

ALAN: METAL TEKNOLOJİSİ  
DAL: METAL DOĞRAMA  
DERS: SOĞUK ŞEKİLLENDİRME  
SINIF: 11  
MODÜL 2: BORULARDA BÜKME  
MODÜL 3 VİDALI VE KENETLİ BİRLEŞTİRME

DERS ÖĞRETMENİ: HASAN ENGİNSU

## MODÜL 2: BORULARDA BÜKME

### 4 HAFTA

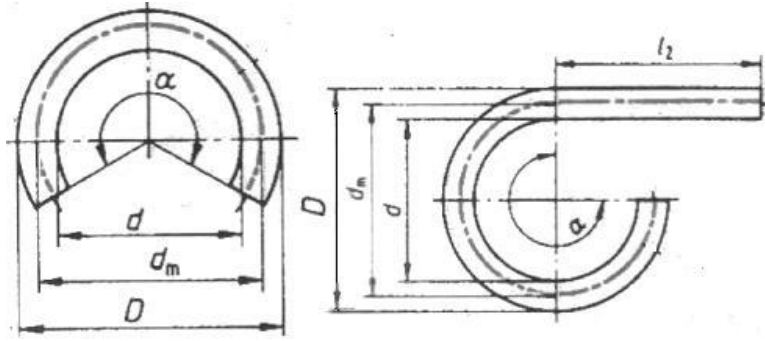
## 1. EL İLE BORU BÜKME YAPMAK

### 1.1. El ile Boru Bükme

Boru malzemeleri daha önce tanıdık. Bu tip malzemeleri çekiç kullanarak veya üç noktadan kuvvet uygulama prensibi ile bükme mümkün değildir. Boruları bükme için basit el aparatlarından ve makinelerden yararlanmamız gerekir. Boruları nerede büksek büküm bir açının hesabı yapmamız gerekir.

### 1.2. Bükülecek Borularda Açınım Hesaplamaları

Açınım hesaplamalarını genel hatları ile öğrenmişsiniz (bk. Eğme Bükme modülü). Burada sadece borular ile ilgili açınım hesaplamaları üzerinde duracağız.



şekil 1.1: Açınım ve uzunluk hesaplamaları

D: Dış çap Çevre uzunluğu:  $L = \Pi \cdot dm$

d : iç çap Açıya bağlı yay uzunluğu:  $L = \Pi \cdot dm \cdot \alpha / 360$

dm: Ortalama çap

L : Açınım uzunluğu (tam boy)

$l_1, l_2$  : Kısmi uzunluk

$\alpha$  : Büküm açısı

**Örnek:**  $D = 180 \text{ mm}$ ;  $d = 160 \text{ mm}$ ;  $\alpha = 220$

$dm = ?$ ;  $L = ?$

$dm = (D + d) / 2 = (180 + 160) / 2 = 170 \text{ mm}$

$L = (\Pi \cdot dm \cdot \alpha) / 360 = (3,14 \cdot 170 \cdot 220) / 360 = 326,21 \text{ mm}$

Toplam uzunluk:  $L = l_1 + l_2 + \dots$

**Örnek:**  $D = 360 \text{ mm}$ ;  $d = 350 \text{ mm}$ ;  $l_2 = 70 \text{ mm}$ ;  $\alpha = 270$   $L = ?$

$dm = (D + d) / 2 = (360 + 350) / 2 = 355 \text{ mm}$

$L = l_1 + l_2 = (\Pi \cdot dm \cdot \alpha) / 360 + l_2 = (3,14 \cdot 355 \cdot 270) / 360 + 70 = 906,025 \text{ mm}$

### 1.3. El ve Aparatlarda Boru Eğme-Bükme

ister el ile kuvvet uygulamalarıyla hazırlanmış basit kalıplarda boru bükülün isterse aparatlarla her ikisinde de bükme yapan kişi, yavaş yavaş kuvvet uygulamalıdır. Boru malzemenin içe çökmesine karşı önlemler alınmalıdır. Bu tarz bükmelerde borunun içinde herhangi bir destek olmadığından boru kesit profilinde bükülen yerde bozulmalar olur (Resim 1.1).

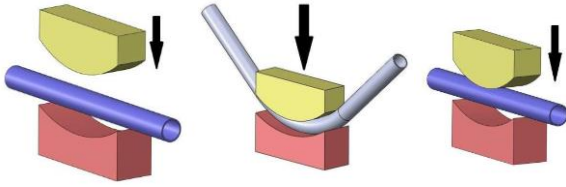


**Resim 1.1: Büküm hatası**

### 1.3.1. İçi Boş Boruları Elde Bükme Yöntemleri

Fazla hassasiyet gerektirmeyen ve yumşak geçlerden yapılmış (alüminyum, bakır ve pirinç ) ince cidarlı borular, soğuk ve sıcak olarak elde bükülebilir.

Bükülmek istenen parçaların şekline uygun kalıplar hazırlanır. Daha sonra kalıp mengeneye bağlanarak bükme işlemi esnasında boru çeperlerinin bükülen kısmı çeşitli yerlerinden tavlansın veya tavlansın bükülebilir. Bazen de ahşap ya da teflon türü malzemelerden yapılan alt ve üst kalıplar arasına sıkıştırılarak bükülür. Bu tip bükme, genellikle büyük çaplı kavisler ve eğmeler şeklindedir (şekil 1.2).



**şekil 1.2: Ahşap ve teflon kalıplarda borunun eğilip bükülmesi**

## 5.HAFTA

### 1.3.2. İçi Doldurulan Boruların Elde Bükme Yöntemleri

Bükülecek boruların biçimlerinin bozulmaması için borunun içi soğuk ve sıcak bükümlerde kum, bilya zinciri ve helisel bir yayla doldurulur. Soğuk bükümlerde ise reçine, mastik ve kurşunla doldurulur yahut bir malafadan yararlanılır.

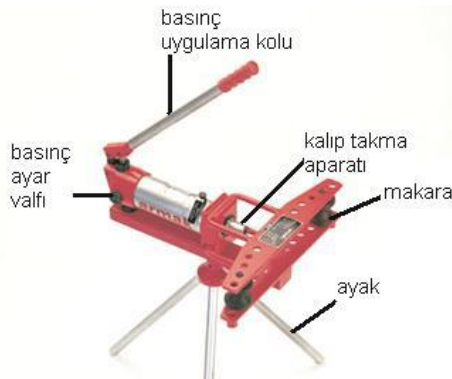
Doldurulan boruların bükülmesi, elle yahut bir tutma parçası ile veya bir iş kalıbı yardımıyla yapılır.

### 1.3.3. Hidrolik Boru Bükme

#### Resim 1.2: Hidrolik boru bükme Resim 1.3: Hidrolik bükme kalıpları

Hidrolik boru bükme, sıhhi tesisat işleri için gerekli olan boru bükme işlerine çok uygundur. Özellikle hidrolik düzeneğinin insan gücüyle çalışması, şantiye işlerine uygun olmaktadır. Aparat üzerinde çoğu kez parmak cinsinden boru çaplarına uygun dişi ve erkek kalıplar vardır. Bunlar aracılığıyla borular belli büküm yarıçaplarında 90°ye kadar bükülebilir. Kullanılan kalıplar Resim 1.3'te verilmiştir.

Borunun bağlanması Resim 1.4, boruyu bükme Resim 1.5, borunun çıkartılması ise Resim 1.6'da



gösterilmiştir

### 1.3.4. El ve Aparatlarda Boru Eğme – Bükme

Aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Tavlama işlemi gerektiren durumlarda ısıyı bükülmesi gereken yerlere tutunuz.
- Et kalınlığı az olan borularda bükümün iç kısmı dışa nazaran daha çok tavlmalıdır.
- Büyük çaplı borularda muhtelif kısımlar birbiri ardınca tavlanaarak bükülmelidir.
- Sıcak bükümlerde kumun kuru olmasına dikkat edilmelidir.
- Malafada büküm yapılacaksa boru çapına uygun malafa seçilmeli ve malafa yağlanmalıdır.
- Borunun bir sıvı ile doldurulması gerekiyorsa doldurma işlemi bir defada yapılmalıdır.
- Kalıplarda büküm yapılacaksa kalıbın sağlamlığı kontrol edilmelidir.
- Eğer boruda kaynak varsa kaynak kısmının tarafsız bölgede bulundurulması gerekir.
- Büküm sırasında kontrollü ve yavaş yavaş kuvvet uygulanmalıdır.
- Boru bükümlerinde bükülecek çap, en az boru çapının iki katı olmalıdır

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Dış çapı 120 mm, iç çapı 100 mm, ortalama çap 110 mm ve açısı 90° olduğuna göre açığa bağlı yay uzunluğu aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 85 mm
- B) 85.36 mm
- C) 86 mm
- D) 86.35mm

2. Ortalama çap uzunluğu 150 mm açısı 180° ve  $l_2 = 50$  mm olan borunun boyu aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 285 mm
- B) 285.5 mm
- C) 286 mm
- D) 286.5 mm

3. Boru bükümlerinde bükülecek çap, boru çapının en az kaç katı olmalıdır?

- A) İki
- B) Üç
- C) Dört
- D) Beş

4. Borunun içini soğuk ve sıcak bükümlerde kum, bilya zinciri ve helisel bir yayla doldururuz. Soğuk bükümlerde ise reçine, mastik ve kurşunla doldururuz yahut bir malafadan yararlanırız. Bu işlemleri yapmamızın sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bükme işleminin daha kolay yapılması için
- B) İstenilen açının elde edilebilmesi için
- C) Bükülecek boruların biçimlerinin bozulmaması için
- D) Borunun boyunda meydana gelebilecek kısalmaların önlenmesi için

5. Sıhhi tesisat işleri için gerekli olan boru bükme makineleri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Malafalı boru bükme makineleri
- B) CNC mandreli bükme makineleri
- C) Hidrolik boru bükme
- D) Profil bükme makineleri

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

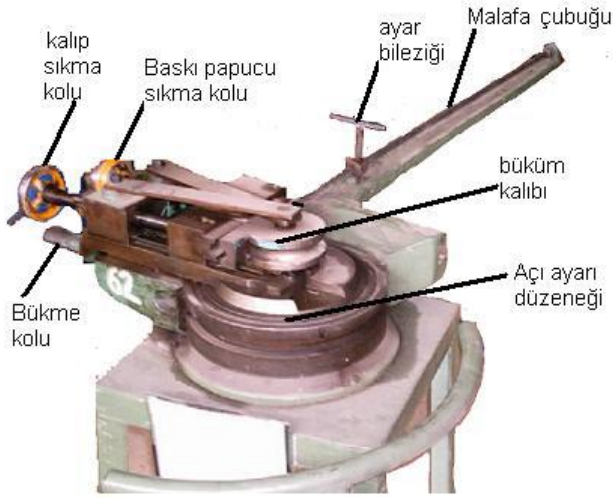
## 6. HAFTA

### 2. MAKİNELERDE BORU BÜKME YAPMAK

#### 2.1. Boru Bükmede Kullanılan Makineler

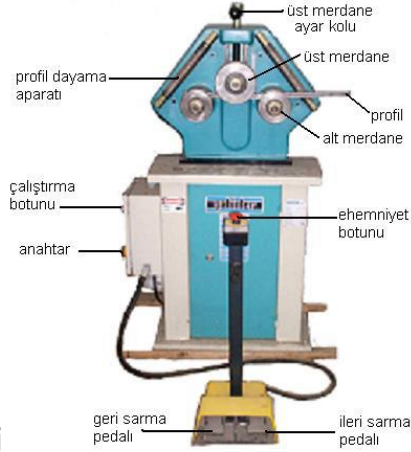
Seri imalatta çeşitli boru bükme makineleri kullanılmaktadır. Günümüzde boru ve profil bükmede CNC tezgâhlar da yaygın bir şekilde sektörde yerini almıştır. Şimdi bu makineleri inceleyeceğiz.

## 2.2. Malafalı Boru Bükme Makineleri



Resim 2.1: Malafalı boru bükme makinesi

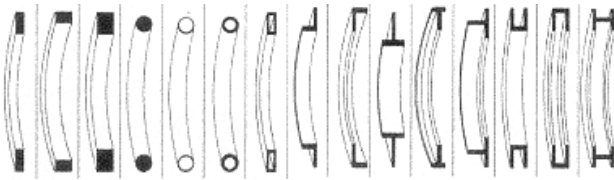
Et kalınlığı ince olan mobilya ve büro eşyası yapımında kullanılan boruların bükülmesinde kullanılır. İki metreye kadar olan uzunlukta borular bükülebilir. Bükülecek boruların  $I_2$  boyunda (şekil 1.1'e bakınız.) büküm kalıbının çapına büküm açısına göre kısaltmalar meydana gelir.



## 2.3. Hidrolik Profil Bükme Makinesi

Resim 2.2: Hidrolik profil bükme makinesi

Merdaneler, piramit şeklinde dizilmiştir. Üst merdane tahriksizdir, yukarı ve aşağı doğru üst merdane ayar kolu vasıtasıyla ayarlanabilir. Alt merdaneler motor tahriklidir, ileri-geri sarma pedalları ile çalıştırılır. Hidrolik profil bükme makinesi ile kavis şeklindeki bükümler yapılmaktadır. Kıvrılabilen profil tipleri: □, L, T, Z, Y vs.



## 2.4. CNC Mandreli Bükme Makinesi



**Resim 2.6: CNC mandreli bükme makinesi**

Bükülmek istenen boruların resimleri hazırlanarak kontrol panelindeki bilgisayara yüklenir. Gerekli komutlar verilerek çalıştırılır (Resim 2.6).

Hassas bükümlerin yapılmasında kullanılan CNC boru bükme makineleri, aynı parçayı değişik açı ve ölçülerde bükür. 3000 mm uzunluğunda, 0-5mm et kalınlığında borular mandrele bağlanarak (Resim 2.7) 00-2100'e kadar aynı parçayı 8 değişik açı ve ölçüde bükülebilir (Resim 2.8). Daha çok otomotiv sektöründe koltuk iskeleti yapımında vb. seri üretimler için tercih edilir.

## **2.5. Makinelerde Boru Bükümünde Dikkat Edilecek Hususlar**

- Malafalı boru bükme makinesinde büküm yaparken büküm kalıbının çapına ve büküm açısına göre borunun l<sub>2</sub> boyunda kısaltmalar meydana geleceğinden bu durumu göz önünde bulundurunuz. Sürtünmeyi azaltmak için malafayı yağlayınız.
- Dikişli boruların bükme işleminde dikiş yeri nötr eksen üzerine getirilmelidir.
- Hidrolik boru bükme makinesi ile çalışırken bükülecek kısım işaretlenmeli, açı şekli tebeşir ile yere çizilmeli ve birbirine paralel bükümler için boru aynı ekseninde tutulmalıdır.
- CNC mandreli bükme makinesi, sadece gerekli teknik bilgiye sahip kişiler tarafından kullanılmalıdır.
- Büküm yapılan alanın dışında durulmalıdır, aksi durumda dönen boru size çarparak iş kazaları meydana gelir.

## **2.6. Makinelerin Takım ve Avadanlıklarını Koruma**

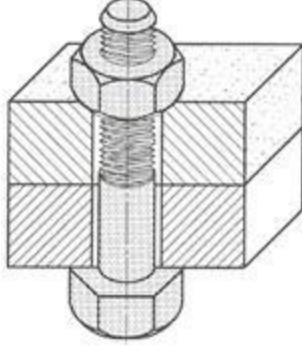
- Makine bulunan yağlama tertibatları kontrol edilerek gerektiğinde yağlanmalıdır.
- Kalıp değişimi sonrasında kalıp bağlama vidaları iyice sıkılmalıdır.
- GÇ bittikten sonra makine temizlenmeli ve eski konumuna getirilmelidir.

### **VİDALI VE KENETLİ BİRLEŞTİRME**

#### **1. VİDA İLE KÖR DELİK BİRLEŞTİRMESİ YAPMAK**

##### **1.1. Birleştirme Çeşitleri**

Birleştirme çeşitleri genel olarak iki ana başlık altında toplanır. Bunlar, sökülebilir ve sökülemeyen birleştirmelerdir. Bu durum oluşturulan birleştirmenin sökülmesi (bozulması) sonrasında tekrardan aynı malzemeler ile birleştirilebilmesi ile ilgilidir.



şekil 1.1: Cıvata ile yapılmış sökülebilir bir birleştirme

#### 1.1.1. Sökülebilir Birleştirmeler

Sökülebilir birleştirme elemanları aşağıda detaylı olarak verilmiştir. Evde, iş yerlerinde ve endüstride kullandığımız araç gereç ve makinelerde bu elemanları sık olarak görmekteyiz.

#### Sökülebilir birleştirmenin tanımı

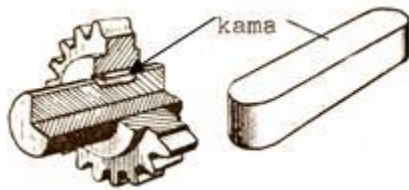
Makine parçalarının sökülebilir şekilde ve her sökülüp takılmaları sonucu aynı konumda birleştirilmelerini sağlayan yöntemdir. Bu yöntem için kullanılan araçlar çelikten yapılmış makine elemanlarıdır.

#### ➤ Sökülebilir birleştirme çeşitleri

- Kamalar
- Pimler
- Saplamalar
- Rondela ve emniyet sacları
- Emniyet segmanları
- Vidalar
- Cıvata ve somunlar

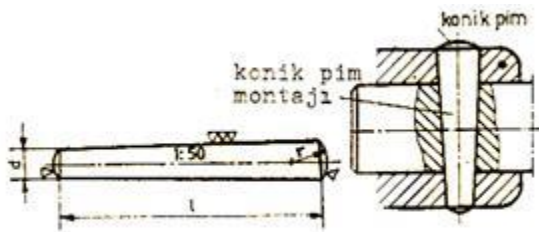
#### ➤ Hareketsiz geçmeler

Kama: Makine parçalarını sökülebilir şekilde birleştiren ve kuvvet iletmeye yarayan elemanlardır (şekil 1.2).



şekil 1.2: Kama

Pim: Birbirine takılan makine parçalarının, karşılıklı konumlarının sağlanmasında kullanılan sökülebilir birleştirme elemanlarıdır (şekil 1.3).



şekil 1.3: Pimli birleştirme

**Saplama:** Her iki ucuna vida açılmış başsız bağlantı elemanlarıdır. Saplamalar genellikle bir tarafı kör delikli bağlantılar için kullanılır (Resim 1.1).



**Resim 1.1: Saplama**

**Rondela:** Sıkılan yüzeydeki sıkma kuvvetini azaltıp işin yüzeyini korumak için somun altına konulan elemanlardır.



**Resim 1.2: Rondelalar**

**Segman:** Dönerek hareket eden makine parçalarının birleştirilmesinde ve emniyete alınmasında kullanılan ara elemanlardır.



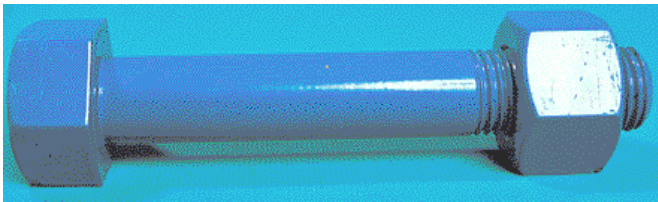
**Resim 1.3: Emniyet segmanı**

**Vida:** Sac ve benzeri malzemelerden yapılan araç gereç ve makinelerin birleştirilmesinde kullanılan birleştirme elemanlarıdır.



**Resim 1.4: Vida ve vidalı bağlantı**

**Cıvata ve somun:** Belli bir baş biçimi olan makine parçalarının birleştirilmesinde sökülebilir olarak kullanılan elemanlardır.



**Resim 1.5: Cıvata ve somun**

**Hareketsiz geçme:** Makine elemanlarının sıkı olarak birbirlerine bağlanması işlemidir.