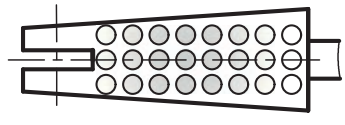


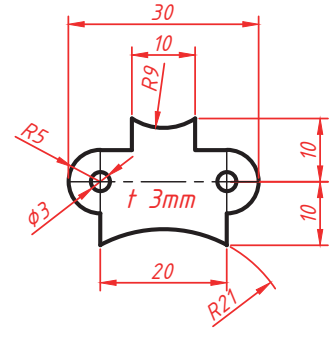
1-KIRACAK SAPI (2 adet)



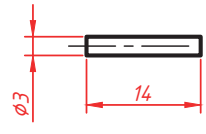


2-ARA SACI





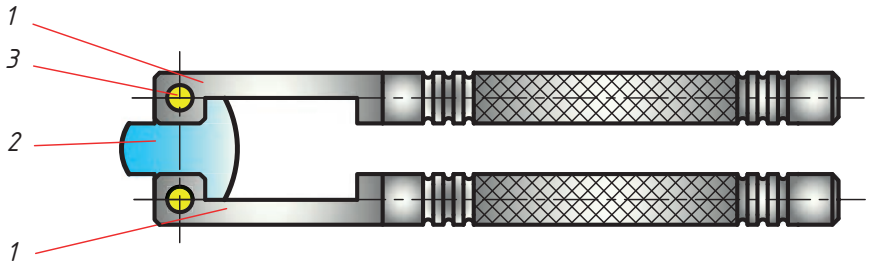
3- PİM (2 adet)



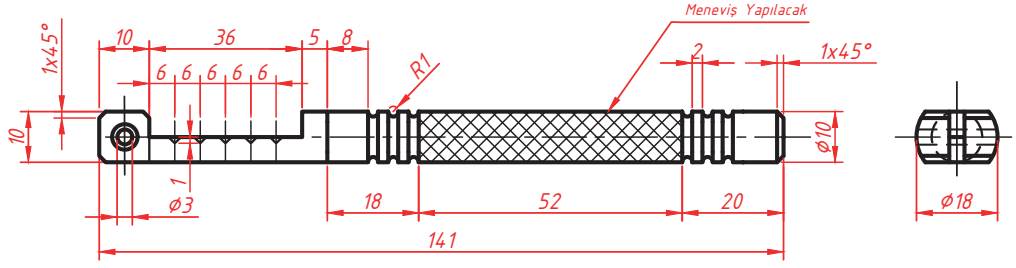
Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	ø10x135 boy ölçüsü	30.1x4 kanal açma	ø6x2 kanal (6 adet)	R4 profil tornalama	3x11 kanal açma	5 ölçüsü	10 ölçüsü	15 ölçüsü	10 ölçüsü-ara parça	20 ölçüsü	30 ölçüsü	R5 ölçüsü	ø3 delik delme	Tırtıl çekme	Pim ölçüleri	Noktalar				Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza		
Takdir Edilen Puan	8	10	10	10	6	10	4	4	4	4	4	4	4	6	10	4	6				100		
Öğrencinin Aldığı Puan																							

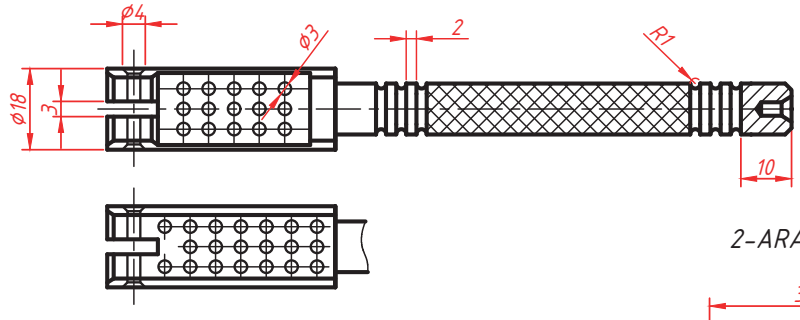
Ham Malzeme Ölçüleri: ø18 x 145

Tolerans : ± 0,1

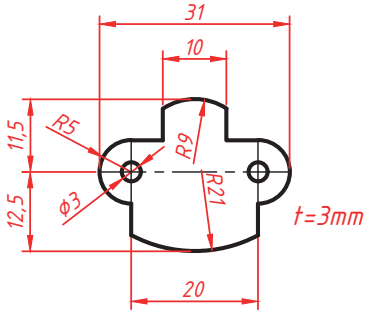


1-KIRACAK SAPI (2 adet)

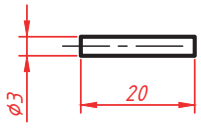




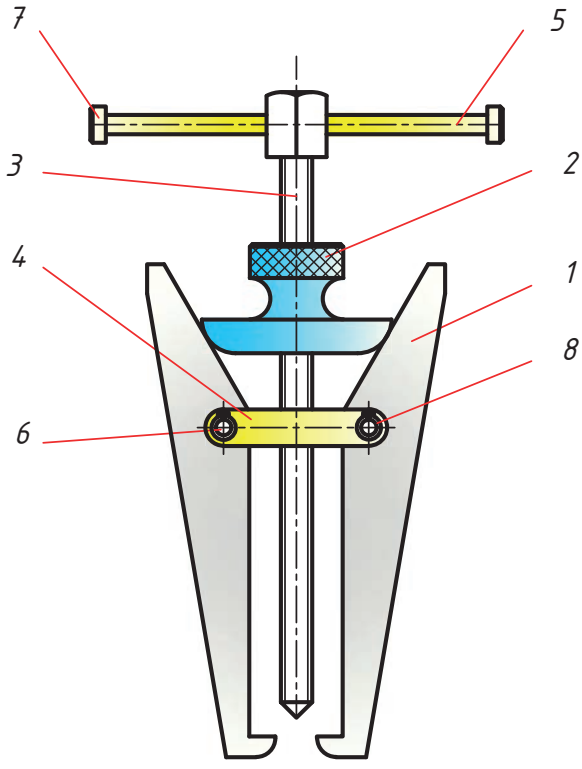
2-ARA SACI



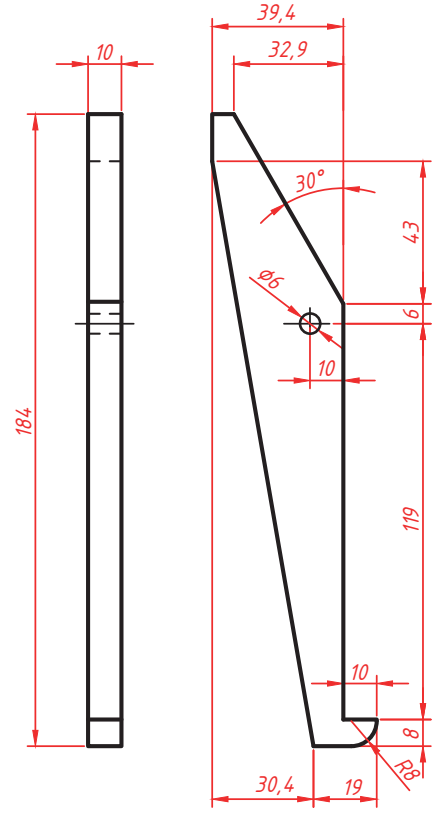
3-PİRİNÇ PİM (2 adet)



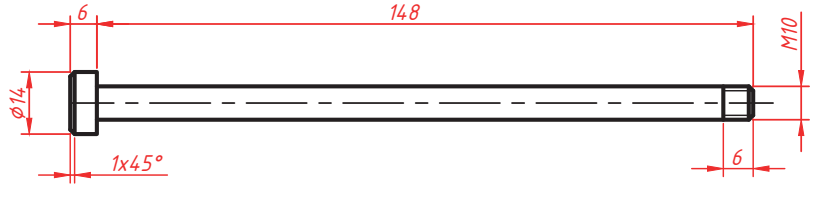
Başlama Tarihi				Verilen Süre																	Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	ø10x135 boy ölçüsü	30x4 kanal açma	R1 profil tor.(6 ad)	R5 profil tornalama	3x11 kanal açma	5 ölçüsü	60 ölçüsü	16 ölçüsü	10 ölçüsü-ara parça	20 ölçüsü	30 ölçüsü	R5 ölçüsü	ø3 delik delme	Tırtıl çekme	Pim ölçüleri	Noktalar				Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	8	10	8	10	6	8	4	4	4	4	4	4	4	6	8	4	4				100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								



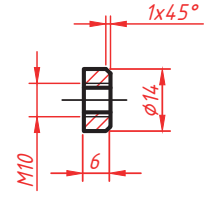
1-Çektirme Kolu (2 Adet)



5-Sap

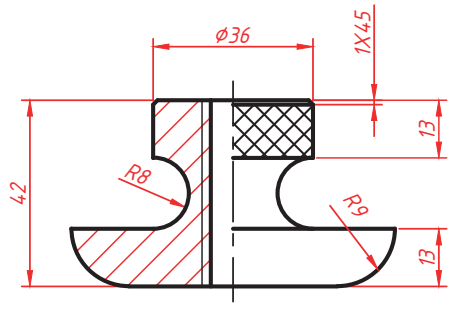


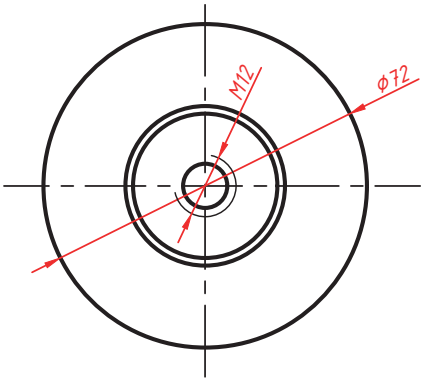
7-Sap Başı



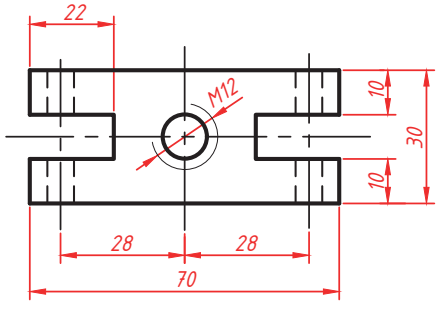
Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Yüzey kalitesi	8 ölçüsü	10 ölçüsü (2 adet)	19 ölçüsü	30,4 ölçüsü	39,4 ölçüsü	Ø6 ölçüsü	30° ölçüsü	184 ölçüsü	Ø14 ölçüsü (2 adet)	6 ölçüsü (2 adet)	148 ölçüsü	M10 ölçüsü (2 adet)							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	6	8	6	6	6	6	8	6	8	8	6	10							100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

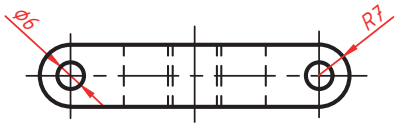
2-Gerdirme Somunu



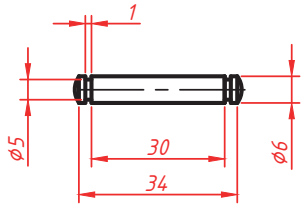


4-Tutucu Çene

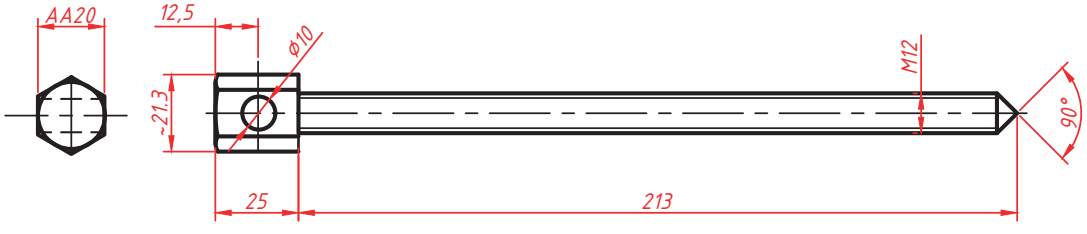




6. Pim (2 Adet)

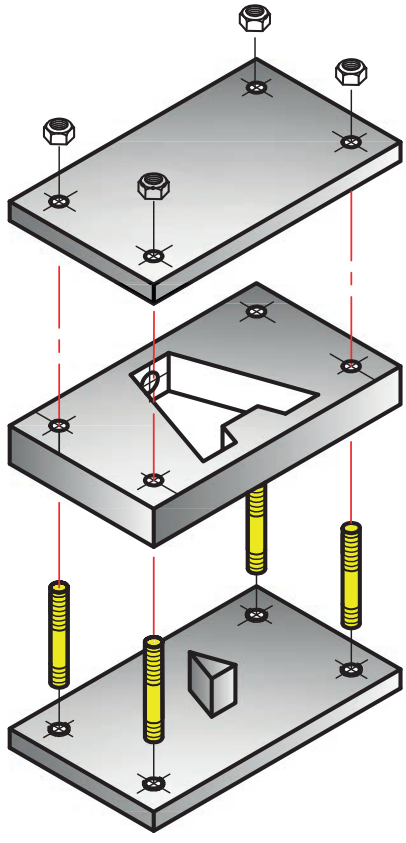


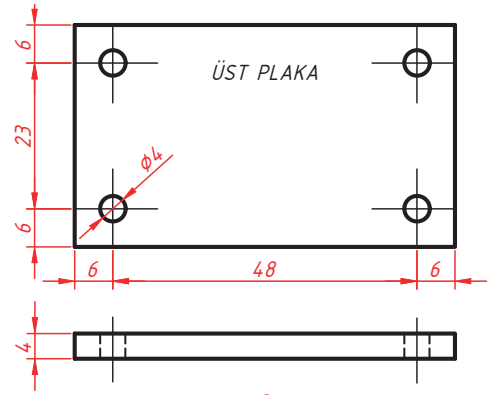
3-Vidalı Mil

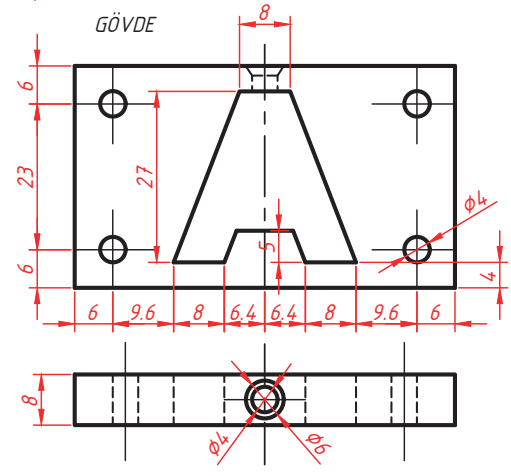


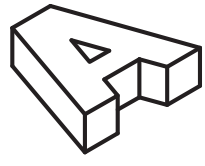
8. Segman (4 Adet-Hazır)

Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																			
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Yüzey kalitesi	ø36 ölçüsü	ø72 ölçüsü	R8 ölçüsü	42 ölçüsü	13 ölçüsü (2 adet)	10 ölçüsü (4 adet)	22 ölçüsü (2 adet)	30 ölçüsü)	76 ölçüsü	14 ölçüsü	ø8 ölçüsü (2 adet)	R4 ölçüsü (4 adet)	M12 kılavuz (2 adet)	M12 pafta	25 ölçüsü	213 ölçüsü	6'gen basit bölme	AA20 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza		
Takdir Edilen Puan	8	8	4	4	3	3	6	6	6	3	3	3	6	4	8	6	3	4	8	4	100		
Öğrencinin Aldığı Puan																							

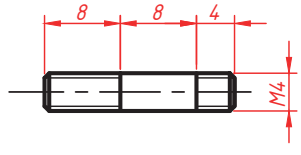


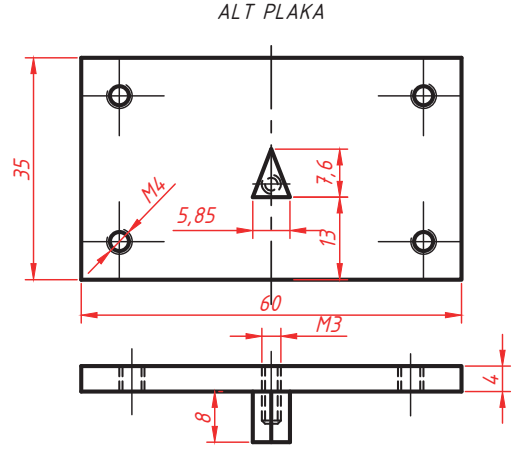




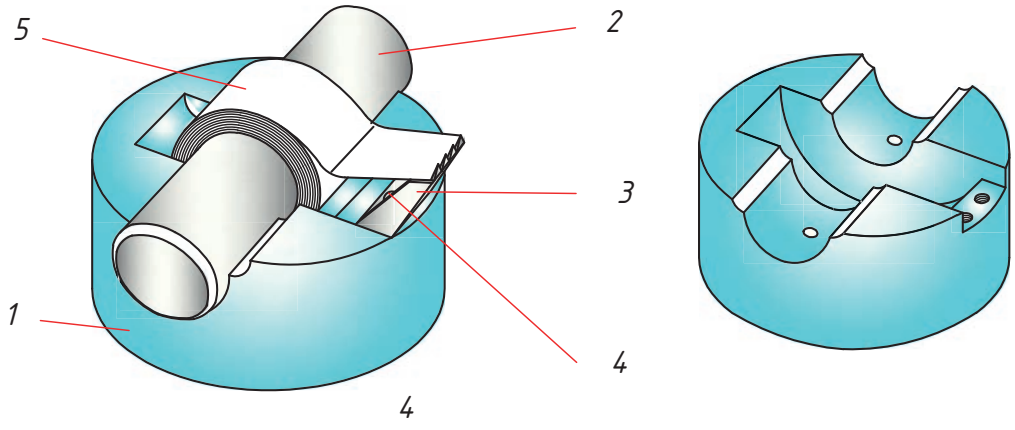


SAPLAMA (4 Adet)

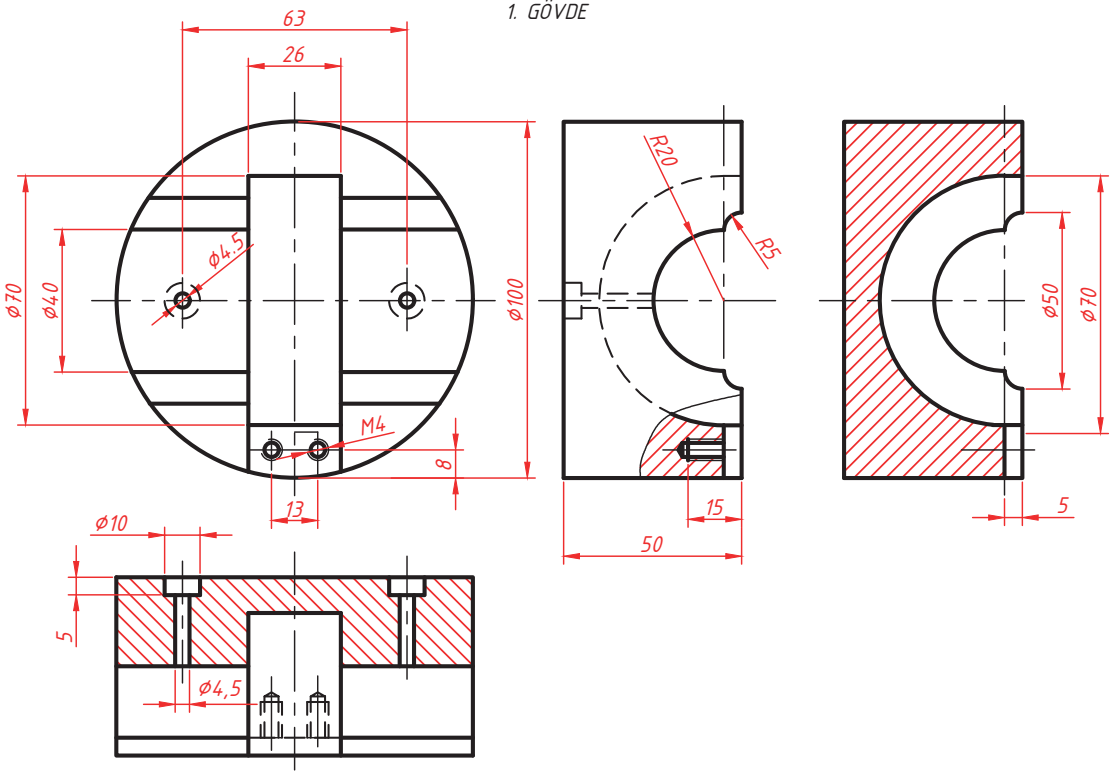




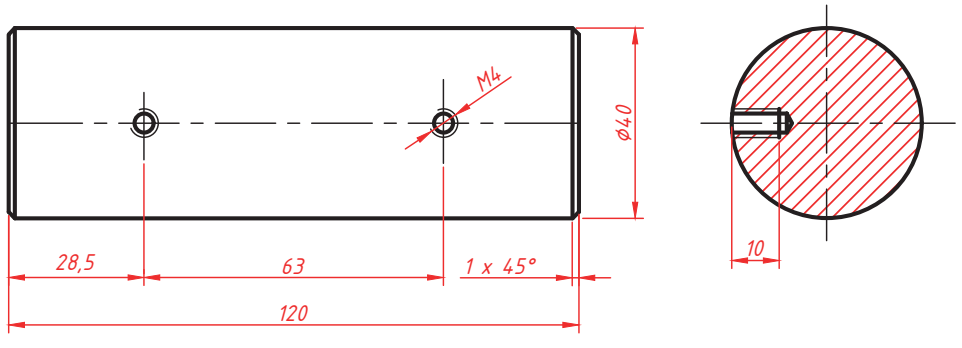
Başlama Tarihi				Verilen Süre																	Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Alt plaka ölçüleri	Üst plaka ölçüleri	Gövde ölçüleri	Saplama ölçüleri	Montaj															Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	15	15	20	10	10															100	
Öğrencinin Aldığı Puan																								



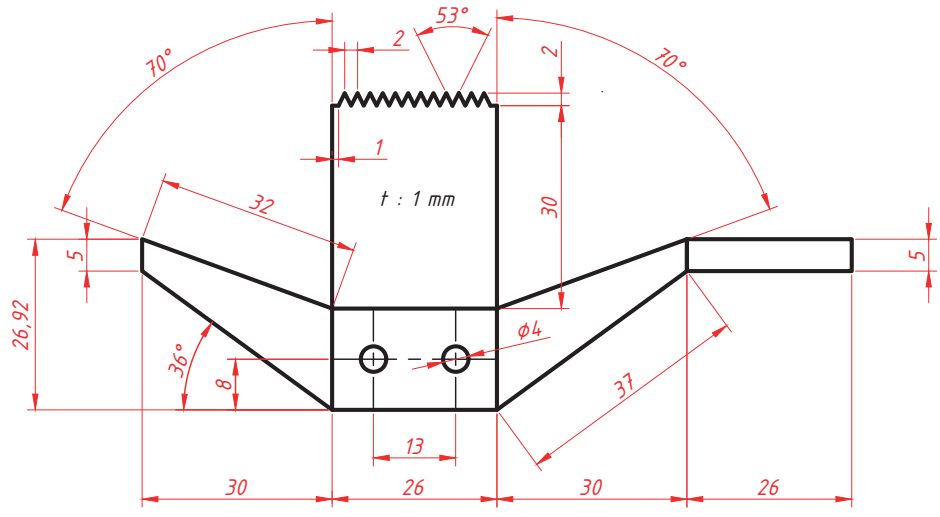
1. GÖVDE

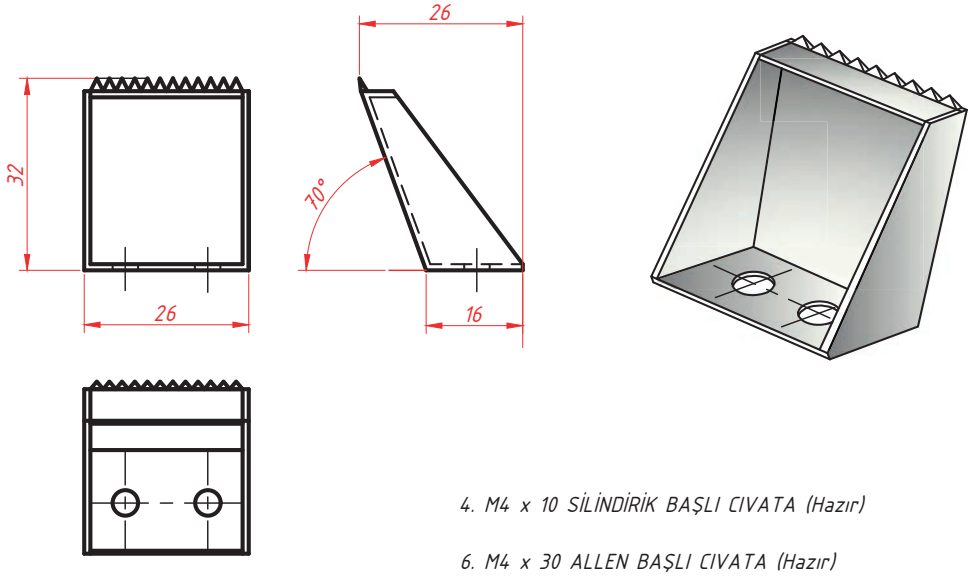


2. BANT TUTUCU



3. BANT KESİCİ SAC

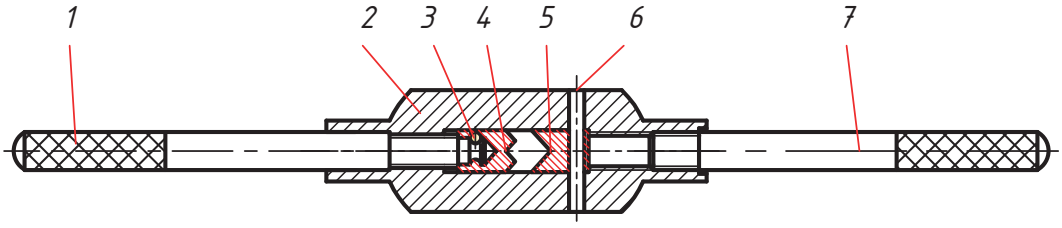




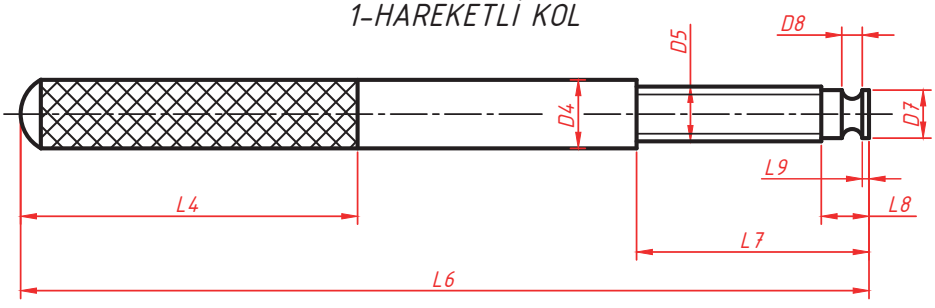
4. M4 x 10 SİLİNDİRİK BAŞLI CIVATA (Hazır)

6. M4 x 30 ALLEN BAŞLI CIVATA (Hazır)

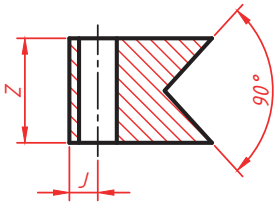
Başlama Tarihi				Verilen Süre																								
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																					Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	ϕ40 kanal işleme	ϕ70 kanal işleme	ϕ4,5 delik delme	M4 kılavuz çekme	Tutucu 120 ölçüsü	Tutucu 63 ölçüsü	Tutucu ϕ40 ölçüsü	Tutucu M4 kılavuz															Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	15	15	20	10	10	10	10	10															100			
Öğrencinin Aldığı Puan																													



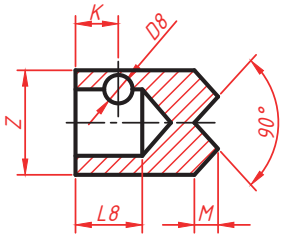
1-HAREKETLİ KOL



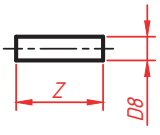
5-SABİT ÇENE

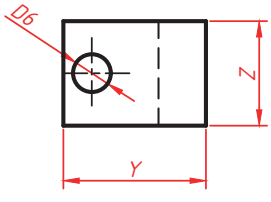


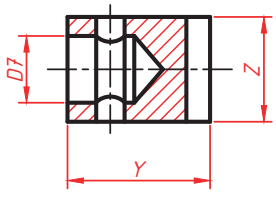
4-HAREKETLİ ÇENE



3-PİM



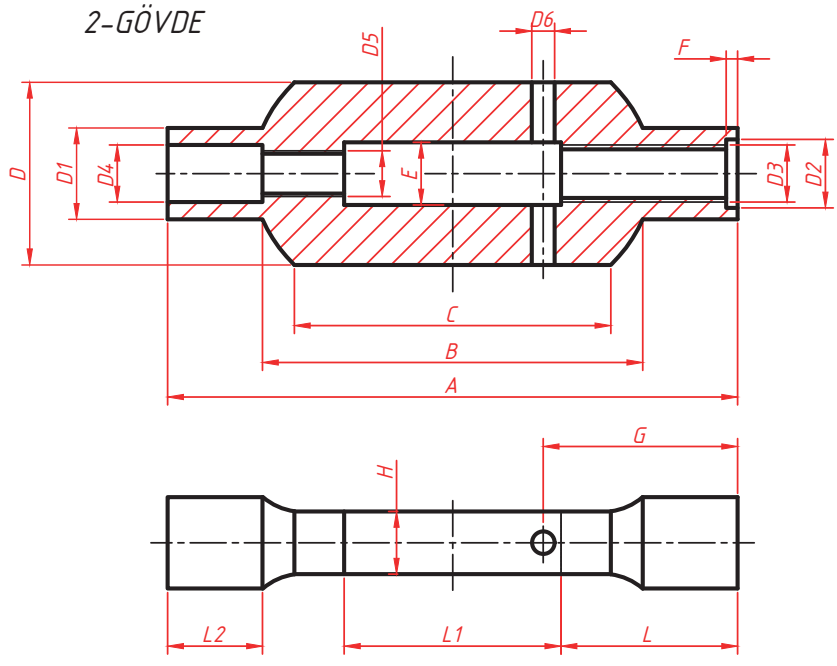




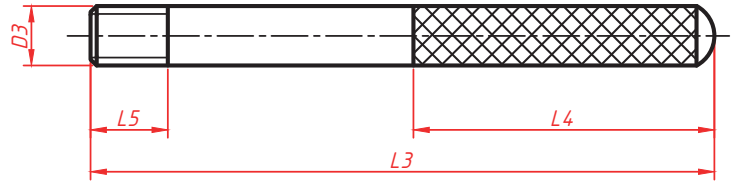
D3	D4	D5	D6	D7	D8	L4	L6	L7	L8	L9	J	K	M	Y	Z
M8	8.5	M6	3	5	2	30	80	18	5	1	3	3	1.5	11	8
M10	10.5	M8	4	7	3	40	125	25	7	2	4	4	2.5	14	11
M12	12.5	M10	5	10	5	48	170	40	12	3	5	8	3.5	20	17

Başlama Tarihi				Verilen Süre															Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre										Öğrencinin Adı/Soyadı								
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Yüzey kalitesi	D3 ölçüsü	D4 ölçüsü	D5 ölçüsü	D6 ölçüsü	D7 ölçüsü	D8 ölçüsü (2 adet)	J ölçüsü	L4 ölçüsü (2 adet)	L6 ölçüsü	L7 ölçüsü	L8 ölçüsü	L9 ölçüsü	K ölçüsü	M ölçüsü	Y ölçüsü	Z ölçüsü			Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	8	6	6	8	4	4	8	4	8	6	6	4	4	4	4	4	4			100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

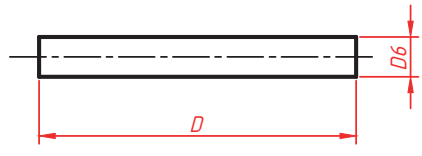
2-GÖVDE



7-SABİT KOL

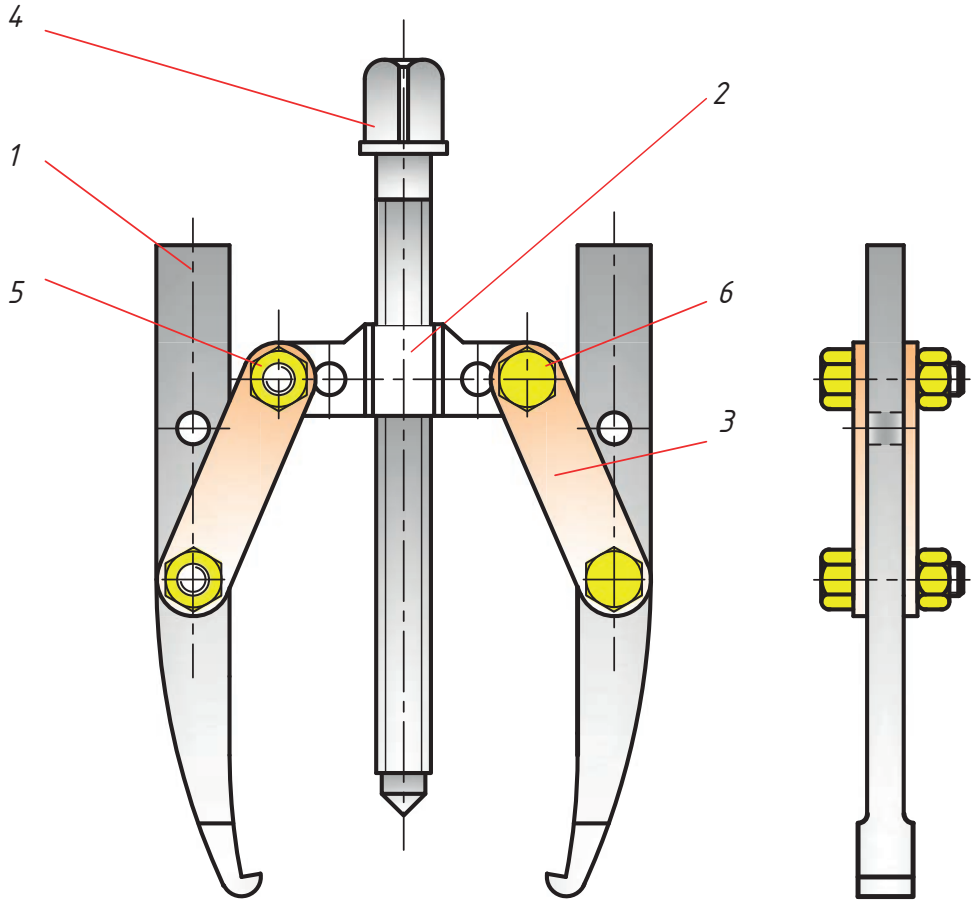


7-PİM



A	B	C	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E	F	G	H	L	L1	L2	L3	L4	L5
70	44	34	25	12	9	M8	8.5	M6	3	8.25	2	25	8	22	27	13	67	30	10
100	65	50	32	16	10.5	M10	10.5	M8	4	11.25	3	34	11	30	39	17.5	105	40	14
130	78	60	42	22	12.5	M12	12.5	M10	5	17.25	5	45	17	40	51	26	140	48	14

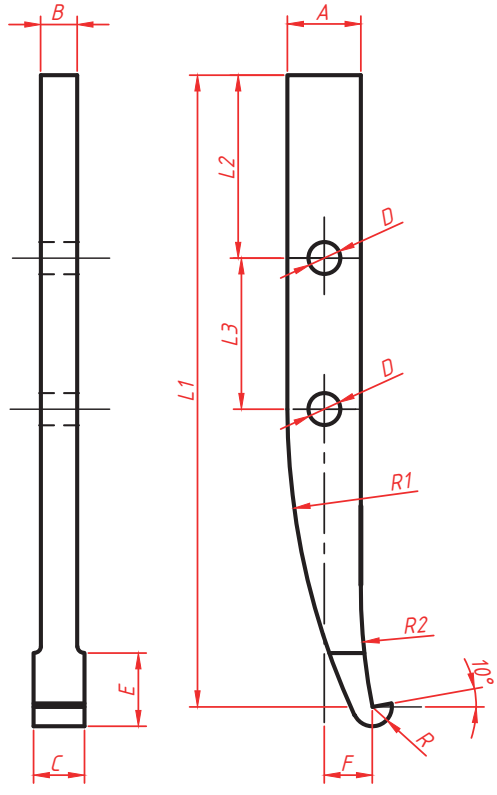
Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																			
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Yüzey kalitesi	A ölçüsü	B ölçüsü	C ölçüsü	D ölçüsü (2 adet)	D1 ölçüsü	D2 ölçüsü	D3 ölçüsü	D4 ölçüsü	D5 ölçüsü	D6 ölçüsü (3 adet)	E ölçüsü	F ölçüsü	G ölçüsü	H ölçüsü	L ölçüsü	L1 ölçüsü	L2 ölçüsü	L3 ölçüsü	Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	8	8	6	4	4	6	4	4	6	4	6	4	6	4	4	4	4	4	4	6	100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								



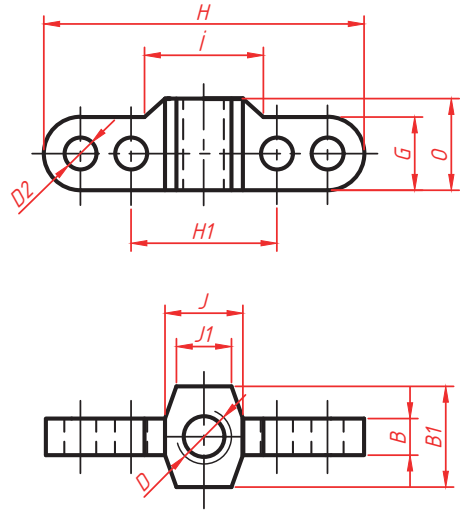
NO	A	B	B1	C	D	D1	D2	D3	D4	E	F	G	G1	H	H1	İ
I	16	8	22	12	12 x 1/20	9,5	7	6,7	19	16	10,5	16	3	70	36	26
II	20	10	28	16	15 x 1/18	11	8,5	8,2	23	22	15	20	4	100	48	35
III	26	12	34	20	18 x 1/16	14	10	9,85	27	28	20	26	5	130	66	44
IV	34	15	42	25	24 x 1/14	18	13,5	13	38	36	26	34	6	160	90	53

NO	J	J1	K	K1	L	L1	L2	L3	L4	M	N	O	P	R	R1	R2	R3
I	16	14	18	2,5	130	138	40	33	50	6	4,5	20	16	7,5	160	139	8
II	23	20	22	3	160	170	50	42	65	7	6	27	20	10	245	215	10
III	32	26	26	4	230	240	75	50	80	8	7,5	38	26	13	300	263	13
IV	41	32	30	5	300	310	100	58	95	10	9	50	34	16	370	315	17

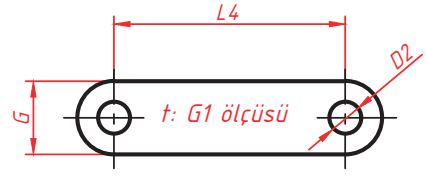
1. Çektirme Ayağı (2 adet)



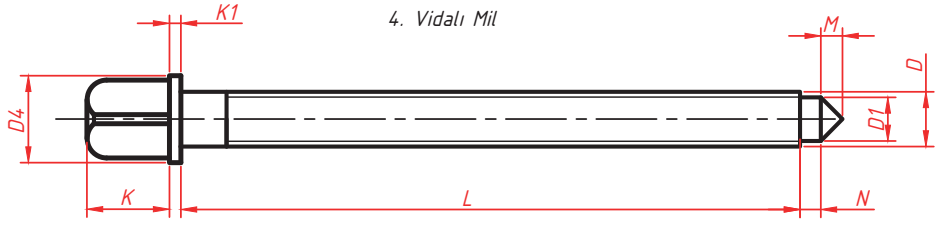
2. Gövde



3. Kol (4 Adet)



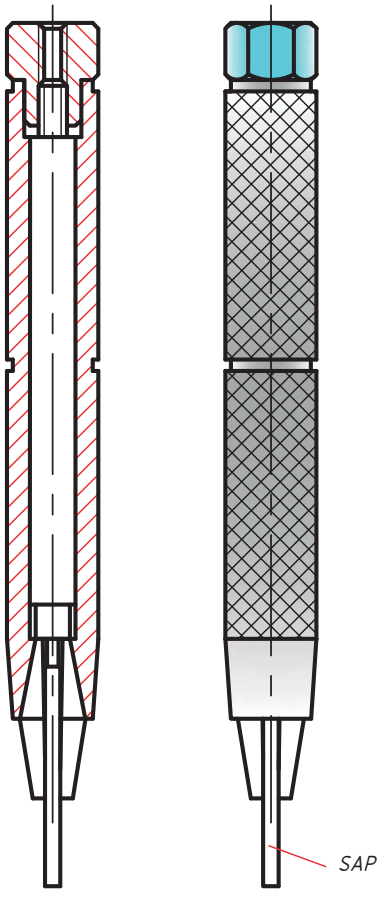
4. Vidalı Mil



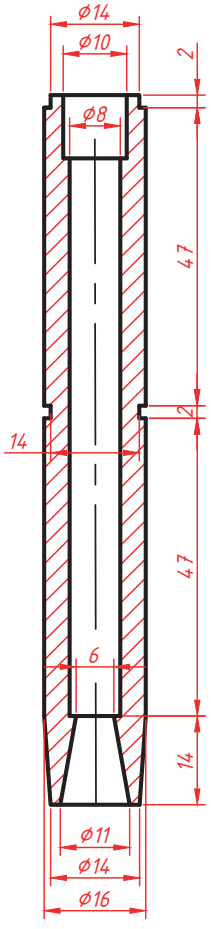
5. Altı Köşe Başlı Somun (4 adet-Hazır)

6. Altı Köşe Somun (4 adet-Hazır)

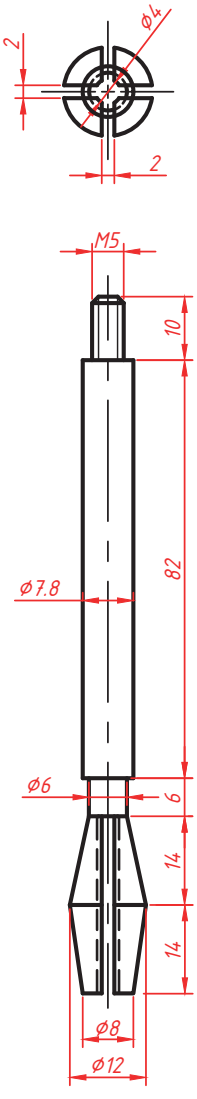
Başlama Tarihi				Verilen Süre																						
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Vidalı mil ölçüleri	Ayak ölçüleri	Gövde ölçüleri	Kol ölçüleri	Montaj																		Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza
Takdir Edilen Puan	10	10	10	15	15	15	15	10																		100
Öğrencinin Aldığı Puan																										



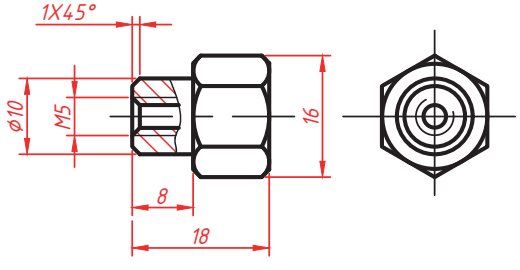
GÖVDE



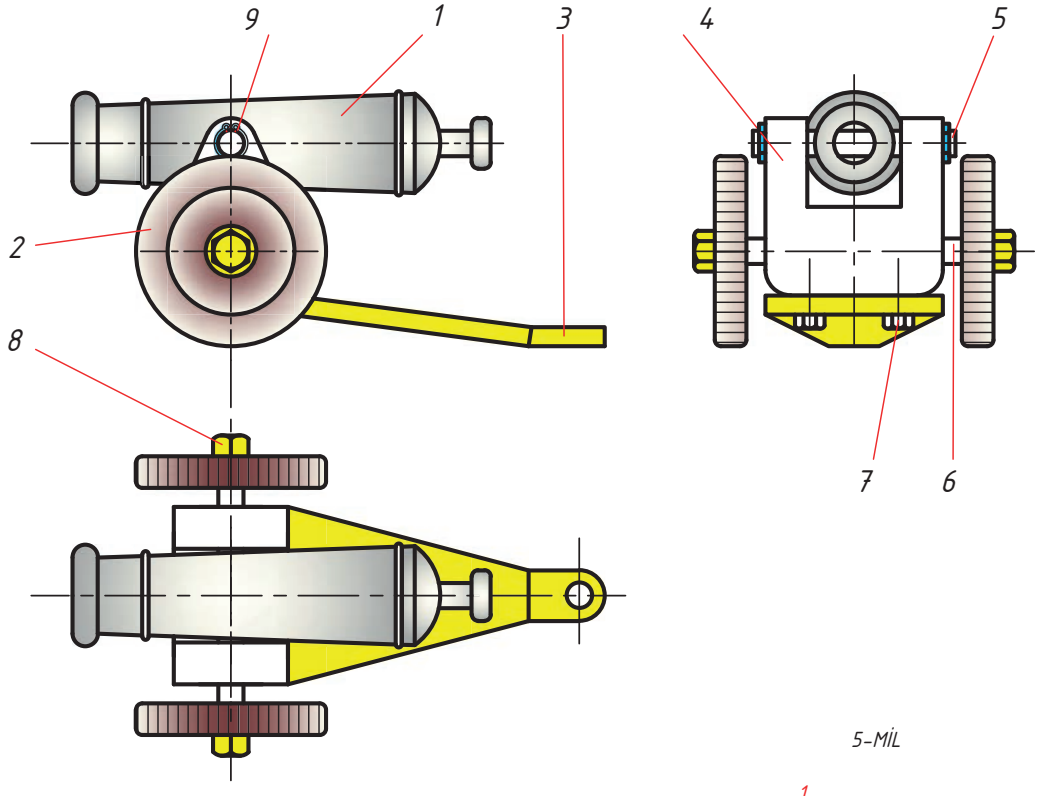
SAP TUTUCU



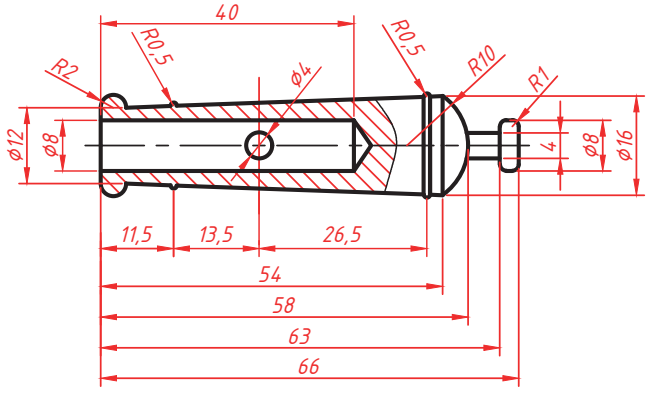
ÇEKTİRME SOMUNU



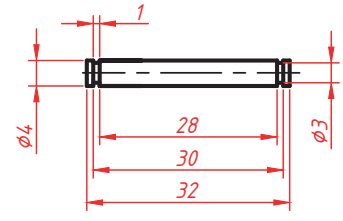
Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																			
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Gövde ölçüleri	Sap tutucu ölçüleri	Çekti̇rme somunu ölç	Montaj															Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	25	20	15	10															100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							



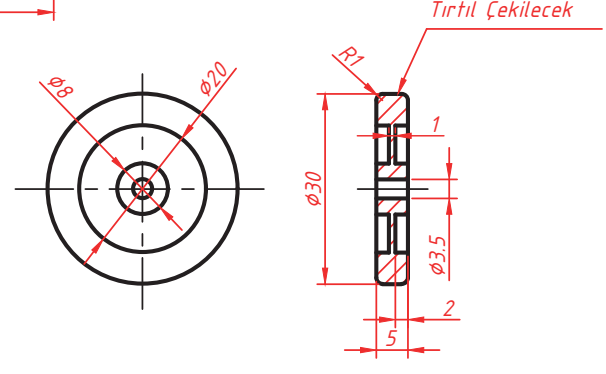
1-NAMLU



5-MİL



2-TEKER (2adet)

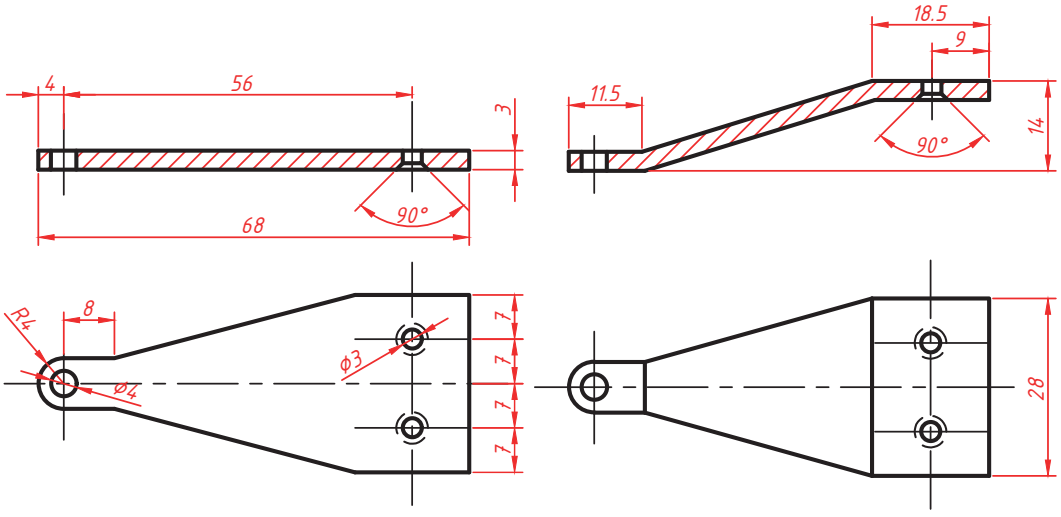


7-M3 CIVATA (2 adet-Hazır)

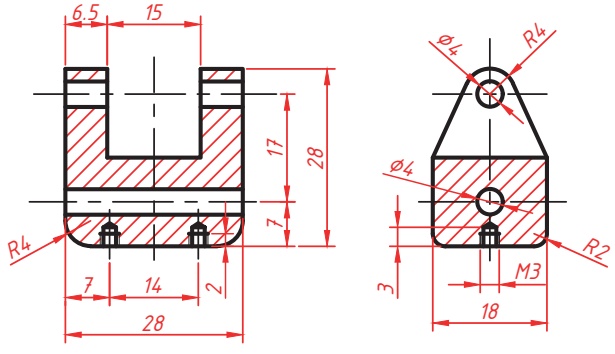
8-M3 ŞAPKALI SOMUN (2 adet-Hazır)

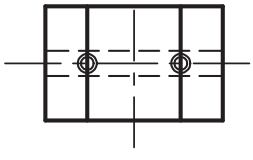
9- SEGMAN (2 adet-Hazır)

3-AĞIRLIK SEHBASI

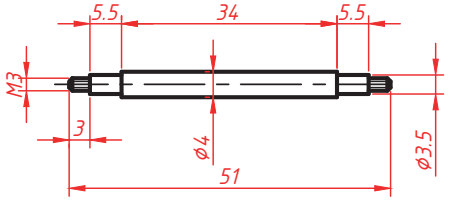


4-NAMLU YATAĞI

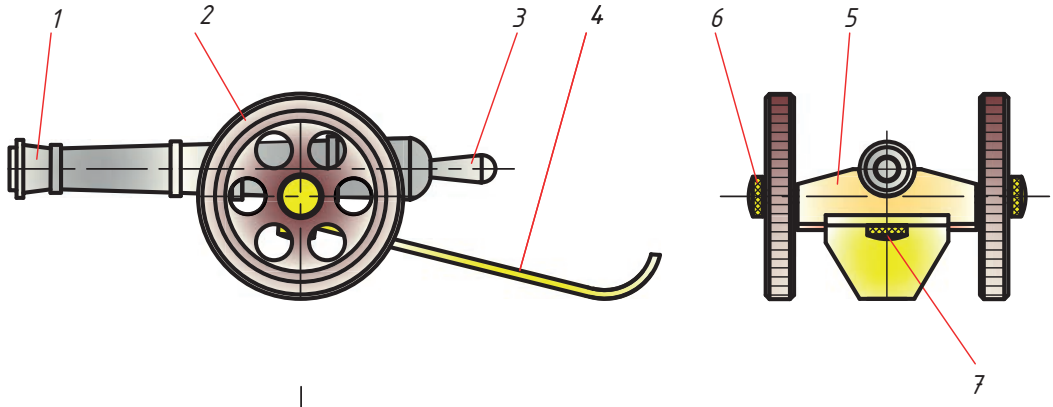


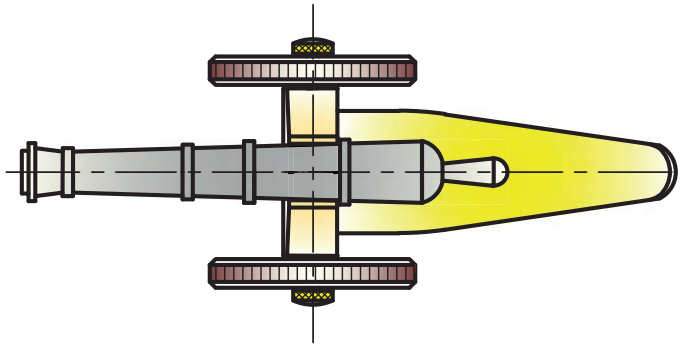


6-DİNGİL

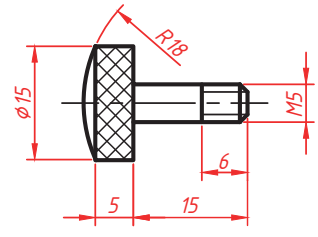


Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Namlu ölçüleri	Teker ölçüleri	Mil ölçüleri	Ağırlık sehbası ölç.	Namlu yatağı ölç.	Dingil ölçüleri													Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	7	10	8	15	15	10	10	10	5	10												100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							

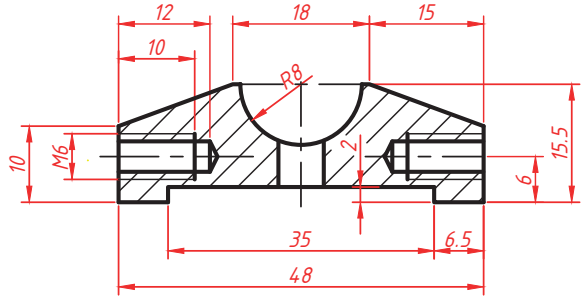


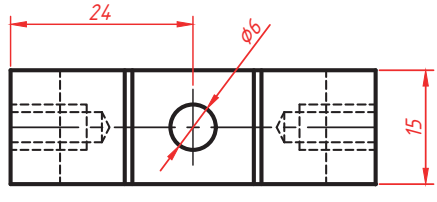


7-NAMLU SABİTLEME VİDASI

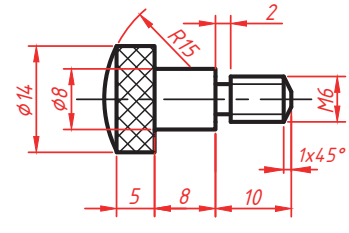


5-AKS



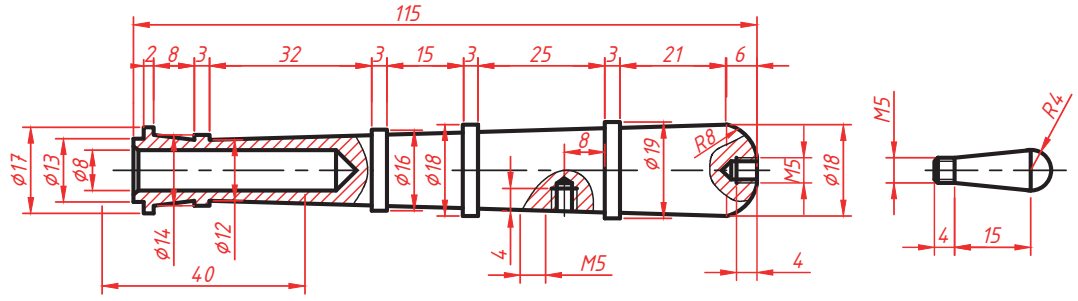


6-TEKER SABİTLEME VİDASI (2 adet)

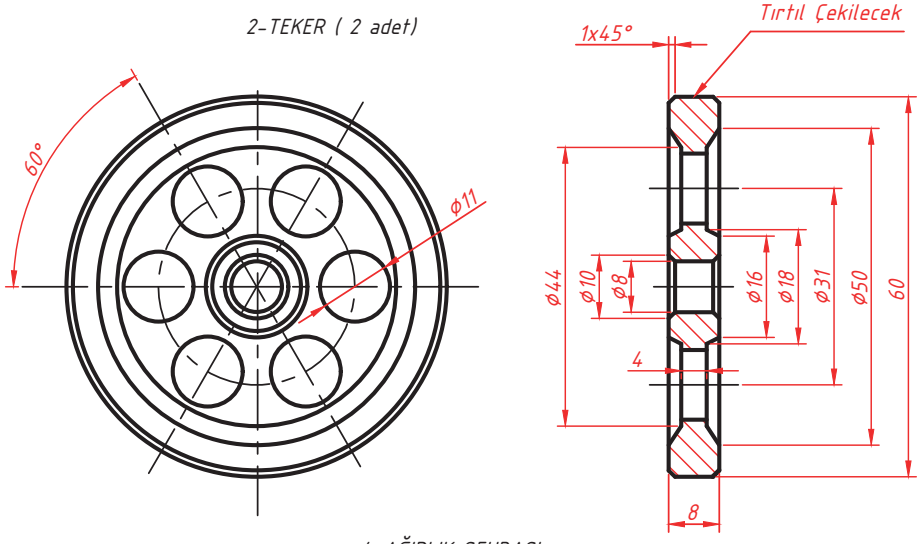


Uygulama 30.1 — Süre: 24 saat

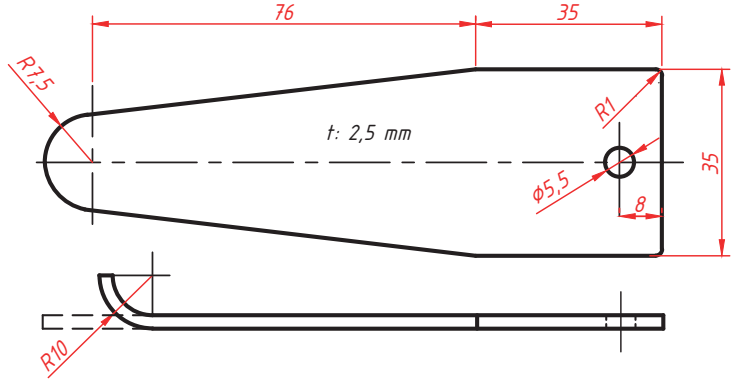
1-NAMLU



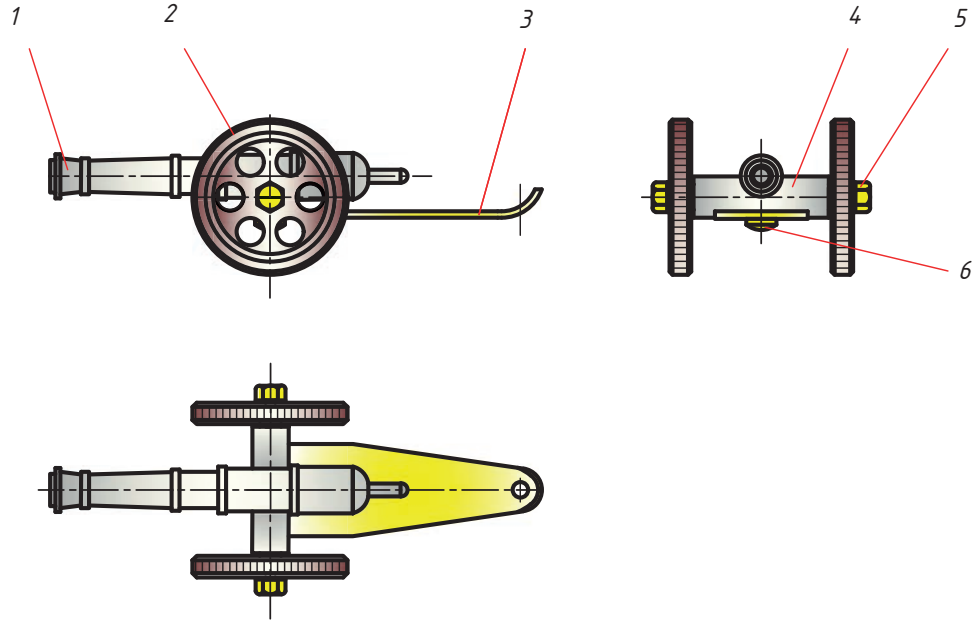
2-TEKER (2 adet)



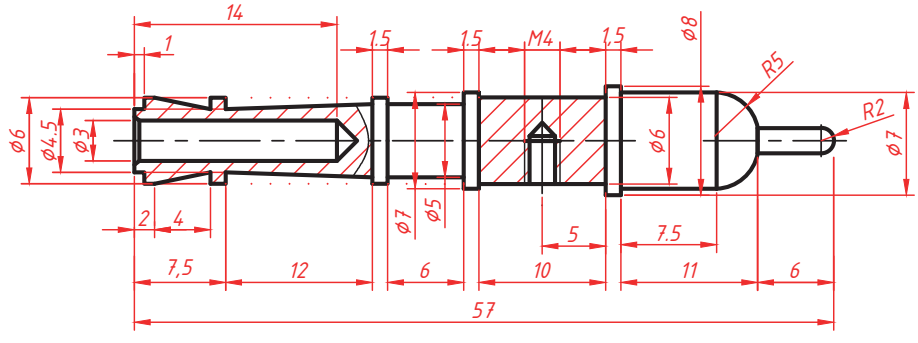
4-AĞIRLIK SEHBASI



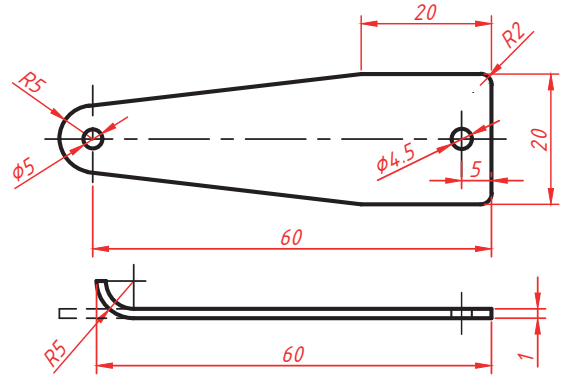
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



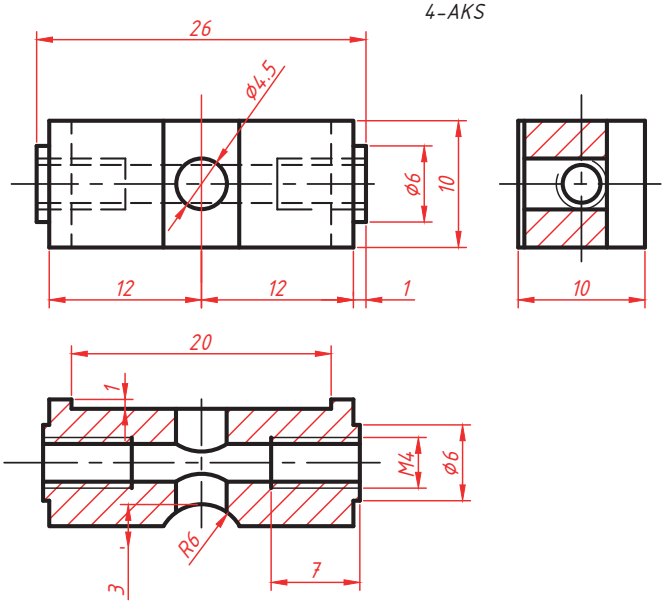
1-NAMLU



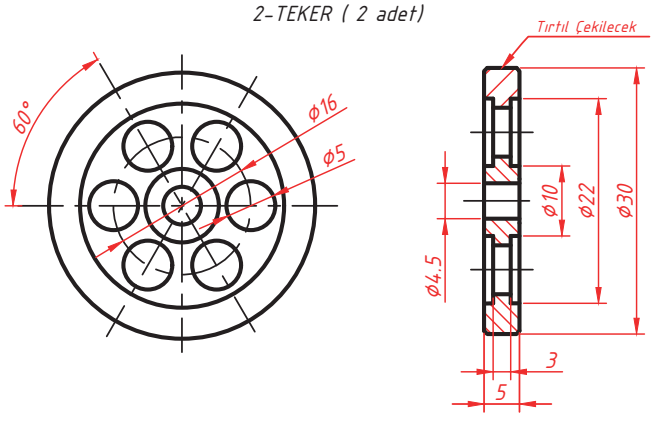
3-AĞIRLIK SEHBASI



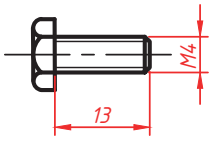
4-AKS



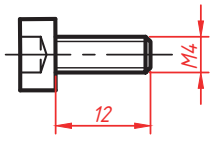
2-TEKER (2 adet)



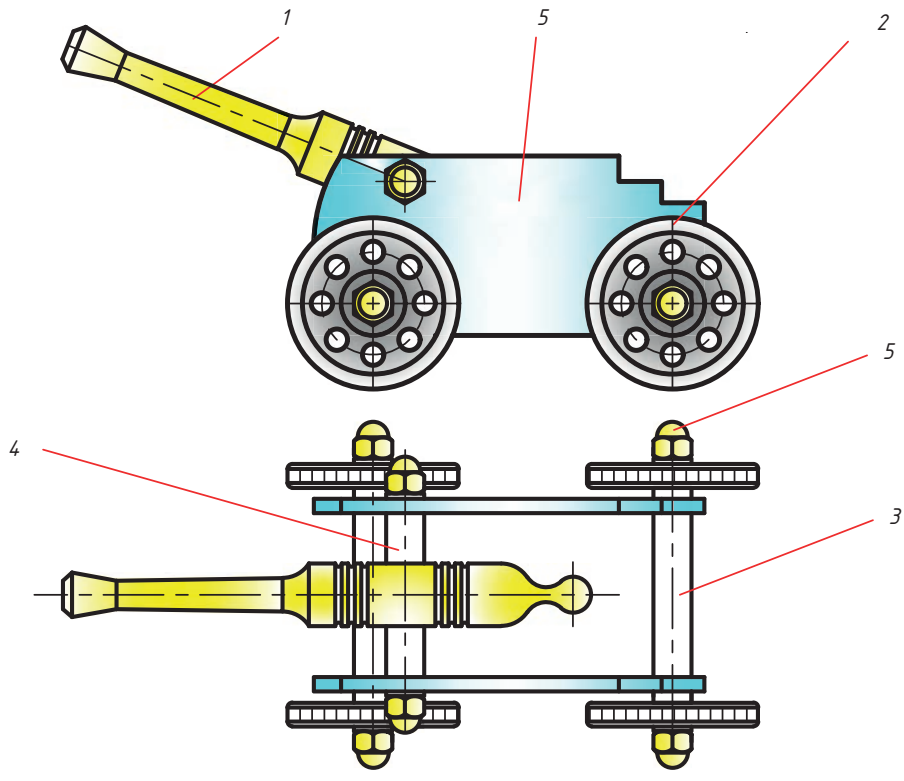
5- M4 ALTIKÖŞE BAŞLI CIVATA (2 adet- HAZIR)



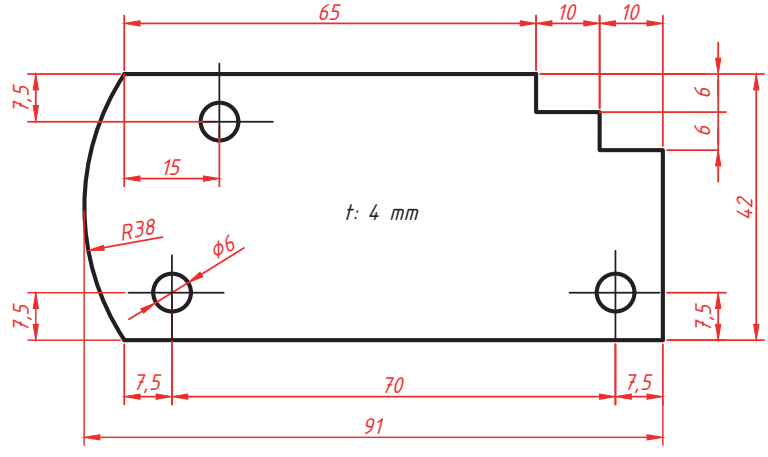
6- M4 ALLEN BAŞLI CIVATA (HAZIR)



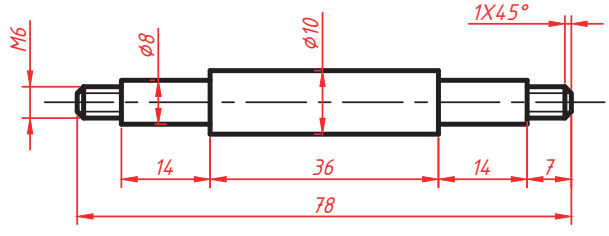
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



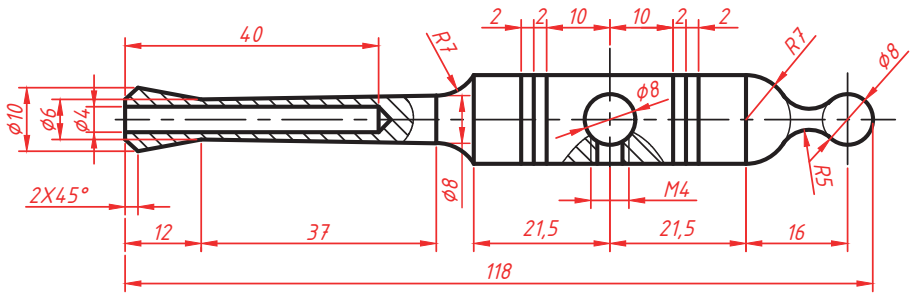
2 YAN DESTEK (2 adet)



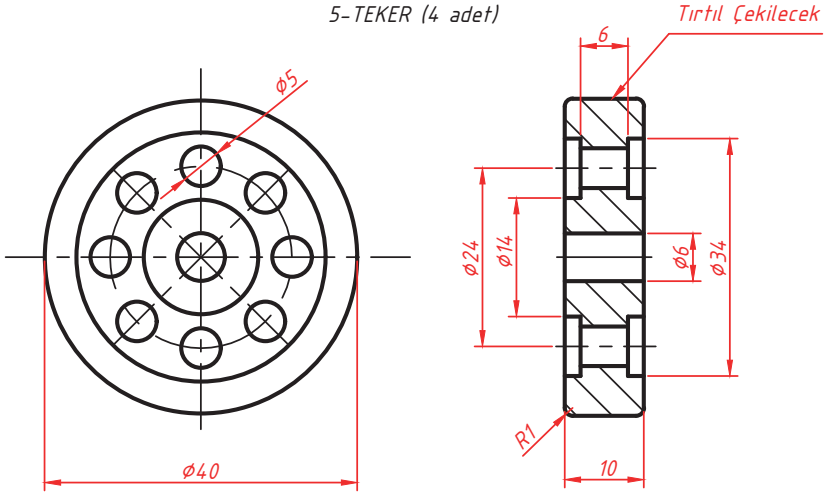
4.DİNGİL



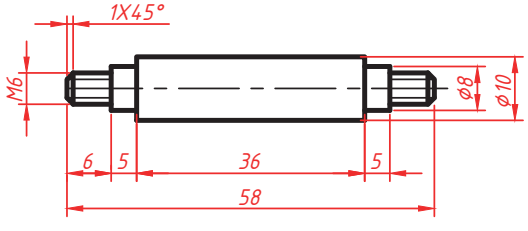
1-NAMLU



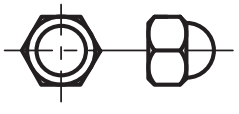
5-TEKER (4 adet)



3-ARA MİL (3 adet)

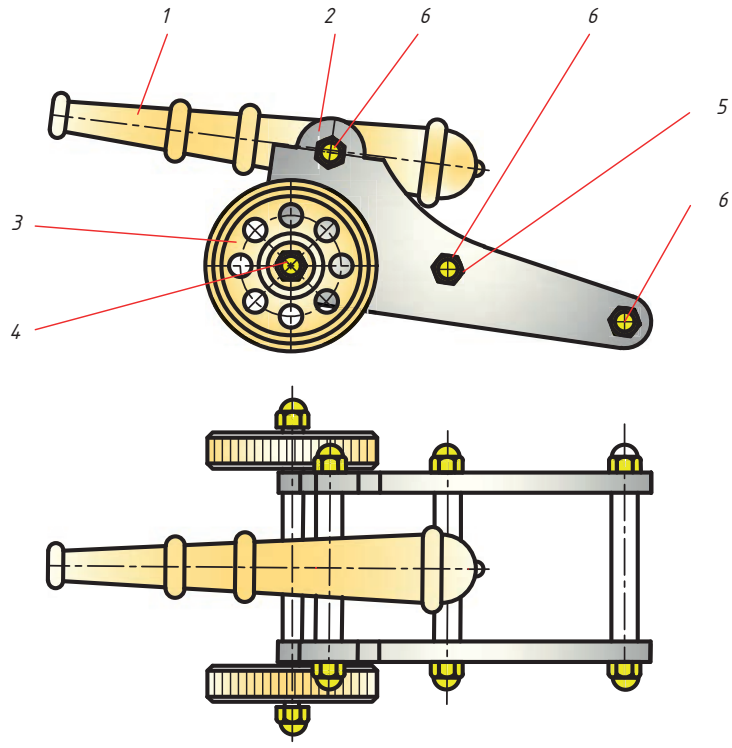


5. M6 ŞAPKALI SOMUN (12 adet- Hazır)

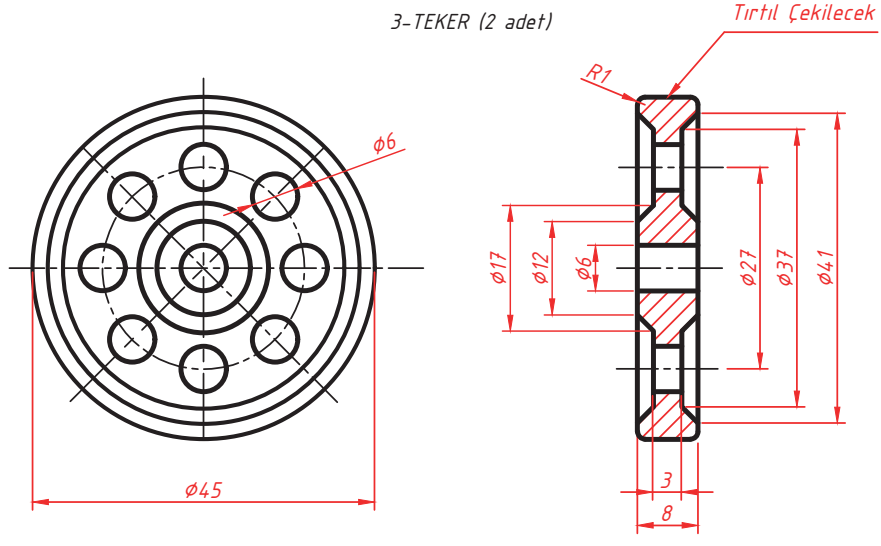


6. M4 x 10 CIVATA(1 adet- Hazır)

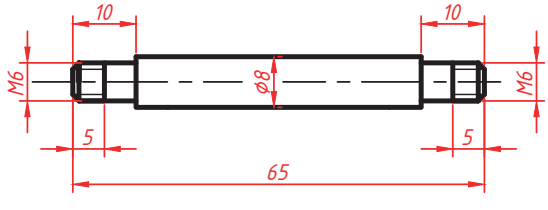
Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Yan destek ölçüleri	Dingil ölçüleri	Ara mili ölçüleri (3)	Namlu ölçüleri	Teker ölçüleri (4)	Montaj												Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	8	10	7	15	8	15	12	15	10												100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						



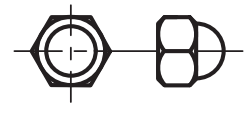
3-TEKER (2 adet)



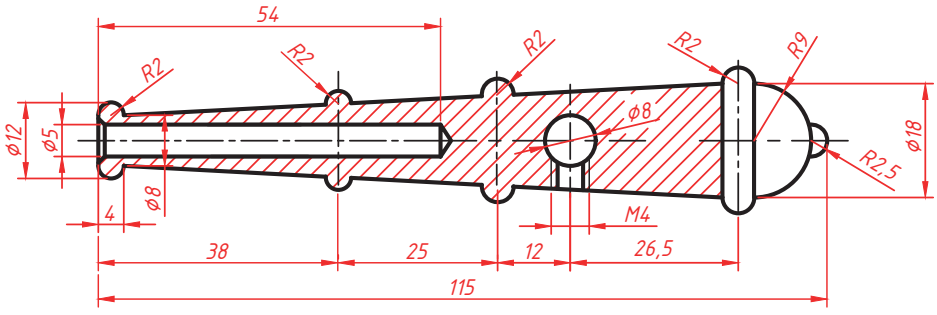
6. DESTEK MİLİ (3 adet)



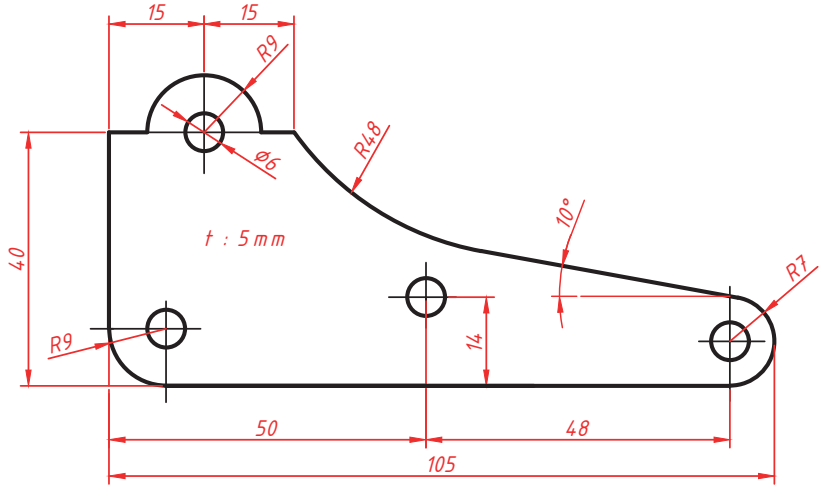
5. M6 ŞAPKALI SOMUN (8 adet- Hazır)



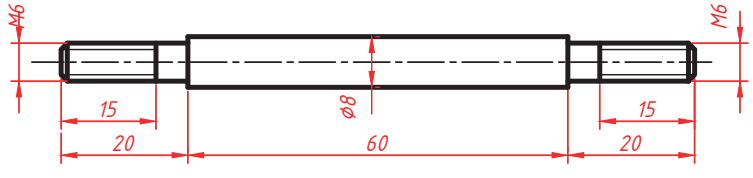
1-NAMLU



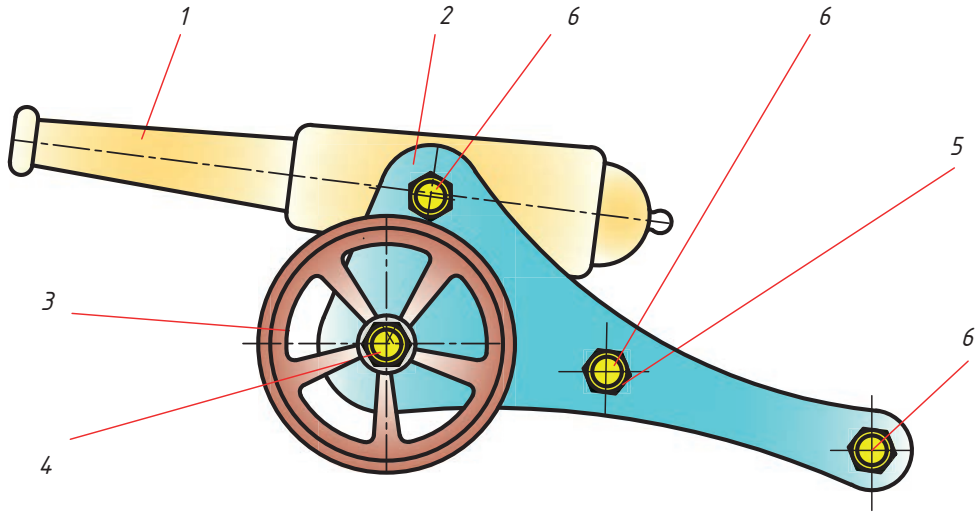
2-YAN DESTEK (2 adet)



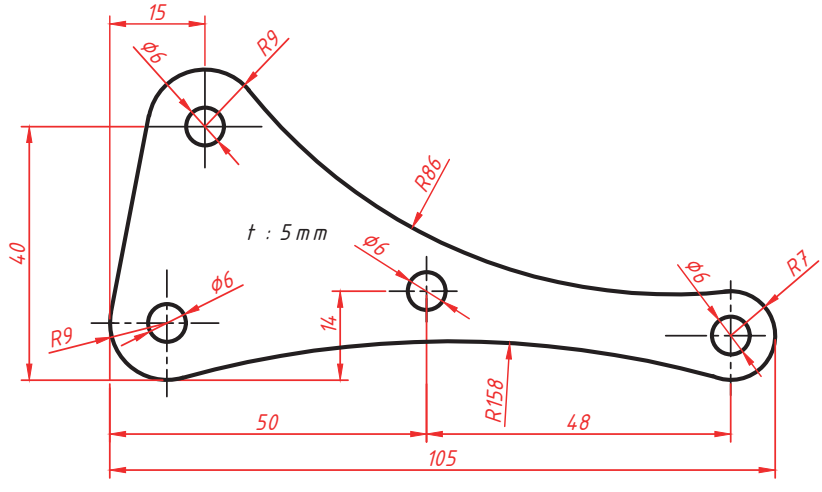
4-DİNGİL



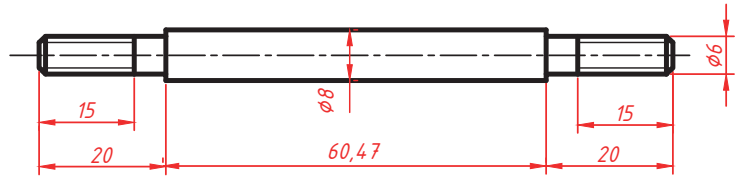
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



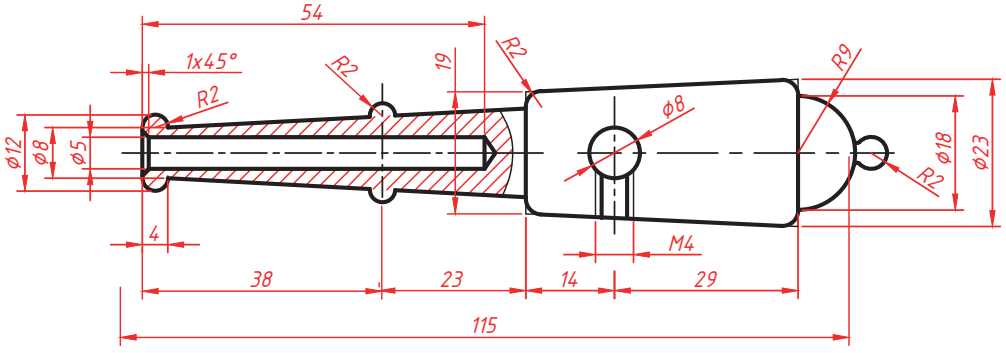
2-YAN DESTEK (2 adet)



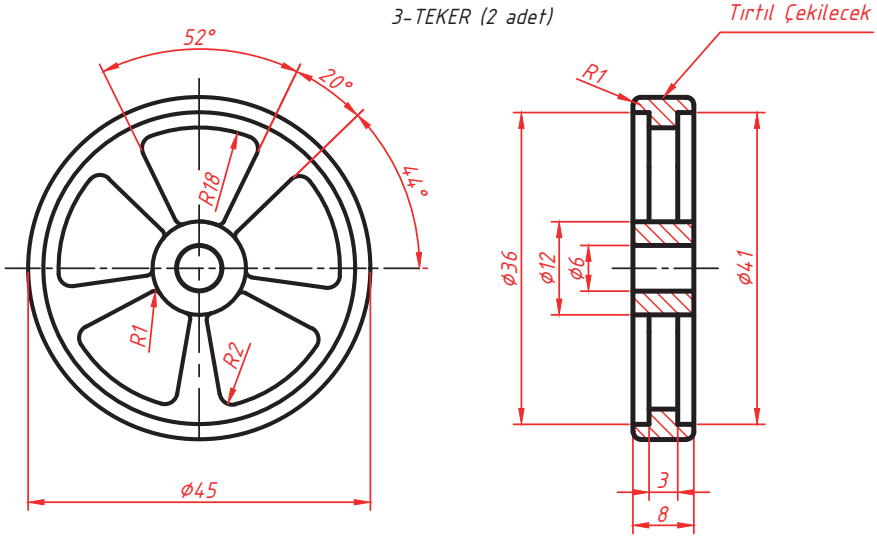
4-DİNGİL



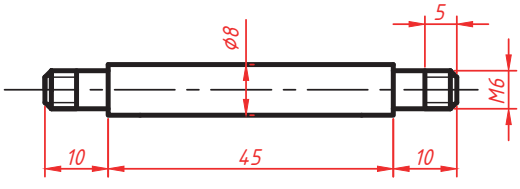
1-NAMLU



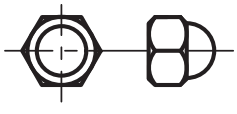
3-TEKER (2 adet)



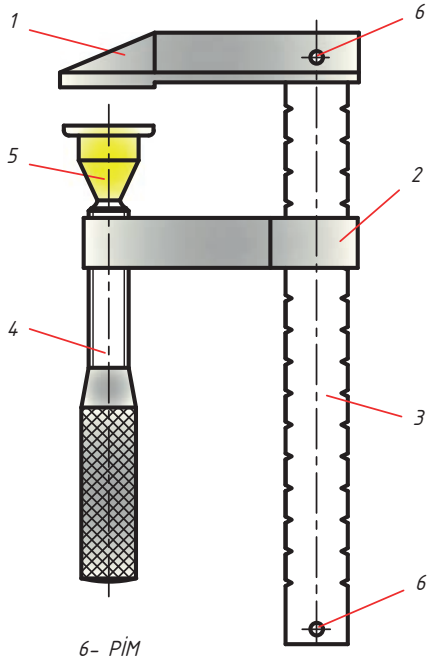
6. DESTEK MİLİ (3 adet)



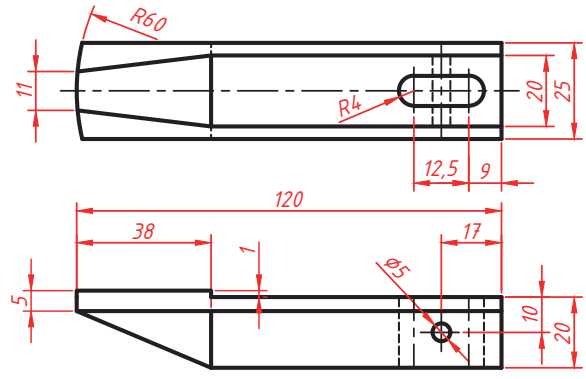
5. M6 ŞAPKALI (KÖR) SOMUN (8 adet- Hazır)



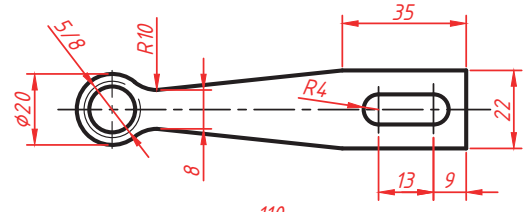
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



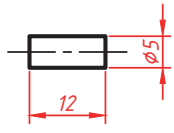
1-SABİT ÇENE

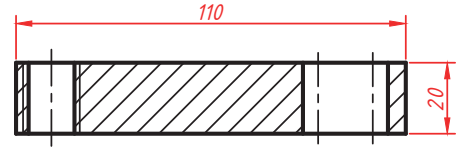


2-HAREKETLİ ÇENE

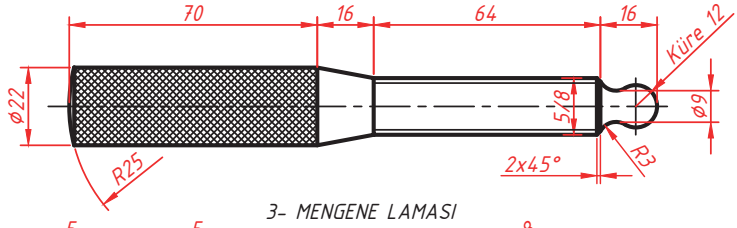


6- PİM

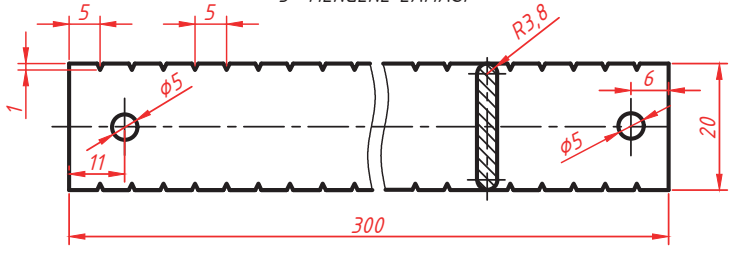




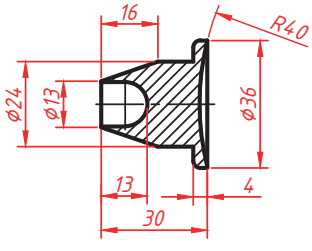
4- SIKMA KOLU



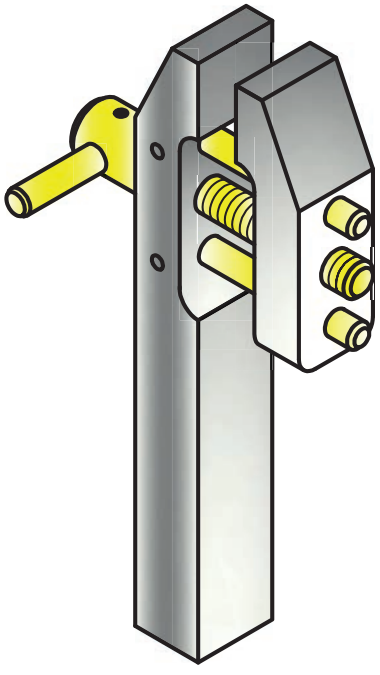
3- MENGENE LAMASI

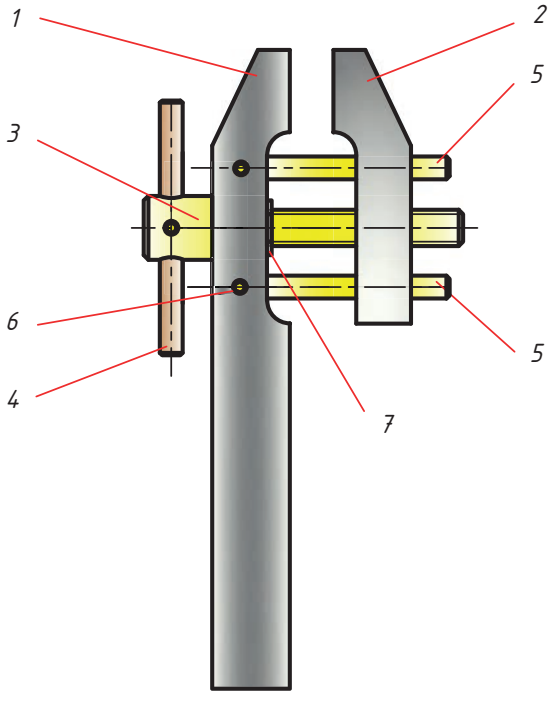


5- SIKMA PAPUCU

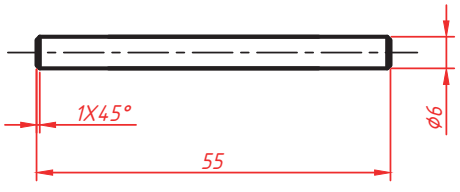


| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |

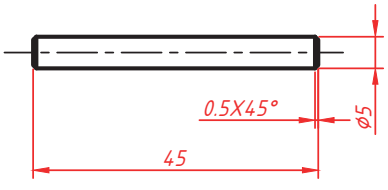




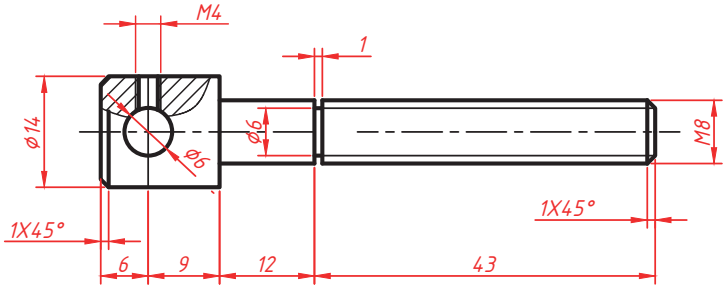
4- SAP



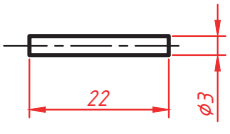
5-KILAVUZ PİMİ (2 adet)



3-VİDALI MİL



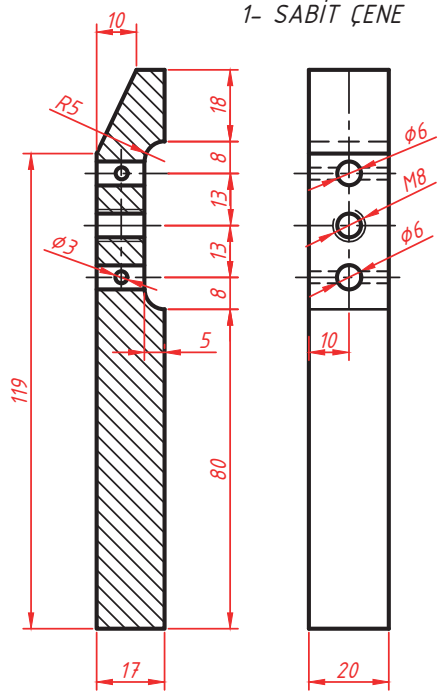
6-SABİTLEME PİMİ (2 adet)



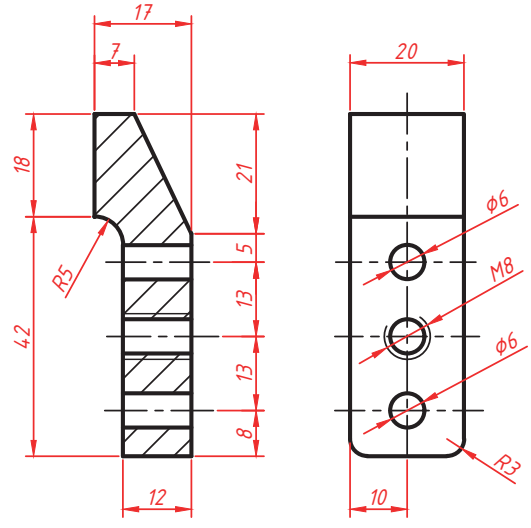
7-SEGMAN (Hazır)

İç çap ölçüsü ø6 mm

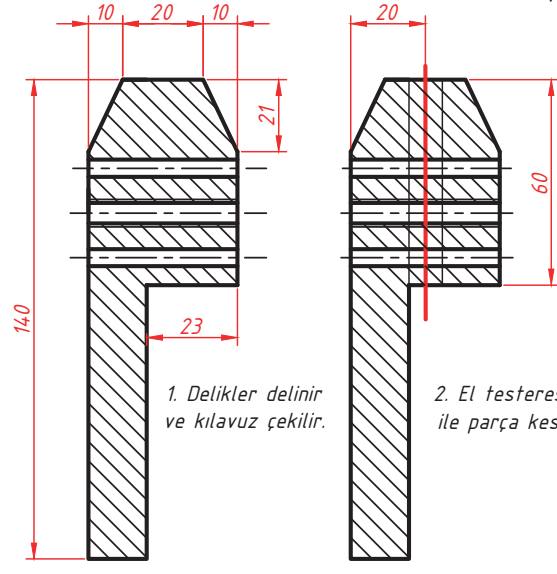
1- SABİT ÇENE



2-HAREKETLİ ÇENE

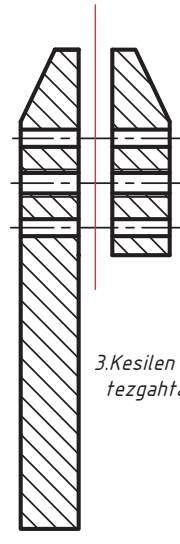


- Çenelerde İşlem Sırası

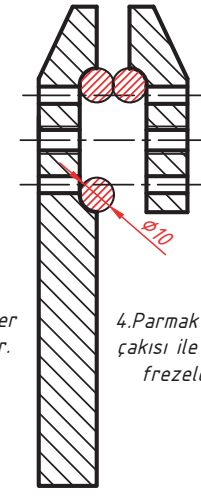


1. Delikler delinir ve kılavuz çekilir.

2. El testeresi ile parça kesilir.

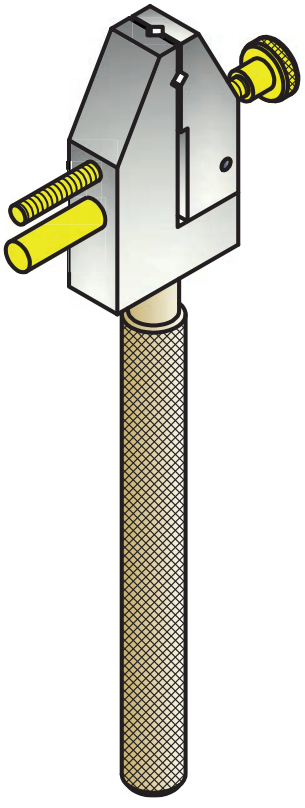


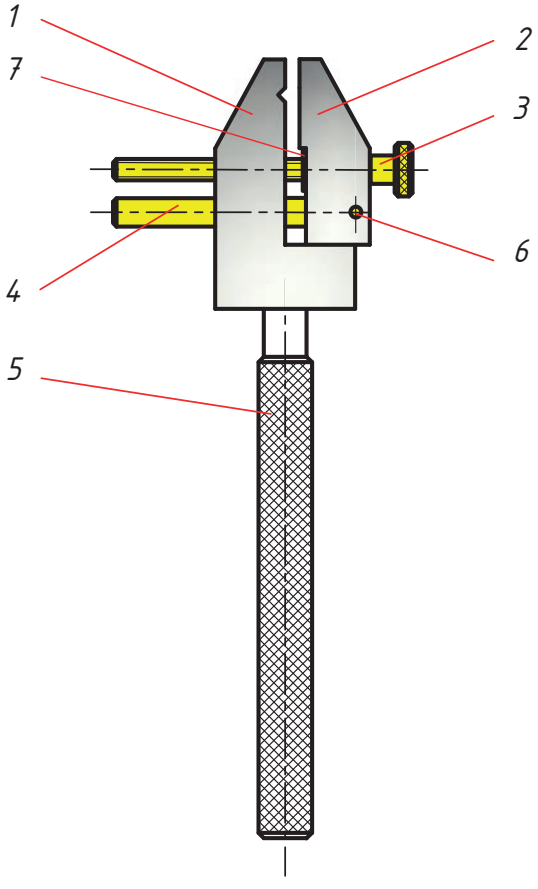
3.Kesilen yüzeyler tezgahta işlenir.



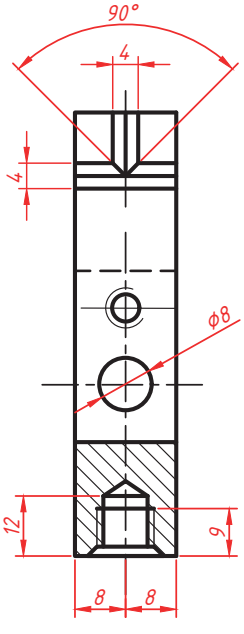
4.Parmak freze çakısı ile kanal frezelenir.

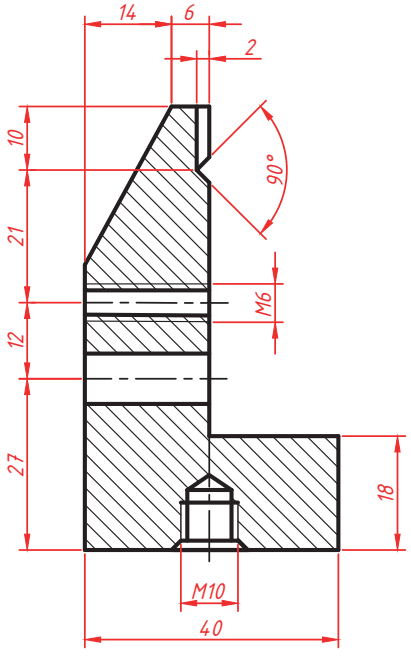
Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Sabit çene ölçüleri	Hareketli çene ölç.	Kılavuz mili ölçüleri	Sabitleme pimi ölç.	Vidalı mil ölçüleri	Sap ölçüleri	Montaj														Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	15	15	10	10	15	5	10														100	
Öğrencinin Aldığı Puan																								



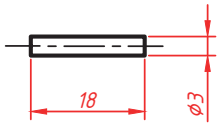


1-SABİT ÇENE



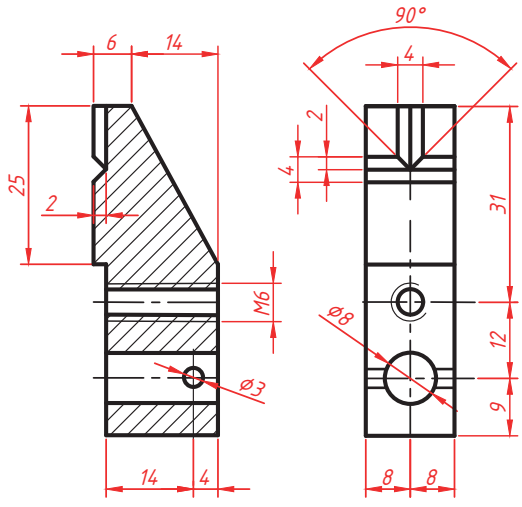


6-PİM

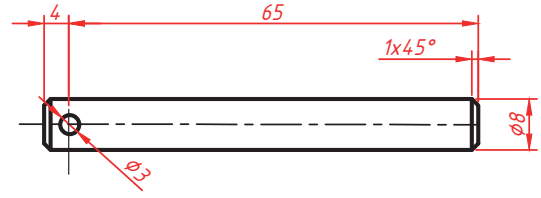


7-SEGMAN (Hazır)

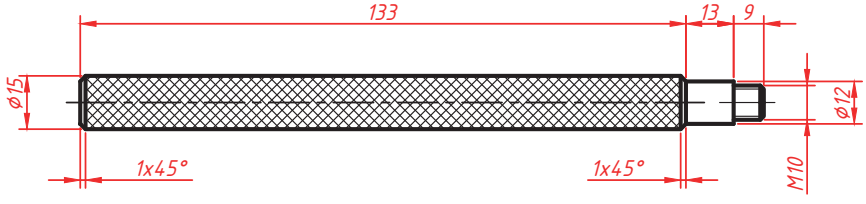
2-HAREKETLİ ÇENE



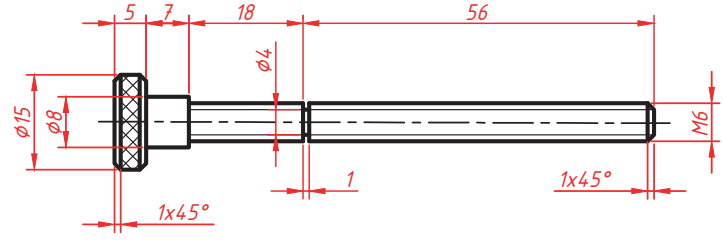
4-KILAVUZ MİLİ



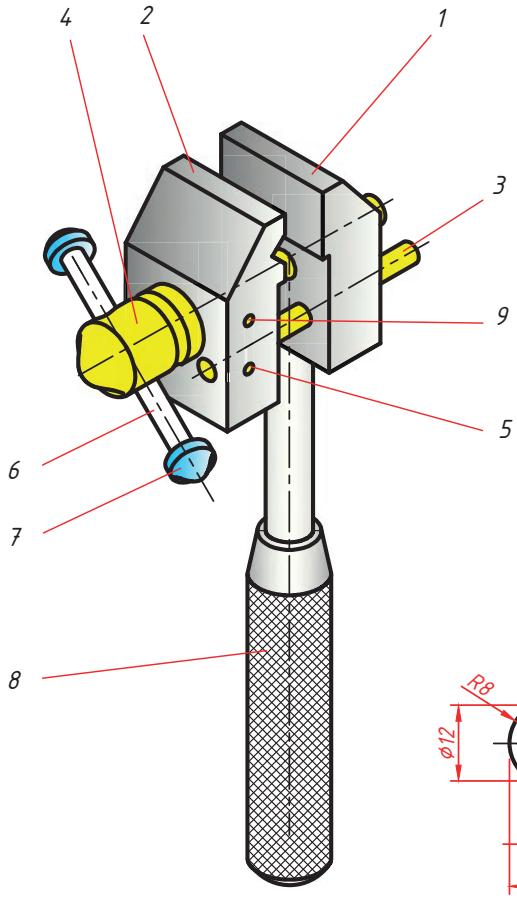
5-MENGENE SAPI



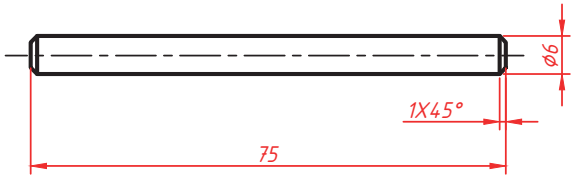
3-SIKMA CIVATASI



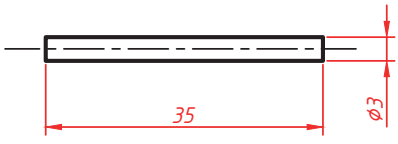
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



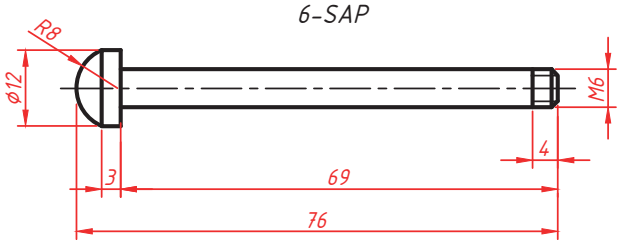
3-KILAVUZ MİLİ (2 Adet)



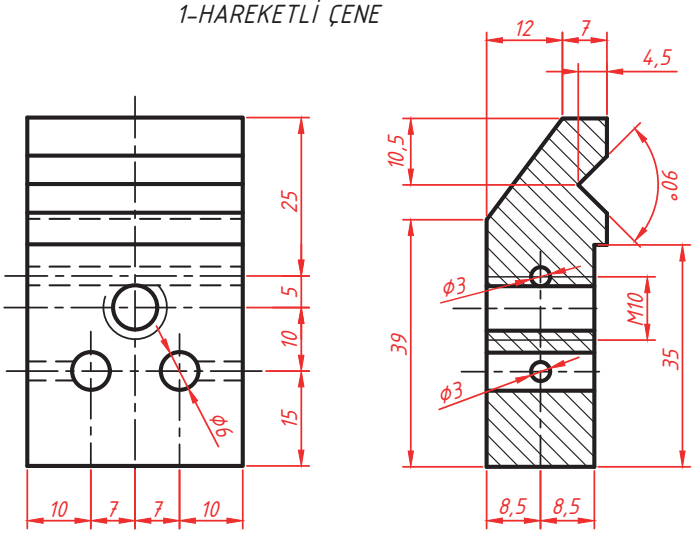
9-PİM



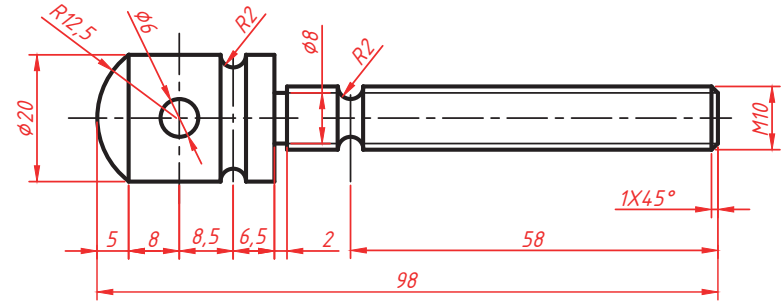
6-SAP



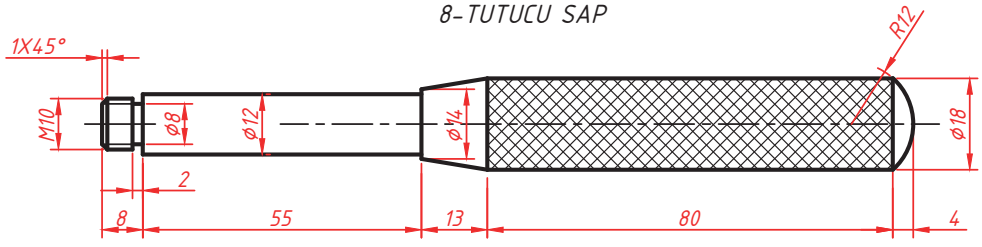
1-HAREKETLİ ÇENE



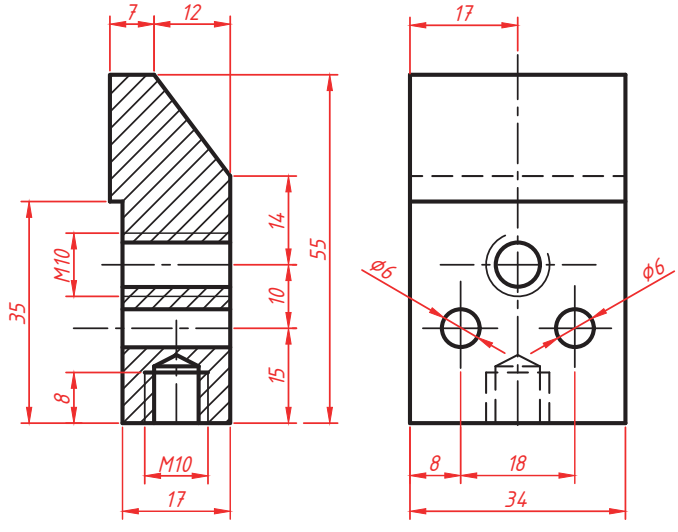
4-VİDALI MİL



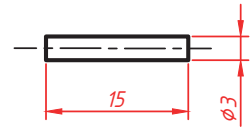
8-TUTUCU SAP



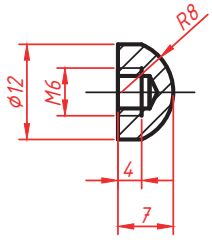
1-SABİT ÇENE



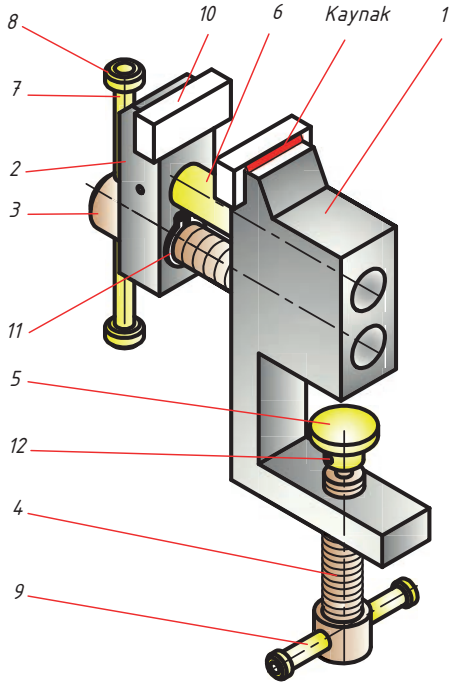
5-SABİTLEME PİMİ (2 adet)



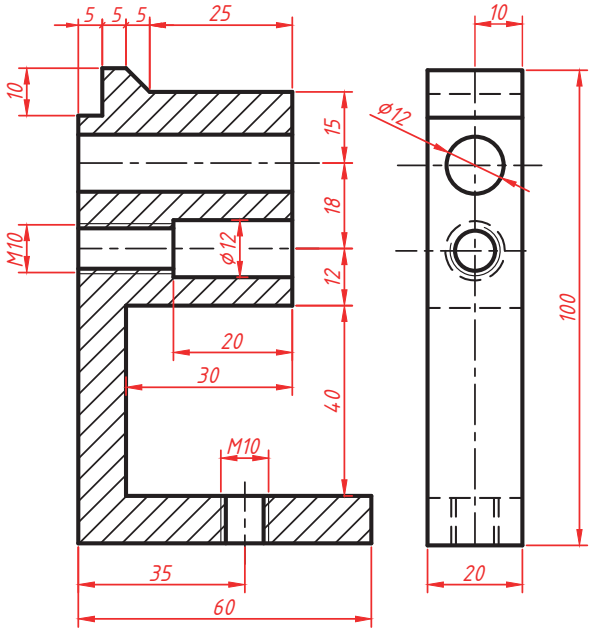
7-SAP BAŞI



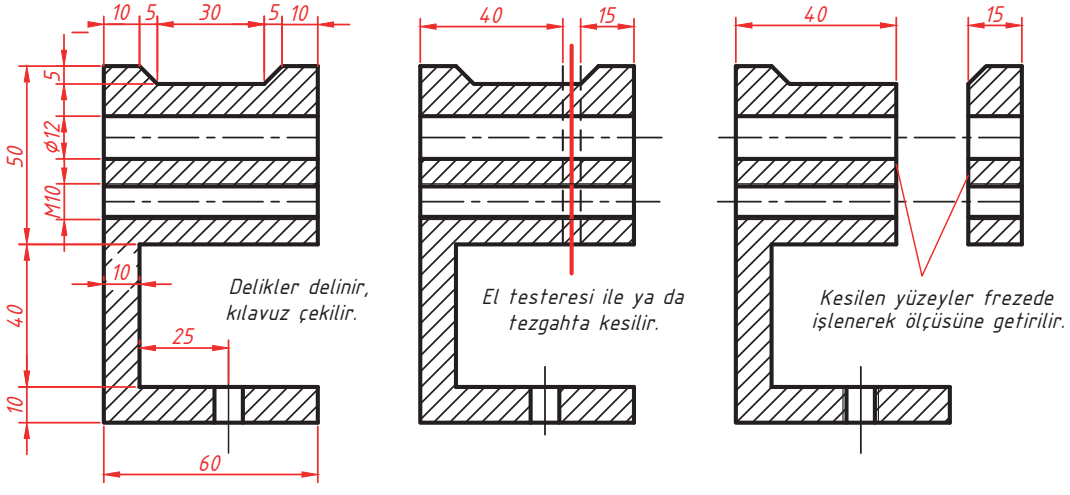
Başlama Tarihi				Verilen Süre																								
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Sabit çene ölçüleri	Hareketli çene ölç.	Kılavuz mili ölçüleri	Sabitleme pimi ölç.	Tutucu sap ölçüleri	Sap ölçüleri	Pim ölçüleri	Vidalı mil ölçüleri	Montaj														Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	15	15	5	3	12	5	3	12	10														100			
Öğrencinin Aldığı Puan																												



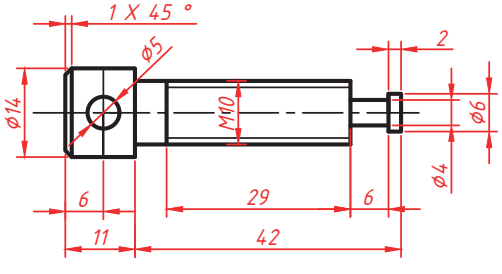
1-SABİT ÇENE



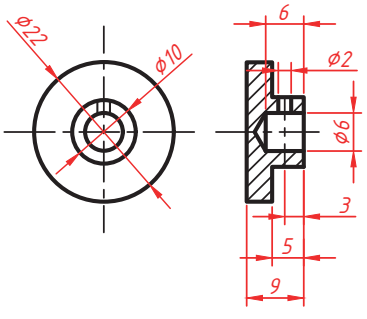
Çenelerde İşlem Sırası



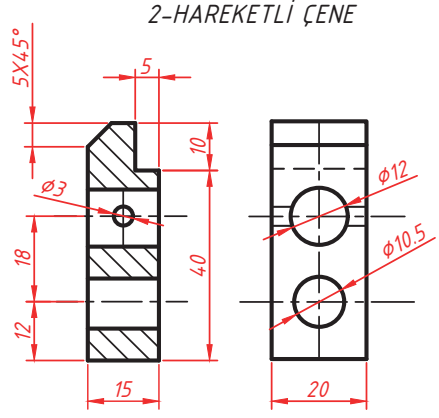
4-PAPUÇ SIKMA MİLİ



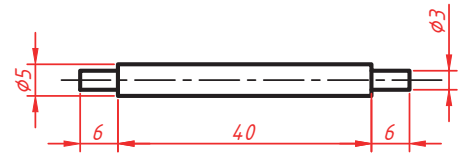
5-SIKMA PAPUCU



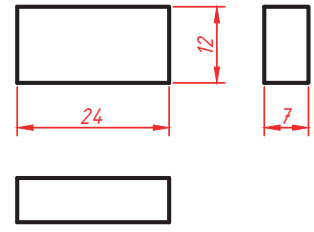
2-HAREKETLİ ÇENE



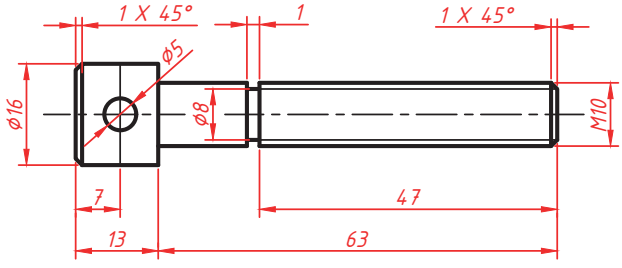
9. ALT SAP MİLİ



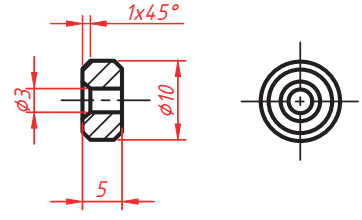
10-MENGENE AĞZI (2 adet)



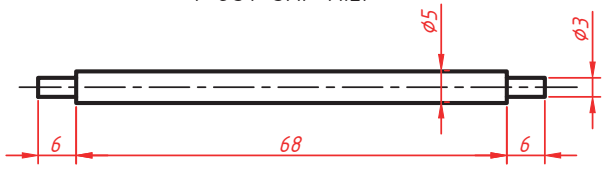
3-MENGENE SIKMA MİLİ



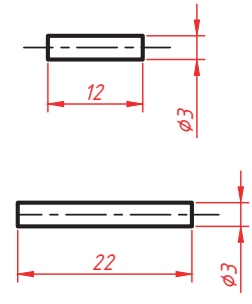
8-SAP BAŞI (4 adet)



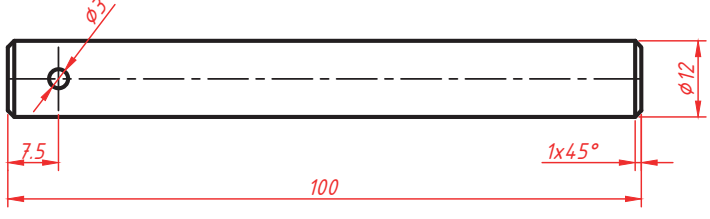
7-ÜST SAP MİLİ



11. PİMLER

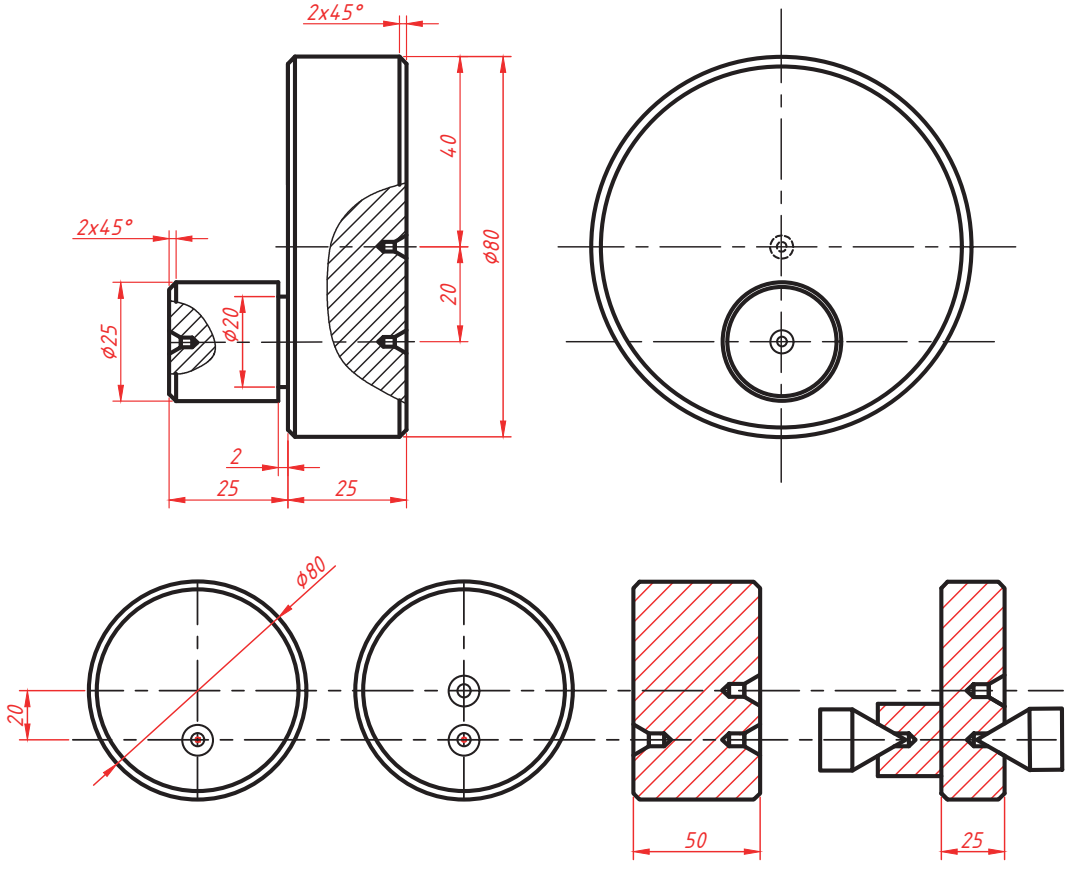


6-KILAVUZ MİL



11-SEGMAN (Hazır) İç çap ölçüsü ø8 mm

Başlama Tarihi				Verilen Süre																			Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre												Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı-Zaman	Sabit çene ölçüleri	Hareketli çene ölç.	Papuç sıkma mili ölç.	Sıkma papucu ölç.	Mengene sıkma mili	Kılavuz mil ölçüleri	Üst sap mili ölç.	Alt sap mili ölç.	Mengene ağzı ölç.	Sap başı ölç.(4 ad.)	Pim ölçüleri	Montaj										Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10										100			
Öğrencinin Aldığı Puan																										



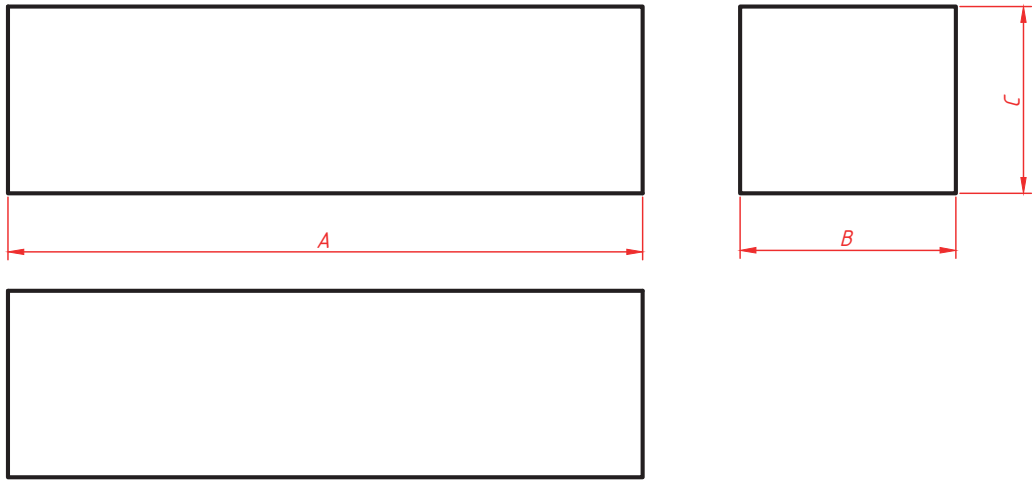
- İşlem Sırası

1. Parça ø80x50 mm ölçülerinde tornalanır ve uç kısımlarına 2x45° pah kırılır.
2. Parça merkezinin 20 mm alt kısmı çift yönlü olarak markalanır ve matkap tezgahında markalanan kısımlardan punta deliği delinir.
3. Delinen punta deliklerinden paraçol aynası ile punta arasına bağlanan parça tornalanarak ø25 ölçüsüne getirilir.
4. 2 mm genişliğindeki kanal ø23 ölçüsünde tornalanır.
5. Bir ince dişli eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları alınır.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, punta matkabı, kaba talaş kalemi, kanal kalemi, fırdöndü aynası, ince dişli eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Markalama	Punta deliği delme	Eksantrik tornalama	ø25 ölçüsü	ø80 ölçüsü	20 ölçüsü	25 ölçüsü (2 adet)	2 ölçüsü											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	15	10	10	5	5	5											100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							

Tolerans: ±0,02

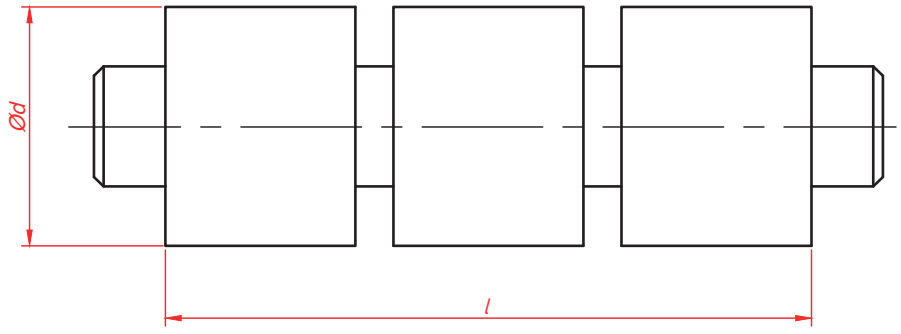


- İşlem Sırası

1. İş parçası taşlama payı bırakılarak istenen ölçülerde frezelenir.
2. Parçanın gönyesi kontrol edilir ve varsa çapakları temizlenir.
3. Parça düzlem yüzey taşlama tezgahının manyetik tablasına bağlanır. Bağlama sırasında parçanın önüne ve arkasına kaymayı önlemek için destek parçaları konulur.
4. İş parçasını taşın altına getirerek taş aşağı indirilir.Taş işe yaklaştığında tablayı hareketli konuma getirerek taşın talaş alması sağlanır ve tambur sıfırlanır.
5. Taşlama esnasında soğutma sıvısını kullanılır, ölçü tamamlanıncaya kadar uygun talaş derinliği ve ilerleme verilerek iş parçası taşlanır.
6. Tüm yüzeyler aynı şekilde taşlanır.
7. Taşlama işleminden sonra parça tabladan sökülerek temizlenir.

Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	1. yüzeyi taşlama	2. yüzeyi taşlama	3. yüzeyi taşlama	4. yüzeyi taşlama	A ölçüsü	B ölçüsü	C ölçüsü											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10											100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

Tolerans ± 0,01



- İşlem Sırası

1. Hidrolik sistemi tezgah önce 5-10 dakika çalıştırınız ve iş parçasını bağlayınız.
2. Tabla ilerleme tertibatını kullanarak taşı iş parçası üzerine yanaştırınız.
3. Soğutma sıvısını açınız ve taşı indirerek ilk talaşı alınız.
4. Parça kalınlığını ölçerek verilecek toplam talaş derinliğini belirleyiniz. .
5. Kolları kullanarak dalma miktarını ve yana kayma miktarının ayarlarını yapınız.
6. Otomatik ilerleme tertibatını çalıştırarak talaş alma işlemini tamamlayınız.
7. Talaş alma işleminden sonra taşı emniyetli çalışma mesafesine çekiniz.
8. Taşlama işleminden sonra parça tabladan sökülerek temizlenir.
9. Ölçme işlemini yapılarak talaş alma işlemini tamamlanıp tamamlanmadığını kontrol edilir.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Tezgah ayarları	Taşlama işlemi	Ød ölçüsü																		
Takdir Edilen Puan	10	10	20	20	20	20																		
Öğrencinin Aldığı Puan																								

Öğrencinin Adı/Soyadı

Sınıf

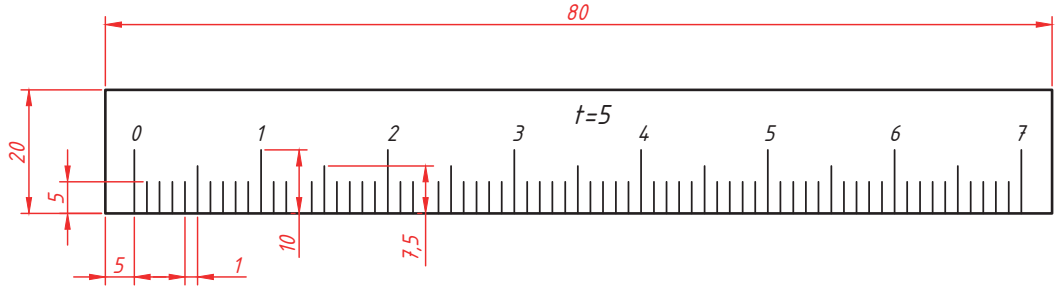
No

Gereç

Öğretmenin Adı/Soyadı:

İmza

Takdir Edilen Puan: 100



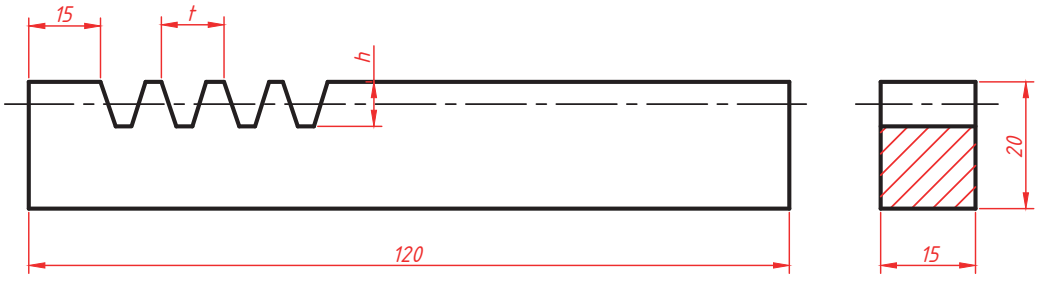
- İşlem Sırası

1. İş parçası taşlama payı bırakılarak frezelenir.
2. Frezelenmiş parça düzlem yüzey taşlama tezgahında 20 x 80 x 5 ölçülerine getirilir.
3. Doğrusal bölme apararı tezgaha bağlanır.
4. 20 x 80 x 5 ölçülerinde frezelenmiş iş parçası mengeneye bağlanır.
5. Kesici takım malafa yardımı ile tezgaha bağlanır.
6. Kesici takım parçanın üzerine değdirilir ve ölçü tamburu sıfırlanır.
7. Kesici takım sol yan kısımdan parçaya değdirilir ve sağa-sola hareket tamburu sıfırlanır .
8. Tabla sağa doğru 5 mm ilerletilir, 0.1 mm talaş derinliği verilerek ilk bölüntü çizgisi 10 mm uzunluğunda ileri doğru hareket ile çizilir.
9. Tabla aynı yönde geri çekilir. Sağa doğru 1 mm kaydırılarak 5 mm uzunluğundaki ikinci bölüntüyü çizme işlemine geçilir.
10. Tüm bölüntüler çizilene kadar ayna işleme devam edilir.
11. Eğe ve zımpara yardımı ile parçanın çapakları alınarak temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, döner tabla, çarpma freze çakısı, eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	5 mm ölçüsü	7,5 mm ölçüsü	10 mm ölçüsü	1 mm ölçüsü	20 mm ölçüsü	80 mm ölçüsü	5 mm kalınlık ölç.											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10											100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

Uygulama 44 — Süre: 8 saat



- Çevirme oranı hesabı $\frac{Z}{Z1} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{t \cdot K}{T \cdot Ht}$

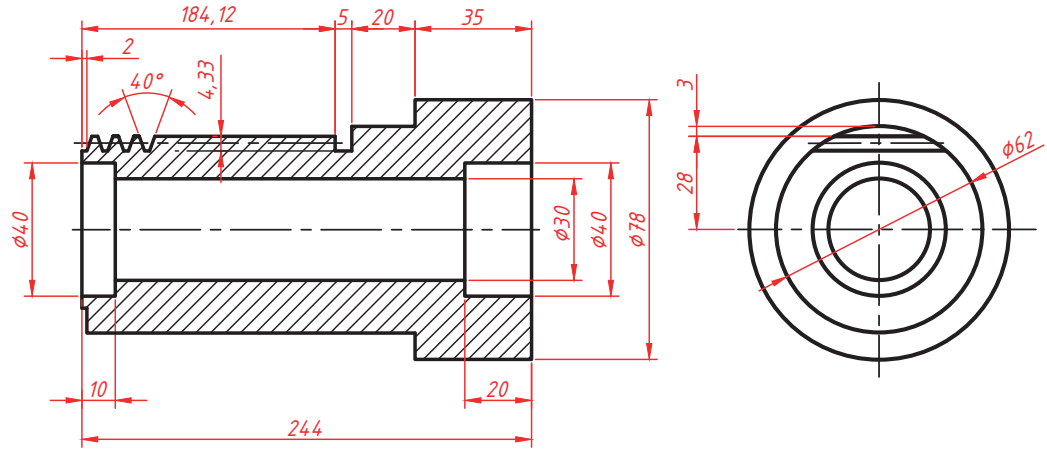
- Formüller $t = m \cdot \pi$ $h = 1{,}166 \cdot m$ $Lo = Lk + t = t.(Z - 0{,}5)$

- İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı 120 x 15 x 20 ölçülerinde frezelenir.
2. Kremayer dişli için dişli çark donanım hesabı yapılır.
3. Hesaplanan dişli çarklar paraçol yardımı ile tezgah millerine takılır.
4. İş parçası tablaya parçanın hareketi doğrultusunda bağlanır.
5. Sonsuz diş açan modül freze çakısı seçilerek freze malafasına takılır.
6. Delikli ayna çevirme kolu oranı ve makas ayarı yapılır.
7. Kesici iş parçasının üzerinde bir kağıt yardımı ile sıfırlanır.
8. Dişler oluşturulmadan önce diş izleri oluşturularak ölçülmeli , ölçü doğru ise diş açma işlemine geçilmelidir.
9. İlk diş açıldıktan sonra divizör çevirme kolu, çevirme oranı kadar döndürülerek sırası ile diğer dişler açılır.
10. İstenen diş sayısı elde edilene kadar aynı işlemler tekrar edilir.
11. Parça sökülerek çapakları temizlenir. Modül kumpası ile ölçü kontrolü yapılır.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	120 mm ölçüsü	15 mm ölçüsü	20 mm ölçüsü	t ölçüsü	h ölçüsü	Lo ölçüsü	Dişli hesabı	Çevirme oranı hes.											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	10	10	8	10	10											100		
Öğrencinin Aldığı Puan																								



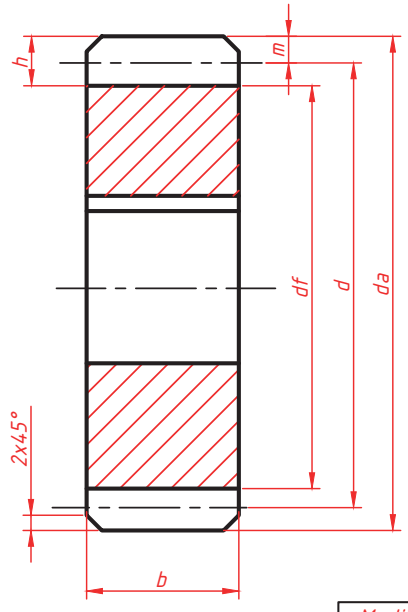
KREMAYER DİŞLİ			
m – Modül	2	Diş profili (trapez)	40°
t – Adım	6,28	h – Diş yüksekliği	4,332
Z2 – Diş sayısı	29	Z1 – Eş dişli diş sayısı	19

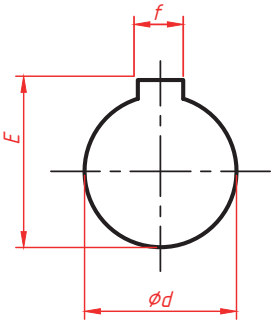
– İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı verilen ölçülerde frezelenir.
2. Kremayer dişli için dişli çark donanım hesabı yapılır.
3. Hesaplanan dişli çarklar paraçol yardımı ile tezgah millerine takılır.
4. İş parçası ayna-punta arasına parçanın hareketi doğrultusunda bağlanır.
5. Parçanın üst kısmı tarama freze çakısı ile 3 mm derinliğinde boşaltılır.
6. Sonsuz diş açan modül freze çakısı seçilerek freze malafasına takılır.
7. Delikli ayna çevirme kolu oranı ve makas ayarı yapılır.
8. Kesici iş parçasının üzerinde bir kağıt yardımı ile sıfırlanır.
9. h:4,332 mm talaş derinliği verilerek ilk diş açılır. Divizör döndürülerek diğer dişe geçilir.
10. İstenen diş sayısı elde edilene kadar aynı işlemler tekrar edilir.
11. Parça sökülerek çapakları temizlenir. Modül kumpası ile ölçü kontrolü yapılır.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, tarama çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																	Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı											
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	184,12 ölçüsü	5 ölçüsü	20 ölçüsü	35 ölçüsü	ø30 ölçüsü	ø40 ölçüsü	ø62 ölçüsü	ø78 ölçüsü	40° ölçüsü	4,33 ölçüsü	2 ölçüsü							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	5	10	5	5	5	5	5	10	10	5	10	5							100			
Öğrencinin Aldığı Puan																								





da= d + 2 . m
d= m x Z
df= d - 2,166 . m
h= 2.166 . m
b= 7-10 . m
n= k / Z

Mevcut Freze Çakısı Modülleri					
1,5	1,75	2	2,25	2,5	3

Modül Çakısı Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Açılacak diş sayısı	12	14	17	21	26	35	55	135 ve üzeri
	13	16	20	25	34	54	134	

Divizör Delikli Aynası Delik Sayıları									
A Yüzeyi Delikleri	16	18	20	23	29	33	39	43	49
B Yüzeyi Delikleri	15	17	19	21	27	31	37	41	47

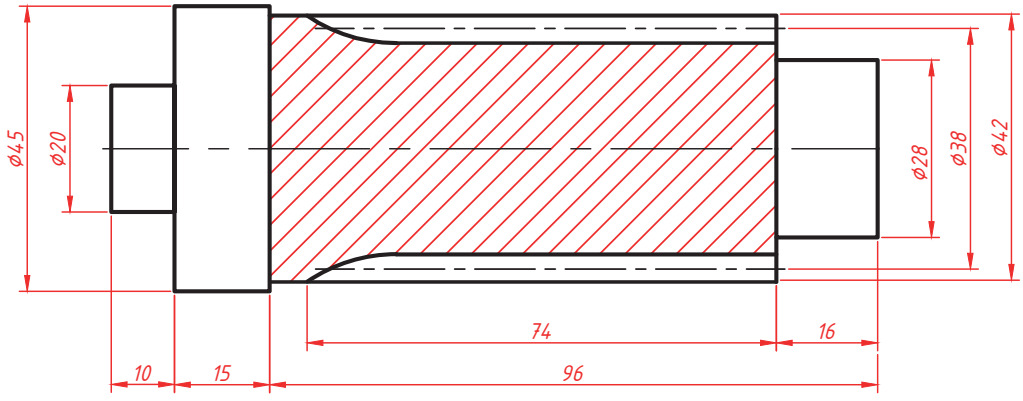
- İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı hesaplara göre tornalanır.
2. Malafaya takılan dişli taslağı ayna-punta arasına bağlanır.
3. Modül freze çakısı malafa üzerine bağlanır ve kağıt yardımı ile parça üzerinde sıfırlanır.
4. Çevirme oranı hesabı (n) yapılır. Hesaplanan değere göre çevirme kolu ve makas ayarlanır.
5. Kesici boşa alınır ve h (diş yüksekliği) kadar derinlik verilir.Tabla ilerletilerek ilk diş açılır.
6. Kesici yine boşa alınır, divizör aynası çevirme oranı kadar döndürülerek ikinci diş açılır.
7. Aynı işlem tekrarlanarak sırası ile diğer dişler açılır.

. Bütün dişler açıldıktan sonra iş parçası sökülür. Eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																				
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	da ölçüsü	df ölçüsü	t ölçüsü	b ölçüsü	Ød ölçüsü	h ölçüsü	Dişli hesabı	Çevirme oranı hes.											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	10	10	8	10	10											100		
Öğrencinin Aldığı Puan																								



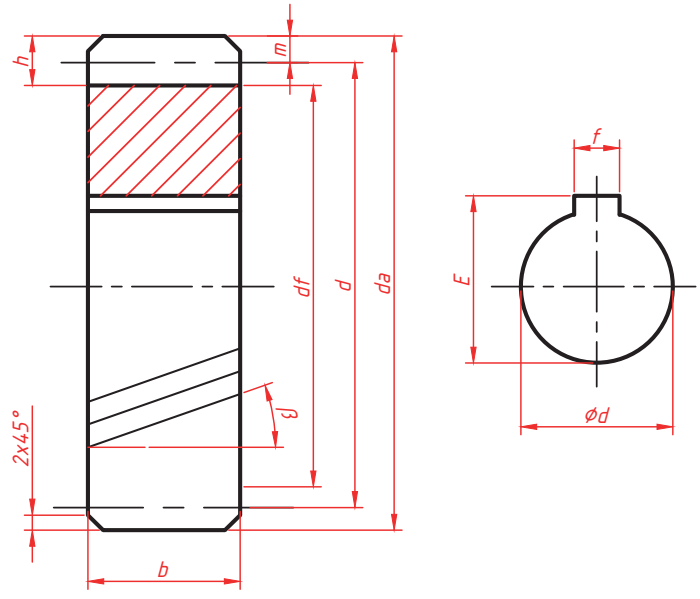
DÜZ DİŞLİ ÇARK	
m – Modül	2
t – Adım	6,28
Z1 – Diş sayısı	19
Z2 – Diş sayısı	29
a – Eksenler arası mesafe	150
h – Diş yüksekliği	4,332

– İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı hesaplara göre tornalanır.
2. Malafaya takılan dişli taslağı ayna-punta arasına bağlanır.
3. Modül freze çakısı malafa üzerine bağlanır ve kağıt yardımı ile parça üzerinde sıfırlanır.
4. Çevirme oranı hesabı (n) yapılır. Hesaplanan değere göre çevirme kolu ve makas ayarlanır.
5. Kesici boşa alınır ve h: 4,332 mm kadar derinlik verilir. Tabla ilerletilerek ilk diş açılır.
6. Kesici yine boşa alınır, divizör aynası çevirme oranı kadar döndürülerek ikinci diş açılır.
7. Aynı işlem tekrarlanarak diğer dişlerde açılır.
8. Bütün dişler açıldıktan sonra iş parçası sökülür. Eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																		
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	da ölçüsü	df ölçüsü	t ölçüsü	b ölçüsü	Ød ölçüsü	h ölçüsü	Dişli hesabı	Çevirme oranı hes.										Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	10	10	8	10	10										100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						



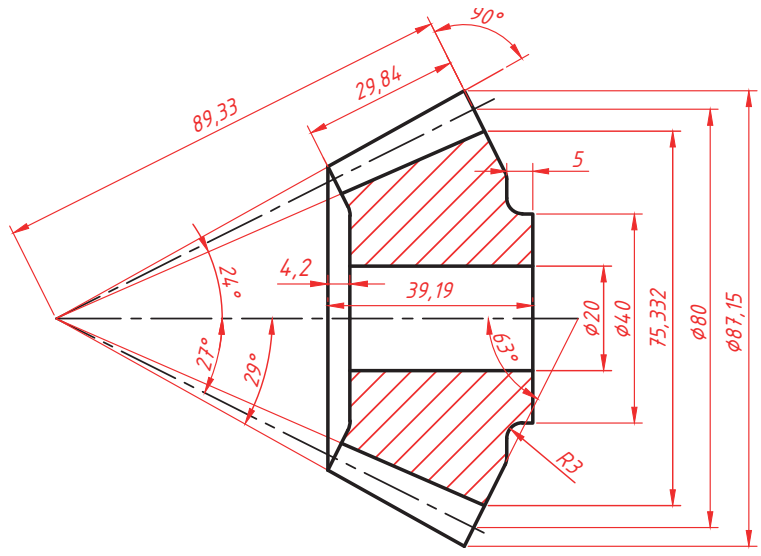
Mevcut Dişli Çark Grupları					
21 (2 adet)	28 (2 adet)	39 (4 adet)	48 (4 adet)	64 (2 adet)	93 (2 adet)
22 (2 adet)	30 (2 adet)	40 (2 adet)	52 (4 adet)	68 (2 adet)	96 (2 adet)
23 (2 adet)	32 (2 adet)	44 (2 adet)	56 (2 adet)	72 (2 adet)	100 (2 adet)
24 (4 adet)	34 (2 adet)	46 (4 adet)	60 (2 adet)	76 (2 adet)	127 (2 adet)

- İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı hesaplara göre tornalanır.
2. Malafaya takılan dişli taslağı ayna-punta arasına bağlanır.
3. Tezgah tablası helis ayar açısı (β) kadar döndürülür.
4. Çevirme oranı hesabı (n) yapılır. Hesaba göre çevirme kolu ile makas ayarı yapılır.
5. Divizör kuyruk mili ile tezgâh tablası arasına hesaplanarak elde edilen dişliler takılır.
6. Modül freze çakısı malafa üzerine bağlanır ve kağıt yardımı ile parça üzerinde sıfırlanır.
7. Kesici boşa alınır ve h (diş yüksekliği) kadar derinlik verilir.Tabla ilerletilerek ilk diş açılır.
8. Divizör aynası çevirme oranı kadar döndürülerek ikinci diş ve diğer dişler sırası ile açılır.
9. Sökülen iş parçasının eğe ve zımpara yardımı ile temizlenir.

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	da ölçüsü	df ölçüsü	t ölçüsü	b ölçüsü	h ölçüsü	Ød ölçüsü	β açı ölçüsü	Dişli hesabı	Çevirme oranı hes.										Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	10	10	8	8	10	10										100	
Öğrencinin Aldığı Puan																							



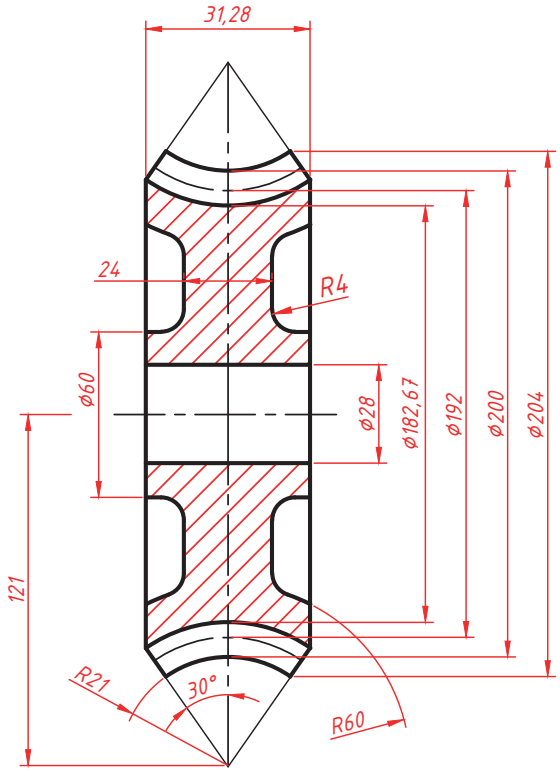
KONİK DİŞLİ ÇARK ELEMANLARI					
m – Modül	4	α – Bölüm dairesi koni açısı	27°	B– Dişli genişliği	39,19
mö– Ön modül	2,412	δ – Diş üstü koni açısı	29°	L– Koni ana doğrusu	89,33
Z1– Diş sayısı	20	β – Sırt Açısı	63°	Sd– Diş düzeltme ölçüsü	1,246
Zi– Sanal diş sayısı	22,446	b – Diş genişliği	29,84	θ – Diş düzeltme açısı	2°20'
γ – Diş dibi koni açısı	24°	h – Diş yüksekliği	8,668	Z2– Eş dişli diş sayısı	40

– İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı hesaplara göre tornalanır.
2. Malafaya takılan dişli taslağı ayna-punta arasına bağlanır.
3. Çevirme oranı hesabı (n) yapılır ve çevirme kolu ile makas ayarlanır.
4. Divizöre bölüm dairesi koni açısı (α = 24°) kadar açı verilir.
5. Ön modül (mö) ve sanal diş sayısı (Zi) dikkate alınarak 4 no'lu modül freze çakısı seçilir.
6. Modül freze çakısı malafa üzerine bağlanır ve kağıt yardımı ile parça üzerinde sıfırlanır.
7. Kesici boşa alınır ve h (diş yüksekliği) kadar derinlik verilir.Tabla ilerletilerek ilk diş açılır.
8. Divizör aynası çevirme oranı kadar döndürülerek ikinci diş ve diğer dişler sırası ile açılır.
9. Diş düzeltme miktarı (Sd) ve diş düzeltme açısına göre (θ) göre tablaya açı verilir.
10. Divizör yardımı ile her diş için ayrı ayrı düzeltme işlemi yapılır.
11. Bütün dişler açıldıktan sonra eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																						
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No		Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	da ölçüsü	df ölçüsü	t ölçüsü	b ölçüsü	h ölçüsü	ød ölçüsü	β açı ölçüsü	Dişli hesabı	Çevirme oranı hes.											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	10	10	8	8	10	10											100			
Öğrencinin Aldığı Puan																										



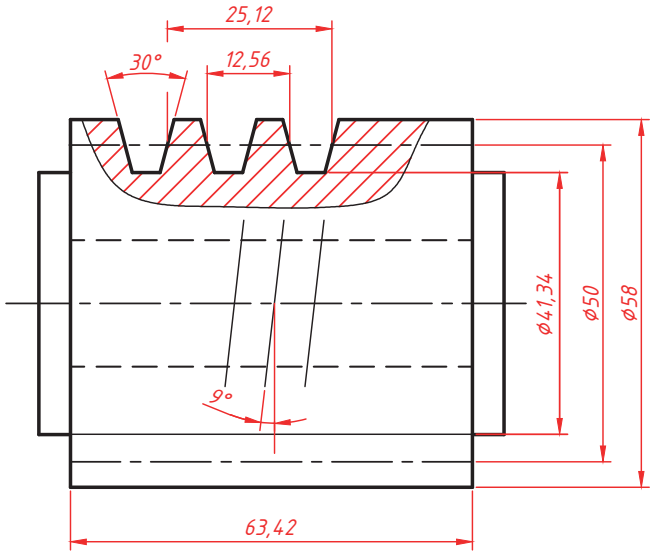
KARŞILIK DİŞLİSİ ELEMANLARI	
m – Modül	4
t – Adım	12,56
Z1 – Sonsuz vida ağız sayısı	2-Sağ
Z2 – Diş sayısı	60
d – Bölüm dairesi çapı	192
d1-Sonsuz vida bölüm dairesi	50
da – Diş üstü dairesi çapı	200
dt – Diş dibi dairesi çapı	182,67
dA – En büyük çap	204
a – Eksenler arası mesafe	121
rk – Profil yarıçapı	21
h – Diş yüksekliği	8,664
δ – Pah açısı	30°
b – Dişli genişliği	25
B – Dişli genişliği	31,28

– İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı dA: 204 mm ölçüsünde tornalanır.
2. Dişlinin her iki tarafına profil açısı (δ) olan 30° ölçüsünde pah kırılır.
3. Dişlinin baş kısmı profil yarıçapı rk=21 mm ölçüsünde profil kalemi ile tornalanır.
4. Dişli taslağı divizör aynasına bağlanır. Kesici parça üzerinde kağıt yardımı ile sıfırlanır.
5. Kesici boşlukta iken h=8.664 mm talaş derinliği verilerek ilk kanal açılır.
6. Divizör kolu hesaplanan devir kadar döndürüldükten sonra ikinci kanal açılır.
7. Bütün dişler elde edilene kadar aynı işleme devam edilir.
8. Bütün dişler açıldıktan sonra eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, profil kalemi, ince dişli eğe ve zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																						
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı									Sınıf		No		Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Bölüm dairesi çapı	Diş üstü çapı	Diş dibi çapı	En büyük çap	Diş yüksekliği	Pah açısı	Profil yarıçapı	Dişli genişliği	Çevirme oranı hes.												Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8												100		
Öğrencinin Aldığı Puan																										



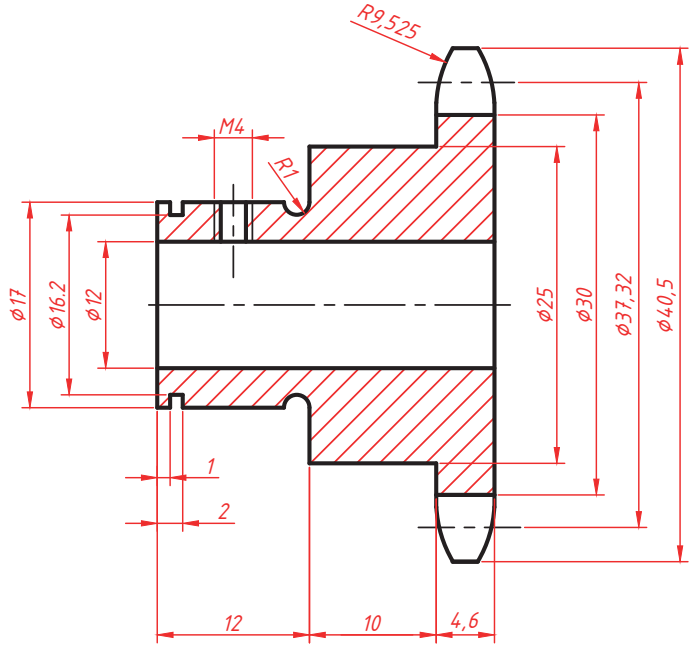
SONSUZ VİDAELEMANLARI	
m – Modül	4
t – Adım	12,56
Z1 – Sonsuz vida ağız sayısı	2-Sağ
Z2 – Diş sayısı	60
d – Bölüm dairesi çapı	50
da – Diş üstü dairesi çapı	58
dt – Diş dibi dairesi çapı	43,336
h – Diş yüksekliği	8,664
H – Helis adımı	25,12
α – Helis açısı	9°
L – Vida boyu uzunluğu	63,424
b – Dişli genişliği	40

– İşlem Sırası

1. Dişli elemanları hesaplanır ve dişli taslağı ø58 mm x 63,42 mm ölçülerinde tornalanır. ortasına göbek çapına uygun delik açılır.
2. Dişli taslağı bir malafa üzerine takılır ve malafa ayna-punta arasına bağlanır.
2. Torna tezgahı modül ölçüsü olan m:4 mm ölçüsü dikkate alınarak ayarlanır.
3. 30° açılı trapez vida kalemi torna tezgahına ekseninde bağlanır.
4. kesici parça üzerinde sıfırlandıktan sonra bir miktar talaş verilerek diş izi oluşturulur,
5. Vida tarağı ile adım kontrolü yapılır. Kontrol sonra diş derinliğine ulaşılıncaya kadar talaş verme işlemine devam edilir.
6. Vida açıldıktan sonra malafadan çıkarılır. Eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir.

–Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, vida tarağı, trapez vida kalemi, eğe, zımpara.

Başlama Tarihi				Verilen Süre																						
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No		Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Bölüm dairesi çapı	Diş üstü çapı	Diş dibi çapı	Diş yüksekliği	Helis açısı 9°	L vida boy ölçüsü	Diş profil açısı 30°													Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10													100			
Öğrencinin Aldığı Puan																										



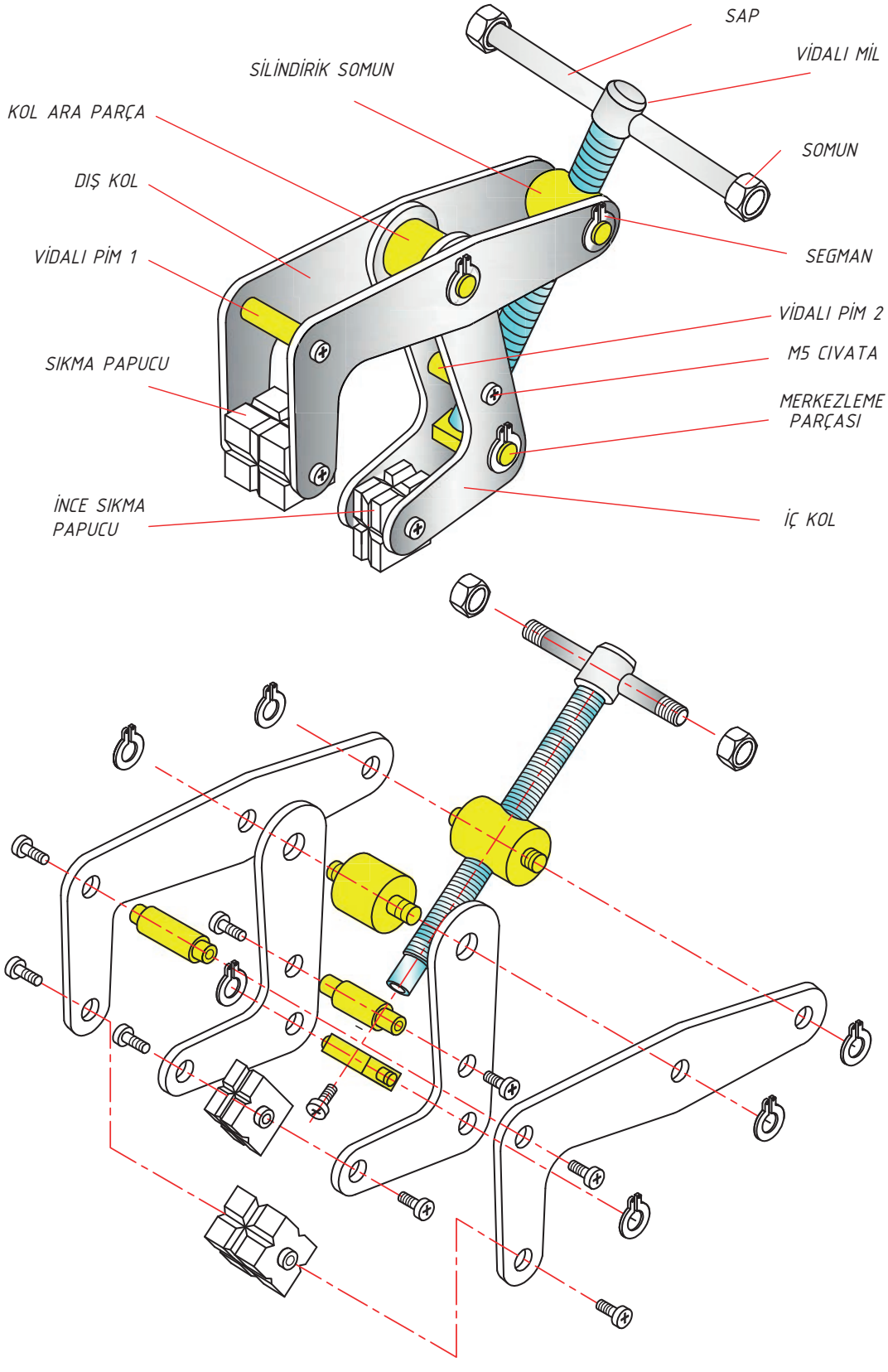
KARŞILIK DİŞLİSİ ELEMANLARI	
t - Adım	9,525
m- Modül	3,5
d- Bölüm dairesi çapı	37,32
da- Diş üstü dairesi çapı	40,5
df- Diş dibi dairesi çapı	30
d1- Makara çapı	6,35
z- Diş sayısı	12
R- Profil yarıçapı	9
h- Diş yüksekliği	10,5
α - Dişler arası açı	15°

- İşlem Sırası

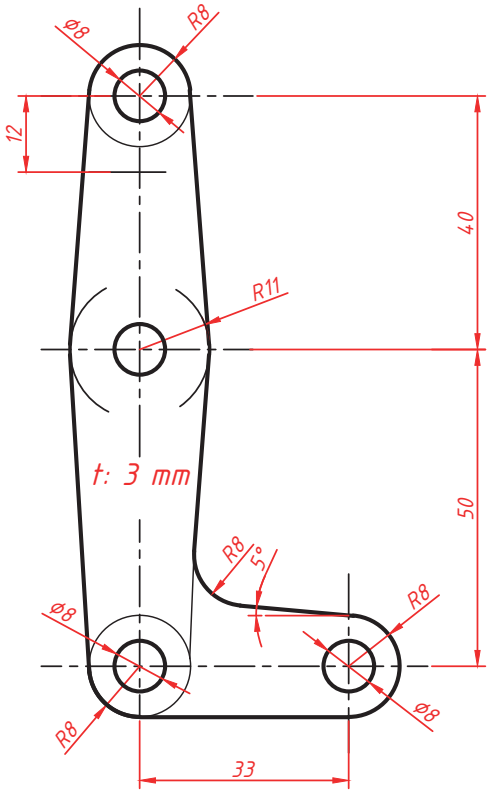
1. Dişli elemanları hesaplanır. Dişli taslağı ø45,5 x 26,6 mm ölçülerinde tornalanır.
2. Dişli verilen ölçülerde kademeli olarak tornalanır.
3. Diş profilleri R 9,525 mm ölçüsünde yuvarlatılır.
4. Parça ø12 mm çapında konik malafaya, malafa ise ayna-punta arasına bağlanır.
5. Açılacak diş sayısına göre seçilen freze çakısı malafa ile fener miline bağlanır.
6. Çevirme oranı hesabı yapılarak divizör ayarlanır.
7. Sıfırlaması yapılan kesici boş kısma alınarak diş yüksekliği kadar talaş derinliği verilir ve ilk diş açılır.
8. İlk diş açma işleminden sonra divizör çevirme oranı kadar çevrilerek ikinci diş açılır
9. Bütün dişler açılana kadar aynı işleme devam edilir.
10. Bütün dişler açıldıktan sonra eğe ve zımpara yardımı ile çapaklar temizlenir

-Kullanılacak Araç, Gereçler: Kumpas, modül kumpası, modül freze çakısı, paraçol, paraçol muylusu, dişliler, profil kalemi, ince dişli eğe ve zımpara.

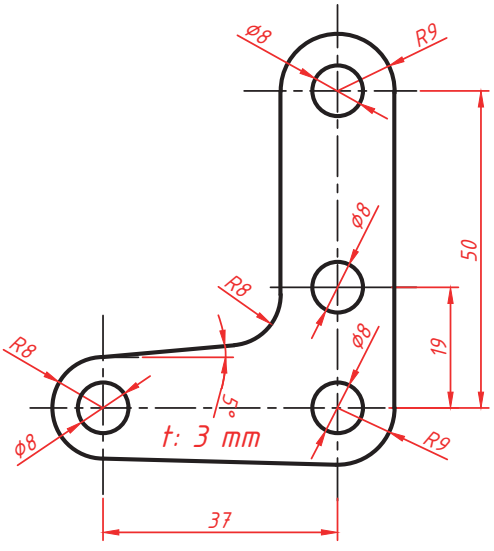
Başlama Tarihi				Verilen Süre																		
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	R 9,525 ölçüsü	M4 kılavuz çekme	ø 16,2 ölçüsü	ø12 ölçüsü	ø25 ölçüsü	ø30 ölçüsü	ø37,32 ölçüsü	ø40,5 ölçüsü	10 ölçüsü	12 ölçüsü	4,6 ölçüsü	1 ölçüsü	2 ölçüsü					Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	8	6	6	6	4	6	8	8	8	4	4	4	4	4					100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						


SAP
VİDALI MİL
SİLİNDİRİK SOMUN
KOL ARA PARÇA
SOMUN
DIŞ KOL
SEGMAN
VİDALI PİM 1
VİDALI PİM 2
M5 CIVATA
SIKMA PAPUCU
MERKEZLEME PARÇASI
İNCE SIKMA PAPUCU
İÇ KOL

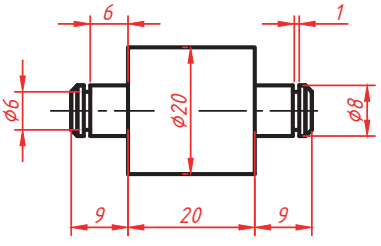
Dış Kol (2 Adet)



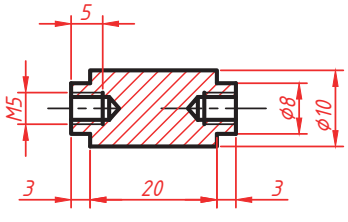
İç Kol (2 Adet)



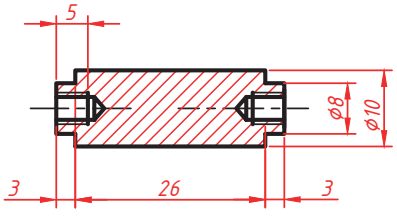
Kol Ara Parça



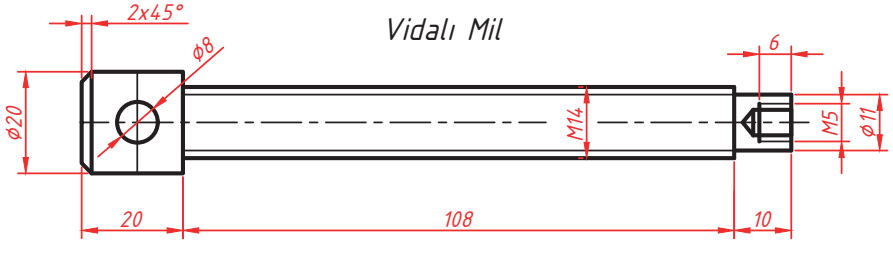
Vidalı Pim 1



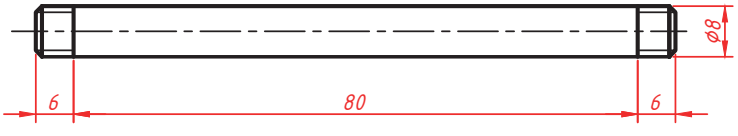
Vidalı Pim 2



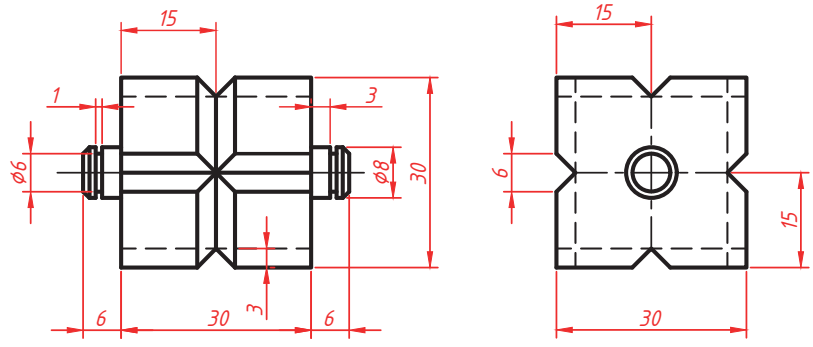
Vidalı Mil



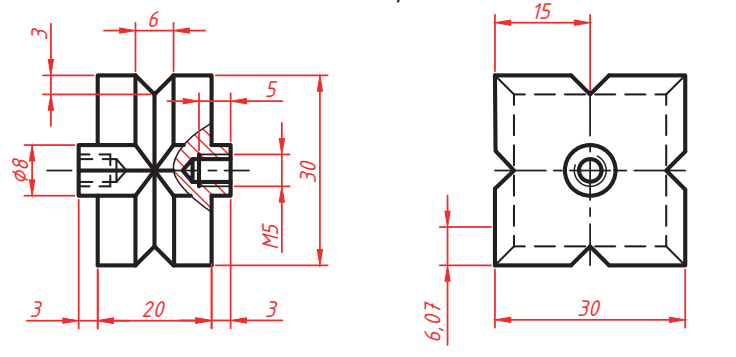
Sap



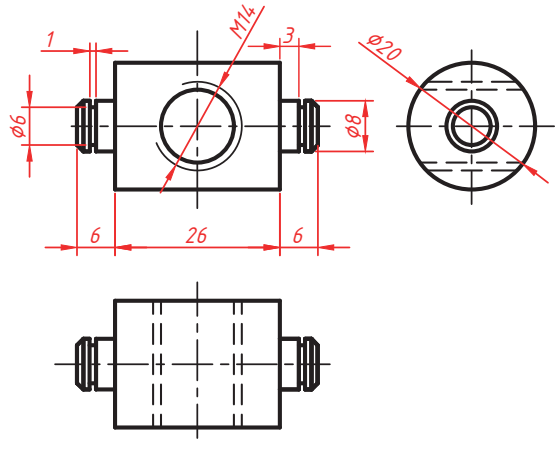
Sıkma Papucu



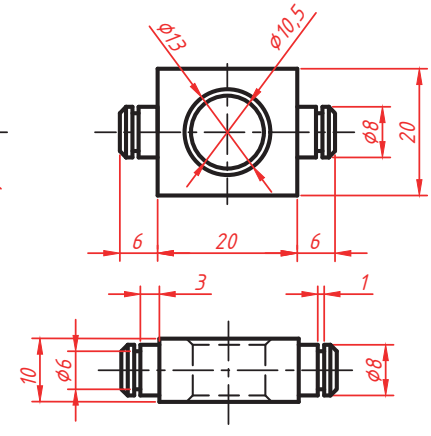
İnce Sıkma Papucu



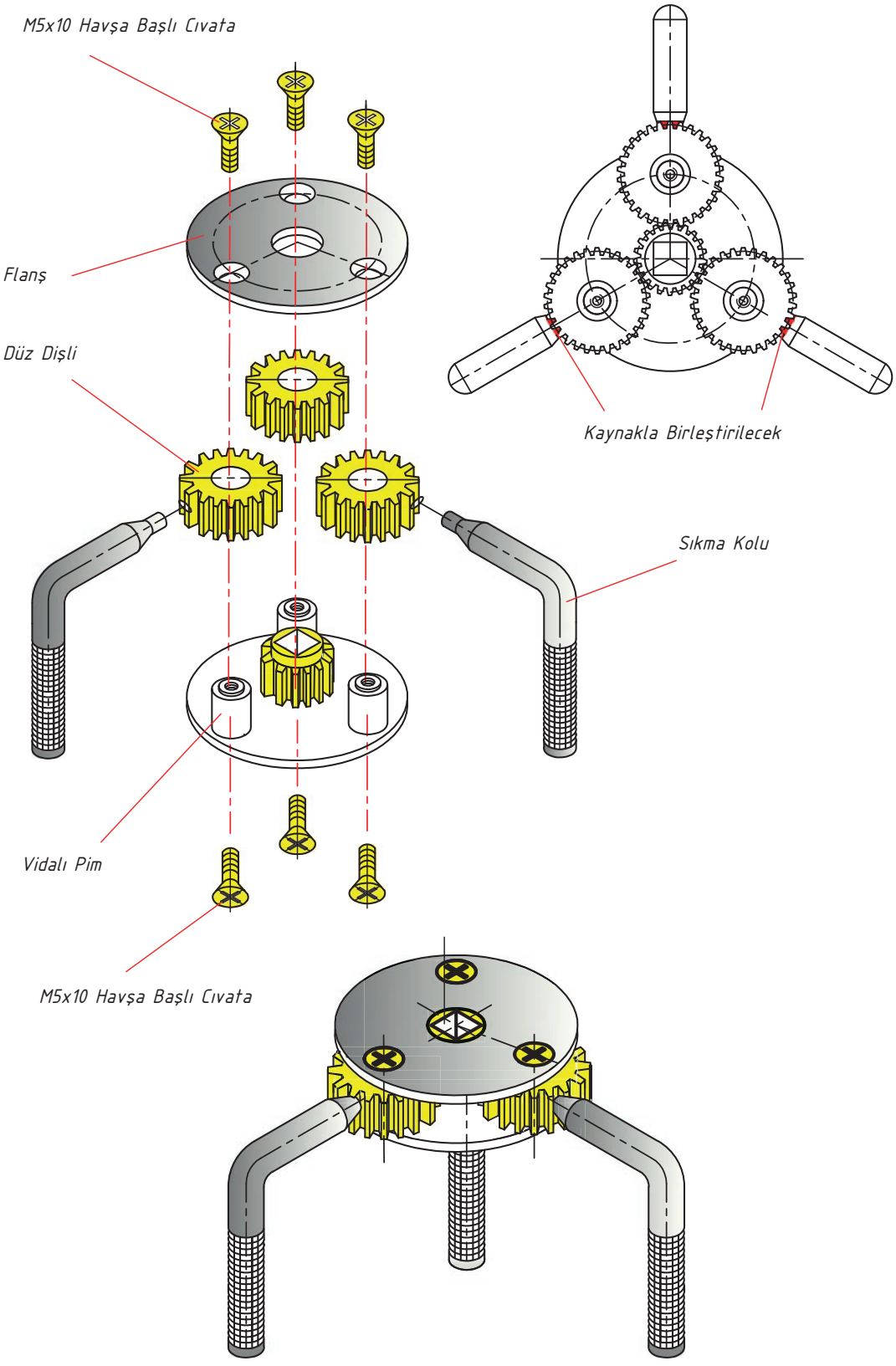
Silindirik Ara Parça



Düz Ara Parça

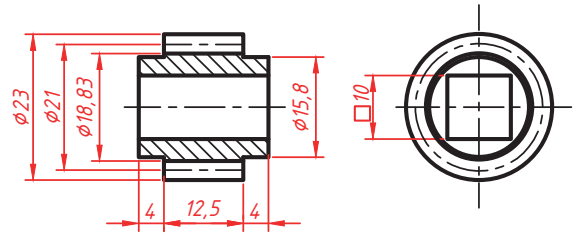


Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																			
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Sıkma Papucu	İnce Sıkma Papucu	Silindirik Ara Parça	Düz Ara Parça	Dış Kol (2)	İç Kol (2)	Vidalı Mil	Kol Ara Parçası	Sap	Vidalı Pim (1)	Vidalı Pim (2)	Montaj							Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza		
Takdir Edilen Puan	5	5	10	10	6	7	10	10	10	6	5	3	3	10							100		
Öğrencinin Aldığı Puan																							


M5x10 Havşa Başlı Cıvata
Flanş
Düz Dişli
Kaynakla Birleştirilecek
Sıkma Kolu
Vidalı Pim
M5x10 Havşa Başlı Cıvata

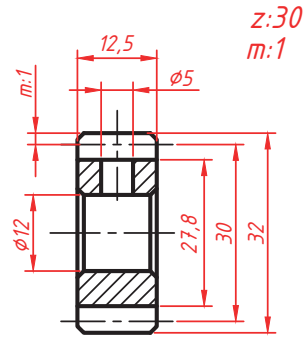
z:21
m:1

Merkezleme Dişlisi (1 adet)

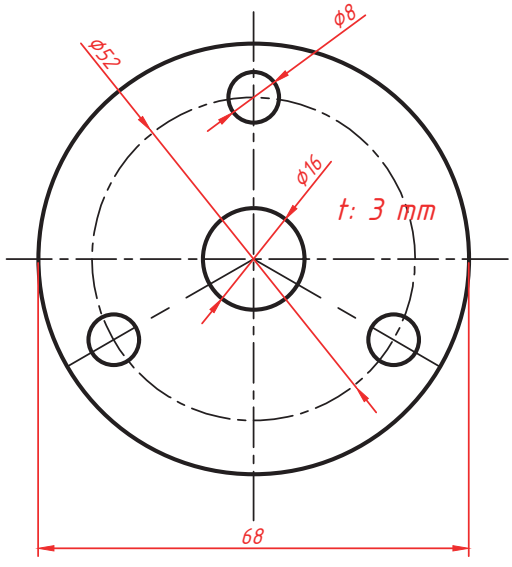


Düz Dişli (3 adet)

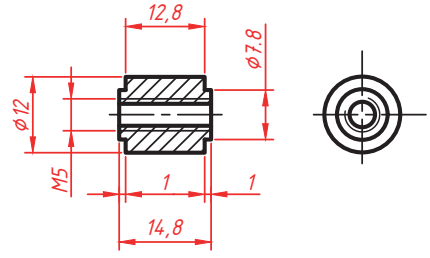
z:30
m:1

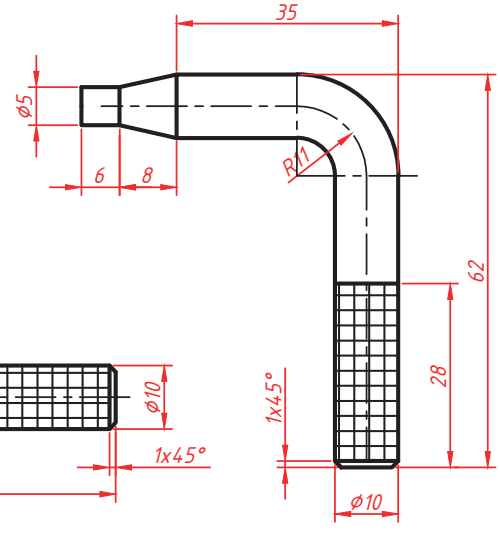


Flanş (2 adet)

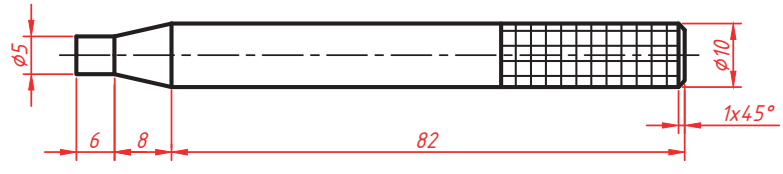


Vidalı Pim (3 adet)

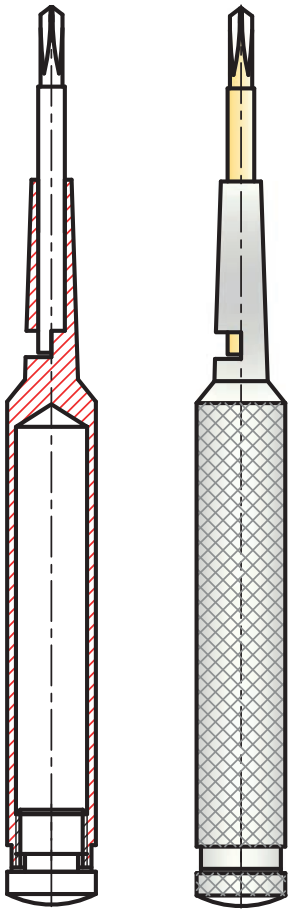


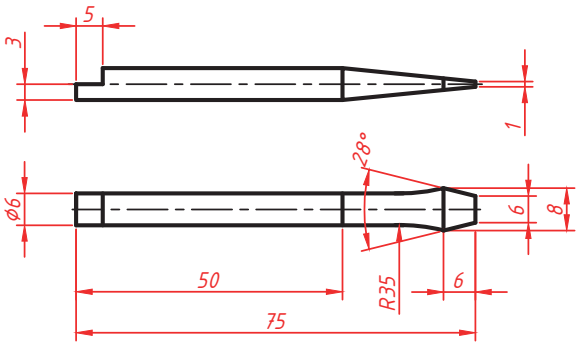


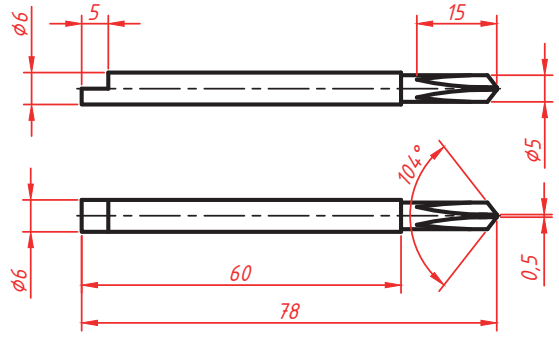
Sıkma Kolu (3 adet)

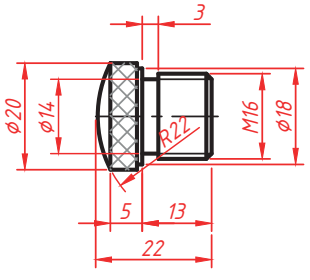


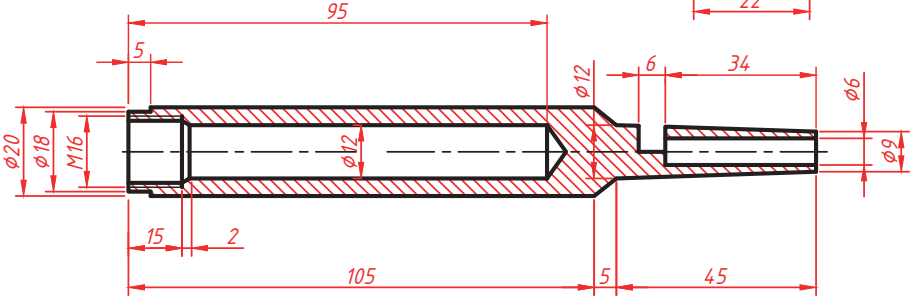
Başlama Tarihi				Verilen Süre																Sınıf	No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı									
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Merkezleme Dişlisi	Düz dişli (3 adet)	Flanş (2 adet)	Sıkma Kolu (3 adet)	Vidalı Pim (3 adet)	Montaj													Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	24	12	15	9	10													100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						



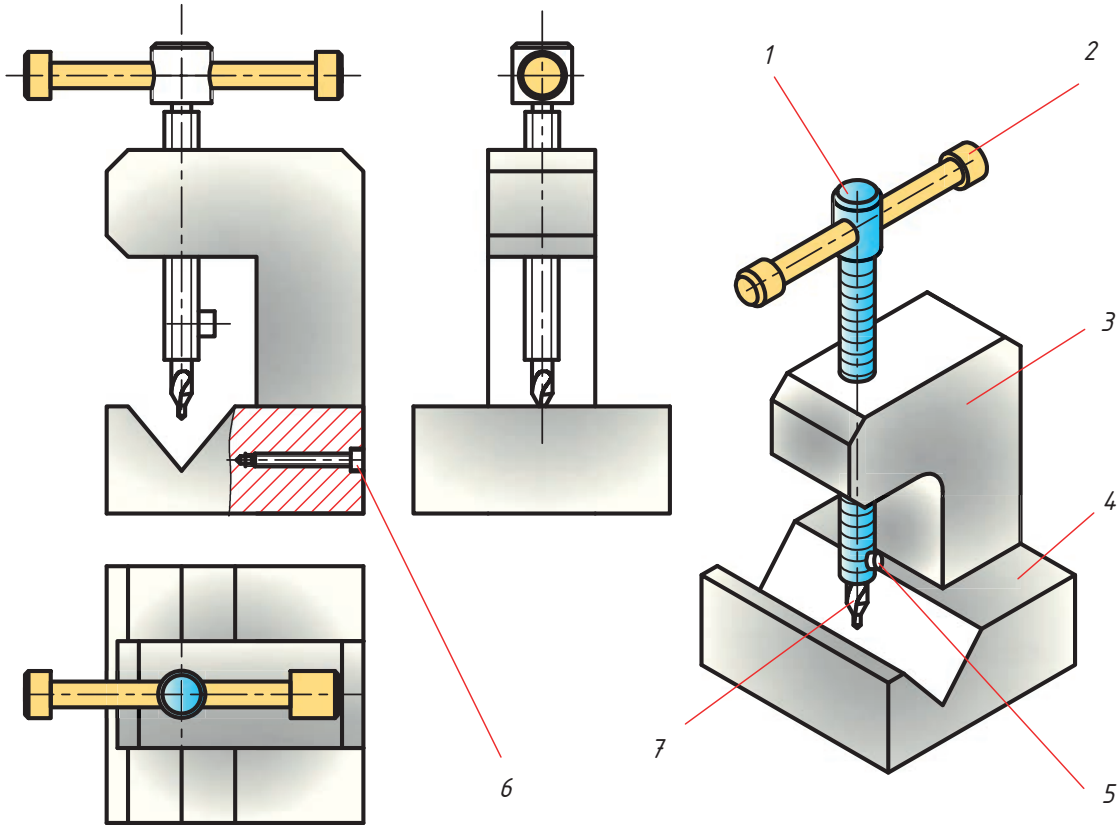




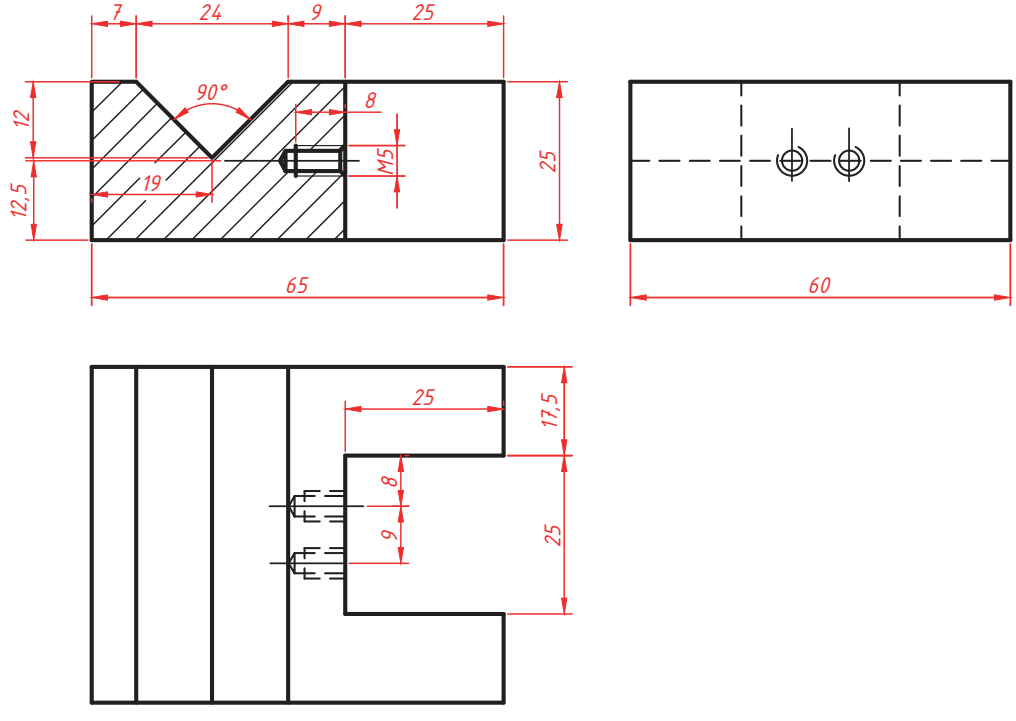




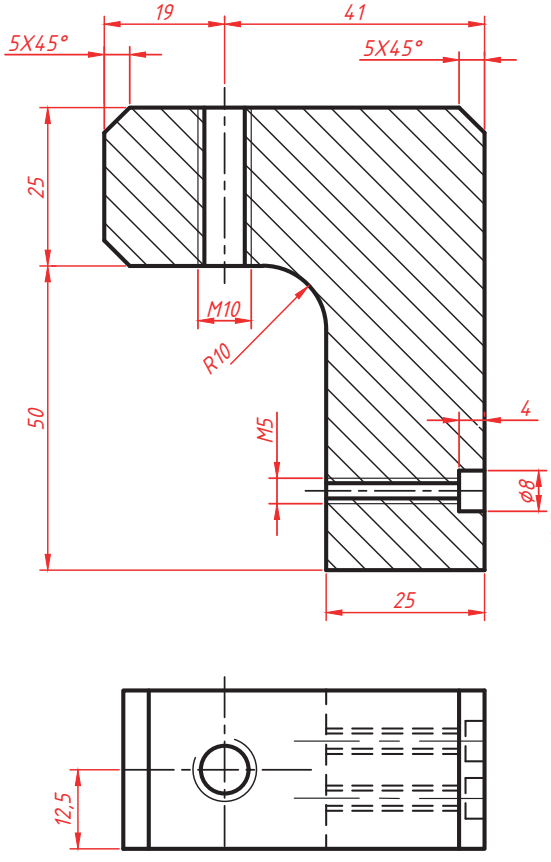
Başlama Tarihi				Verilen Süre															Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı										
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Punta delikleri	ø29,5 ölçüsü	ø21 ölçüsü	ø24 ölçüsü	20 ölçüsü	30 ölçüsü	120 ölçüsü											Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10											100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						



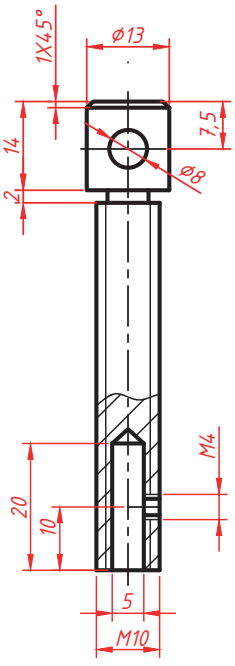
4-ALT TABLA



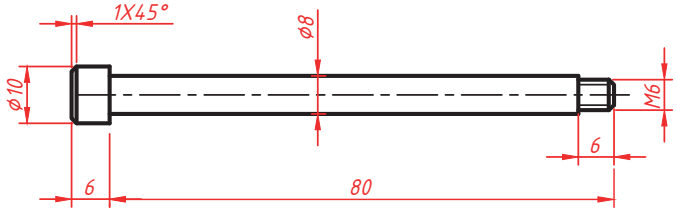
3- TAŞIYICI SÜTUN



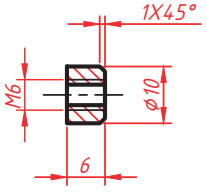
1- VİDALI MİL



2-SAP



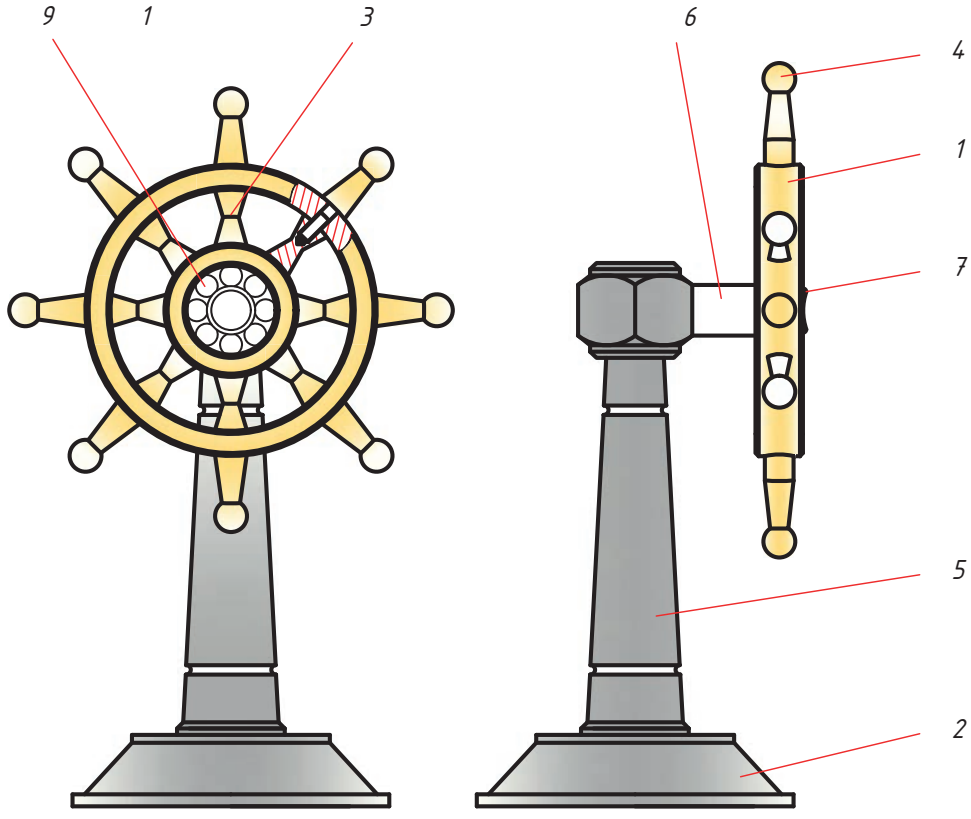
SAP BAŞI



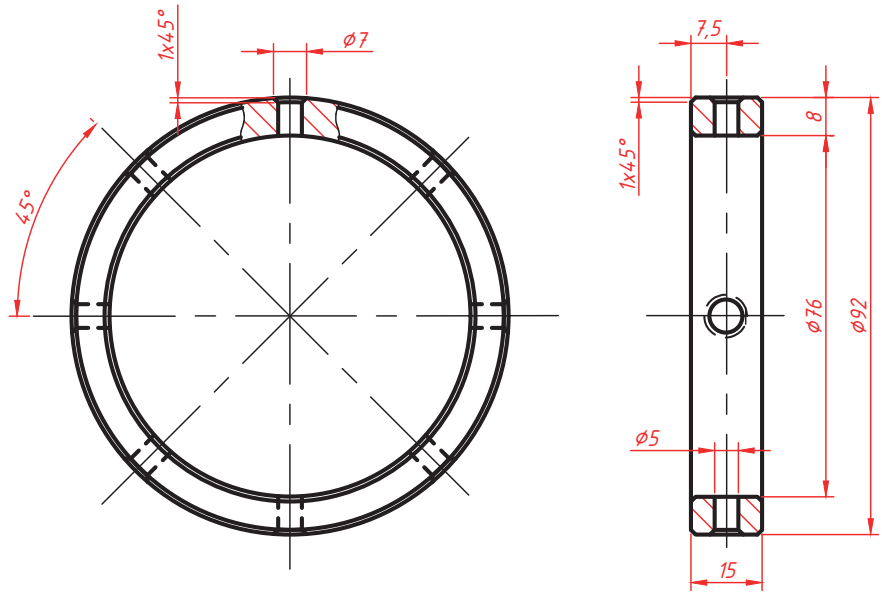
5- M4x10 CIVATA (Hazır)

6- M4x35 CIVATA (Hazır)

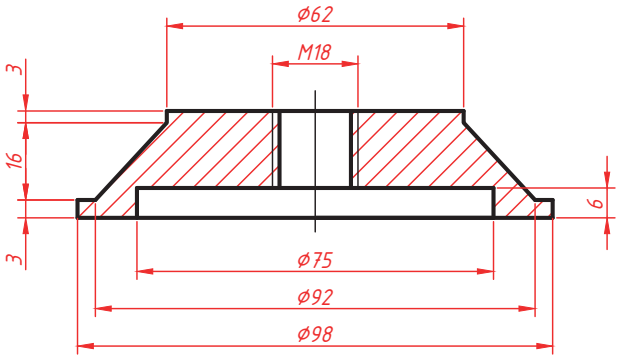
| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |



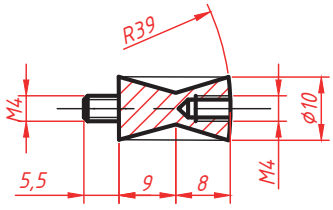
1- DIŞ BİLEZİK (Prinç)

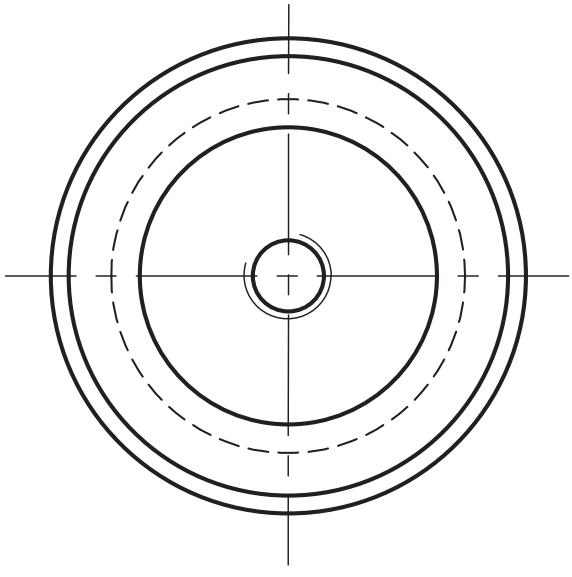


2- ALT TABLA

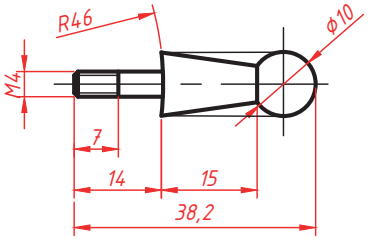


3- İÇ KOL(Pirinç)

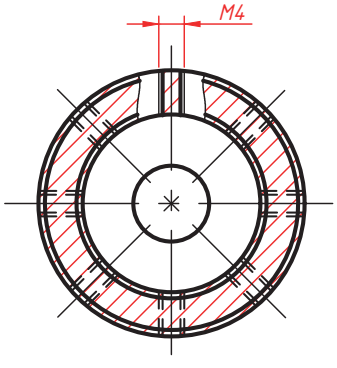


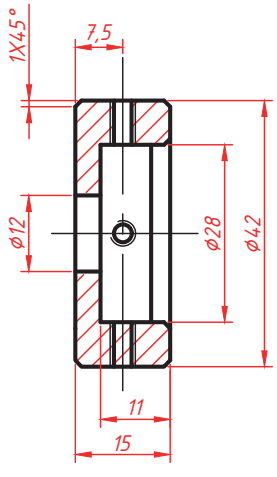


4- DIŞ KOL (Pirinç)

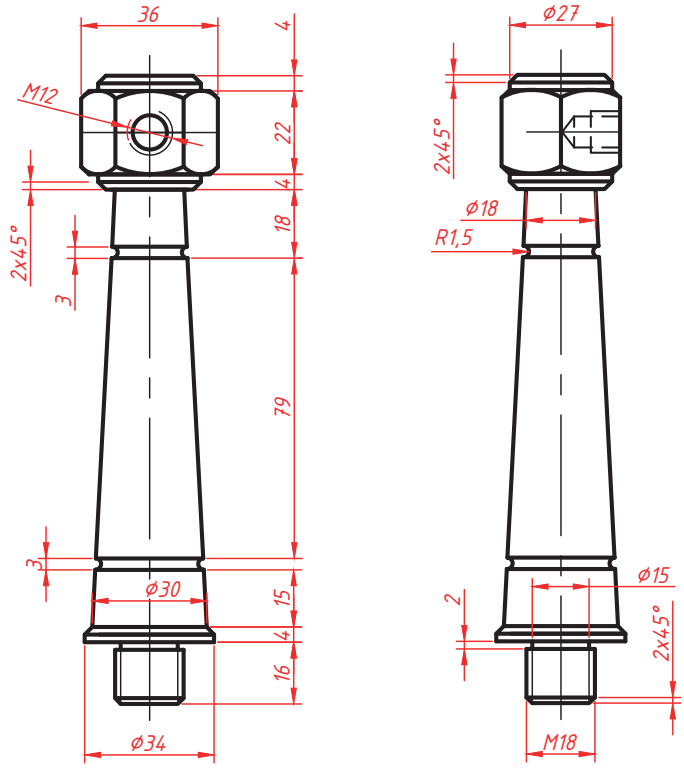


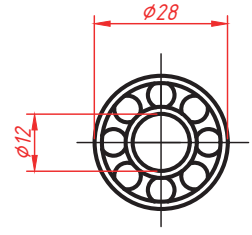
8- İÇ BİLEZİK (Pirinç)





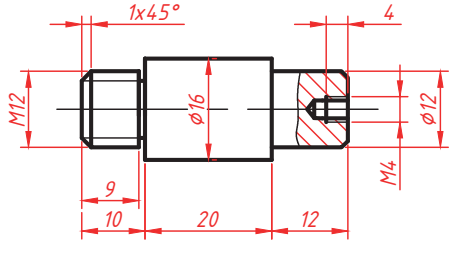
5- GÖVDE



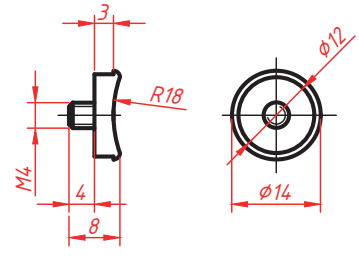


9-SABİT BİLYALI RULMAN
(28x12x8-SKF 2RSH)
(Hazır)

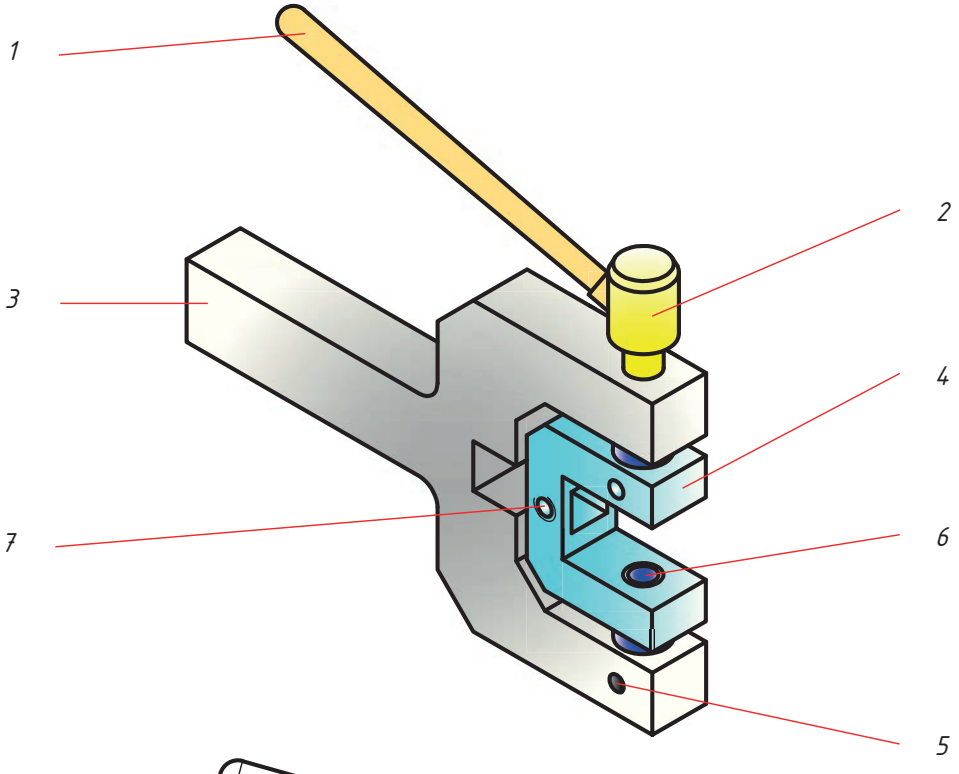
6- VİDALI MİL

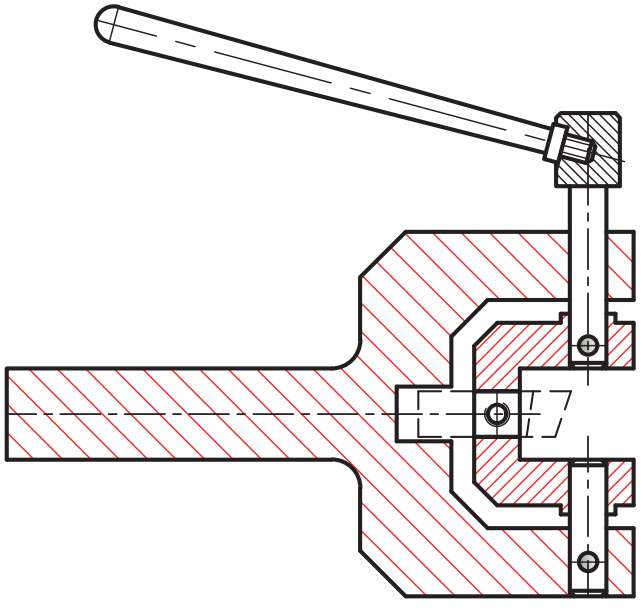


7- KAPAK (Pirinç)

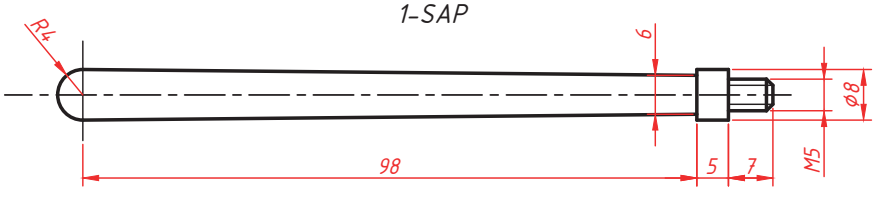


Başlama Tarihi				Verilen Süre																								
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı									Sınıf		No		Gereç	
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Yüzey kalitesi	Gövde	Tabla	İç bilezik	Dış bilezik	Vidalı mil	İç kol (8 adet)	Dış kol (8 adet)	Kapak	Montaj												Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza			
Takdir Edilen Puan	7	8	7	15	10	10	10	5	10	10	4	4												100			

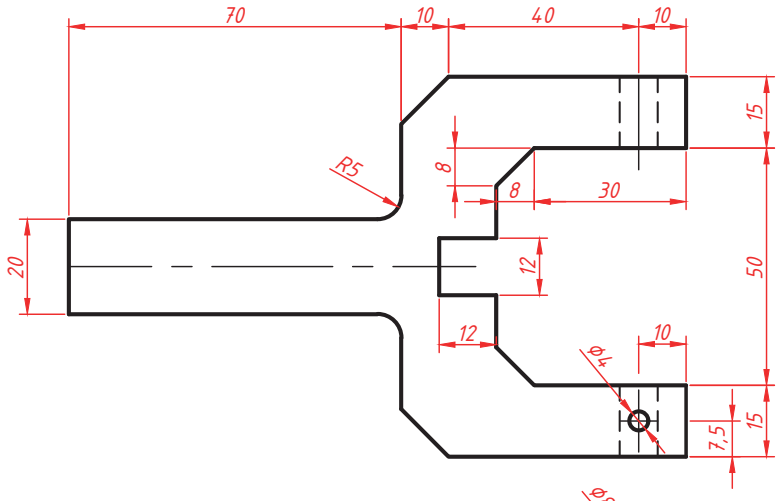




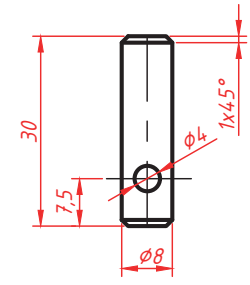
1-SAP



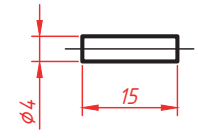
1-ÇATAL KATER



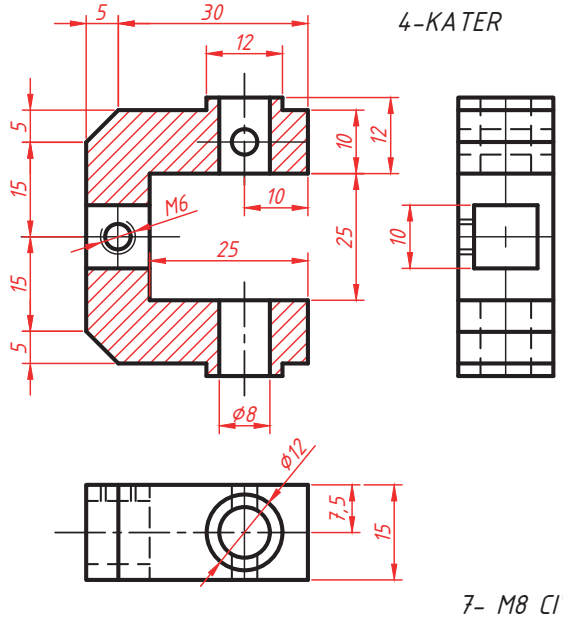
6-TAŞIYICI PİM



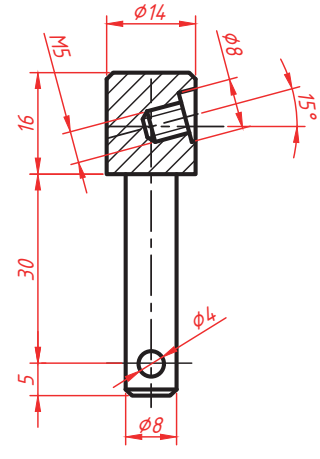
5-PİM (3 adet)



4-KATER

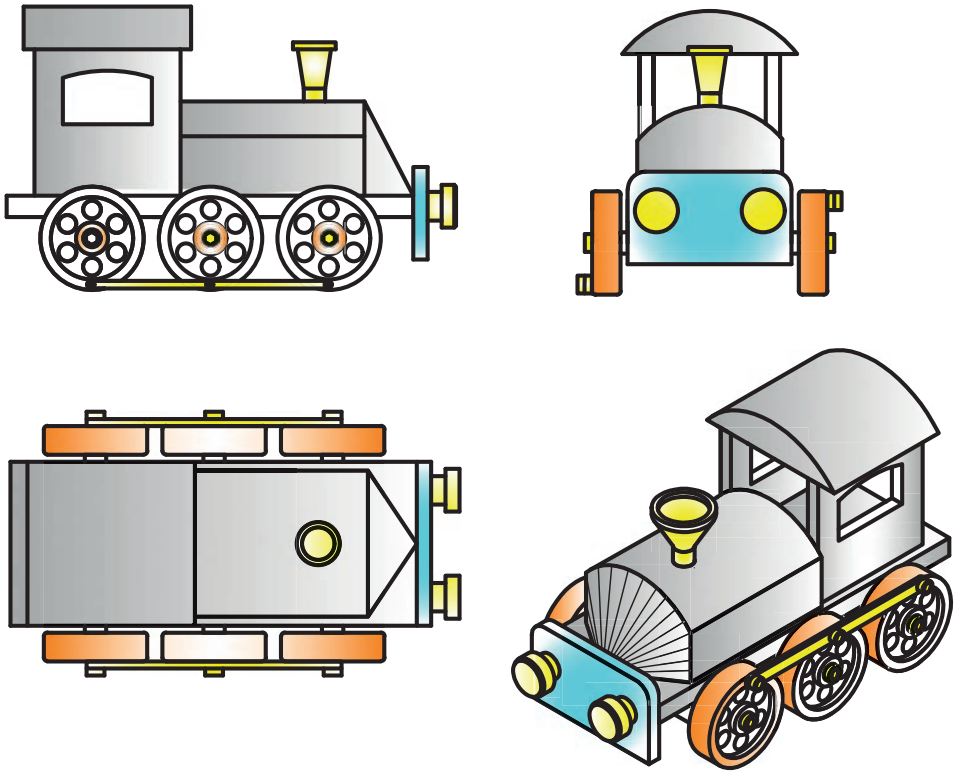


2-KOL

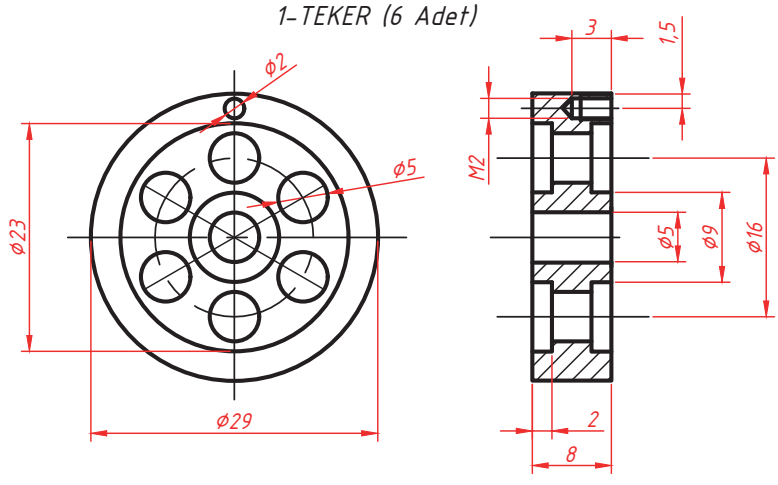


7- M8 CIVATA (Hazır)

Başlama Tarihi				Verilen Süre									Öğrencinin Adı/Soyadı								Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																				
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Çatal Kater ölçüleri	Kater ölçüleri	Taşıyıcı pim ölçüleri	Kol ölçüleri	Sap ölçüleri	Pim ölçüleri	Montaj														Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza		
Takdir Edilen Puan	10	10	20	20	5	10	10	5	10														100	
Öğrencinin Aldığı Puan																								

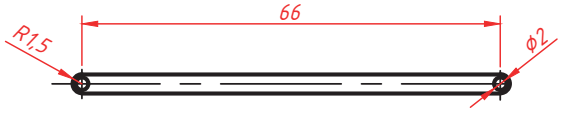


1-TEKER (6 Adet)

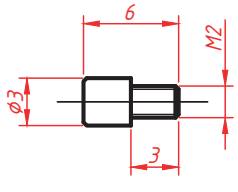


2-TEKER KOLU (2 Adet)

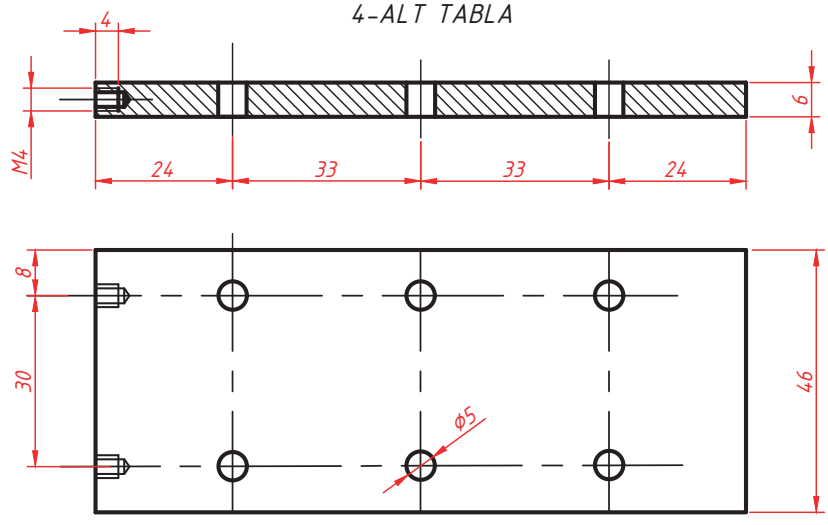
Kalınlık 1 mm



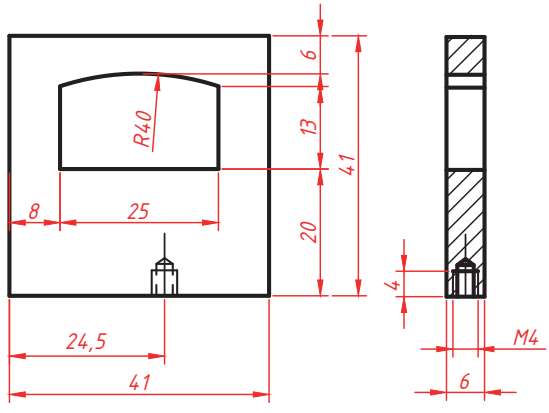
3- M2x5 Allen Başlı Cıvata (6 Adet)



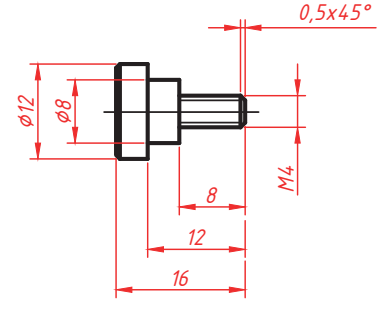
4-ALT TABLA



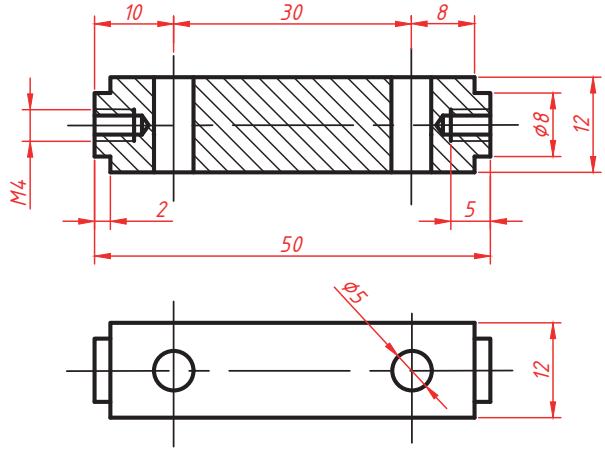
5-KABİN PENCERESİ (2 Adet)



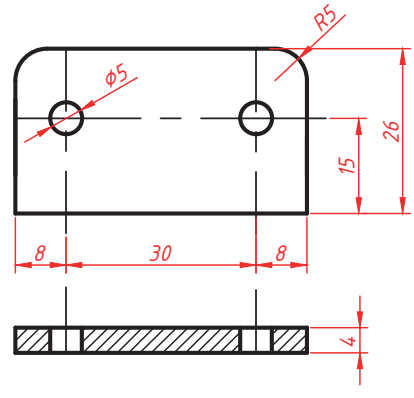
6-FAR (2 Adet)



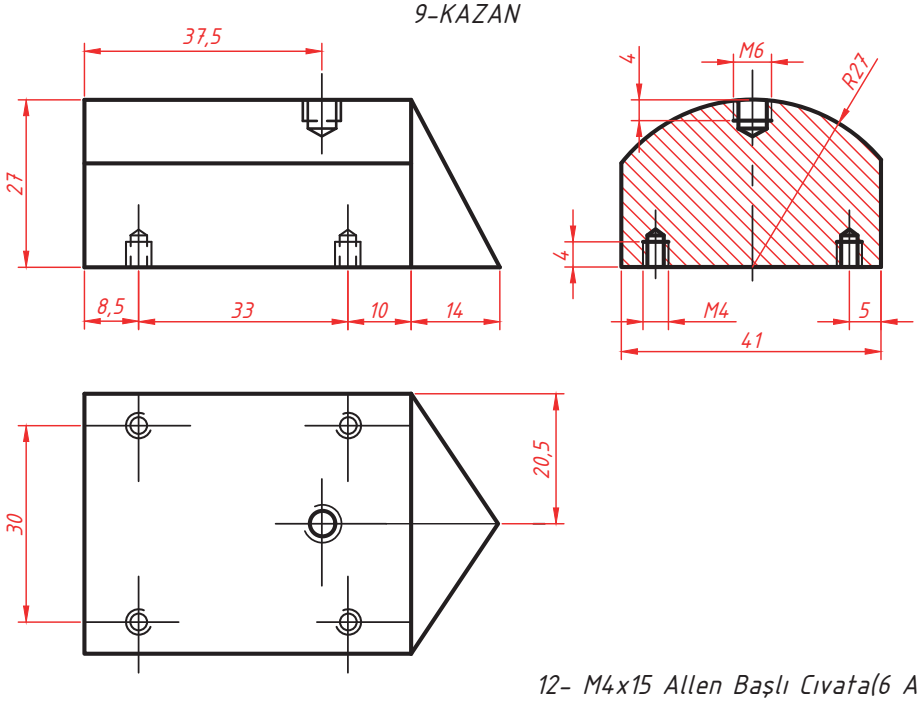
7-DİNGİL (3 Adet)



8-ÖN PANEL



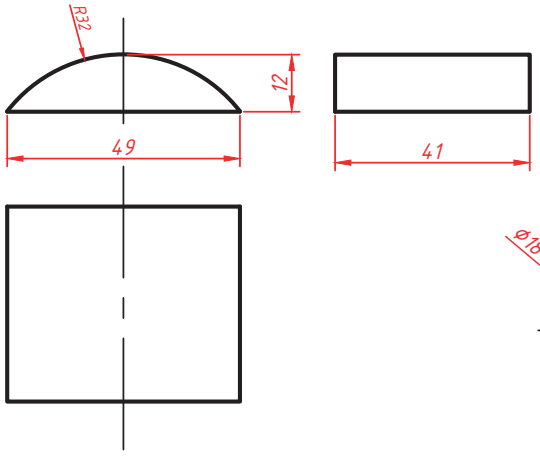
9-KAZAN



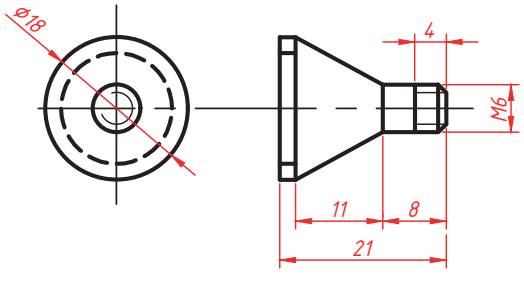
12- M4x15 Allen Başlı Cıvata(6 Adet)

13- M4x10 Allen Başlı Cıvata (10 Adet)

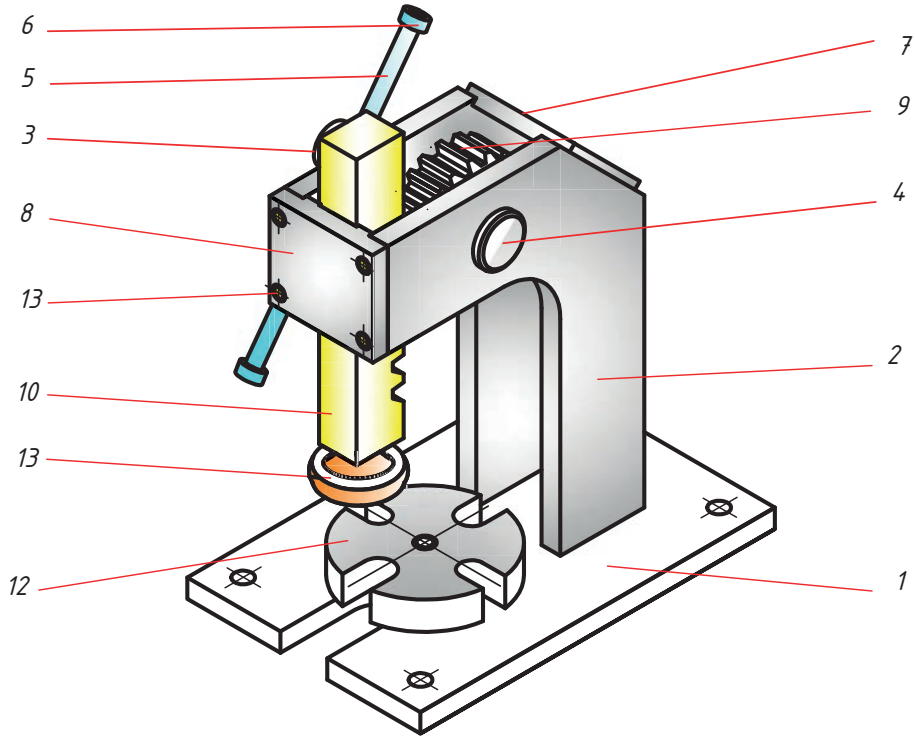
10-KABİN TAVANI

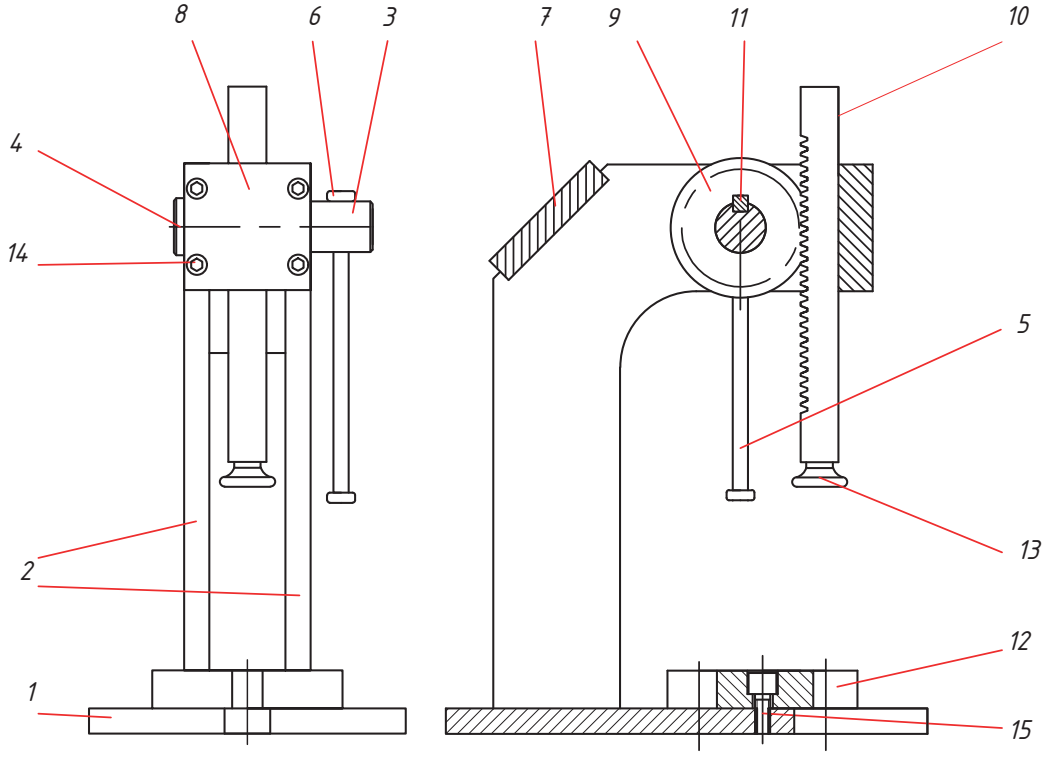


11-BACA

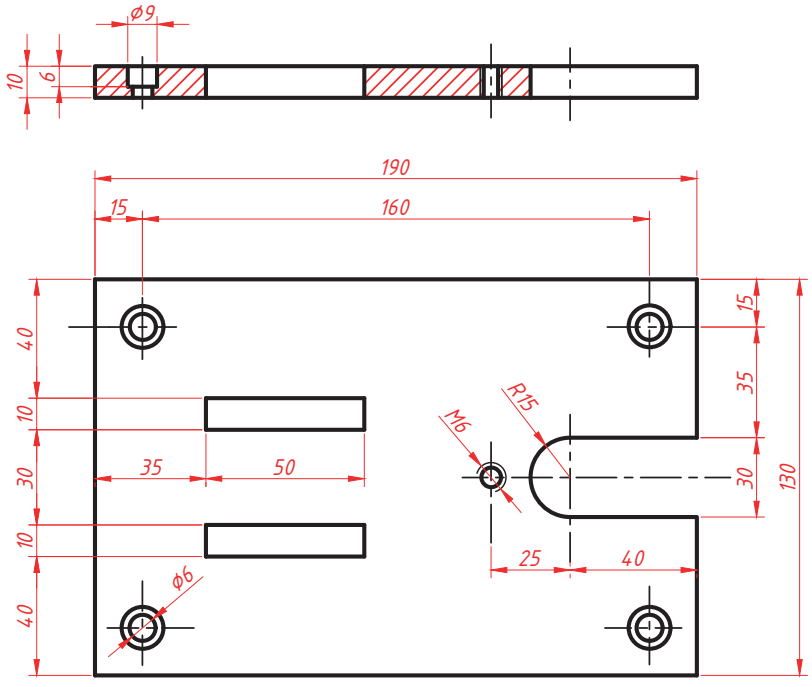


| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |

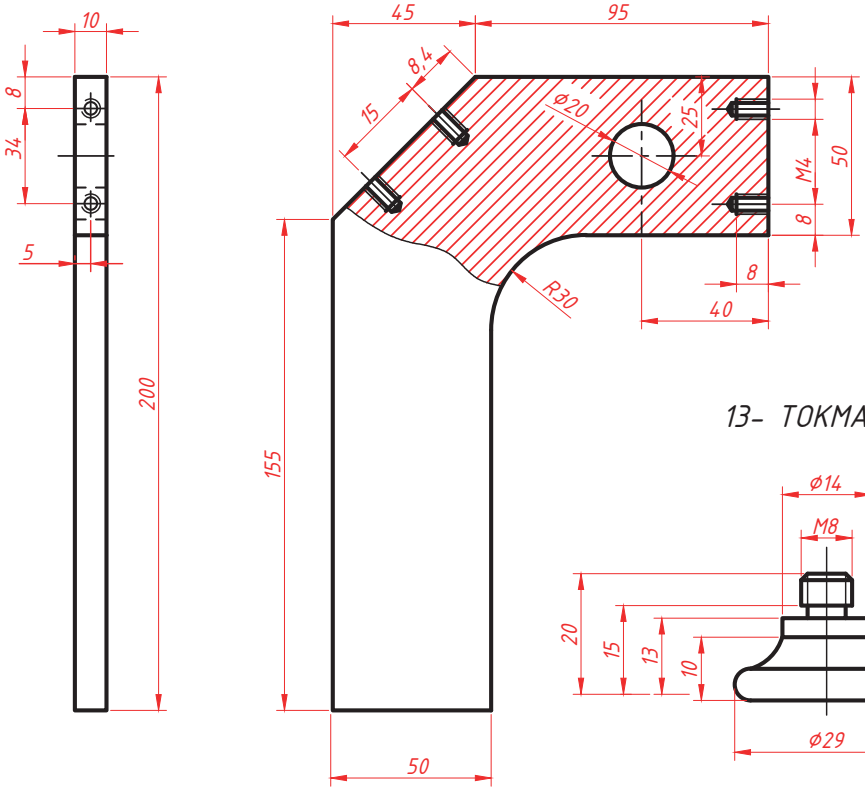

6
5
3
8
13
10
13
12
7
9
4
2
1


8
6
3
4
14
2
1
7
9
11
10
5
13
12
15

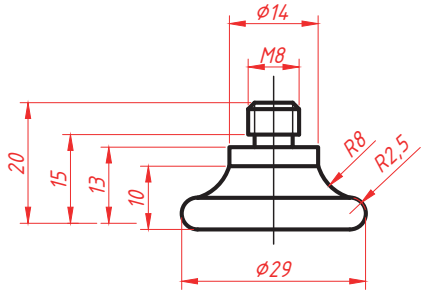
1-ALT TABLA



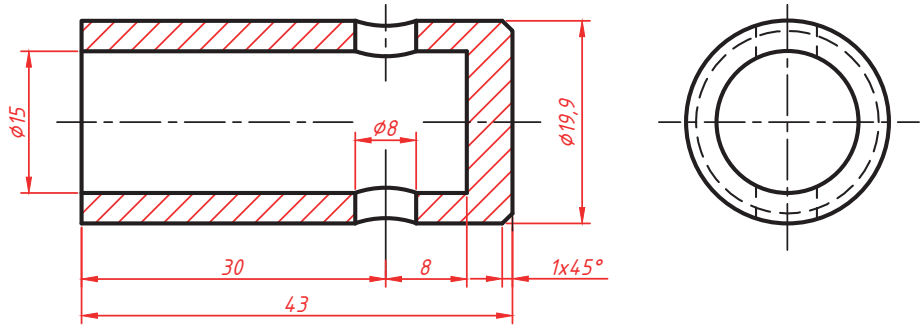
2- YAN KOLON (2 adet)



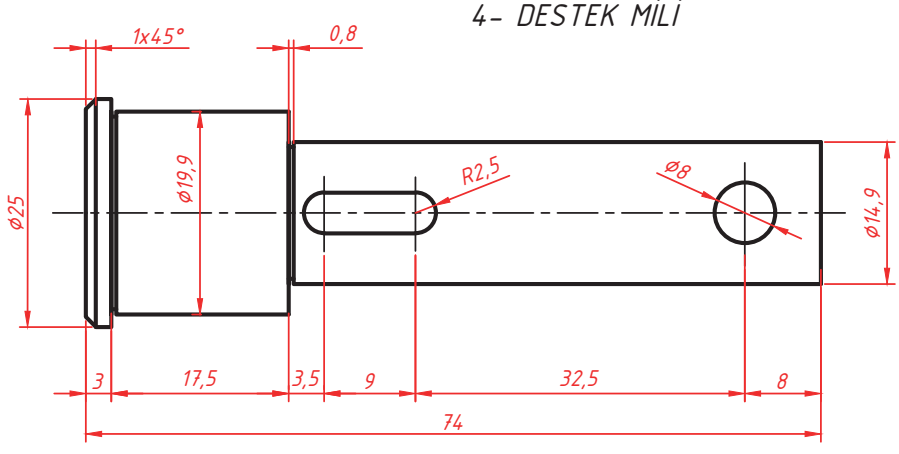
13- TOKMAK



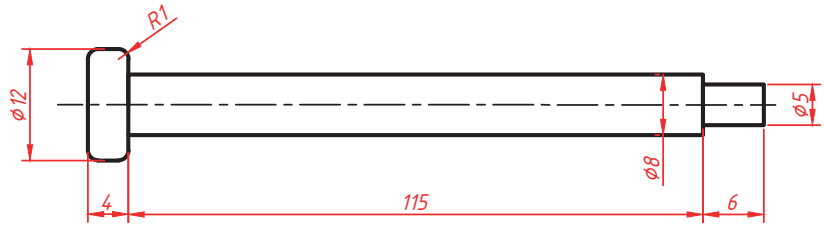
3- MİL SABİTLEME BURCU



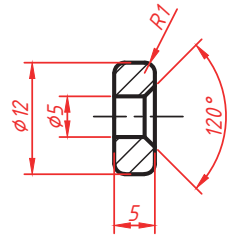
4- DESTEK MİLİ



5- ÇEVİRME KOLU

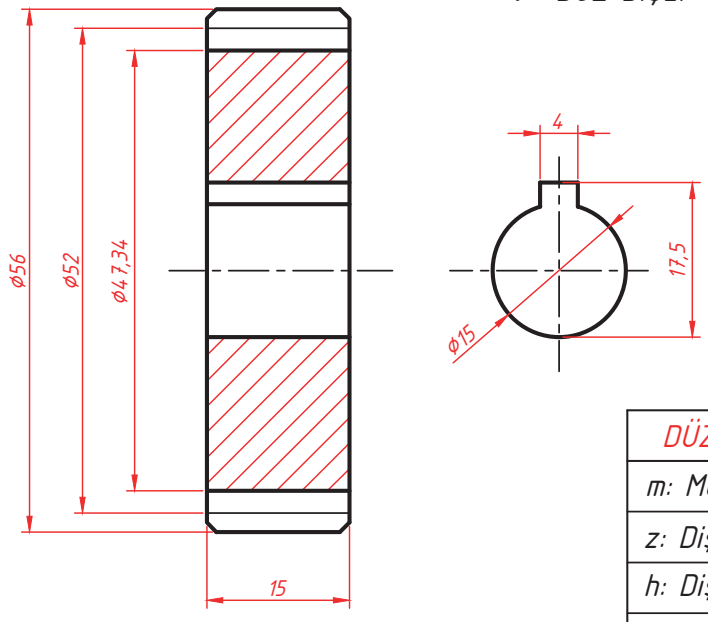


6- KOL BAŞI



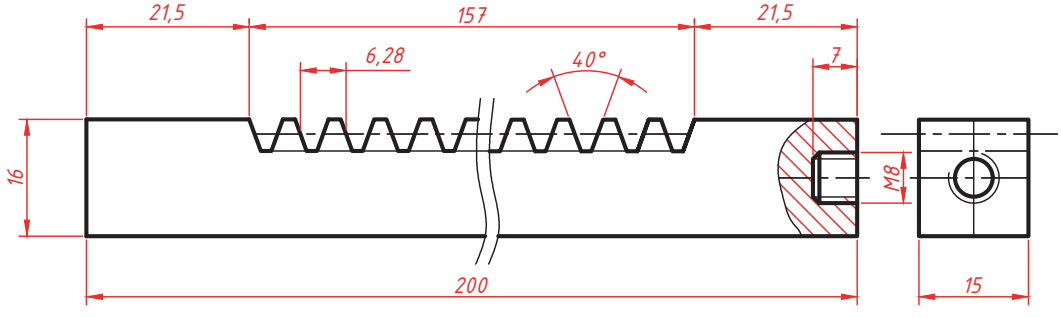
Başlama Tarihi				Verilen Süre								Öğrencinin Adı/Soyadı							Sınıf		No	Gereç
Bitiş Tarihi				Kullanılan Süre																		
DEĞERLENDİRME UNSURLARI	İş Alışkanlığı	Zaman	Alt tabla	Yan destek	Mil sabitleme kovanı	Çevirme kolu	Kol başı														Öğretmenin Adı/Soyadı: İmza	
Takdir Edilen Puan	10	10	20	25	15	15	5														100	
Öğrencinin Aldığı Puan																						

9- DÜZ DİŞLİ

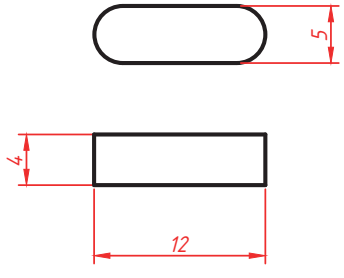


DÜZ DİŞLİ ELEMANLARI	
m: Modül	2
z: Diş Sayısı	28
h: Diş yüksekliği	4,334
t: Adım	6,28

10- KREMAYER DİŞLİ



11- UYGU KAMA

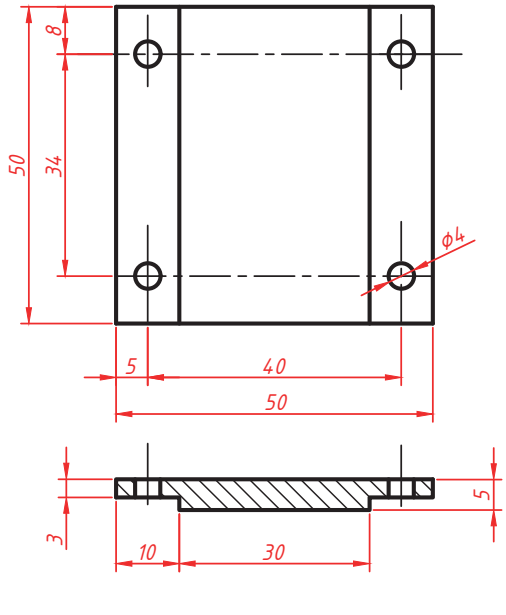


KREMAYER DİŞLİ ELEM.	
m: Modül	2
z: Diş Sayısı	28
h: Diş yüksekliği	4,334
t: Adım	6,28
Diş profil açısı	40°

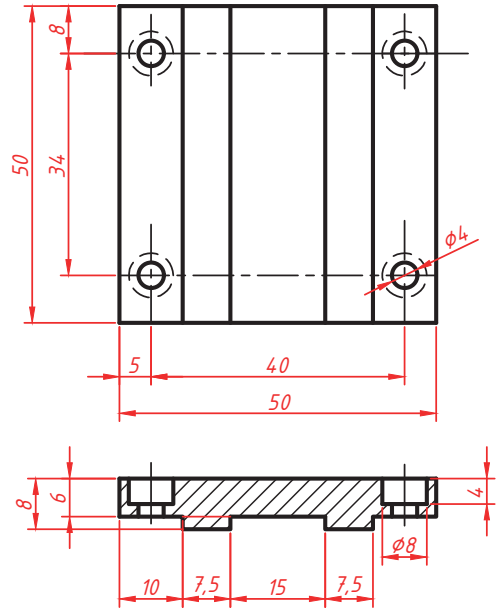
14- M4x15 Allen Başlı Cıvata (8 adet)

15- M6x25 Allen Başlı Cıvata

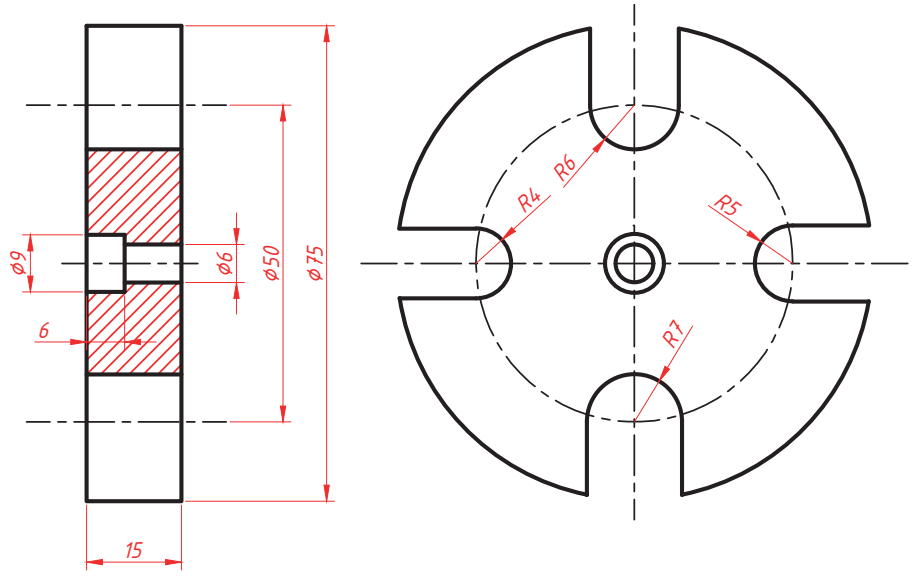
7- ÜST KAPAK



8- ÖN KAPAK



12- DÖNER DAYAMA TABLASI



| Başlama Tarihi | | | | Verilen Süre | | | |

KAYNAKÇA

Açıkgöz, K. (2002). *Aktif Öğrenme.* İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.

Akkök, F. (2003). *İlköğretimde Sosyal Becerilerin Geliştirilmesi (Öğretmen El Kitabı).* İstanbul: Özgür Yayınları.

Balcı, A., Büyüköztürk, Ş. ve Çınkır, Ş. (2003). *Aktif Öğrenme ve Öğretme Yöntemleri Seminer Notları.* Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları.

İNTERNET KAYNAKÇASI

Açıkgöz, K. (2002). *Aktif Öğrenme.* İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.

Akkök, F. (2003). *İlköğretimde Sosyal Becerilerin Geliştirilmesi (Öğretmen El Kitabı).* İstanbul: Özgür Yayınları.

Balcı, A., Büyüköztürk, Ş. ve Çınkır, Ş. (2003). *Aktif Öğrenme ve Öğretme Yöntemleri Seminer Notları.* Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları.

GÖRSEL KAYNAKÇA

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1627

CEVAP ANAHTARI

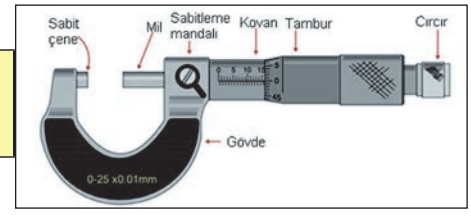
1. ÖĞRENME BİRİMİ

(A)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.						
A	A	B	D	D	C	E	A	E	D						

(B)

1.	2.	3.	4.	5.
2,45 mm	26,16 mm	15,66 mm	30,9 mm	



(C)

1.	2.	3.	4.	5.
Doğru	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış

2. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.						
C	B	A	D	E	A	E	B	D	C						

3. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.						
B	E	B	A	D	C	B	E	C	D						

4. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2.	3.	4.	5.	6.										
D	B	B	E	C	A										

5. ÖĞRENME BİRİMİ

A. BÖLÜM

1.	2.	3.	4.	5.											
C	D	C	A	B											

B. BÖLÜM

1.	2.	3.	4.	5.			
Doğru	Yanlış	Doğru	Doğru	Yanlış	Yanlış	Doğru	Yanlış

6. ÖĞRENME BİRİMİ

1	Delik büyütme
2	Baralama- baralama takımları
3	Kama kanalları
4	Eksantrik başlık- özel aparatlar
5	Delik delme işlemlerinde

8. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
A	A	C	E	B	D	B	

9. ÖĞRENME BİRİMİ

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
C	D	A	E	C	A	C	

7. ÖĞRENME BİRİMİ

1	bölme işlemi
2	açısal bölme işlemleri
3	yedirmeli bölme (dolaylı bölme)
4	çeviren dişli (tahrik dişlisi), - çevrilen dişli (tahrik edilen dişli)
5	zincir dişliler
6	pinyon
7	modüllerinin ve adımlarının
8	bölüm dairesi çapı
9	adım
10	açılacak dişli çarkın diş sayısına
11	helisel kanal - helis dişli çark
12	helis adımı
13	Konik
14	diş üstü çapı
15	frezeleme açısına

NOTLAR