Bu kitaba sığmayan daha neler var!

2023 Eğitim Vizyonu

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Canlı Ders

Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Sosyal Etkileşim

Zengin İçerik

EBA Portfolyo

Puan ve Armalar

eba
www.eba.gov.tr

Google play

App Store

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

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

METAL MESLEK TEKNOLOJİSİ 9

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METAL MESLEK TEKNOLOJİSİ

DERS KİTABI

9

METAL TEKNOLOJİSİ ALANI

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

METAL TEKNOLOJİSİ ALANI

METAL MESLEK TEKNOLOJİSİ

9

DERS KİTABI

YAZARLAR

Emrah ÖNAL
Mehmet FIRTINA
Mustafa ÇELİK

DEVLET KİTAPLARI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 7565
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 1605

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı: Bayram ARAL
Rehberlik Uzmanı: Fatma Gül ARMAĞAN
Görsel Tasarım Uzmanı: Sezgin MADEN
Grafik Tasarım Uzmanı: Asiye Canan KELEŞ

Millî Eğitim Bakanlığının 21.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce öğretim materyali olarak hazırlanmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

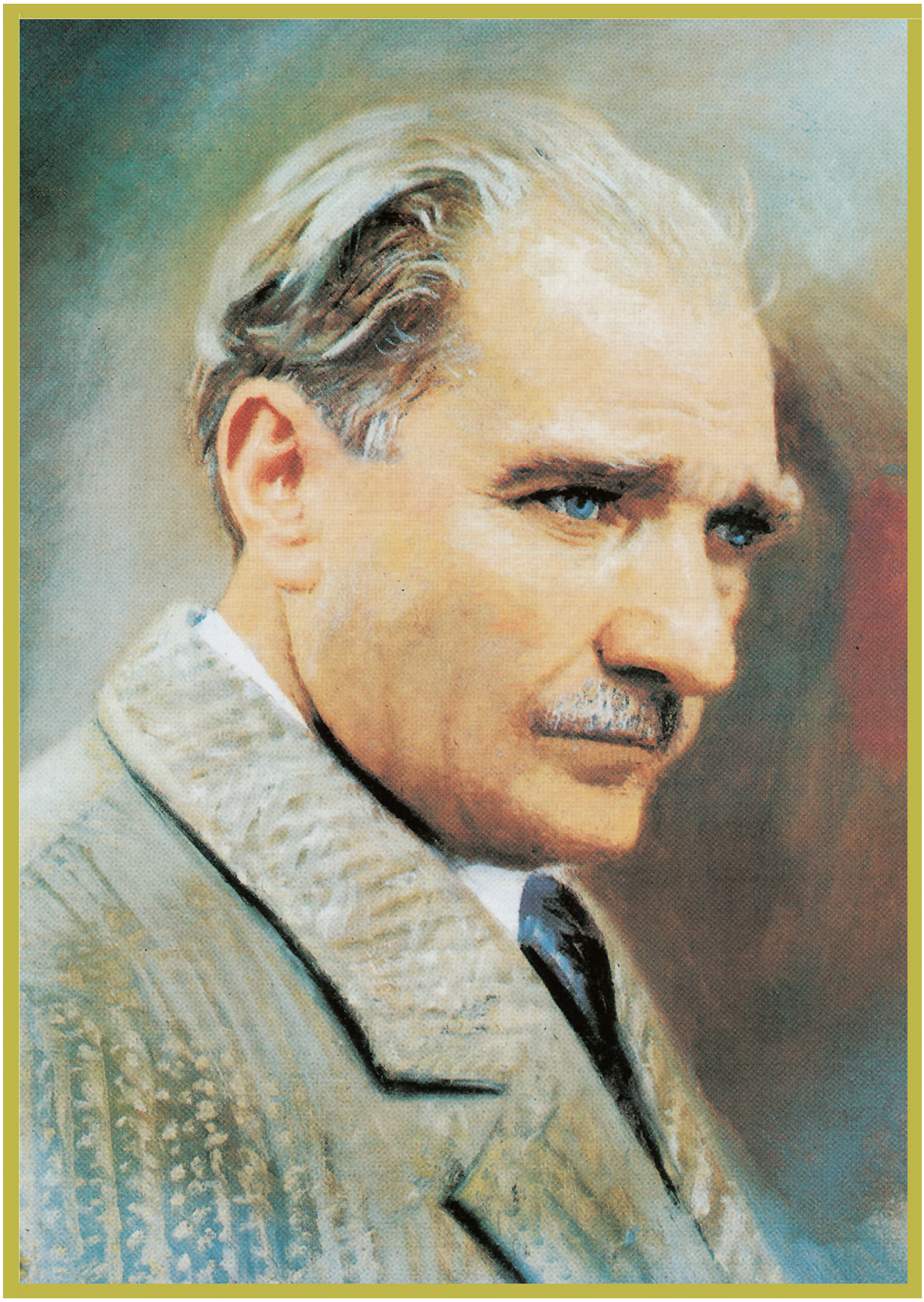
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

KİTABIN TANITIMI....14

1. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN TANITIMI....15
1.1. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR....16
1.1.1. Kişisel Koruyucuların Kullanılmasının Çalışanların Sağlığı Açısından Önemi....16
1.1.2. Makine Araç Gereçlerin Koruyucuların Kullanılmasının Kişiler ve Makine Araç Gereçlerinin Güvenliği Açısından Önemi....18
1.2. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN KISIMLARI....19
1.2.1. Kaynak Atölyesi....19
1.2.2. Soğuk Şekillendirme Atölyesi....20
1.2.3. Sıcak Şekillendirme Atölyesi....20
1.3. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN EL ALETLERİ VE MALZEMELER....20
1.3.1. Metal Teknolojisinde Kullanılan El Takımları ve Malzemeler....21
1.3.2. Metal Teknolojisi Atölyesinde Bulunan Takımhanenin Düzenlenmesinin Önemi....22
1.3.3. Metal Teknolojisi Alanında Kullanılan Malzemelerin Cinslerine, Ölçü ve Ebatlarına Göre Açıklanması....22
1.3.3.1. Kesit ve Ölçülerine Göre Metal Malzemeler....22
1.3.3.2. Cinslerine Göre Metal Malzemeler....24
1.4. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN KULLANIMI....24
1.4.1. Metal Teknolojisi Atölyesinde Kullanılan Makinelerde Çalışmaya Başlamadan Önce Bilinmesi Gereken Hususlar....24
1.4.2. Metal Teknolojisi Atölyesinde Bulunan Makinelerin Çalıştırılıp Kapatılmasında Dikkat Edilecek Hususlar....25
1.4.3. Makinelerde Bulunan Acil Durum Butonlarının Kullanılmasının Güvenlik Açısından Önemi....25
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1....26

2. ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ....27
2.1. ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ....28
2.1.1. Ölçme Aletleri....29
2.1.2. Ölçü Sistemleri....29
2.1.2.1. Metrik Ölçü Sistemi....29
2.1.2.2. İngiliz Ölçü Sistemi....30
2.1.3. Düzlem ve Silindirik Yüzeylerin İç ve Dış Çaplarının Ölçümü....30
2.1.4. Ölçü Sistemlerinin Birbirine Dönüştürülmesi....33
2.2. ÖLÇME KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ İLE PARÇALARIN YÜZEY VE AÇI KONTROLÜ....33
2.2.1. Kontrol Araç Gereçleri....33
2.2.2. Gönye ile Parçaların Yüzey ve Açı Kontrolü....35
2.2.3. Üniversal Açı Gönyesi ile Açı ve Yüzey Düzgünlüğünün Kontrolü ve Ölçümü....35
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2....36

3. MARKALAMA TAKIMLARI 37
3.1. YÜZEY HAZIRLAMA İŞLEMLERİ 38
3.1.1. Mekanik Temizleme Yöntemleri İle Malzeme Yüzeylerinin Markalamaya Hazır Hale Getirilmesi 38
3.1.2. Mekanik Temizleme Araçları Kullanırken Kişisel Koruyucuların Kullanılmasının Önemi 40
3.1.3. Markalama Yapılacak Parçaların Yüzeylerinin Boyanmasının Önemi 40
3.2. MARKALAMA 41
3.2.1. Markalama Takımları İle Markalama Yapımı 41
3.2.1.1. Markalama Takımları 41
3.2.1.2. Markalama Takımları İle Markalama Uygulaması 42
3.2.1.3. Markalama Takımlarını Amacına Uygun Kullanarak İş Bitiminde Bakım Ve Temizliğinin Yapılmasının Önemi 43
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3 44

4. DOĞRULTMA 45
4.1. ŞEKİL DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ PROFİLLERİ DOĞRULTMA VE DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL YÖNTEMLERİ 46
4.1.1. Doğrultmanın Gereği ve Önemi 46
4.1.2. Doğrultmada Kullanılan Araç Gereçler 47
4.1.3. Doğrultma İşleminden Sonra Kontrol Yöntemi 48
4.2. BİÇİM DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ SACLARI DÜZELTEREK DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL ETME YÖNTEMLERİ 49
4.2.1. Sac Çeşitleri 49
4.2.2. Doğrultma Yönünün Belirlenerek Parçaların Tokmaklar ile Düzeltilmesi 49
4.2.3. Düzeltilen Sac Parçaların Düzgünlüğünün Pleyt Üzerinde Kontrolü 49
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-4 50

5. METALLERİ KESME 51
5.1. KESME 51
5.1.1. Talaşlı Kesme 51
5.1.1.1. El Testeresi ile Kesme 51
5.1.1.2. El Keskisi ile Kesme 54
5.1.1.3. Talaşlı Kesme Makineleri ile Kesme 54
5.1.2. Talaşsız Kesme 57
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-5 60

6. EĞELEME 61
6.1. EĞELER 62
6.2. EĞE ÇEŞİTLERİ 63
6.2.1. Biçimlerine (Kesitlerine) Göre Eğeler 63
6.2.2. Kesici Dişlerine Göre Eğeler 65

6.2.3. Boylarına Göre Eğeler 65
6.2.4. Kullanım Alanlarına Göre Eğeler 65
6.3. EĞELERE SAP TAKMAK 66
6.4. EĞELEME YAPMAK 66
6.4.1 Eğeleme Pozisyonu 66
6.4.2 Eğelerin Tutuluşu 67
6.4.3 İş Parçasının Mengeneye Bağlanması 67
6.4.4. Eğelemede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar 70
6.4.5. Eğeleme Yapmak 70
6.4.6. Eğelerin Bakımı 73
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-6 74

7. EĞME BÜKME 75
7.1. EĞME BÜKME 76
7.1.1. Eğme Bükme Bölgesinde Değişimler 76
7.2. AÇINIM BOYU 77
7.2.1. Dolu Malzemelerin Açınım Boyu Hesabı 77
7.2.2. Sac Malzemelerin Açınım Boyu Hesabı 78
7.3. EL İLE EĞME 80
7.4. MAKİNELERDE BÜKME 80
7.4.1. Cakada (Kenet Bükme Tezgâhı) Eğme - Bükme 80
7.4.2. Silindirde Eğme – Bükme 81
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-7 82

8. DELME HAVŞA AÇMA 83
8.1. DELME 84
8.1.1. Zımba İle Delme 84
8.1.2. Matkap İle Deme 85
8.1.2.1. Matkap ile Delmede Kullanılan Makineler 85
8.1.3. Matkaplar 88
8.1.3.1. Helisel matkaplar 88
8.1.3.2. Punta Matkapları 91
8.1.3.3. Havşa Matkapları 91
8.1.4. Matkapların Bağlanması 92
8.1.4.1. Mandren, Mors Kovanı ve Kamalar 92
8.1.4.2. Mandrenle Bağlama 92
8.1.4.3. Mors Kovanları ile Bağlamama 93
8.1.4.4. Matkap Mengeneleri 93
8.1.5. Matkap Çapına ve Malzeme Cinsine Göre Devir Sayısı Belirleme 93
8.1.6. Matkaplarda Soğutma Sıvısının Kullanımı 94
8.1.7. Matkap Tezgâhında Güvenli Çalışma 94
8.1.7.1. Çalışma Öncesi Yapılacak Olan İşlemler 94
8.1.7.2. Çalışma Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar 95
8.1.7.3. Çalışma Sonrası Yapılacak Olan İşlemler 95
8.1.8. Matkapların Bilenmesi 95
8.1.8.1. Matkap Uçlarının El İle Bilenmesi 96
8.1.9. Delme Hataları ve Çözüm Önerileri 99

8.2. HAVŞA AÇMA 100
8.2.1. Havşa Matkapları 100
8.2.2. Havşa Açıları 101
8.2.3. Havşa Matkabı ile Deliklere Havşa Açmak 101
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-8 102

9. KILAVUZ VE PAFTA İLE DİŞ AÇMA 103
9.1. KILAVUZ İLE DİŞ AÇMA İŞLEMİ 104
9.1.1. Vida ve Cıvata 104
9.1.2. Kılavuz ve Çeşitleri 106
9.1.3. Kılavuz Açma İşlem Aşamaları 107
9.2. PAFTA İLE DİŞ AÇMA 110
9.2.1. Pafta Kolları 111
9.2.2. Silindirik Malzeme Üzerinde Pafta Çekme Aşamaları 111
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-9 112

10. PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME 113
10.1. PERÇİNLEME TEKNİĞİ 114
10.1.1. Perçinli Bağlantı Metodları 114
10.1.1.1. Sıcak Perçinleme 115
10.1.1.2. Soğuk Perçinleme 115
10.1.1.3. Otomatik Perçinleme Tekniği 116
10.2. PERÇİN ÇEŞİTLERİ 116
10.3. PERÇİNLEME TAKIMLARI 118
10.4. PERÇİN DELİKLERİNİN OLUŞTURULMASI 118
10.5. PERÇİN BOYUNUN HESAPLANMASI 119
10.6. PERÇİNLEME İŞLEMİNDE MEYDANA GELEN HATALAR 119
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-10 120

11. SICAK ÇEKME 121
11.1. SICAK ŞEKİLLENDİRME 122
11.2. SICAK ŞEKİLLENDİRME EL ALETLERİ VE MAKİNELERİ 123
11.2.1. Çekiçler 123
11.2.2. Varyoslar 124
11.2.3. Çekiç ve Varyoslara Sap Takılması 125
11.2.4. Kısaçlar 125
11.2.5. Örs ve Altlıklar 126
11.2.6. Ayaklı Mengeneler 126
11.3. SICAK ŞEKİLLENDİRMEDE KULLANILAN MAKİNELER 127
11.3.1. Mekanik Sıcak Şekillendirme Makineleri 127
11.3.2. Hidrolik Sıcak Şekillendirme Makineleri 128

11.4. SICAK ŞEKİLLENDİRME MAKİNELERİNİN BAKIM VE ONARIMI 128
11.5. TAVLAMA VE DEMİR- KARBON DENGE DİYAGRAMI 129
11.5.1. Tavlama Çeşitleri 130
11.6. TAV RENKLERİ 132
11.7. TAVLAMA ARAÇLARI 132
11.7.1. Demirci Ocağı 133
11.7.1.1. Demirci Ocağının Yakılması Ve Dikkat Edilecek Hususlar 133
11.7.1.2. Demirci Ocağının Söndürülmesi 134
11.7.2. Tav Fırınları ve Çeşitleri 134
11.7.3. Tav Banyoları 136
11.7.4. Üfleçle (Oksi Gaz) Tavlama 136
11.7.5. Tavlama İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar 136
11.7.6. Tav Araçlarında Kullanılan Yakıtlar 137
11.8. DÜZGÜN ÇEKİÇ KULLANARAK DEĞİŞİK GEOMETRİK ŞEKİLLERDE SICAK ÇEKME İŞLEMİ 137
11.8.1. Kare Çekme Yapmak 138
11.8.2. Yuvarlak Çekmek 138
11.8.3. Altıgen Çekmek 139
11.9. YANMALARA KARŞI DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR 139
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-11 140

12. BÜKME - ŞİŞİRME, BOĞMA VE BURMA 141
12.1. BÜKME 142
12.1.1. Sıcak Bükme İşleminin Yapılışı 142
12.2. ŞİŞİRME (YIĞMA) 143
12.3. KÖŞE ÇIKARMA İŞLEMİ 143
12.4. BOĞMA 145
12.4.1. Tek Taraflı Boğma 145
12.4.2. Köşeli Çift Taraflı Boğma İşlemi 146
12.4.3. Yuvarlak Tek Taraflı Boğma İşlemi 146
12.4.4. Yuvarlak Çift Taraflı Boğma İşlemi 146
12.5. BURMA 147
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-12 148

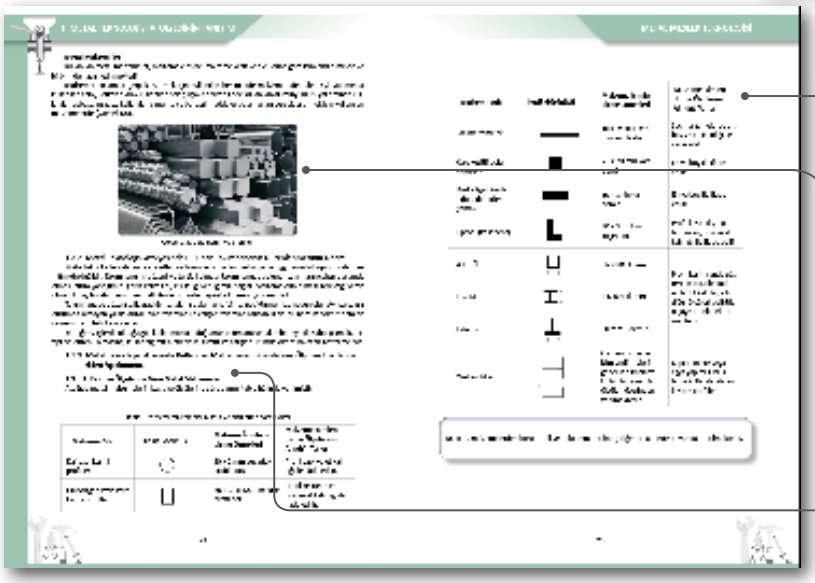
KAYNAKÇA 149
GÖRSEL KAYNAKÇA 150
CEVAP ANAHTARI 152

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme birimine giriş görselini gösterir.

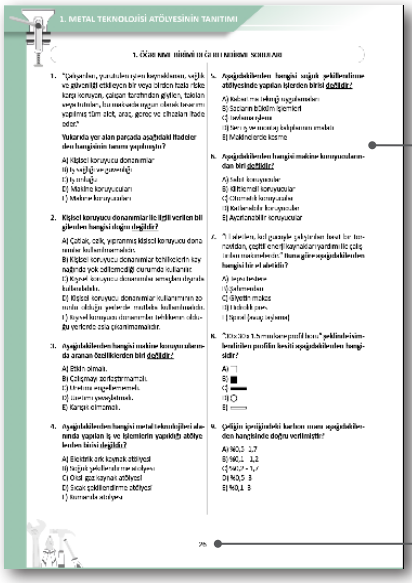
Öğrenme biriminde öğrenilecek konu başlıklarını gösterir.



Bilgi sayfalarında konular tablolar ve şemalar ile desteklenmiştir.

Bilgi sayfalarında konular görsellerle desteklenmiştir.

Öğrenme biriminde öğrenilecek konu başlıklarını gösterir.



Öğrenme birimi sonunda, ölçme ve değerlendirme sorularının yer aldığı sayfadır.

Sayfa numaralarını gösterir.

METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN TANITIMI

1

1.1. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

1.2. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN KISIMLARI

1.3. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN EL ALETLERİ VE MALZEMELER

1.4. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN KULLANIMI

METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN TANITIMI

1.1. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Çalışanlar tarafından giyilen, takılan ya da tutulan ve tasarımı bu amaçla yapılmış tüm araç gereç ve cihazlar **kişisel koruyucu donanımlar** olarak adlandırılır. Bu donanımların amacı, çalışanları işten kaynaklanan, sağlığı ve güvenliği etkileyen risklere karşı korumaktır (Görsel 1.1).

Görsel 1.1: Kişisel koruyucu donanımlar

1.1.1. Kişisel Koruyucuların Kullanılmasının Çalışanların Sağlığı Açısından Önemi

İş Sağlığı ve Güvenliği: İşyerinde işin yürütülmesi sırasında meydana gelen sağlığa zarar verecek durumlardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır.

İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması, çalışanların ruh ve beden sağlığının korunmasında, oluşabilecek iş kazalarının önlenmesinde önemli bir yere sahiptir.

İş yerlerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit eden riskler yerinde yok edilemediğinde kişisel koruyucuların kullanılması gerekmektedir. Örneğin; bulunduğumuz ortamda solunum sistemimizi tehdit eden gaz, toz vb. zararlı bir madde var ise bu zararlı maddenin etkilerinden korunmamızı sağlayabilecek uygun maske veya temiz hava sağlayan solunum cihazları tercih edilmelidir. Kullandığımız kişisel koruyucu donanımların amacına uygun olması, çalışır durumda ve yıpranmamış olması bizleri, maruz kalabileceğimiz tehlikelerden koruyacak niteliği taşıması gerekmektedir.

Unutulmamalıdır ki bir ülkede çalışanların sağlığına ve güvenliğine verilen önem insana verilen değeri gösterir.

Kişisel koruyucu donanımlar ve koruyucu iş kıyafetlerinin yeni bir tehlike oluşturmamasına dikkat edilmelidir. Örneğin bol bir iş önlüğü veya eldiven ile matkap ve benzeri dairesel hareket yapan makinelerde çalışılması durumunda bu koruyucuların makineye takılması ve iş kazasına sebep olması kaçınılmazdır. Başka bir örnekte de oksi-gaz kaynağı amacıyla üretilmiş ve normal aydınlıkta yeterli görmeyi sağlamayan gözlükle taşlama yapılması iş kazasına sebep olabilmektedir.

Tablo 1.1: Metal teknolojileri genel uygulamalarında karşılaşılan tehlikeler ve bu tehlikelerden korunma yolları

Metal Teknolojileri Atölyelerinde Yapılan Genel Uygulamalar	**Uygulamaların Tanımı**	**Tehlikeler**	**Tehlikelerden Korunma Yolları (Tehlikeyi kaynağında ortadan kaldırarak veya kişisel koruyucu donanım kullanarak)**
Soğuk Şekillendirme İşlemleri	Metalleri eğme, bükme, markalama vb. yöntemler ile şekillendirme	Vücutta çeşitli yaralanmalar, iş parçası fırlaması, iş parçası düşmesi, zararlı tozlar	İş eldiveni, yüz siperliği, çelik burunlu ayakkabı, baret, iş kıyafeti, ortamın uygun havalandırma sistemi ile havalandırılması, gaz veya toz maskesi
Sıcak Şekillendirme İşlemleri	Metalleri ısıtarak boğma, burma, şişirme, sıcak çekme gibi yöntemlerle şekillendirme	Vücut yanıkları, iş parçası fırlaması, iş parçası düşmesi, zararlı gaz ve tozlar	Yanmaya dayanıklı iş eldiveni ve maskesi, ortamın uygun havalandırma sistemi ile havalandırılması, gaz veya toz maskesi, yüz siperliği, çelik burunlu ayakkabı, baret, yanmaya dayanıklı iş kıyafeti
Oksi-Gaz ile Metal Kesme ve Kaynak İşlemleri	Kesilecek olan metal, alev ile ısıtılır ve kesilecek noktaya basınçlı oksijen püskürtülerek kesilir.	Metal dumanlar, nitrojen dioksit, karbonmonoksit, gürültü, yanıklar, infrared ışınlar, radyasyon, patlamalar	Koruyucu oksi-gaz kaynak gözlüğü kullanma, kaynak veya kesme işlemi yapılan ortamın uygun havalandırma sistemi ile havalandırılması, gaz veya toz maskesi, yanmaya dayanıklı iş eldiveni ve iş kıyafeti
Elektrik Arkı ile Metal Kesme ve Kaynak İşlemleri	Kesilecek olan metal elektrik arkı ile ısıtılarak ergitilir.	Metal dumanları, karbon monoksit, metal buharları, gürültü, yanıklar, infrared ışınlar, radyasyon, yanıklar, patlamalar, elektriksel tehlikeler	Koruyucu kaynak maskesi kullanma, kaynak veya kesme işlemi yapılan ortamın uygun havalandırma sistemi ile havalandırılması, gaz veya toz maskesi, yanmaya dayanıklı iş eldiveni ve iş kıyafeti

1.1.2. Makine Araç Gereçlerin Koruyucuların Kullanılmasının Kişiler ve Makine Araç Gereçlerinin Güvenliği Açısından Önemi

Makine koruyucuları, çalışanları tehlikeli durumlardan korumak için kullanılması ve makinelerde bulunması gereken donanımlardır. Çalışanları, çok sayıda kişisel koruyucu donanım kullanmak zorunda bırakan makineler emniyetli makineler değildir. Makine üzerindeki koruyucular çalışanları tehlikeli duruma maruz bırakmadan tehlikeyi önleme amacıyla kullanılırlar (Görsel 1.2 a,b).

Görsel 1.2 a,b : Sabit koruyucu, hareketli koruyucu

Makine koruyucuları, etkisiz hâle getirecekleri tehlike kaynağının niteliğine göre değişik işlevler üstlenirler ve buna uygun şekilde yapılırlar.

Makinelerde sıklıkla kullanılan bazı koruyucu tipleri şunlardır:

- Sabit Koruyucular
- Kilitlemeli Koruyucular
- Otomatik Koruyucular
- Ayarlanabilir Koruyucular
- Hareketli Koruyucular

Sabit Koruyucular: Kayış kasnak koruyucuları, dişli-zincir koruyucuları, makine gövdesi koruyucuları, zımpara taşı koruyucuları, pervanelere yapılan koruyucular, sabit veya seyyar paravanlar gibi koruyuculardır.

Kilitlemeli Koruyucular: Makine üzerindeki tehlikeli kısımda bulunan ve kapalı olduğu zaman makinenin çalışmasını engelleyen koruyuculardır.

Otomatik Koruyucular: Kişilerin tehlikeli alana girmesini engelleyen, girdiğinde onları fiziki olarak oradan uzaklaştıran sistemlerdir. Aynı zamanda makinelerde çalışma sırasında çalışmayı engellemeyen işlem bittikten sonra otomatik kapalı konuma gelen koruyuculardır.

Tek noktadan ayarlanabilen ya da ayarlanabilen parçalardan oluşan, sabit veya hareketli koruyuculardır.

Ayarlanabilir Koruyucular: Tek noktadan ayarlanabilen ya da ayarlanabilen parçalardan oluşan, sabit veya hareketli koruyuculardır.

Hareketli Koruyucular: Mekanik yöntemlerle makinenin gövdesine bağlanmış olan ve alet kullanmaksızın açılıp kapatılabilen koruyuculardır.

Makine koruyucularının taşıması gereken özellikler şunlardır:

- Etkin olmalı.
- Çalışmayı zorlaştırmamalı.
- Üretimi engellememeli.
- Karışık olmamalı.
- Ortama ve çalışma şartlarına uygun olmalı.
- Koruyucunun kendisi tehlike oluşturmamalı.
- Koruyucuda kullanılan malzemeler tehlike oluşturmamalı.

Etkin olmalı: Makine koruyucusu, korumayı her koşulda sağlamalıdır. Makine koruyucusu kişilerin tehlikeli alana girmesini engellemeli ya da tehlikeli alana girildiğinde makinenin çalışmasını durdurarak emniyeti sağlamalıdır.

Çalışmayı zorlaştırmamalı: Koruyucular, çalışmayı zorlaştırması ya da çalışanı yorması durumunda çalışanların koruyucuyu sökerek çalışmaya devam etmesine neden olabilmektedir. Gerek çalışanların aşırı yorulması ve gerekse koruyucusuz çalışması iş kazasına neden olabilmektedir.

Üretimi engellememeli: Üretimi engelleyen bir koruyucu kullanılması tercih edilmez. Üretimi daha seri hâle getiren koruyucular tercih edilir. Üretimi daha seri hâle getiren uygulamalar çalışanlar ve işverenler tarafından benimsenmekte ve kullanılmaktadır.

Karışık olmamalı: Kullanılan koruyucu karmaşık ve çok parçalı olursa, bakım gideri fazla olur. Sıklıkla arıza yapması muhtemeldir. Kullanımı da karmaşık olacağı için kullanan kişiler tarafından gerektiği gibi kullanılamayabilir. Bu durumda da görevini yerine getiremez ve kazalara sebep olur. Bu sebeple koruyucu az parçalı olmalı, fazla bakım istememeli, bakımı zor olmamalıdır.

Ortama ve çalışma şartlarına uygun olmalı: Koruyucu, çalışma ortamının tüm şartlarına uygun olmalıdır. Örneğin; ağır iş parçalarının bulunduğu bir ortamda yapılacak koruyucu darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.

Koruyucunun kendisi tehlike oluşturmamalı: Koruyucular riskli bölgeyi korurken, kendisi tehlike oluşturmamalıdır. Örnek olarak giyotin makas üzerindeki koruyucu kafes, makasın harekete geçmesi ile tehlikeli bölgeyi kapatırken çalışanlara zarar vermemesi gerekir.

Koruyucuda kullanılan malzeme tehlike oluşturmamalı: Koruyucuda kullanılan malzeme seçimi yanlış yapılırsa, kullanılan malzeme tehlikeye neden olabilir. Örneğin asbest (yanmaz) malzemeden yapılmış olan koruyucular çalışanı ateşten koruyabilir. Fakat kansere neden olan bu tür malzemeler kullanılmamalıdır.

1.2. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNİN KISIMLARI

Metal teknolojileri alanında yapılan iş ve işlemler genel itibariyle; kaynak atölyesi, soğuk şekillendirme atölyesi ve sıcak şekillendirme atölyesinde yapılır (Görsel1.3 a,b).

Görsel 1.3 a,b : Kaynak ve soğuk şekillendirme örnekleri

1.2.1. Kaynak Atölyesi

Kaynak atölyesi, elektrik ark kaynağı, oksi-gaz kaynağı, elektrik direnç kaynağı, tig, mig-mag ve toz altı kaynak tekniklerini kullanarak çeşitli metallerin ergitilerek sökülemeyecek şekilde birleştirme işlemlerinin yapıldığı, ayrıca elektrik arkı, plazma arkı ve oksi-gaz alevi ile metallere kesme işleminin uygulandığı atölyelerdir.

Aşağıda yer alan makine, alet ve araç gereçler ile kaynak atölyelerindeki iş ve işlemler yürütülmektedir:

- Elektrik direnç kaynağı ile birleştirme
- Elektrik ark kaynağı ile birleştirme
- Elektrik arkı ile kesme
- Koruyucu gaz (mig-mag, tig) kaynağı ile birleştirme
- Toz altı kaynağı ile birleştirme
- Oksi-gaz kaynağı ile birleştirme
- Oksi-gaz ile kesme ve birleştirme
- Kaynak sarf malzemeleri (elektrot, koruyucu gaz, kaynak teli vb.)
- Kaynak işlemlerinde kullanılan el aletleri ve takımlar
- Kaynak yöntemi ile birleştirilecek malzemeler (dolu demir, profil boru, sac levha vb.)

1.2.2. Soğuk Şekillendirme Atölyesi

Metalleri eğme-bükme, kesme, delme gibi yöntemler ile şekillendirerek birbirleri ile çeşitli yöntemlerle birleştirilme işlemlerinin yapıldığı atölyelerdir. Bu atölyelerde; çelik eşya, mobilya, basit kaldırma ve taşıma araçları, çeşitli su depoları, güneş enerji kolektörleri, merdivenler, parmaklıklar, çelik çatı sistemleri vb. uygulamalar yapılmaktadır.

Soğuk şekillendirme atölyelerinde genellikle aşağıdaki uygulamalar yapılmaktadır:

- Boru bükme
- Çelik eşya imalatı
- Saclardan profiller bükme
- Makinelerde kesme
- Kabartma tekniği uygulamaları
- Sacların büküm işlemleri
- Seri iş ve montaj kalıplarının imalatı
- Soğuk şekillendirme kalıplarının imalatı
- Vidalı ve kenetli birleştirme uygulamaları

1.2.3. Sıcak Şekillendirme Atölyesi

Sıcak şekillendirme atölyesi; çeşitli makine ve iş parçalarının elde ve sıcak iş kalıplarında şekillendirilmesinin yapılarak işlem görmüş veya görecek iş parçalarına farklı özellik ve şekiller kazandırılmak amacıyla kontrollü olarak çeşitli ısıl işlem yöntemlerinin (sertleştirme, yumuşatma vb.) uygulandığı yerlerdir. Sıcak iş parçaları çekme, burma, boğma, bükme, şişirme gibi yöntemlerle yeni bir gerece dönüştürme işlemleri burada yapılmaktadır.

Sıcak şekillendirme atölyelerinde aşağıdaki araç gereçler yer almaktadır:

- Demirci ocağı
- Tav fırınları
- Sıcak iş kalıpları
- Sıcak şekillendirme araç gereçleri (Çekiç, baskı, kısaç, iç ve sıcak iç çap kumpasları)
- Sıcak şekillendirme makineleri

Sıcak şekillendirme makineleri, çekiç ve balyozun yeterli gelmediği yerlerde tercih edilir. Genellikle seri imalat için kullanılmaktadır. Sıcak şekillendirme makineleri şunlardır: şahmerdan, eksantrik pres, vidalı friksiyon presler, hidrolik presler, hava çekici, düşme çekiçler.

1.3. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN EL ALETLERİ VE MALZEMELER

El aletleri, kol gücüyle çalıştırılan, basit bir tornavidan çeşitli enerji kaynakları yardımı ile çalıştırılan makineleri kapsamaktadır.

1.3.1. Metal Teknolojisinde Kullanılan El Takımları ve Malzemeler

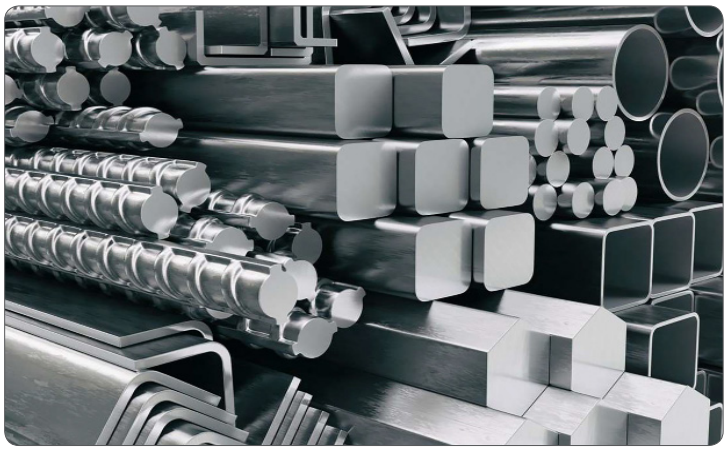
Çekiç, pense, kerpeten, kargaburnu, yan keski, demir testeresi, sac makası, tel fırça, eğe, avuç taşlama, dekopaj, el breyzi tornavida, ayarlı anahtar, açık ağızlı anahtar, yıldız anahtar, İngiliz anahtarı, nokta, çizecek gibi el takımları sıklıkla kullanılmaktadır (Görsel 1.4).

Görsel 1.4: Metal Teknolojisinde Kullanılan El Takımları

Metal Malzemeler

Kullanılan metal malzemeler; malzeme cinsine, malzeme kesit ve ölçülerine göre isimlendirilmekte ve birbirinden ayırt edilmektedir.

Malzeme: Bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan her madde malzeme adını alır. Dişli yapımında kullanılan çelik, iletken olarak kullanılan bakır, uçak endüstrisinde kullanılan alüminyum, ısı yalıtımında kullanılan asbest, inşaatta kullanılan çimento ve benzeri maddeler bu amaçları gerçekleştirmek için kullanılan malzemelerdir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Dolu demir ve profiller

1.3.2. Metal Teknolojisi Atölyesinde Bulunan Takımhanenin Düzenlenmesinin Önemi

Metal teknolojileri alanında el aletleri ve takımlar olmadan herhangi bir uygulamada başarılı olabilmek mümkün değildir. Takımhanenin düzenli ve tertipli olması, takımhanede bulunan takımların çalışır durumda olması bizim yaptığımız işlerin kalitesini, kişisel güvenliğimizi sağlar. Malzemelerin olması gerektiği yerde olması kolay bulabilmemiz ve özellikle de işimizde başarılı olmamız için önemlidir.

Takımhanede düzensizlik aradığımız takımı bulamayıp işimizi geciktirmemize neden olur. Ayrıca çalışır durumda olmayan ya da arızalı olan takımlar ile çalışan takımlar karışabilir ve bu hem kendimiz hem de çevremiz için tehlike arz eder.

Yaptığımız işlerde olduğu gibi kullanmakta olduğumuz takımlara ve takımhaneye de sahip çıkmalı, tertipli ve düzenli olmasına, kullandığımız aletlerin kusursuz ve çalışır durumda olmasına özen göstermeliyiz.

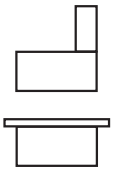
1.3.3. Metal Teknolojisi Alanında Kullanılan Malzemelerin Cinslerine, Ölçü ve Ebatlarına Göre Açıklanması

1.3.3.1. Kesit ve Ölçülerine Göre Metal Malzemeler

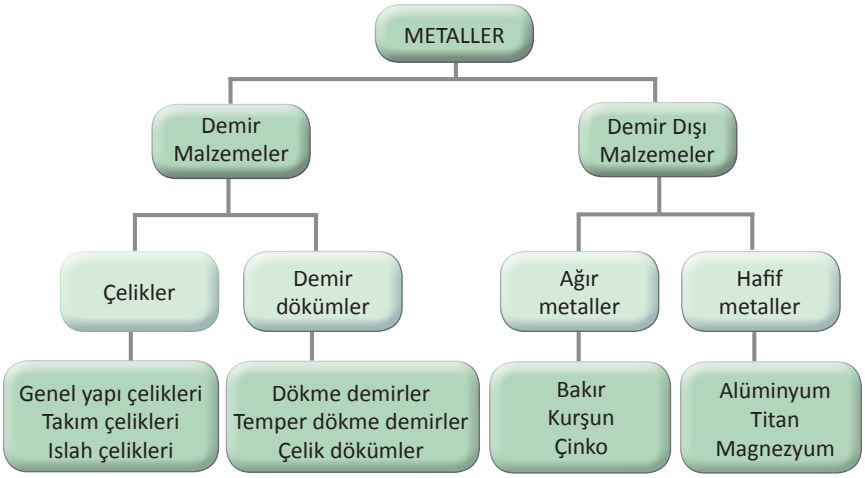
Aşağıda metal malzemelerin kesit ve ölçülerine göre ayrımı tablo hâlinde verilmiştir.

Tablo 1.2: Metal malzemelerin kesit ve ölçülerine göre ayrımı

Malzeme Adı	Kesit Görünüşü	Malzeme İsimlendirme Örnekleri	Malzeme İsimlendirme Ölçülerinin Alındığı Yerler
Dairesel kesitli profiller	○	30 x 2 mm yuvarlak profil boru	Profil çapı ve et kalınlığı ile ifade edilir.
Dikdörtgen veya kare kesitli profiller	□	30 x 30 x 1.5 mm kare profil boru	Profil kesitinin en, boy ve et kalınlığı ile ifade edilir.

Malzeme Adı	Kesit Görünüşü	Malzeme İsimlendirme Örnekleri	Malzeme İsimlendirme Ölçülerinin Alındığı Yerler
Sac malzemeler		1000 x 2000 x 2 mm sac levha	Sac malzemelerde en, boy ve et kalınlığı ile ifade edilir.
Kare kesitli dolu demirler		20 x 20 mm kare demir	En ve boy ile ifade edilir.
Dikdörtgen kesitli dolu demirler (lama)		10 x 30 lama demir	En ve boy ile ifade edilir.
L profil (köşebent)		30 x 30 x 3 mm köşebent	Profil kesiti dış ölçülerinin en, boy ve et kalınlığı ile ifade edilir.
U profil		UPN 80 U demiri	Profil kesiti yanda gösterilen ölçü ile ifade edilir. Et kalınlığı v.b. diğer ölçüleri belirtilen ölçüye oranlı belirtilmektedir.
I profil		IPN 80 I demiri	
T demiri		30 mm T demiri	
Özel Profiller		Ölçülendirme ve isimlendirmeleri genellikle imalatta kullanılan önemli ölçüleri üzerinden verilmektedir.	Kapı pencere veya eşya yapımı gibi işlerde kullanılabilecek kesitte profiller

1.3.3.2. Cinslerine Göre Metal Malzemeler



Şema 1.1: Metal malzemelerin cinsine göre çeşitleri

Metal teknolojileri alanında sıklıkla kullanılan malzeme demir ürünü olan çelik ve dökme demirdir. Dökme demir ve çeliğin temel farkı ise demirin içerdiği karbon oranıdır.

İçeriğinde % 0,2 - 1,7' ye kadar karbon bulunduran demir-karbon alaşımına **çelik**, % 2'den daha fazla karbon bulunduran demir-karbon alaşımına ise **dökme demir** denir.

1.4. METAL TEKNOLOJİSİ ATÖLYESİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN KULLANIMI

Metal teknolojisi atölyesinde kullanılan makineler, malzemelerin işlenmesinde, yeni bir ürün ortaya konmasında malzemelere kesme, delme, birleştirme, eğme bükme gibi işlemlerin yapılmasını sağlar.

1.4.1. Metal Teknolojisi Atölyesinde Kullanılan Makinelerde Çalışmaya Başlamadan Önce Bilinmesi Gereken Hususlar

Metal teknolojisi atölyesinde kullanılan makinelerde çalışmaya başlamadan önce bilinmesi gereken bazı hususlar vardır. Makineleri kullanmadan önce, kullanım sırasında ve kullanım sonrasında yapılması gereken bakım, onarım ve emniyetli çalışma şartları yerine getirilmelidir. Makinelerin emniyetli ve uzun ömürlü kullanılması için aşağıdaki maddeler iyi bilinmelidir:

- Kullanılacak makine veya tezgâhın çalışmaya uygun olup olmadığı kontrol edilip uygunsa çalıştırmalıdır.
- Kullanılacak makine veya tezgâhı oluşturan gövde ve parçaların hasarsız olmasına, işlevini tam anlamıyla yerine getirebileceğinden emin olunmalıdır.
- Matkap, testere veya makas gibi kesici delici takımları bulunan makinelerde uygun şekilde bilenmiş kesiciler kullanılmamalıdır.
- İş parçasının sabitlendiği sütunlu matkap tezgâhı, tepsi testere veya giyotin makas gibi makinelerde sabitleyici çeneleri uygun şekilde kullanılmalı ve bu aparatların kusursuz bir şekilde çalışır durumda olduğundan emin olunmalıdır.
- Kullanılacak tezgâhın teknik özelliklerini incelenmeli ve makineler kapasitesi dışında kullanılmalıdır.
- Çalışma ortamında kullanılmayacak takım, araç ve gereç bulundurulmamalıdır.
- Matkap tezgâhı gibi dairesel hareket yapan makinelerin olduğu yerlerde kolları bol iş önlüğü, eldiven, kolye, bilezik, yüzük, künye gibi koruyucu veya takıların takılıp dolanma tehlikesi olduğundan bunlar kullanılmamalıdır.
- Kullanılan elektrikli aletlerin kabloları üzerinde yanmış, soyulmuş veya ezilmiş bölgeler var ise bu problemler giderilmeden çalışma yapılmamalıdır.
- Makinelerden fırlayacak eriyik talaşlara karşı iş gözlüğü takılmalı ve gerekli görülüyosa yüz siperi kullanılmalıdır.

- Kaynak makinesi gibi yüksek sıcaklıklarda metallerle karşılaşabileceğimiz yerlerde yanmaya karşı dayanıklı eldiven ve önlük kullanılmalıdır.
- Kaynak makinesinde çalışırken uygun olan baş maskesi veya el maskesi kullanılmalıdır.
- Makineler amaçları dışında kullanılmamalıdır.
- Atölyede bulunan tüplere yağlı elle dokunulmamalıdır.
- Atölyede bulunan tüplere doğru taşlama yapılmamalı, bunlar yüksek sıcaklık veya alev kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
- Atölyede bulunan tüpler uygun şekilde sabitlenmeli ve taşıma sırasında kurallarına uygun davranılmalıdır.
- Makinelerin koruyucuları veya donanımları asla sökülmemelidir.
- Çalışma sırasında çalışanları meşgul edecek kişilerin tezgâhın yanına yaklaşmasına veya karşısında durmasına izin verilmemelidir.
- Matkap ucu veya kesici takımın aşırı ısınma durumunda uygun soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Çalışmakta olduğumuz tezgâh çalışır durumda iken yanından uzaklaşılmamalıdır.
- Özellikle başımız ve diğer uzuvlarımız dönen millerden uzak tutulmalıdır.
- Kullanma talimatını okuyup kavramadığımız ve kullanma konusunda eğitim almadığımız makineyi asla çalıştırılmamalıdır.

1.4.2. Metal Teknolojisi Atölyesinde Bulunan Makinelerin Çalıştırılıp Kapatılmasında Dikkat Edilecek Hususlar

- Makineleri çalıştırıp kapatırken makinelerin hareketli bölümleri, ortaya çıkabilecek yüksek ısı, ortamdaki kimyasal maddeler, ortamdaki sıçrayabilecek parçacıklar, makinelerin herhangi bir uzvumuzu sıkıştırabilecek ve kesebilecek kısımları gibi tehlike kaynakları bulunabilir. Kendimizi ve çevremizdekileri makinelerin çalıştırılıp kapatılması sırasında ortaya çıkabilecek tehlikelerden koruyacak şekilde hareket etmemiz gerekmektedir.
- Kullandığımız makinelerin oluşturabileceği tehlikelerden kendi kendimizi nasıl koruyacağımız iyi bilinmelidir.
- Makineler genel itibariyle dönme, kesme, delme ve bükme hareketi yaparak çalışmaktadır. Bundan dolayı da yüksek sıcaklık, elektriksel riskler ve titreşim gibi riskler barındırmaktadır. Bu doğrultuda makine riskleri iyi bilinmeli ve makineyi çalıştırmadan muhakkak çalışmadan önce yapılması gereken kontroller yapılmalıdır.
- Makineler acil durumlar dışında kapatıldıktan sonra durdurmaya zorlanmamalıdır. Makineye yapılan hatalı müdahaleler makinenin genel ayarlarına etki edebilir bu da makinenin ilerleyen çalışmalarda problemli çalışmasına sebep olabilir.
- Makinelerinde çalışma sırasında testerelerin geriye tepmesi, parçacıkların fırlaması, sıcak metal fırlaması, gazlar, buharlar, kırılmış bıçaklar, keskin ağızlar, pürüzlü yüzeyler, ısı, odun ve metal talaşı gibi bize ve çevreye zarar verecek tehlikeler varsa makine koruyucusuyla yok edilmesi gerekmektedir. Makine koruyucusu yok ise kişisel koruyucu donanımlar ile bu tehlikeler engellenmelidir.

1.4.3. Makinelerde Bulunan Acil Durum Butonlarının Kullanılmasının Güvenlik Açısından Önemi

Acil durum butonu, makinede kullanılan, üzerine basılıp enerjisi kesildiğinde ilgili ekipmanın çalışmasını durduran ve tüm potansiyel tehlikeleri kapatan bir emniyet kontrol anahtarı olarak tanımlanabilir (Görsel 1.6).

Acil durum butonu bir makine çalışırken bir tehlike ortaya çıkması veya tehlikeli bir durum ortaya çıkmak üzereyken makinelerin acil bir şekilde fonksiyonlarının durmasını sağlayacağı için bir iş kazasını önlemeyi veya kazayı daha az zararla atlatmayı sağlar.

Görsel 1.6: Acil durum butonu

1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

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

Yukarıda yer alan parçada aşağıdaki ifadelerden hangisinin tanımı yapılmıştır?

A) Kişisel koruyucu donanımlar
B) İş sağlığı ve güvenliği
C) İş önlüğü
D) Makine koruyucuları
E) Makine koruyucuları

2. **Kişisel koruyucu donanımlar ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğru değildir?**

A) Çatlak, ezik, yıpranmış kişisel koruyucu donanımlar kullanılmamalıdır.
B) Kişisel koruyucu donanımlar tehlikelerin kaynağında yok edilemediği durumda kullanılır.
C) Kişisel koruyucu donanımlar amaçları dışında kullanılabilir.
D) Kişisel koruyucu donanımlar kullanımının zorunlu olduğu yerlerde mutlaka kullanılmalıdır.
E) Kişisel koruyucu donanımlar tehlikenin olduğu yerlerde asla çıkarılmamalıdır.

3. **Aşağıdakilerden hangisi makine koruyucularında aranan özelliklerden biri değildir?**

A) Etkin olmalı.
B) Çalışmayı zorlaştırmamalı.
C) Üretimi engellememeli.
D) Üretimi yavaşlatmalı.
E) Karışık olmamalı.

4. **Aşağıdakilerden hangisi metal teknolojileri alanında yapılan iş ve işlemlerin yapıldığı atölyelerden birisi değildir?**

A) Elektrik ark kaynak atölyesi
B) Soğuk şekillendirme atölyesi
C) Oksi-gaz kaynak atölyesi
D) Sıcak şekillendirme atölyesi
E) Kumanda atölyesi

5. **Aşağıdakilerden hangisi soğuk şekillendirme atölyesinde yapılan işlerden birisi değildir?**

A) Kabartma tekniği uygulamaları
B) Sacların büküm işlemleri
C) Tavlama işlemi
D) Seri iş ve montaj kalıplarının imalatı
E) Makinelerde kesme

6. **Aşağıdakilerden hangisi makine koruyucularından biri değildir?**

A) Sabit koruyucular
B) Kilitlemeli koruyucular
C) Otomatik koruyucular
D) Katlanabilir koruyucular
E) Ayarlanabilir koruyucular

7. "El aletleri, kol gücüyle çalıştırılan basit bir tornavidan, çeşitli enerji kaynakları yardımı ile çalıştırılan makinelerdir." **Buna göre aşağıdakilerden hangisi bir el aletidir?**

A) Tepsi testere
B) Şahmerdan
C) Giyotin makas
D) Hidrolik pres
E) Spiral (avuç taşlama)

8. "30 x 30 x 1.5 mm kare profil boru" **şeklinde isimlendirilen profilin kesiti aşağıdakilerden hangisidir?**

A) □
B) ■
C) ▬
D) ○
E) ▭

9. **Çeliğin içeriğindeki karbon oranı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

A) %0,5- 1,7
B) %0,1 - 1,2
C) %0,2 - 1,7
D) %0,5–3
E) %0,1–3

ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ

2

2.1. ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ

2.2. ÖLÇME KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ İLE PARÇALARIN YÜZEY VE AÇI KONTROLÜ

ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ

2.1. ÖLÇME VE KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ

Ölçme ve kontrol işlemlerini yapabilmek için ihtiyaç duyduğumuz gereçlerdir. Bu araçları tanımak için ölçme ve kontrolün ne olduğunu bilmek gerekir (Görsel 2.1).

Ölçme: Bilinen bir değerle, aynı cinsten bilinmeyen bir değeri karşılaştırmaya **ölçme** denir.

Görsel 2.1: Ölçme

Kontrol: İmal edilen parçaların istenilen ölçü sınırları içerisinde olup olmadığını ve özelliklerini tespit etme işlemidir.

Ölçme ve kontrol araç gereçlerinin kullanımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi yapılan ölçme ve kontrol işleminin doğru olmasında önemli rol oynar.

- Ölçü ve kontrol aletinin hassasiyeti
- Ölçme işleminin yapıldığı ortamın sıcaklığı
- Ölçme işleminin yapıldığı ortamın ışık durumu
- Ölçü ve kontrol aletinin ısısı
- Ölçme işlemini yapan kişinin mesleki tecrübesi
- İşin hassasiyeti
- Ölçme işlemini yapan kişinin sağlık durumu
- İş parçasının fiziksel özelliği
- Ölçme ve kontrol aletine bakış açısı

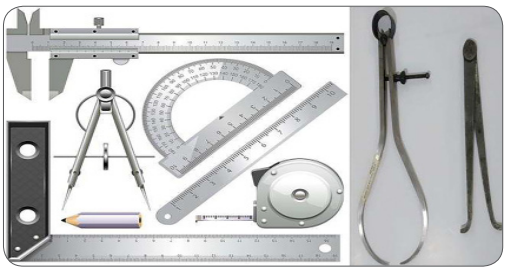
Ölçme işlemi iki şekilde yapılabilir:

1. Doğrudan Ölçme: Ölçü bölüntüsü bulunan ölçü aletleri ile yapılan ölçmedir. Bir milin çapının sürmeli kumpas ile ölçülmesi veya bir profilin şerit metre ile ölçülmesi gibi.

2. Dolaylı Ölçme: Ölçü bölüntüsü bulunmayan ölçü aletleri ile ölçme yapılır. Ölçme işleminin aktarmalı (taşımalı) olarak yapılmasıdır. Mastar, şablon gibi bölüntüsü olmayan ölçü aletleri kullanılır. Dış çap kumpası ile ölçülen herhangi bir milin çapının dış çap kumpası üzerinden sürmeli kumpas ile okunması gibi. Seri imalatta mastar ve şablonlar ölçümü kolaylaştırıp daha seri ölçümler yapmamıza imkân verir.

2.1.1. Ölçme Aletleri

Çelik cetvel, pergel, kumpas, mikrometre, şerit metre, gönyeler, iç ve dış çap kumpasları metal teknolojisi alanında sıklıkla kullanılan ölçü ve kontrol aletleridir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Ölçme ve kontrol aletleri

Ölçme Ve Kontrol Araç Gereçleri

Uzunluk ölçü aletleri aşağıdaki gibi gruplandırılır:

Bölüntülü ölçü aletleri;

- Metreler, çelik cetveller

Ölçü taşıma aletleri;

- Pergeller, iç ve dış çap kumpasları

Ayarlanabilir ölçü aletleri;

- Sürmeli kumpaslar, mikrometreler

Sabit ölçü aletleri;

- Şablonlar, mastarlar

2.1.2. Ölçü Sistemleri

Dünyada uzunluğun ölçülmesinde iki ölçü sistemi kullanılmaktadır:

- Metrik Ölçü Sistemi
- İngiliz Ölçü Sistemi

2.1.2.1. Metrik Ölçü Sistemi

Metrik ölçü sistemi dünya genelinde (İngiltere, ABD ve İngiliz Milletler Topluluğu'na bağlı ülkeler hariç) yaygın olarak kullanılan bir ölçü sistemidir. Metrik sistemde ölçü birimi **metre**dir. Hassas ölçü gerektiren işlerde ise daha çok metrenin binde biri olan **milimetre**, daha hassas ölçülerde milimetrenin binde biri olan **mikron** kullanılır.

Tablo 2.1: Metrik uzunluk ölçü birimleri

Uzunluk	**Katları**				**As katları**		
Ölçüler	**km**	**hm**	**dam**	**m**	**dm**	**cm**	**mm**
Kilometre	1	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000
Hektometre	0,1	1	10	100	1000	10.000	100.000
Dekametre	0,01	0,1	1	10	100	1000	10.000
Metre	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000
Desimetre	0,000.1	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Santimetre	0,000.01	0,000.1	0,001	0,01	0,1	1	10
Milimetre	0,000.001	0,000.01	0,000.1	0,001	0,01	0,1	1

2.1.2.2. İngiliz Ölçü Sistemi

ABD ve İngiltere'de kullanılan ölçü birimidir.Ölçü birimi **yarda**dır. Makinecilikte ve genel imalatta birim olarak **inç** kullanılır.

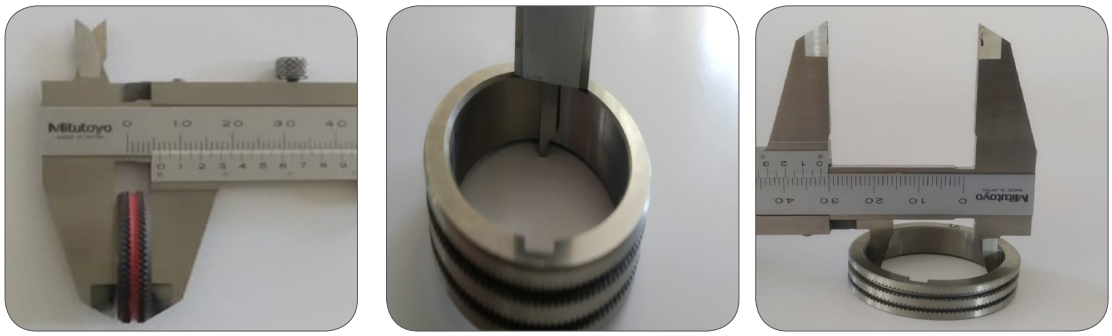
Tablo 2.2: İnç ölçü birimi metrik uzunluk ölçü birimi karşılaştırma

1	Yarda	3 Ayak	91,44 cm
1	Ayak	12 İnç	30,48 cm
1	İnç	2,54 cm	25,4 mm

İnç (parmak) olarak ifade edilir. Sembolü (") dür. Bu işaret ölçünün sağ üst köşesine konulmaktadır. Örneğin; 1", 5", 1/3", 3/5", 1/9", 1 3⁄4", 1 1⁄2" .

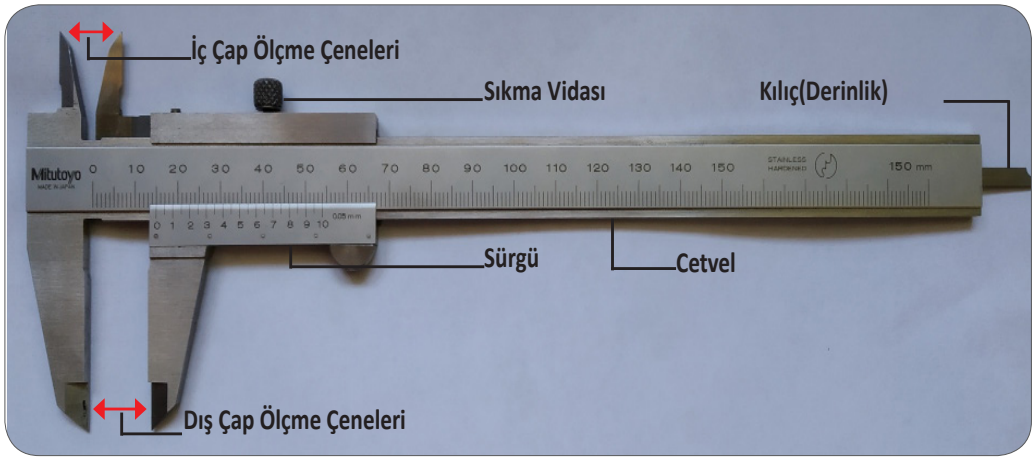
2.1.3. Düzlem ve Silindirik Yüzeylerin İç ve Dış Çaplarının Ölçümü

Dış çap, derinlik ve iç çap ölçümleri yapılırken ölçmeyi etkileyen faktörler dikkate alınarak ölçüm yapılmalıdır. Ayrıca kullandığımız ölçü aletlerinin doğru ölçüm yaptığından da emin olmalıyız. Yapılan ölçümlerde yüzey pürüzlülüğü çapak vb. durumlara dikkat edilmelidir (Görsel 2.3 a,b,c).



Görsel 2.3 a,b,c : Dış çap ölçümü, derinlik ölçümü, iç çap ölçümleri

Kumpaslar; derinlik, uzunluk, yükseklik, iç çap, dış çap gibi değerlerin milimetre veya inç cinsinden hassas (0,1 mm, 0,01 mm) ölçülmesine yarayan mekanik ölçü aletleridir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Kumpasın kısımları

Kumpas Okunması

Hareketli verniyer üzerinde 0'ın gösterdiği bölüntü, cetvel üzerinde hangi tam sayının üzerinde olur veya o tam sayıyı geçerse ölçümüzün tam sayı değeri o olur. Sonrasında verniyer üzerindeki bölüntülerden hangisi cetvel üzerinde bir çizgi ile çakışırsa ondalık değerimiz verniyer üzerindeki çakışan bölüntü olur.

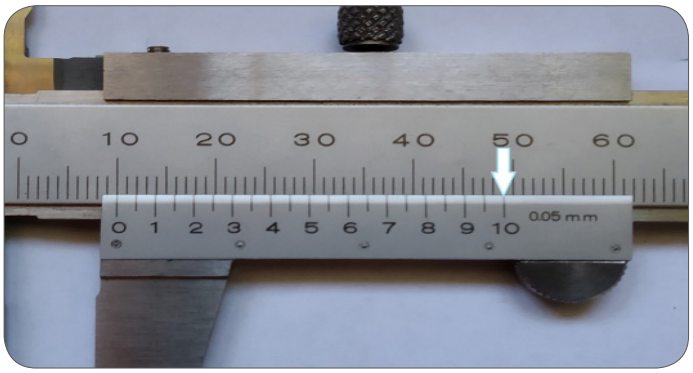
Verniyerin hassasiyeti, üzerindeki bölüntü sayısıdır. 1 mm uzunluğun bölüntü sayısına bölünmesi anlamına gelir.

1/10=0,1 mm hassasiyetinde kumpas demektir.

1/20=0,05 mm hassasiyetinde kumpas demektir.

Aşağıdaki örnek kumpasta verniyer üzerinde 20 adet bölüntü bulunmakta ve 0,05 mm hassasiyetinde bir kumpas verniyer üzerindeki her bölüntü 0,05 mm'dir.

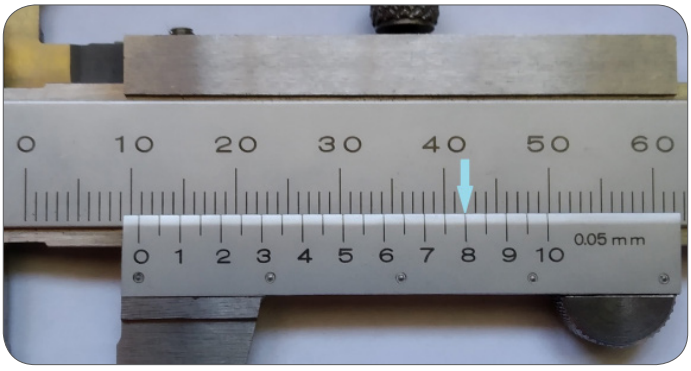
Kumpasın Üzerindeki Tam Sayı Ölçüsünün Okunması



Görsel 2.5: Kumpas ile tam sayıların okunması

Verniyerin gösterdiği tam sayı değeri cetvel üzerinde 10 mm'yi göstermektedir. Tam sayımız 10 mm'dir. Ondalık sayı değeri için de verniyer üzerinde cetveldeki ölçüyle çakışan bölüntü 20. bölüntüdür. Çakışma verniyerin son bölüntüsüne denk gelmesi durumunda ölçümüz tam sayı demektir. Ölçü: 10 mm'dir.

Kumpasın Üzerindeki Ondalık Sayı Ölçüsün Okunması



Görsel 2.6: Kumpas ondalık sayıların okunması

Verniyerin gösterdiği tam sayı değeri cetvel üzerinde 10 mm'yi geçtiği görüldüğünden tam sayı değeri 10 mm'dir.

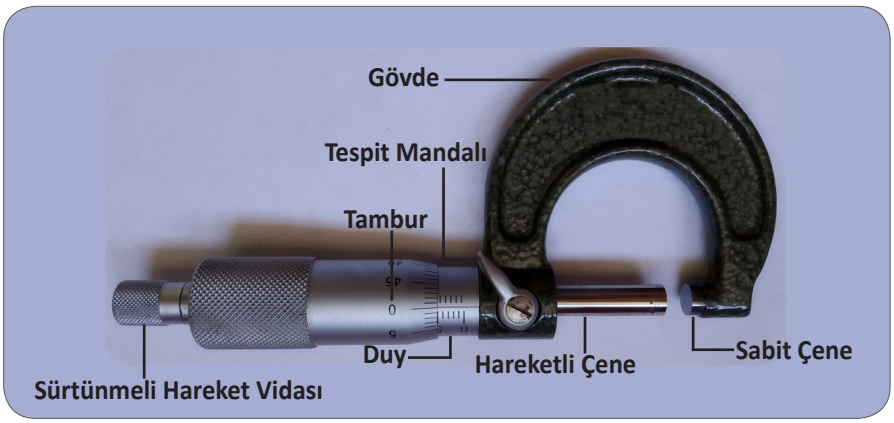
Ondalık sayı değeri içinde verniyer üzerinde cetveldeki ölçüyle çakışan bölüntü 16'dır. Kumpas hassasiyetimiz 0,05 mm olduğu için 16 x 0,05 = 0,8 ondalık değeri bulunur.

10 + (16 x 0,05) = 10,8 mm olarak ölçüm yapılmaktadır.

Mikrometreler

Mikrometre 0,01-0,001 mm hassasiyetlerinde ölçüm yapabilen ölçü aletleridir. Genellikle 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm, ve 75-100mm mikrometreler kullanılmaktadır (Görsel 2.7).

Mikrometrenin Kısımları



Görsel 2.7: Mikrometrenin kısımları

Mikrometre ile Ölçüm Yapılması

Mikrometre ile ölçüm yapmak için sırasıyla aşağıdaki adımlar izlenir:

1. Mikrometrenin düzgünlüğü (hasar vb) kontrol edilir.
2. İş parçasının temiz olması gerekir.
3. Ölçülecek iş parçası mikrometre sabit ve hareketli çenesinin arasına konularak sürtünmeli hareket vidası sıkılır.
4. Sürtünmeli hareket vidası boşta dönmeye başladıktan sonra tespit mandalı sıkılır.
5. Mikrometre okunur.

Mikrometrenin Okunması

Tambur mikrometrenin duy kısmı üzerindeki bölüntülerden her 0,5 mm'yi geçtiğinde bir tur yapar.

Tamburun 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm gibi her bölüntüyü geçtiği değer okunur. Daha sonra duy üzerindeki cetvele denk gelen tambur bölüntüsü kaçıncı bölüntüdeyse ilk okunan değere ondalık olarak ilave edilir.

Aşağıdaki mikrometrenin ölçüm sonucunu açıklayalım.

Görsel 2.8: Mikrometre ile ölçüm yapılması

Mikrometrenin tamburu duy üzerinde 5 mm'yi geçtiği için ilk değerimiz 5 mm'dir. Tamburun duy üzerindeki cetvele denk gelen bölüntüsü 29'u gösterdiği için eklenecek değer 0,29 mm'dir.

5 mm+0,29 mm= 5,29 mm'dir.

2.1.4. Ölçü Sistemlerinin Birbirine Dönüştürülmesi

Ülke olarak kullandığımız ölçü sistemi metrik olduğu için genellikle parmak (inç) ölçülerinin metrik değerlerini bulmak gerekir.

1 " = 25,4 mm

Örnek 1: 1⁄2 " kaç mm'dir?
1⁄2 x 25,4 = 12,7 mm

Örnek 2: 1 3⁄4 " kaç mm'dir?
1 3⁄4 x 25,4 = 7/4 x 25,4 = 177,8/4 = 44,45 mm

2.2. ÖLÇME KONTROL ARAÇ GEREÇLERİ İLE PARÇALARIN YÜZEY VE AÇI KONTROLÜ

2.2.1. Kontrol Araç Gereçleri

Gönye: Yüzeylerin düzlüğünün ve yüzeyler arasındaki açıların kontrol edilmesinde kullanılan aletlere **gönye** denir. Gönyeler iş parçalarının yüzey düzgünlüklerini ve açı değerlerini ölçmeye ve bu ölçüleri bir yerden başka bir yere taşımaya yarayan aletlerdir.

Gönyeler tesviyecilik, metal doğrama, metal konstrüksiyon ve teneke işlerinde kullanılır.

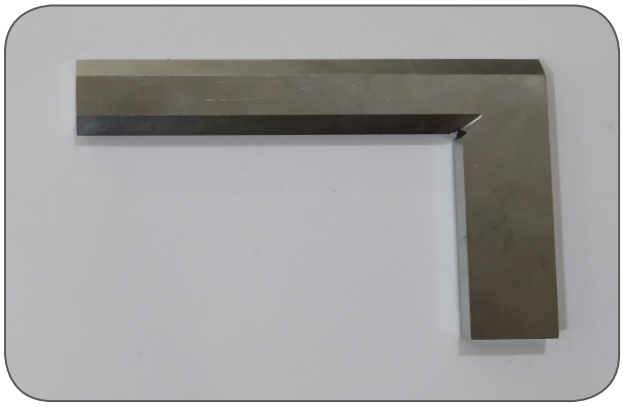
Metal işlerinde gönyeler aşağıdaki amaçlar için kullanılır:

- Komşu yüzeylerin dikliğinin kontrolü
- Markalama işleminde birbirine dik olan çizgilerin çizimi
- Açıların taşınması

Gönye Çeşitleri:

1. Kıl gönyeleri
2. Sabit açı gönyeler
3. Ayarlı açı gönyeler
4. Şapkalı gönyeler
5. Üniversal açı gönyesi

Kıl Gönyeler: Yüzeylerin düzlük ve dikliklerinin kontrolü için kullanılır. Gönyelerin uç kısımları konik ve keskin olduğundan hassas bir kontrol yapmaya imkân sağlar (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Kıl gönye

Sabit Açılı Gönyeler: Bu gönyeler genellikle 45°, 90°, 120° ve 135° ayarlanmıştır. Bu açılarınölçülmesinde kullanılır. Standart derecelere kontrol işlemlerinde kullanılan gönyelerdir.

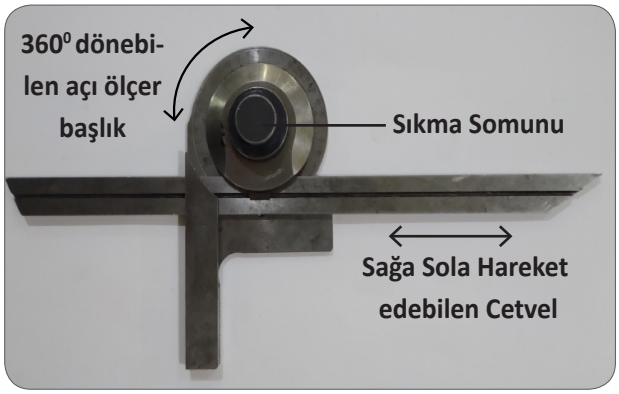
Ayarlı Gönyeler: Çeşitli açılarda yapılan işlerin kontrolünde ve gerektiğinde markalama işlemlerinde kullanılır. Üzerinde açı bölüntüsünü gösteren çizelgesi olduğu gibi açı bölüntüsü olmayanları da vardır. Bu tür gönyelerde hareketli kılıç ve sıkma somunu vardır. Bu gönyelerin ayarlaması açı bölüntüsü olanlarda bu bölüntüden, olmayanlarda ise başka bir gönye yardımı ile yapılır (Görsel 2.10).

2.10: Ayarlı gönye

Şapkalı Gönyeler: Bölüntüsüz bir cetvel ve şapka olarak isimlendirilen kısmı vardır. Bu gönyeler genellikle 100-150 mm arasında boylara sahiptir (Görsel 2.11).

Görsel 2.11: Şapkalı gönye

Üniversal Açı Gönyesi: Bu gönyeler hassas işlemlerde kullanılır. Ölçme sırasında her açının katları ayarlanabilir. Bu gönyeler ile kontrol, açı iletme ve markalama işlemleri yapılabilir (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Üniversal açı gönyesi

2.2.2. Gönye ile Parçaların Yüzey ve Açı Kontrolü

Aşağıda verilen 90° lik kıl gönyede ölçüm yapılan yüzeylerin gönyeye tam oturması, iş parçasının ölçülen açısının 90° olduğunu gösterir. Işık sızdırmaması da yüzey pürüzünün az olduğunu gösterir (Görsel 2.13).

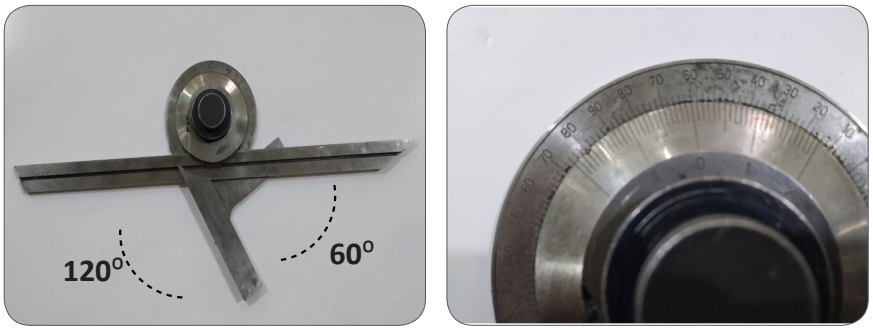
Görsel 2.13: 90° açı ölçümü

2.2.3. Üniversal Açı Gönyesi ile Açı ve Yüzey Düzgünlüğünün Kontrolü ve Ölçümü

Üniversal gönyeler açı ölçümü ve taşıma gibi işlerde kullanılırlar. Bu gönyeler ile ayarlama yapıldığında açının 180° ye tamamlandığı unutulmamalıdır.

Üniversal gönyelerin ayarlanması için sıkma somunu gevşetilerek 360° dönebilen başlıktan açı ayarlanır ve somun sıkılarak açı sabitlenir. Cetvel gerektiğinde ileri geri hareket edebileceği gibi farklı uzunluklardaki cetveller de kullanılabilir (Görsel 2.14 a,b).

Aşağıdaki örnekte 60° ye ayarlanmış bir üniversal gönyenin diğer tarafı 120° gelmektedir.



Görsel 2.14 a,b: Üniversal gönyenin ayarlanması

Aşağıdaki örnekte 30° ye ayarlanmış bir üniversal gönyenin diğer tarafı 150° gelmektedir. 150° lik kısma iş parçası yerleştirilmiştir (Görsel 2.15 a,b).

Görsel 2.15 a,b: Üniversal gönye ile iş parçalarının istenen açıya ayarlanması

2. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Birim adı verilen ve bilinen bir değerle, aynı cinsten bilinmeyen bir değeri karşılaştırmaya.....denir. **Verilen boşluğa aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?**

A) Ölçüm
B) Ölçme
C) Kontrol
D) Sonuç
E) Karşılaştırma

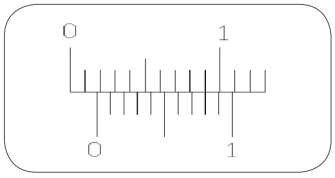
2. Aşağıdakilerden hangisi ölçme işlemini etkileyen faktörlerden biri <u>değildir?</u>

A) Ölçü ve kontrol aletinin hassasiyeti
B) Ölçme işleminin yapıldığı ortamın sıcaklığı
C) Ölçme işleminin yapıldığı ortamın ışık durumu
D) Ölçü ve kontrol aletinin oda sıcaklığında olması
E) Ölçme işlemini yapan kişinin mesleki tecrübesi

3. Aşağıdakilerden hangisi kumpasın kısımlarından biri <u>değildir?</u>

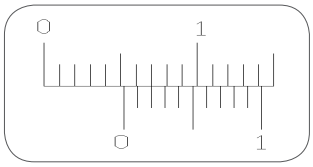
A) Gergi
B) İç çap ölçme çeneleri
C) Sıkma vidası
D) Kılıç (derinlik)
E) Cetvel

4. Aşağıda verilen 1/10 ölçekli kumpasın ölçüsüaşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



A) 2,6 mm
B) 1,5 mm
C) 1,6 mm
D) 2,8 mm
E) 1,8 mm

5. Aşağıda verilen 1/10 ölçekli kumpasın ölçüsü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

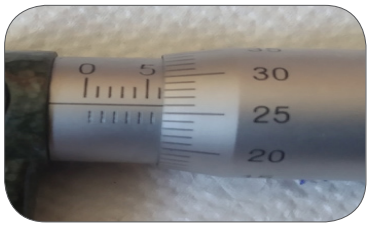


A) 5,8 mm
B) 5,7 mm
C) 5,5 mm
D) 5,2 mm
E) 5,7 mm

6. 1/4" kaç mm eder?

A) 6,38
B) 6,45
C) 6,35
D) 6,55
E) 6,77

7. Aşağıda verilen 0,01 mm hassasiyetli mikrometrenin ölçüsü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



A) 6,24
B) 6,74
C) 6,25
D) 6,30
E) 6,26

8. Üniversal gönye aşağıda verilen hangi açı aralıklarında açı ölçümü yapabilir?

A) 0°-150°
B) 0°-360°
C) 180°-360°
D) 0°-270°
E) 180°-270°

MARKALAMA TAKIMLARI

3

3.1. YÜZEY HAZIRLAMA İŞLEMLERİ

3.2. MARKALAMA

MARKALAMA TAKIMLARI

Üretimi yapılacak olan işin resminin, imalatı yapılacak iş parçasının üzerine aktarılmasında kullandığımız takımlara **markalama takımları** denir.

3.1. YÜZEY HAZIRLAMA İŞLEMLERİ

Markalama öncesi metal yüzeyin temizliği ve pürüzsüz olması markalama işlemini kolaylaştırır. Ayrıca markalama ve sonrasında yapılacak kesme, delme, eğme bükme gibi işlemlerde de daha başarılı sonuçlar elde etmemizi sağlar.

Markalama Öncesi Yüzey Temizliği

Metal yüzeyindeki yağ, gres, oksit tabakası, temizleme artıkları gibi yabancı maddelerin temizlenmesi gerekir. Bu yabancı maddelerin temizliği markalama yapılabilmesi için gereklidir. Yüzey temizliği doğru yapılmamış bir iş parçasına yapılan markalama istenen düzgünlükte olmayabilir. Ayrıca yüzey temizliği yapılmamış iş parçasının markalama öncesi istediğimiz gibi dengeli ve kusursuz boyanması mümkün değildir. İş parçalarının temizliği yapılmadığında markalama sırasında yapacağımız çizim işlemlerinde de istediğimiz sonucu alamayız.

3.1.1. Mekanik Temizleme Yöntemleri ile Malzeme Yüzeylerinin Markalamaya Hazır Hâle Getirilmesi

Mekanik yüzey temizleme, parça yüzeyinden yağ, gres, kir, oksitlenme, talaş gibi birikintileri mekanik yöntemlerle uzaklaştırmadır.

Mekanik temizleme yöntemleri şunlardır:

- Tel fırça ile temizleme
- Zımpara ile temizleme
- Zımpara taşı ile temizleme
- Kum püskürtme
- Bilye Püskürtme
- Tamburda temizleme
- Titreşimle temizleme

Tel Fırça ile Temizleme: Tel fırçalar sert çelik tellerin, bir plastik veya ahşap yüzeye belirli düzenle monte edilerek metal yüzeylerinin temizlenmesinde kullanılan fırçalardır. İki çeşit fırça vardır.

- Elle kullanılan tel fırçalar
- Motorlu tel fırçalar

Elle kullanılan tel fırçalar, herhangi bir makine gücü olmadan insan kuvvetiyle çalışır.

Motorlu tel fırçalar ise polisaj makinesi, spiral veya el breyzi gibi makinelere monte edilerek çalışabilen tel fırçalardır (Görsel 3.1 a,b,c).

Görsel 3.1 a,b,c: Tel fırça çeşitleri

Zımpara ile Temizleme: Zımpara, aşındırıcı taneciklerin özel bir kâğıt üzerine bağlayıcılar yardımıyla yapıştırılması ile üretilirler. Zımparalar kullanıldıkları yere (metal, ahşap ve seramik) göre farklılıklar gösterirler.

Zımparanın aşındırıcı taneciklerinin boyutları küçükse ince, tanecikleri büyükse kaba zımpara olarak isimlendirilirler. Zımparalar el veya makine ile yüzey temizliğinde kullanılabilmektedir.

Zımparalama iki şekilde yapılır:

- Kaba Zımparalama
- İnce Zımparalama

Zımparalama işleminde önce kaba zımparalama yapılır. Bunun amacı iş parçasının yüzeyinin aynı seviyeye gelmesini sağlamak, dalgalanma ve yüzey kusurlarını ortadan kaldırmaktır.

Kaba zımparalama ile oluşan yüzey deformasyonun düzeltilmesi, kusursuz ve markalamaya hazır hâle getirilmesi için ince zımparalama yapılır (Görsel 3.2 a,b,c).

Görsel 3.2 a,b,c: Zımparalar

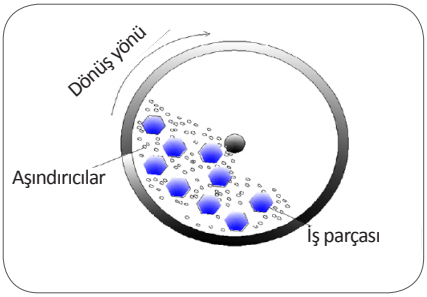
Zımpara Taşı ile Temizleme: Zımpara taşı, aşındırıcı taneciklerin bağlayıcılar yardımıyla preslenerek yapıştırılması ve pişirilmesi prensibi ile üretilir. Zımpara taşları yapılacak işlere göre iri taneli veya ince taneli olarak üretilmektedir. Zımpara taşları bileme makinesi, spiral gibi makineler ile birlikte kullanılır (Görsel 3.3 a,b).

Görsel 3.3 a,b : Zımpara taşı ve bileme makinesi

Kum Püskürtme ile Temizleme: Kum püskürtme işleminde parça yüzeyine yüksek hızda kum, alümina (Al_2O_3), silisyum karbür (SiC) gibi aşındırıcı parçacıklar gönderilir ve yüzey mekanik yolla fiziksel olarak temizlenir.

Bilye Püskürtme ile Temizleme: Bilye püskürtme işleminde parça yüzeyine sert bilyeler hava veya merkez kaç etki yardımıyla gönderilir.

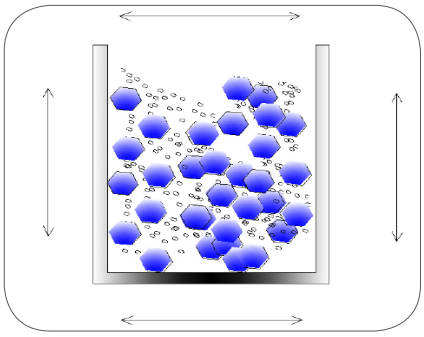
Tamburda Döndürerek Temizleme: Parçaların teker teker değil de gurup hâlinde yüzeylerinin temizlendiği bir işlemdir. Parça boyutu küçüldükçe yüzeylerinin toplu hâlde temizlenmesi daha ekonomik olur. Bu işlemde bir tamburun içine aşındırıcı konur. Çapak alma, pah kırma, tufal alma, parlatma veya yüzey temizleme amacıyla kullanılabilir. Parçalar tambura yerleştirilir ve tambur kapatıldıktan sonra 10–50 dev/dak hızla döndürülür. Dönme sırasında parçalar kayarak ve ortama sürtünerek hareket ederler ve yüzeyleri bu mekanik etkiyle temizlenir (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Tamburda temizleme

Titreşimle Temizleme: Titreşimli temizlemede parçalar titreşimli bir kabın içine aşındırıcı ortam ile birlikte konulmakta ve belli bir süre titreşime tabi tutulmaktadır. İşlem süresi daha kısa, ses düzeyi daha düşüktür. Ayrıca işlem sırasında parça yüzeyinin kalitesini işlemi durdurmadan anlamak mümkündür (Görsel 3.5). Temizleyici ve aşındırıcı ortam olarak ikiye ayrılır:

- Doğal (alümina, granit tozu, kireç taşı, talaş)
- Sentetik (çeşitli şekillerde polimer resin kullanılarak ve sıkıştırılarak hazırlanmış alümina ve SiC tozları)



Görsel 3.5: Titreşimle temizleme

3.1.2. Mekanik Temizleme Araçları Kullanırken Kişisel Koruyucuların Kullanılmasının Önemi

Mekanik temizleme araçları ile temizleme işleminde ilk akla gelen tehlikeler çizim veya metal parçası sıçraması ve solunumu tehdit eden risklerdir. Mekanik temizleme işlemi yaparken ortamdaki tehlikeleri iyi bilip (gürültü, sıcak iş parçaları, cisim sıçraması, toz vb.) gerekli kişisel koruyucu donanımı kullanmamız iş kazalarına uğramamızı ve meslek hastalıklarına yakalanmamızı engeller.

Solunum Sisteminin Korunması

Tel fırça, zımpara, zımpara taşı gibi makine koruyucusu olmadığı yerlerde maske kullanmalıyız. Makine koruyucularının yeterli gelmediği ortamlarda havada toz veya partiküllerin varsa yine koruyucu maske kullanarak solunum sistemimizi korumalıyız.

Metal Parçacıkları ve Cisim Sıçramasından Korunma

Çalışma esnasında fırlayacak küçük partiküller göze, büyük parçalar da yüze, göze veya vücuda ciddi zararlar verebilmektedir. Özellikle zımpara, zımpara taşı, tel fırça gibi metal tozu ve partiküllerin veya yüksek devirde dönen makinelerin cisim fırlatma tehlikesi olan yerlerde koruyucu gözlük ya da yüz siperliği kullanmalıyız.

Özellikle zımpara taşı ile temizleme yaparken sıcak parçalar ellerimize ve vücudumuza sıçrayabilir. Bu durumdan korunmak içi yanmaya dayanıklı iş kıyafeti ve iş eldiveni kullanmalıyız.

Gürültüden Korunma

Çalıştığımız ortamda zımpara taşıyla temizleme, döner dolapla temizleme, vibrasyonla temizleme gibi gürültüye sebep olacak makinelerle çalışabiliriz. Gürültülü ortamdan kendimizi korumak için gürültü önleyici kulaklık kullanmamız gerekir. Bu kulaklıklar gürültüyü tamamen yok etmez fakat gürültünün şiddetini düşürmeye yarar.

3.1.3. Markalama Yapılacak Parçaların Yüzeylerinin Boyanmasının Önemi

Markalama Boyaları: Markalama yapılacak olan yüzey temizliği yapılmış iş parçası üzerinde, markalama izlerinin daha net çıkabilmesi amacıyla kullanılır. Metal yüzeyinin temizlenmesinden sonra metalin kendi rengi çıkar, boyama işlemi olmadan markalama yapılsa dahi yapılan markalama malzeme yüzeyinde net görülemez. Yapılan markalamanın net bir şekilde görünmesi için markalama boyalarının kullanılması gerekir. Bu boyalar tebeşir tozu, kireç kaymağı, göz taşı (bakır sülfat) gibi maddelerdir.

Metal yüzeyinin temizlenmesinden sonra metalin kendi rengi ortaya çıkar. Metal üzerine boyama yapılmadan yapılan markalama işleminde yapılan çizimler net görülmeyebilir. Boyama, markalama izlerinin daha net görülebilmesi amacıyla kullanılır. Boyama işleminden sonra markalama yapılacak olan iş parçası üzerinde markalama çizgileri net bir şekilde görünür ve markalamada herhangi bir hata olması durumunda parçanın hatalı markalanan kısmı yeniden boyanarak hatalı yapılan markalama işleminin düzeltilmesi daha kolaydır. Boyama yapılmadan markalama yapılması durumunda yapılan markalama net görülemediği gibi yapılan düzeltmeler kargaşaya neden olarak hatalı işlemler yapmamıza neden olabilir. İş parçasını hatalı imal etmemize neden olabilir.

3.2. MARKALAMA

İşin resminin imalatı yapılacak iş parçasının üzerine aktarılmasına **markalama** denir.

Markalama, iş parçasının tam ölçüsünde yapılmasına, yapılacak işlemlerin doğru yapılmasına ve kontrolüne yardım eder. Markalamadan sonraki işlemlerin tamlığı çizim hassasiyetine bağlıdır. Markalama işlemi çeşitli aletler ile yapılır.

3.2.1. Markalama Takımları ile Markalama Yapımı

Markalama takımları markalama işlemlerinde kullandığımız takımlardır. Başarılı bir markalama yapabilmek için bu takımların kusursuz olması gerekmektedir. Ayrıca markalama takımlarının düzenli olarak sağlamlığını ve işimizi etkileyecek kısımlarının bakım ve kontrollerini yapmalıyız.

3.2.1.1. Markalama Takımları

Markalama Pleytleri: Markalama pleytleri genellikle döküm ve granit malzemelerden yapılır ve yüzeyleri taşlanmıştır. Bu pleytler üzerinde sadece markalama işlemleri yapılır.

Çelik Cetveller: Ölçme ve fazla hassasiyet gerektirmeyen kontrol işlemlerinde kullanılır. Cetvel bölüntüleri genellikle 1 mm olsa da 0,5 mm olan cetveller de kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikten yapılan bu cetveller 150, 250, 500, 1000 mm boylarında yapılırlar.

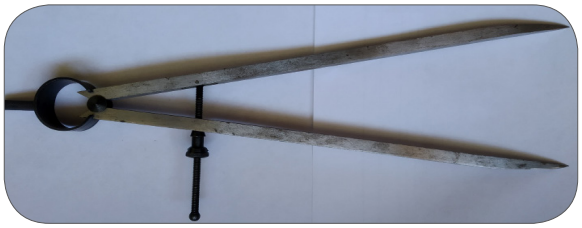
Çizecekler: Metal yüzeyine çizgi çizmek, iz bırakmak amacıyla kullanılan ve uç açıları 15° civarında olan markalama aletidir (Görsel 3.6).

Görsel 3.6: Çizecek

Mihengirler: Markalama işlemlerinde istenilen ölçü aralığında paralel çizgi çizmek amacıyla mihengirler kullanılır. En önemli markalama araçlarından biridir. Basit verniyerli veya dijital göstergeli türleri mevcuttur (Görsel 3.7).

Görsel 3.7: Mihengir

Pergel: Daire veya yay çizmek amacıyla kullanılan markalama aletidir. Çelik malzemelerden yapılır, uçları sertleştirilmektedir. İyi bir markalama için pergel uçlarının sivri olması gerekir (Görsel 3.8).

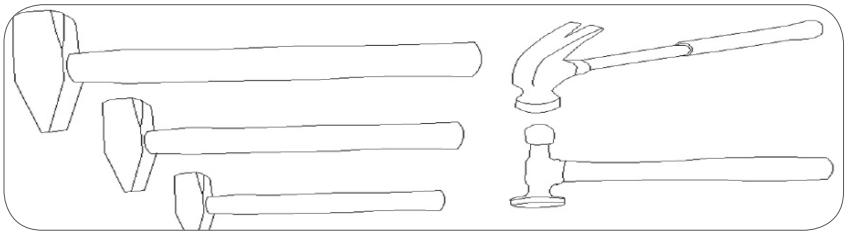


Görsel 3.8: Pergel

Nokta: Metal yüzeyinde markalama veya merkezleme yapmak için kullanılır, krom ya da vanadyumlu çelikten yapılırlar. Markalama (uç açısı 50˚-60˚) noktası ve merkezleme (uç açısı 90˚) noktası olmak üzere iki çeşittir (Görsel 3.9).

Görsel 3.9: Nokta

Çekiçler: Noktalama, sıcak şekillendirme, keskileme, perçinleme ve doğrultma gibi amaçlarlakullanılan el aletleridir. Kullanma yeri ve amacına göre farklı tip ve ağırlıklarda olanları mevcuttur (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: Çekiçler

3.2.1.2. Markalama Takımları ile Markalama Uygulaması

Markalama yapımında iş parçası üzerine yapılan çizim işlemi teknik resim çizimine benzer. Markalama takımları doğru şekilde kullanılmalı ve işlem basamakları takip edilmelidir (Görsel 3.11).

Yüzey temizliği yapılmış olan iş parçalarına markalama boyası sürülür, boyanın kurumasından sonra çizime başlanır. Aşağıda markalamada kullanılan aletlerin kullanımı açıklanmaktadır.

Görsel 3.11: Sac markalama

Çizim Aşamaları

1. Cetvel ya da gönye çizim yapılacak yere yerleştirilip tutulur.
2. Çizecekler, çizilecek olan çizgi yönünde eğik ve fazla sıkmadan tutularak cetvele dayatılrak aynı açı ve baskı ile çizilir.
3. Cetvelin cetvele, sadece çizeceğin ucu temas etmeli ve çizgi boyunca kaldırılmamalıdır.
4. Çizeceğe uygulanacak baskı parça sertliğine göre ayarlanmalıdır. Sert malzemede fazla, yumuşak malzemede hafif ayarlanmalıdır.
5. Çizgi çekilecek olan yerde çizecek kaldırılmadan, tek seferde çizgi çekilmelidir. Çizecek çok hızlı veya çok yavaş çekilmemelidir.

Pergel Kullanımı

1. Dairenin yay merkezi belirlenir ve noktalanır.
2. Pergel yarıçapı bölüntülü cetvel ile ayarlanır.
3. Pergel sadece tepesinden tutulur.
4. Pergelin bir ucu nokta içine yerleştirilir.
5. Çizimde pergel tepesinden tutularak parmaklar arasında kaydırılarak daire çizilir.
6. Pergel çizim yönünde eğilmelidir ve mümkün olduğu kadar pergelin eğiklik açısı korunmalıdır.
7. Çizim yapılırken basınç noktalanmış yere denk gelen ayak üzerine yapılır.
8. Çizim yapan ayak üzerindeki basınç çizgi çizmeye yetecek kadar olmalıdır.

Nokta Kullanımı

1. Noktalanacak yer pergel veya bölüntülü cetveller ile tespit edilir.
2. Nokta, noktalanacak yere getirilir ve nokta ucu yatırılarak nokta ucunun geleceği yer görülür.
3. Daha sonra nokta 90˚ lik açıya getirilerek çekiç ile vurularak noktalama yapılır.
4. Çekiç uygulanma şiddetinin parçada istediğimiz izi bırakacak kadar olması yeterlidir.

3.2.1.3. Markalama Takımlarını Amacına Uygun Kullanarak İş Bitiminde Bakım ve Temizliğinin Yapılmasının Önemi

Markalama Takımlarının Amacına Uygun Kullanımının Önemi

Markalama takımlarının amacı dışında kullanılması durumunda, markalama takımının zarar görmesine sebep olabiliriz. Örneğin noktalama işleminin nokta yerine çizecekle yapılması durumunda çizeceğe çekiç vurulduğunda çizeceğin bozulması ve zarar görmesi söz konusu olacaktır. Ayrıca markalama takımlarını yanlış yerde kullanırsak markalama takımı ile hatalı markalama yapılmasına sebep olabiliriz. Örneğin çizim işleminde çizecek yerine nokta ile yapılması durumunda uç açısı 90˚ olan olan nokta ile çizim yaptığımız yere çizimi aktarmakta zorlanırız. Ayrıca çizim sırasında nokta ile çizim yaparken cetvele yeterince yaklaşılamayacağı için doğru çizim yapmak mümkün olmayacaktır.

Markalama takımlarının asla amacı dışında kullanılmaması gerekmektedir. Bu takımları amacı dışında kullanmak takımlara zarar verir. Ayrıca yaptığımız markalamanın başarısız olmasına ve hatalı markalama yapmaya sebep olur.

Markalama takımlarının amacı dışında kullanılması iş kazaları ve yaralanmalara da sebep olmaktadır.

Markalama Takımlarının İş Bitiminde Bakım ve Temizliğinin Yapılmasının Önemi

Markalama takımlarının bakım ve temizliği diğer birçok takıma göre daha fazla ihtiyacı olmaktadır. Bu takımlardan çizecek, nokta ve pergel uçlarının istenen açı ve düzgünlükte bilenmiş olması gerekir. Çizeceğin uç açısı 15˚, nokta markalama yapılacak ise 50˚-60˚, merkezleme yapılacak ise 90˚ bilenmelidir. Pergel ise birbirine yanaşacak uçları iç kısımdan bilenmeden, dış kısımdan bilenmelidir. Markalama takımlarının her zaman kusursuz olması istenir. El aletleri ve takımlarının çalışmaya başlamadan önce kontrol edilerek kullanılması gerekir. Çalışmamız bittiğinde markalama takımlarının gerekli uç bakımı, yağlama, sıkma vb. bakımları yapılmalıdır. Markalama takımları ile işimiz bittiğinde takımların yine kullanmaya hazır durumda, bakımları yapılmış olarak yerlerine koyulması gerekir.

Markalama takımlarından çekiç, nokta gibi darbeye ve kuvvete maruz kalan markalama aletlerinde mantarlaşma vb. bozulmalar varsa bu bozulmalar giderilmelidir.

Markalama takımları ile çalışma yapıldıktan sonra temizliğinin de yapılması gerekir. Temizlik yapılması bir sonraki kullanımda işimizi kolaylaştırır. Kirli bir markalama takımı ile veya yağlı bir markalama takımı ile markalama işlemini yapmak kolay olmaz. Temizlemiş olduğumuz iş parçasının da kirlenmesine ve yapacak olduğumuz markalama işleminde istediğimiz sonucu elde edememize neden olabilmektedir.

3. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Metal yüzeyindeki yabancı maddelerden hangilerinin markalama öncesi temizlenmesi gerekmez?

A) Yağ
B) Gres
C) Temizleme artıkları
D) Markalama boyaları
E) Yüzeydeki kirler

2. Aşağıdakilerden hangisi mekanik temizleme yöntemi değildir?

A) Kum püskürtme
B) Tel fırça ile temizleme
C) Zımparayla temizleme
D) Döner dolapla temizleme
E) Asit banyosunda temizleme

3. Aşağıdakilerden hangisi markalama takımı değildir?

A) Çizecek
B) Nokta
C) Kontrol kalemi
D) Çelik cetvel
E) Mihengir

4. Çizeceklerin uç açısı kaç derece olmalıdır?

A) 15°
B) 60° - 70°
C) 90°
D) 35° - 40°
E) 30°

5. Aşağıdakilerden hangisi markalama takımlarının amacı dışında kullanmasına örnek verilebilir?

A) Çizecek ile sac üzerinde çizim yapmak.
B) Cetvelin ucu ile sac üzerine çizim yapmak.
C) Pergel ile daire çizimi yapmak.
D) Nokta ile sac üzerinde belirlenmiş yere noktalama yapmak.
E) Markalama pleyti üzerinde markalama yapmak.

DOĞRULTMA

4

4.1. ŞEKİL DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ PROFİLLERİ DOĞRULTMA VE DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL YÖNTEMLERİ

4.2. BİÇİM DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ SACLARI DÜZELTEREK DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL ETME YÖNTEMLERİ

DOĞRULTMA

Herhangi bir zorlama veya kuvvet etkisiyle şekil değişikliğine uğramış metallerin ilk şekillerine getirilmesi işlemine **doğrultma** denir (Görsel 4.1).

Doğrultma işlemi metalin özelliğine göre tavlama işlemi uygulanarak ya da herhangi bir tavlama uygulanmadan yapılabilir. Metal, soğuk hâlde doğrultmanın mümkün olmadığı yerlerde tavlama yapılarak doğrultma işlemi uygulanmaktadır.

Görsel 4.1: Doğrultma

4.1. ŞEKİL DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ PROFİLLERİ DOĞRULTMA VE DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL YÖNTEMLERİ

4.1.1. Doğrultmanın Gereği ve Önemi

Metallerin dövülerek yeni bir şekil kazanma yetenekleri vardır. Dövülebilme özelliği neredeyse tüm metaller için geçerlidir. Isı uygulanmamış metallerin dövülebilmesi de mümkündür fakat ısı uygulanmadan yapılan dövme işlemi yüksek oranda şekil değişikliğine yol açarsa metalde oluşmasını istemediğimiz hatalara sebep olabilir. Isıtılmış metallerin dövülebilme yeteneği artar. Günümüzde genel yapı işleri ve endüstride en yaygın kullanılan metal, çelik ve alaşımlarıdır. Bunun en önemli sebeplerinden biri de farklı özelliklerde ve niteliklerde çeliklerin bulunması ve bu alaşımların sıcak veya soğuk şekillendirmeye yatkınlığıdır.

Metallerde oluşan şekil değişikliği elastik (kalıcı olmayan) şekil değişikliği ve plastik (kalıcı) şekil değişikliği olarak iki şekilde açıklanır. Sabitlenmiş bir metale belirli bir yönde güç uygulandığında parçada oluşan şekil değişikliği, belirli bir noktaya kadar elastik belirli bir noktadan sonrada plastik şekil değişikliğidir. Kalıcı şekil değişikliğinin başladığı nokta **akma sınırı**dır. Akma sınırı olarak ifade edilen sınır, gereci oluşturan kristallerin birbiri üzerinde kaymasıdır. Akma sınırından sonra oluşan şekil değişikliği plastik (kalıcı) şekil değişikliğidir. Akma sınırından sonra oluşan şekil değişikliklerinde gereç kendiliğinden eski hâline dönemez. Akma sınırı her metal ve alaşımda farklılık gösterir. Bunun nedeni ise her metalin mekanik özelliklerinin birbirinden farklı olmasıdır.

Akma sınırını çekme deneyi yapılan 100 mm'lik bir çelik çubuk üzerinden açıklayalım. Çekme kuvveti uygulanan 100 mm uzunluğundaki çelik çubuk, 100,1 mm uzunluğa ulaştığında ve kuvvet ortadan kalktığında 100 mm uzunluğa geri dönüyorken aynı şartlarda 100,2 mm uzunluğa kadar çekildiğinde geri eski hâline dönmez. Bu çelik çubuğun akma sınırı % 0,2'dir. Bu malzemeye % 0,2'den fazla uygulanan şekil değişiklikleri kalıcı şekil değişikliği olarak ortaya çıkacaktır.

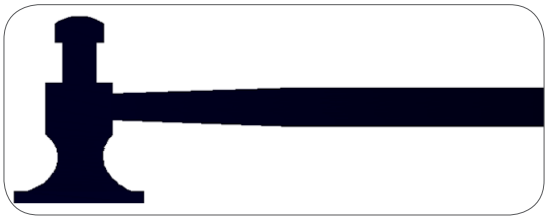
Kalıcı şekil değişikliğine uğramış olan metallerde şekil değişikliği oranı ne kadar yüksek olursa doğrultma işlemi o kadar zor olmaktadır. Ezilmiş ve bükülmüş parçalar akma noktasına gelmiş kalıcı şekil değişikliğine uğramış demektir. Bu parçaların, uygun kuvvetler altında dövülerek eski hâline getirilmeleri mümkündür.

Soğuk hâlde doğrultulması mümkün olmayan yüksek oranda şekil değişikliğine uğramış iş parçalarına ısıl işlem uygulanarak kristal yapıları şekil değişikliğinden önceki hâline getirilerek doğrultma işleminin yapılması mümkündür. Doğrultma işlemi metalleri tavlayarak da yapılabilir. Doğrultma işlemi uygun araç, yöntem ve teknikler ile yapıldığında başarılı sonuçlar alabileceğimiz bir şekillendirme yöntemidir.

Doğrultma işlemi, kullanılamayacak durumda olan bir metalin eski formuna kavuşturularak görevini yapmaya devam etmesini sağlar. Otomotiv sektöründe araç kaporta ve gövdelerinin doğrultulup kullanılabilmesi gibi. Doğrultma işlemi ekonomik faydası yüksek olan bir yöntemdir. Mesleki tecrübe ve tekniğin doğru uygulanmasına dayanmaktadır.

4.1.2. Doğrultmada Kullanılan Araç Gereçler

Çekiçler: Doğrultmada kullanılan çekiçler tabanı düz olarak imal edilmektedir. Çekiçlerin uç kısımlarının darbeye maruz kalmasından dolayı uç kısımlar sertleştirilir ve menevişlenir. Çekiçlerin iç kısımlarına sertleştirme uygulanmaz (Görsel 4.2).

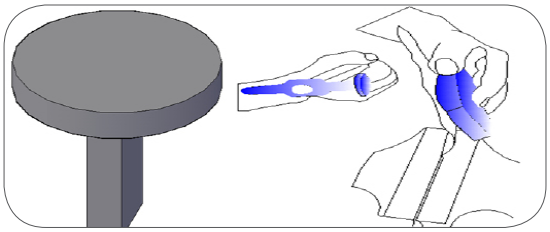


Görsel 4.2: Doğrultma çekici

Tokmaklar: Doğrultma işleminde çekiç kullanıldığı takdirde özellikle ince ve nispeten yumuşak sac levhalar zedelenebilir. İş parçasının zedelenmesinin istenmediği yerlerde doğrultma işlemlerinde ağaç, plastik tokmaklar kullanılmaktadır (Görsel 4.3).

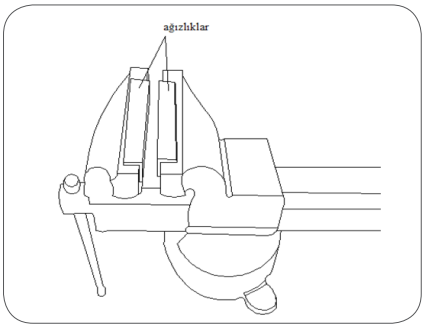
Görsel 4.3: Tokmak

Altlıklar: Doğrultulacak olan iş parçalarının özelliğine göre farklı altlıklar kullanılabilir. Altlıklar doğrultma işlemi uygulanacak olan iş parçasında elde edilmek istenen şekle uygun olmalıdır. İş parçasının çekiç veya tokmakla altlığın arasında ezilmesi istenmez. Altlıklar doğrultma yapılacak sacdan yumuşak olmalıdır. Kullanılabilecek altlıklar mengene veya tezgaha sabitlenebilir. Doğrultulacak sacın ulaşılması zor olan noktaları gibi yerlerde kullanılmak üzere herhangi bir yere sabitlenmeden kullanılabilen altlıklar doğrultma işlemlerinde gereklidir (Görsel 4.4).



Görsel 4.4: Altlıklar

Ağızlıklar: Doğrultma işlemlerinin mengenede yapılması durumunda mengene çenelerinin iş parçalarını zedelememesi için kullanılırlar. Genellikle kurşun, bakır, prinç veya alüminyum gibi metallerden yapılırlar (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Ağızlıklar

Doğrultma Pleytleri: Yüzeyleri doğrultma pleytlerine göre daha kabadır. Darbe emme kabiliyeti yüksek ve yumuşak denilebilecek türdeki dökme demirlerden yapılırlar (Görsel 4.6).

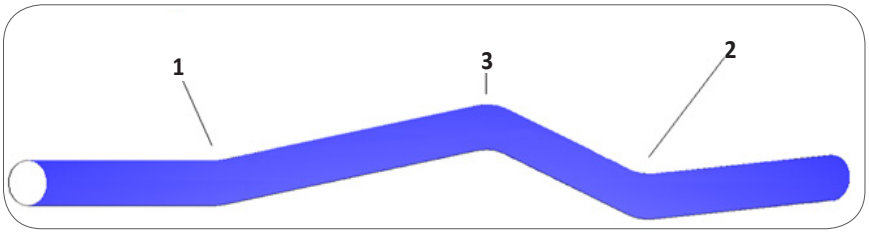
Görsel 4.6: Doğrultma pleyti

Mengeneler: Bir kol, vida düzeneği ve iş parçalarını tutmaya yarayan iki çeneden oluşan düzeneklerdir. Sıklıkla kullanılanları; paralel tezgah mengenesi, boru mengenesi ve ayaklı tezgâh mengenesidir (Görsel 4.7 a,b,c).

Görsel 4.7 a,b,c : Paralel tezgâh mengenesi, boru mengenesi ve ayaklı tezgâh mengenesi

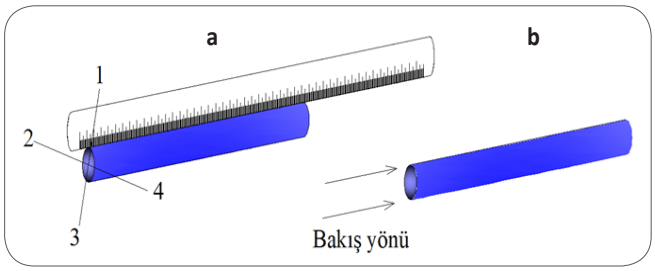
4.1.3. Doğrultma İşleminden Sonra Kontrol Yöntemi

Doğrultulacak olan iş parçasına, az şekil bozukluğu olan kısımlarından başlanarak kademe kademe doğrultma yapılır. Aşağıdaki iş parçasında sırasıyla düzeltilecek olan kısımlar görsel 4.8 üzerinde gösterilmiştir.



Görsel 4.8: Doğrultmada işlem sırası

Doğrultma işlemi uygulanacak olan profil, dolu demir vb. malzemelerin en az şekil bozukluğuna uğrayan kısımları, iş parçasının bir ucundan diğer ucuna gözle hiza alınarak bakılır ve şekil bozuklukları ve eğriliklerin olduğu kısımlar gözle görülebilir. (Görsel 4.9.b.)



Görsel 4.9 a: İş parçasının çelik cetvel ile kontrolü, b: iş parçasının gözle kontrolü

Doğrultmuş olduğumuz iş parçasında şekil bozukluğu ve eğriliklerin olup olmadığını anlamanın bir diğer yolu da profil veya dolu demiri düzlemsel bir kenara sahip olan çelik cetvel, sabit açılı gönye gibi bir ölçü aletini iş parçasının yüzeyine kılıcına görsel 4.9.a'daki gibi koyarak kontrol edilir. Bu işlemi iş parçasının en az dört kenarına koyarak yapılır. Böylece ölçü aletinin iş parçasına temas eden ve etmeyen yüzeyleri görünür. Bu kontrolü yaptığımızda iş parçası ve ölçü aletinin arasından ışık sızmaması kusursuz bir doğrultma yapıldığı anlamına gelir. Yaptığımız kontrolde iş parçası ve kullandığımız ölçü aleti arasında temas etmeyen yüzeyler ve boşluklar bulunması doğrultma işleminin sonuca ulaşmadığını gösterir.

4.2. BİÇİM DEĞİŞİKLİĞİNE UĞRAMIŞ SACLARI DÜZELTEREK DÜZGÜNLÜĞÜNÜ KONTROL ETME YÖNTEMLERİ

4.2.1. Sac Çeşitleri

Yassı, levha hâldeki malzemelere sac denmektedir. Saclar en, boy ve et kalınlıkları bakımından standart olarak üretilirler. Sacların üretim şekline göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

Siyah Saclar: Sıcak olarak haddelenmiş saclardır.

DKP Saclar: Soğuk hâlde haddelenmiş saclardır. Alaşımsız ve düşük karbonlu çeliklerdir. Soğuk şekillendirme ve derin çekme işlemlerine uygundur.

Galvanizli Saclar: Haddelendikten sonra çinko kaplanmış saclardır.

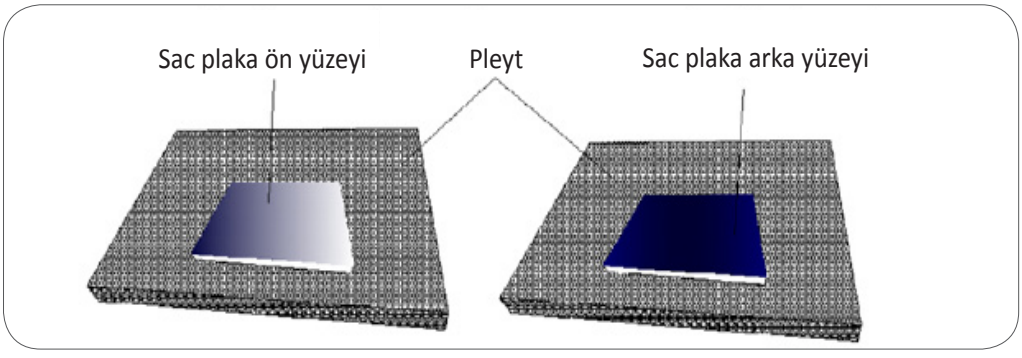
4.2.2. Doğrultma Yönünün Belirlenerek Parçaların Tokmaklar ile Düzeltilmesi

Orta noktalarından kamburlamış olan sacın doğrultması, kamburlaşmış olan bölgenin çevresinden başlanarak ortaya doğru çekiçlenerek yapılır. Bu işlem sacın kenarında dalgalanmalara neden olmaktadır. Meydana gelen bu dalgalanmaların ortadan kaldırılması için dalgalanma olan yerlerdeki alanların uzatılmasıyla giderilebilir. Çekiç darbeleri kamburluk olan bölgelere doğru azaltılarak uygulanır. Sacın çevresine doğru sıklaşarak çekiçlenir. Bundaki amaç sacın kenarlarının uzatılarak çevrede oluşacak dalgaların ortadan kaldırılmasıdır.

Doğrultma, sac yüzeyinde çekiç izine neden olabildiği için doğrultma işleminin sonuna yaklaşıldığında çekiçleme işlemi bırakılıp tokmakla işin son hâline getirilmesi gerekir. Doğrultma pleytinin üzerinde yapılan tokmaklama sacı uzattığı gibi küçük bozuklukların giderilmesini sağlar.

4.2.3. Düzeltilen Sac Parçaların Düzgünlüğünün Pleyt Üzerinde Kontrolü

Düzeltme işlemi uygulanmış olan sac malzemeler, düzlemsel bir yüzeye sahip olan bir pleyt üzerine konulur. Sac malzeme yüzey üzerine konulduktan sonra tüm kenarlarının aynı anda düzemsel pleyte tamamen oturup oturmadığı kontrol edilir. İş parçasının pleyt üzerine oturmayan kenarı varsa düzeltme yapılması gerekir. Sac levhanın pleyt üzerine koymuş olduğumuz yüzeyi pleyt üzerine oturmuş ve tüm kenarları pleyte temas hâlindeyse sac parçanın diğer yüzeyi çevrilerek pleyt üzerine konur. Sacın kenarları kontrol edilir. Levhanın tüm kenarlarının aynı anda pleyt yüzeyine oturması durumunda kullanmış olduğumuz sac levhanın yüzeyi düzgündür diyebiliriz. Bu kontrolü yaparken sac levhanın kenarlarından biri veya birkaçı aynı anda pleyt yüzeyine yerleşmiyorsa sac parçasının yüzeyinin düzgün olmadığı anlaşılmaktadır.



Görsel 4.10: Sac levhanın düzgünlüğünün pleyt üzerinde kontrolü

4. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi doğrultmada kullanılan araç gereçlerden birisi <u>değildir?</u>

A) Çekiçler
B) Tokmaklar
C) Altlıklar
D) Testereler
E) Pleytler

2. Aşağıdaki malzemelerden hangisi doğrultma pleytlerinin yapımında <u>kullanılmaktadır?</u>

A) Dökme demir
B) Bakır
C) Paslanmaz çelik
D) Kurşun
E) Düşük karbonlu çelik

3. "Soğuk hâlde haddelenmiş saclardır. Alaşımsız ve düşük karbonlu çeliklerdir. Soğuk şekillendirme ve derin çekme işlemlerine uygundur."

Aşağıdaki saclardan hangisini ifade etmektedir?

A) Siyah sac
B) DKP sac
C) Paslanmaz çelik sac
D) Galvanizli sac
E) Prinç levha

4. "Kalıcı şekil değişikliğine uğramış olan metallerde şekil değişikliği oranı ne kadar yüksek olursa doğrultma işlemi o kadar..... olmaktadır."

Verilen boşluğa aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?

A) Mesafeli
B) Kolay
C) Yüksek
D) Hızlı
E) Zor

5. Birden fazla noktadan şekil bozukluğuna uğramış ve doğrultma işlemi yapılacak olan bir profil borunun doğrultulmasında iş parçasının hangi kısımlarından başlanarak doğrultma yapılır?

A) Şekil bozukluğu en fazla olan bölgeden başlanır en az olan noktaya doğru uygulanır
B) Şekil bozukluğu en fazla veya en az olan noktadan başlamak önemli değildir.
C) İş parçasının ortalarından başlanarak doğrultma yapılır.
D) İş parçasının kenarlarından başlanarak doğrultma yapılır.
E) Şekil bozukluğu en az olan bölgeden başlanır, kademe kademe en fazla olan noktaya doğru uygulanır.

METALLERİ KESME

5

5.1. KESME

METALLERİ KESME

5.1. KESME

Metal teknolojilerinde kullanılan malzemeler standart boylarda üretilip satışa sunulmaktadır. Bu malzemeler yarı mamul ürün olarak da tanımlanır. Yarı mamul malzemeler çoğunlukla üretildikleri şekilde kullanılmazlar. Yarı mamul malzemelerin istenilen ölçülere getirilerek iş parçasına dönüştürülmeleri, ürün elde edilebilmeleri için kesilmeleri gerekir. Malzemelerden çeşitli yöntemlerle istenilen ölçüde parça ayırma işlemine **kesme** denir.

Kesme işlemi:

1. Talaşlı kesme
2. Talaşsız kesme olarak iki gruba ayrılabilir.

Parçalardan talaş kaldırılarak yapılan talaşlı kesme işlemi, el testereleri ve testere makineleriyle, talaş kaldırmadan yapılan talaşsız kesme işlemi ise makaslarla yapılır. Keskilerle hem talaş kaldırarak hem de talaş kaldırmadan kesme yapılabilir. Metal malzemeler ayrıca alev, elektrik arkı, plazma veya lazer ışını ile ergitilerek de kesilebilmektedir.

5.1.1. Talaşlı Kesme

Talaşlı kesme işlemi; testerelerin kesici uçları ile malzemeden küçük parçalar kaldırılarak yapılır. Talaşlı kesme işleminde istenilen ölçüde malzeme kesebilmek için testere kalınlığı dikkate alınarak markalama ve kesme yapmak gerekir.

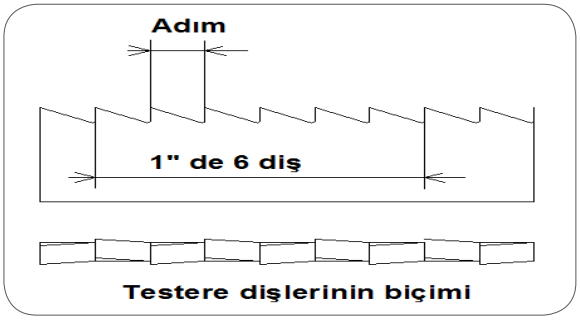
Testere çeşitleri:

3. El testeresi
4. Hidrolik testere
5. Daire testere makinesi
6. Şerit testere makinesi
7. Kollu profil kesme makinesi
8. Disk zımpara makinesi
9. Boru keskisi

5.1.1.1. El Testeresi ile Kesme

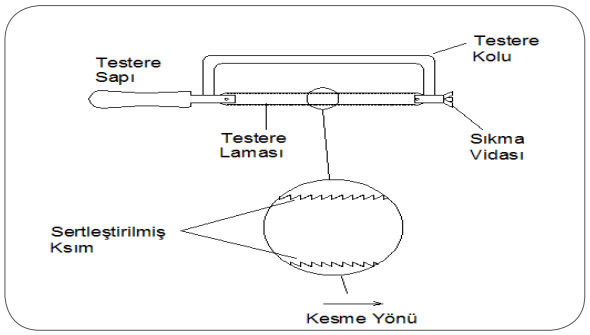
El testereleri ile ölçüleri fazla büyük olmayan dolu malzemeler, profiller ve borular kesilebilir. El testereleri temel olarak testere kolu ve testere lamasından oluşur. Testere kolları kesici lamanın takıldığı gövde kısmıdır. Kol üzerinde testere sapı yer alır. Sabit testere kolları ve ayarlı testere kolları olmak üzere çeşitleri vardır. Ayarlı testere kollarına 200 - 400 mm arasında testere lamaları takılabilir. Testere lamasının kola takılması için gergi pimi ve gergi somunu kullanılır.

Testere lamaları iki tarafına veya bir tarafına kesici diş açılmış ve diş bölgeleri sertleştirilmiş kesici takımlardır. Testere lamaları bir parmaktaki (1” = 25,4 mm) diş sayısına göre (ince, orta, kaba dişli) sınıflandırılır. Genel olarak 14, 18, 24 ve 32 diş olarak üretilmektedir. İki diş arasındaki mesafe testerenin adımı olarak ifade edilir. Testere dişlerinin kesici uç (kama) açısı 50̊, boşluk açısı 40̊ dir. Testere lamasının kesme sırasında açılan kanala sıkışmaması ve talaşların dışarıya kolay atılabilmesi için dişler çapraz ya da dalgalı yapılır. Testere lamaları paslanmayı önlemek için hafif yağlanarak depolanmalıdır (Görsel 5.1).

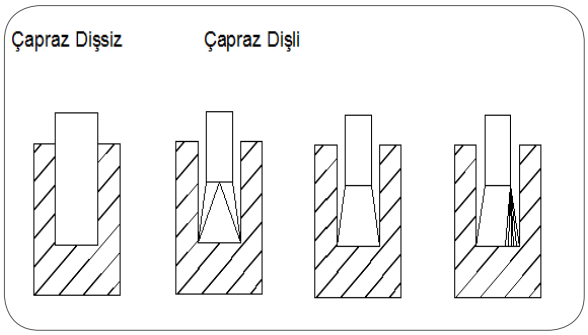


Görsel 5.1: Testere dişi

Testere laması kesilecek malzemenin cinsine göre seçilmelidir. Sert malzemeleri kesmek için ince dişli (adımı küçük, diş sayısı çok), testere laması seçilmelidir. Et kalınlığı olan, ince malzemeler için de ince dişli lama seçilmelidir. Yumuşak malzemeler için kaba dişli (adımı büyük) lama seçilmelidir. Testere lamaları testere koluna kesici dişler kesme yönünde ileriye bakacak şekilde yerleştirilmeli, gergi pimi takılmalı ve gergi somunu ile çok fazla germeden, hafif bir titreşim yapabilecek kadar gerilerek takılmalıdır (Görsel 5.2, 5.3).



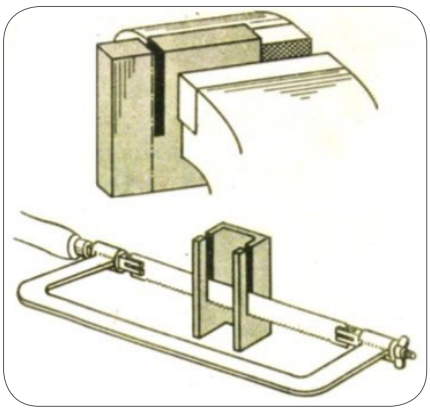
Görsel 5.2: El testeresi



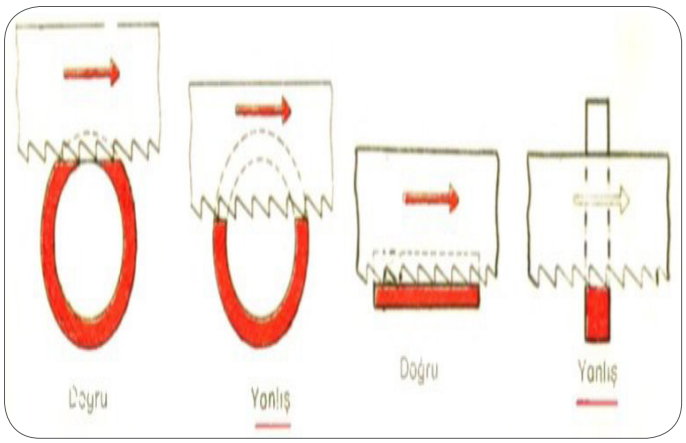
Görsel 5.3: Diş çaprazları

El Testeresi İle Kesme Kuralları

1. Ses ve titreşimi önlemek için parça, mümkün olduğu kadar kısa bağlanmalıdır.
2. Testere laması takılırken kesici dişler ileri bakmalıdır.
3. Lama, testere koluna aşırı gergin bağlanmamalıdır.
4. Parça, markalama çizgisine göre, testere laması kalınlığı dikkate alınarak kesilmelidir.
5. Testereyi ağızlatmak için baş parmağın ucu ile testereye kılavuzluk yapacak şekilde öne doğru hareket ettirilmelidir. 10° kadar eğiklik açısı verilerek kılavuz kanal açılmalıdır.
6. İlk harekette testere koluna baskı yapılmamalı, sonraki hareketlerde düzenli hafif baskı uygulanmalı, geri hareketlerde hiç baskı uygulanmamalıdır.
7. Kesme işlemi; bacaklar öne doğru açılmış vaziyette, dik ve yere sağlam basacak şekilde durup sadece kollar ileri geri hareket ettirilerek yapılmalıdır.
8. Tüm dişlerin kesme yapması için testere, boydan boya sürülmelidir.
9. Kesme hızı dakikada ortalama 60 harekete göre düzenlenmelidir.
10. Parçalar, yüzeylerinin geniş tarafından kesilmelidir
11. Bru gibi parçalar kesilirken, lama aynı kanalda çalıştırılmayarak boru döndürülmelidir.
12. Kesme işlemi biterken hız ve kesme kuvveti azaltılmalıdır.



Görsel 5.4: İş parçasının mengeneye bağlanışı



Görsel 5.5: El testeresi ile kesme

5.1.1.2. El Keskisi ile Kesme

El keskileri, avuç içinde tutulup baş kısmına çekiçle vurularak, kesici ucu ile malzemeden parça koparılan veya malzeme üzerine iz oluşturmakta kullanılan el aletleridir. Kesici uçları ve baş kısımları ısıl işlemden geçirilerek sertleştirilirler. Kesici uçları taşlanarak 60^0- 70^0 bilenir. Baş kısımları ise çekiç darbelerine daha uzun dayanabilmeleri için hafif bombe olacak biçimde şekillendirilir.

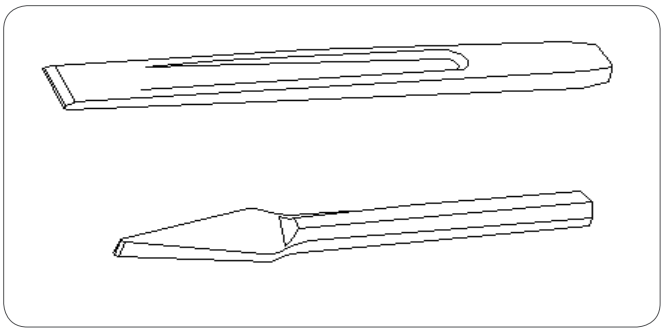
El keskileri kesici uçlarının şekillerine göre isimlendirilirler. Yapılacak işin şekline ve amacına göre keski seçimi yapılmalıdır.

Düz keskiler; metal malzemelerden küçük parçalar koparmak, kaynaklı imalat sonrası malzeme üzerindeki istenmeyen sıçramaları temizlemek, sökülemeyen perçin ve vidaların koparılması gibi bir çok amaç için kullanılırlar.

Tırnak keskiler, kesici uçları dar olarak üretilmiş keskilerdir. Kama yuvası, oluk gibi dar alanlarda kullanılırlar.

Ay keskiler, kesici uçları yarım daire şeklinde yuvarlak olarak bilenmiştir. Malzeme üzerine dairesel veya oval kesitli kanalların açılmasında, delik iç yüzeylerinin şekillendirilmesinde kullanılır. Ay keskilerin kesici uç kavisleri taşlanarak ihtiyaca göre şekillendirilebilir.

Keski ile parça kesme sırasında ortaya çıkan çapaklar sivri uçlu ve kesici olurlar. Çapakların sıçrayarak çalışma alanına yayılmaması için tedbir alınmalı, eldiven ve gözlük kullanmadan çalışılmamalıdır. Başı mantarlaşmış keskiler düzeltilmeden kullanılmamalı, çekiç sapları sık sık kontrol edilmelidir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Keski çeşitleri

5.1.1.3. Talaşlı Kesme Makineleri ile Kesme

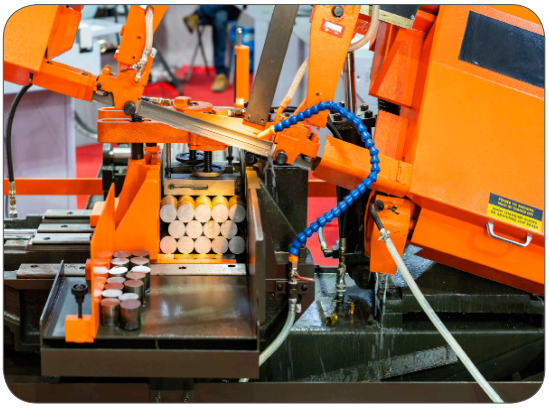
Hidrolik testereler, elektik motorundan aldığı güç ile çalışan hidrolik sisteme sahip testerelerdir. Kalın ve dolu malzemelerin kesiminde kullanılır. Farklı malzemelerin kesimi için alaşımlı çeliklerden, ileri yönlü diş açılmış testere lamaları mevcuttur. Testere lamaları makineye kesme yönü ileri olacak şekilde bağlanır. Kesme hızı ayarlanabildiğinden sert malzemelerin kesimi yapılabilir. Makine üzerinde soğutma sıvısı sistemi mevcuttur. Kesme sırasında soğutucu kesme sıvısı kesim bölgesine akıtılarak malzemenin ve lamanın sürtünmeden dolayı ısınması engellenir. Kesilecek malzemelerin makine mengenesine kesim ölçüsünde ve sıkıca bağlanmış olması gerekir (Görsel 5.7).

Görsel 5.7: Hidrolik testere

Daire testereler, elektrik motorunun miline bağlı daire şeklindeki testerenin yüksek hızda dönmesiyle malzemeye uygulanan baskı kuvveti ile kesme işlemi yapan makinelerdir. Dolu malzemelerin ve her kesitteki profillerin kesme işlemleri yapılabilir. Dayama açısı ayarlanarak istenilen açıda kesme yapılabilir. Kesilecek malzeme cinsine uygun diş şekline sahip testere takılması gerekir. Kesme sırasında yüksek hızda dönen testereden malzemenin fırlamaması için malzeme dayamaya yaslanmalı, el ile tutularak veya tutucularla sabitlenmelidir. Kesme işleminden önce testerede çatlak veya kırık diş olup olmadığı, siperliklerin düzgün takılmış olduğu kontrol edilmelidir. Kesme baskı kuvveti ayak pedalı ve el kolu birlikte kullanılarak fazla baskı uygulamadan sabit bir baskı ile kesme yapılmalıdır. Kesme sırasında çapak sıçramalarına karşı tedbir alınmalı, yanıcı malzemeler uzaklaştırılmalı, uygun iş kıyafeti ile çalışılmalıdır. Parçaların kesilen uçları sıcak ve çapaklı olabilir, Deri önlük, eldiven ve gözlüksüz çalışılmamalıdır. Kesme sırasında şiddetli gürültü oluş-tuğundan kulaklık kullanılmalıdır (Görsel 5.8).

Görsel 5.8: Daire testere

Şerit testereler, elektrik motoru ve hidrolik sisteme sahip NC/CNC (bilgisayarlı nümerik kontrol) maki-nelerdir. Şerit şeklindeki testere iki kasnak üzerinden geçirilir ve gerdirilir. Makinenin kasnaklara uyguladığı dönme hareketiyle dönen şeridin kasnaklar arasındaki düz kısmı ile kesme işlemi yapılır. Dolu malzemelerin ve içi boş profillerin kesilmesinde kullanılır. Kesilecek malzemeye uygun diş şekline sahip şeritler kullanılarak çapaksız kesim yapılabilir. Kesilecek malzemeler makineye hidrolik mengene ile bağlanır. Kesme işleminden önce testerenin gergi basıncı ve mengenenin sıkma basıncı kontrol edilmelidir. Bu makineler aynı anda bir-den fazla malzeme yerleştirilerek çoklu kesim yapma imkânı sunmaktadır. NC/CNC kontrol ile kesme hızı, şerit dönme hızı, kesme ölçüsü, kesilecek parça sayısı gibi ayarlar yapılarak kesme programı oluşturulur. Oluşturulan kesme programı makineye yüklenerek çalıştırıldığında, makine kesme işlemini programa uy-gun, istenilen sayıda tekrarlayarak otomatik olarak tamamlar (Görsel 5.9).



Görsel 5.9: Şerit testere

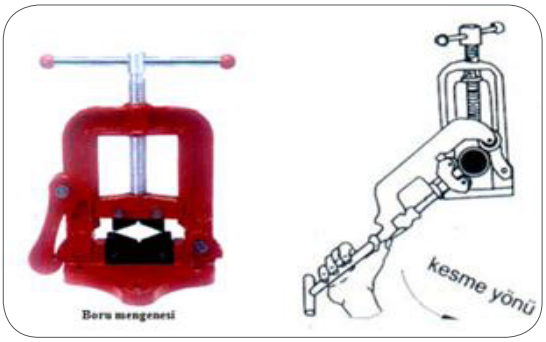
Kollu profil kesme makineleri, daire testereler ile aynı çalışma prensibine sahip, daha küçük ve daha hafif makinelerdir. Küçük ölçülü, et kalınlığı az olan profiller ile alüminyum, pirinç ve bakır gibi yumuşak malzemelerin kesilmesinde kullanılırlar. Kolay taşınabilir oldukları için fabrika dışında, şantiyelerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Görsel 5.10).

Görsel 5.10: Profil kesme makinesi

Disk zımpara makineleri, iş parçalarının yüzeylerinin temizlenmesinde ve aşındırılmasında kullanılan yatay zımpara taşlarına kesme diski takılıp kesici olarak kullanılabilirler. Et kalınlığı fazla olmayan malzemeler ile küçük ölçülü profillerin kesme işlemi yapılabilir. Taşınabilir ve elde kullanıldığından her pozisyonda kesme yapmak mümkündür. Yüksek devirde çalışan makinelerdir. Kesme sırasında oldukça fazla çapak ve kıvılcım yayarlar. Çapak sıçramasına ve yanmaya karşı tedbir alınmadan kullanılmamalıdır. En az 180o korumalı kesici disk siperliği takılmalıdır. Boru ve profillerin kesilmesinde kesici disk malzeme arasında derine indirilmeden, malzeme döndürülerek kesme yapılmalıdır. Küçük parçalar mengeneye bağlanarak kesilmelidir (Görsel 5.11).

Görsel 5.11: Disk zımpara

Boru keskileri, yumuşak metallerden üretilen, küçük çaplı ve et kalınlığı ince boruların kesilmesinde kullanılan kesici el aletleridir. Boru keskileri tek veya üç bıçaklı olarak iki ayrı tipte imal edilir. Kesilecek boru, boru mengenesine sabitlenir. Kesici bıçaklar parçaya dik olarak yerleştirilir ve kesme ayar vidası sıkılarak boru üzerine kesme kuvveti uygulanır. Boru ekseninde döndürülerek kesme gerçekleştirilir (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Boru keskisi

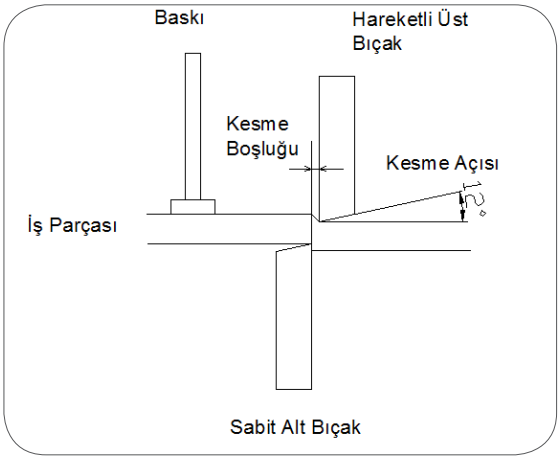
5.1.2. Talaşsız Kesme

Metal teknolojilerinde yaygın olarak kullanılan bir malzeme türü de saclardır. Levha veya şerit şeklinde yarı mamul olarak üretilen sacların istenilen ölçü ve şekilde kesimi genellikle makaslarla yapılır. Makas ile yapılan kesme işlemi talaşsız kesme yöntemidir. Makaslar ile kesme iki bıçak arasına konulan malzemenin, bıçaklara uygulanan kesme kuvveti ile bıçaklar arasında koparılması işlemidir. Makas ile kesmenin yapılabilmesi için kesmede kullanılan bıçakların bileniş şekilleri, konumları ve kesme boşluğu (bıçaklar arasındaki mesafe) ve kesme kuvvetinin uygulanışı temel etkenlerdir (Görsel 5.13).

Görsel 5.13: El makası

Makaslarda kullanılan kesici bıçaklar takım çeliğinden üretilir ve ısıl işlem uygulanarak sertleştirilirler. Makasların kesici bıçakları 12˚lik bir açı ile bilenir. El makaslarında her iki bıçakta hareketli iken makinelerde kullanılan bıçaklarda, alt bıçak makine gövdesine cıvata ile bağlanıp sabitlenmiş, üst bıçak hareketli olarak kullanılmaktadır.

Kesmenin gerçekleşebilmesi için iki bıçak arasında kesilecek malzeme kalınlığının %5'i kadar boşluk bırakılır. Bu boşluk kesme boşluğu, bıçak boşluğu, sente/sentil gibi isimlerle adlandırılır. Kesme boşluğunun ayarlanması işlemi **sente/sentil ayarı** olarak tanımlanır (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Kesme prensibi

Kesme boşluğu az bırakılırsa malzemenin kesilmesi zorlaşır ve daha fazla kesme kuvvetine ihtiyaç duyulur. Kesme boşluğunun fazla olması durumunda ise iki bıçak arasında moment oluşur ve malzeme dönmeye çalışır. Kesme öncesinde bıçaklar arasında yatay konumda bulunan malzeme, kesme kuvvetinin uygulanmasıyla ortaya çıkan momentin etkisiyle bıçaklara doğru dönmeye çalışarak eğilir ve iki bıçak arasına sıkışır. Sıkışan malzemeler kesme boşluğu ayarının bozulmasına sebep olduğu gibi bıçakların kırılmasına da sebep olabilir. Kesme tezgâhlarında malzemenin dönmesini ve kesme sırasında kaymasını önlemek için kesme kuvvetinden daha az bir kuvvet ile alt bıçaktan geride malzeme üzerine baskı uygulayan baskı düzeneği kullanılır. Yaylı, hidrolik veya pnömatik sistemlerden oluşan baskı ayakları kesmeden önce malzeme üzerine baskı uygulayarak malzemenin kesilme sırasında eğilme, kayma veya dönmesini engeller. El makaslarında baskı bulunmaz.

Her malzemenin farklı bir kesilme direnci vardır. Makas ile kesmenin gerçekleşebilmesi için bıçaklara uygulanan kesme kuvveti malzemenin kesilme direncinden fazla olmalıdır. Kesilecek malzemenin kalınlığı arttıkça kesilme direnci de artar. Kesilecek malzemenin kalınlığı arttıkça daha fazla kesme kuvvetine ihtiyaç duyulmaktadır. Daha kalın ve büyük ölçülü malzemelerin daha az kuvvet ile kesilebilmeleri için üst bıçak eğimli yapılır. Bu yapısı sayesinde kesme işlemi malzemenin bir kenarından başlayarak malzeme boyunca gerçekleşir. Bıçağın tamamı malzeme yüzeyine baskı uygulamadığından daha küçük bir kuvvet ile kesme gerçekleşir.

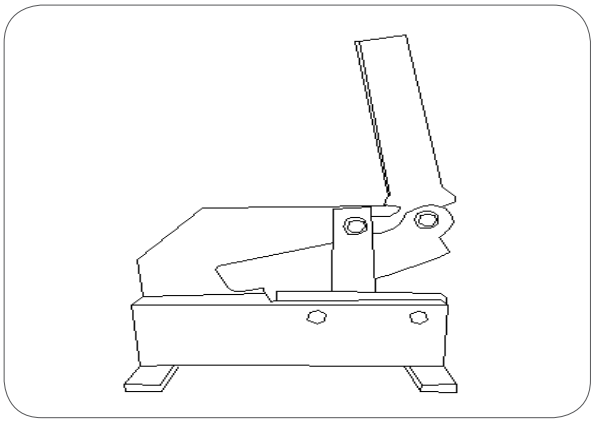
Küçük ve ince sac parçalar ile girintili veya kavisli kenarların kesilmesinde el makasları kullanılır. Kalınlığı veya genişliği fazla olan sac malzemelerin kesilmesinde kollu makaslar veya giyotin makas olarak adlandırılan makineler kullanılır.

El makasları ile kesme, el makasları kalınlıkları 1mm' den az ince sac parçaların ve tellerin kesilmesinde kullanılan el aletleridir. El makasları, kesilecek işin şekline göre değişik ebatlarda bulunur. Genel olarak düz, kavisli ve açılı şekillerde olabilir. Malzemelerin farklı noktalarından yapılan kesme işlemlerini daha kolay yapabilmek için sağ makas ve sol makas olarak çift kullanılırlar.

Kavisli ağızlı makaslar sacların dairesel kesilmesinde kullanılır. Kalın saçların kesilmesinde fazla kuvvet gerekeceği için kolları uzun makaslar tercih edilmelidir (Görsel 5.15).

Görsel 5.15: El makası ile kesme

Kollu makaslar ile kesme, el makasları ile kesilmesi zor olan et kalınlığı 1mm'den fazla sacların kesilmesinde kullanılan makaslardır. Genellikle 1 ile 5 mm et kalınlığı olan levha ve değişik ölçülerdeki lama ve dolu profillerin kesilmesinde kullanılır. Tezgâh üstü kollu makaslar, ayaklı kollu makaslar ve kollu giyotin makaslar olarak sınıflandırılabilirler (Görsel 5.16).



Görsel 5.16: Kollu makas

Masa üstü kollu makaslar, masa üzerine monte edilerek kullanıldığı gibi yere monte edilerek kullanılanları da vardır. Et kalınlığı 2 mm'ye kadar olan levhaların düzgün kesimi için kullanılırlar.

Ayaklı kollu makaslar, 5 mm'ye kadar levhalar, kare, lama, yuvarlak, dolu malzemeler ile köşebent, "T" ve "L" profil gibi malzemelerin kesildiği, masa tipi kollu makaslara göre daha büyük olan makaslardır. Her parça için üzerinde ayrı bir kesici bıçağı yer alır. Kesme işleminde zaman kazandırması ve ekonomik olmasından dolayı yaygın olarak kullanılır.

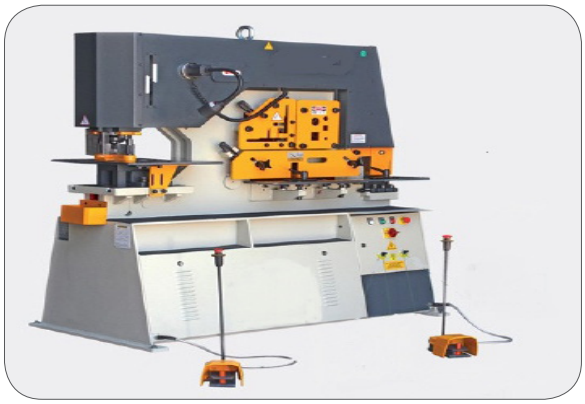
Kollu giyotin makaslar, masa tipi kollu giyotin makaslar, diğer kollu makaslara göre ince malzemelerde uzun kenar kesmede daha düzgün kesme işlemi yaparlar. Bu makaslar bir çeşit paralel ağızlı makaslardır. Bu makaslarda üst bıçak iki kızak arasında aşağı yukarı hareket ettirilir. Gönye dayaması ve ölçü dayaması ile daha düzgün ve seri kesim yapılabilmektedir (Görsel 5.17).

Görsel 5.17: Kollu giyotin makas

Giyotin makaslar, yassı levhaların istenilen ölçülerde kesilmesinde kullanılan, mekanik veya hidrolik sistemler ile çalışan, metal sektöründe yaygın olarak kullanılan makinelerdir. Geçmişte manuel olarak ayarlanıp kullanılan bu makineler günümüzde CNC (bilgisayarlı nümerik kontrollü) olarak kullanılmaktadırlar. Giyotin makaslarda kesim yapılmadan önce malzeme kalınlığına göre kesme boşluğu ayarı ve kesilecek malzemenin ölçüsüne göre dayama ayarı yapılması gerekir. CNC kontrolü ile bu ayarlar kontrol paneli üzerinden hassas olarak yapılabilmekte, kesilen parça sayıları takip edilebilmektedir. Bu sayede farklı kalınlık ve ölçülerdeki malzemelerde kolayca ve hatasız kesim yapılabilmektedir (Görsel 5.18).

Görsel 5.18: Giyotin makas

Kombine makaslar, kalınlığı fazla olan levhalar ile farklı şekillerdeki dolu profillerin (köşebent, lama, I U T) kesilmesinde ve delinmesinde kullanılan hidrolik sistemli makinelerdir. Farklı şekillerdeki kesme kanalları ve makasları ile farklı şekil ve ölçülerdeki malzemeler kolaylıkla kesilebilmektedir. Kombine makaslar ile dolu malzemeler açılı kesim yapma, delik delme, çentik açma gibi farklı şekillerde işlenebildiğinden metal sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 5.19).



Görsel 5.19: Kombine makas

Boru Keskileri, yumuşak metallerden üretilen, küçük çaplı ve et kalınlığı ince boruların kesilmesinde kullanılan kesici el aletleridir. Boru keskileri tek veya üç bıçaklı olarak iki ayrı tipte imal edilir. Kesilecek boru, boru mengenesine bağlanarak sabitlenir. Kesici bıçaklar parçaya dik olarak yerleştirilir ve kesme ayar vidası sıkılarak boru üzerine kesme kuvveti uygulanır. Boru ekseninde döndürülerek kesme gerçekleştirilir.

Makaslarda Kesme Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar:

- İşin özelliğine göre iş kıyafeti giyilmeli, uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- İş parçası, ölçüsünde markalanmalıdır.
- Makas ağız boşluğu, parça kalınlığına uygun olmalıdır.
- Baskı kuvveti parça kalınlığına göre ayarlanmalıdır.
- Baskı parçası yok ise uygun kuvvetle baskı yapılmalıdır.
- Bıçaklar kontrol edilmeli kırık veya kesici köşeleri yıpranmış makas bıçakları bilenmeden
- kullanılmamalıdır.
- Kollu makaslarda makas kolunun düşmemesi için önlem alınmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında markalama çizgisi görülmelidir.
- Makineler kullanılmadan önce gerekli kontrolleri yapılmalıdır.
- Makinelerin güvenlik sistemlerinin (acil stop butonu, lazer güvenlik bariyeri vb.) çalışır olduğu kontrol edilmelidir.
- Çalışan hiçbir makine üzerinde ölçü kontrolü yapılmamalıdır.
- Kullanılan makinelerin çalışma talimatlarına uyulmalıdır.

5. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi doğrultmada kullanılan araç gereçlerden birisi <u>değildir?</u>

A) Çekiçler
B) Tokmaklar
C) Altlıklar
D) Testereler
E) Pleytler

2. Aşağıdaki el aletlerinden hangisiyle talaşlı kesme yapılır?

A) Kollu makas
B) Giyotin makas
C) Şerit testere
D) El makası
E) Kombine makas

3. Kesme boşluğu(iki makas arasındaki boşluk) malzeme kalınlığına göre ne kadar olmalıdır?

A) %1
B) %2
C) %3
D) %5
E) %8

4. Testerelerde iki diş arasındaki mesafeye ne ad verilir?

A) İnce diş
B) Testere adımı
C) Kalın diş
D) Diş çaprazı
E) Testere laması

5. El testeresi ile işleminde kesme hızı dakikada ortalama kaç hareket olmalıdır?

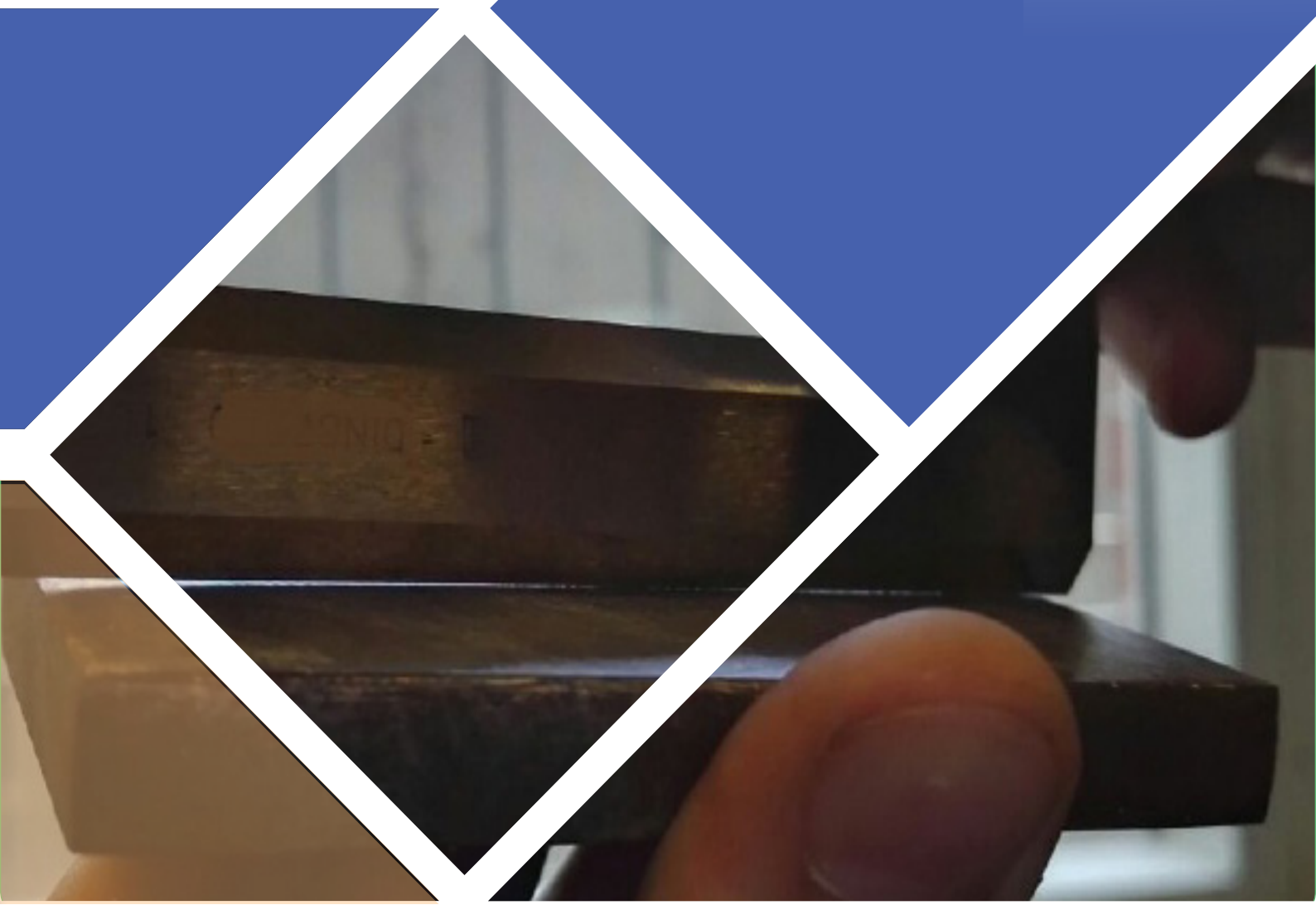
A) 30
B) 40
C) 50
D) 60
E) 70

6. Makas ağızları kaç derece bilenir?

A) 12
B) 15
C) 20
D) 25
E) 45

EĞELEME

6



6.1. EĞELER

6.2. EĞE ÇEŞİTLERİ

6.3. EĞELERE SAP TAKMAK

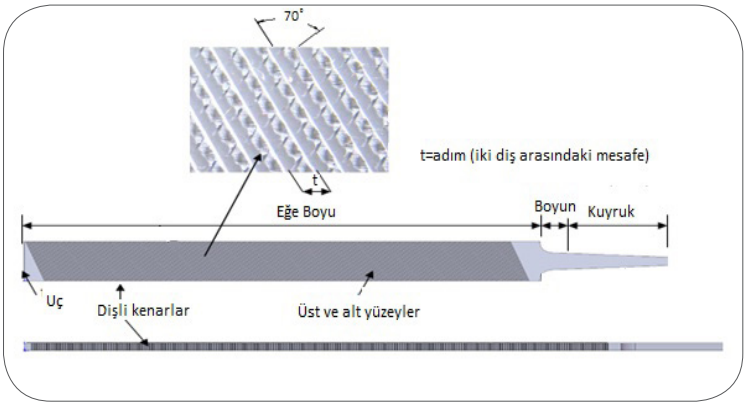
6.4. EĞELEME YAPMAK

EĞELEME

6.1. EĞELER

Eğeler; üzerinde birbirlerine belirli açılarla dizilen, amaca uygun çok sayıda kesici diş çıkıntıları ile malzeme üzerinden talaş kaldırma işlemlerinin yapıldığı el aletleridir. Çeşitli kesit ve ölçülerde yapılan eğeler gövde ve kuyruk olmak üzere iki kısımdan oluşur. Silisyum manganezli çeliklerden imal edilen gövde üzerinde birbirine paralel, belirli açılar hâlinde dizilmiş, malzeme üzerinden talaş kaldırarak şekillendirmeyi sağlayan kesici dişler bulunur. Eğelerin kesici dişleri özel tezgâhlarda çeşitli işlemlerden geçirilerek biçimlendirilir, tuz banyolarında tavlanarak sertleştirilir. Eğelerin kuyruk kısmına takılan eğe sapları ise çoğunlukla ahşap veya plastikten yapılır (Görsel 6.1).

Kaba ölçüdeki iş parçalarının yüzeyinden eğe yardımı ile talaş kaldırarak iş parçasını istenilen ölçü, şekil ve gönyesine getirme işlemine **eğeleme** denir.



Görsel 6.1: Eğe

Parça yüzeyinden talaş kaldırmaya yarayan eğe üzerindeki kesici dişler tek sıralı ve birbirini iki doğrultuda belli açı ile kesen çift sıralı olmak üzere iki şekilde üretilir. Alüminyum bakır gibi yumuşak malzemelerin işlenmesinde tek sıra dişli, çelik gibi sert malzemelerin işlenmesinde çift sıra dişli eğeler kullanılır.

Eğe yüzeyindeki kesici dişlerin arasındaki mesafe adım olarak adlandırılır. Eğeler adımlarına (diş sıklığına) göre kaba dişli, orta dişli ve ince dişli olarak gruplandırılırlar. Kaba dişli eğeler ile daha fazla talaş kaldırılıp daha çok aşınma sağlanabilir ancak eğelenen yüzey pürüzlü olur. İnce dişli eğeler daha küçük talaş kaldıracağından parça yüzeyinde aşınma daha az, eğelenen yüzey pürüzsüz olur. Kaba (kalın) dişli eğeler yumuşak metallerin hassas olmayan yüzeylerinin eğelenmesinde ve parça yüzeylerinin temizlenmesinde, orta dişli eğeler iş parçası yüzeylerinin düzleştirilmesinde ve ölçüye getirilmesinde kullanılır. İnce (sık) dişli eğeler ise sert çeliklerin yüzeylerinin işlenmesinde, kesici el aletlerinin bilenmesinde ve yüksek yüzey pürüzlülük hassasiyeti istenilen yüzeylerin eğelenmesinde, eğeleme işlerinin bitim aşamasında kullanılırlar (Görsel 6.2).

Görsel 6.2: Eğe dişleri

6.2. EĞE ÇEŞİTLERİ

Eğeler işlenecek malzemenin özelliklerine, iş parçasının şekline, işlenen yüzeyden istenilen özelliklere çok farklı şekil, ölçü ve özelliklerde üretilmektedir. Eğeleme işleminden istenilen sonucu alabilmek için uygun eğe seçimi çok önemlidir. Eğeleme işleminde işlenecek malzemenin sertliği, eğelenecek yüzeyin şekli, eğelenen yüzeyden istenilen pürüzlülük özellikleri gibi faktörler dikkate alınarak eğe seçilmelidir.

Eğeler;

- Biçimlerine (kesitlerine),
- Kesici dişlerine,
- Boylarına,
- Kullanım alanlarına göre sınıflandırılabilir.

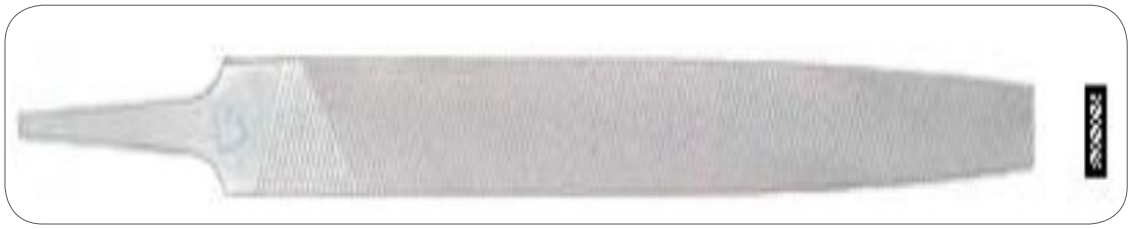
6.2.1. Biçimlerine (Kesitlerine) Göre Eğeler

- Lama eğe
- Sivri uçlu lama eğe
- Yuvarlak eğe
- Balıksırtı (yarım yuvarlak) eğe
- Üçgen eğe
- Kare eğe
- Bıçak eğe

Lama eğeler; düz yüzeylerin şekillendirilmesinde, kaba ölçüsünde olan malzemenin düz yüzeylerini ölçüsüne ve gönyesine getirmekte kullanılır (Görsel 6.3).

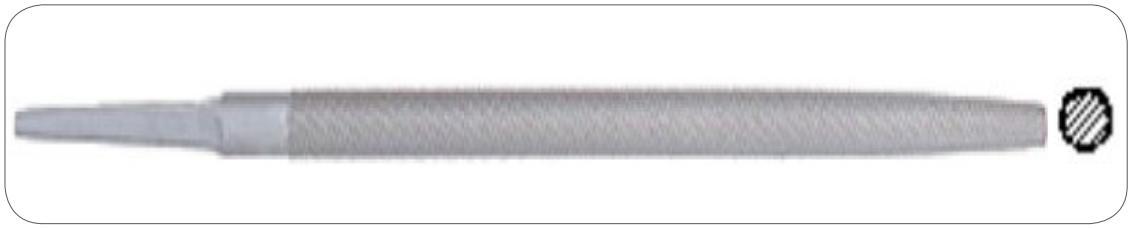
Görsel 6.3: Lama eğe

Sivri uçlu lama eğeler; kenarları sınırlı düz yüzeylerin eğelenmesinde kullanılır (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: Sivri uçlu lama eğe

Yuvarlak eğeler; deliklerin büyütülmesinde, küçük kavisli iç bükey yüzeylerin şekillendirilmesinde kullanılır. Farklı çaplarda üretilirler (Görsel 6.5).

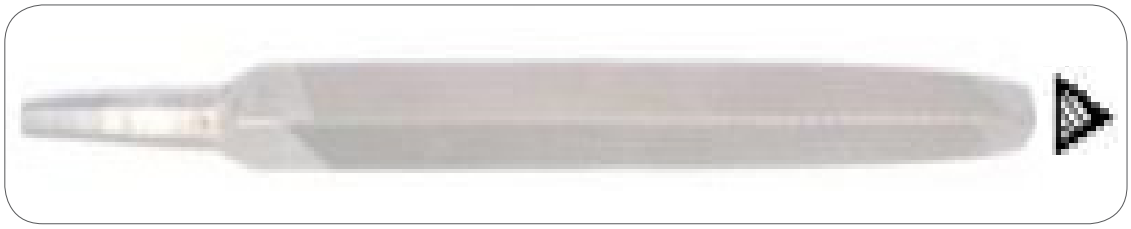


Görsel 6.5: Yuvarlak eğe

Balıksırtı (yarım yuvarlak) eğeler; düz ve kavisli yüzeyleri ve keskin köşesi ile çok amaçlı kullanılan bir eğe türüdür. Düz yüzeylerin eğelenmesinde kullanıldığı gibi büyük çaplı deliklerin iç yüzeyleri ve kavisli yüzeylerin eğelenmesinde de kullanılabilir. Keskin kenarı ile dar açılı iç köşelerin eğelenmesi de mümkündür. (Görsel 6.6).

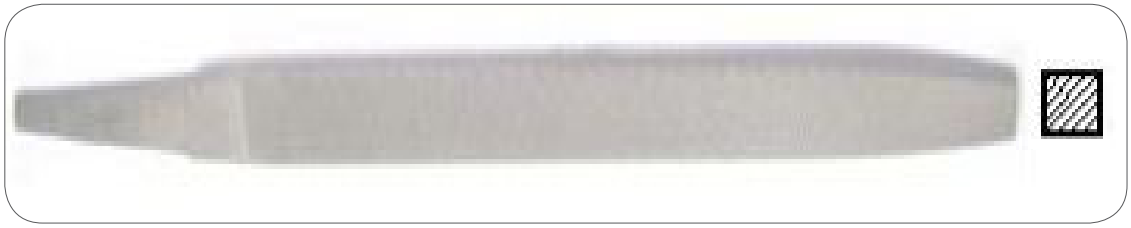
Görsel 6.6: Balıksırtı eğe

Üçgen eğeler; 90onin altındaki iç köşelerin eğelenmesinde kullanılır. İnce dişli olanlar ile testere dişlerinin ve kesici el aletlerinin bilenmesi yapılabilir (Görsel 6.7).



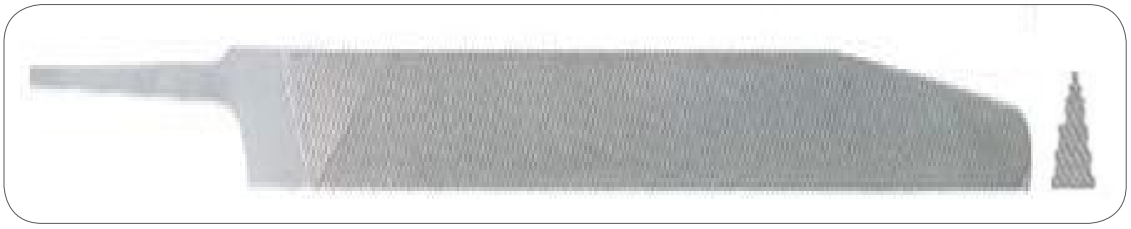
Görsel 6.7: Üçgen eğe

Kare eğeler; dar düz yüzeyler ile 90° iç köşelerin eğelenmesinde kullanılır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: Kare eğe

Bıçak eğeler; küçük açılı iç köşeler ile dar aralıklı yüzeylerin eğelenmesinde kullanılır (Görsel 6.9).



Görsel 6.9: Bıçak eğe

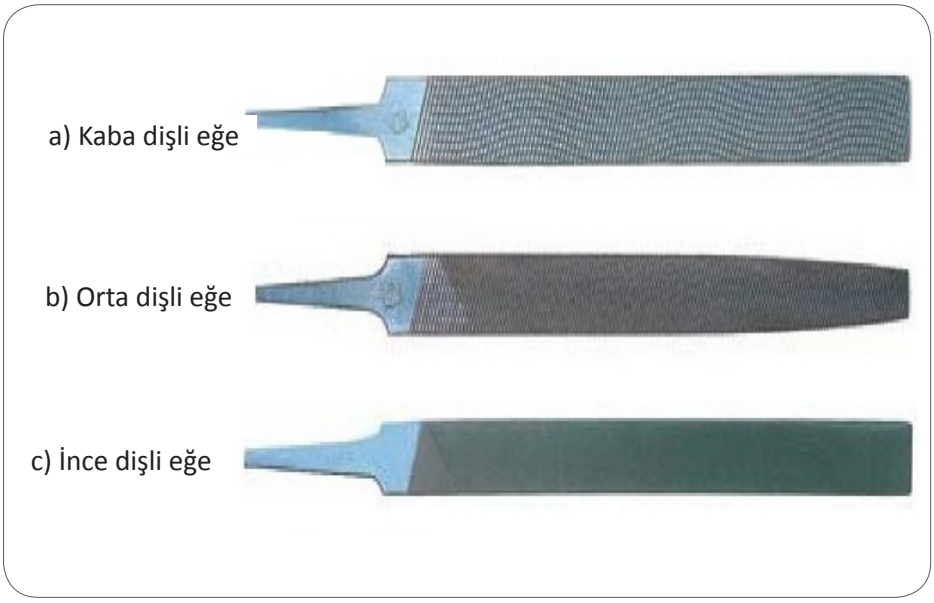
6.2.2. Kesici Dişlerine Göre Eğeler

Diş sıra sayısına göre eğeler:

- Tek sıra dişli eğe
- Çift sıra (çapraz) dişli eğe

Diş adım büyüklüklerine göre eğeler

- Kalın (kaba) dişli eğeler
- Orta dişli eğeler
- İnce dişli eğeler



Görsel 6.10: Dişlerine göre eğeler

6.2.3. Boylarına Göre Eğeler

Eğelerin boyları 4'' parmaktan (yaklaşık 100 mm) 18'' parmağa (yaklaşık 450 mm) kadar değişebilir. Atölyelerde en çok kullanılan eğeler 6, 8, 10, 12'' parmak ölçüsünde olan eğelerdir.

6.2.4. Kullanım Alanlarına Göre Eğeler

- Saatçi eğeleri
- Tesviyeci eğeleri
- Özel eğeler

Görsel 6.11: Tesviyeci eğeleri

Görsel 6.12: Saatçi eğeleri

6.3. EĞELERE SAP TAKMAK

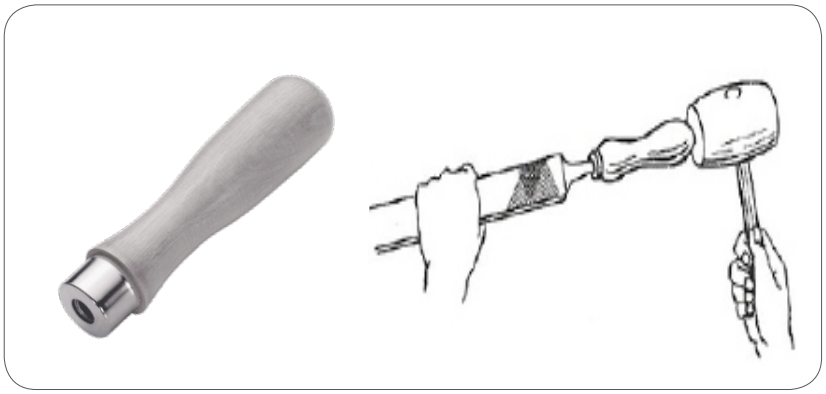
Eğe sapları el ile rahat kavranabilecek biçimde, genellikle ahşap veya plastik malzemelerden yapılırlar. Saplar eğe büyüklüğüne orantılı olarak seçilmelidir.

4''- 6'' eğeler için küçük boy saplar,

7''- 9'' eğeler için orta boy saplar,

10''-14'' eğeler için büyük boy saplar seçilmelidir.

Plastik veya ağaçtan yapılmış uygun ölçüdeki eğe sapı kademeli olarak delik delinir. Sap deliği eğe ekseni doğrultusunda eğenin kuyruk kısmına yerleştirilir ve tokmak yardımıyla hafifçe çakılarak takılır. Plastik saplar hafif ısıtılarak da takılabilir. Eğe sapları, çalışma süresince eli tahrip etmeyecek nitelikte olmalıdır. Saplar eğeye sıkı takılmalıdır, çalışma esnasında sap yerinden çıkmamalıdır (Görsel 6.13).



Görsel 6.13: Eğe sapları

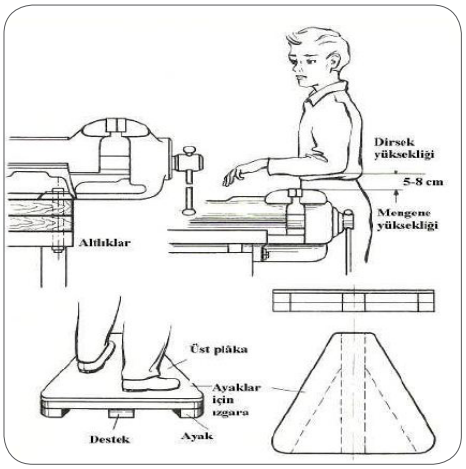
6.4. EĞELEME YAPMAK

Eğeleme her ne kadar basit el işlemi gibi gözükse de birtakım teknikler kullanılmadan eğeleme yapılırsa, hatalı iş parçaları oluşmasına, vakit ve güç kaybına ve hatta en kötüsü yaralanmalı iş kazalarına yol açabilir.

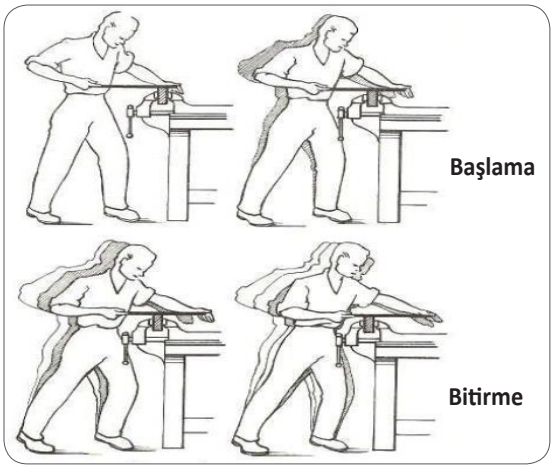
Güvenli ve düzgün eğeleme yapmak için çalışma pozisyonu, eğenin tutuluşu, iş parçasının mengeneye bağlanışı ve eğeleme teknikleri temel etkenlerdir.

6.4.1.Eğeleme Pozisyonu

Dengeli ve güvenli bir şekilde eğeleme yapabilmek için çalışma tezgâhı ve mengene yüksekliğinin uygun olması önemlidir. Eğeleme için mengenenin dirsek seviyesinden 5-8 cm alçak olması gerekir. Mengene başında vücut hafif yana dönük, ayaklar çapraz olacak şekilde dengeli bir duruş ile düzgün eğeleme yapılabilir. (Görsel 6.14, 6.15).



Görsel 6.14: Mengene seviye tespiti



Görsel 6.15: Çalışma pozisyonu

6.4.2. Eğelerin Tutuluşu

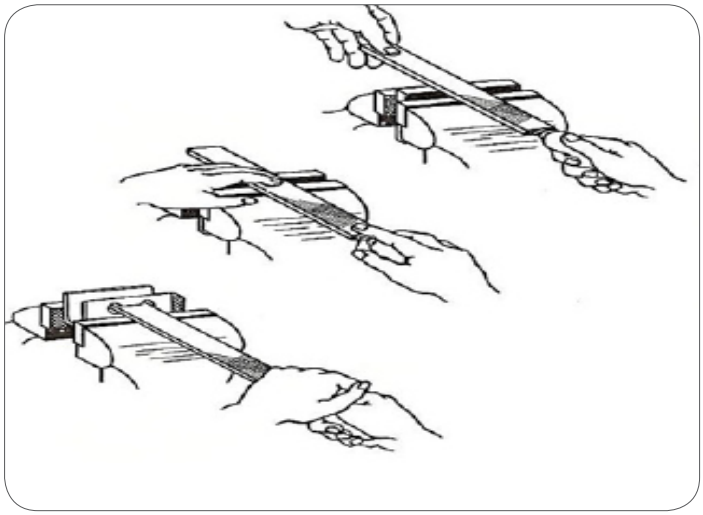
Kullanılacak eğenin sapıeğe boyuna uygun, düzgün takılmış,kırık veya çatlak olmamalıdır.Her kullanımdan önce eğe sapları kontrol edilmeli, gevşemiş ise tekrar çakılmalıdır.

Eğelerin büyüklüklerine ve yapılan işin şekline göre eğe tutuş şekilleri ve ellerin pozisyonları farklılık gösterebilir.

Eğe sapı sağ el avuç içine yerleşecek ve sapı kavrayacak şekilde tutulur. Sol elin avucu veya baş parmağı ile eğenin uç kısmına yakın yüzeyine bastırılır. Geri çekerken parmakların yaralanmaması için sol elin parmakları hafifçe uzatılır.

Küçük veya orta büyüklükteki eğelerle çalışılırken sap sağ avuç içi ile tutulur. Sol elin birkaç parmağı eğe ucunun altından tutarken başparmakla üstten bastırılır. Bu esnada talaş kaldırmak istediğimiz taraf dikkate alınarak sol başparmak eğenin ortasına, sağına veya soluna basar. Başparmağın dışındaki diğer birkaç parmakla eğenin ekseninden bastırarak talaş kaldırmak da mümkündür.

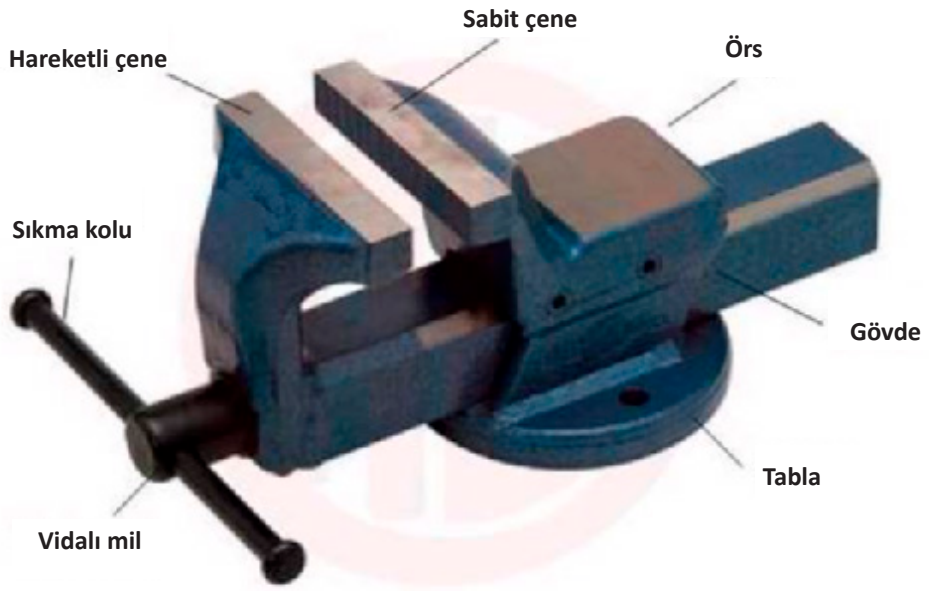
Eğer eğenin ucu işin içinde ise ve ucundan bastırmamız mümkün olmazsa bu hâllerde sol elimiz de sağ elimizin önünde bastırmaya yardım eder.



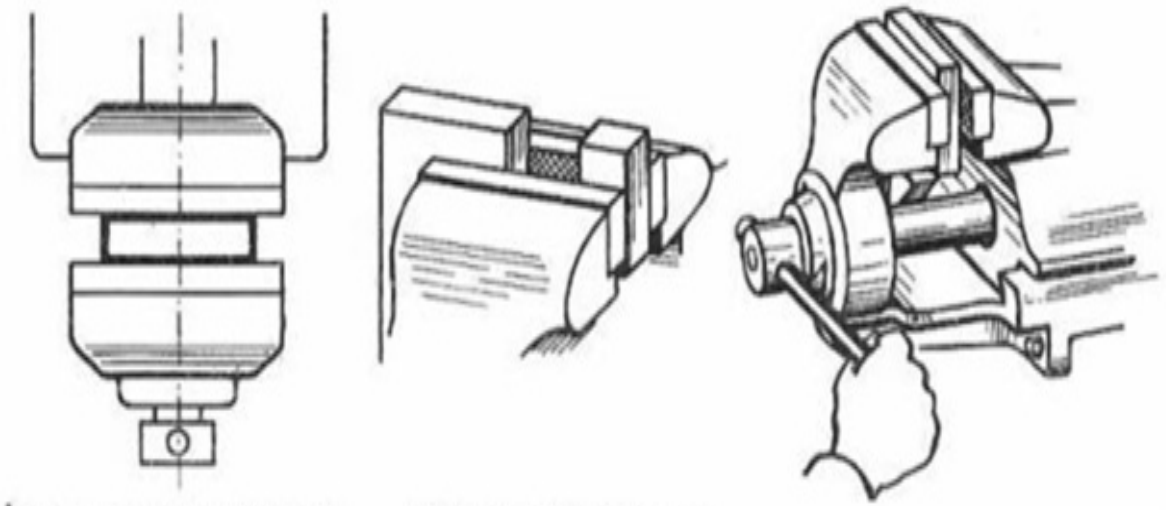
Görsel 6.16: Eğe tutuluş şekilleri

6.4.3. İş Parçasının Mengeneye Bağlanması

1. İş parçası mengene çeneleri arasına düzgün ve çenelere paralel yerleştirilmeli, eğelenecek yüzeyler mümkün olduğu kadar mengeneye yakın, kısa ve ortalı bağlanarak parçanın eğeleme sırasında titremesi engellenmelidir.
2. Mengenenin ortasına yanaşmayan büyük parçaların bağlanmasında mengenenin bir kenarına iş parçası, diğer kenara da aynı kalınlıkta takoz bağlanarak mengenenin tek taraflı sıkması engellenmelidir.
3. Uzun parçaların eğlenmesinde önce mengene çeneleri arasında kalan kısım eğelenmeli, sonra eğelenecek kısım mengene çeneleri arasında olacak şekilde tekrar bağlanılarak eğeleme yapılmalıdır.
4. Açılı eğelenecek yüzeyler için pah mengenesi kullanılmalıdır.
5. U şeklindeki parçaların bağlanmasında takoz kullanılmalıdır. Silindirik parçalar -V- yatağı kullanılarak ya da boru mengenelerine bağlanmalıdır.
6. Mengeneler sadece el ile sıkılmalı, mengene koluna asla çekiç ile vurulmamalıdır.



Görsel 6.17: Tesviyeci mengenesi

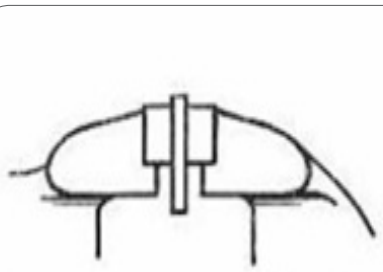


İş parçasının mengeneye bağlanırken ortalandığından emin olunuz.

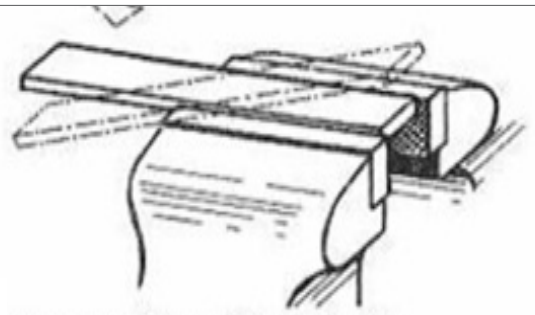
Tek taraflı sıkmanın önüne geçmek için takoz kullanınız.

Mengeneyi sadece el ile sıkınız.

Görsel 6.18. a: İş parçasının mengeneye bağlanışı

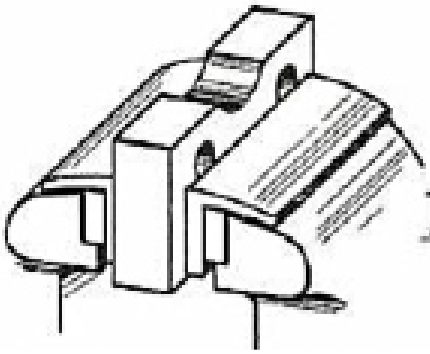


İnce parçaları mümkün olduğunca kısa bağlayınız.

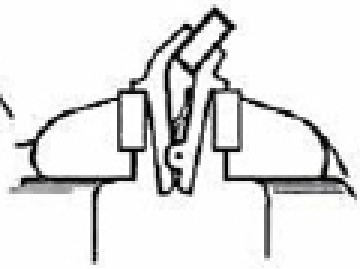


İnce parçaların önce bağlı kısımlarını,sonra bağlı kısımlarından bağlayarak geri kalanını işaretleyiniz.

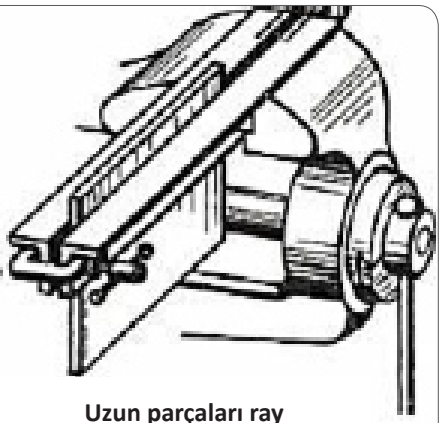
Görsel 6.18. b: İş parçasının mengeneye bağlanışı



İş parçalarının yüzeylerini korumak için ağızlıkları kullanınız.

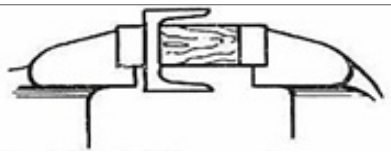


Pah kırmak için pah mengenesinin bağlanması

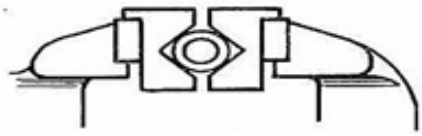


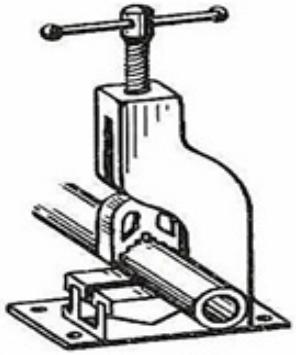
Uzun parçaları ray mengenesi ile bağlayınız.

Görsel 6.18. c: İş parçasının mengeneye bağlanışı



U şeklindeki parçaların bağlanması





Boruların iki V takozu veya boru mengeneile bağlanması

Görsel 6.18. c: İş parçasının mengeneye bağlanışı

6.4.4. Eğelemede dikkat edilmesi gereken hususlar

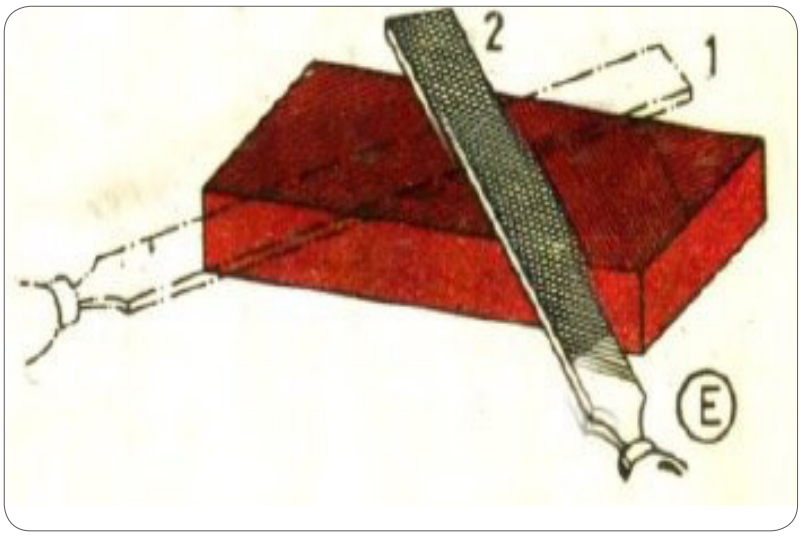
- Eğeler kullanım yerlerine göre seçilmelidir.
- Eğeler mutlaka sapları ile kullanılmalıdır.
- Eğelerin sapları kırık, çatlak ve gevşek olmamalıdır.
- Sap eğe büyüklüğüne uygun ve eğe ekseninde takılı olmalıdır.
- Eğeye sap tam takılmalıdır, kuyruk kısmı ile omuz kısmı arasında aralık fazla olmamalıdır.
- Eğeler çok sert yapıda olduğundan çekiç, keski vb. araçlar gibi kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Eğeler, kendi sertliğinden daha sert yapılı işlerin eğelenmesinde kullanılmamalıdır.
- Yumuşak metalleri (bakır, pirinç vb.) işlemede ince dişli eğe kullanılmamalıdır.
- Eğe iş üzerinde bırakılmamalıdır.
- Eğe doğru ve dengeli kullanılmalıdır.
- Eğeler birbirine kesinlikle sürülmemelidir.
- Eğeler tezgâh üstüne, takım haneye veya takım dolaplarına birbirine temas etmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Eğeler ıslatılmamalı, nemden korunmalıdır.
- Çıkan talaş ve tozlar üflenmemelidir.
- Eğe kullanırken dikkat dağıtılmamalıdır.

6.4.5. Eğeleme Yapmak

Eğeleme yapmaya başlamadan önce çalışma tezgâhı vücut ölçülerine uygun ayarlanmalı, gerekiyor ise ayak altlarında ızgara veya sehpa kullanılmalıdır. İş parçasına, eğelenecek yüzeylere uygun eğe seçilmeli ve sapı kontrol edilmelidir. İş parçası boyutlarına göre uygun şekilde mengeneye bağlanmalıdır. Mengene başında, sol ayak bir adım kadar önde, sağ ayak 90° açı yapacak ve omuz genişliği kadar açık olacak şekilde uygun vücut pozisyonu alınmalıdır. Eğe, boyutuna uygun tutuş şekli ile tutulmalı, sol dizinizin üzerinde vücudunuzu esnetilerek eğe parça üzerine ileri geri hareket ettirilerek eğeleme yapılmalıdır.

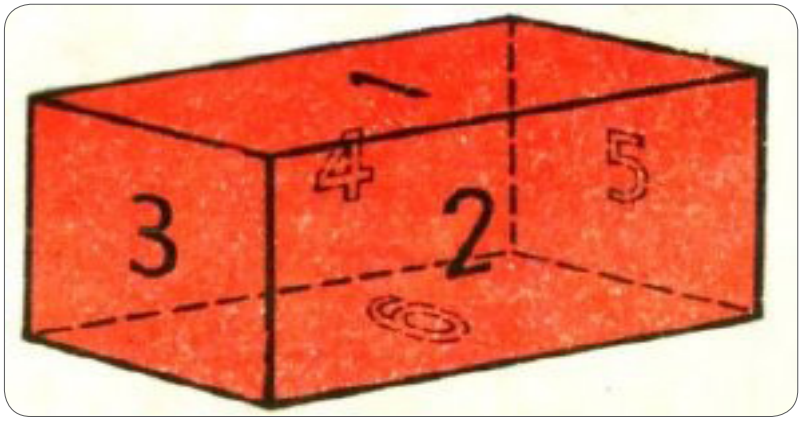
Eğe parça üzerinden ileri giderken baskı uygulayarak talaş kaldırılması sağlanmalı, geri dönüşte baskı uygulanmamalıdır. Bu hareket, parçanın bütün yüzeyine eşit uygulanmalıdır. Eğenin dişleri talaşla dolduğunda fırça ile temizlenmeli, kesinlikle eğe iş parçasının üzerine ve mengene ağızlarına vurulmamalıdır.

Düzlem yüzeylerin eğelenmesinde eğe parça yüzeyinde düz ve sağa sola hareket ettirilerek tüm yüzeye eşit sürülmelidir. Özellikle kare, dikdörtgen biçimindeki geniş yüzeylerde köşelerden köşelere çapraz 45° eğeleme yapılır. Eğe parça yüzeyinde sağa sola hareket ettirilerek tüm yüzeyden eşit miktarda talaş kaldırılır. (Görsel 6.19).



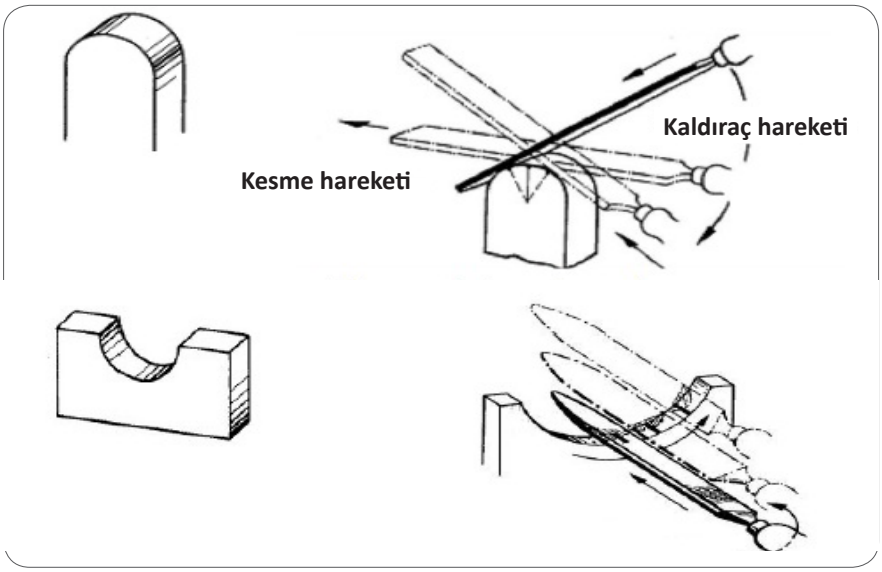
Görsel 6.19: Düz yüzey eğeleme

Prizmatik parçalar eğelemeden önce bir yüzey ana yüzey olarak belirlenir. Eğeleme işlemine ana yüzeyden başlanılmalıdır. Ana yüzey düzgün olarak eğelendikten sonra sırasıyla birbirine ortak sınırı olan komşu yüzeyler eğelenir. Her yüzey eğelenirken sık sık ölçü ve gönye kontrolü yapılmalıdır. Bir yüzey tam olarak ölçü ve gönyesine getirilmeden diğer yüzeye geçilmemelidir (Görsel 6.20).



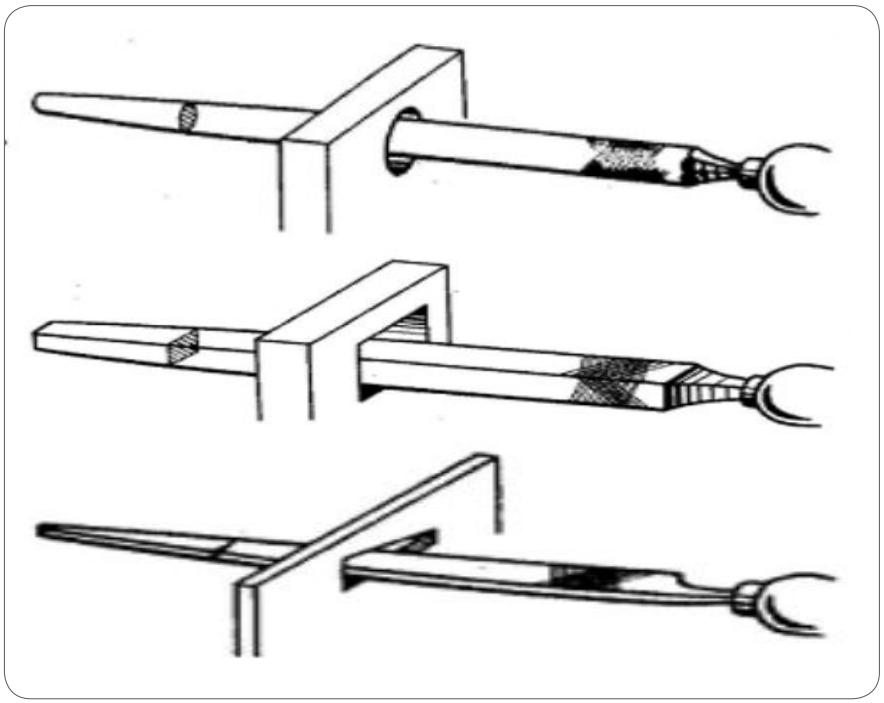
Görsel 6.20: Prizmatik parçaların eğelenmesi

İç ve dış bükey yüzeylerin eğelenmesinde eğelenecek yüzey şekline uygun eğe seçilmelidir. Dışbükey yüzeyler lama ve balıksırtı eğeler ile eğelenebilir. İç bükey kavisli yüzeylerin ve deliklerin eğelenmesinde kavis çapına göre; küçük çaplar yuvarlak eğe ile büyük çaplar ise balıksırtı eğe ile eğelenir. Dış kavisli yüzeyler eğelenirken eğe, parça yüzeyinde istenilen kavise uygun salınım hareketi yaptırılarak sürülür. İç kavisli yüzeylerde eğe ileri geri sürülürken kavis ekseninde de hareket ettirilerek eğeleme yapılır (Görsel 6.21)



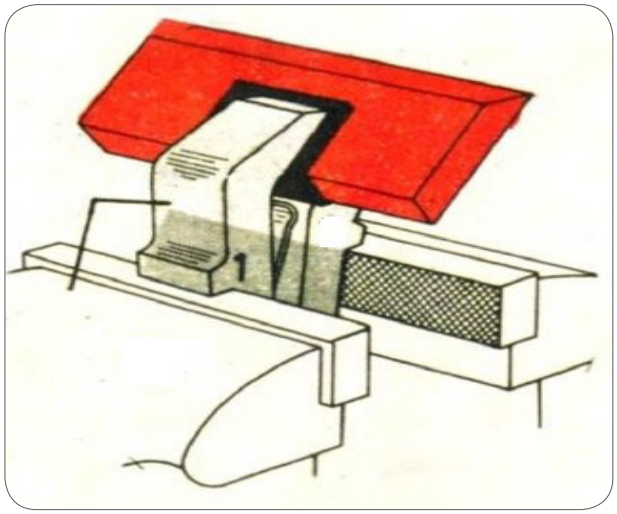
Görsel 6.21: Kavisli yüzeylerin eğelenmesi

Dairesel deliklerin eğelenmesinde delik çapına uygun yuvarlak eğe, köşeli deliklerde ise delik köşe açılarına ve ölçülerine uygun üçgen, kare veya balıksırtı eğe kullanılabilir. Yuvarlak deliklerin eğelenmesinde deliğin delik ekseninden kaçmamasına dikkat edilerek her taraftan eşit eğelenmelidir. Yuvarlak eğeler delik içinde ileri geri sürülürken bilek hareketi ile eğe boy ekseninde döndürülerek kullanılmalıdır. Köşeli delikler köşe açılarına uygun eğeler ile delik şekli korunarak eğelenmelidir (Görsel 6.22).



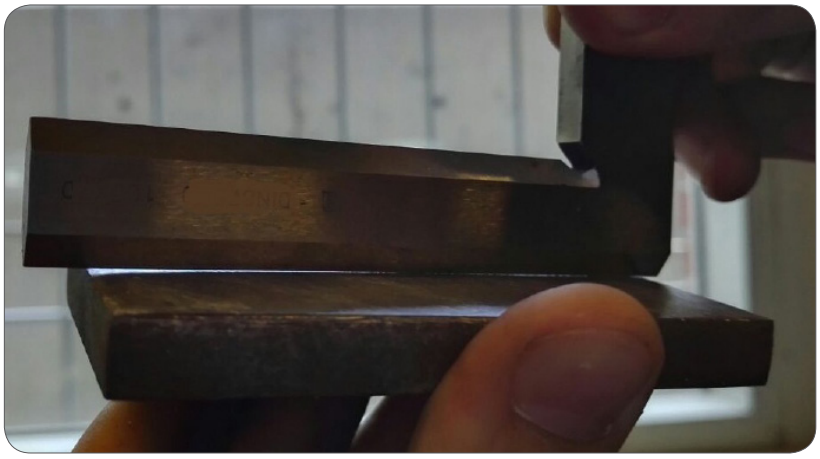
Görsel 6.22: Deliklerin eğelenmesi

Keskin köşelerden pah kırma işlemi, iş parçasının pah mengenesine bağlanarak düz yüzeyli eğeler ile yapılır (Görsel 6.23).



Görsel 6.23: Pah mengenesi

Eğelenen yüzeylerin düzgünlük ve ölçü kontrolleri yapılmalıdır. Eğeleme sonucu elde edilen yüzeylerin kontrolü kıl gönye veya tesviyeci gönyesinin keskin kenarı ile yapılır. Gönye kenarı iş parçasının yüzeyine yerleştirilerek ışığa doğru tutulur ve gönyenin iş parçası ile teması ve aradaki boşluk kontrol edilir. Önce bir yüzeyin düzgünlük kontrolü dört yönde ve köşelerden çapraz olarak yapılır. Sonra komşu yüzeyin düzlük, açı ve ölçü kontrolü yapılır. Diğer komşu yüzeyler de sırasıyla düzgünlük, gönye ve ölçü kontrolleri yapılarak tamamlanır (Görsel 6.24).



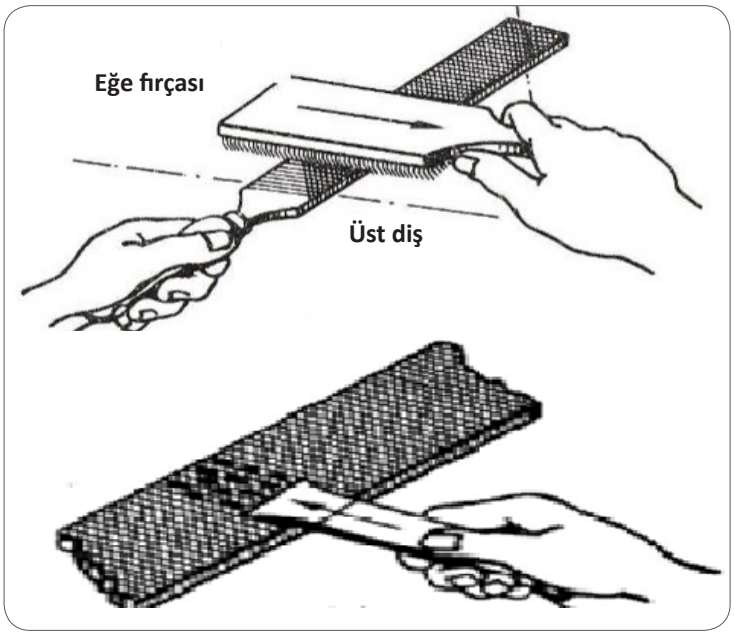
Görsel 6.24: Yüzey kontrolü

6.4.6. Eğelerin Bakımı

Çalışma sırasında ve sonrasında eğenin dişleri arasına dolan talaşların temizlenmesi gerekir. Aksi hâlde eğe, işlenen yüzeyleri ya çizer ya da üzerinde kayar.

Sert malzemeler eğelenirken talaşlar bazen eğe dişlerinin arasına sıkışıp kalır. Sıkışan bu talaşlar, eğe fırçası ile üst diş yönünde fırçalanarak temizlenir.

Yumuşak malzemelerin eğelenmesinde (alüminyum, bakır, pirinç, kurşun vb.) eğe üzerinde sık sık talaşlar yapışır. Eğe temizleme laması ile şekildeki gibi üst dişler istikametinde sürtmek suretiyle temizlenir.



Görsel 6.25: Eğelerin temizlenmesi

6. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi parçayı mengeneye bağlama kurallarından biri <u>değildir?</u>

A) Parçalar mengenenin ortasından bağlanır.
B) Parçalar mümkün olduğu kadar uzun bağlanır.
C) Tek taraflı sıkmanın önüne geçmek için takoz kullanılır.
D) Silindirik parçaların bağlanmasında V kanalı kullanılır.
E) Parçalar mümkün olduğu kadar kısa bağlanır.

2. "Çeşitli kesit ve ölçülerde yapılman, gövde ve sap olmak üzere iki parçadan oluşan, gövdesinin yüzeylerine diş açılmış kesici el aletidir." **tanımı aşağıdakilerden hangisine aittir?**

A) Eğe
B) Makas
C) Keski
D) Testere
E) Mengene

3. Sert gereçlerin eğelenmesinde, aynı zamanda işin bitim aşamasında kullanılan eğe çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Bıçak eğe
B) Orta dişli eğe
C) Kaba dişli eğe
D) İnce dişli eğe
E) Yuvarlak eğe

4. Aşağıdakilerden hangisi biçimlerine göre eğe çeşitlerinden biri <u>değildir?</u>

A) Yassı (lama) eğe
B) Dört köşe eğe
C) İnce dişli eğe
D) Üç köşe eğe
E) Bıçak eğe

5. Yüzey hassasiyeti istenilen işlerde hangi eğe kullanılmalıdır?

A) Balıksırtı eğe
B) Bıçak eğe
C) Orta dişli eğe
D) Kaba dişli eğe
E) İnce dişli eğe

EĞME BÜKME

7

7.1. EĞME BÜKME

7.2. AÇINIM BOYU

7.3. EL İLE EĞME

7.4. MAKİNELERDE BÜKME

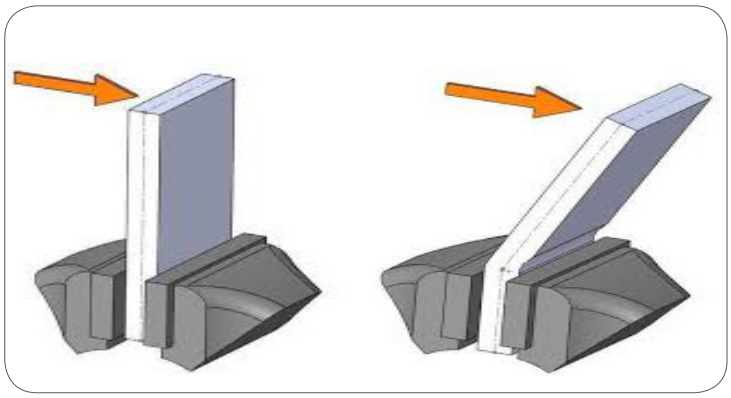
EĞME BÜKME

7.1. EĞME BÜKME

Metal teknolojilerinde ürünler, yarı mamul malzemeleri tasarıma uygun kesme, talaşlı veya talaşsız şekillendirme, birleştirme gibi belli işlemlerden geçirilerek elde edilirler. Bu üretim basamaklarından birisi de eğme-bükme işlemidir. Eğme bükme işlemi metal malzemelerin kalıcı şekil değiştirme (plastik şekillendirme) özelliği kullanılarak gerçekleştirilir.

Bükme, metal malzemelerin ısı ile veya ısı yardımı olmaksızın talaş kaldırmadan yapılan kalıcı biçimlendirmesi işlemidir. Çeşitli biçim ve kesitteki metal malzemeler kuvvet etkisi ile eğiltilip onlara kalıcı olarak yeni şekiller verilebilir(Görsel 7.1).

Metal parçaların kalıcı biçim değişimine (plastik şekil değişimi) uğrayacak şekilde eğme kuvveti altında şekil değiştirmesine **bükme** denir.

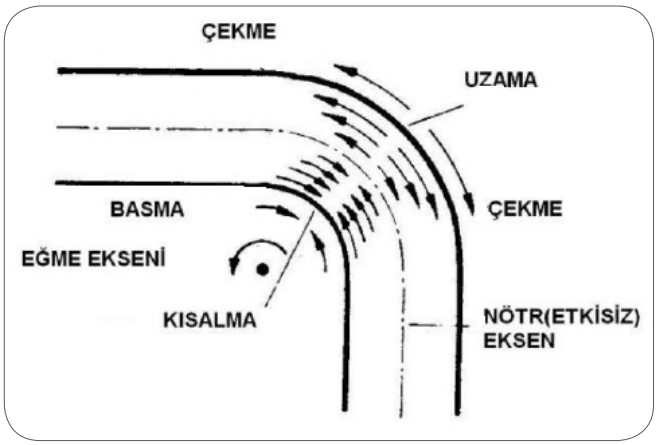


Görsel 7.1: Eğme bükme

Eğme bükme işlemi istenilen şekilde iş parçaları elde etmek ya da ince parçalara dayanım kazandırmak için yapılır. Eğme ile elde edilmiş metal ürünler çelik yapılar, makine parçaları, sac işleri, dekoratif süsleme demirciliği gibi birçok alanda görülebilir.

7.1.1. Eğme Bükme Bölgesinde Değişimler

İş parçası üzerine eğme kuvveti uygulandığında iş parçasının iç yüzeyinde basılma gerilimi, dış yüzeyinde ise çekilme gerilimi oluşur. Eğme kuvvetinin etkisi ile iş parçasında plastik şekil değişikliği (kalıcı) başladığında iş parçasının iç yüzeyinde kısalma, dış yüzeyinde ise uzama meydana gelir. Bükülme yönüne göre malzemenin orta ekseninde herhangi bir gerilim oluşmadığı gibi uzama veya kısalma da olmaz. Malzemenin ortasında kalan, uzama veya kısalma olmayan bu eksene **tarafsız eksen** ya da **nötr eksen** denir (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Bükme eksenleri

7.2. AÇINIM BOYU

İmalat resminde verilen ölçülere ve büküm açılarına uygun üretim yapıldığında iş parçasının tam ölçülerinde olması istenir. Eğme bükme işlemi ile üretimi gerçekleştirilen iş parçasının tam ölçülerinde olabilmesi için gerekli malzeme boyunun doğru hesaplanması gerekir. İş parçasının tam ölçülerinde olabilmesi için gerekli olan bükülmemiş malzeme boyuna açınım boyu, malzeme boyunun hesaplanmasına da **açınım boyu hesabı** denir.

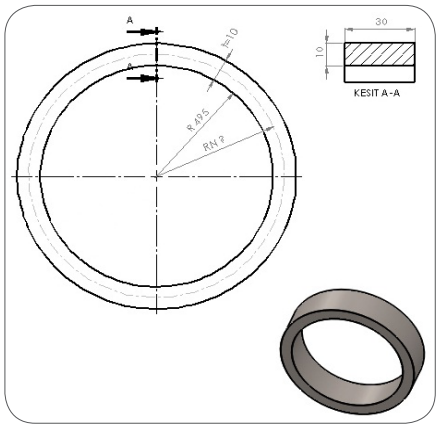
Açınım boyunun hesaplanmasında iş parçasının bükümden etkilenen kısımları ile etkilenmeyen kısımlarının ayrı değerlendirilmesi gerekir. Bükümden etkilenmeyen kısımlarda herhangi bir gerilim oluşmadığı gibi uzama veya kısalma da olmaz. Bükümden etkilenen kısımların açınım boyları ise bükülecek malzemenin cinsine ve şekline göre farklı yöntemlerle hesaplanabilir.

Dolu malzemelerin ve boruların açınım boyları nötr eksene ve büküm açılarına göre hesaplanır. Sac malzemelerin açınım boyları ise kavisli bükümlerde dolu malzemelerde olduğu gibi nötr eksene ve büküm açısına göre, köşeli bükümlerde ise iç kenar uzunlukları dikkate alınarak hesaplanır.

7.2.1. Dolu Malzemelerin Açınım Boyu Hesabı

Dolu malzemelerin bükümden etkilenen kısımlarının açınım boyları nötr eksen, büküm yarıçapı ve büküm açısı (yay açısı) dikkate alınarak yapılır. İmalat resmi üzerinde büküm yarıçapı içten verilmiş ise malzeme kalınlığının yarısı büküm yarıçapına eklenir, dıştan verilmiş ise malzeme kalınlığının yarısı büküm yarıçapından çıkarılarak nötr yarıçap bulunur. Nötr yarıçap ve büküm açısına göre bükülecek malzemenin açınım boyu hesaplanır (Görsel 7.3).

Örnek 1: Görsel 7.3.de imalat resmi yer alan 30x10 dolu malzemeden, iç yarıçapı 495 mm olacak olan çember için gerekli malzeme boyunu hesaplayalım.



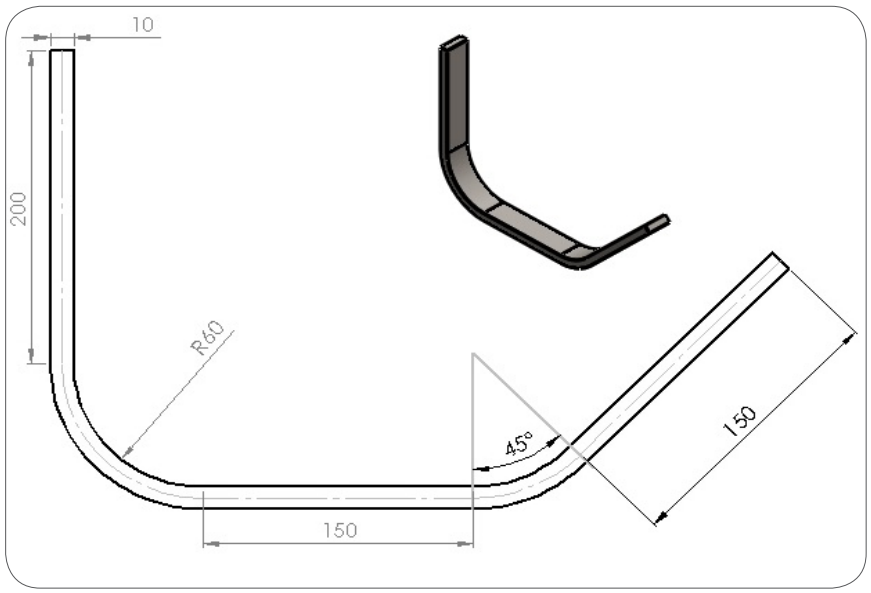
Görsel 7.3: Çember

L (açınım boyu) =?
t (malzeme kalınlığı)=10 mm R (iç yarıçap) = 495 mm
RN (nötr yarıçap) =?

İmalat resminde iş parçasının iç yarıçapı 495 mm, malzeme kalınlığı ise 10 mm verilmiştir.
Buna göre nötr yarıçap RN=R+(t/2)=495+(10/2)=500 mm'dir.
L=2xπxRN

L=2x3,14x500
L=3140 mm
Açınım boyu (kesilecek malzeme boyu) 3140 mm'dir.

Örnek 2: Görsel 7.4.de imalat resmi yer alan 30 x10 dolu malzemeden yapılacak iş parçası için gerekli malzeme boyunu hesaplayalım.



Görsel 7.4: Bükme işi imalat resmi

İmalat resmi üzerinde bükümden etkilenmeyen üç bölge ve 60 mm iç yarıçapında 90o ve 45o iki büküm bölgesi olarak beş farklı bölge görülmektedir. Büküm iç yarıçapları 60 mm verilmiştir. Malzeme kalınlığı 10 mm olduğuna göre nötr yarıçaplar. RN=60+(10/2)=65 mm'dir.

Açınım boyunun bulunması için büküm bölgelerinin boylarının ayrı ayrı hesaplanması ve bükümden etkilenmeyen bölgelerin boyları ile toplanması gerekir.

Buna göre sırayla:

L1=200 mm

L2= (2xπxRNx90o)/ 360=(2x3,14x65x90)/360=102 mm L3=150 mm

L4=(2xπxRNx45o)/ 360=(2x3,14x65x45)/360=51 mm L5=150 mm

L=L1+L2+L3+L4+L5

L=200+102+150+51+150

L=653 mm

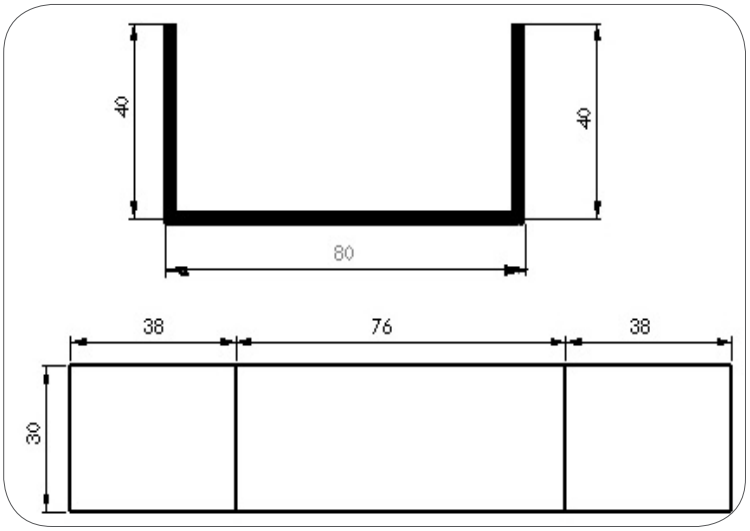
Açınım boyu (kesilecek malzeme boyu) 653 mm'dir.

7.2.2. Sac Malzemelerin Açınım Boyu Hesabı

Sac malzemelerin bükümleri kavisli silindirik bükümler veya köşeli bükümler olarak genellikle iki şekilde yapılır. Kavisli bükümlerin açınım boyları dolu malzemelerde olduğu gibi sac kalınlığına göre nötr yarıçap ve büküm açısı dikkate alınarak hesaplanır.

Sac işlerinde köşeli bükümlerin imalat resimlerinde ölçülendirmeler genellikle dış köşelerden yapılır. Açınım boyları ise iç kenar uzunlukları dikkate alınarak hesaplanır. Kenet bükme makinelerinde veya abkant preslerde köşeli (kavis oluşturmayan) bükümlerde açınım boyları iç kenar uzunlukları dikkate alınarak hesaplanır. İmalat resminde ölçü dıştan verilmiş ise malzeme kalınlığı kenar uzunluğundan düşülerek hesaplanmalıdır.

Örnek 3: Görsel 7.5.de imalat resmi yer alan 2 mm kalınlığında ve 30 mm genişliğinde sacdan yapılacak iş parçasının açınım boyunu hesaplayalım.

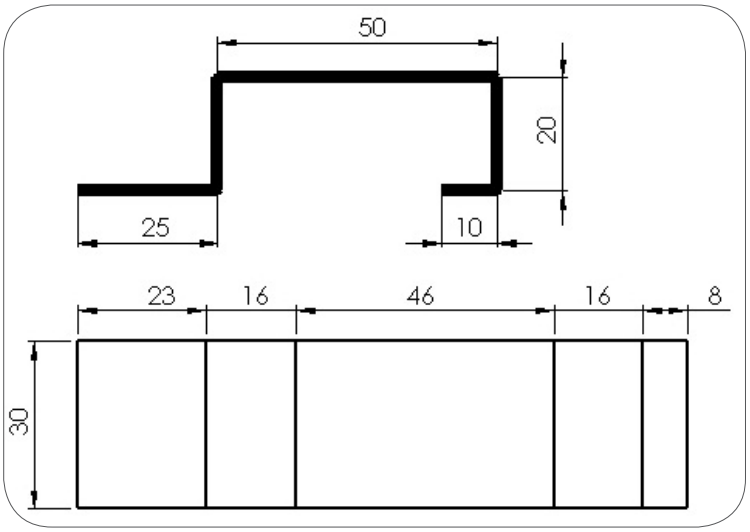


Görsel 7.5: Sac büküm

İmalat resminde ölçülerin dış köşelerden yapıldığı görülmektedir. Açınım boyu ise iç kenar uzunluklarına göre hesaplanmalıdır. Buna göre her büküm için sac kalınlığı kenar uzunluğundan düşülerek açınım boyu hesaplanmalıdır.

L=(40-2)+(80-4)+(40-2)=38+76+38=152mm

Örnek 4: Görsel 7.6. da imalat resmi yer alan 2 mm kalınlığında ve 30 mm genişliğinde sacdan yapılacak iş parçasının açınım boyunu hesaplayalım.

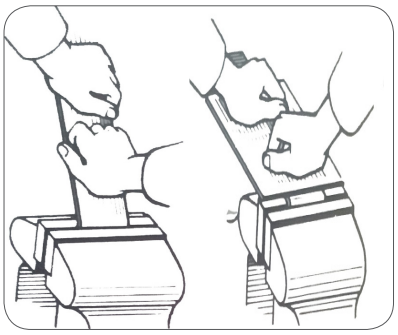


Görsel 7.6: Sac büküm

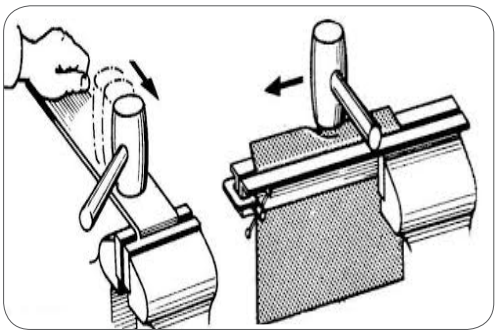
L=(25-2)+(20-4)+(50-4)+(20-4)+(10-2)=23+16+46+16+8=109 mm

7.3. EL İLE EĞME

İnce kesitli ve küçük ölçülü, hassas olmayan iş parçalarının eğme işleri el ile aletli veya aletsiz olarak yapılabilir. El ile eğme yaparken iş parçasını bağlamak için genellikle mengeneler kullanılır. Mengene çenelerinin büküm kavisine uygun olmadığı ya da iş parçasının mengene çenelerinden daha geniş olduğu durumlarda tutucu pabuçlar kullanılır. Mengeneye bağlanan iş parçası kalınlığına göre el ile çekiç veya tokmak ile eğilebilir (Görsel 7.7, 7.8).



Görsel 7.7: Elle eğme



Görsel 7.8: Tokmak ile eğme

7.4. MAKİNELERDE BÜKME

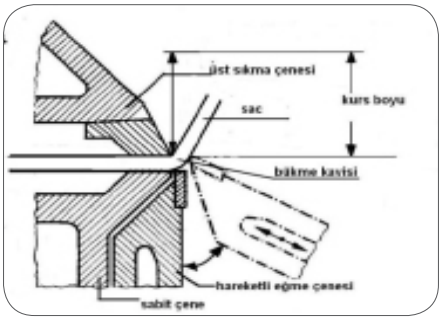
Mengeneye bağlanamayacak kadar büyük veya aynı parçadan çok sayıda üretilecek iş parçalarının eğme-bükme işlemleri makinelerde yapılır. El ile kullanılan, motorlu ve NC/CNC eğme-bükme makineleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Makinelerde daha hassas ve daha seri eğme bükme yapmak mümkündür.

7.4.1. Cakada (Kenet Bükme Tezgâhı) Eğme - Bükme

Cakalar (kenet bükme makineleri) ince ve yassı malzemelerin bükülmesinde kullanılan soğuk şekillendirme makineleridir. Genellikle 2 mm'ye kadar olan malzemelerin kenar bükümlerini yapmak için kullanılır. Çok farklı şekillerde ve kapasitelerde olanları mevcuttur (Görsel 7.9). Küçük iş parçaları için el ile kontrol edilen mekanik cakalar kullanılmakla birlikte büyük, hassas iş parçaları için elektrik motorlu, hidrolik veya NC/CNC (bilgisayar kontrollü) cakalar kullanılmaktadır.

Görsel 7.9: Caka-Kenet bükme makineleri

Cakada bükülecek iş parçası birbirine paralel alt ve üst çene arasına sıkıştırılıp, hareketli bükme çenesi ile istenilen açıya kadar büküm yapılır. Alt çene sabit, üst çene mekanik, hidrolik veya motor yardımıyla aşağı yukarı dikey hareketlidir. Üst sıkma çenesinin aşağı yukarı en fazla hareket ettiği boya, kurs boyu denir. Bükülecek parça iki çene arasına büküm çizgisi üst çene ucu ile çakıştırılarak her yerine eşit kuvvet gelecek şekilde sıkıştırılır. Hareketli eğme çenesi ile istenilen açıda eğme yapılır. NC/CNC cakalarda kontrol panelinden parça kalınlığı ve büküm açısı girildiğinde kurs boyu, bükme çenesi mesafesi ve büküm açısı otomatik olarak yapılır (Görsel 7.10).



Görsel 7.10: Cakada bükme

Üst çenenin uç kavisi büküm kavisini oluşturur. Eğme çenesi ile baskı çeneleri arasındaki mesafe parça kalınlığına göre ayarlanır. Mesafe az ise parçada ezilme ve yırtılma oluşabilir. Mesafe fazla olursa büküm kavisi istenilenden fazla olur.

Kenet Tezgâhında Bükme İşlerinde Dikkat Edilmesi Gerekli Hususlar:

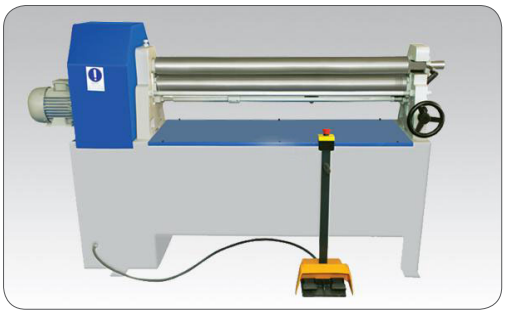
- Bükülecek iş parçası markalanmalıdır.
- Makinenin büküm yapabileceğinden daha kalın parça bükülmemeli, bükülecek sac kalınlığına uygun makine kullanılmalıdır.
- Sıkıştırma çeneleri ile bükücü çene arasındaki mesafe parça kalınlığına göre ayarlanmalıdır.
- Alt çene ile üst çenenin paralelliği kontrol edilmeli, gerekirse ayarlanmalıdır.
- Alt ve üst çene her bükümden önce bez veya üstüpü ile silinmeli, iki çene arasında toz, metal talaşı veya çapak olmamalı, dişli ve yataklar yağlanmalıdır.
- Markalama çizgisi, üst çene ile aynı hizada ve paralel olacak şekilde bağlanmalıdır.
- İş parçasının cinsi ve özelliğine göre geri esneme miktarı da dikkate alınarak büküm açısı ayarlanmalıdır.
- Bükümü yapılan iş parçasının ölçü ve büküm açısı kontrol edilmelidir.
- İş bitiminde makine ve çalışma alanı temizlenmelidir.

7.4.2. Silindirde Eğme – Bükme

Üzerinde bükmeyi sağlayan üç veya dört silindir (merdane) bulunan makinelerdir. **Boru bükme makinesi** olarak da adlandırılırlar. Silindir makinelerinde saclar silindirik (boru) şeklinde, yarım daire, konik olarak bükülebilir. Kare, dikdörtgen veya yuvarlak kesitli dolu demirlerden çember veya yaylar bükülebilir. İhtiyaca göre farklı büyüklüklerde ve farklı kapasitede olanları kullanılmaktadır (Görsel 7.11).

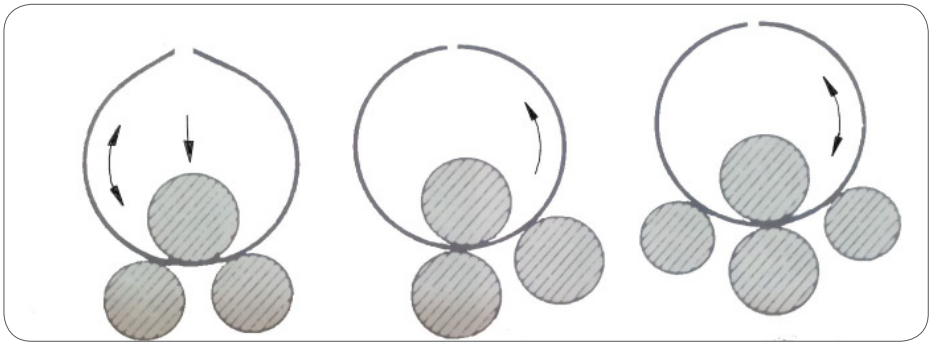
Görsel 7.11: Silindir bükme makinesi

Makinenin büyüklüğüne ve kapasitesine göre güç el ile veya elektrik motoru ile uygulanmaktadır. Her iki tip makinede de çalışma sistemi aynıdır. Kol ile veya motordan alınan dönme hareketi dişli çarklar aracılığı ile iki silindire de dönme hareketi verir. Üçüncü silindir hareketi iş parçasından alır. Üst silindir baskı topu olarak da adlandırılır, parça kalınlığına göre ayarlanarak iş parçasının diğer silindirler ile sıkışmasını sağlar. Silindirler arasındaki mesafe ayarlanarak istenilen kaviste bükme yapılır (Görsel 7.12).



Görsel 7.12: Elektrikli silindir bükme makinesi

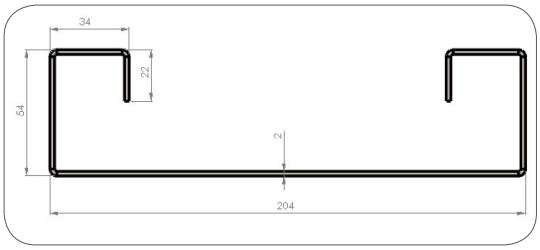
Silindir makineleri merdanelerin düzenlenme şekline göre kendi arasında; simetrik, tek yönlü asimetrik ve çift yönlü asimetrik olarak gruplandırılır (Görsel 7.13).



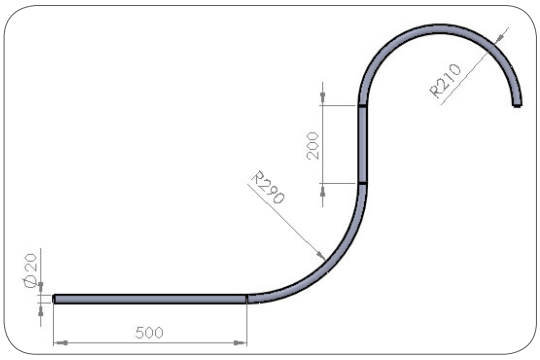
Görsel 7.13: Simetrik üç merdaneli, tek yönlü üç merdaneli, çift yönlü dört merdaneli bükme

7. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. **Aşağıda imalat resmi verilen 2 mm sacdan, 200 mm boyunda yapılacak iş için gerekli sac genişliğini hesaplayınız.**



2. **Aşağıda imalat resmi verilen iş için kullanılacak malzeme boyunu hesaplayınız.**



DELME, HAVŞA AÇMA

8

8.1. DELME

8.2. HAVŞA AÇMA

DELME, HAVŞA AÇMA

8.1. DELME

Bir iş parçası veya bir ürün elde edebilmek için yarı mamul malzemelerin kesme, eğme, bükme, eğeleme gibi çeşitli işlemlere tutularak şekillendirildiğini daha önceki konularda işlenmişti.

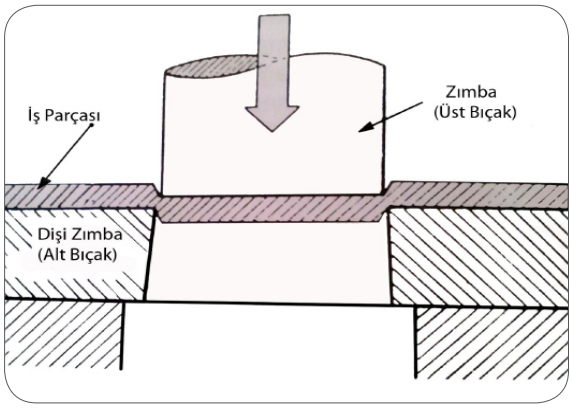
Malzemeler üzerinde silindirik veya farklı kesitlerde boşluklar oluşturma işlemine **delme** denir. Üretimin çeşitli aşamalarında el aletleri ile veya makinelerde delme yapılabilir. Delme işlemi, iş parçalarına bağlantı elemanlarının takılması ve kavrama, mil ve aks türü makine elemanlarının yataklanması için boşluklar oluşturulmasıdır.

Delme işlemi imalat sürecinde genellikle talaş kaldırılarak, kesilerek veya ergitilerek yapılmaktadır. Talaş kaldırılarak delme işlemi matkaplar ile, keserek delme işlemi zımbalar ile, ergiterek delme işlemi ise elektrik akımı, alev, lazer veya plazma arkından elde edilen ısı kaynakları kullanılarak yapılmaktadır.

8.1.1. Zımba ile Delme

Zımba ile delme işlemi bir talaşsız kesme işlemidir. El ve kol zımbaları ile delme yapılabildiği gibi çeşitli makineler ve kalıplar kullanılarak presler ile de zımba ile delik delme işlemi yapılmaktadır.

Zımbalar ile delme işleminin gerçekleşmesi için zımba (üst bıçak) ve dişi kesici (alt bıçak) olarak adlandırılan iki parça kullanılır (Görsel 8.1). Bu iki parça makaslardaki bıçakların görevini yerine getirir. İki zımba arasına yerleştirilen iş parçası, uygulanan baskı kuvveti ile zımba ve dişi kesici arasında kesilerek zımba kesitine göre parçada boşluk oluşturulur.

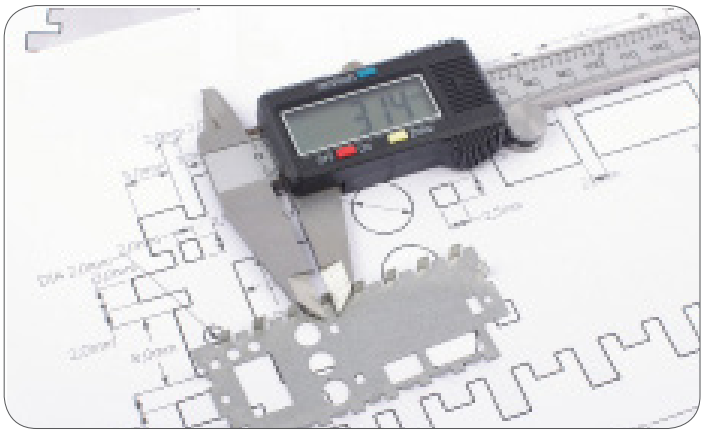


Görsel 8.1: Zımba ile delme

El ve kol zımbaları insan gücüyle kullanılan el aletleridir. Genellikle ince parçalara az sayıda küçük delik açmakta kullanılırlar (Görsel 8.2).

Görsel 8.2: El zımbası

Zımbalar ile istenilen kesitte zımba ve dişi kesici kullanılarak delik açmak mümkündür. Makinelerde ve preslerde zımba ile delme işlemi diğer yöntemlere göre daha hızlı yapılabilmektedir. NC/CNC makineler (punch pres) ile aynı parça üzerinde farklı kesitlerde çoklu deliklerin delinmesi işlemi hızlı ve kusursuz olarak yapılabilmektedir (Görsel 8.3). Seri üretim yapılan, çoklu delikli aynı parçadan çok sayıda üretilen iş yerlerinde bu tür makineler veya preslerde delme kalıpları kullanılarak delme işlemi tercih edilir.



Görsel 8.3: Preste delme

8.1.2. Matkap ile Delme

Matkap ile delme işlemi bir talaşlı üretim yöntemidir. Matkap tezgâhı milinin dönmesi ve buna bağlı mandrene takılı matkap ucunun, kendi ekseni etrafında dönerken eksen doğrultusunda ilerlemesi ve kesici uçları ile malzemeden parçacıklar koparması sonucu malzemede boşluk oluşturarak delme yapılır. Bu kopmalar sonucu ortaya çıkan parçalara **talaş** denmektedir. Ortaya çıkan bu talaşlar matkap ucunun üzerindeki helis kanallar yardımıyla dışarı atılır. Metallerin işlenmesinde birçok matkap çeşidi kullanılır.

Dönme esnasında iş parçasıyla matkap ucu arasında oluşacak sürtünme nedeniyle matkap ucu ısınır. Eğer bu sıcaklık artışı yüksek olursa matkap ucunun iç yapısında değişikliklere neden olur ve matkap ucu özelliklerini kaybeder. Bunu önlemek için genellikle soğutma sıvıları kullanılmaktadır.

8.1.2.1. Matkap ile Delmede Kullanılan Makineler

Endüstride ihtiyaçların giderilmesi ve üretim şartlarının karşılanması amacıyla farklı büyüklük ve şekillerde matkap makineleri üretilmiştir. Matkap tezgâhlarının büyüklüklerine göre elde kullanılan, masa üzerine monte edilen ve kendi gövdesi üzerinde zemine monte edilen çeşitlerini görebiliriz. Bu makineler dört bölümde incelenebilir.

- **El Matkapları (Breyzler)**

Elle ve elektrikle çalışan breyzler olarak ikiye ayrılır. İnsan gücüyle çalışanlar basit yapıdadır ve günümüzde hemen hemen kullanılmamaktadır. Bu makineler dairesel hareketi sağlayan bir kol, mandren ve bir dayanaktan oluşmaktadır. Elektrikle çalışanlar ise elektrik motoru ve doğrudan motor miline takılı mandrenden oluşmaktadır. Taşınabilir şekilde üretilmiş el breyzleri tabanca şeklinde yapılmıştır.

El matkapları hafif olduklarından her türlü çalışma konumlarında kullanılmalarından ve devir sayılarının kademesiz olarak ayarlanması gibi önemli avantajları nedeniyle hemen her alanda kullanılan el aletleridir. Özellikle montaj ve bakım-onarım işlerinde çok geniş kullanım alanlarına sahiptir.

El matkapları darbeli ve darbesiz olarak kullanılmaktadır. Darbeli kullanım beton ve taş türü yapıların delinmesinde kullanılırken darbesiz olanlar, metal ve ahşap malzemelere delik delinmesinde kullanılır. Ayrıca şarjlı batarya ile çalışanları, elektrik olmayan yerlerde delme ve vidalama işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. El matkapları, ağırlık ve boy olarak küçük olmalarına rağmen, metallere 13 mm, betona ve taşa 16 mm çaplarda delik delme işlemi yapabilirler (Görsel 8.4).

Görsel 8.4: El Matkapları

- **Masaüstü Matkap Tezgâhları**

Küçük yapılı olmalarından dolayı bir masanın veya bir sehpanın üzerine sabitlenerek kullanılırlar. Masaüstü matkaplarda çelik malzemelere 16 mm'ye kadar, hafif metallere 20 mm'ye kadar delik delinebilmektedir (Görsel 8.5).

Bu tip matkaplar iki çeşittir: Biri, kayış kasnak sistemli diğeri hız kutuludur. Masaüstü matkaplar küçük çaplı delik delme işlemlerinde kullanıldığı için devir sayıları 400-3000 dev/dk. arasında kademeleştirilmiştir.

Kayış kasnak sistemli matkapların yapımı daha kolay olduğundan dişli kutulu olan tezgâhlara nazaran daha ucuzdur. Bu tezgâhlar ayrıca sessiz çalıştıkları için çoğu kez tercih edilir.

Dişli kutulu masa matkapları, elektrik motoru ve bir ara kasnakla dişli kutusuna bağlanır. Dişli kutusu üzerindeki devir ayar kolu ile kolaylıkla devir sayısı değiştirilebilmektedir.

Görsel 8.5: Masaüstü matkap tezgâhı

- **Sütunlu Matkap Tezgâhları**

İmalat işlemlerinde sıkça kullanılan matkap tezgâhlarıdır. Sütunlu matkap tezgâhlarında matkap milinin bulunduğu kısım ve iş tablası sütun eksenine döndürülerek istenilen konuma getirilebilir. Böylece büyük işlerin çeşitli konumlarda delik delme imkânı doğmuş olur. Ancak iş tablasının hareketli olması makinenin hassasiyetinin çabuk bozulmasına neden olur. Sütunlu matkap tezgâhı kayış kasnak sistemi ile ya da dişli kutusu sistemi ile çalışır.

Sütunlu matkap tezgâhları, Farklı yüksekliklerde küçük ve orta büyüklükteki iş parçalarının delme işleri için uygundur. Bu tezgâhlar, devir sayısı genellikle kademesiz olarak ayarlanan matkap iş mili, sütun, ayak, ayrıca sağa sola çevrilebilen ve yüksekliği ayarlanan matkap tablasından meydana gelir, ilerleme, matkap milinden bağımsız olarak çalışan bir dişli tertibatı üzerinden elde edilir. Sütunlu matkap tezgâhları; sütunlu, çok milli, işlem sıralı tezgâhlar olarak üçe ayrılır.

Görsel 8.6: Sütunlu matkap tezgâhı

a. Sütunlu matkap tezgâhları

Sütunlu matkap tezgâhları, kayış kasnaklar veya dişli çark sistemleriyle çalışmaktadır. Değişik ebat ve büyüklüklerde yapılmaktadır. Bu tezgâhlar delik delme ve havsa açma işleri için kullanılmaktadır (Görsel 8.6). Dönme sayısı gövde üzerinde bulunan kayış kasnak sistemi veya dişli sistemden ayarlanabilir ve ilerleme hızı otomatik olarak ya da elle kumanda edilerek yapılır.

b. Çok milli matkap tezgâhı

Çok milli matkap tezgâhlan seri imalatlar için kullanılmaktadır. Diğer tezgâhlarla aynı çalışma prensibine dayanır ancak iş parçası üzerindeki birden fazla deliğin aynı anda delinmesi işlemleri için kullanılır. Özel tezgâhlar grubuna girmektedir.

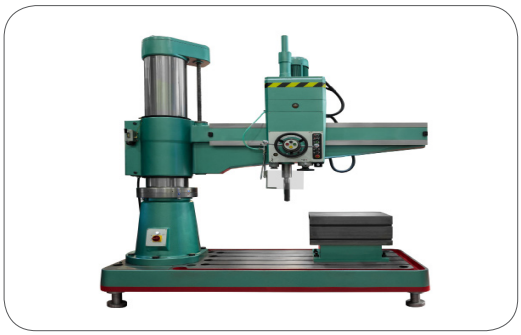
c. İşlem sıralı matkap tezgâhı

Bu tezgâhlarda ortak bir tabla üzerinde birden fazla mil bulunmaktadır. Seri imalatlarda bir kesici aletten diğerine geçilerek birçok işlem sırasıyla yapılmaktadır. Piyasada çok kafalı matkap tezgâhı ya da seri matkap tezgâhı diye de bilinir. Genel olarak birinci matkap milinde küçük bir matkap, yanındakinde biraz daha büyük olanı, onun yanında biraz daha büyük olanı, en sonda da havsa matkabı bulunmaktadır.

- **Radyal (üniversal) Matkap Tezgâhları**

Radyal matkap tezgâhları, çok büyük ve ağır parçaların delik delme işlemlerinde kullanılırlar. Radyal matkap tezgâhlarında, sütun etrafında 360 derece dönebilen bir gövde vardır. Matkap milinin bulunduğu blok, bu gövde üzerinde bulunmakta ve matkap bloğu, radyal gövde üzerinde ileri-geri hareket ettirilerek işin konumuna göre ayarlanmaktadır.

İmalat işlemlerinde çok büyük işler için konsol gövdesi 3 metreye varan tezgâhlar yapılmıştır. Bunların en önemli özelliği, işin bir bağlanışta üzerindeki çeşitli konumlardaki işlemleri en iyi şekilde işleme imkânı sağlamasıdır. Matkap başlığı aynı zamanda açılı olarak da ayarlanabildiği için bu makinelerde iş yapma kapasitesi artmaktadır. Mengeneye bağlanamayacak kadar büyük iş parçaları doğrudan tezgâh tabanı/ayağı üzerine konulup sabitlenerek işlenebilir (Görsel 8.7).



Görsel 8.7: Radyal matkap tezgâhı

8.1.3. Matkaplar

Matkap uçları, malzemesine göre yüksek hız çelikleri (HSS), karbon çelikleri (WS) ve sert maden uçlu matkaplar olarak üretilmektedir.

Bir matkap kendi ekseni etrafında dönerek ve aynı zamanda ekseni doğrultusunda ilerleyerek iki kesici ağzı ile kesme yapar. Metallerin işlenmesinde çok çeşitli matkaplar kullanılır. Her matkap türü bir ihtiyaçtan dolayı üretilmiştir.

Bugün endüstride kullanılan matkap çeşitleri genel olarak 5 değişik grup hâlinde yapılır. Bunlar:

- Helisel matkaplar
- Punta matkapları
- Namlu matkapları
- Havşa matkapları
- Özel matkapları

8.1.3.1. Helisel matkaplar

Bilindiği gibi endüstride kullanılan bütün malzemelerin özellikleri birbirinden farklıdır. Metal malzemedeki bu farklı özellikler, bunların işlenmesinde kullanılan kesici takımlarında da bazı farklılıklar taşıması gerekmektedir.

Helisel matkaplar, silindirik bir gövde üzerinde karşılıklı olarak iki helis kanalı olan ve her iki kanalın ucunda birer ağız bulunan kesici bir takımdır. Helisel matkaplar yüksek kaliteli takım çeliklerinden (HSS), taşlanarak, frezelenerek veya haddelenerek yapılırlar (Görsel 8.8).

Görsel 8.8: Helisel matkap

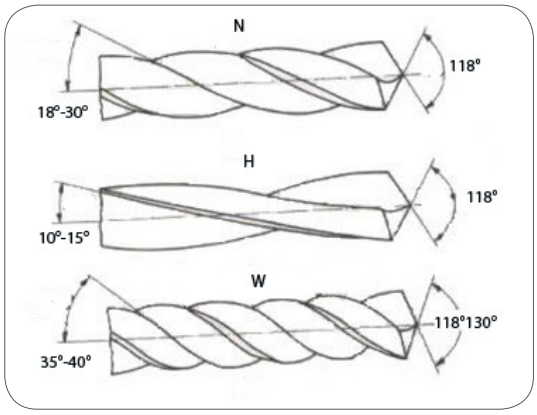
Matkabın helis kanalları çıkan talaşların dışarı atılması ve aynı zamanda deliğin içine soğutma sıvısının aktarılmasını sağlar. Matkap keserken delik yüzeyine yapacağı sürtünmeyi azaltmak için helis kanalların sırt kısımları, zırh denilen bir şerit kalacak şekilde boşaltılmıştır. Delme esnasında deliğin yüzeyine sadece zırh temas eder.

Matkap ucunun 118 derece bilenmesi ile matkabın kesici ağızları ortaya çıkar. Bileme esnasında kesici ağzın arkasına doğru 6-8 derecelik bir boşluk açısı verilir. Bu suretle kesme esnasında serbest yüzeylerin kesilen yüzeylere sürtünmesi önlenmiş olduğundan ağızlar işe dalar ve kesme olayı meydana gelir. Helisel matkapların ağızlarındaki kesmeyi kolaylaştırılan açıların bileme esnasında kolayca verilmesi, bileme sonunda matkap çapının aynı kalması, matkapların sökülüp takılmasının kolay ve son derece pratik olması, bu takımların önemini artırmıştır. Bu yüzden bir çok işte boşaltma veya çürütme işlemleri matkaplarla yapılır.

Matkabın iyi kesmesi, çıkan talaşların iyi akması ile mümkündür. Talaşların kolay akması, matkabın helis açısına bağlıdır. Bu yüzden helisel matkaplar üç helis açısına göre yapılmaktadır (Görsel 8.9).

Helis matkap çeşitleri

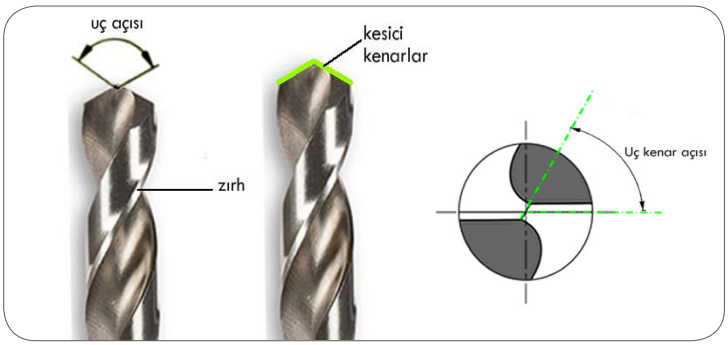
- **N Tipi:** Normal sertlikteki çelikler içindir. Helis açısı 18-30 derece arasında olup uç açısı 118 derecedir.
- **H Tipi:** Sert çelikler içindir. Helis açısı 10-15 derece arasında olup uç açısı 118 derecedir.
- **W Tipi:** Yumuşak malzemeler içindir. Helis açısı 35-40 derece olup uç açısı 118-130 derece arasındadır.



Görsel 8.9: Helisel matkap çeşitleri

Matkapların uç açıları da malzemelerin cinsine göre değişir. Matkabın uç açısı büyük olursa kesici ağızları kısa olur ve kesme esnasında az ısınır. Eğer matkabın uç açısı dar olursa kesici ağızları uzun olur ve matkap delme esnasında çok ısınır ve bu yüzden kesme özelliğini kısa zamanda kaybeder.

Bir matkabın normal şartlarda kolay kesebilmesi için ağızlarına belirli değerlerde açılar verilir. Bu açıların değerleri delinecek malzemelerin cinsine göre değişmektedir (Görsel 8.10).



Görsel 8.10: Helisel matkap uç açıları

- **Helisel Matkaplarda Uç Açıları**

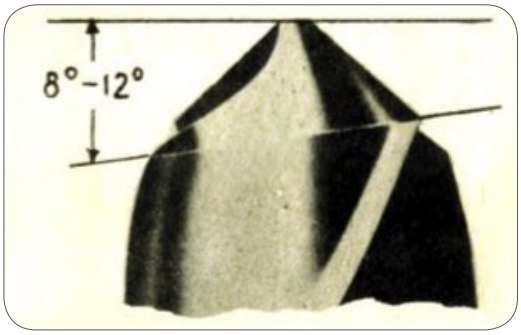
Helisel matkaplar işe batarak kesme yaptıkları için uçları sivri bilenir. Matkap ucunun sivriliği uç açısı ile sağlanır. Matkabın uç açısı çelik malzemeleri delmek için 118˚, yumuşak ve kırılgan malzemeler için 130 ˚ olarak saptanmıştır.

- **Matkap Talaş Açısı (Helis Açısı)**

Matkabın helis kanalını meydana getiren açıdır. Kesme esnasında çıkan talaşlar bu kanalı takip ederek dışarı çıktığından bu açıya aynı zamanda talaş açısı da denir.Matkabın talaş açısı yani helis açısı, delinecek malzemenin cinsine göre değişir. Normal imalat çelikleri için 18-30 °, sert ve kırılgan malzemeler için 10-15 ˚ ve yumuşak malzemeler için 35-40˚ arasında verilmektedir. Helis açısını matkabı yapan firma verir. Bu açının değiştirilmesi mümkün değildir. Bu açı ancak çok zorunlu hâllerde matkabın talaş yüzeyinden bilenmek suretiyle değiştirilebilir.

- **Helisel Matkaplarda Boşluk Açısı**

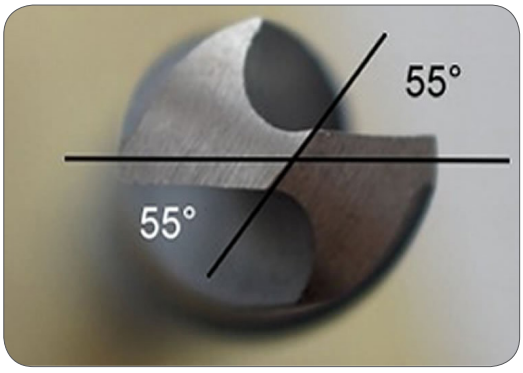
Delik delerken matkabın kesici ağızlarının arka yüzeyinin kesilme yüzeyine sürtünmesini engellemek için verilen açıdır. Boşluk açısı genel olarak 8-12˚ olup sadece sürtünmeyi önlemez, aynı zamanda matkabın iyi kesmesini de sağlar. Bu açı az verildiği zaman sürtünme oranı artar, çok verildiği zaman da kesici ağız incelir. Bu durum, matkap ağızlarının kırılmasına ve çabuk körlenmesine sebep olur. Bunun için boşluk açısının da delinecek malzemenin cinsine uygun olarak verilmesi gerekir (Görsel 8.11).



Görsel 8.11: Boşluk açısı

- **Matkap Uç Kenar Açısı (Kesici Kenar Açısı)**

Matkabın uç kenar açısı, iki serbest yüzey bilenirken verilen boşluk açıları ile oluşan kenarın matkap ekseni ile yaptığı açıdır. Uç kenar açısının değeri matkabın bilenmesinden etkilenebilir.Matkap bilenirken uç kenarının tam doğrulukta teşekkül etmesine dikkat edilmelidir. Matkabın uç kenarı tam anlamı ile kesme yapmaz, ancak kazıma yaparak matkabın işe dalmasını sağlar. Bu yüzden matkabın uç kenarına yardımcı **kesici kenar** denir. Yardımcı kesici kenarın matkap ekseni ile yapmış olduğu açı 55˚ olmalıdır (Görsel 8.12).



Görsel 8.12: Kesici kenar acısı

Helisel matkaplar silindirik ve konik saplı olmak üzere iki şekilde imal edilir. Genel olarak çapı 16 mm'ye kadar olan matkaplar silindirik saplı, çapı 16 mm'den yukarı olan matkaplar konik saplı yapılmaktadır (Görsel 8.13, 8.14). Ancak bazı özel amaçlar için bu genel kuralın dışında yapılmış matkaplara da rastlanabilir.

Görsel 8.13: Konik matkap

Görsel 8.14: Silindirik matkap

8.1.3.2. Punta Matkapları

Punta matkabı, iki tarafı matkap şeklinde olup, sadece punta deliği açmak için özel olarak yapılmış bir matkap çeşididir (Görsel 8.15). Uçları kısa ve gövdesi kalın olduğundan delme esnasında sapma yapmaz. Punta matkaplarının ucundaki esas kesici kısma **meme** denir ve matkap, meme çapına göre adlandırılır. Örneğin 2,5'luk punta matkabı vb. Burada 2,5 sayısı matkabın meme çapını ifade eder. Punta matkapları, punta deliği açma görevinin dışında, deliklere havşa açmak, hassas delinecek deliklere bir merkez deliği açmak için de kullanılabilir.

Üç çeşit punta matkabı vardır. Bunlar:

- Havşa açısı 60° olan normal punta matkapları (A formu),
- Koruyucu havşalı punta deliği açan punta matkapları (B formu),
- Radyuslu punta deliği açan punta matkaplarıdır. Radyuslu havşalı delik açan punta matkapları (R formu), genellikle konik tornalanacak iş parçalarının punta deliklerini açmak için kullanılır.

Görsel 8.15: Punta matkabı

8.1.3.3. Havşa Matkapları

Havşa matkapları, deliklerin ağızlarındaki çapakları ve keskinlikleri almak, delik ağızlarına havşa açmak, vida ve perçin gibi bağlama elemanlarının baş kısımlarının oturacağı yuvalar açmak gibi işler için yapılmıştır.

Çeşitli amaçlar için yapılmış çeşitli havşa matkapları vardır. En çok kullanma alanı olan havşa matkaplarının açıları ve ölçüleri standartlaştırılmıştır.

Çapak almak için ve sadece havşa açmak için yapılmış havşa matkaplarının uç açıları 60°, perçinlemek için kullanılan havşa matkaplarının uç açısı 75°, havşa başlı vidalar için yapılmış havşa matkaplarının açıları 90°, sac perçinleri için yapılmış havşa matkaplarının açıları 120° derecedir (Görsel 8.16).

Görsel 8.16: Havşa matkapları

8.1.4. Matkapların Bağlanması

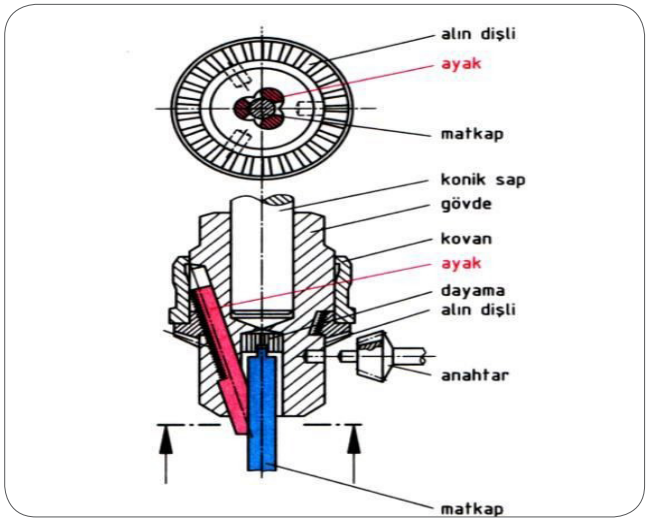
8.1.4.1. Mandren, Mors Kovanı ve Kamaları

Mandrenler, matkap tezgâhında dönme hareketini yapan mile bağlanmış matkap ucunun sabitlenmesini sağlayan aparattır (Görsel 8.17). Mors kovanları konik saplı matkapların matkap miline mandren olmadan direkt bağlanmasını sağlayan yardımcı elemanlardır (Görsel 8.18). Kamalar ise mandren ve mors kovanlarının matkap milinden sökülmesinde kullanılan araçlardır.

Görsel 8.17: Mandren, Görsel 8.18: Mors kovanı

8.1.4.2. Mandrenle Bağlama

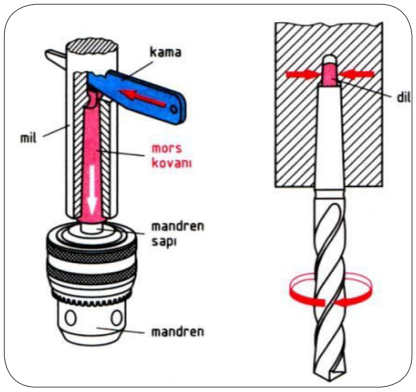
Mandren, merkezi olarak sıkan üç çeneli bir bağlama aracıdır. Silindirik saplı matkapları mile bağlamak üzere özel olarak yapılmıştır. Mandrenin matkap tezgâhının koniğe uygun bir sapı vardır. Mandrenlere konik saplı matkaplar bağlanmamalıdır (Görsel 8.19).



Görsel 8.19:Mandren ile matkap bağlama

8.1.4.3. Mors Kovanları ile Bağlama

Büyük çaplı matkaplar, genellikle konik saplı yapıldığından tezgâhın mors kovanına takılarak kuvvetli ve salgısız bağlama temin edilir. Konik saplı matkaplar ise tezgâhın mors kovanına takılarak bağlanır (Görsel 8.18).



Görsel 8.20: Mors kovanı ile matkap bağlama

8.1.4.4. Matkap Mengeneleri

Matkap mengeneleri, matkap tezgâhlarına sabitlenebilen ve küçük iş parçalarının güvenli bir şekilde delinmesini sağlayan takımlardır (Görsel 8.21).

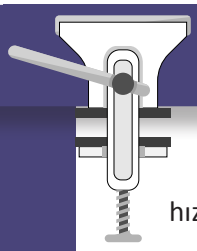
Görsel 8.21: Matkap tezgâhı mengenesi

8.1.5. Matkap Çapına ve Malzeme Cinsine Göre Devir Sayısı Belirleme

Matkap üzerindeki bir noktanın dakikada metre cinsinden almış olduğu yola kesme hızı denir. Kesme hızı matkabın ve işlenen malzemenin cinsine göre seçilir. Genel olarak malzeme sertleştikçe ve matkap çapı büyüdükçe kesme hızı küçülür. Malzeme yumuşak ve matkap çapı da küçükse kesme hızı büyür. Yaygın olarak kullanılan kesme hızları aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.1: Matkap kesme hızları

Kesme Hızı (m/dak.)		
İş Parçası	**Seri çelik (HSS)**	**Sert metal**
Döküm	14-22	16-50
Çelik (orta sert)	25-28	70-110
Bronz	35-120	85-140
Pirinç	45-130	95-150
Bakır	60-150	110-184
Alüminyum	86-180	125-190



Matkabın bir dakikada yaptığı dönme miktarına devir sayısı denir. Devir sayısı, matkap çapına ve kesme hızına göre değişir. Çap küçüldükçe devir büyütülmeli çap büyüdükçe devir küçültülmelidir.

Devir sayısı aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır:

V= π x D x N / 1000.....m/dak.

V= İş parçası üzerindeki noktanın dakikadaki hızı (m/dak.)

N= Matkabın dakikadaki devir sayısı (dev/dak.)

D= Matkap çapı (mm)

V= π.D.N/1000 ise N= V.1000/ π.D (dev/dak.)'dır

Örnek: Çapı 12 mm olan yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılmış bir matkapla çelik malzeme delinecektir. Kesme hızı 25 m/dak. olduğuna göre devir sayısını hesaplayınız.

Verilenler

D = 12 mm

V = 25 m/dak.

İstenenler

N = ?

Çözüm

N = V x1000 / π x D =25 x 1000 / 3,14 x12 =663 dev/dak

Matkabın devir sayısı, tezgâhtaki en yakın değere ayarlanmalıdır.

8.1.6. Matkaplarda Soğutma Sıvısının Kullanımı

Kesici alet talaş kaldırırken sürtünme nedeniyle ısı meydana gelir. Bu ısınma, soğutma sıvısı aracılığı ile giderilebilir. Soğutma sıvıları çeşitli yağlar, yağ karışımları ile hayvansal, bitkisel ve madensel yağlardan elde edilir. Soğutma sıvıları aşağıdaki nedenlerden dolayı kullanılır.

1. Kesmenin daha etkili olmasını sağlamak
2. Kesici ucunda ve iş parçasında meydana gelen ısınmayı gidermek
3. Delik yüzeyinde yüzey kalitesini artırmak
4. Talaşın gereçten ayrılmasını kolaylaştırmak

NOT: Döküm malzemeler işlenirken soğutma sıvısı kullanılmaz.

8.1.7. Matkap Tezgâhında Güvenli Çalışma

Matkap tezgâhlarında çalışırken ortaya çıkabilecek riskleri engellemek için aşağıdaki işlemler muhakkak yapılmalı, tüm kurallara istisnasız uyulmalıdır.

8.1.7.1. Çalışma Öncesi Yapılacak Olan İşlemler;

1. Matkap tezgâhının çalışmaya uygun olup olmadığını kontrol ediniz.
2. Mengenenin tablaya bağlı olduğundan emin olunuz.
3. Uygun bilenmiş matkap ucunu mandrene bağlayınız.
4. Delinecek iş parçasını uygun nokta ile (60° uç açılı) noktalayınız.
5. İş parçasını mengeneye sıkıca bağlayınız.
6. Yapılacak iş ve işlem için uygun matkap ucu devir sayısını ayarlayınız.
7. Matkap tezgâhı üzerinde ve çalışma ortamında bulunan ve kullanılmayacak olan takım, araç ve gereci ortamdan uzaklaştırınız.
8. Matkap tezgâhında çalışırken eldiven, kolye, bilezik, yüzük, künye kullanmayınız.

9. Gereğinden bol ve kol uçları lastikli olmayan ve sarkık iş kıyafeti ile çalışmayınız.
10.Fırlayacak talaşlara karşı iş gözlüğü muhakkak takınız ve yüz siperi kullanınız.
11. Soğutma sıvınızı hazır bulundurunuz.
12. Delme işlemi için uygun duruşunuzu sağlayınız.

8.1.7.2. Çalışma Sırasında Yapılacak Olan İşlemler;

1. Uygun şartlar hazırlandı ise matkap tezgâhınızı çalıştırınız.
2. Noktaya, matkap ucu dönerken merkezleme yapacağınızı unutmayınız.
3. Dönen matkabı malzemeye basan elin ve destek sağlayan diğer elin sağlam ve sabit olmasına dikkat ederek işe hafif baskı ile başlayınız.
4. Çalışma sırasında iş parçasından çıkan talaşın üzerinize gelmesine karşı dikkatli olunuz. Küçük ve kısa talaşları uzaklaştırmak için hava tabancası kullanınız.
5. Çıkmakta olan talaşı eliniz ile almaya çalışmayınız. Kanca kullanabilirsiniz.
6. Matkap tezgâhında sadece fırça kullanımı uygundur. Dönmekte olan matkap ucu üzerine elinizi sürmeyiniz. Bezle veya üstübü ile silmeyiniz.
7. Çalışmanız sırasında sizi meşgul edecek kişilerin tezgâhın yanına yaklaşmalarına veya tezgahın karşısında durmalarına izin vermeyiniz.
8. Matkap ucunun aşırı ısınma durumunda, uygun soğutma sıvısı kulanınız.
9. Matkap tezgâhı çalışır durumda iken yanından ayrılmayınız.
10. Başınızı dönen milden uzak tutunuz.
11. İş parçası delme bitimini, ilerleme ve talaştan algılayınız ve baskıyı muhakkak azaltınız.

8.1.7.3. Çalışma Sonrası Yapılacak Olan İşlemler;

1. Delme işlemi bitiminde tezgâhı durdurunuz. Mandreni el ile durdurmayınız.
2. Sadece uzun talaşları toplama sırasında eldiven kullanınız.
3. İş parçasını ve matkap ucunu güvenli bir şekilde sökünüz.
4. Tabla ve mengeneyi fırça veya hava ile temizleyiniz.
5. Tezgâhın ve çalışma ortamının temizliğini yapınız.
6. Yağlanması gerekli olan kısımları yağlayınız. Tezgâhın yağsız kalmaması için periyodik zamanlarda yağ seviye kontrolü yapınız.
7. Çalışmanız sonuçlanmış ise makinenin bağlı olduğu şalteri kapatınız.

8.1.8. Matkapların Bilenmesi

Matkaplar çalışırken zamanla sürtünmeden dolayı körelirler. Kör bir matkapla çalışmak iş parçasının bozulmasına, matkabın kırılmasına ve hatta matkap tezgâhının zarar görmesine neden olabilir. Bu sebepten dolayı matkaplar köreldiklerinde veya kırıldıklarında kurallara uygun bir şekilde bilenmesi gerekir.

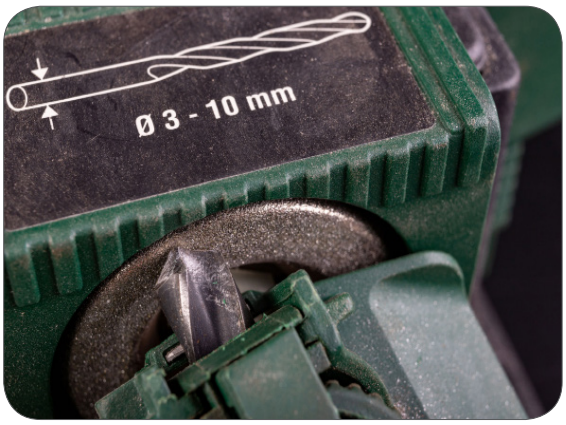
Matkaplar genellikle zımpara taşlarında ya da matkap bileme makinesinde bilenirler.

Ayaklı zımpara taşları, elde tutulan aletlerin bilenmesinde kullanılan tek devirli makinelerdir. Ayaklı zımpara taşında genellikle iki ayrı zımpara taşı bulunur. Zımpara taşlarından biri sert, diğeri yumuşak ve biri diğerine göre daha ince tanelidir (Görsel 8.22).

Bileme sırasında işin desteklendiği dayamalar ile zımpara taşı arasındaki boşluk, 3 mm'yi geçmeyecek şekilde ayarlı olmalıdır. Aksi hâlde iş parçası, taş ile dayama arasına sıkışarak taşın patlamasına neden olabilir. Bu çok tehlikeli sonuçlar doğurabilir.

Görsel 8.22: Ayaklı zımpara taşı

Matkap bileme makineleri; matkabı, kesici ağızları eşit uzunlukta olacak, eksenle istenilen açıları yapabilecek ve boşluk açısını tam verebilecek şekilde bilenebildiği makinelerdir (Görsel 8.23). Bu makinelerde herhangi büyüklük, boy ve çaptaki bir matkap kolaylıkla ve kısa zamanda, doğru olarak bilenebilir. Bununla beraber, birçok hâllerde matkapların el ile bilenmesi tavsiye edilir. Hatta bazen gerekli sayılır.



Görsel 8.23: Matkap bileme makinesi

Matkapların nasıl bileneceğine geçmeden önce, sağlıklı delme için matkabın ideal uç açılarının bilinmesi gerekir:

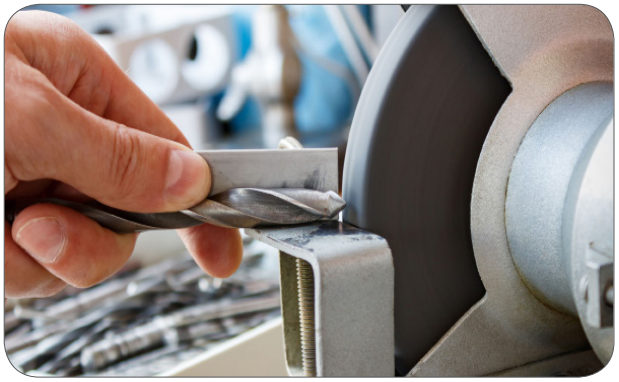
- Helisel matkapların uç açıları, genellikle 118° olmakla beraber çeşitli gereçler için 60° den 150° ye kadar değişir.
- Çok sert gereçler için 150°, ısı işlemi görmüş çeliklerle dövülmüş gereçler için 125°, adi işler için 118°, yumuşak font için 90°, ağaç, sert lastik, bakalit ve fiber için 60° gibi.

8.1.8.1. Matkap Uçlarının El ile Bilenmesi

Delme işleminde, ölçüsünde bir iş elde etmek için matkap ucunun açılarına uygun bilenmiş olması gerekir.

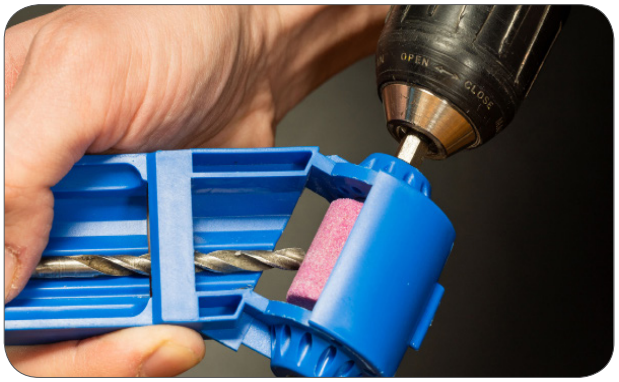
Matkabı elde bilerken muhakkak koruyucu gözlük takılmalı, gözlüksüz taşlama yapılmamalıdır. Zımpara taşı çalıştırılmadan önce, taşların bağlantıları (gevşek olup olmadığı), dayama mesafesi (taş ile dayama arasındaki boşluk 3 mm'den fazla olmamalıdır), taşlar yüzeyinde ve kenarlarında kırık olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Bilenecek ağzı, yatay duran dayama parçasının üst yüzüne paralel olarak tutulmalıdır. Sağ el ile matkabın sap kısmı, sol el ile helis olukların olduğu uca yakın kısmı tutulmalıdır. Sağ el, sol ele göre biraz aşağıda tutarak matkap taşa hafif bir baskı kuvveti ile dayanır. Sapın biraz aşağıda tutulması boşluk açısının verilmesini sağlar (Görsel 8.24).



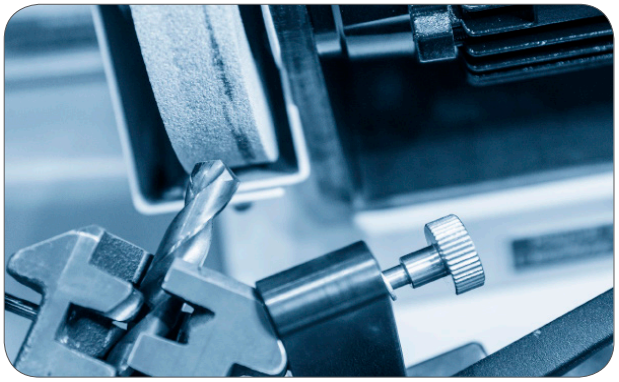
Görsel 8.24: Matkap tutuş şekli

Matkabın ekseni bileme taşının yüzü ile 59°lik açı yapacak şekilde ayarlanır. (Uç açısının yarısı=118°/2 = 59°) Bu, kesici ağızlar arasında, uygun açıyı sağlar. Kesici kenarlar eksen ile 59° açı yapacak şekilde bilenirse matkap, birçok gereç için iyi sonuçlar verir. Bu bakımdan matkap, taşın yüzü ile 59°lik açı derece yapacak şekilde tutulmalıdır (Görsel 8.25).



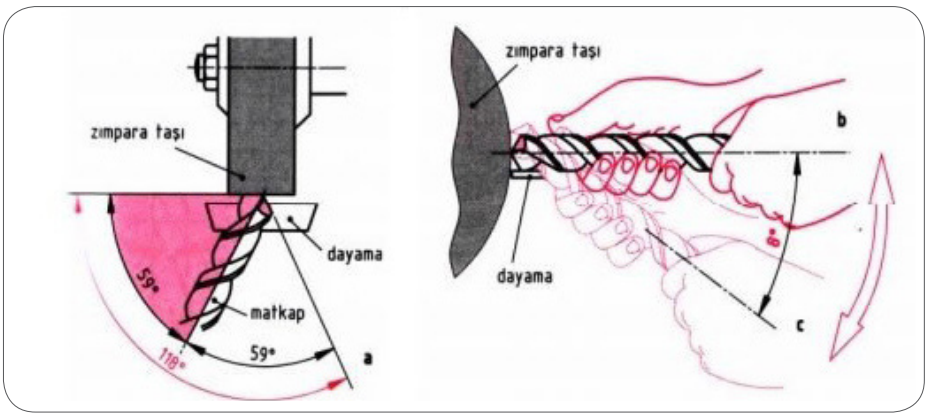
Görsel 8.25: Matkap uç açısının verilmesi

Matkap taşa ilk teması kesici kenarda olmalıdır. Kesici ağızdan arka kenara doğru bilenmeli, asla arka kenardan ağıza doğru bileme yapılmamalıdır (Görsel 8.26).



Görsel 8.26: Kesici kenardan bileme

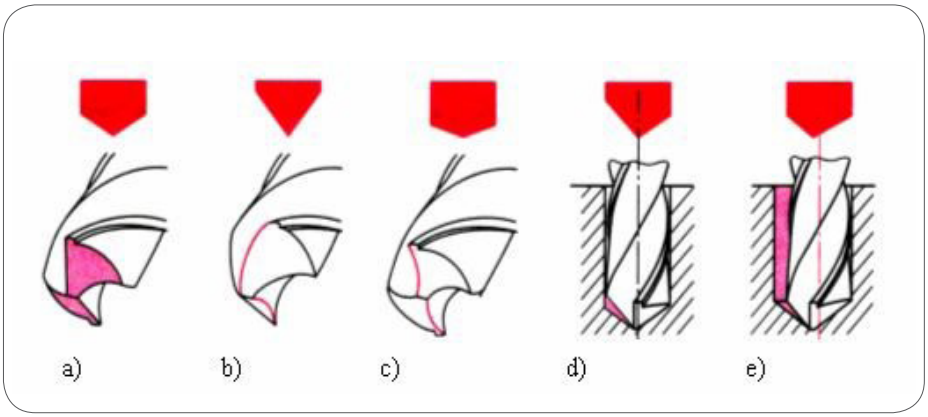
Matkap bilerken döndürülmemeli, sol el içinde mafsallanmış gibi boşluğu sağlayacak şekilde hafifçe sallanarak kesici kenardan arka kenara doğru bilenmelidir (Görsel 8.27).



Görsel 8.27: Uç açısı ve boşluk açısının verilmesi

Her iki kesici kenar eşit bilenmelidir. Diğerine geçmeden ağızların yalnız birini aşırı taşlanmamalıdır. Kesici ağızlar benzer şekilde taşlanıp bileme işlemi bitince her ikisi aynı uzunlukta ve matkap ekseni ile de aynı açıları yapmış olmalıdır (Görsel 8.28).

Eğer sağ el çok aşağıda tutulursa aşırı boşluk açısı verilir, yeterince aşağıda tutulmazsa boşluk açısı verilmeyebilir, hatta bu boşluk açısı negatif olabilir.



Görsel 8.28: Matkap uç açılarının durumu (a) Normal uç, b) Uç açısı küçük, c) Uç açısı büyük, d) Açı simetrik değil, e) Uç kenar merkezde değil

Kesici ağızların uzunlukları ile açılarını ölçmek için, çeşitli firmalar tarafından yapılmış birçok ölçme ve kontrol aletleriyle mastarlar vardır. Özel bir mastarın bulunmadığı hâllerde, açıları kontrol etmek için bir açı ölçme aletinden yararlanılabilir (Görsel 8.29).

Görsel 8.29: Uç açısı kontrolü

98

8.1.9. Delme Hataları ve Çözüm Önerileri

Matkapla delik açma işlemi yaparken bazen matkap kırılması, matkabın aşırı ısınması, ucunun mavileşmesi ya da yanması, matkabın delmemesi, kendi çapından büyük delmesi gibi hatalar ile karşılaşabiliriz. Hatalı delme işlemleri ve yolunda gitmeyen bir şeylerle karşılaştığımızda ilk işimiz bunun sebebini araştırmak olmalıdır.

Sık karşılaşılan delme hataları ve çözüm önerileri

► Matkap ucunun fazla ısınması; matkap fazla ısınıyor ve menevişleniyorsa:
- Matkabın devir sayısı malzemenin cinsine uygun seçilmemiştir.
- Matkabın devir sayısı düşürülmelidir.
- Matkap iyi kesmiyor olabilir, yeniden bilenmelidir.
- Soğutma sıvısı kullanılmalıdır.

► Deliğin alt yüzeyi çapaklı ve delik delerken iş parçasının alt yüzeyi çok çapaklı çıkıyorsa:
- Matkap iyi kesmiyordur ve matkap işin altından çıkarken baskı azaltılmamıştır.
- Matkap yeniden bilenmelidir.
- Matkap çıkarken baskı azaltılmalıdır.

► Matkap kırılıyorsa:
- Delme hızı ve matkap devri fazla olabilir.
- Matkap kör olabilir veya iş sert olabilir.
- Bu olasılıklar ayrı ayrı kontrol edilmelidir.

► Matkap iş parçasına fazla dalıyor ise:
- İş parçası sac şeklinde incedir, alüminyum veya pirinçtir, daha da önemlisi mengeneye bağlanmamıştır.
- Matkap malzemenin cinsine ve kalınlık incelik durumuna göre bilenmelidir. (Matkabın uç açısı ince malzemelerde daha büyük olmalıdır.)
- İnce sac parçalar, pirinç ve alüminyumdan parçalar delinirken mutlak suretle bir mengeneye bağlanarak veya işin durumuna göre bir el mengenesine bağlanarak delinmelidir. Aksi takdirde matkap kırılabilir.

► Matkap kendi çapından büyük deliyorsa:
- Matkabın kesici ağızları eşit açılarda ve uzunlukta bilenmemiştir.
- Dolayısıyla ağızlardan sadece biri kesme yapıyordur.
- Matkap yeniden kusursuzca bilenmelidir.

► Matkap salgılı dönüyorsa:
- Mandren temiz ve bakımlı değildir veya mandren ağızları bozulmuş olabilir.
- Matkap mandrene iyi bağlanmamış olabilir.
- Matkap herhangi bir sebeple eğilmiş olabilir.

► İş parçası delinmeye karşı aşırı direnç gösteriyorsa:
- Matkap kör veya kırılmış olabilir.
- Malzeme içerisinde perlitik (fazla sert) dokuya denk gelinmiş olabilir.
- Matkabın uç kenarının altına talaş sıkışmış olabilir.
- Matkabın dayaması varsa bu dayanmış olabilir.

99

8.2. HAVŞA AÇMA

Havşa açma, daha önceden delinen veya zımbalanan deliklerin dönme eksenine dik konumda bulunan düz, profilli veya konik yuvalar açma işlemidir. Bu işlem, geliştirilmiş havşa matkapları ile gerçekleştirilir. Havsa açmanın birçok amacı vardır. Çoğunlukla havşa açma işlemi, perçin ve vida gibi bağlantı elemanlarının baş kısmının oturacağı yuvaları açmak için kullanılır (Görsel 8.30). Havşa, delik ağızlarındaki çapağın keskinlikleri almak ve eksenleri kaçık delikleri büyütmek işlemleri için de kullanılmaktadır.

Görsel 8.30: Havşa matkabı

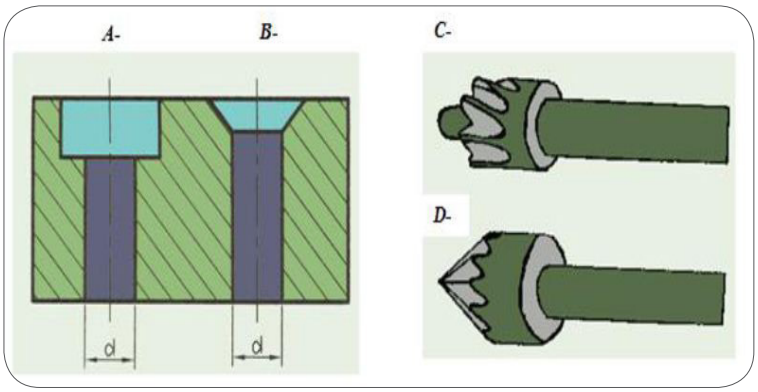
8.2.1. Havşa Matkapları

Havşa matkapları yüksek hız çeliklerinden yapılır ayrıca, sert metal kesici plakalarla (uçlarla) veya sert metal-döner kesici plakalarla donatılmışlardır (Görsel 8.31). Büyük havşa matkapları delik ağzı genişletme takımı olarak da kullanılır.

Havşa matkapları, matkaplarla mukayese edildiğinde, daha küçük bir serbest açıya ve daha büyük serbest bir yüzeye sahiptir. Bu suretle havşa kesici ağızları delik üstünde dayanır ve sarsıntı izi olmayan düz bir yüzey elde edilir. Havşa matkaplannı helisel matkaplardan ayıran en önemli özellik, kesici ağızlannın ikiden fazla olmasıdır. Bu nedenle delik içleri daha kaliteli olmaktadır. Kesme hızı, matkapla delme işlemine göre daha küçük seçilmesi gerekir, ilerleme daha büyük seçilebilir.

Havşa matkapları silindirik ve konik tip olmak üzere ikiye ayrılır:

- Silindirik havşa matkabı, düz havşa matkabı olarak da anılır. Yüzeylerinde çıkıntı istenmeyen silindirik başlı gömme vidaların yuvalarını açmak için kullanılmaktadır.
- Konik havşa matkabı, deliklerin çapaklarını temizlemek, pah kırmak ve konik havşa yuvası açmak için kullanılır. Uç açılan 60° ve 90°lik olanları bulunmaktadır.



Görsel 8.31: Havşa matkap çeşitleri

8.2.2. Havşa Açıları

Havşa matkaplarının uç açıları kullanıldıkları yere göre değişmektedir. Aşağıda bu matkapların kullanıldıkları yerlere göre havşa açılan görülmektedir.

- Çapak almak ve havşa açmak için uç açısı: 60°
- Perçin yuvalarının baş kısmı için: 75°
- Havşa başlı vidaların baş kısmı için: 90°
- Saç perçinleri için: 120°

8.2.3. Havşa Matkabı ile Deliklere Havşa Açmak

Havşa açma işlemi üç ana grupta toplanabilir.

Düzlem Havşa Açma; Cıvata başı oturma yüzeyi veya çıkıntılı bir yüzeyden düz yüzeyin elde edilmesi için,

Düz Delerek Havşa Açma; Silindirik başlı bir cıvata başı için derinleştirilmiş, silindirik bir iç havşa açmak için,

Konik Delerek Havşa Açma; Havşa başlı cıvatalar için konik bir havşalama, konik veya profillendirilmiş bir havşanın açılması için yapılır (Görsel 8.32).

Görsel 8.32: Konik havşa açma

NOT: Havşa açma işleminde "Matkap Tezgâhında Güvenli Çalışma" kurallarına mutlaka uyulmalıdır.

8. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Endüstride kullanılan matkap çeşitlerini yazınız.

2. Çapı 10 mm olan yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılmış bir matkapla çelik malzeme delinecektir, devir sayısını hesaplayınız.

Aşağıda boş bırakılan alanları uygun kelimeler ile doldurunuz.

3. Malzemeler üzerinde silindirik veya farklı kesitlerde boşluklar oluşturma işlemine ..... denir.

4. Deliklerin ağızlarındaki çapakları ve keskinlikleri almak, vida ve perçin gibi bağlama elemanlarının baş kısımlarının oturacağı yuvalar açmak gibi işler için kullanılan matkaplara ..... denir.

5. Helisel matkapların uç açısı çelik malzemeler için ..... derecedir.İmalat çelikleri için talaş açısı ... - ... derecedir.

6. Helisel matkaplarda boşluk açısı genel olarak ... - ... derecedir.

KILAVUZ VE PAFTA İLE DİŞ AÇMA

9

9.1. KILAVUZ İLE DİŞ AÇMA İŞLEMİ
9.2. PAFTA İLE DİŞ AÇMA

KILAVUZ VE PAFTA İLE DİŞ AÇMA

9.1. KILAVUZ iLE DİŞ AÇMA İŞLEMİ

9.1.1. Vida ve Cıvata

Vida açma işlemi, iç vida açmak (kılavuz çekmek) ve dış vida açmak (pafta çekmek) olarak iki farklı şekilde yapılabilir. Kılavuz açma için özel kılavuz takımı ve kılavuz kolu kullanılır. Pafta için pafta takımı ve pafta kolu kullanılmaktadır. Kılavuz ve pafta işlemi elle yapılacağı gibi matkap, torna tezgâhı veya özel vida açma tezgâhları aracılığı ile de yapılabilir.

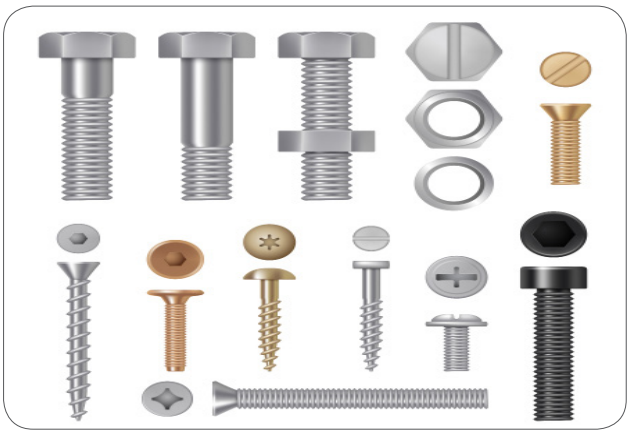
Vida: Basit ve güç gerektirmeyen, bağlantı elemanlarının dişli kısmını oluşturan, sac ve benzeri malzemelerin birleştirilmelerinde kullanılan bağlantı elemanıdır(Görsel 9.1).

Cıvata: Kalın ve sağlam montaj için kullanılan, somun kullanılarak parçaları sökülebilir olarak birleştirilen, dörtgen, beşgen, altıgen vb. başı olan, gövdesine vida dişi açılmış silindirik bağlantı elamanıdır.

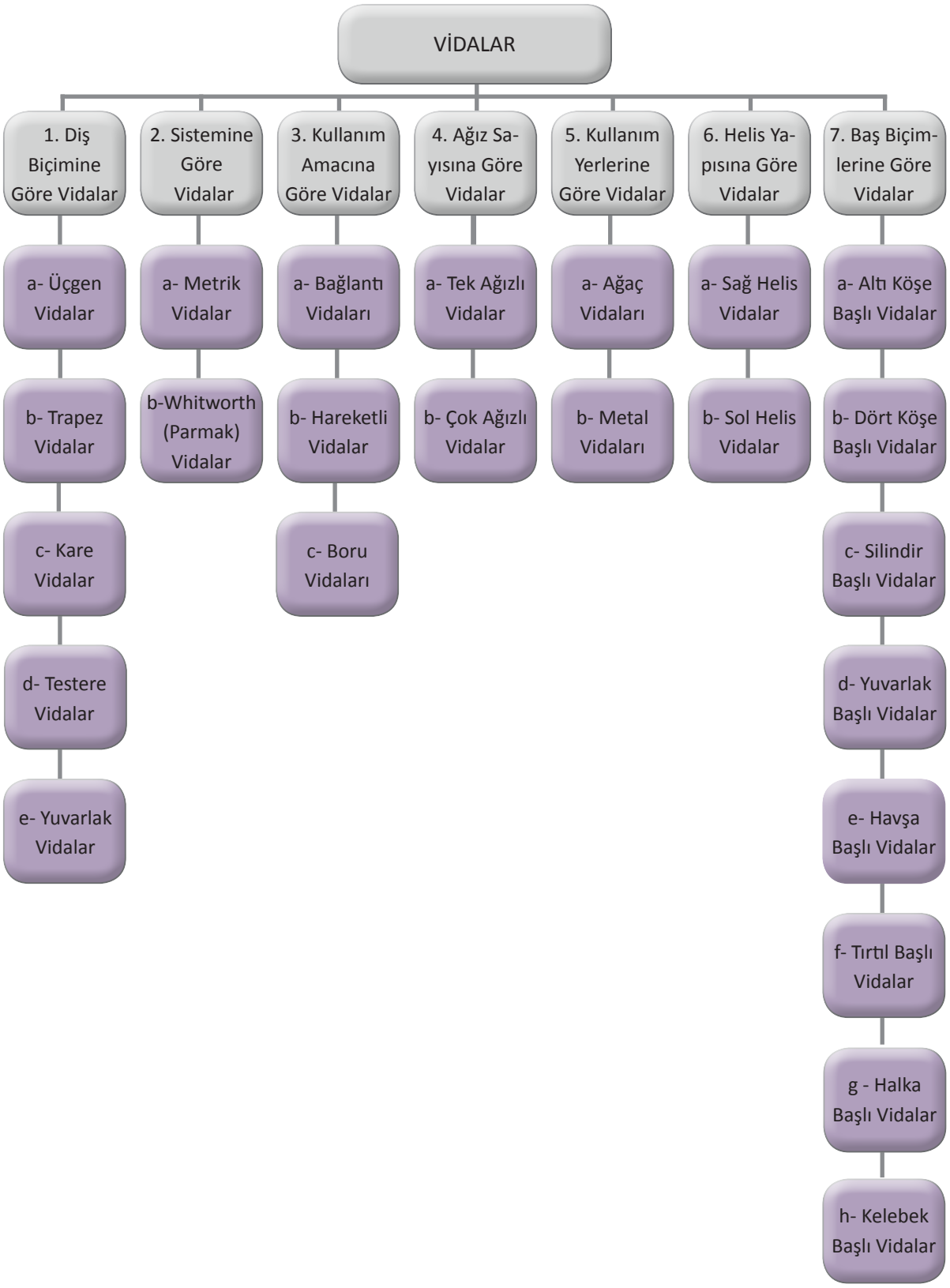
Görsel 9.1: Bağlantı elemanı olarak kullanılan vidalar

Vida Çeşitleri

Vida, helis şeklindeki bir kamanın bir silindirin etrafına sarılması ile elde edilir. Vidalar özellikle bağlantı elemanların dişli kısımlarını oluşturdukları için günlük hayatımıza girmiş makine elemanlarıdır. Günümüzde amacına göre kullanımda olan muhtelif vidalar bulunmaktadır (Görsel 9.2). Yandaki tabloda vida çeşitleri gösterilmiştir.



Görsel 9.2: Çeşitli vida örnekleri



Şema 9. 1: Vidaların sınıflandırılması

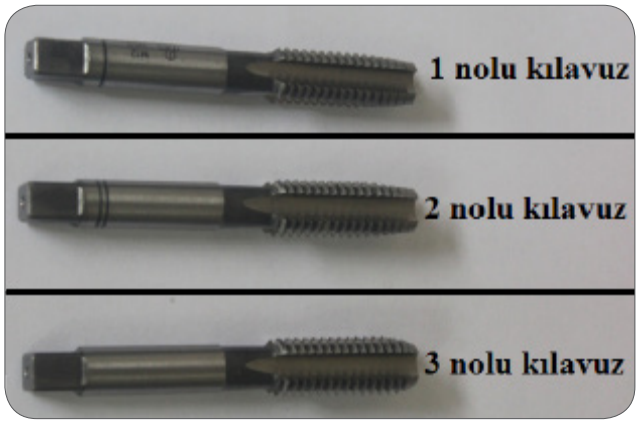
9.1.2. Kılavuz ve Çeşitleri

Kılavuzlar üzerinde bulunan dişler yardımıyla deliklerin iç yüzeyine diş açmaya yarayan, yüksek kaliteli çeliklerden üretilen el aletleridir. Kılavuzların dişli kısmında bulunan düz ve helis şekilli kanallar, dişlerde kesici ağızların oluşmasına, yağlama yağının bu kesici ağızlara ulaşmasına ve kesilen talaşın dışarıya atılmasına yarar. El kılavuzları iki, üç veya dört kanallı olabilir. Kılavuz ile vida çekmek için buji kolu da denilen bir kılavuz koluna ihtiyaç vardır. Elle kılavuz çekme işleminde döndürme momentinin belirli değeri aşması durumunda kılavuz kırılıp vida içerisinde kalabilir. Kılavuzlar, bu zorlamaya meydan vermemek için kesici ağız şekillerine bağlı olarak üç çeşittir. El kılavuzlarının yanı sıra makine kılavuzları da vardır. Torna tezgahında hem el hem de makine kılavuzları ile diş açılabilir. Tornada el kılavuzları kör deliklere (boydan boya gitmeyen) vida açmada kullanılır. Eğer diş boydan boya olan bir deliğe açılacaksa konik makine kılavuzları kullanılır.

Şema 9.2: Kılavuz çeşitleri

Günümüzde daha çok el kılavuzları ve makine kılavuzları ile diş açma teknikleri kullanılmaktadır.

El kılavuzları genellikle 1 numaralı, 2 numaralı ve 3 numaralı kılavuzlar olmak üzere üç takım hâlinde üretilirler. Piyasada yer alan el kılavuzlarını birbirinden ayırt etmek için üzerlerinde bulunan çizgilerden yararlanılır. 1 numaralı kılavuzun kök kısmında tek çizgi, 2 numaralı kılavuzun kök kısmında çift çizgi yer alırken, 3 numaralı kılavuzda çizgi bulunmamaktadır (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: 1, 2 ve 3 nolu kılavuzların genel görünümü

Bazen de kılavuz üzerinde numaralarını belirten çizgi olmayabilir. Bu durumda 1 numaralı kılavuzun uç kısmında diş silikleri daha fazla, 2 numaralı kılavuzun uç kısmında yer alan diş silikleri daha azdır. 3 numaralı kılavuzun dişlerinin hepsi vardır.

Birinci Kılavuz (Konik Kılavuz): Delik içine ilk kez salınacak kılavuzdur. Bu kılavuzun başlangıcından geriye doğru 8-10 dişlik kısmı uca doğru koniktir. Böylece kılavuzun deliği düzgün ve kolay şekilde ağızlaması sağlanmaktadır.

İkinci Kılavuz (Ara Kılavuz): Açılacak diş içerisine ikinci sırada salınan kılavuzdur. Uç kısmından 3-4 diş sivriltilmiştir. Diş kanallarının belirgin hâle gelmesini sağlar.

Üçüncü Kılavuz (Bitirme Kılavuzu): Son salınan kılavuzdur. Uç kısmı sivriltilmemiş olup vidaya son şeklini veren kılavuzdur. Diş temizleme kılavuzu olarak da adlandırılır.

Kılavuz Kolları

Kılavuz kolları, kılavuzların bağlanmasında kullanılır (Görsel 9.4). Diğer bir ismi ise buji koludur. Kılavuzlar kolun kare kısmına bağlanılırlar. Sabit ve ayarlı olmak üzere iki çeşidi vardır. Sabit kılavuz kolları bir veya birkaç ölçüde yapıldıklarından her kılavuz için kullanılamaz. Ayarlı kılavuz kolları ise ayarlı olmalarından dolayı değişik ölçülerdeki kılavuzlarda kullanılabilir.

Görsel 9.4: Kılavuz ile diş açmada kullanılan kılavuz kolları

9.1.3. Kılavuz Açma İşlem Aşamaları

1. Elle kılavuz çekme işlemi için önce delik çapı hesaplanmalı ve uygun çapta matkap ile delik delinmelidir. Kılavuz açılacak delik çapı için vida normu göz önüne alınarak aşağıdaki formüller kullanılır.

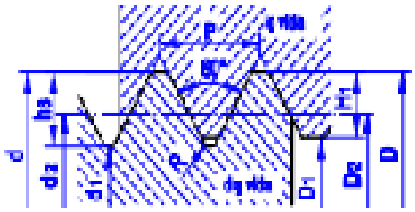
METRİK VİDALAR İÇİN	Delik Çapı = Kılavuz Çapı - Vida Adımı
WHİTWORTH (PARMAK) VİDALAR İÇİN	Delik Çapı = Kılavuz Çapı - (25,4/ Parmaktaki diş sayısı)

Şema 9.3: Metrik ve parmak vidalarının delik çapı hesabı

Ayrıca günümüzde matkap çapı hesabı için hazır tablolar yer almaktadır. Aşağıdaki tabloda metrik vidalar için kullanılan hesaplamanın bir örneğini görmektesiniz.

Tablo 9.1: Metrik vidalar için matkap çapı hesaplama tablosu

METRİK VİDALAR — **TS 61/1**



Anma ölçüsü ——— d = D
Adım ——— P
Dış yükseklik ——— Dış vida $h_3 = 0{,}613\,P$
İç vida $H_1 = 0{,}541\,P$
Bölüm çapı ——— $d_2 = D_2 = d - 0{,}6495\,P$
Dış dibi çapı ——— Dış vida $d_3 = d - 1{,}2269\,P$
İç vida $D_1 = d - 1{,}0825\,P$
Yuvarlatma ——— $R = 0{,}144\,3\,P$
Matkap çapı ——— $d_0 = d - P$

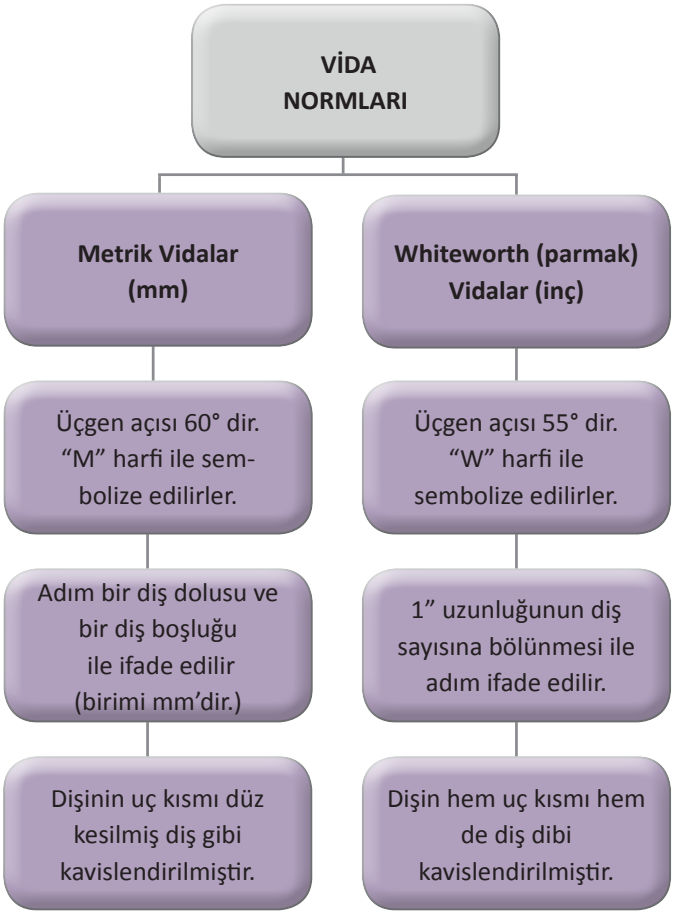
Vida anma çapı D=d	Adım P	Dış dibi çapı: Dış vida d_3	Dış dibi çapı: İç vida D_1	Matkap çapı	Bölüm çapı $d_2=D_2$	Dış yüksekliği: Dış vida h_3	Dış yüksekliği: İç vida H_1
M1	0,25	0,693	0,729	0,75	0,838	0,153	0,135
M2	0,40	1,509	1,567	1,60	1,740	0,245	0,217
M2,5	0,45	1,948	2,013	2,10	2,208	0,276	0,244
M3	0,50	2,387	2,459	2,50	2,675	0,307	0,271
M3,5	0,60	2,764	2,550	2,90	3,110	0,460	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	5,466	5,647	6,80	7,185	0,767	0,677
M10	1,50	8,160	8,376	8,50	9,025	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	2,165
M39	4,00	34,093	34,670	35,00	36,402	2,454	2,165
M42	4,50	36,479	37,129	37,50	39,077	2,760	2,436
M45	4,50	39,479	40,129	40,50	42,077	2,760	2,436
M48	5,00	41,866	42,587	43,00	44,752	3,067	2,706
M52	5,00	45,866	46,587	47,00	48,752	3,067	2,706
M56	5,50	49,252	50,046	50,50	52,428	3,374	2,977
M60	5,50	53,252	54,046	55,00	56,428	3,374	2,977
M64	6,00	56,639	57,505	58,00	60,103	3,681	3,248

Yukarıdaki tablodan yararlanarak bir örnek yapalım;

M10 bir kılavuzla diş açılalım. Açacağımız dişin deliğinin delinmesi için gereken matkap çapını hesaplayalım.

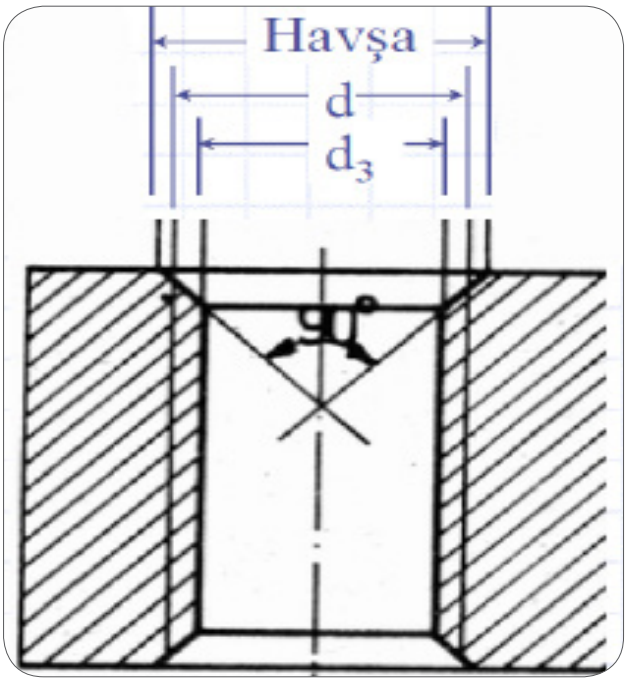
M10 vidanın adımı tablodan da görüldüğü gibi 1,5 mm'dir.

Matkap Çapı = 10 – 1,5 = 8,5 mm.



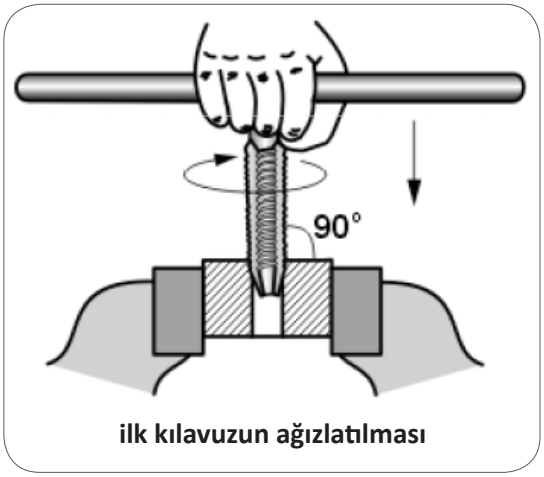
Şema 9.4: Metrik ve Withworth vida normlarının özellikleri

2. Kılavuz açılacak delik uygun matkap ile delindikten sonra deliğe havşa açılmalıdır. Havşa açısı mümkünse 900 olmalıdır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: Kılavuz açma öncesi deliğe havşa açma işlemi

3. Diş açılacak malzemeye uygun açıda havşa açıldıktan sonra kesici yağ, kılavuz ve deliğe sürülmelidir. Diş açma işlemi süresince bu işleme zaman zaman tekrar edilmelidir. Yağlama işlemi sonrası 1 numaralı kılavuz (öncü kılavuz) 900 lük açı ile malzemeye sabitlenmeli ve ilk hareket verilmelidir (Görsel 9.6). Belirli zaman aralıkları ile kılavuzun dikliği gönye ile kontrol edilmelidir.



Görsel 9.6: Öncü kılavuzun diş açma işlemindeki genel görünümü

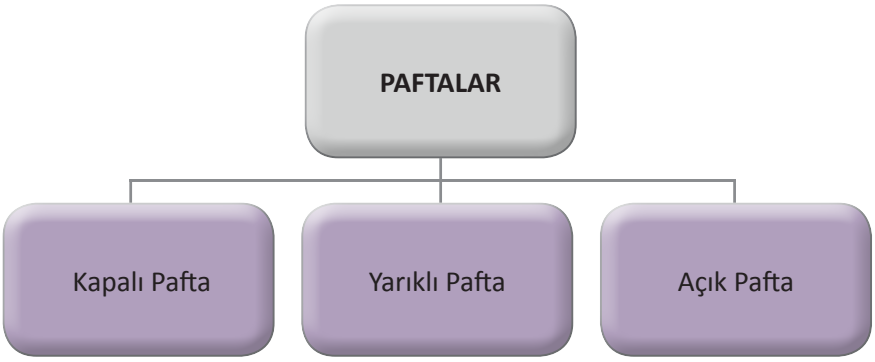
4. Öncü kılavuz belirli yol aldıktan sonra malzemeden çıkan talaş durumuna göre ileri geri yapılarak diş açma işlemi tamamlanır. Kör deliklerde kılavuz ucunun delik dibine geldiğinde zorlanmamasına dikkat edilmelidir. Birincil kılavuz ile diş açma işlemi bittikten sonra yine aynı şekilde ikinci ve üçüncü kılavuz ile işlem tamamlanmalıdır. Herhangi bir yöntem ile diş açma işlemi bittikten sonra vida mastarları ile dişler kontrol edilmelidir.

9.2. PAFTA İLE DİŞ AÇMA

Pafta: Silindirik malzemelerin dış yüzeylerine diş açmak için kullanılan yüksek kaliteli çeliklerden üretilen takımlardır (Görsel 9.7). Kılavuzda malzemelerin iç yüzeyine diş açma işlemi uygulanırken paftalarda malzemelerin dış yüzeyine diş açılır. Pafta çekmek, kılavuz çekmek gibi birbirini takip eden takımlar kullanmayı gerektirmez. Yani diş açmak için tek bir pafta veya pafta kolu yeterlidir.

Görsel 9.7: Pafta kolu ve pafta çeşitleri örneği

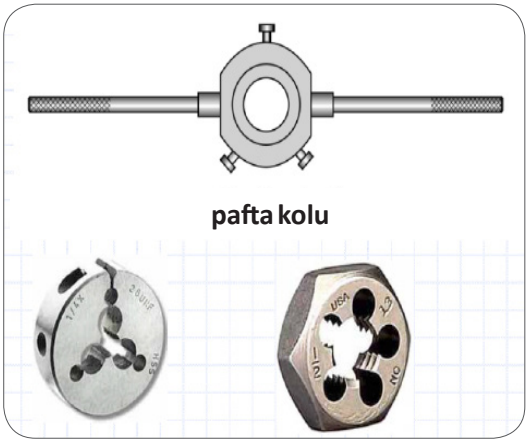
Kılavuzda olduğu gibi milimetre ölçüsüne göre yapılan paftalara metrik pafta denir ve **"M"** harfi ile gösterilir. Parmak ölçüsüne göre yapılan paftalara **withworth pafta** denir. Withworth paftalar **"W"** ile ifade edilir. Paftalar kapalı, yarıklı ve açık paftalar olmak üzere üçe ayrılır.



Şema 9.5: Pafta çeşitleri

9.2.1. Pafta Kolları

Pafta kolları, pafta lokmalarının bağlanması amacıyla kullanılır. Gövde ve kollar olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Pafta kolları, pafta lokma standartlarına göre yapılır ve farklı çaplarda olabilir. Lokmalar kollara takıldıktan sonra yanlarda bulunan tespit vidaları ile lokmalar sabitlenir (Görsel 9.8).



Görsel 9.8: Pafta çeşitleri

9.2.2. Silindirik Malzeme Üzerinde Pafta Çekme Aşamaları

1. Vida profiline uygun pafta lokması pafta koluna takılır, etrafındaki tespit vidaları ile sıkılır.
2. Paftanın kolayca ağızlaması için vida açılacak silindirik parçanın ucuna 60° lik pah kırılır.
3. Paftanın kolay ağızlaması için vida adımının, 0.1 sabitiyle çarpılması sonucunda elde edilen değer oranında iş parçasının çapı küçük tornalanmalıdır. Çap ölçüsü bu değerden daha fazla küçük yapılırsa açılan dişlerin yüksekliği standartlara uygun olmaz.
4. Pafta lokması, yazılı tarafı üste gelecek şekilde pafta koluna takılır.
5. Parça mengeneye düşey konumda bağlanır ve pafta parçanın üst kısmına yerleştirilir.
6. El ile paftayı ortasından kavrayıp bastırarak ilk dişi açmak üzere pafta döndürülür, iki tarafa da eşit miktarda güç uygulamak esastır.
7. Paftayı çekmeyi kolaylaştırmak ve pürüzsüz yüzey elde etmek için kesici sıvı yağ kullanılmalıdır.
8. Pafta çekme işleminde mümkün olmadıkça geriye doğru hareket yapılmamalıdır. Aksi takdirde lokma dişleri kırılabilir.
9. Pafta işlemi sonrası lokma yuvasından çıkartılıp temizlenmelidir.

9. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Vida ve cıvata kavramlarını açıklayınız.

2. Kılavuz çekmek ve pafta çekmek kavramlarını açıklayarak aralarındaki farkı belirtiniz?

3. M12 ölçülerindeki bir vida kılavuzu çekilmesi için matkap delik çapı ne olmalıdır? (Metrik vida matkap çapı tablosu kullanılmalıdır.)

4. Kılavuz açma işlem aşamalarını yazınız?

5. Pafta nedir? Pafta çekme işleminde dikkat edilmesi gereken hususları maddeler hâlinde yazınız?

Aşağıdaki noktalı yerlere cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" harflerini yazınız.

6. (...) Kılavuzlar deliklerin dış yüzeyine diş açmaya yarayan aletlerdir.

7. (...) Parmak ölçüsüne göre yapılan paftalara withworth pafta denir.

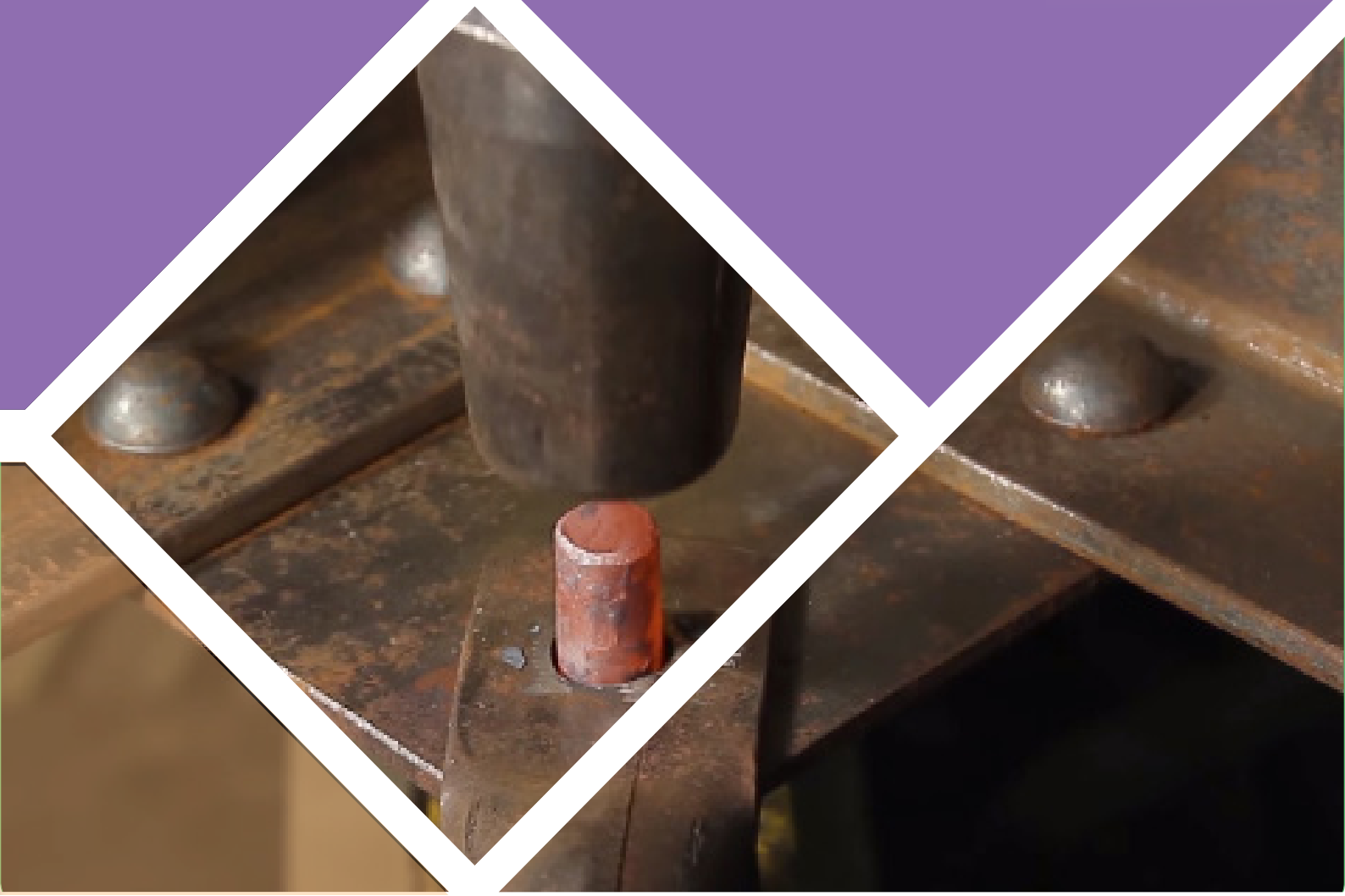
Aşağıdaki çoktan seçmeli sorunun doğru seçeneğini işaretleyiniz.

8. Aşağıdakilerin hangisi metrik vidalarının uç açısını ifade etmektedir?

A) 45
B) 50
C) 55
D) 60
E) 60

PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME

10



10.1. PERÇİNLEME TEKNİĞİ

10.2. PERÇİN ÇEŞİTLERİ

10.3. PERÇİNLEME TAKIMLARI

10.4. PERÇİN DELİKLERİNİN OLUŞTURULMASI

10.5. PERÇİN BOYUNUN HESAPLANMASI

10.6. PERÇİNLEME İŞLEMİNDE MEYDANA GELEN HATALAR

PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME

10.1. PERÇİNLEME TEKNİĞİ

Perçinleme: İki veya daha fazla sayıdaki malzemeyi uygun şartlar oluşturarak bağlayan, titretişime karşı mukavemetli, sökülemeyen bağlantı biçimidir. Genelde hafif ve ince konstrüksiyonlarda tam emniyet sağlar. Sızdırmazlığın gerektirdiği yerlerde sıklıkla kullanılır. Kuvvet dağılımın eşit olmasının istendiği yerler olan köprü ve çelik yapılarda tercih edilirler.

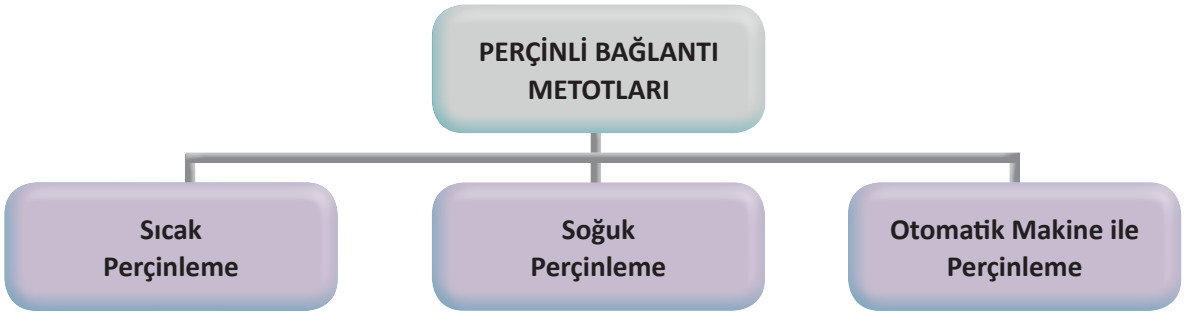
Kaynak tekniğinde ısıl işlem sonucu ısı tesiri altında kalan bölge (ITAB) oluşması birleşmenin çok sağlıklı olmamasına sebep olur. Çünkü ısı etkisiyle birleşim yerlerinin tane yapıları bozulur. Perçinli yapılarda böyle bir sorun yoktur.

Tablo 10.1: Perçinli bağlantıların avantaj ve dezavantajları

PERÇİNLEME TEKNİĞİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	
AVANTAJLARI	**DEZAVANTAJLARI**
1. Üretim adetleri boyutsal ölçüleri sebebiyle fazladır.	**1.** Perçin kolay sökülebilen bir bağlantı değildir.
2. İlk yatırım maliyeti ve bakım maliyeti düşüktür.	**2.** Perçinlerin çekme ve yorulma dayanımları diğer cıvata ve kaynaklı bağlantılara göre daha zayıftır.
3. Farklı özellikte ve farklı kalınlıktaki malzemelerin birleştirilmesi için son derece uygundur.	**3.** Normal koşullarda perçin bağlantısı korozyona dayanıklı değildir.
4. Perçineme tekniğinde kullanılan perçin malzemesi ihtiyaca göre çok geniş yelpazede tercih edilebilir. (Bakır, Alüminyum vb.)	**4.** Uygulama sonrası oluşan perçin başları gıda ve kimya sektöründe hijyen açısından tercih edilmeyebilir.
5. Sadece birleştirme değil ihtiyaç durumunda elektriksel kontak içinde kullanılabilirler.	**5.** Uygulama için kalifiye elemana ihtiyaç duyulabilir.

10.1.1. Perçinli Bağlantı Metodları

Perçinle bağlantı sıcak ya da soğuk yapılabildiği gibi; çekiçle, sabit basınçla ve ezme yöntemiyle de yapılabilmektedir. Perçinle bağlantı üç ana başlık altında incelenebilir:



Şema 10.1: Perçinli bağlantı metotları

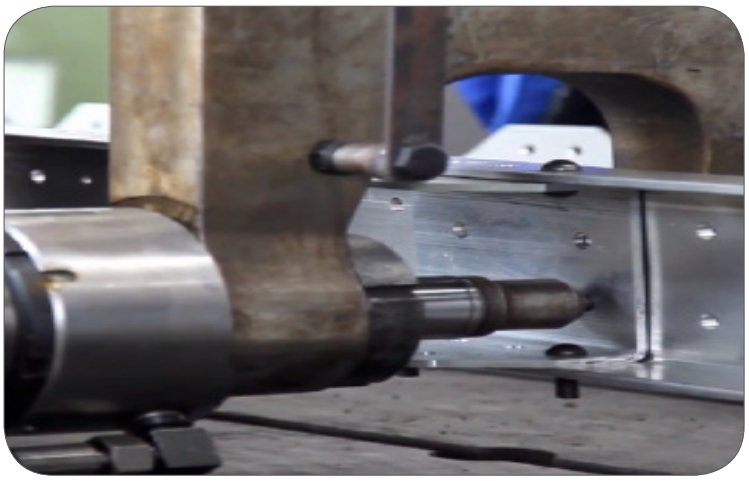
10.1.1.1. Sıcak Perçinleme

Çapları 10 mm‘ den daha büyük olan perçinler için genellikle sıcak perçinleme uygulanmaktadır. Büyük perçinlerin parçalar üzerine yerleştirilmesinde karşılaşılan zorluk nedeniyle sıcak perçinleme işlemi için öncelikle perçin yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Bu sayede yumuşak ve şekillendirilebilir bir hâle gelen perçin parçalar üzerindeki deliğe yerleştirilir. Daha sonra bir çekiçle perçinin delik dışında kalan kısmına vurularak kafası şişirilir ve burada bir kapama kafası oluşturulur. Kapama kafası oluşturma işlemi el çekici ya da hava çekici kullanılarak yapılabilir (Görsel 10.1).

Görsel 10.1: Sıcak perçinleme tekniğine örnek

10.1.1.2. Soğuk Perçinleme

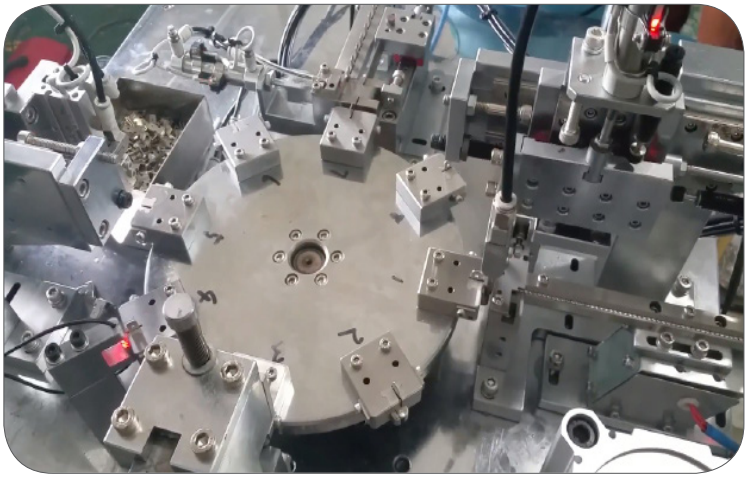
Çapları 10 mm‘den küçük olan ve hafif metallerden yapılan perçinler için bu tip bir perçinleme yöntemi kullanılması uygundur. Soğuk perçinleme işleminde üst üste oturtulan parçaların delikleri içinden perçin geçirilir. Bu işlem oda sıcaklığında yapılmaktadır. Daha sonra ise yine el çekici ya da hava çekici yardımıyla perçinin delik dışında kalan gövdesine vurularak perçin dövülür ve burada bir kapama kafası oluşturulur (Görsel 10.2).



Görsel 10.2: Soğuk perçinleme tekniğine örnek

10.1.1.3. Otomatik Perçinleme Tekniği

Üretim adetlerinin yüksek olduğu ve aynı ölçülerde perçinin kullanıldığı oda sıcaklığında gerçekleştirilen perçinleme metodudur. Perçin beslemesi makine üzerinde dahilî olarak bulunan bir vibratör yardımıyla sağlanmaktadır. Otomatik makine ile perçinleme işlemi sıcak ve soğuk perçinlemeye göre daha ucuzdur ve hassasiyeti el ile yapılan perçinlemeye göre çok daha iyidir. Ayrıca otomatik perçinleme yönteminde işlem süresi de kısalmaktadır. Yalnız otomatik perçin presi diğer tüm perçinleme yöntemlerine nazaran daha yüksek bir ilk yatırım maliyeti gerektirmektedir (Görsel 10.3).



Görsel 10.3: Otomatik perçinleme tekniğine örnek

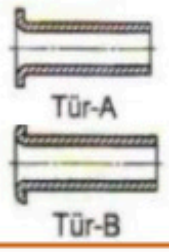
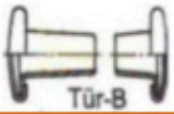
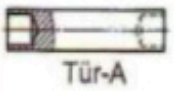
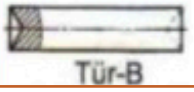
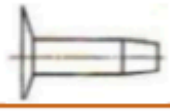
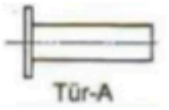
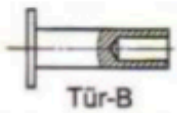
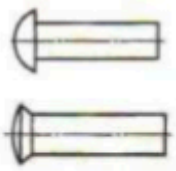
Perçin: Silindirik gövdeye sahip, kullanılan alana göre şekillendirilmiş bir baş kısmına sahip bağlantı elemanıdır. Perçinler akma çelik, bakır, alüminyum, pirinç vb. malzemelerden yapılabilir (Görsel 10.4).

Görsel 10.4: Perçin ve perçin tabancası örneği

10.2. PERÇİN ÇEŞİTLERİ

Perçinler kullanıldıkları yerin özelliklerine göre çeşitli biçim ve tiplerde olabilirler. Perçinler TS 94'e göre standartlaştırılmış olup sınıflandırılmaları yandaki tablo 10.2 de gösterilmiştir.

Tablo 10.2: Perçinlerin kullanım yerlerine göre sınıflandırılması

PERÇİN ÇEŞİTLERİ					
Perçin Adı	**Standardı**	**Perçin Şekli**	**Perçin Adı**	**Standardı**	**Perçin Şekli**
Çapı 1-9 mm olan perçinler			İçi delik borudan yapılmış perçin	TS 94/12	
Yuvarlak başlı perçin	TS 94/1				
Yassı yuvarlak başlı perçin	TS 94/4		İçi delik iki parçalı perçin	TS 94/13	
Havşa mercek başlı perçin	TS 94/5				
Havşa-Yassı mercek başlı perçin	TS 94/7		Başsız perçin	TS 94/14	
Havşa-Düz başlı perçin	TS 94/8				
Havşa-Düz başlı ucu konik perçin (Kayışlar için)	TS 94/9		Kör perçin	DIN 7337	
Çapı 10-36 mm olan perçinler			Balatalar için silindir başlı perçin	TS 94/10	
Çelik inşaat için yuvarlak başlı perçin	TS 94/2				
Kazan Yapımı için yuvarlak başlı perçin	TS 94/3		İçi delik banttan çekilmiş perçin	TS 94/11	
Havşa mercek başlı perçin	TS 94/6				

10.3. PERÇİNLEME TAKIMLARI

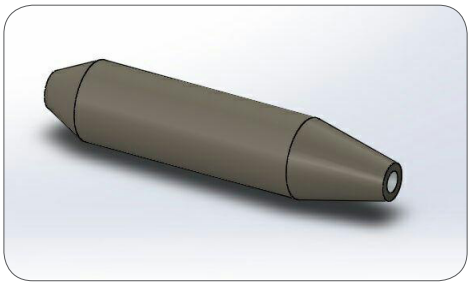
Çekiç ve Pense: Perçinleme işleminde kullanılacak olan çekiçler, yapılacak işin boyutuna ve özelliğine göre seçilirler. Elle yapılan perçinleme işleminde genellikle alman çekiçler kullanılır. Perçinlerin elle tutulup yerleştirilmesinin zor olduğu durumlarda penseler kullanılır (Görsel 10.5).

Görsel 10.5: Perçinleme işleminde kullanılan çekiç ve pense

Pop Perçin Tabancası: Küçük çaplı perçinleme işleminde kullanılan el makineleridir. Karşılıklı perçin başı oluşturulamayan durumlarda kullanılır (Görsel 10.6).

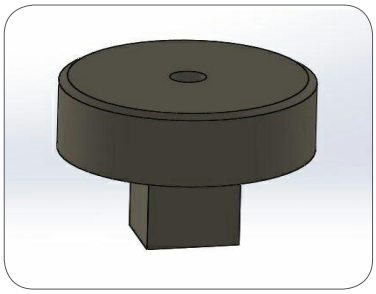
Görsel 10.6: Pop perçin tabancası örnekleri

Perçin Çektirmesi: Perçini çektirerek yerine oturtmak ve yüzeyleri birbirine yaklaştırmak için kullanılan aletlere perçin çektirmesi adı verilmektedir. Perçin çektirmesi ile perçinlemede önce iki yüzey sabitlenir aksi durumda perçinleme işlemi ekseni kayık olur. Bu da perçinlemenin sağlıklı bir bağlantı oluşturmasını engeller (Görsel 10.7).



Görsel 10.7: Perçinleme işleminde kullanılan perçin çektirmesi

Perçin Yuvası: Perçinleme işleminde perçin başının şekil alması için kullanılan altlığa perçin yuvası adı verilir (Görsel 10.8).



Görsel 10.8: Perçinleme işleminde kullanılan perçin altlığı

10.4. PERÇİN DELİKLERİNİN OLUŞTURULMASI

Perçinleme işlemi öncesi uygun markalama yapılarak malzemelere delik açılmalıdır. Mümkünse iki malzeme üst üste konularak delik delinmelidir. Delik eksenlerinde kaçıklık olursa delik büyütülüp raybalama işlemi yapılması gerekebilir. Çoklu sayılardaki deliklerde zımparalama işlemi kullanılabilir. Delik delme işlemi iyi bir perçinlemenin en önemli adımıdır.

Genel olarak perçin çapı 10 mm'den küçükse 0,5 mm ilave edilerek matkap seçimi yapılır. Perçin çapı 10 mm'den büyükse 1 mm ilave edilerek matkap ucu seçimi yapılır. Örnekle açıklayacak olursak;

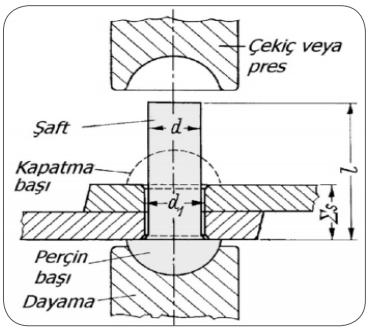
Örnek 1: 4 mm'lik perçin ile malzemeler birleştirilecek olursa delik çapının hesabı;
Perçin çapı 10 mm'den küçük olduğu için;
4+0,5=4,5 mm matkap ucu ile delik açılmalıdır.
Örnek 2: 12 mm çapındaki perçin ile malzemeler birleştirilecek ise delik çapı hesabı;
Perçin çapı 10 mm'den büyük olduğu için;
12+1=13 mm matkap ucu ile delik açılmalıdır.

10.5. PERÇİN BOYUNUN HESAPLANMASI

Perçin boyu malzemelerin sağlıklı bir şekilde birleşmeleri için büyük önem taşımaktadır. Perçinin baş kısmının dışında kalan tüm uzunluk (L) ile ifade edilmektedir. Perçinleme işleminde tam bir kapama başı oluşturulması için perçin boyu çok iyi hesaplanmalıdır. Perçin boyu için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$L = \sum S + (1{,}5 * d)$$

Terim	Açıklama
L	Perçin boyu
∑S	Perçinlenecek malzemelerin kalınlıkları toplamı
d	Perçin çapı
1,5	Sabit katsayı
d<10 mm ise	Soğuk perçinleme
d>10 mm ise	Sıcak perçinleme (900-1000^0 C)



Görsel 10.9: Perçin kesiti

Örnek 3: 4'er mm kalınlığındaki iki malzeme 8 mm çapındaki perçin ile birleştirilmek istenmektedir. Perçin boyu ne olmalıdır?
L=∑S+(1,5*d) L=(4+4)+(1,5*8) L=8+12=20mm olmalıdır.

10.6. PERÇİNLEME İŞLEMİNDE MEYDANA GELEN HATALAR

Perçinleme işleminde meydana gelen hatalar aşağıda sıralanmıştır.

- Perçinin boyunun kısa olması sebebiyle perçin başı perçinleme işlemi sonunda tam olarak oluşmaz. Eksik yarım küre şeklinde olurlar.
- Perçinin boyu uzun ise;
  - Perçinin başı kenarlarında çatlaklıklar meydana gelir.
  - Perçin başı normal başa uygun olmaz ve dip kısmındaki bir şapka meydan gelir.
- Perçin çapı delik çapından küçük seçilirse; perçinin gövdesi ile delik arasındaki boşluktan ötürü, perçinleme sırasında perçinin gövdesi delik içinde eğildiği için kapama başı küçük olur.
- Perçinleme sırasında perçinlenecek iki sacın birbirine değen yüzeyleri arasında boşluk olduğu hallerde saclar arasında perçin gövdesi şişme yapabilir. Bu hatanın önüne geçebilmek için, kapama başı yapmadan önce perçin çektirilmesi kullanılarak sacların perçinlenecek yerdeki kısımları iyice birbirleri üzerine oturtulmalıdır.
- Perçin gövdesinin alın kısmı eğimli olduğu zaman perçinin kapama başı tam ortada oluşmaz; bir yana kayar.
- Perçinlenecek saclar üzerindeki delikler tam karşılamadığı zaman, deliğin gerektirdiği çaptan daha küçük çapta perçin kullanmak zorunda kalınır. Bu durumda perçin delik içinde eğri durduğu için, oturma ve kapama başları saca yapışmaz ve açılı dururlar.
- Perçinin kapama başı oluşturulurken çok çekiçleme yapıldığında baş üzerinde çatlaklar meydana gelir. Bu durum başın mukavemetini azaltır. Fazla çekiçleme ya acemilikten veya perçin çapı büyük olduğu için işlemin sıcak yapılması yerine soğuk yapılmasından ileri gelir.

10. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Perçinler kaça ayrılır? Ayrıntılı bir şekilde açıklayınız.

2. Perçinleme işleminde meydana gelebilecek hataları şekil çizerek açıklayınız.

3. Perçinli bağlantı çeşitlerini açıklayınız.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

4. Aşağıdakilerin hangisi sökülemez birleştirme elemanıdır?

A) Somun
B) Vida
C) Cıvata
D) Pim
E) Perçin

5. Aşağıdakilerden hangisi perçinleme tekniğinin avantajlarından birisi <u>değildir?</u>

A) İlk yatırım maliyeti ve bakım maliyeti düşüktür.

B) Perçinlerin çekme ve yorulma dayanımları diğer cıvata ve kaynaklı bağlantılara göre daha zayıftır.
C) Farklı özellikte ve farklı kalınlıktaki malzemle rin birleştirilmesi için son derece uygundur.
D) Üretim adetleri boyutsal ölçüleri sebebiyle fazladır.
E) Sadece birleştirme değil ihtiyaç durumunda elektriksel kontak içinde kullanılabilirler.

6. 2 mm kalınlığında sac parçaları perçinlemede kullanılacak perçin çapı d=4 mm olduğuna göre perçin boyu aşağıdakilerden hangisidir?

A) 10
B) 12
C) 14,5
D) 16
E) 18

7. Perçinlerin yapımında aşağıdakilerin hangisi <u>kullanılmaz?</u>

A) Alüminyum
B) Pirinç
C) Plastik
D) Bakır
E) Bronz

8. Aşağıdakilerden hangisi perçinleme işleminde meydana gelebilecek hatalardan birisi değildir?

A) Delik eksenlerin kaçık olması
B) İki parçanın çektirmesiz birleştirilmesi
C) Delik çapının büyük olması
D) Aynı cins malzeme kullanılmaması
E) Perçinbaşınıneksikolması

Aşağıdaki noktalı yerlere cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

9. (...) Soğuk perçinleme çapları 10 mm 'den küçük malzemelere uygulanır.

10. (...) Perçinleme tekniği sökülebilir bir birleştirme yöntemidir.

SICAK ÇEKME

11

11.1. SICAK ŞEKİLLENDİRME
11.2. SICAK ŞEKİLLENDİRME EL ALETLERİ VE MAKİNELERİ
11.3. SICAK ŞEKİLLENDİRMEDE KULLANILAN MAKİNELER
11.4. SICAK ŞEKİLLENDİRME MAKİNELERİNİN BAKIM VE ONARIMI
11.5. TAVLAMA VE DEMİR- KARBON DENGE DİYAGRAMI PERÇİNLEME İŞLEMİNDE MEYDANA GELEN HATALAR
11.6. TAV RENKLERİ
11.7. TAVLAMA ARAÇLARI
11.8. DÜZGÜN ÇEKİÇ KULLANARAK DEĞİŞİK GEOMETRİK ŞEKİLLERDE SICAK ÇEKME İŞLEMİ
11.9. YANMALARA KARŞI DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

SICAK ÇEKME

11.1. SICAK ŞEKİLLENDİRME

Metallerin belirli sıcaklıklara kadar ısıtılıp el aletleri veya makineler yardımıyla şekillendirilmesi işlemine **sıcak şekillendirme** denir (Görsel 11.1). Sıcak şekillendirme işleminin temelinde ısı vardır ve iyi bir ısı aralığı seçildiğinde malzemelerin mukavemet özelliklerinde iyileşme görülür.

Görsel 11.1: Sıcak şekillendirme ortamı

Sıcak şekillendirme işleminin, soğuk şekillendirme işlemine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Isıtma (tavlama) sayesinde malzemelerin tane yapılarında değişimler söz konusudur. Aşağıdaki tabloda sıcak ve soğuk şekillendirme işleminin farkları yer almaktadır.

Tablo 11. 1: Sıcak ve soğuk şekillendirme işleminin karşılaştırılması

SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME KARŞILAŞTIRMASI	
SICAK ŞEKİLLENDİRME	**SOĞUK ŞEKİLLENDİRME**
1. Direnci yüksek olan malzemelerde tercih edilir.	**1.** Ortam sıcaklığında kolay şekil alma kabileyeti olan (Al, Cu, düşük karbonlu çelik vb.) malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılır.
2. Büyük hacimsel şekillendirmelerde ve kalın kesitli malzemelerde kullanılır.	**2.** Küçük hacimsel şekillendirmelerde ve ince kesitli malzemelerde kullanılır.
3. Daha düşük kuvvet ve iş gerektirir.	**3.** Daha yüksek kuvvet ve iş gerektirir.
4. Tolerans aralığı yüksek imalat ürünü ortaya çıkar.	**4.** Daha düşük tolerans aralığına sahip malzemeler oluşur.
5. Dengesiz soğumalar sonucu iç gerilmeler oluşur.	**5.** Düz olmayan şekillendirmelerden dolayı iç (kalıntı) gerilmeler oluşur.

11.2. SICAK ŞEKİLLENDİRME EL ALETLERİ VE MAKİNELERİ

11.2.1. Çekiçler

Tavlama sonrası metallerin sıcak olarak dövülmesi ve şekillendirilmesi iç yapılarında olumlu değişikliklere yol açmaktadır. Özellikle taneler arası boşluklar (dislokasyonlar) dövme işlemi sonrası birbirine yaklaştığından malzemelerin mukavemet değerleri artar. Ayrıca sıcak olan metal kristallerinin kayması rahat olduğu için iç yapıya fazla zarar gelmemektedir.

Çekiçler, sıcak şekillendirme işleminde metallerin dövülerek şekil almasını sağlayan temel el aletleridir. Metal atölyelerinde değişik ağırlık ve biçimde çekiçler yer almaktadır. Çekiçler genel olarak ahşap bir sap takılarak kullanılır. Günümüzde metal atölyelerinde kullanılan çekiçlere Alman çekici, İngiliz çekici, Fransız çekici vb. örnekler verilebilir (Görsel 11.2).

Görsel 11.2: Metal atölyelerinde kullanılan
çekiç ve varyos örnekleri

Alman Çekiçleri

Metal atölyelerinde en çok kullanılan çekiçlerden birisidir. Tesviyeci çekici olarak da bilinir. Soğuk şekillendirme işleminde de sıkça kullanılır. Sap kısımları genelde ahşaptır ve ağırlıkları 2 kg'a kadar olabilmektedir (Görsel 11.3).

Görsel 11.3: Metal atölyelerinde kullanılan
Alman çekici örneği

İngiliz Çekiçleri

Bu çekiçler uç kısımları sebebiyle alman çekiçlerinden ayrılırlar. Genel olarak ağız uç formları düz, bombeli ve çapraz (çatal) dır. Değişik ağırlıkta piyasada bulunurlar. Bombe ve çatal uçlar metallerin şekillendirilmesinde kolaylık sağlar (Görsel 11.4).

Görsel 11.4: Metal atölyesinde kullanılan İngiliz çekiçleri

Fransız Çekiçler

İngiliz çekiçleri içerisinde yer alan çapraz uçlu çekiçler Fransız çekiçler olarak da adlandırılabilirler.

11.2.2. Varyoslar

Ağırlıkları 2 kg' dan büyük olan iki ucu az keskin büyük çekiçlere varyos denir. Halk arasında balyoz olarak da bilinirler. Çekiçlere göre ağırlıkları fazla olduğu için sapları da daha uzundur. İki elle kavranarak çalışılması esastır. Varyoslar ile sıcak şekillendirme yaparken çoğunlukla iki veya üç kişiden oluşan bir ekip ile sürekli dövme yapılır (Görsel 11.5).

Görsel 11.5: Sıcak şekillendirme işleminde kullanılan varyos örneği

Varyoslar ağırlıkça büyük oldukları için iki elle tutulup iyi kavranmaları gerekir. Varyosu kullanan kişinin sağ eli ile varyosun gövdesine yakın yerden, sol eli ile de sapın diğer ucundan kavranması iş verimliliği ve kontrol açısından önemlidir.

11.2.3. Çekiç ve Varyoslara Sap Takılması

Varyos ve çekiçlerin saplarının yapımında genellikle ahşap malzemeler kullanılır. Sap yapımında sert ve dayanıklı bir ağaç türü olan dişbudak ağacından yararlanılır. Dişbudak ağacından elde edilen saplar verniklenerek pürüzsüz görünüm elde edilirken olumsuz dış etkenlerden korunur. Çekiç ve varyoslar sıcak şekillendirme işleminde darbeli çalıştıkları için saplarının sağlamlığı yapılan işin kalitesi ve kişinin güvenliği açısından önemlidir.

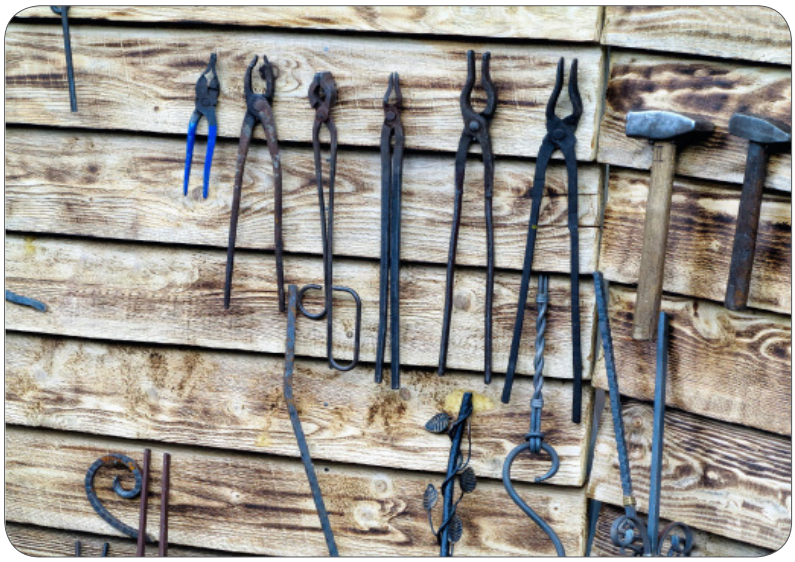
Çekiç ve varyosların saplarının sıcak şekillendirme esnasında çıkmasının önlenmesi için saplama ya da kama olarak adlandırılan sapın çıkmasına engel olan araçlara ihtiyaç vardır. Çekiç ve varyosların saplarının takılmasında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Tercihen dişbudak ağacından olmak üzere çekiç ve varyos için uygun ölçüde sap temin edilmeli ve biçimlendirilmelidir.
- Törpü yardımıyla sap biçimi gövdeye uygun hâle getirilir.
- Sapın gövdeye uygun bir şekilde geçmesi sağlanır
- Çekiç veya varyosun boyutuna ve şekline uygun saplama kullanılarak gövde ile sap bütünlüğü sağlanmış olur.

Sap takılması gerçekleştirildikten sonra sıcak şekillendirme işlemine geçmeden mutlaka çekiç veya varyos kontrol edilmelidir. Uygun olmayan bağlantılar iş kazalarına sebep olabilir.

11.2.4. Kısaçlar

Sıcak şekillendirme işleminde malzemelerin çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılması ve bu sıcaklık yardımıyla şekil almasının sağlanması söz konusudur. Isıtılmış malzemenin çekiç veya varyoslarla şekillendirilmesi için kısaçlar yardımıyla tutulması gerekir. Kısaçların uç ana kısmı bulunur bunlar; kollar, ağızlar ve mafsaldır. Kısaç ağızları şekillendirme yapılacak malzemeyi en iyi şekilde kavrayacak nitelikte olup kısaçlar bu ağız biçimine göre çeşitlenirler. Düz ve oluklu olmak üzere iki çeşidi vardır (Görsel 11.6).



Görsel 11.6: Sıcak şekillendirme işleminde kullanılan kısaç türleri

11.2.5. Örs ve Altlıklar

Isıl işlem uygulanan iş parçasının üzerine kıskaçlar yardımıyla konulması ve biçimlendirilmesine olanak sağlayan çelik kütlelere örs denir. Genel olarak dört köşe biçiminde üretilirler ve iki ucu sivri boynuz şeklindedir. Bu boynuzlar malzemelerin oval şekil almalarına yardımcı olur ve hassas uygulamalar için öneme sahiptir (Görsel 11.7).

Görsel 11.7: Metal şekillendirme işleminde kullanılan örs ve varyosa örnek

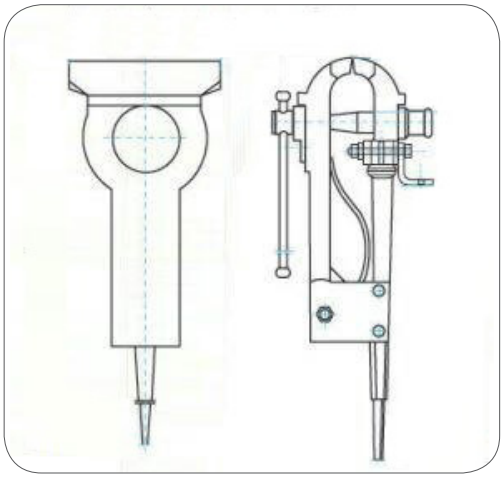
Örslerin, dengede durmalarını sağlayan ve belirli yüksekliğe çıkmalarını sağlayan genelde dökme demirden yapılan örs altlığı ile birlikte kullanılması esastır. Metal atölyelerinde kullanılan örsler 150 kg ile 350 kg arasında değişir. Altlık ve örs yüksekliği standart donanıma sahip atölyelerde 75 cm olmalıdır.

11.2.6. Ayaklı Mengeneler

Sıcak ve soğuk şekillendirme atölyelerinde çeşitli mengeneler kullanılmaktadır. Genelde soğuk şekillendirmede kullanılan tezgâh mengeneleri ve matkap tezgâhlarında kullanılan makine mengeneleri eğeleme, bükme ve kesme gibi hafif işler için kullanılmaktadır. Bu tür mengenelerin darbe dayanımları çok yüksek değildir.

Metal atölyelerinde bükme, kesme hatta kırma gibi uygulamalar için dayanımı yüksek, dövme çelikten üretilen ayaklı mengeneler kullanılmaktadır. Bu mengenelerin parçalarının birleştirilmesinde kullanılan perçin ve cıvatalar darbeleri emecek şekilde tasarlanmıştır.

Sıcak şekillendirme atölyelerinde genellikle ayaklı mengeneler kullanılmaktadır. Ayaklı mengenelerin gövdeleri dövme çelikten üretilirken ağız çeneleri karbonlu çelikten üretilir. Ayak kısımları darbelere karşı güç alırken dişli çeneleri ile malzemeler tam anlamıyla kavranmış olur. İş parçası ayaklı mengeneye kısaç yardımıyla tutturulur ve mengene kolu ile sıkılarak sabitlenir (Görsel 11.8).



Görsel 11.8: Sıcak şekillendirme atölyesinde kullanılan ayaklı mengene örneği

11.3. SICAK ŞEKİLLENDİRMEDE KULLANILAN MAKİNELER

Sıcak şekillendirme işleminde kullanılan makineler mekanik ve hidrolik olmak üzere iki grupta incelenebilir. Sıcak şekillendirmede kullanılan el aletleri insan gücü ile çalıştığı için zaman ve güç yeterliliği konusunda sınırlıdır. İşlem yapılacak malzemenin büyüklüğü ve sayısı gibi faktörler sıcak şekillendirme yapılma biçimini doğrudan etkilemektedir.

Sıcak şekillendirme makineleri günümüzde seri üretimin söz konusu olduğu yerlerde çok sık kullanılmaktadır. Bu makinelerde çalışma yaparken bazı kurallara dikkat etmek iş güvenliği ve makine verimliliği açısından önem arz etmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

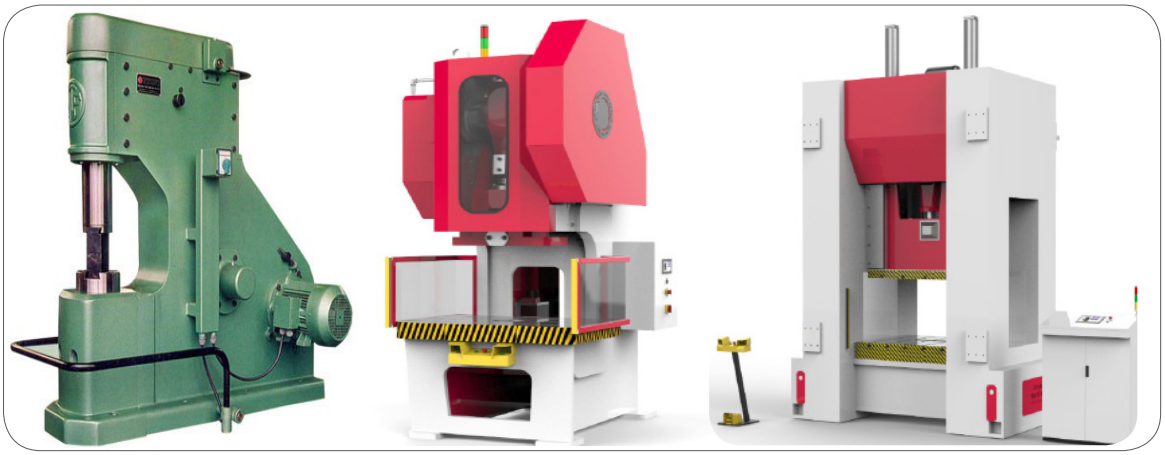
- Sıcak iş parçaları ile çalışma yapılacağı için iş güvenliği kurallarına uyulmalıdır. Koruyucu ayakkabı, iş elbisesi ve eldiven kesinlikle kullanılmalıdır.
- Yapılacak işin türüne göre uygun makine seçimi yapılmalı ve makineler kapasitelerinin üzerinde çalıştırılmamalıdır.
- Makinelerin periyodik bakımları aksatılmamalıdır. Özellikle hidrolik sistemlerde yağ bakımları kullanıcı tarafından yapılmalıdır.
- Makineler ile çalışmaya başlamadan önce kullanılacak makinenin teknik özellikleri ve çalışma prensibi iyi kavranmalıdır.

11.3.1. Mekanik Sıcak Şekillendirme Makineleri

Bir elektrik motorundan tahrik alan piston ile üretilen hava yardımıyla çalışan makinelerdir. En çok kullanılan türü havalı çekiç olarak da bilinen **şahmerdanlardır**. İşin boyutuna göre güç ve boyutta olabilirler. Genel olarak hareketli bir tabla (çekiç) ve sabit bir tabladan oluşur. Hava yardımıyla hareketli çekiç iş parçasını döverek şekillendirme yapar. Hareketli kolun iş parçası üzerindeki hâkimiyeti kumanda kolu ile sağlanır. Kumanda kolunun ayak pedalı olarak da işlev gören türler vardır ve birbirine bağlı olarak çalışır.

Mekanik çekiçlerde kontrol ve iş hâkimiyeti yüksek olduğu için sıcak şekillendirme işlemi için metal atölyelerinde en çok kullanılan makinelerdir. Şekillendirme işleminin yapılabilmesi için üst kalıbın ve dolayısıyla bağlı olduğu pres koçunun düşey olarak hareket etmesi gerekir. Bunu sağlamak için çift el kumandası veya bir pedal kumanda edilen kavramanın volanı kavraması sağlanır. Kavrama hareketi bir mile aktararak hareketi iletir ve krank milinin dönmesi sağlanır. Bir vuruştan sonra koç üst ölü noktaya çıktığında durdurulabileceği gibi, istendiğinde pres otomatiğe bağlanarak sürekli olarak da çalıştırılabilir. Presin durması bir fren vasıtasıyla sağlanır.

Mekanik presler yapılacak işin büyüklüğüne göre değişik tonajda olabilirler. Piyasada en çok C tipi (açık gövdeli) ve H tipi (düz kenarlı) mekanik presler kullanılmaktadır. C tipi presler genelde daha hafif tonajlı işlerde kullanılır. H tipi presler ise ağır tonajlı işlerde tercih edilmektedirler (Görsel 11.9).



Görsel 11.9: Mekanik pres örnekleri (Soldan sağa doğru; Şahmerdan, C tipi, H tipi)

11.3.2. Hidrolik Sıcak Şekillendirme Makineleri

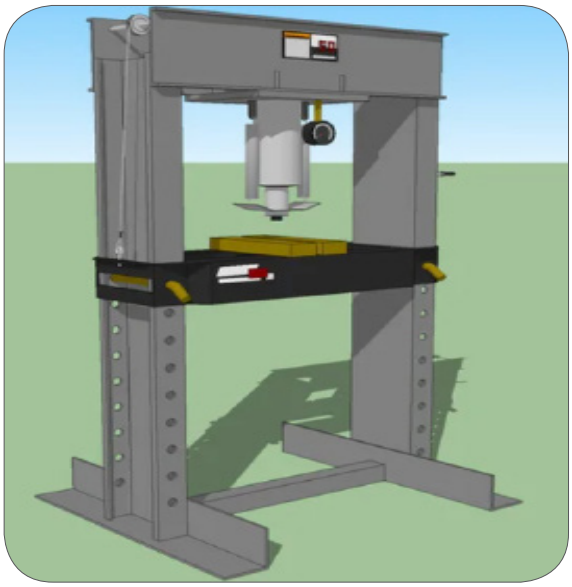
Yağ basıncı ile çalışmaktadır. Vurucu başlığı hareket ettiren pistonun istenilen seviyede durdurulabilmesi ve tekrardan hareket ettirilebilmesi özelliğinden dolayı sıcak şekillendirme işleminde kullanılmaktadır. Bu makinelerde çalışırken çalışma basıncı ve hızı ayarlanabilir. Mekanik preslere göre hızları düşüktür ve hidrolik sistem aşırı basınç altında kalıp zorlandığı zaman arızalara yol açabilir. Kapasitelerinin üzerinde çalıştırılmamaları gerekir (Görsel 11.10).

Elektrik enerjisi ile yağ basmaya yarayan pompalar döndürülerek elektrik motorundaki sisteme basınçlı yağ basılır. Bu basılan yağ silindirlere etki ettirilir. Böylece silindirler ileri geri (doğrusal) hareket ederek mekanik enerjiyi meydana getirmiş olur.

Hidrolik preslerde iki tip çalışma söz konusudur;

El ile çalışma: El ile çalışmada, pres aşağı yukarı butonlarına basmak suretiyle aşağı yukarı hareket eder.

Otomatik çalışma: Otomatik çalışmada ise, dış baskı basınç tutup kilitleyene kadar basılır ve daha sonra pres otomatik olarak derin çekme işlemini yapar ve üst ölü noktaya kalkar.



Görsel 11.10: Metal atölyelerinde kullanılan hidrolik pres örneği

11.4. SICAK ŞEKİLLENDİRME MAKİNELERİNİN BAKIM VE ONARIMI

Sıcak şekillendirme makinelerini özellikle seri üretimde zamanın üretim ile doğrudan ilişkili olduğu yerlerde kullanıldığı için bakımlarına çok önem verilmelidir. Çalışanların sağlığı ve üretimin kalitesi açısından periyodik bakımları aksatılmadan yapılmalıdır. Özellikle hidrolik ve mekanik preslerin bakımları ve yapılan iş sonrası periyodik olarak gerçekleştirilmelidir. Makineler kapasiteleri doğrultusunda çalıştırılmalı aşırı yük verimliliği düşürebilir. Üretici firmaların, makine için ön gördüğü çalışma koşulları ve bakım periyotları dikkate alınmalı ve aksatılmamalıdır.

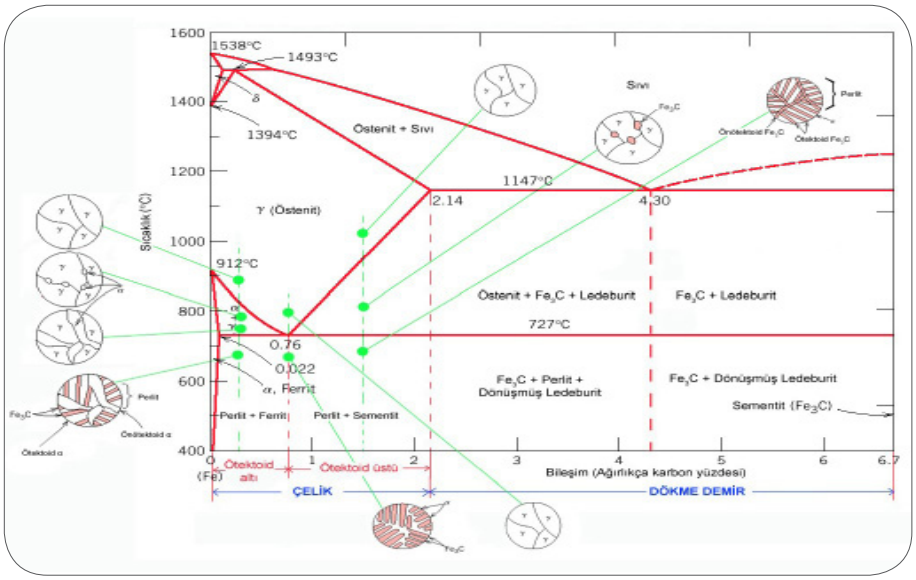
Sıcak şekillendirme takım ve makineleri sıcaklık ortamında çalıştıkları için makineler ve takımlar üzerinde korozif (aşındırıcı) ortamlar meydana gelebilir. Bu tür etkiler için kullanılan gereçler sık sık kontrol edilmeli ve uygun bakım yapılmalıdır. Sıcaklığın yanı sıra güç faktörü de sıcak şekillendirme işleminin ana bileşenidir. Güç çekiç ve varyoslarda insan gücü olarak karşımıza çıkarken makinelerde sistemi hareket ettiren mekanizmanın gücü olarak karışımıza çıkar. Güç kontrolsüz uygulandığında aşınma, çatlama ve kırılmalara sebep olabilir. Bu tarz durumlara maruz kalmamak için el aletleri ve makinelerin kullanım talimatlarını çok iyi takip etmek gerekir.

El aletlerinin direkt olarak darbe ile karşılaştıkları baş kısımları güçten en çok etkilenen bölgeler olup ilk aşamada çatlamalara zamanla da kırılmalara sebep olur. Bu durum da iş güvenliği açısından sakıncalıdır.

11.5. TAVLAMA VE DEMİR- KARBON DENGE DİYAGRAMI

Metaller saf hâldeyken düşük mukavemet ve sertlik özelliği göstermektedirler. Uygulanan ısıl işlemler ve soğuk şekillendirme işlemleri sayesinde yüksek mukavemet ve sertlik özelliği gösterirler.

Tavlama işleminin anlaşılabilir olması için öncelikle çeliklere uygulanan ısıl işlemler hakkında bilgi sahibi olunması gerekir. Aşağıdaki görselde demir - karbon denge diyagramı ve bu diyagramın özellikleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Metal teknolojisi öğrencisi için büyük öneme sahip bu diyagram çok iyi incelenip anlaşılmalıdır.



Şekil 11.1. Demir - karbon denge diyagramı

Yukarıda yer alan görseli dikkatlice inceleyecek olursak, bileşiminde yüzde (%) 0,01- % 2,1 arası karbon bulunduran yapıya çelik, % 2,1 - %6,67 arasında karbon bulunduran yapıya dökme demir denildiği anlaşılmaktadır. Yani yapının çelik mi yoksa dökme demir mi olduğunu içerisindeki karbon oranı belirlemektedir.

Diyagramdan anlaşılacağı gibi saf demir 1538 ^{0}C de sıvı hâldedir. 1535 ^{0}C ile 1400 ^{0}C sıcaklık aralığında δ katı çözeltisi hâlinde olup HMK kafes yapıya sahiptir. 1400 ^{0}C ile 910 ^{0}C sıcaklık aralığında γ katı çözeltisi hâlinde olup YMK kafes yapıya sahiptir. 910 ^{0}C'den itibaren α katı çözeltisi hâlinde olup HMK kafes yapıya sahiptir. Demir içerisinde karbon miktarı arttıkça bu dönüşüm sıcaklıkları değişmektedir. Karbon miktarı %0.8'e kadar olan çelikler **ötektoid altı çelik,** % 0.8 ile % 2 arasında olan çelikler ise **ötektoid üstü çelik** olarak adlandırılır.

Perlit (α+ Fe3C): Mikroskop altında parlak parmak izi şeklinde görülen ferrit ve sementitin birleşiminden oluşan ötektik yapıdır.

Ötektoid (γ ↔ α+ Fe_3C): Bir katı eriyik yapıdan farklı iki katı yapı oluşumudur. % 0,8 C içeren çelikler de 723 ^{0}C oluşur

Ötektik (S ↔ γ+ Fe_3C): Bir sıvıdan farklı iki katı oluşumudur. % 4,3 C içeren Fe-C alaşımında 1140 ^{o}C'de oluşur.

Sementit (Fe_3C): Sert ve kırılgan demir-karbür (Fe_3C) bileşiğidir.

Ferrit (α): 911 ^{0}C altında demirin kararlı formudur. α **katı eriyiği** olarak da bilinir. Demir - karbon denge diyagramındaki en yumuşak yapıdır.

Östenit (γ): Demirin içerisindeki karbonun çözünmesi ile oluşan arayer katı eriğidir. Östenit çelikler kolayca şekillendirilebilirler. Oda sıcaklığında kararlı değildir. Ayrıca demir - karbon denge diyagramında dönüşüm sıcaklıkları olan likûdüs ve solidüs sıcaklıkları vardır.

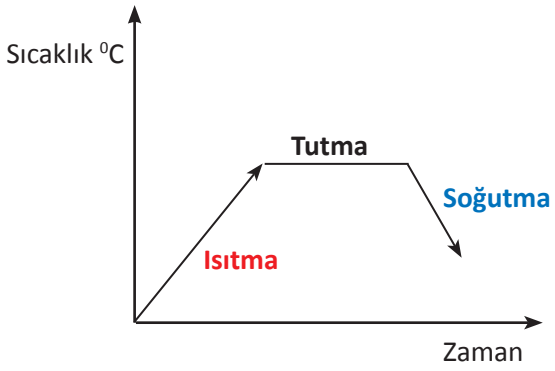
Likûdüs Sıcaklığı: Üstündeki sıcaklıklarda tüm yapının sıvı olduğu sıcaklık çizgisi.

Solidüs Sıcaklığı: Altındaki sıcaklıklarda tüm sıvının tamamıyla katı olduğu sıcaklık çizgisi.

Çelik ve alaşımlarının sıcak şekillendirme ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için solidüs eğrisinin altındaki bir sıcaklığa (1147 ^{0}C'nin altına) kadar ısıtılıp, bu sıcaklıkta belirli süre bekletilmesi ve akabinde soğutulması işlemine **tavlama** denir.

Tavlama işlemi sıcak şekillendirmenin ilk basamağıdır. Tavlama yapıldıktan sonra el aletleri veya makineler yardımıyla iş parçasına istenilen şekil verilir. Tavlama işlemi ile aynı zamanda çelik ve alaşımların iç yapı özellikleri değiştirilebilir. Örneğin çelik ergime derecesine kadar ısıtılıp ani soğutma işlemine tabi tutulursa martenzit adı verilen sert bir yapıya sahip olur.

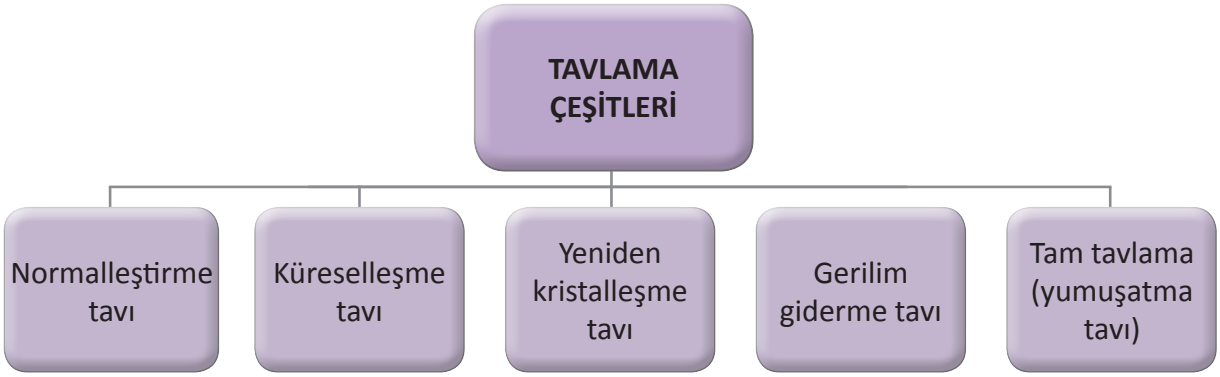
Çelik ve alaşımlarının sıcak şekillendirme işlemine tabi olması için öncelikle iş parçasının ısıtılması gerekir, 721 ^{0}C'den sonra iş parçası tavlama sıcaklığına ulaşmış ve şekillendirme için uygun hâle gelmiş olur. Tavlama sıcaklık aralığı 721 ^{0}C ile 1147 ^{0}C aralığıdır. Tavlama işlemi sonrası şekil vermenin özünde, ısı etkisi ile atomlar arası mesafenin artması ve atom boşluklarının daha rahat hareket etmesi yatmaktadır.



Şekil 11.2. Tavlama işleminin şematik gösterimi

11.5.1. Tavlama Çeşitleri

Tavlama kısaca malzemenin belirli sıcaklığa kadar ısıtılıp yavaşça soğutulmasıdır. Sıcak şekillendirme için önemi ise ısıtılan malzemelerin şekil alma ve işlenebilir özellikleri daha kolay olmaktadır. Tavlama işlemi sayesinde malzeme iç yapısında önemli değişikler yapılabilmektedir. Örneğin; düşük karbonlu bir çelik tavlama sıcaklığına kadar ısıtılıp ani soğutma işlemine tabi tutulursa iç yapısında sertleşme söz konusu olmaktadır.



Şema 11.1. Tavlama çeşitleri

Normalleştirme Tavı

Tane yapısı bozulmuş iri taneli çeliği östenit bölgesine kadar ısıtıp havada soğutma işlemine denir. Normalleştirme tavı ile tane küçültme ve üniform bir tane yapısı elde etmenin yanı sıra mekanik özellikleri iyileştirilmiş çelik üretmek de hedeflenir.

Tam Tavlama (Yumuşak Tavlama)

Yüksek sıcaklıkta yapılan bir ısıl işlem uygulamasıdır. Amaç isminden de anlaşılacağı gibi malzemenin olabildiğince yumuşak hâle getirilmesi dolayısıyla daha kolay şekil alabilmesinin sağlanmasıdır. Genel olarak yüksek karbonlu çeliklerin ve takım çeliklerinin yumuşatılması ve daha kolay işlenmesi amacıyla kullanılır. Bakır ve pirinç alaşımlarında da kullanılabilir. Yumuşak tavlama genelde oksidasyondan kaçınmak için vakumlu veya koruyucu gazlı fırınlarda gerçekleştirilir.

Gerilim Giderme Tavı

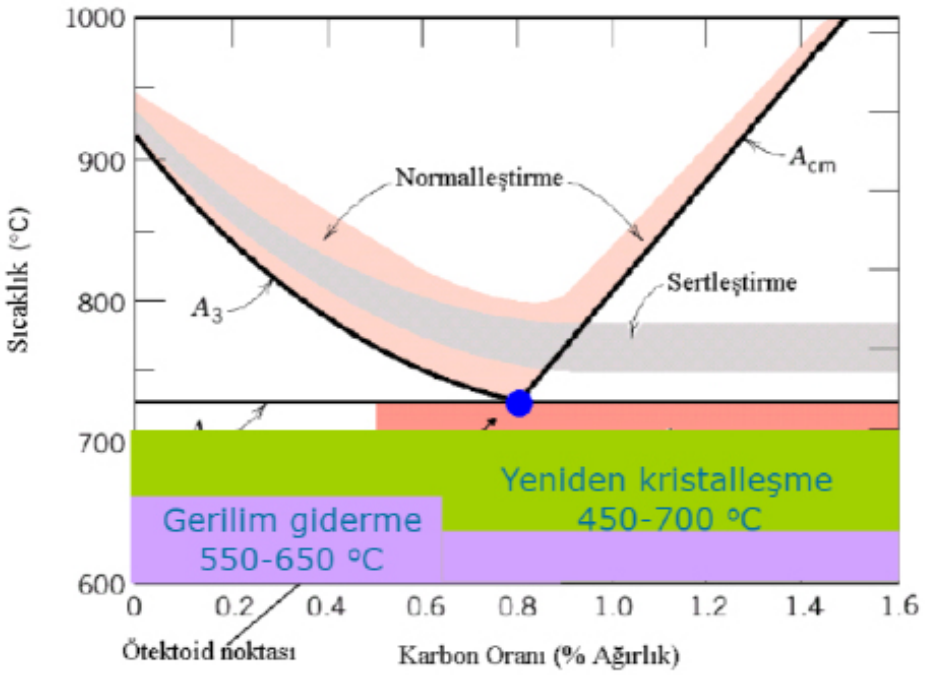
Malzemelerde işlem gördükten sonra oluşan gerginliklerin ve boyutsal değişimlerin en aza indirilmesi için uygulanan tavlama çeşididir. Bu tav son işlem öncesi yapılır. Örneğin; kaynak işlemi bitmiş bir çeliğin parlatma veya taşlaması gibi. Gerilim giderme tavı malzemenin sertliğini ve iç yapısını çok fazla etkilemez. Çelik malzemelerin gerilim giderme tavı 550 ^{0}C ile 650 ^{0}C arasında bir saat tutma ile gerçekleştirilir.

Yeniden Kristalleşme Tavı

Aşırı derecede soğuk şekillendirme işlemine tabi olmuş malzemelerde oluşan deformasyonları düzeltmek amacıyla yapılan ısıl işlem çeşididir. Yeniden kristalleşme tavı ile malzemenin mukavemeti ve sertliği azalır. Bunun yanı sıra sürekliliği artar. Çeliklerin yeniden kristalleşme sıcaklık aralığı 450 ^{0}C ile 700 ^{0}C arasındadır. Genel olarak bu ısıl işlem soğuk işlem görmüş malzemelerin, faz değişimi olmadan yeni tanelerinin çekirdeklenmesi ve büyümesi için yapılmaktadır.

Küreselleşme Tavı

Ötektoid üstü (içeriğinde %0,76 -%2,1 arası karbon bulunduran çelikler) çeliklerin iç yapıları sert ve gevrek tanelerin bulunması şekillendirilmelerini zorlaştırmaktadır. Bu çelikler küreselleşme tavı ile 723 ^{0}C civarına kadar ısıtılıp uzun süre tutulduktan sonra yavaşça soğutulmaları sonucunda tanelerinde küreselleşmeler meydana gelmektedir. Bu yapılarda bu çeliklerin daha kolay şekil almalarını sağlamaktadır.



Şekil 11.3. Tavlama çeşitlerinin diyagram üzerinde gösterimi

11.6. TAV RENKLERİ

Sıcak şekillendirme işlemi öncesi elektrikli veya demirci ocağında yapılan tavlamanın sıcaklığını kontrol altında tutmak büyük öneme sahiptir. İş parçasının tavlama esnasındaki rengine bakılarak süreç kontrol altında tutulabilir. Bunun için tav renklerini gösteren tablonun çalışma ortamında bulundurulması olası iş kazalarının önüne geçecektir. Aşağıdaki tabloda tav renkleri ve karşılığında oluşan sıcaklık değerleri yer almaktadır.

Tablo 11.2: Tav renklerine göre sıcaklık değerleri tablosu

RENKLER	SICAKLIK DERECESİ (°C)	
	Beyaz	1250-1350
	Açık sarı	1150-1250
	Koyu sarı	1050-1150
	Sarı	880-1050
	Kırmızımsı açık kırmızı	830-880
	Açık kiraz	800-830
	Kiraz kırmızısı	780-800
	Koyu kiraz rengi	750-780
	Koyu kırmızı	650-750
	Esmer kırmızısı	580-650
	Koyu esmer	520-580

11.7. TAVLAMA ARAÇLARI

Sıcak şekillendirme işlemi için günümüzde çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Klasik ve eski yöntem olan demirci ocağı hala işlevini korumaktadır. Bunun yanı sıra elektrik enerjisi ile çalışan fırınlarda çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tavlama işleminde tav sıcaklığının tespitinde **"Pirometre"** denilen ölçüm cihazları kullanılmaktadır. Pirometrelerin elektrikli, optik ve ısı yansıtmalı olmak üzere çeşitleri bulunmaktadır. Günümüzde tav fırınlarında temassız ölçüm yapan bu cihazlar kullanılmaktadır.

11.7.1. Demirci Ocağı

Geleneksel yöntem olarak bilinen demirci ocağı kullanım tarihi çok eskilere dayanmaktadır. En sade tavlama araçlarından birisidir. Özellikle düşük ve orta karbonlu çeliklerin dövme tavı için çok ideal bir yöntemdir. Yakıt cinsi seçimi dikkatli yapılarak tüm alaşımlı ve alaşımsız çeliklerin tavlanması için kullanılabilir. (Görsel 11.11) Demirci ocağı aşağıda belirtilen kısımlardan oluşur;

- Davlumbaz
- Ateşlik
- Hava vanası
- Aspiratör
- Cüruf koparıcı
- Su kabı

Görsel 11.11: Demirci ocağının genel görünümü

11.7.1.1. Demirci Ocağının Yakılması ve Dikkat Edilecek Hususlar

Demirci ocağının ortasında bulunan ateşlik bölgesine ilk aşamada talaş - odun karışımı koyularak ateşleme yapılır. Yanma işleminin gerçekleşebilmesi için ortamda oksijen, yanıcı madde ve ısının olması gerekir. Bu üç etmenden birisinin olmaması veya yetersiz olması yanma işleminin sağlıklı olmamasına sebep olur. Oksijen hava vanasından vantilatör veya komparasör yardımıyla verilir. Yanıcı madde çoğu zaman ısı değeri yüksek olan kömürdür.

İlk yanma gerçekleştirildikten sonra yanıcı madde olan kömür ateşe kontrollü bir şekilde kümelendirilir ve hava vanalarından hava verilir. Ateş oluştuktan sonra iş parçası ateşin içine sokulur ve ateşin ortasına kadar sürülür. İş parçasının hava veren deliklerin üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir.

Ocak ateşi tavlama boyunca kontrol edilmeli kendi hâline bırakılmamalıdır. Ateş kendi hâline bırakıldığında büyüyüp iş güvenliği açısından tehlike oluşturabilir. Ateşin büyümesi durumunda oksijen sağlayıcı durdurularak veya su kabında bulunan su kullanılarak ateşin büyümesi engellenmelidir. Ocakta çalışırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunladır:

- Tavlama ve şekillendirme süresince kullanılacak olan tüm el aletlerinin emniyetli çalışmaya uygun olup olmadıkları işe başlamadan kontrol edilmelidir.
- İşe başlamadan kişisel koruyucu donanımlara dikkat edilmeli, olası iş kazalarından kaçınılmalıdır.
- Tavlama yapılacak malzemenin homojen bir şekilde tavlanması için ateş şiddeti kontrol edilmelidir.
- Ocakta kullanılacak yanıcı maddenin özellikleri önceden öğrenilmeli eğer kömür kullanılacaksa çok fazla oranda toz barındırmamasına dikkat edilmelidir.
- İş parçasının tav derecesine gelip gelmediğini kontrol ederken, parçayı ateş dışına çıkarmak yerine gelberi ile kömür aralanmalıdır. İş parçasının soğumasına sebep olunmamalıdır.
- Sisteme yapılacak olan takviye kömürler direkt olarak ateşin ortasına değil çevresine konulmalıdır.
- Demirci ocağında tavlama işleminde kullanılacak olan kısaç ve gelberi gibi el aletlerinin sap kısımlarının sıcakta kalmamasına dikkat edilmelidir.
- Sıcak şekillendirmenin gerçekleştirileceği örs temiz tutulmalı, iş parçası ateş içerisinden çıktığı gibi soğuma gerçekleşmeden şekillendirme işlemi başlamalıdır.

11.7.1.2. Demirci Ocağının Söndürülmesi

Yanmanın gerçekleştiği ortamda olması gereken oksijen, yanıcı madde ve ısının birisinin ortamdan ayrılması sonucu ocak söner. Söndürme işlemi iş güvenliği kurallarına uygun kontrollü bir şekilde yapılmalıdır. Öncelikle ateşe oksijen sağlayan hava kanalları kapatılmalı, ateş içerisinde kor olarak duran kömürler sistemden uzaklaştırılmalıdır. Daha sonra geriye kalan kömür parçacıkları su kabında yer alan su ile söndürülmelidir. Söndürme işlemi sırasında ortamda solunum sistemimizi olumsuz etkileyebilecek duman oluşabilir bu durumda aspiratör çalışmaya devam etmelidir.

11.7.2. Tav Fırınları ve Çeşitleri

Sıcak şekillendirme işlemi için gerekli olan ısının, elektrik veya doğalgaz enerjisi ile sağlandığı, ısı kontrolünün demirci ocağına göre daha kolay olduğu, ısı kaynaklarına **tav fırınları** denir. Tav fırınlarına fırın atmosferi, iş parçasının sağlıklı ısıl değere ulaşması için önem arz edebilmektedir. Bazı tavlama durumlarında fırın içerisine yardımcı gazlar ilave edilebilmektedir. Fırın içerisine ilave edilecek yardımcı gazın temel görevi tavlama sırasında iş parçası yüzeyinde oluşabilecek tufal olarak adlandırılan oksit tabakasının önlenmesidir. Şekillendirilecek iş parçasına ısı vermek amacıyla kullanılan tav fırınlarının şu özelliklere sahip olması istenilir;

- Periyodik bakımları yapılmış ve iş güvenliği olarak eksikliğinin olmaması gerekir.
- Sıcaklıkları çok iyi kontrol edilebiliyor olmalıdır.
- İşlem süresince çevre en az düzeyde kirletilmelidir.
- Tavlama için gerekli olan ısının üretim maliyeti en az seviyede olmalıdır.
- Dış ortamın sıcaklığından en az düzeyde etkilenmelidir.
- Fırınlar ısı ve gaz sızıntılarına karşı korunaklı olmalıdır.

Kullanım geçmişi biraz daha eski olan yalıtım malzemesi olarak tuğla kullanılan tav fırınlarının belirli sıcaklıklara kadar ısıtılması zaman almaktadır. Bu durum az ve küçük parçaların tavlanması için ekstra maliyet oluşturmaktadır.

Elektrikli Tav Fırını

Sıcak şekillendirme için gerekli olan ısının kontrol edilmesi, ısı üretim esnasında çevreyi kirletici atık madde bulundurmayan elektrik enerjisi ile çalışan tav fırınlarıdır. Direnç ve endüksiyon fırınları olmak üzere ikiye ayrılır. İkisinin de temel çalışma prensipleri elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesidir.

Görsel 11.12: Sıcak şekillendirme için kullanılan elektrikli tav fırını örneği

Direnç Fırınları

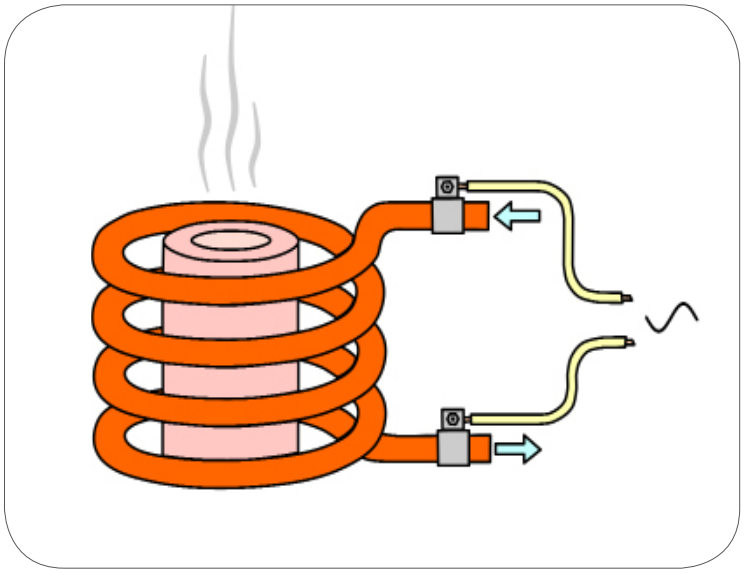
Tavlama için gerekli ısının direnç telleri ile sağlandığı fırınlardır. Direnç telleri özel olarak üretilmiş ve ısı kaybı en az olan kapalı bir sistem içerisine yerleştirilmiştir. Teller, ısı yalıtımı yüksek olan tuğla veya benzeri gereçlerle desteklenir ve tavlama için yüksek ısı ortaya çıkar. Yüksek kaliteli direnç telleri içerisinde ısıl iletkenliği yüksek nikel ve alaşımları bulunmaktadır.

Direnç fırınlarında ısıtılan iş parçalarının geometrik çarpılmalarına sebep olmamak için fırın içerisinde kalma sürelerine dikkat edilmelidir.

Endüksiyon Fırınları

Şekillendirme için gerekli olan ısının bobinler vasıtasıyla iş parçasına aktarıldığı, elektrikle çalışan pratik fırın çeşididir (Görsel 11.13). Özellikle yüzey sertleştirme yapılacak parçaların tavlanmasında tercih edilir.

Endüksiyon fırınlarında ısıyı oluşturan elektrik güç kaynağı, düşük frekanslı akımı çok yüksek frekansa çevirerek, düşük voltaj oluşturur. Ortaya çıkan yüksek akım endüksiyon bobinlerinden geçirilerek iş parçasına aktarılır. Yüksek frekanslı akım sayesinde çok hızlı bir şekilde iş parçası tav noktasına gelir.



Görsel 11.13: Endüksiyon fırınlarının temel çalışma prensibi

11.7.3. Tav Banyoları

Genel olarak tuz ve maden banyoları olmak üzere iki grupta incelenebilir. Kimyasal bileşiklerin karıştırılması ile oluşturulan tavlama işleminin yapıldığı sıvı banyolardır.

Tuz Banyoları

Uygun bir ısı kaynağından alınan ısı ile 121 ^{0}C ile 430 ^{0}C arasında ergitilmiş tuzların (nitrat) oluşturduğu banyo içerisinde iş parçasının uygun tav sıcaklığına kadar bekletilmesi işlemidir. Homojen bir tavlama elde edilir ve iş parçası yüzeyinde korozyon söz konusu olmaz.

Maden Banyoları

Ergime dereceleri düşük, kaynama dereceleri yüksek olan madenler aracılığı ile yine sıvı ortamda gerçekleştirilen tavlama yöntemidir. Maden banyolarında tavlama işlemi ile iş parçasının korozyona karşı direnci yükselir.

Tablo 11.3: Maden banyolarında kullanılan bileşikler ve ergime sıcaklıkları

Kullanılan Bileşikler	% Oran	Ergime Derecesi (0C)
Lityum Nitrat	23,3	121
Potasyum Nitrat	60,4	
Sodyum Nitrat	16,3	146
Potasyum Nitrat	51,3	
Sodyum Nitrat	48,7	
Lityum Klorür	45	352
Potasyum Klorür	55	
Baryum Klorür	31	430
Kalsiyum Klorür	48	
Sodyum Klorür	21	

11.7.4. Üfleçle (Oksi gaz) Tavlama

Yüzeysel ve ısı kontrolünün hassas olmadığı iş parçalarının tavlanması için kullanılan yöntemdir. Oksi gaz ile tavlamada temel prensip hamlaç adı verilen bir mekanizmadan çıkan alev ile malzemelerin istenilen sıcaklıklara getirilmesi ve şekillendirilmesidir. Alev için kullanılan gazlar genel olarak LPG, doğalgaz veya asetilendir.

Oksi gaz ile tavlama işlemi özellikle kısmi tavlama gerektiren tav fırınlarına sığmayan büyük kesitli malzemelerin tavlanmasında tercih edilir. Diğer tavlama yöntemlerine göre daha ekonomik bir yöntemdir.

11.7.5. Tavlama İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar

Tavlama işleminin ana bileşeni ısıdır ve bu ısı yakıtlar aracılığı ile elde edilir. Fırınlarda kullanılan yakıtlar çok dikkatli seçilmeli ve özellikleri iyi bilinmelidir. Tav çeşidinin ve tavlama işlemi süresince kullanılan el aletlerinin işe uygun seçilmesi iş güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Elektrik fırınlarında karşılaşabilecek elektrik kazaları yaralanmalara hatta ölümlere sebep olabilir. Kişisel koruyucu donanımların sıcak şekillendirme boyunca ciddiyetle kullanılması gerekmektedir. Tuz ve maden banyolarında görev yapacak personelin konu ile ilgili özel eğitim alması gerekir.

11.7.6. Tav Araçlarında Kullanılan Yakıtlar

Sıcak şekillendirme işleminin gerçekleştirilebilmesi için iş parçasının ısıtılması gerekmektedir. İhtiyaç duyulan bu ısıyı ortaya çıkarmak için kullanılan maddelere yakıt denir. Yakıtlar genel olarak hâllerine göre katı yakıtlar, sıvı yakıtlar ve gaz yakıtlar olmak üzere üçe ayrılabilir. Katı yakıtlar demirci ocaklarında, sıvı ve gaz yakıtlar ise tav fırınlarında daha çok kullanılır.

Isı kaynağı olarak kullanılan yakıtlarda şu özellikler aranır:

- Yüksek ısı gücü
- Düşük maliyet
- Çevreye en az zarar
- Kolay tutuşma özelliği

Tablo 11.4: Tavlama işleminde kullanılan yakıt türleri ve ısı değerleri

Sıra	Yakıt türü	Isı değeri (Kcal)
1	Doğalgaz	4700 Kcal/m^3
2	Elektrik	860 Kcal/KW
3	Linyit Kömürü	2500-4500 Kcal/kg
4	Taş Kömürü	4500-7500 Kcal/kg
5	Motorin	10000-10500 Kcal/Lt
6	Odun (kuru)	3700 Kcal/kg
7	LPG	14500 Kcal/m^3

11.8. DÜZGÜN ÇEKİÇ KULLANARAK DEĞİŞİK GEOMETRİK ŞEKİLLERDE SICAK ÇEKME İŞLEMİ

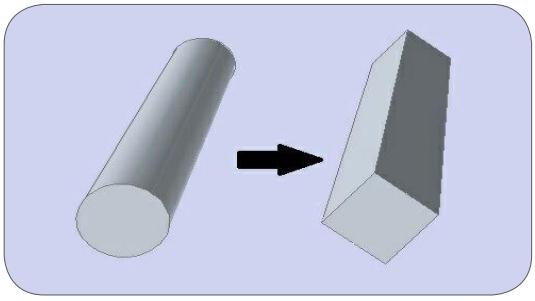
Sıcak şekillendirme işleminde kullanılan el aletlerinden çekiçler hakkında önceki konularda bilgi verilmişti. Çekiçler sıcak şekillendirme işleminin temel elemanlarıdır. En çok kullanılan çeşidi ise Alman çekicidir ve ağırlıkları 400 gr ile 2000 gr arasında değişir. Alman çekiçlerinin yanı sıra, İngiliz ve Fransız çekiçleri de bulunmaktadır.

Yine sıcak şekillendirme işleminde ağırlıkları çekiçlere göre daha fazla olan varyozlarda kullanılmaktadır. Çekiç ve varyozlar ile birlikte örs de sıcak şekillendirme işleminde kullanılır.

11.8.1. Kare Çekme Yapmak

Sıcak şekillendirme işleminde iş parçasının kesit alanının küçültülerek boyunun uzatılması işlemine **kare çekme adı** verilir. Kare çekme işlemi çekiç, varyoz ve örs yardımıyla aşağıda sıralanan işlem basamakları ile gerçekleştirilmelidir (Görsel 11.14).

1. Kişisel koruyucu donanımlar eksiksiz olarak kullanılmalı makine kullanım talimatlarına harfiyen uyulmalıdır.
2. İş parçası uygun tavlama araçları ile tavlanmalıdır.
3. Tavlama işlemi sırasında renk kartelası görünür bir yere koyulmalı ve renk takibi yapılmalıdır.
4. Kare çekme yapılacak iş parçası homojen olarak turuncu - beyaz renk noktasına eriştiğinde kısaç yardımıyla alınarak örs üzerine yerleştirilir.
5. İş parçası üzerinde çekiç veya varyos yardımıyla 900 lük 1 ve 2. yüzeyler oluşturulur.
6. İş parçası yine 900 çevrilerek 3 ve 4. yüzeyler oluşturulur sıcak iş mastarı ile kare ölçüsü kontrol edilir.
7. Kare kenarlar oluştuktan sonra iş parçası 600 ^{0}C ye kadar tavlanıp fırçalanır, soğumaya bırakılır.

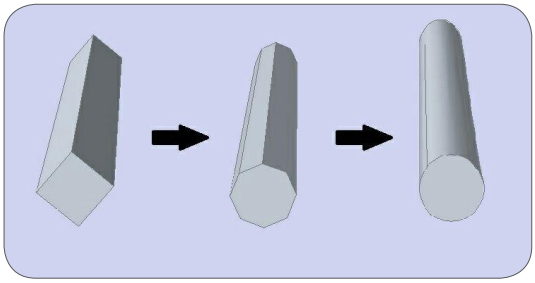


Görsel 11.14: Kare çekme işlemi

11.8.2. Yuvarlak Çekmek

Sıcak çekme işlemi ile yuvarlak malzeme oluşturmak için aşağıdaki işlem basamaklarını uygulamak gerekir (Görsel 11.15):

1. Güvenlik ve kişisel koruyucu donanımların kullanımına dikkat edilerek işe başlanır.
2. İş parçası uygun tav aracına konulur ve tav sıcaklığına kadar beklenir.
3. Yuvarlak çekilecek malzeme homojen olarak beyazımsı renge geldiğinde kısaç ile alınır ve örs üzerine yerleştirilir.
4. Çekiç veya varyos yardımı ile sıcak iş parçası dövülerek önce sekizgen bir yapı oluşturulur.
5. Süreç sıcak iş mastarı ile ölçülerek tüm yüzeyler oval oluncaya kadar dövme işlemi gerçekleştirilir.
6. İş parçası işlem sonunda 600 ^{0}C ye kadar tavlanıp zımparalandıktan sonra yavaş soğumaya bırakılır.

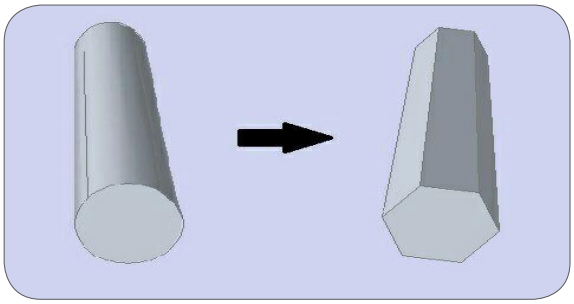


Görsel 11.15: Yuvarlak çekme işlemi

11.8.3. Altıgen Çekmek

Sıcak çekme işlemi ile altıgen malzeme çekmek için aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir (Görsel 11.16).

1. İş güvenliği kurallarına uyularak kişisel koruyucu donanımların kullanılmasına önem verilmelidir.
2. Altıgen çekilecek iş parçası uygun tav fırınına yerleştirilerek tav sıcaklığına kadar beklenir.
3. İş parçası homojen olarak beyaz - turuncu renge ulaştığında kısaç yardımıyla alınarak örs üzerine konulur.
4. Çekiç darbeleri ile 1 ve 2. yüzeyler oluşturulur.
5. İş parçası 1200 döndürülerek 3 ve 4. yüzeyler meydana getirilir.
6. Akabinde iş parçası tekrar 1200 döndürülerek çekiçle 5 ve 6. yüzeyler oluşturulur.
7. Sıcak iş mastarı ile ölçüler kontrol edilerek altıgen yapının oluşması kontrol edilir ve son şekil verilir.
8. Uygun ölçülere gelen iş parçası 600 ^{0}C ye kadar tavlanır ve zımparalama yapılarak soğumaya bırakılır.



Görsel 11.16: Altıgen çekme işlemi

11.9. YANMALARA KARŞI DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Sıcak şekillendirme işleminde iş parçasının uygun araç gereçlerle tavlanması için gereken ısının ve şekillendirme sırasında oluşacak ısı çalışanları zarara uğratabilir. İş güvenliği kurallarına uygun kişisel koruyucu donanımlar (ısı geçirmez iş elbisesi, ısıl işlem eldiveni, metal uçlu ayakkabı, gözlük vb.) seçilmelidir. Ayrıca aşağıda ifade edilen hususlara dikkat edilmelidir:

- Tavlama işlemine maruz bırakılan iş parçası yüksek sıcaklıklara ulaştığı için fırından alınırken mutlaka kısaç kullanılmalıdır. Eldiven kullanımına dikkat edilmelidir.
- Fırın kapakları kontrollü açılmalı ısıl genleşme sağlayan iş parçasının fırın ağzından düşüp tehlike oluşturmamasına dikkat edilmelidir.
- Sıcak şekillendirme işlemine alınacak sıcak iş parçası rastgele bir yere konulmamalıdır.
- Kısaçların ve el aletlerinin sap kısımlarının süreç içerisinde ısınma durumları kontrol edilmelidir.
- İhtiyaç duyulduğunda bu gereçler su yardımıyla soğutulmalıdır.
- Olası bir iş kazası sonucu oluşan yanıklara hızlı müdahale etmek için sağlık ekipmanları kolay ulaşılabilir yerde bulundurulmalıdır.

11. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sıcak şekillendirme ve soğuk şekillendirme arasındaki farkları yazınız.

2. Sıcak şekillendirme işleminde kullanılan el aletlerini yazarak kısaca açıklayınız.

3. Mekanik şekillendirme makinelerinden olan Hidrolik Presin çalışma prensibini açıklayınız.

4. Demir - karbon denge diyagramını çizerek diyagram üzerindeki kritik noktaları açıklayınız.

5. Tavlama nedir? Tavlama işleminin şematik gösterimini çiziniz.

6. Bir demirci ocağı çizerek bölümlerini gösteriniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi demirci ocağında tavlama yapıldığı yerdir?

A) Ateşlik
B) Davlumbaz
C) Aspiratör
D) Vantilatör
E) Su kabı

8. Aşağıdakilerden hangisi tav fırınlarında sıcaklık ölçmek için kullanılır?

A) Mikrometre
B) Barometre
C) Pirometre
D) Termometre
E) Viskometre

9. Bir malzemenin kesit alanının küçültüp boyunun uzatılması işlemine ne denir?

A) Kesme
B) Yayma
C) Boğma
D) Çekme
E) Dövme

10. Altıgen çekme işleminde bir yüzeyden diğer yüze geçmek için iş parçası kaç derece döndürülmelidir?

A) 60
B) 90
C) 100
D) 110
E) 120

11. Sıcak çekme işleminde ölçü kontrolü hangi alet ile yapılır?

A) Metre
B) Sıcak İş Mastarı
C) Mikrometre Sıcak Çekme
D) Kumpas
E) Termometre

Aşağıdaki noktalı yerlere cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" harflerini yazınız.

12. (...) Elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürerek çalışan fırınlara demirci ocağı adı verilir.

13. (...) İçeriğinde %0,01 - %2,1 arasında karbon bulunduran saf demire çelik, %2,1 - %6,67 arası karbon bulunduran saf demire ise dökme demir denir.

14. (...) Saf demir 1100 0C'de sıvı halde bulunur.

15. (...) Kare çekme işleminde 1. ve 2. yüzey oluşturulduktan sonra iş parçası 900 döndürülerek 3. ve 4. yüzeyler oluşturulur.

BÜKME - ŞİŞİRME, BOĞMA VE BURMA

12

12.1. BÜKME

12.2. ŞİŞİRME (YIĞMA)

12.3. KÖŞE ÇIKARMA İŞLEMİ

12.4. BOĞMA

12.5. BURMA

BÜKME - ŞİŞİRME, BOĞMA VE BURMA

Malzemeler, sıcak ve soğuk olarak şekillendirilebilir. Bu öğrenme biriminde malzemelerin sıcak şekillendirme işleminde karşımıza çıkan, şekillendirme işleminin akışını etkileyen bükme, şişirme, boğma ve burma konuları üzerinde duracağız. Bu işlemleri sıcak şekillendirme esasına göre inceleyeceğiz.

12.1. BÜKME

Sıcak şekillendirme işleminde iş parçalarının istenilen şekil ve boyutlara gelebilmesi için el aletleri ve makinelerden yararlanılır. Yapılacak bükme işleminin özelliğine göre bükme işlemi, el aletleri ve sıcak şekillendirme makineleri ile gerçekleştirilebilir. Tavlama etkisi ile malzemelerin kristal yapı dirençleri zayıflar ve daha küçük kuvvetler ile daha kolay şekillendirme gerçekleşir. İş parçasının ısıl işlem sonrası çeşitli şekillendirme araçları ile bükülmesine **sıcak bükme** adı verilmektedir (Görsel 12.1).

Görsel 12.1: Tavlama işlemi sonrası bükme işlemi

12.1.1. Sıcak Bükme İşleminin Yapılışı

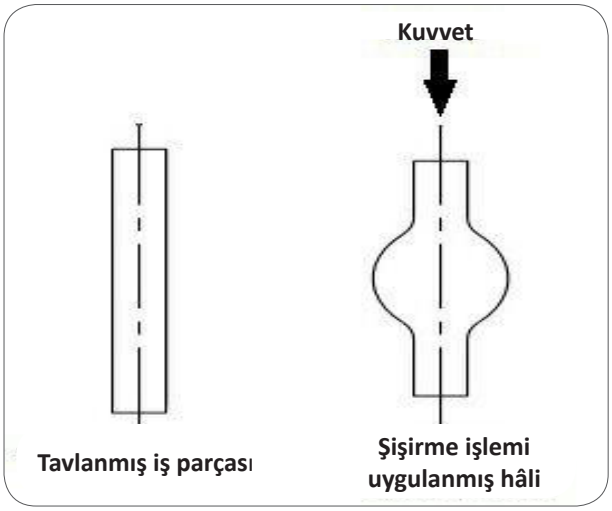
Sıcak şekillendirme uygulamalarının temelinde yer alan bükme işleminin yapılışı iş parçasının yapısına göre değişmektedir. Örneğin içi boş malzemelerin bükülmesi ile içi dolu malzemelerin bükülmesi uygulama açısından bazı farklılıklar gösterebilir. Genel olarak sıcak bükme işleminde aşağıdaki işlem aşamalarına dikkat edilmelidir:

1. Sıcak bükme işlemine başlamadan önce iş güvenliği kurallarına özen gösterilmeli, kişisel koruyucu donanımların kullanılmasına dikkat edilmelidir.
2. Bükme işlemi yapılacak iş parçasının yapısı dikkatle incelenmelidir.
3. İş parçası tavlama sonrası kısaç yardımıyla örs üzerine alınmalıdır.
4. Bükme işlemi yapılacak olan malzeme içi dolu ise çok sorun oluşturmazken içi boş malzemelerin bükme işleminde kesit daralması sebebiyle dikkat edilmelidir.
5. Uzun malzemelerin bükme işleminde kullanılan manivela kolu harcanacak kuvveti azaltmak adına uzun tutulmalıdır.
6. Sıcak bükme işlemi uygulanacak malzeme kare veya dikdörtgen ise, dışta kalan kısımlarında kesit daralması meydana gelebileceği için bükme işlemi öncesi şişirme işlemi uygulanarak bu yüzeyler kavisli hâle getirilmelidir.

12.2. ŞİŞİRME (YIĞMA)

Sıcak şekillendirme işlemi uygulanacak iş parçasının uç veya orta kısımlarında kesit büyümesi sağlamak amacıyla gerçekleştirilen işleme **şişirme** denir. Yapılan şişirme (yığma) işlemi ile malzemelerin yüzeyinde deformasyon olmadan bükme işlemi gerçekleştirilir. Şişirme işlemi uygulanacak iş parçasının boyu ne kadar kısa ise şişirme işlemi de o derece başarılı olur. Uzun iş parçalarının şişirme işlemi oldukça zordur, mümkün olduğunca bölgesel şişirmeler uygulanmalıdır. Şişirme (yığma) işleminde aşağıda belirtilen işlem aşamalarına ve durumlara dikkat edilmelidir (Görsel 12.2).

1. Sıcak bükme işlemine başlamadan önce iş güvenliği kurallarına özen gösterilmeli, kişisel koruyucu donanımların kullanılmasına dikkat edilmelidir.
2. Şişirme (yığma) işlemi için bölgesel tavlamalara dikkat edilmeli, uygulama yapılacak alan dışında tavlama var ise su ile iş parçası soğutulmalıdır.
3. İş parçası uygun tav rengine kavuştuktan sonra kısaç yardımıyla alınarak yüzeyine yapışan yakıt veya cüruf varsa temizlenir.
4. Tavlaması yapılan iş parçası örs üzerine dikey ve yatay konumlarda uygun el aleti ile dövülerek yuvarlatılır.
5. Örs üzerinde yapılan şişirme işlemi için örs üzerinde bulunan yığma tabanından yararlanılır.
6. Şişirme işlemi sırasında eksensel kaçıklık oluşması durumunda bu yüzeyler hemen doğrultma işlemine tabi tutulup tekrardan şişirme işlemi yapılmalıdır.



Görsel 12.2: Eksenel şişirme (yığma) işlemi

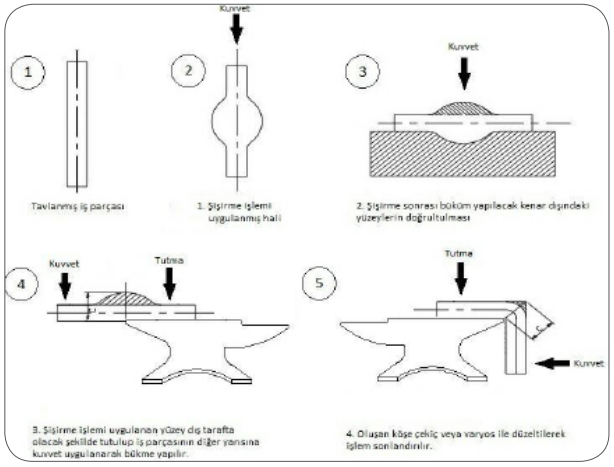
12.3. KÖŞE ÇIKARMA İŞLEMİ

Sıcak şekillendirme tekniğinde iş parçaları bükme işlemine tabi olduklarında bükme yerlerinde kesit daralmaları oluşabilir. Bu tür sorunları gidermek için şişirme (yığma) işleminin gerçekleştirilmesi gerektiği daha önceki konularda vurgulanmıştı.

Bükme yöntemi ile köşe çıkarma işlemi iki türlü gerçekleştirilebilir. Bunlar:

- İş Parçanın Büküm Bölgesinde Eksene Dik Olacak Şekilde Vurarak Serbest Şişirme (Yığma) Yapmak

Tavlama sonrası uygun ısı değerine gelen iş parçasının bükülmesi için iş güvenliği önlemlerini alarak aşağıdaki işlemler takip edilmelidir (Görsel 12.3).

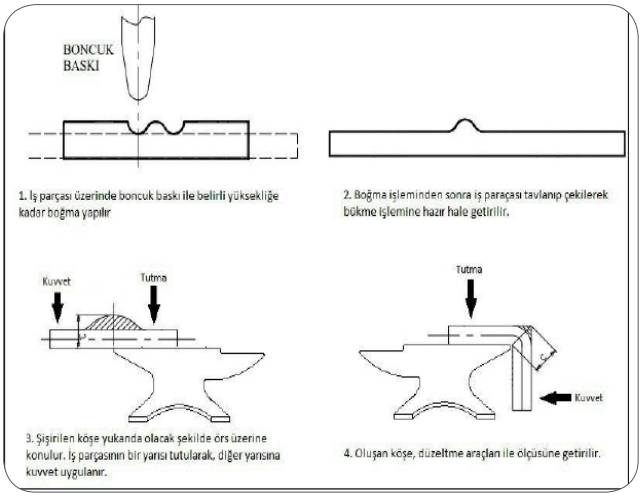


Görsel 12.3: Eksene dik şişirme işlemi sonrası bükme gerçekleştirilmesi

1. Aşama: Uygun tav aracı ile tavlanmış iş parçası kısaç yardımı ile eksenel doğrultuda tutulur.
2. Aşama: Tavlanmış iş parçasına çekiç veya varyos yardımıyla kuvvet uygulanarak şişirme (yığma) işlemi gerçekleştirilir.
3. Aşama: Bükümü yapılacak kenar dışındaki şişmeler doğrultma araç gereçleri ile düzeltilir.
4. Aşama: Kesit daralmasını engellemek için oluşturulan şişme yüzeyleri dışa bakacak şekilde iş parçası örs üzerine yerleştirilir ve bükme işlemi yapılır.
5. Aşama: Bükme işlemi sona eren iş parçası çekiç veya varyos yardımıyla düzeltilerek işlem sonlandırılır.

- İş Parçasının Büküm Bölgesinde Üçgen Olacak Şekilde Yığma (Şişirme) Yapmak

İş parçasının tavlama sonrası üçgen şişirme yapılması için aşağıdaki görselde yer alan işlem aşamalarını takip etmek gerekmektedir (Görsel 12.4).

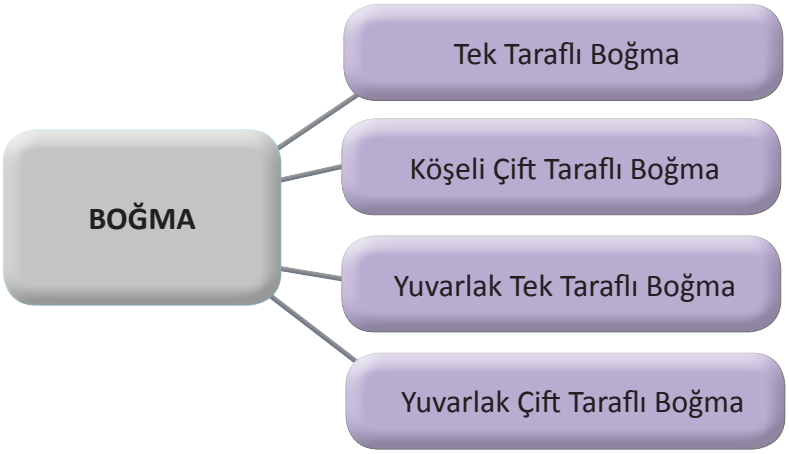


Görsel 12.4: Üçgen yığma işlemi sonrası bükme gerçekleştirilmesi

1. Aşama: Tavlanmış iş parçası boncuk baskı yardımıyla boğma alanları oluşturulur. 2. Aşama: Baskı yapılan iş parçası tavlanıp çekilerek bükme yapmaya hazır getirilir.
3. Aşama: Boğma işlemi sonrası iş parçası örs üzerine yerleştirilerek uygun araç gereçlerle bükme işlemi uygulanır.
4. Aşama: Oluşan köşe, çekiç veya varyos yardımıyla düzeltilerek işlem sonlandırılır.

12.4. BOĞMA

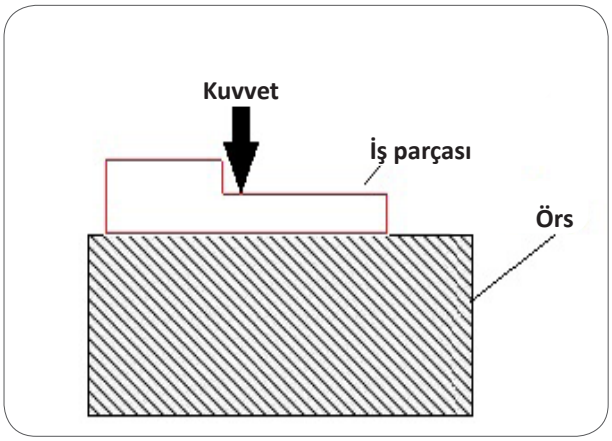
Boğma, sıcak şekillendirme işleminde iş parçasının istenilen bölgesinde kesit daralması meydana getirmek için yapılan ön şekil verme işlemidir. Süsleme sanatında sıkça karşılaştığımız boğma işlemi genel olarak dört şekilde yapılabilmektedir.



Şema 12.1: Sıcak şekillendirme tekniğinde kullanılan boğma işlemi çeşitleri

12.4.1. Tek Taraflı Boğma

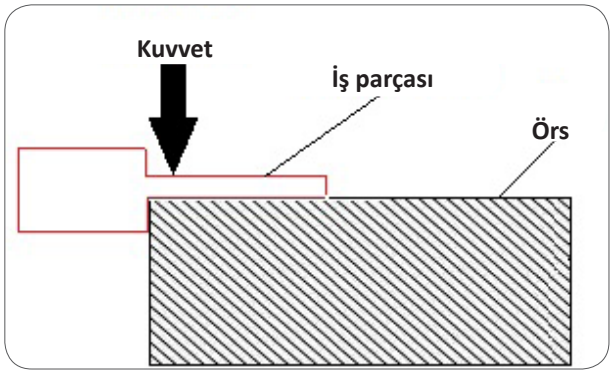
İş parçası üzerinde tek taraflı kesit daralması istenilen durumlarında kullanılır. Aşağıda yer alan Görsel 12.5 'te tek taraflı boğma işlemi görülmektedir.



Görsel 12.5: Tek taraflı boğma işlemi

12.4.2. Köşeli Çift Taraflı Boğma İşlemi

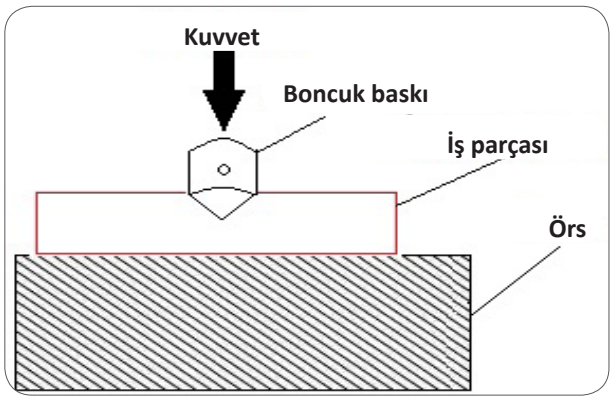
İş parçasının çift tarafından kesit daralması elde edebilmek için yapılan boğma işlemi çeşididir. Aşağıda yer alan Görsel 12.6 'da köşeli çift taraflı boğma işleminin yapılışı yer almaktadır.



Görsel 12.6: Köşeli çift taraflı boğma işlemi

12.4.3. Yuvarlak Tek Taraflı Boğma İşlemi

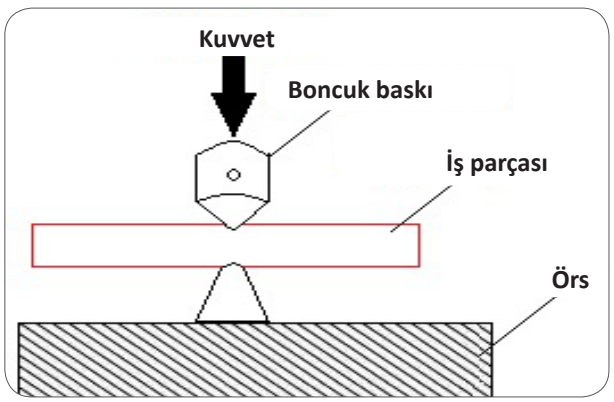
İş parçası üzerinde boncuk baskı kullanılarak tek taraflı boğma işlemi yapılmasıdır. Aşağıda yer alan Görsel 12.7 'de yuvarlak tek taraflı boğma işleminin yapılışı yer almaktadır.



Görsel 12.7: Yuvarlak tek taraflı boğma işlemi

12.4.4. Yuvarlak Çift Taraflı Boğma İşlemi

Sıcak şekillendirme uygulanacak iş parçası boncuk baskı ve baskı altlığı ile çift taraflı olarak kesit daralmasına maruz bırakılması işlemine denir. Görsel 12.8 'de yuvarlak çift taraflı boğma işleminin yapılışı yer almaktadır.

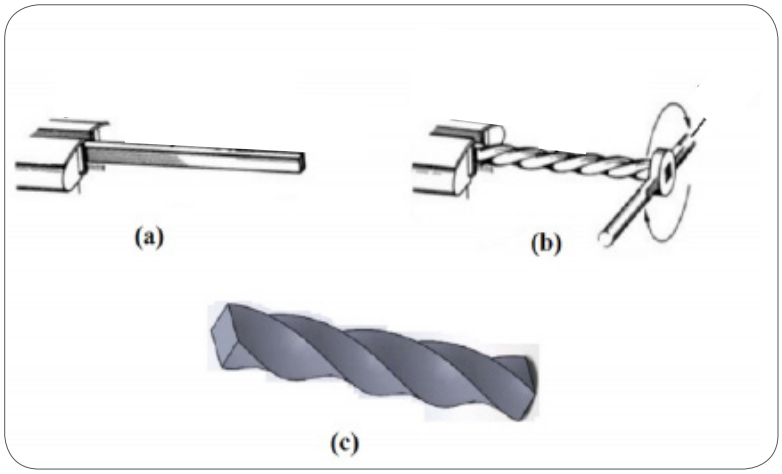


Görsel 12.8: Yuvarlak çift taraflı boğma işlemi

12.5. BURMA

Malzemelere estetik bir görünüm sağlamak amacıyla gerçekleştirilen sıcak işlem yöntemidir. Genellikle burma işlemi yapılacak iş parçası kare veya lama kesitli çubuklardır. İş parçası kendi ekseni etrafında döndürülerek istenilen şekil elde edilir. Burma işlemi sonrası malzemede kesit daralması ve boyunda miktar uzama söz konusu olabilir bu işlem için malzeme 950 ^{0}C ile 1100 ^{0}C arası tavlanmalıdır. Burma işlemi için aşağıdaki işlem sırası takip edilmelidir:

1. Burma işlemi öncesi kişisel koruyucu donanımlar eksiksiz kullanılmalı ve uygun araç gereç hazır bulundurulmalıdır.
2. İş parçası uygun tavlama aracı ile tavlandıktan sonra kısaç yardımıyla alınarak mengeneye bağlanmalıdır.
3. İş parçasının soğuk ucu mengeneye bağlanıp tavlanan diğer kısımdan döndürme kolu bağlanmalıdır.
4. Döndürme kolu ile iş parçası kendi ekseni etrafında kontrollü bir şekilde döndürülerek burma işlemi gerçekleştirilmelidir.
5. Burma işlemi iş parçasının soğuma durumundan dolayı mümkün olduğunca hızlı yapılmalıdır.
6. Burma işlemi sonrası eksenel eğilmeleri gidermek için iş parçası ağaç takoz ile düzeltilmelidir.



Görsel 12.9: Tavlanan iş parçasına burma tekniği uygulanması
((a) tavlanmış iş parçası, (b) burma işleminin uygulanması,
(c) burma sonrası iş parçası)

12. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İş parçasının uç kısmından ya da orta kısmından kesit büyümesi yapılması işlemine ne denir?

A) Bükme
B) Burma
C) Doğrultma
D) Şişirme
E) Delme

2. Aşağıdakilerden hangisi sıcak şekillendirme sonrası sıcak iş parçasının tutulmasını sağlayan el aletidir?

A) Gelberi
B) Kısaç
C) Çekiç
D) Örs
E) Mastar

3. Aşağıdakilerden hangisi sıcak şekillendirme tekniğinde kullanılan boğma işlemi çeşidi <u>değildir?</u>

A) Tek taraflı boğma
B) Köşeli çift taraflı boğma
C) Yuvarlak tek taraflı boğma
D) Yuvarlak çift taraflı boğma
E) Köşeli eksenel boğma

4. Sıcak şekillendirme yöntemlerinde kullanılan boğma işlemini açıklayarak, boğma çeşitlerini yazınız.

5. Bükme yöntemi ile köşe çıkarma çeşitlerini şekil çizerek açıklayınız.

6. Burma işlemi nedir? Şekil çizerek açıklayınız.

Aşağıdaki noktalı yerlere cümle doğru ise "D", yanlış ise "Y" harflerini yazınız.

7. (...) Burma işlemi için iş parçası 700 ^{0}C ile 900 ^{0}C arası tavlanmalıdır.

8. (...) Burma işlemi sonrası eksenel eğilmeleri gidermek için iş parçası ağaç takoz ile düzeltilmelidir.

9. (...) Şişirme işlemi uygulanacak iş parçasının boyu ne kadar kısa ise şişirme işlemi de o derece başarılı olur.

10. (...) Uzun malzemelerin bükme işleminde kullanılan, manivela kolu harcanacak kuvveti azaltmak adına uzun tutulmalıdır.

- AKTAŞ, S. İmalat İşlemleri s. 1-5 Kocaeli Üniversitesi, 521MMI040 Eğeleme, Milli Eğitim Bakanlığı 2011
- ADSAN K., AKSOY, A., YEŞİLMADEN, A.(1980) Sıcak Şekillendirme, MEB Basımevi, İstanbul
- ÇALIŞKAN, H.(1979). Metalleri Soğuk Şekillendirme Öğretim Yaprakları, Ankara.
- ERSOY R., Demircilik Meslek Teknolojisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul
- ÖZKARA H. (1998). Makine Elemanları, İlksan Matbaacılık, Ankara
- ÖZKARA, H.,Metalişleri Teknoloji-1, Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Kitapları, Ankara
- SERFİÇELİ Y. S. (2001). Metal İşleri Meslek Teknolojisi II, Form Ofset, Ankara.
- SERFİÇELİ, Y.S. (2004).Metal İşleri Meslek Teknolojisi1, Millî Eğitim Basımevi, Ankara
- S. LALİK, Çeviri, Metallerin İşlenmesi İçin Temel el Kitabı, ABB Yayını
- USLU, E.(2014). Sac malzemelerin bükülmesinde geri yaylanma davranışının araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- https://birim.ailevecalisma.gov.tr/media/9962/metalsektoeruekkdrehberi-web.pdf (Erişim tarihi: 07.06.2020 14:50)
- https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/halil.yamak/129502/MAKİNE KORUYUCULARI.pdf (Erişim tarihi:27.05.2020 15:05)
- https://nedenisguvenligi.com (Erişim tarihi:27.05.2020 16:00)
- http://cdn.hitit.edu.tr/mf/files/29952_1710051007613.pdf (Erişim tarihi:05.06.2020 14:40)
- https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/hsauk/68856/13. HAFTA MBG.pdf (Erişim tarihi: 05.06.2020 15:40)
- https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/MK_20103/951225882_imalat_islemleri_i_ders_notlari.pdf (Erişim tarihi:07.06.2020 14:52)
- https://web.itu.edu.tr/gulmezt/IMAL%20USULLERI/Groover PSV TUR.pdf (Erişim tarihi: 07.06.2020 15:11)
- https://web.itu.edu.tr/~arana/mal201.pdf (Erişim tarihi:28.06.2020 16:43)
- https://www.slideshare.net/aliogluonder/dorultma (Erişim tarihi:27.06.2020 13:00)
- https://tokitay.ru/tr/kiyankoi-proizvoditsya-pravka-listovogo-metalla-tolshchinoi-menee-tehnologii.html Erişim tarihi (27.06.2020 14:00)
- https://www.makinaegitimi.com/testere-ile-kesme-temel-imalat-islemleri/ (Erişim tarihi: 10.07.2020 12:00)
- https://www.makinaegitimi.com/materyaller (Erişim tarihi: 10.07.2020 13:15)
- https://www.degerler.org/materyal-indir/guven/lise-9-12/yazili-materyal/sen-yine-de-dogrusunu-yap(Erişim tarihi: 10.07.2020-17:13)
- https://www.metaluzmani.com/egeleme-teknigi (Erişim tarihi: 10.07.2020-18:15)
- http://www.teknikicerik.com/egeleme-el-tesfiyeciligi-nedir.html (Erişim tarihi: 10.07.2020 17:00)
- https://www.makinaegitimi.com (Erişim tarihi: 01.08.2020-15:00)
- http://www.teknikkutuphane.com (Erişim tarihi: 01.08.2020-16:00)
- https://tr.123rf.com (Erişim tarihi:15/06/2020-14:00)
- https://www.shutterstock.com/tr (Erişim tarihi:15/06/2020-15:00)

Kitabımızdaki **"http://www.123rf.com"** adresinden satın alınan görsellerin sayfa numaraları, görsel kodları aşağıda verilmiştir.

Sayfa Numarası	123rf Görsel Kodu
16	115898782
25	43152469
51	152411740
55	152585600
56	160006613
58	82719545
58	107618105
59	152411740
75	83078353
85	52042017
86	144676533
86	144863343
86	24919182
87	20599428
88	148659366
91	34725787
91	29203024

Sayfa Numarası	123rf Görsel Kodu
91	143012022
96	21083441
96	145594337
97	74045008
97	163050215
97	79501816
100	90424594
101	95107164
103-104	99192861
124	97425142
125	16439604
126	1156934635
133	123413902
135	1032812848
141-142	11342365

Kitabımızdaki **"http://www.shutterstock.com"** adresinden satın alınan görsellerin sayfa numaraları, görsel kodları aşağıda verilmiştir.

Sayfa Numarası	Shutterstock Görsel Kodu
Kitap kapağı	593304257
22	593304257
27-28	144543284
29	681664831
42	146244215
46	688765594
48	1733129807
121-122	495895186

Kitabımızdaki **"http://www.freepik.com"** adresinden satın alınan görsellerin sayfa numaraları, görsel kodları ve erişim tarihleri aşağıda verilmiştir.

Sayfa Numarası	Freepik Görsel Kodu	Erişim Tarihi
Kitap Kapağı	2764477	20.02.2021
Kitap Kapağı	8495566	20.02.2021
16	9378115	20.02.2021
16	10081875	20.02.2021
104	6214578	20.02.2021

Kitabımızdaki 5,6,7,8. öğrenme birimindeki görseller aşağıda belirtilen adreslerden alınmıştır.

1. https://www.makinaegitimi.com/testere-ile-kesme-temel-imalat-islemleri/https://www.makinaegitimi.com/materyaller/ erişim tarihi: 10.07.2020
2. SERFİÇELİ Y.S Metal İşleri Meslek Teknolojisi1 s.105-123 Millî Eğitim Basımevi 2004
3. https://www.degerler.org/materyal-indir/guven/lise-9-12/yazili-materyal/sen-yine-de-dogrusunu-yap erişim tarihi: 10.07.2020
4. 521MMI531 Makine Teknolojisi El İşlemleri Milli Eğitim Bakanlığı 2011
5. Makine Eğitimi Materyalleri- Eğeleme nasıl yapılır? Eğeleme teknikleri http://www.teknikicerik.com/egeleme-el-tesfiyeciligi-nedir.html erişim tarihi: 10.07.2020
6. SERFİÇELİ Y.S Metal İşleri Meslek Teknolojisi1 Millî Eğitim Basımevi 2004
7. 521MMI041 Metal teknolojisi Eğme Bükme Milli Eğitim Bakanlığı 2011
8. SERFİÇELİ Y.S Metal İşleri Meslek Teknolojisi1 s.137-156 Millî Eğitim Basımevi 2004
9. 521MMI002 Makine Teknolojisi Delme Ve Vida İşlemleri Milli Eğitim Bakanlığı 2011
10. 521MMI042 Metal teknolojisi Delme Havşa Açma, Milli Eğitim Bakanlığı 2011
11. Makine Eğitimi Materyalleri- MatkapTezgâhı nedir MATKAP tezgâhları, Matkap çeşitleri, Matkapla Delme Hataları ve Önlemler, Matkap tezgâhında çalışma talimatı, Havşa Açma ve Havşa Matkabı, Matkap ucu bileme https://www.makinaegitimi.com/matkap-cesitleri/, matkap-tezgâhi-nedir-matkap-tezgâhlari/, matkap-ucu-bileme/, matkap-tezgâhinda-calisma-talimati/, erişim tarihi: 01.08.202

Kitabımızdaki diğer görseller Metal Meslek Teknolojisi 9. sınıf ders kitabı yazarları tarafından çizilmiştir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. B	**6.** D
2. C	**7.** E
3. D	**8.** A
4. E	**9.** C
5. C	

2. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. B	**6.** C
2. D	**7.** E
3. A	**8.** B
4. E	
5. D	

3. ÖĞRENME BİRİMİ
1. D
2. E
3. C
4. A
5. B

4. ÖĞRENME BİRİMİ
1. D
2. A
3. B
4. E
5. C

5. ÖĞRENME BİRİMİ
1. C
2. D
3. B
4. D
5. A

6. ÖĞRENME BİRİMİ
1. B
2. A
3. D
4. C
5. E

7. ÖĞRENME BİRİMİ
1. L=20+30+50+200+50+30+20=400mm
2. L=500+((2x3,14x300)/4)+200+((2x3,14x200)/2) L=500+471+200+628=1799mm

8. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. 1.Helisel matkaplar 2.Punta matkapları 3.Namlu matkapları 4.Havşa matkapları 5.Özel matkapları	
2. N=V x1000 / π x D N=25 x 1000 / 3,14 x10 N=796 dev/dak (tezgahtaki en yakın değer ayarlanır.)	
3. delme	**4.** havşa matkabı
5. 118	
6. 18-30	

9. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. Klasik	**6.** Yanlış
2. Klasik	**7.** Doğru
3. Klasik	**8.** D
4. Klasik	
5. Klasik	

10. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. E	**6.** Klasik
2. B	**7.** Klasik
3. A	**8.** Klasik
4. C	**9.** Doğru
5. D	**10.** Yanlış

11. ÖĞRENME BİRİMİ		
1. Klasik	**6.** Klasik	**11.** B
2. Klasik	**7.** A	**12.** Yanlış
3. Klasik	**8.** C	**13.** Doğru
4. Klasik	**9.** D	**14.** Yanlış
5. Klasik	**10.** E	**15.** Doğru

12. ÖĞRENME BİRİMİ	
1. D	**6.** Klasik
2. B	**7.** Yanlış
3. E	**8.** Doğru
4. Klasik	**9.** Doğru
5. Klasik	**10.** Doğru