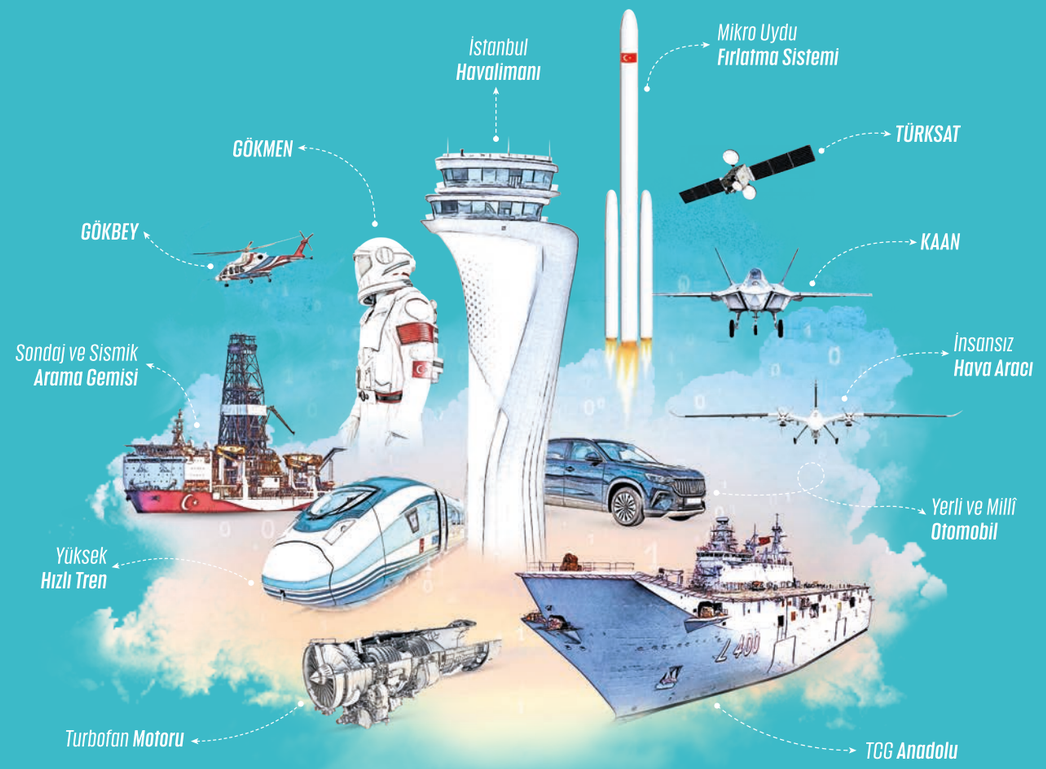
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

## Teknoloji Yolculuğumuz





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



**ISBN: 978-625-5496-15-7**



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


GEMİ YAPIMI ALANI 9 DERS MATERYALİ

GEMİ TEMEL İŞLEMLERİ

## MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
## GEMİ YAPIMI ALANI



9

**DERS MATERYALİ**

# GEMİ TEMEL İŞLEMLERİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

GEMİ YAPIMI ALANI

# GEMİ TEMEL İŞLEMLERİ
# 9

## DERS MATERYALİ


YAZARLAR

AHMET ALAN

ERDEN ÇİLİNGİROĞLU

MAHMUT TORBALI

MEHMET OKUMUŞ

MÜCAHİT OKUR

MÜCAHİT YILDIZ

NURHULLAH KOÇ

OSMAN BOZ

UĞUR KAYA

YAŞAR ÇAKAR

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 10893
DERS KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 03812

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

## HAZIRLAYANLAR

| | |
|---|---|
| **Dil Uzmanı** | Müge ŞAHİN ÇOLAK |
| **Program Geliştirme Uzmanı** | Fulya ÖLKEN |
| **Rehberlik Uzmanı** | Sümeyye Betül ACAR |
| **Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı** | Yasemin Duygu ESEN |
| **Görsel Tasarım Uzmanı** | İlknur BAL YÜCEL |

ISBN: 978-625-5496-15-7

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders 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**

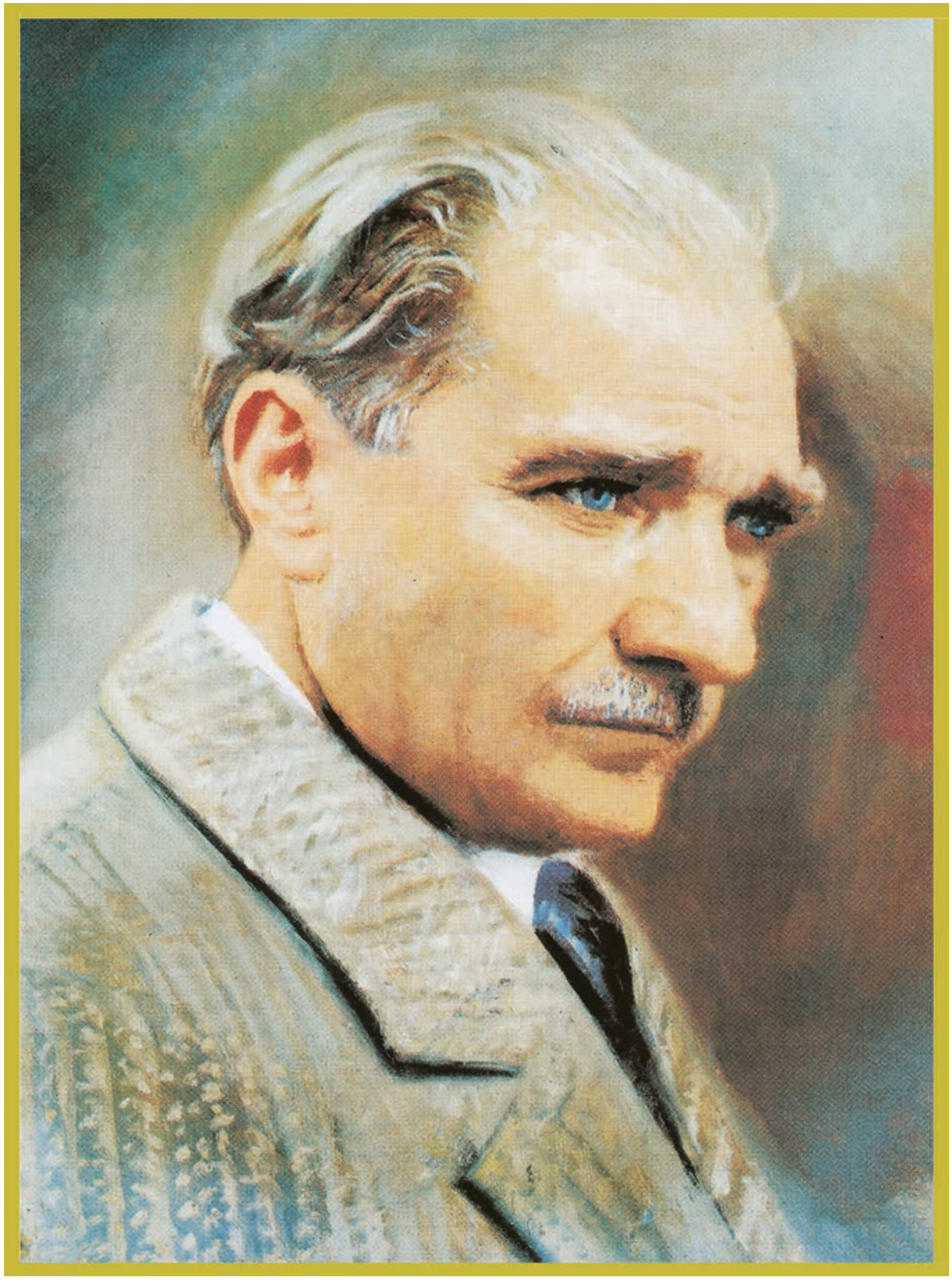
## GENÇLİĞE HİTABE

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

Ders materyalinin dijital kopyalarında
"İçindekiler" sayfasında başlıklar üzerine
tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda
Öğrenme Birimi isimleri veya numaralarının
üzerine tıklayarak "İçindekiler" sayfasına ulaşabilirsiniz.

# İÇİNDEKİLER


DERS MATERYALİNİN TANITIMI ..... 14

**1. ÖĞRENME BİRİMİ** GEMİLERİN SINIFLANDIRILMASI

1.1. **GEMİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ** ..... 18

1.1.1. **Gemilerin Görev Alanları** ..... 18

1.1.2. Gemilerin Yüzme Prensibi ..... 21

1.2. **GEMİ TÜRLERİ** ..... 22

1.2.1. **Ticari Gemiler** ..... 23

1.2.2. Askerî Gemiler ..... 26

1.2.3. Endüstriyel Gemiler ..... 27

1.2.4. Servis (Hizmet) Gemileri ..... 28

1.2.5. **Yatlar ve Gezinti Tekneleri** ..... 28

1.3. **GEMİ YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER** ..... 32

1.3.1. Metal Malzemeler ..... 32

1.3.2. **Ahşap Malzemeler** ..... 41

1.3.3. **Kompozit Malzemeler** ..... 45

1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 48

**2. ÖĞRENME BİRİMİ** İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1. **İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ** ..... 52

2.2. **KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR** ..... 57

2.3. ATÖLYE DONANIMI VE ATÖLYEDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR ..... 63
2.3.1. Gemi Temel İşlemleri Atölye Donanımları ..... 63
2.3.2. Atölyede Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar ..... 84
2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 87

3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME, KONTROL VE MARKALAMA İŞLEMLERİ

3.1. ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ ..... 92
3.1.1. Ölçme ve Kontrol İşleminin Önemi ..... 93
3.1.2. Ölçü Sistemleri ..... 94
3.1.3. Ölçme ve Kontrol Aletleri ..... 95
3.2. MARKALAMA İŞLEMİ ..... 105
3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 108

4. ÖĞRENME BİRİMİ KESME İŞLEMLERİ

4.1. METAL MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ ..... 112
4.1.1. Talaşlı Kesme ..... 112
4.1.2. Talaşsız Kesme ..... 115
4.2. BORULARDA KESME İŞLEMLERİ ..... 120
4.2.1. Borularda Kesme İşleminde Kullanılan Araçlar ..... 120
4.3. AHŞAP MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ ..... 124
4.3.1. Kesme Türleri ..... 124
4.3.2. Ahşap Malzemeleri Kesme İşleminde Kullanılan Araçlar ..... 127
4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 138

## 5. ÖĞRENME BİRİMİ YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ


5.1. METAL MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ ..... 144

5.1.1. Metal Malzemelerde Yüzey Düzeltme ve Kontrol İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereç ..... 145

5.1.2. Metal Malzemelerde Yüzey Düzeltme ve Kontrol Aletlerinin Kullanımı ..... 149

5.1.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümü ..... 153

5.2. AHŞAP MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ ..... 155

5.2.1. Ahşap Malzemelerde Yüzey Düzeltme İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereç ..... 155

5.2.2. Ahşap Malzemelerde Yüzey Düzeltme Öncesi Markalama ..... 158

5.2.3. Ahşap Malzemelerin Yatayda Yüzey Düzeltme İşlemleri ..... 159

5.2.4. Ahşap Malzemelerin Alında (Makta) Yüzey Düzeltme İşlemleri ..... 161

5. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 163


## 6. ÖĞRENME BİRİMİ DELME VE HAVŞA AÇMA İŞLEMLERİ


6.1. DELME İŞLEMLERİ ..... 168

6.1.1. Metal Malzemelerde Delme İşlemleri ..... 169

6.1.2. Ahşap Malzemelerde Delme İşlemleri ..... 175

6.2. HAVŞA AÇMA İŞLEMLERİ ..... 182

6.2.1. Metal Malzemelere Havşa Açma İşlemleri ..... 182

6.2.2. Ahşap Malzemelerde Havşa Açma İşlemi ..... 184

6. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 189


## 7. ÖĞRENME BİRİMİ MALZEMELERE FORM VERME İŞLEMLERİ


7.1. EĞME VE BÜKME İŞLEMLERİ ..... 194

7.1.1. Metal Malzemelerde Eğme ve Bükme ..... 195

7.1.2. Borularda Eğme ve Bükme ..... 206

7.1.3. Ahşap Malzemlerde Eğme ve Bükme İşlemleri ..... 209

7.2. **PAH VE RADİUS İŞLEMLERİ** ..... 216

7.2.1. **Metal Malzemelere Pah ve Radius Açma İşlemleri** ..... 216

7.2.2. **Borularda Pah ve Radius Açma İşlemleri** ..... 218

7.2.3. **Ahşap Malzemelerde Pah ve Radius Açma İşlemleri** ..... 219

**7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME** ..... 225

**8. ÖĞRENME BİRİMİ** **MALZEMELERİ BİRLEŞTİRME**

8.1. **SÖKÜLEBİLİR BİRLEŞTİRMELER** ..... 230

8.1.1. **Metal Malzemelerde Sökülebilir Birleştirme Elemanları** ..... 230

8.1.2. **Metal Malzemelere Diş Açma** ..... 237

8.1.3. **Borularda Paftayla Diş Açma** ..... 245

8.1.4. **Ahşap Malzemelerde Sökülebilir Birleştirme Teknikleri** ..... 248

8.2. **SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRMELER** ..... 258

8.2.1. **Metal Malzemelerde Sökülemeyen Birleştirme Yöntemleri** ..... 258

8.2.2. **Ahşap Malzemelerde Sökülemez Birleştirmeler** ..... 282

**8. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME** ..... 313

**9. ÖĞRENME BİRİMİ** **ŞABLON VE MODEL İMALATI**

9.1. **ŞABLON ÇIKARMA** ..... 318

9.1.1. **Metal Malzemelerden Şablon Çıkarma** ..... 319

9.1.2. **Ahşap Malzemelerden Şablon Çıkarma** ..... 322

9.2. **MODEL İMALATI** ..... 326

9.2.1. **Metal Malzemelerde Model İmalatı** ..... 326

9.2.2. **Ahşap Malzemelerde Model İmalatı** ..... 327

**9. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME** ..... 331

**KAYNAKÇA .....332**

**CEVAP ANAHTARLARI KAREKODU .....333**

**GENEL AĞ, GÖRSEL KAYNAKÇASI VE E-İÇERİK KAREKODU.....333**

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI




Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

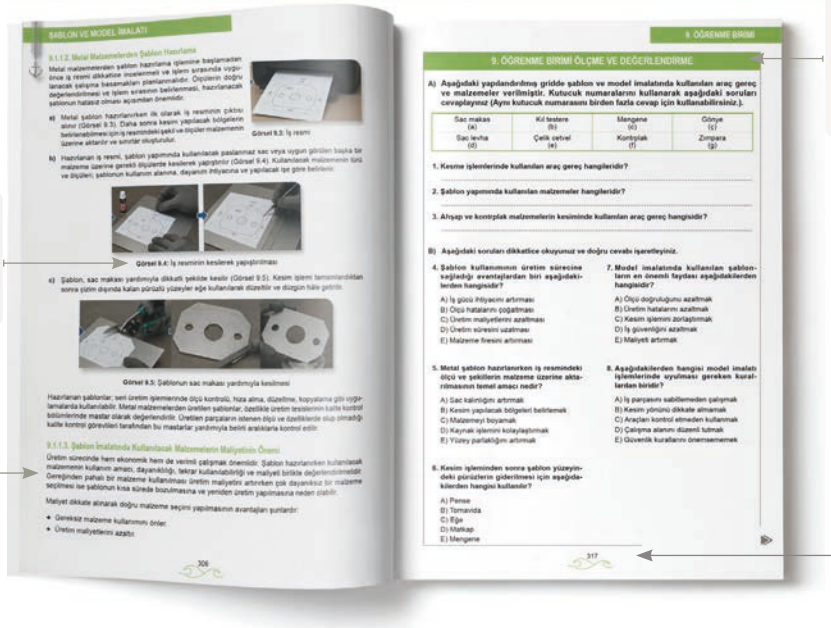
Öğrenme biriminin görselini gösterir.

Öğrenme biriminin konularını gösterir.

Öğrenme biriminin temel kavramlarını gösterir.

Öğrenme birimiyle ilgili beklentileri içerir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon,uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.



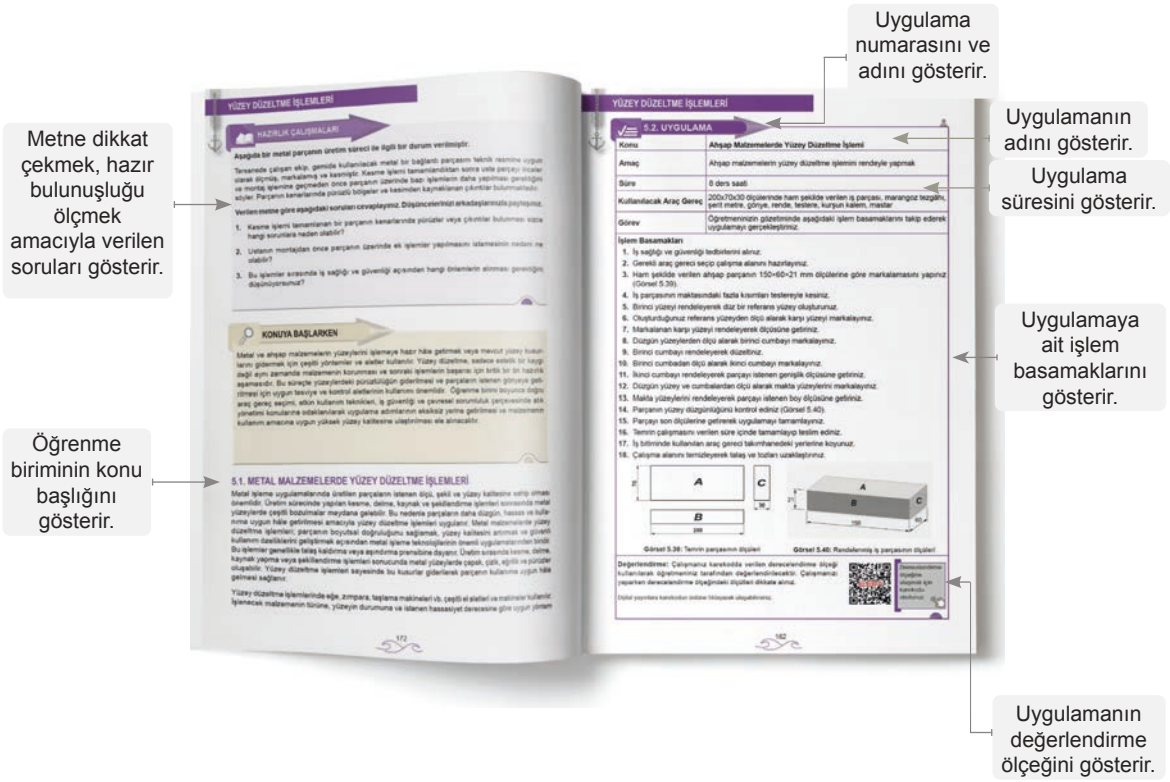

Öğrenme biriminin görsel numarasını ve açıklamasını gösterir.

Öğrenme biriminin konu anlatımını gösterir.

Öğrenme biriminde verilen bilgileri ölçme ve değerlendirmeye yönelik soruları içerir.

Öğrenme biriminin sayfa numarasını gösterir.

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI




## MATERYAL GENELİNDE KULLANILAN İKONLAR

- **Konular**
- **Hazırlık Çalışmaları**
- **Anahtar Kavramlar**
- **Sıra Sizde**
- **Beklentiler**
- **Bilgi Kutusu**
- **Uygulama**
- **Etkinlik**
- **Konuya Başlarken**

# 1. ÖĞRENME BİRİMİ

# GEMİLERİN SINIFLANDIRILMASI



## KONULAR

**1.1. GEMİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ**

**1.2. GEMİ TÜRLERİ**

**1.3. GEMİ YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER**

Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- ahşap
- ambar
- Arşimet İlkesi
- çelik
- dökme yük
- kompozit
- konteyner
- korozyon
- kruvaziyer
- mukavemet
- omurga
- tanker
- tekne
- üst yapı
- yat
- yoğunluk

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- gemilerin genel özelliklerini açıklamanız
- gemilerin temel görev alanlarını ve işlevlerini açıklamanız
- gemilerin yüzme prensibini açıklamanız
- gemileri kullanım amaçlarına göre sınıflandırmanız
- gemi türleri arasındaki yapısal farkları ayırt etmeniz
- gemi yapımında kullanılan malzemeleri sınıflandırmanız
- gemi yapımında kullanılan malzemeleri türlerine göre dayanım, ağırlık, kullanım alanı vb. ölçütler bakımından analiz etmeniz

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Gemilerin kullanım amacı sizce neler olabilir?**
2. **Dışarıda yağmur altında kaldığında paslanan demir parmaklıklar ve mutfakta kullanılan çelik tencereler düşünüldüğünde, deniz suyunda çürümeden onlarca yıl dayanması ve ömrü bittiğinde doğayı kirletmemesi için gemi yapımında ne tür malzemeler tercih edersiniz?**

## KONUYA BAŞLARKEN

İnsanlar çok eski zamanlardan beri su üzerinde bir yerden bir yere gitmek için gemilerden yararlandılar. Gemiler; yiyecek ve eşya taşımak, balık tutmak, keşif yapmak gibi amaçlarla da kullanıldı. Gemilerin kullanım amaçları insanların gereksinimlerine bağlı olarak değişti. Elbette gemilerin şekilleri ve yapımlarında kullanılan malzemeler de değişim gösterdi. İlkel sallardan kürekli kadırgalara, yelkenlilerden buharlı gemilere uzanan bu yolculuk; günümüzde nükleer enerjiyle çalışan uçak gemilerine ve otonom kargo gemilerine evrildi. Ahşabın yerini alan yüksek mukavemetli çelik ve kompozit malzemeler, gemilerin sadece daha büyük değil; aynı zamanda daha güvenli ve hızlı olmasını sağladı. Bugün modern bir konteyner gemisi, antik dönem gemilerine kıyasla çok daha fazla yükü tek başına ve çok daha kısa sürede dünyanın öbür ucuna ulaştırabiliyor. Günümüzde gemiler artık sadece bir ulaşım aracı değil; bir ülkenin mühendislik yeteneğinin, ekonomik gücünün ve egemenliğinin denizdeki en somut sembolleridir.

# 1.1. GEMİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Denizcilik dünyasına atılan ilk adım, üzerinde hareket edilen platformun doğasını anlamaktır. Bir gemi, yalnızca su üzerinde yüzen devasa bir metal kütlesi ya da birbirine kaynaklanmış çelik levhalar bütünü değil; fizik kurallarına dayanan, ileri mühendislik disiplini ve binlerce yıllık denizcilik geleneklerinin bir sentezidir.

İnsanlık tarihi boyunca denizler aşılması gereken en büyük engel olmuştur. Gemiler ise bu engeli bir yola dönüştüren, doğanın hırçınlığına rağmen insanın su üzerinde güvenle var olmasını sağlayan en yaygın araçtır. Kendi ekosistemine sahip olan, haftalarca karadan bağımsız yaşayabilen ve binlerce tonluk yükleri okyanus aşırı taşıyabilen bu yapılar, modern medeniyetin görünmez taşıyıcı kolonlarıdır.

## 1.1.1. Gemilerin Görev Alanları

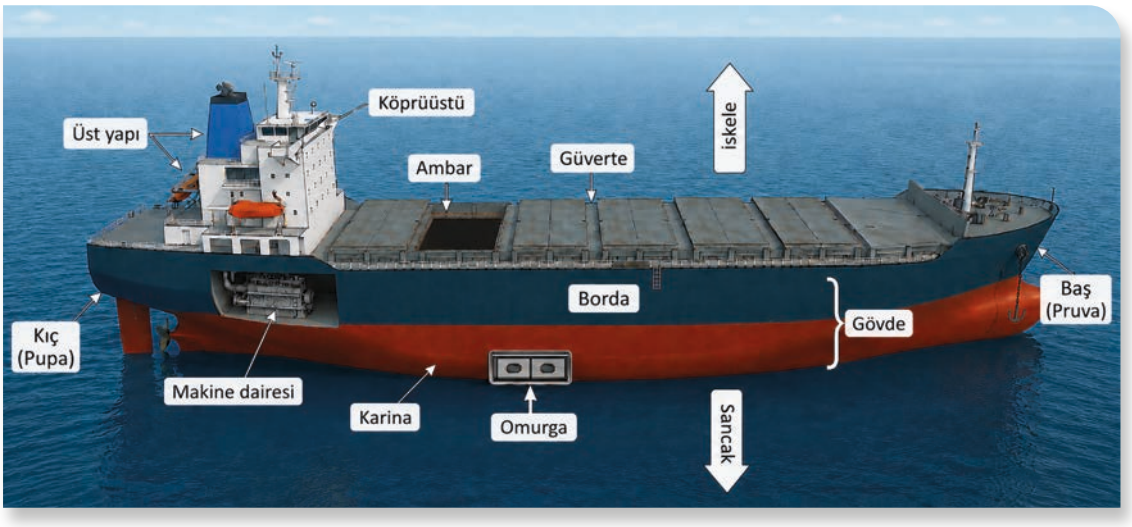
Yükü, yolcuyu ve personeli mümkün olduğu kadar emniyetli, hızlı ve ekonomik olarak taşımak amacıyla yapılmış, suda yüzen deniz aracına **gemi** denir. Başka bir deyişle gemiler, belli bir faaliyeti yerine getirmek üzere dizayn edilen ve üretilen endüstriyel yapılar veya platformlardır. Ancak bir yapının gemi olarak adlandırılabilmesi için şu üç temel özelliği bünyesinde barındırması gerekir:

a) **Yüzebilirlik:** Kendi öz ağırlığına ek olarak taşıdığı kargoyu, personeli ve yakıtı suyun kaldırma kuvvetinden faydalanarak su seviyesinin üzerinde tutabilme yetisidir.

b) **Sevk ve İdare:** Bir gemi, akıntıya kapılmış bir kütle değildir. Kendi makine gücü, pervanesi veya yelken donanımıyla (sevk) dümen sisteminin rehberliğinde (idare) kontrollü bir şekilde ilerlemelidir.

c) **Mukavemet:** Denizin değişken dinamiklerine, dalga darbelerine ve kargo ağırlığının yarattığı gerilmelere karşı yapısal bütünlüğünü koruma gücüdür.

Bir gemi yalnızca dışarıdan görünen gövde, güverte ve kaptan köşkünden oluşmaz. Geminin seyir, yük taşıma, makine, güvenlik ve yaşam alanlarını içeren birçok farklı bölümü vardır. Geminin bölümleri genel olarak baş (pruva), kıç (pupa), güverte, köprüüstü, makine dairesi, ambar, yaşam alanları, yük alanları, güvenlik bölümleri vb. başlıklar altında incelenebilir. Baş (pruva) ön kısmı, kıç (pupa) arka kısmı ifade ederken kıçtan başa doğru bakıldığında sağ taraf sancak yönünü, sol taraf ise iskele yönünü gösterir. Omurga geminin ana taşıyıcı elemanı, güverte üst kaplamadır. Makine dairesi ise sevk sistemini barındırır, geminin çalışmasını sağlayan sistemler (ana makine, jeneratör, kompresör, separatör vb.) burada bulunur (Görsel 1.1).




**Görsel 1.1:** Bir geminin temel kısımları

Temel gemi yapı elemanları; geminin denge, dayanıklılık ve hareket kabiliyetini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Gemi yapı elemanları şunlardır:

**Gövde:** Geminin suyla temas eden, yüzerliğini sağlayan dış kabuk yapısıdır.

**Omurga:** Geminin en altında, baştan kıça kadar uzanan temel yapısal elemandır.

**Güverte:** Gemi gövdesinin üstünü su sızdırmaz şekilde kapatan, borda saclarını birbirine bağlayarak geminin boyuna ve enine mukavemetini sağlayan, üzerinde farklı operasyonların yürütüldüğü yapısal bölümdür.

**Üst Yapı:** Ana güvertenin üstünde yer alan kamaralar, yaşam mahalleri, köprüüstü vb. alanlardır.

**Baş:** Geminin ön kısmıdır. Gemi ilerlerken suyu ilk karşılayan bölüm pruvadır. Bu nedenle pruva, geminin denizin üzerindeki hareketi ve suyu yarma şekli açısından önemli bir yapısal bölümdür.

**Kıç:** Geminin arka kısmıdır. Geminin dümeni, pervanesi ve bazı teknik donanımları çoğunlukla pupa tarafıyla ilişkilidir. Pupa, geminin manevra kabiliyeti ve sevk sistemi açısından önemli bir bölümdür.

**Borda:** Geminin su hattından yukarıda kalan yan duvarlarıdır.

**Karina:** Geminin su altında kalan dış kısmıdır.

**Makine Dairesi:** Ana makine ve yardımcı makinelerin bulunduğu teknik bölümdür.

**Köprüüstü:** Geminin sevk ve idare edildiği yönetim merkezidir. Genellikle geminin üst yapısında, çevreyi geniş açıyla görebilecek bir konumda bulunur.

**Ambar:** Gemilerde yüklerin taşındığı kapalı yük alanıdır. Ambarda tahıl, maden, çelik ürünleri, paketli yükler veya farklı ticari yükler taşınabilir.

## GEMİLERİN SINIFLANDIRILMASI

Gemiler; dünya ticaretinden savunmaya, bilimsel araştırmalardan turizme kadar çok geniş bir yelpazede kritik görevler üstlenir. Temel olarak bir geminin görevi, üzerinde taşıdığı yükü veya yolcuyu bir noktadan diğerine emniyetli ve ekonomik bir şekilde ulaştırmaktır. Bu nedenle gemiler; taşıdıkları yükün türüne, görev amaçlarına, seyir yapacakları deniz koşullarına ve operasyon ihtiyaçlarına göre farklı yapısal özelliklerle tasarlanır. Bu farklılıklar doğrultusunda her gemi tipi, kendine has bir operasyonel uzmanlık alanına sahiptir.

Gemilerin başlıca görev alanları şunlardır:

a) **Ticari Görevler (Lojistik ve Taşıma):** Ham petrol, konteyner, dökme yük (kömür, maden) vb. ticari emtiaların (mal) kıtalar arası naklini sağlamak

b) **Yolcu Taşıma:** Kruvaziyer gemileri ve feribotlar aracılığıyla insanların ulaşımını sağlamak ve dinlenme ihtiyaçlarını gidermek

c) **Askerî ve Savunma Görevleri:** Deniz sınırlarını korumak ve stratejik operasyonlar yürütmek (uçak gemileri, fırkateynler, korvetler, denizaltılar vb.)

ç) **Hizmet ve Destek Görevleri:** Römorkörler, kılavuz tekneler, ikmal gemileri ve diğer deniz araçlarına yardım etmek

d) **Bilimsel ve Endüstriyel Görevler:** Oşinografik araştırmalar ve deniz tabanı incelemeleri yapmak

### SIRA SİZDE

**Aşağıdaki tabloda verilen operasyonel senaryoları dikkatlice inceleyiniz. Her bir senaryonun gemilerin hangi temel görev alanında yer aldığını ilgili satıra yazınız.**

| No. | Operasyonel Senaryo | Temel Görev Alanı |
|---|---|---|
| 1 | Deniz kuvvetleri, Akdeniz'deki kıta sahanlığı bölgesinde devriye gezerek bölgenin güvenliğini sağlamayı ve olası tehditlere karşı caydırıcı bir güç oluşturmayı hedeflemektedir. | |
| 2 | İstanbul Boğazı çevresindeki fay hareketliliğini incelemek ve olası deprem risklerini takip etmek amacıyla deniz tabanına sismik ölçüm cihazları yerleştirilmesi planlanmaktadır. | |
| 3 | Rusya'dan yola çıkan 200.000 ton ham petrolün, çevre kirliliğine yol açmadan, uluslararası emniyet ve çevre koruma kurallarına uygun olarak Türkiye'deki bir rafineriye boşaltılması beklenmektedir. | |
| 4 | İtalya'dan Türkiye'ye gelmek isteyen 500 turistin hem konaklama ihtiyaçlarını karşılayacak hem de onları konforlu bir şekilde limandan limana taşıyacak bir ulaşım planlanmaktadır. | |

**DÜŞÜN, TARTIŞ, PAYLAŞ**

**Aşağıdaki soruların cevaplarını düşünerek cevaplarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.**

**1.** Suya atılan küçük bir taş hemen dibe çökerken bir tahta parçası suya atıldığında neden yüzer?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

**2.** Ağzı kapalı boş bir plastik şişe suda yüzebilirken şişenin içi tamamen suyla doldurulduğunda yüzme durumu neden değişir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

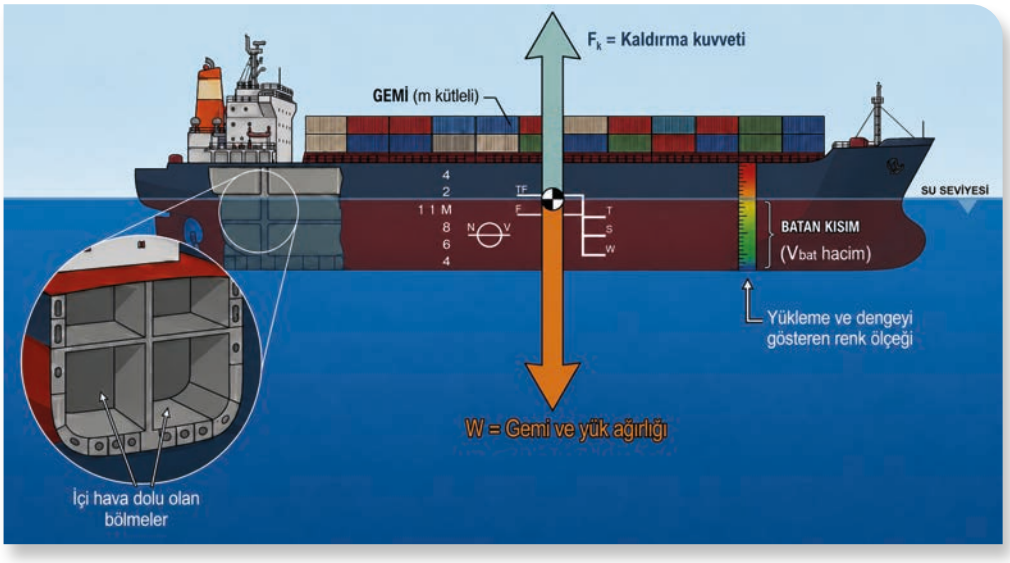
## 1.1.2. Gemilerin Yüzme Prensibi

Gemilerin suyun üzerinde dengede kalabilmesi, temel fizik ilkeleriyle açıklanan bir durumdur. Tonlarca ağırlıktaki büyük yapıların su yüzeyinde yüzebilmesi, buna karşın küçük bir taşın suya atıldığında hızla dibe çökmesi, bu sonucun sadece toplam ağırlıkla değil; aynı zamanda cismin yoğunluğu ve yer değiştirdiği sıvı miktarıyla ilgili olduğunu gösterir. Bu olgunun merkezinde Arşimet İlkesi yer alır. Bir cismin yüzebilmesi için toplam yoğunluğunun suyun yoğunluğundan düşük olması ve yerini değiştirdiği suyun ağırlığının, cismin kendi ağırlığına eşitlenmesi gerekir. Gemi suya bırakıldığında kendi ağırlığından eşit miktarda suyun yerini değiştireceği seviyeye kadar batar, bu noktada kaldırma kuvvetiyle ağırlık dengelenir ve yüzme sağlanır.

**Arşimet İlkesi;** bir sıvıya batırılmış bir cismin, yer değiştiren sıvının ağırlığına eşit büyüklükte yukarı doğru kuvvete maruz kaldığını belirtir. Bu kuvvete **kaldırma kuvveti** denir. Kaldırma kuvveti cismi yukarı doğru iter. Yer çekimi ise cisme aşağı doğru bir kuvvet (ağırlık) uygular ve bu kuvvet cismin kütlesi tarafından belirlenir. Dolayısıyla yer çekiminin cisme aşağı doğru uyguladığı kuvvet, kaldırma kuvvetinden azsa cisim yüzer.

Gemiler çok fazla ağırlıkta olsalar da suyun uyguladığı kaldırma kuvvetiyle yüzer. Arşimet İlkesi'ne göre gemiye yer değiştirdiği suyun ağırlığı kadar bir kaldırma kuvveti uygulanır. Geminin toplam ağırlığı ile suyun bu kaldırma kuvveti dengelendiğinde gemi suyun yüzeyinde kalır. Gemilerin içindeki büyük boşluklar (içi hava dolu olan bölmeler) nedeniyle toplam yoğunlukları suyun yoğunluğundan daha düşük kalır. Bu da suyun gemiyi yukarı doğru itmesini (kaldırma kuvveti) sağlar. Gemi su almaya başlarsa hava boşluklarının yerine geçen su, geminin toplam yoğunluğunu artıracak ve bu sebeple gemi batmaya başlayacaktır. Gemilerin belirli bir yük taşıma kapasitesi vardır. Aşırı yükleme yapılırsa yoğunluğu artar ve dolayısıyla gemi batabilir.

Gemilerin su seviyesi farklı renklerle boyanan bordadan takip edilir ancak aşırı yükleme denetimi asıl olarak geminin yan tarafındaki Plimsoll çizgisi (yük hattı) olarak adlandırılan yasal sınır işaretleriyle yapılır. Görsel 1.2 gemilerin yüzme prensibini göstermektedir.




**Görsel 1.2:** Gemilerin yüzme prensibi

## 1.2. GEMİ TÜRLERİ

Denizler; küresel ticaretin temel güzergâhları, stratejik güç dengelerinin merkezleri ve bilimsel araştırmaların yürütüldüğü alanlardır. Dünya ticaretinin çok büyük bir kısmının deniz yoluyla yapılması, bu ekosistemin temel bileşenleri olan gemilerin farklı amaçlar doğrultusunda özel mühendislik çözümleriyle tasarlanmasını zorunlu kılmıştır. Gemiler; kullanım amaçları, işlevleri, sevk sistemleri ve yapısal özellikleri esas alınarak sınıflandırılır. Gemi türlerinin belirli kriterlere göre sınıflandırılması, denizcilik sektörünün yapısal ve operasyonel özelliklerinin teknik açıdan analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Gemileri kullanım amaçlarına göre kategorize etmek; her birinin kendine özgü form, donanım ve hacimsel kapasitesinin yanı sıra, çalışma şartlarına uygun malzeme seçimini ve gerekli yapısal mukavemet kriterlerini de ortaya koyar. Görsel 1.3'te gemilerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması yer almaktadır.




**Görsel 1.3:** Gemilerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması

Gemileri kullanım amaçlarına göre sınıflandırmak; küresel ticaretin, savunma stratejilerinin ve endüstriyel faaliyetlerin nasıl bir iş bölümü içinde yürütüldüğünü gösterir. Bu sınıflandırma kıtalar arası milyonlarca ton yük taşıyan ticari gemilerden deniz sınırlarını koruyan yüksek teknolojili askerî unsurlara, deniz tabanından kaynak çıkaran endüstriyel platformlardan limanların işleyişini sağlayan hizmet botlarına kadar çok geniş bir yelpazeyi kapsar. Her bir gemi türü, taşıyacağı yükün cinsine, görev yapacağı coğrafyaya ve hedeflediği operasyonel hıza göre yapısal olarak farklılık gösterir. Bu kategori, geminin hangi görevi yerine getirmek için inşa edildiğini temel alır.

## 1.2.1. Ticari Gemiler

Deniz yoluyla kazanç elde etmek amacıyla yük veya yolcu taşımak için kullanılan araçlardır. Deniz ticareti, belirli amaçlar için tasarlanmış özel gemilerle gerçekleştirilir. Gemiler rastgele tasarlanmaz. Her gövde şekli, her güverte konfigürasyonu ve her ekipman parçası, kargoyu okyanuslar boyunca güvenli bir şekilde taşımada belirli bir amaca hizmet eder. Ticari gemiler yük ve yolcu gemileri olmak üzere ikiye ayrılır.

**a) Yük Gemileri**

Küresel ticaretin bel kemiğini oluşturan ve taşıdıkları yükün türüne göre farklı tasarımlara sahip olan büyük tonajlı deniz araçlarıdır. Günümüzde modern yük gemileri, binlerce tonluk kapasiteleri ve gelişmiş teknolojileriyle kıtalar arası lojistik akışını sağlar. Yük gemileri, taşıdıkları yüklerin cinslerine göre sınıflandırılır.

**BİLGİ KUTUSU**

Knot, denizcilikte ve havacılıkta kullanılan bir hız birimidir. 1 knot 1 saatte kaydedilen 1 deniz miline başka bir deyişle 1852 metreye eşittir. Türkçesi **düğüm** anlamına gelmektedir.

**Konteyner Gemileri:** Küresel ticaretin en verimli stratejik araçları arasında yer alır. Küresel ticaretteki mal akışının çok büyük bir kısmı, konteyner gemileriyle taşınır. Bu gemiler, kıtalar arası ticarette zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Ayrıca konteyner gemileri, karbon emisyonlarının azaltılmasına da katkı sunarak sürdürülebilir taşımacılığın önemli bir parçasını oluşturur. Küresel lojistik ağının yapı taşı olan konteyner gemileri, ticareti hızlandırırken daha fazla ürünün dünya pazarlarına ulaşmasını sağlar. Bu açıdan deniz taşımacılığı ve konteyner gemileri, küresel ekonomiye büyük katkı sunmakta ve ticaretin geleceğini şekillendirmektedir. Görsel 1.4'te konteyner gemisi görülmektedir.



**Görsel 1.4:** Konteyner gemisi

Konteyner gemilerinin baş (pruva) kısmı, su altında direnci azaltmak için hidrodinamik olarak tasarlanır. Bu tasarım farkının nedeni, daha ince bir pruva yapısının olması nedeniyle 18-22 knot hızlarında dalga oluşturma direncini azaltmasıdır. Bu gemiler, konteynerleri ambarlarda ve güvertede taşıyabilecek şekilde dizayn edilir. Konteyner gemileri; açık ambar ağızları nedeniyle maruz kaldıkları burulma ve eğilme streslerine karşı gemiyi koruyan güçlü bir merkezî omurga, bordaya gelen su basıncını karşılayan enine postalar ve kargo ambarlarını çevreleyen çift cidarlı mukavemet elemanlarından oluşan bir iskelet yapısına sahiptir.

**Tanker Gemileri (Petrol, Gaz, Kimyasal):** Petrol, gaz, kimyasal maddeler vb. tehlikeli ve hassas yükleri güvenli şekilde taşımak için özel olarak tasarlanan gemilerdir. Büyük miktarlarda sıvıyı güvenli ve verimli bir şekilde taşıma yeteneği, özellikle kimya ve enerji sektörlerinde küresel ekonomi için önemini giderek artırmaktadır. Görsel 1.5'te tanker gemisi görülmektedir.



**Görsel 1.5:** Tanker gemisi

Tanker gemileri çift cidarlı olarak inşa edilir. Bu yapının öncelikli amacı çatışma veya karaya oturma vb. kazalarda kargo tanklarının delinmesini önleyerek çevre felaketlerinin önüne geçmektir. Dökme kuru yük veya konteyner gemilerinden farklı olarak taşıdıkları sıvı maddenin sıcaklık, basınç, viskozite, kimyasal reaktivite vb. spesifik özelliklerine uygun, gövdeye entegre edilmiş sızdırmaz tanklarla özel olarak inşa edilir. Bu tanklar geminin boyuna ve enine olmak üzere bölmelere ayrılmıştır. Tankları bölmelere ayırmanın temel amacı, kimyasalların çalkalanmasının neden olduğu serbest yüzey etkisini sınırlandırarak geminin dengesini korumak ve gövde hasarı durumunda tüm kargonun sızma riskini azaltmaktır.

**Dökme Yük Gemileri (Tahıl, Maden):** Doğrudan gemi ambarına dökülen, paketlenmemiş yükleri taşımak için tasarlanmıştır. Bu yükler genelde kömür, tahıl, demir cevheri, çimento vb. katı ve granül yapıdadır. Bu gemilerde yükleme genellikle konveyör bant, vinç veya yükleme ekipmanlarıyla yapılır. Görsel 1.6'da dökme yük gemisi görülmektedir.



**Görsel 1.6:** Dökme yük gemisi

Dökme yük gemilerinin güvertelerinde yükleme ve boşaltma verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için özel olarak tasarlanmış, büyük, kutu şeklinde ambar kapakları bulunur. Bu ambar kapakları geniş kargo ambarlarına açılır ve bu da dökme yük gemilerini kömür, tahıl veya demir cevheri vb. gevşek malzemelerin taşınması için ideal hâle getirir. Bu malzemeler ara ambalajlamaya gerek kalmadan doğrudan ambarlara yüklenebilir. Açık ambar kapakları ve hücre kılavuzlarının olmaması nedeniyle dökme yük gemileri konteyner taşımak için donatılmamıştır.

**Ro-Ro Gemileri (Araç Taşıma):** Ro-Ro ifadesi, Roll on-Roll off kelimelerinin baş harflerinden gelir. Tekerlekli araçların deniz yoluyla taşınmasında kullanılan gemiler Ro-Ro gemileri olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde yükler genellikle araç, tır, treyler veya özel taşıma araçlarıyla gemiye yüklenir ve boşaltılır. Görsel 1.7'de Ro-Ro gemisi görülmektedir.



**Görsel 1.7:** Ro-Ro gemisi

**b) Yolcu Gemileri**

Temel amacı yolcuları bir noktadan diğerine taşımak veya onlara deniz üzerinde tatil imkânı sunmak olan deniz araçlarıdır. Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) SOLAS (Safety of Life at Sea - Denizde Can Güvenliği) Sözleşmesi'ne göre uluslararası mevzuatta 12'den fazla yolcu taşıyan her gemi yolcu gemisi olarak tanımlanır. Bu gemilerin uluslararası sözleşmelere ve ulusal teknik yönetmeliklere göre can kurtarma, yangın söndürme ve yapısal bölmelendirme standartlarına uygunluğu zorunludur. Ayrıca güvenli yolcu kapasitesi sertifikasına sahip olmaları ve düzenli denetimlerden geçmeleri şarttır. Tüm bu yasal gerekliliklerin temel amacı, yolcuların seyahat ve konaklama emniyetini en üst düzeyde güvence altına almaktır.

Günümüzde çok büyük boyutlara ulaşan kruvaziyerlerden hızlı feribotlara kadar geniş bir yelpazede çeşitlenen bu deniz araçları; stabilite sistemleri, yüksek güvenlik standartları ve hidrodinamik tasarımlarıyla deniz ulaşımının en güvenli ve konforlu unsurları arasında yer alır.

**Kruvaziyer Gemileri (Cruise Ship):** Belirli rotalarda eğlence ve dinlenme amaçlı seyahat eden; içinde konaklama, yemek ve aktivite alanları (tiyatro salonları, havuzlar, parklar vb.) barındıran yolcu gemileridir (Görsel 1.8). Uluslararası Kruvaziyer Hatları Birliği'ne (CLIA-Cruise Lines International Association) göre kruvaziyer gemi "seyahati programlanmış, derin sularda iki gün ya da daha fazla kalan, en az 100 yolcu kapasiteli gemi" şeklinde tanımlanmaktadır. Modern denizcilikte bu gemiler genellikle konfor, eğlence ve seyahati birleştiren **yüzen şehirler** olarak tanımlanır.



**Görsel 1.8:** Kruvaziyer gemisi

**Feribotlar:** Yolcuları varsa araçlarıyla birlikte düzenli aralıklarla iki kıyı arasında taşımak için kullanılan deniz taşıtları **feribot** olarak adlandırılır. En önemli görevi, kara yolu bağlantısının olmadığı veya uzun sürdüğü yerlerde araçları ve insanları su üzerinden karşıya geçirmektir. Feribotlar, yerel ekonomiye katkı sağlayan, turizmi ve ticareti kolaylaştıran önemli ulaşım araçlarıdır.

Feribotların gövde yapısı; araç ve yolcuları güvenle taşımak, manevra kabiliyeti sağlamak ve dalgalı sularda stabiliteyi korumak üzere özel olarak tasarlanır. Gövdeler genellikle çelik, alüminyum ve kompozit malzemelerden inşa edilir. Kullanım amaçlarına göre tek gövdeli ve çift gövdeli (katamaran) formlarında dizayn edilir (Görsel 1.9). Feribotların iç gövdesi, su geçirmez perdelerle dikey olarak bölmelere ayrılmıştır. Modern hızlı feribotlar ise ağırlığı azaltmak, yakıt tüketimini düşürmek ve daha yüksek hızlara ulaşmak için genellikle alüminyum ve kompozit malzemeden üretilir. Karbon fiber gibi kompozit malzemelerden üretilen feribotlar, yüksek mukavemet ve korozyon dirençleri sayesinde bakım-onarım masraflarını azaltır ve geminin kullanım ömrünü uzatır.



**Görsel 1.9:** Tek gövdeli ve çift gövdeli (katamaran) feribot

**Deniz Otobüsü:** Feribotlara göre daha küçük, hızlı ve aerodinamik tasarımlı, şehir içi veya kısa mesafeli şehirler arası hatlarda yolcu taşımak için kullanılan ve düzenli sefer yapan modern yolcu gemileridir (Görsel 1.10). Birçok modern deniz otobüsü, dalgalı sularda yüksek denge sağlamak için genellikle çift gövdeli (katamaran) formunda tasarlanır.



**Görsel 1.10:** Deniz otobüsü

## 1.2.2. Askerî Gemiler

Bağlı oldukları ülkenin egemenlik haklarının ve menfaatlerinin korunması, politik ve stratejik temsili, barışı destekleme, kolluk harekâtı, tahliye, insani yardım gibi fonksiyonları üstlenen farklı manevra ve dayanım özelliklerine sahip deniz araçlarıdır. Bu gemiler; geleneksel ve asimetrik tehditlere karşı caydırıcı, zorlu koşullarda görev yapabilecek, uzun süre açık denizlerde faaliyet gösterebilecek şekilde tasarlanmaktadır. Askerî gemiler, muharip gemileri ve yardımcı gemiler olarak iki başlık altında ele alınır.

**Muharip Gemiler:** Savaş amaçlı kullanılan; denizlerde ülke güvenliğini sağlamak, düşman unsurlarla mücadele etmek ve askerî görevleri yerine getirmek için tasarlanmış askerî gemilerdir. Başlıca muharip gemi çeşitleri uçak gemisi, amfibi hücum gemisi, mayın avlama gemisi, fırkateyn, korvet, destroyer, denizaltı ve hücumbot olarak sınıflandırılır (Görsel 1.11).




**Görsel 1.11:** Muharip gemi türleri

Muharip gemilerin (fırkateyn, korvet vb.) boy / en oranı yüksektir. V formunda bir pruva yapısına sahiptir ve genellikle gövde su hattı kesiti keskindir. Bu pruva yapısı, su direncini minimuma indirerek geminin yüksek hızlara (30 knot ve daha fazla) kısa sürede ulaşmasını ve ani manevralar yapabilmesini sağlar. Geminin ana gövdesi, özellikle su altı kısmı ve omurgası, patlama şoklarına ve torpido etkilerine dayanıklı, esneklik kabiliyeti yüksek özel alaşımlı çeliklerden inşa edilir. Modern gemilerin harekât merkezi, cephanelik, makine dairesi gibi kritik yapısal bölmeleri hafif ama kurşun geçirmez kompozit (kevlar) veya zırhlı plakalarla içten desteklenir. Modern muharip gemilerin gövde ve üst yapı sacları düz dikey açılarla değil, belirli açılarla eğimlendirilmiş olarak tasarlanır. Bu tasarımın amacı, düşman radarlarından gelen dalgaları geldikleri yöne değil, genellikle gökyüzüne veya denize doğru yansıtarak geminin radar kesit alanını küçültmektir.

**Yardımcı Gemiler:** Muharip gemiler doğrudan savaş görevlerini yerine getirirken yardımcı gemiler bu unsurların ihtiyaç duyduğu lojistik, teknik ve operasyonel desteği sağlayarak görevlerin kesintisiz sürdürülmesine katkı sağlar (Görsel 1.12).Böylelikle donanmalar, hem savaş gücünü hem de operasyonel sürekliliğini etkin bir şekilde koruyabilir.




**Görsel 1.12:** Yardımcı gemiler

## 1.2.3. Endüstriyel Gemiler

Denizlerde taşıma amacı dışında üretim, işleme, araştırma ve özel hizmet faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere tasarlanmış özel amaçlı deniz araçlarıdır. Bu gemiler; deniz altı doğal kaynaklarının araştırılması, enerji üretimi, kablo döşeme vb. teknik ve endüstriyel görevlerde önemli rol oynar. Modern denizcilikte büyük bir yer tutan endüstriyel gemiler, sahip oldukları özel ekipman ve teknolojilerle denizlerden ekonomik ve bilimsel fayda sağlanmasına katkıda bulunur (Görsel 1.13).




**Görsel 1.13:** Endüstriyel gemiler

## 1.2.4. Servis (Hizmet) Gemileri

Denizde çalışan sistemlerin kesintisiz işlemesini sağlayan destek ve hizmet gemileridir. Taşıma amacı ikinci planda olup hizmet odaklı özel ekipman ve donanıma sahiptir. Zorlu deniz koşullarında çalışabilecek şekilde tasarlanır. Görevleri; açık deniz petrol ve gaz platformlarına malzeme ve personel taşımak, platformlara bakım, onarım ve teknik destek sağlamak, römorkaj (çekme, itme ve manevra desteği) ve konumlandırma hizmeti vermek, deniz yapılarının kurulumu ve işletilmesine destek olmaktır. Görsel 1.14'te servis gemilerinin türleri görülmektedir.




**Görsel 1.14:** Servis gemileri

## 1.2.5. Yatlar ve Gezinti Tekneleri

Deniz Turizmi Yönetmeliği'ne göre kamarası, tuvaleti, lavabosu ve mutfağı olan ticari olarak veya ticari olmadan gezi, spor ve eğlence amacıyla deniz turizmi ticaretinde kullanılmaya uygun yük, yolcu ve balıkçı gemileri niteliğinde olmayan, taşıdığı yolcu sayısı 12'yi geçmeyen veya kabotaj seferinde 100 deniz miliyle sınırlı, en yakın karadan 20 milden fazla uzaklaşmamak şartıyla taşıdığı yolcu sayısı 36'yı geçmeyen ve tonilato belgesine sahip deniz aracına **yat** denir.

Yatlar kullanım amacına, yapıldığı malzemeye ve boyutlarına göre sınıflandırılmaktadır. Temel ayrım motor yat ve yelkenli yat olarak yapılmaktadır. Motor yatlarının genellikle 30 m üstü olanları **mega yat** olarak tanımlanmaktadır. Yelkenli yatlarının 30 m üstü olanlar ise genellikle **yelkenli süper yat (sailing superyacht)** olarak ifade edilmektedir.

Güney Ege'de geleneksel yöntemlerle yapılan ahşap balıkçı ve süngerci tekneleri, turizm amaçlı kullanılarak ahşap yat imalat sektörünün Türkiye'de ortaya çıkmasına ve gelişmesine öncülük etmiştir. Bununla birlikte Karadeniz kıyılarındaki köklü ahşap tekne yapım geleneği de sektöre ustalık ve üretim kültürü açısından katkı sağlamıştır. Bodrum guleti ahşap yat olarak tüm dünya denizlerinde ve özellikle Akdeniz çanağında hatırı sayılır bir üne kavuşmuştur. Yatların sınıflandırılmasında başvurulan en temel ölçütlerden biri de sevk edilme (itici kuvvet) kaynaklarıdır. Yat ve tekne türleri genel olarak şunlardır:

**Kamaralı Tekne ve Yatlar:** İçinde bir miktar ev konforunu barındıran tekne çeşididir. İçlerinde temel ihtiyaçları karşılayan küçük bölüm ve odalar (kamaralar) barındırır. Bu bölümlerde tuvalet, yatak ve mutfak bulunduğu için tekne içinde geçen vakitlerde konfor sunmaktadır. Genellikle dıştan takma motor sistemleriyle desteklenen bu modeller, yaygın olarak gezi amacıyla kullanılsa da son zamanlarda hız teknesi olarak da sıklıkla tercih edilmektedir.

**Yelkenli Tekne ve Yatlar:** Konfor ve güvenlik donanımlarıyla uzun süreli seyirler için tasarlanmış, ideal gezi teknesi sınıfında yer alırlar. Modern yelkenli yatlarda yaşam mahalli, isteğe bağlı olarak son teknoloji sistemlerle donatılarak ev konforunda bir yaşam alanı sunacak şekilde optimize edilebilir. Bu yatlar; dâhili motor desteğinin yanı sıra geniş kamaralar, hijyen üniteleri (tuvalet / banyo), su tankları, elektrik aksamları ve elektrik aksamlarını destekleyen tekne yat aküsüne sahiptir.

**Salmalı ve Açık Güverteli Tekneler:** Ağırlıkları ve boyutları büyük olan bu teknelerin sabit salma ve safraları bulunur. Bu yüzden çekilerek nakilleri oldukça zordur. Klasik model tekneler olarak bilinen bu teknelerin tarihi, diğer teknelerden çok daha eskidir.

**Motorsailor Modelleri:** Hem motorlu hem yelkenli teknelerin özelliklerini bulunduran teknelere verilen addır. İçlerindeki konfor mükemmel olmakla birlikte hızları da tipik bir yelkenli kadardır. Bu hızının arkasında ise çift motorla desteklenmesi bulunur.

**Yole ve Dingi Modelleri:** Açık güvertelere sahip modellerdir. Bu modellerin üzeri kapalıdır ve herhangi bir kamara bulunmaz. Hafif oldukları için karaya alınmaları veya nakilleri oldukça kolaydır. Kullanımı çok kolay olan bu tekneler içlerindeki basit sistemler nedeniyle küçük geziler için idealdir.

**Spor ve Sürat Tekne Modelleri:** İçten veya dıştan takma motor seçenekleriyle donatılabilen spor tekneler, motor güçlerine paralel olarak yüksek süratlere ulaşabilir. Güverteleri açıktır ve boyları büyüdükçe yarım ve kapalı kamaraları olmak üzere üretilen modelleri bulunur.

**Katamaran Modelleri:** Katamaran tekne çeşitleri, çift gövdeli tekne olarak da adlandırılır. Bunun nedeni, ana gövdenin sağında ve solunda iki adet gövde bulunmasıdır. Genellikle çift motorla donatılan bu tekneler, yüksek hızlara çıkabilme kapasitesine sahiptir. Estetik tasarımlarının yanı sıra geniş yaşam alanları ve sundukları yüksek stabilite (denge), katamaranları diğer tekne tiplerinden ayıran en önemli özelliklerdir.

**Motoryat Modelleri:** Yüksek konfor, hız, lüks yaşam alanları ve gelişmiş seyir teknolojilerini bir arada sunan; ana sevk sistemleri içten veya dıştan takmalı yüksek güçlü dizel motorlar olan modern deniz araçlarıdır. Motoryatlar, teknolojiyle her geçen yıl daha da gelişmektedir. Yeni motor teknolojileri, yakıt verimliliğini artırırken çevre dostu çözümler de ön plana çıkmaktadır. Elektrikli motoryatlar, karbon salınımını azaltma hedefiyle üretilmektedir. Görsel 1.15'te yat ve tekne türlerinin örnekleri verilmiştir.




**Görsel 1.15:** Yat ve tekne türleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıdaki tabloda farklı uzmanlık alanlarına sahip kişilerin görev tanımları ve çalışma hedefleri verilmiştir. Açıklamaları dikkatlice okuyarak her bir kişi için en uygun gemi sınıfını Uygun Gemi Sınıfı sütununa yazınız.**

| Uzmanlık Tanımı ve Çalışma Hedefi | Uygun Gemi Sınıfı |
|---|---|
| **Mühendis A.:** "Ben, deniz tabanından petrol ve doğal gaz çıkarmak için sondaj kulelerine teknik destek sağlayan ve deniz araştırmaları yapan yüksek teknolojili gemilerde çalışmak istiyorum." | |
| **Kaptan S.:** "Benim temel amacım, uluslararası sularda en kısa sürede en fazla yükü veya yolcuyu taşıyarak lojistik süreçleri ve taşımacılık maliyetlerini optimize etmektir." | |
| **Subay M.:** "Benim görevim, deniz sınırlarında güvenliği sağlamak, denizlerde hak ve menfaatlerimizi korumak için su üstü ve su altı platformlarını yönetmektir." | |
| **Dalgıç C.:** "Ben, liman operasyonlarında büyük gemilere manevra desteği veren römorkörlerde veya acil durum müdahale ve yangın söndürme işlerini yürüten destek teknelerinde uzmanlaşmak istiyorum." | |

**NOTLAR**

## 1.1. ETKİNLİK

| | |
|---|---|
| **Etkinlik Adı** | **Gemi Türleri Arasındaki Farkları Gösteren Dijital Sunum Hazırlama** |
| **Amaç** | Farklı gemi türlerinin özelliklerini, kullanım amaçlarını ve aralarındaki farkları analiz etmek |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | **Donanım:** Bilgisayar, projektör / projeksiyon<br>**Yazılım:** Çevrim içi ve masa üstü sunum yazılımları<br>**İçerik Malzemeleri:** Sunum taslağı / ajandası<br>**Görsel ve İşitsel Öğeler:** Fotoğraflar, tablolar, kısa videolar<br>**Tasarım Öğeleri:** Konuyla uyumlu tema / şablon, yazı tipleri, renk paleti<br>**Yedekleme:** USB bellek, çevrim içi dosya depolama ve paylaşım hizmetleri |

**Yönerge:** Gemi türlerinin özellikleri, kullanım amaçları ve aralarındaki farklarını analiz etmeye yönelik araştırma ve dijital sunu hazırlama süreçlerini planlı bir şekilde gerçekleştirebilmeniz için aşağıdaki adımları sırasıyla uygulayınız.

1. Çalışma ortamında (bilgisayar laboratuvarı) ergonomi ve elektrik güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gemi türlerine ait verileri inceleyerek ortak özellikleri ve farklılıkları sınıflandırınız.
3. Araştırdığınız gemi türlerini birbirinden ayıran yapısal özellikleri (malzeme, form, hacim, ambar şekilleri vb. özel donanımlar) belirleyerek bir karşılaştırma tablosu hazırlayınız.
4. Gemi türlerini, genel özelliklerini ve kullanım amaçlarını (ticari, askerî, endüstriyel, servis, gezinti) güvenilir kaynaklardan araştırınız.
5. Dijital sunum slaytlarınızı giriş, gelişme ve sonuç bölümlerine göre planlayınız. Bunun için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz.

   **Giriş:** Merak uyandıran bir başlık ve sunum amacını içeren bir giriş slaytı hazırlayınız.

   **Gelişme:** Gemi türlerini kullanım amaçlarına göre sınıflandıran bir şema hazırlayınız. Ticari (yük / yolcu) gemiler, askerî (muharip / yardımcı) gemiler, endüstriyel gemiler, servis gemileri, yat ve gezinti teknelerinin kullanım alanlarını açıklayan ve gemi türleri arasındaki yapısal farkları gösteren slaytlarınızı oluşturunuz.

   **Sonuç:** Ana noktaları özetleyen kapanış ve teşekkür slaytı oluşturunuz.
6. Teknik verilerle uyumlu, gemi türlerine göre ayırt edici nitelikte ve yüksek çözünürlüklü görsellere sunumunuzda yer veriniz.
7. Hazırladığınız sunumu gemi türlerinin özelliklerini, kullanım amaçlarını ve aralarındaki farkları vurgulayarak açık ve anlaşılır bir şekilde sununuz. Sunum sırasında göz teması kurunuz ve zaman yönetimini sağlayınız.
8. Çalışmanızı gözden geçirerek eksik yönlerinizi tamamlayınız. Sunum dosyanızı kaydedip USB bellek veya çevrim içi dosya depolama ve paylaşım hizmetleri yedekleyiniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 1.3. GEMİ YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER

Gemi yapımında kullanılan malzemeler, gemi inşa sürecinin en temel unsurlarından birini oluşturur. Bir geminin dayanıklılığı, güvenliği, performansı ve ekonomik ömrü; yapımında tercih edilen malzemelerin özelliklerine doğrudan bağlıdır. Tarih boyunca ahşaptan çeliğe, alüminyumdan kompozit malzemelere kadar birçok farklı malzeme, deniz şartlarına uyum sağlamak ve teknolojik gelişmelere cevap vermek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise malzeme seçimi mukavemet, korozyon direnci, ağırlık, maliyet, çevresel etkiler gibi pek çok kriter göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Bu durum gemi tasarımını daha verimli ve sürdürülebilir hâle getirmektedir.

Günümüzde birçok gemi türüne bakıldığında çoğunlukla çelikten inşa edildikleri görülür. Daha hafif yapıların gerekli olduğu durumlarda (hafif ve yüksek hızlı deniz araçlarında olduğu gibi) ise alüminyum ve kompozit malzemeler tercih edilir. Tarihsel olarak incelendiğinde ilk gemilerin ana malzemesinin ahşap olduğu bilinmektedir. Bu gelenek günümüzde de tamamen kaybolmamış, özellikle gezinti ve tur teknelerinde ahşap kullanımına devam edilmiştir.

Geminin içindeki yaşam alanlarında güvenlik ön planda olduğu için ısıya dayanıklı malzemeler tercih edilir. Bu amaçla genellikle taş yünü, cam yünü vb. yalıtım malzemeleri kullanılır. Elektrik sistemlerinde ise güvenli ve etkili iletim sağlamak için bakır kablolar ve plastik esaslı yalıtım malzemeleri tercih edilir. Zemin kaplamalarında da dayanıklılığı artırmak amacıyla ferrosement vb. çimento esaslı kompozit yapılar kullanılabilir. İlk bakışta gemiler, yaşam alanları açısından evlere benzer özellikler gösterse de asıl fark, geminin mukavemetini oluşturan yapısal bölümlerde ortaya çıkar. Bu bölümlerde kullanılan malzemelerdeki en önemli kriterlerden biri, üretim sürecinde kolay işlenebilir olmalarıdır.

Genel olarak gemi yapımında kullanılan malzemelerin basma, çekme, kesme, eğilme, burulma, yorulma vb. farklı yükleri karşılayabilecek dayanımda olması gerekir. Bunun yanında sertlik, kırılganlık, yorulma dayanımı, yanmaya karşı direnç vb. özelliklerin de belirli standartları sağlaması beklenir. Bu özellikler geminin güvenli, uzun ömürlü ve deniz şartlarına dayanıklı olmasını sağlar.

### 1.3.1. Metal Malzemeler

Gemi inşası, denizin zorlu koşullarına dayanabilecek ve geminin uzun yıllar güvenli bir şekilde hizmet vermesini sağlayacak sağlam ve dayanıklı malzemelerin kullanılmasını gerektirir. Bu süreçte kullanılan malzemeler geminin güvenliği, performansı ve ömrü üzerinde doğrudan etkili olur. Başlıca kullanılan metal malzemeler arasında çelik, alüminyum, paslanmaz çelik, bakır, titanyum ve nikel alaşımı yer alır. Her bir metal, sahip olduğu farklı özelliklerle geminin dayanıklılığını, ağırlığını ve korozyona karşı direncini belirler.

Çelik, yüksek mukavemeti ve kolay işlenebilir olması nedeniyle gemi yapımında en yaygın kullanılan malzemedir. Alüminyum ise hafifliği ve korozyona karşı dayanımı bakımından özellikle hızlı ve yakıt tasarrufu sağlayan gemilerde tercih edilir. Paslanmaz çelik, yüksek korozyon direnciyle uzun ömürlü kullanım sunarken bakır, titanyum vb. metaller daha çok özel parçalarda ve zorlu deniz koşullarına dayanıklılık gerektiren alanlarda kullanılır. Sonuç olarak gemi inşasında kullanılan her metalin kendine özgü avantajları vardır ve malzemelerin doğru seçimi geminin sağlamlığı, güvenliği ve uzun ömürlü olması açısından büyük önem taşır.

#### 1.3.1.1. Çelik Malzemeler

**Çelik**, demir elementinin (Fe) ana bileşen olduğu ve içinde ağırlıkça %0,02 ile %2,1 oranında karbon (C) bulunan bir metal alaşımıdır. Bu oran çeliğin sertlik, dayanım, şekillendirilebilirlik vb. özelliklerini doğrudan etkiler. Karbon miktarı arttıkça çeliğin sertliği ve mukavemeti artar ancak buna karşılık esnekliği ve işlenebilirliği bir miktar azalır. Çelik yalnızca demir ve karbonla sınırlı değildir; kullanım amacına göre içine nikel, krom, molibden, mangan vb. alaşım elementleri eklenerek farklı özellikler kazandırılabilir. Örneğin krom ilavesi korozyon direncini, molibden ilavesi yüksek sıcaklık performansını ve korozyon direncini artırırken nikel ilavesi çeliğin dayanıklılığını ve tokluğunu (darbe veya ani yükler altında kırılmadan önce enerji emme kapasitesi) geliştirir.

Çelik, gemi inşasında kullanılan en yaygın ve en önemli yapı malzemelerinden biridir. Yüksek dayanım, sağlamlık ve kolay şekillendirilebilme özellikleri nedeniyle gemi yapımında sıkça tercih edilir. Geminin temel taşıyıcı sistemini oluşturan çelik, aynı zamanda zorlu deniz şartlarına karşı gemiye dayanıklılık kazandırarak uzun ömürlü kullanım sağlar. Bu özelliğiyle büyük yük taşıma kapasitesine sahip gemilerin yapımında ideal bir tercih oluşturur. Dayanıklı yapısı sayesinde çelik, geminin darbe ve dış yük etkilerine karşı korunmasına da katkı sağlar ve bu durum geminin güvenliğini artırır. Görsel 1.16'da bir gemi bloğunda kullanılan çelik malzemeler görülmektedir.



**Görsel 1.16:** Çelik malzemeyle yapılmış gemi bloğu

Çeliğin uygun üretim yöntemleriyle işlenebilir olması, onu gemi inşasında çok yönlü bir malzeme hâline getirir. Gemi gövdesi başta olmak üzere birçok yapısal parça ve bileşen, çelik kullanılarak üretilir. Ayrıca kaynak ve montaj işlemlerinin verimli bir şekilde yapılabilmesi gemi üretim sürecini hızlandırır. Bu nedenle çelik, gemi yapımında uzun yıllardır en temel ve vazgeçilmez malzemeler arasında yer almaktadır.

## Çeliklerin Sınıflandırılması

Endüstride kullanılan çelikler; üretim süreçlerinden kullanım amaçlarına, iç yapılarından kimyasal bileşimlerine kadar oldukça geniş bir çeşitlilik gösterir. Malzemenin yapısal analizini doğru yapabilmek ve mühendislik uygulamalarında en uygun seçimi gerçekleştirebilmek için çelikleri belirli kriterlere göre gruplandırmak önemlidir. Bu doğrultuda çelikler, temel olarak aşağıda yer alan kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

- Üretim metotlarına göre çelikler
- Kullanım alanlarına göre çelikler
- Bileşimlerine göre çelikler
- Ana katkı maddesine göre çelikler
- Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre çelikler
- Sertleştirme ortamlarına göre çelikler
- Metalografik yapılarına (fazlarına) göre çelikler

Çeliklerin içindeki kimyasal elementler, çelik özelliklerini etkileyen en önemli unsurdur. Bu elementlerin çeliğin içinde bulunması ve miktarı, çeliğin özelliğini değiştirmektedir. Bu durum değişik alanlarda kullanılabilecek farklı özellikte çeliklerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bu katkı maddelerinin en önemlisi karbondur. Çelikler kimyasal bileşimlerine göre sade karbonlu ve alaşımlı çelikler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmayı daha iyi anlayabilmek için öncelikle alaşım kavramını ele almak gerekir.

**Alaşım:** Birden fazla elementin bir araya gelmesiyle oluşan metalik malzemelere alaşım adı verilir. Doğadaki saf metaller genellikle yumuşaktır ve endüstriyel kullanım için yetersizdir. Metalleri daha güçlü hâle getirmek için alaşım yöntemi kullanılır. Bir alaşım malzemesinin oluşabilmesi için metalik özellikler taşıması gerekir. Bunun için de sahip olduğu elementlerden en az bir tanesinin metal olması gerekir. Alaşımlar genel olarak iki kısımda incelenir.

**Demir Esaslı Alaşımlar:** İçeriğinde ana alaşım malzemesi olarak demirin bulunduğu tüm alaşımlardır. Birçok demir esaslı alaşım bulunmakla birlikte alaşımlı çelikler, karbon çelikleri, paslanmaz çelikler, takım çelikleri ve dökme demirler bu kategoride yer alır.

**Demir Dışı Metaller ve Alaşımlar:** İçeriğinde ana alaşım malzemesi olarak demirin bulunmadığı tüm alaşımlar bu grupta yer alır. Kullanım miktarı demir-çeliğe göre daha az olmasına rağmen belirli uygulamalarda kullanılması, bu alaşımları ekonomik açıdan demir esaslı malzemeler kadar önemli hâle getirir. Çok sayıda demir dışı alaşım olmasına rağmen yaygın olarak kullanılanları alüminyum, bakır, titanyum, nikel, magnezyum ve çinko alaşımları olarak bilinir.

### a) Sade Karbonlu Çelikler (Alaşımsız Çelikler)

Ana alaşım elementi olarak demir haricinde sadece karbon ve az da olsa diğer katkı elementlerini de içeren alaşıma **sade karbonlu çelik** denir. Sade karbonlu çelikler, en temel çelik türlerinden biridir.İçinde karbon elementine az da olsa eklenen %0,5 silisyum, %0,8 mangan, %0,1 alüminyum, %0,25 bakır ve %0,1 titanyum sınırlarının içinde alaşım elementlerini de bulundurabilir. Mekanik özellikleri, yapılarında bulunan karbon oranına bağlı olarak değişir. İçerdiği karbon miktarı arttıkça çeliğin sertliği ve mukavemeti artar, buna karşılık şekillendirilebilirliği ve kaynak kabiliyeti düşer.

Demir çelik endüstrisinde üretilen çeliklerin yaklaşık %90'ı sade karbonlu çeliktir. Sade karbonlu çeliklerin sertleşme yetenekleri azdır ancak alevle ve indüksiyonla yüzey sertleştirilmesi yapılabilir. Bileşimindeki karbon oranlarına göre sade karbonlu çelikler üçe ayrılır.

**Düşük Karbonlu Çelikler:** Ağırlıkça %0,05 ile %0,30 arasında karbon içeren alaşımlardır. Yumuşak ve kolay şekillendirilebilir yapılarıyla öne çıkar. Geniş bir kullanım alanına sahip olan bu çelik grubu; özellikle bükme, dövme ve kaynak gerektiren imalat süreçlerinde ilk tercihtir. Kazanlar, basınçlı kaplar, sıvı taşıma boruları, otomotiv gövde panelleri, havalandırma kanalları gibi yapısal alanlarda kullanılır.

**Orta Karbonlu Çelikler:** Karbon içeriği %0,3 ile %0,6 arasında değişen alaşımlardır. Bu çelik kategorisi, düşük karbonlu çeliğin şekillendirilebilirliği ile yüksek karbonlu çeliğin mukavemeti ve sertliği arasında bir denge sunar. Isıl işlemle sertleştirilmeye uygundur. Makine, cıvata, somun, gemi şaftı, dişli çark, transmisyon mili, manivela kolu, ray, kazma, kürek gibi araç gerecin yapımında kullanılır.

**Yüksek Karbonlu Çelikler:** Karbon içeriği %0,60 ile %1,5 arasında değişen alaşımlardır. Artan karbon miktarı çeliğin sertliğini, çekme dayanımını ve aşınma direncini önemli ölçüde artırır. Bu da onu yüksek mukavemet ve aşınma direnci gerektiren uygulamalar için uygun hâle getirir. Ancak yüksek karbon içeriği bu çelikleri daha az esnek hâle getirir. Bu durum belirli koşullar altında çatlamaya yatkın olmalarına neden olur. Ayrıca yüksek karbonlu çeliklerin kaynaklanabilirliği, düşük karbon içerikli çeliklere göre daha zordur. Kesici aletler (bıçaklar, keskiler), yaprak ve spiral yaylar, tarım aletleri (pulluk ve greyder bıçakları), zımbalar, kepçe dişlileri ve yüksek mukavemetli çelik teller başlıca kullanım alanları arasındadır.

### b) Alaşımlı Çelikler

Çeliğin içinde sadece karbon değil, farklı oranlarda alaşım elementleri ve empürite elementler bulunur. **Alaşımlı çelik**; karbon çeliğine çeşitli elementlerin (krom, nikel, molibden, vanadyum vb. alaşım elementleri) eklenmesiyle elde edilen, mekanik özellikleri iyileştirilmiş bir çelik türüdür. Çeliğin iç yapısını ve kimyasal bileşimini oluşturan, ona farklı özellikler kazandıran bu elementlere **alaşım elementleri** denir. Alaşım elementleri çeliğe değişik oranlarda katılarak farklı özellikte çelikler elde edilebilir. Bu özellikler, malzemeyi birden fazla kullanım alanına hitap edebilecek hâle getirir. Çeliğe eklenen bazı alaşım elementleri ve özellikleri şunlardır:

**Karbon:** Çeliğin temel alaşım elementidir. Çeliğin mukavemetini ve sertliğini artıran en önemli elementtir.

**Krom:** Paslanmaz çeliğin temel bileşeni olan krom; çeliğe korozyon, oksitlenme, aşınma direnci ve sertlik kazandırmak amacıyla eklenir.

**Nikel:** Çeliğin tokluğunu artırmak amacıyla eklenir. Ayrıca deniz suyu korozyonuna karşı çeliklerin direncini artırmak amacıyla nikel alaşımı kullanılır.

**Molibden:** Çeliklerin sertliğini, aşınma direncini ve dayanımını arttırır; yüksek sıcaklıklarda mukavemeti korur.

**Vanadyum:** En güçlü karbür oluşturucu elementlerden olduğu için çeliğin sertliğini ve aşınma direncini önemli ölçüde artırır.

**Mangan:** Çeliğin dayanımını artırır ve sertliğini olumlu etkiler.

**Silisyum:** Metal olmayan bir alaşım elementidir. Genellikle metallerde oksit giderici olarak kullanılır.

**Tungsten / Volfram:** Yüksek sıcaklık mukavemetini ve sertliği artırır. Volframın oluşturduğu karbürler çeliklerin aşınma direncini önemli ölçüde yükseltir.

**Titanyum**: Önemli karbür yapıcı elementlerden biri olduğu için çeliğin sertliğini ve korozyon direncini artırır.

**Kurşun:** Çeliğin işlenebilirliğini artırmak için kullanılan bir metal alaşım elementidir.

**Alüminyum:** Çeliklerde güçlü bir oksijen giderici olarak kullanılır. Yoğun oksijen, çelikleri oksitleyerek mikroyapısını bozabilir. En fazla %0,075 oranında kullanımı uygundur.

**Bakır:** Sünekliği düşürürken korozyon direncini artırır. Bakır, alaşım elementlerinin çeliğe etkisi yönüyle sertleştirici bir elementtir. Paslanmaz çeliklerde sık kullanılır. Sıcak şekillendirmede kırılganlığa sebep olduğu için %0,5 oranı genellikle aşılmaz.

Alaşımlı çelikler, içerdiği alaşım elementlerine ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplara ayrılır. Belirli mekanik ve kimyasal özellikleri optimize edilerek çeşitli sanayi dallarında kullanılmak üzere üretilir. Alaşımlı çelik türleri şunlardır:

**Düşük Alaşımlı Çelikler:** %1 ile %5 oranında alaşım elementi içeren ve karbon çeliğine kıyasla daha üstün mekanik özellikler sunan bir çelik türdür. Mukavemet, süneklik, kaynaklanabilirlik ve korozyon direncini artırmak için özel olarak tasarlanır. İçeriğinde genellikle vanadyum, nikel, krom, molibden, mangan, bakır vb. elementler bulunur.

Çok yönlülüğü, performans ve maliyet arasında bir denge sunarak birçok endüstri için uygun hâle getirir. Düşük alaşımlı çeliklerin kullanım alanları askerî araçlardan petrol sondaj platformlarına, basınçlı kaplara ve borulara, hafriyat ve inşaat ekipmanlarına ve yapısal çeliğe kadar çeşitlilik gösterir. Düşük alaşımlı çelikler denizaltılar, köprüler, gemi gövdeleri, arazi araçları vb. birçok konstrüksiyon yapımında kullanılır. Bu çeliklerin kaynak kabiliyeti yüksektir.

**Yüksek Alaşımlı Çelikler:** Yapılarındaki alaşım elementlerinin toplam ağırlık oranının %5'i aştığı çelik türleridir. Bu çelikler mukavemet, korozyon direnci, termal direnç vb. özelliklerin geliştirilmesi amacıyla krom, nikel, molibden vb. alaşım elementlerini yüksek oranlarda içerir. Sertleşebilirlik ve aşınma direnci açısından da oldukça güçlüdür. Bu çelik türünün işlenmesi, düşük alaşımlı çeliklere göre daha zor ve maliyetli olarak bilinir. En temel iki grubu takım çelikleri ve paslanmaz çeliklerdir.

Yüksek alaşımlı çelikler; korozyon direnci, yüksek mukavemet ve aşınma dayanımı gerektiren ağır sanayi, otomotiv, havacılık ve savunma sanayisinde kesici takımlar ve kalıplar, inşaat ve borulama sistemleri vb. alanlarda kullanılır. Bu malzemeler, zorlu çevresel şartlara ve yüksek sıcaklık / basınç uygulamalarına dayanıklılık sağlamak amacıyla dikişsiz borularda ve yapısal bileşenlerde tercih edilir.

### Paslanmaz Çelikler

**Paslanmaz çelik**; korozyona (paslanmaya) karşı son derece dirençli, en az %10,5 oranında krom (Cr) içeren bir demir-karbon alaşımıdır. Yüzeyindeki krom, oksijenle reaksiyona girerek pasif bir film tabakası oluşturur ve metali paslanmaya karşı korur. Paslanmaz çelik, gemi inşasında önemli bir yer tutan ve özellikle dayanıklılık ile uzun ömür açısından kritik rol oynayan bir malzemedir. En önemli özelliği, korozyona karşı yüksek direncidir. Bu özelliği nedeniyle deniz suyunun ve nemli ortamın olumsuz etkilerine karşı uzun süre dayanabilir ve gemilerin güvenli şekilde kullanılmasını sağlar.

Gemi yapımında paslanmaz çelik; özellikle korozyona açık bölgeler, makine daireleri, boru sistemleri ve bazı gövde parçalarında tercih edilir (Görsel 1.17). Bu malzeme, deniz suyuna ve atmosfer koşullarına karşı gösterdiği direnç nedeniyle geminin bakım ihtiyacını azaltır ve kullanım ömrünü uzatır. Ayrıca paslanmaz çelik, sağlam yapısı nedeniyle gemilere yüksek güvenlik kazandırır ve zorlu deniz koşullarında yapısal dayanıklılığı artırır. Bunun yanında hijyenik bir malzeme olması nedeniyle gemilerdeki mutfak, gıda hazırlama alanları ve su sistemlerinde de güvenle kullanılır. Sonuç olarak paslanmaz çelik, yalnızca korozyona karşı koruma sağlamakla kalmayıp aynı zamanda geminin güvenliğini, dayanıklılığını ve işlevselliğini artıran önemli bir mühendislik malzemesidir.



**Görsel 1.17:** Gemi yapımında kullanılan paslanmaz çelik malzeme

### Gemi İnşasında Kullanılan Çelik Yapı Elemanları

Gemi inşasında kullanılan çelik malzemeler; yapının dayanıklılığı, güvenliği ve hizmet ömrü açısından belirleyici bir rol oynar. Bu bağlamda çelik; sahip olduğu yüksek mukavemet, şekillendirilebilirlik ve deniz ortamına uyum sağlayabilme özellikleri nedeniyle en yaygın tercih edilen temel malzemedir. Gemi inşasında kullanılan çelik yapı elemanları, geminin farklı bölümlerindeki yük, basınç ve çevre koşullarına göre seçilir. Bu nedenle gemi inşasında öne çıkan temel çelik yapı elemanlarının özelliklerinin ve gemide kullanım alanlarının bilinmesi, doğru malzeme seçimi açısından önemlidir. Gemi inşasında öne çıkan temel çelik yapı elemanları ve gemide kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

**Sac Levhalar:** Geniş yüzey alanına sahip, düz ve ince çelik plakalardır. Farklı kalınlık, genişlik ve uzunluk seçenekleriyle gemi inşa sanayinde temel malzeme olarak tercih edilmektedir.

**Ondüle Plakalar (Oluklu Saclar):** Gemi inşasında yapısal direnci güçlendirmek için tercih edilen, özellikle tankların ve perdelerin imalatında kullanılan, bükme işlemiyle dalgalı bir form kazandırılan çelik plakalardır.

**Hollanda Profili:** Gemi yapımında özellikle gemilerin iç yapısal iskeletini güçlendirmek için kullanılan, bir kenarında yuvarlak bir çıkıntısı (yumru / bulb) bulunan özel bir çelik profil çeşididir.

**L Profil (Köşebent):** İki düz kanadın 90° açıyla birleşmesiyle oluşan, "L" harfi şeklinde, genellikle çelik veya paslanmaz çelik malzemeden üretilen temel bir yapı ve bağlantı elemanıdır.

**U Profil:** Kesiti "U" harfine benzeyen, genellikle çelikten üretilen, taşıyıcı ve destekleyici işlevlere sahip yapı elemanıdır. Gemi yapımında kullanılan U profiller (NPU), yüksek yük taşıma kapasiteleri nedeniyle gövde inşasında ve güverte desteklerinde tercih edilir.

**I ve H Profiller:** Kesiti "I" ve "H" şekline benzeyen, genellikle çelik yapılarda yüksek taşıma kapasitesi ve dayanıklılık sağlayan yapısal bir çelik elemandır. Bu profiller, yüksek eğilme direncine sahip oldukları için özellikle geminin dikey ve yatay yük taşıyan bölümlerinde tercih edilir.

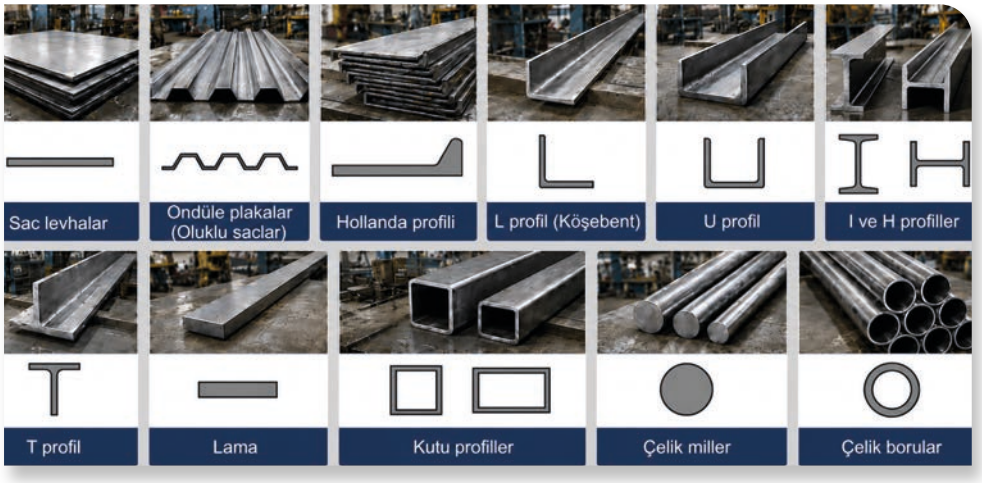
**T Profil:** Kesiti "T" harfine benzeyen, genellikle çelikten üretilen, yüksek mukavemetli ve taşıyıcı özellikteki yapı elemanıdır. T profiller, gemi inşasında yüksek mukavemet ve dayanıklılık gerektiren yapısal elemanlar olarak özellikle gövde iskeletinde ve güverte desteklerinde kullanılır.

**Lama:** Dikdörtgen kesitli, yassı formda ve uzun çelik şeritlerdir. Gemi inşasında destek, güçlendirme ve bağlantı elemanı olarak kullanılan, yüksek mukavemete sahip bir çelik yapı elemanıdır.

**Kutu Profil:** Genellikle sıcak veya soğuk haddelenmiş çelik saclardan üretilen, kare veya dikdörtgen kesitli, içi boş yapısal metal profillerdir. Yüksek dayanım, düşük ağırlık ve bükülme / burulmaya karşı direnç sunan bu malzemeler; gemi inşa sektöründe taşıyıcı ve çerçeve elemanı olarak yaygın bir şekilde kullanılır.

**Çelik Miller:** Gemi yapımında kullanılan, yüksek korozyon direnci ve mukavemet sağlayan paslanmaz veya krom kaplı çeliklerden üretilir. Genellikle pervane şaftları, dümen sistemleri ve güverte donanımlarında tuzlu suyun aşındırıcı etkisine karşı uzun ömürlü performans için tercih edilir.

**Çelik Borular:** Demir ve karbon alaşımından üretilen; yüksek mukavemet, dayanıklılık ve korozyon direnci sunan, silindirik yapı elemanlarıdır. Bu özellikleriyle öne çıkan çelik borular; gemilerde yakıt, balast, yangınla mücadele ve atık su hatlarından motor soğutma sistemlerine kadar pek çok tesisatın yanı sıra korkuluk, merdiven vb. yapısal donanımlarda da temel bileşen olarak tercih edilir. Görsel 1.18'de gemi yapımında kullanılan temel çelik yapı elemanları ve kesit görünüşleri verilmiştir.




**Görsel 1.18:** Gemi inşasında kullanılan çelik yapı elemanları

### Gemi İnşasında Çelik Malzemelerin Seçim Kriterleri ve Klas Kuruluşu Gereklilikleri

Gemi inşa sektöründe ve gemi yapımında kullanılan ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak üretilen malzemelerin kullanılabilirliği, ilgili klas kuruluşları tarafından denetlenir. Gemi inşaat sektöründe kullanılan çelikler bazik oksijen fırını, elektrik ark ocağı (EAF) yöntemi veya ilgili klas kuruluşunun özel olarak onayladığı diğer yöntemlerle üretilir. Her çelik kalitesi için kullanılan deoksidasyon (ergimiş metalden oksijeni alma metodu) yöntemi ilgili klas kuruluşunun belirtilen isteklerine uygun olmalıdır.

Kullanılacak çelik malzemelerin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak üretilmesi gerekmektedir. Çünkü her geminin bir klas kuruluşu tarafından denetlenmesi ve klaslanması zorunludur. Klas kuruluşları, gemi yapımında kullanılabilecek malzemelerin kullanılabilirliğini birtakım kurallara bağlamışlardır. Bu kurallar aşağıda verilen başlıklar altında gruplanmaktadır.

- Üreticilerden istenenler
- Çelik üretim yöntemleri
- Teslim şartları ve ısıl işlemler
- Mamullerin genel karakteristikleri
- Boyutlar
- Boyutsal ve geometrik toleranslar
- Genel teknik istekler
- Özel istekler

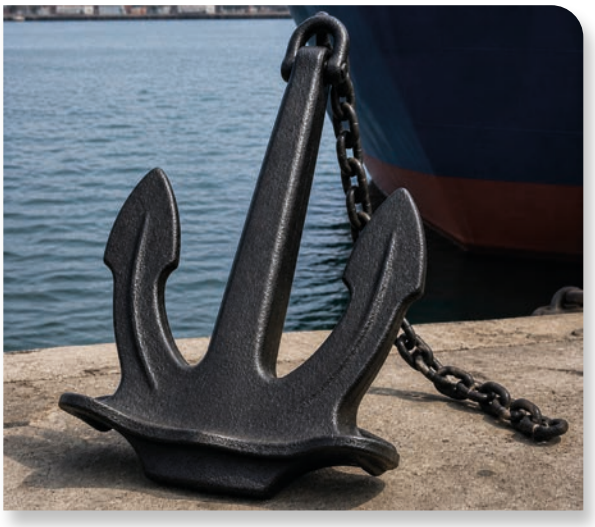
Ürünler arasından seçilen test numunelerinin üzerinde kimyasal bileşim testi, mekanik özelliklerin testi, Charpy darbe testi gibi testler uygulanmaktadır. Ultrasonik muayeneler, yüzey düzgünlüğü vb. kaliteyi belirleyici kontroller de yapılmaktadır.

## 1.3.1.2. Dökme Demirler

Genellikle %2 ile %4,5 arasında karbon ve yüksek oranda silisyum içeren demir-karbon alaşımlarıdır. Çeliğe kıyasla daha düşük bir erime sıcaklığına (yaklaşık 1150 °C) sahip olan bu malzemeler, akışkanlıkları yüksek olduğu için karmaşık parçaların dökümüne uygundur. Basınç dayanımları yüksek olsa da süneklikleri düşük ve kırılgan bir yapıdadır.

Dökme demirler; sahip oldukları iç yapı, kimyasal bileşim ve mekanik özellikleri bakımından çeşitlilik gösteren, farklı endüstriyel gereksinimleri karşılayan çok yönlü malzemelerdir. Endüstride en sık kullanılan türleri arasında gri, sfero, temper, beyaz ve yüksek alaşımlı dökme demirler yer alır. Bu sınıflandırma; temelde karbon oranına, karbonun yapı içindeki dağılım formuna ve malzemenin fiziksel dayanımına göre yapılır.

Gemi yapımında dökme demirler, çeliğe kıyasla daha sınırlı alanlarda kullanılır. Bunun temel nedeni kırılganlıklarının yüksek, darbe dayanımlarının ise düşük olmasıdır. Buna rağmen yüksek basınç dayanımı, titreşim sönümleme özelliği, iyi dökülebilirlik vb. avantajları nedeniyle bazı kritik parça ve sistemlerde tercih edilir. Gemi gövdesi gibi yük taşıyan ana yapısal elemanlarda çelik tercih edilirken dökme demirler daha çok makine, motor blokları ve çapa, dişli, valf gövdesi vb. ekipman parçalarında kullanılır. Görsel 1.19'da dökme demirden yapılmış bir çapa görülmektedir. Dökme demirler, gemi yapımında ana taşıyıcı malzeme değil, yardımcı ve işlevsel parça malzemesi olarak önemli bir rol oynar. Sonuç olarak gemi inşaatında kullanılan metal malzemeler kullanıldıkları yerlere ve amaçlarına bağlı olarak seçilir.



**Görsel 1.19:** Dökme demirden üretilmiş çapa

### 1.3.1.3. Alüminyum ve Alaşımları

**Alüminyum**; simgesi Al, atom numarası 13 olan, gümüş-beyaz renkli, hafif, sünek ve korozyona karşı dirençli bir metal elementtir. Doğada genellikle boksit cevheri hâlinde bulunur. Hafifliği ve şekillendirilebilirliği nedeniyle birçok sektörde yaygın olarak kullanılır.

En çok bilinen alüminyum alaşımları, üstün mukavemet ve şekillendirilebilirlik sunan 6061 (genel amaçlı), 7075 (havacılık / yüksek direnç) ve korozyon direnci yüksek 5052 / 5083 serileridir. Denizcilik sektöründe **marin sınıfı** olarak bilinen 5000 serisi alüminyum alaşımları arasında 5083 ve 5052, kullanım amaçlarına göre birbirini tamamlayan iki temel malzemedir.

Gemi inşasında kullanılan malzemelerden alüminyum, son yıllarda hafifliği ve korozyon direnci nedeniyle önemli bir yere sahip olmuştur. Düşük yoğunluğu ve deniz suyuna karşı yüksek dayanımı nedeniyle özellikle hızlı yolcu gemileri, ticaret gemileri ve bazı askerî gemilerde (hızlı hücumbotlar ve devriye gemileri, sahil güvenlik ve çıkarma araçları) tercih edilmektedir. Bu özellikleri nedeniyel alüminyumun gemi yapımındaki kullanımını giderek artırmakta ve alüminyum, modern gemi tasarımlarında önemli bir yere sahip olmaktadır.

Alüminyumun gemi inşasında sağladığı başlıca avantajlar şunlardır:

**Hafiflik:** Çeliğe kıyasla düşük yoğunluğa sahip olduğu için geminin toplam ağırlığını azaltır, bu durum yakıt tasarrufu ve daha yüksek hız sağlar.

**Korozyon Direnci:** Deniz suyuna karşı yüksek dayanım göstererek geminin ömrünü uzatır ve bakım ihtiyacını azaltır.

**İyi İşlenebilirlik:** Kolay şekillendirilebildiği için tasarım esnekliği sunar ve üretim süreçlerini hızlandırır.

**Yeterli Dayanıklılık:** Hafif olmasına rağmen mekanik yükleri karşılayabilecek dayanıklılığa sahiptir.

**Enerji Verimliliği**: Daha az yakıt tüketimi sağlayarak hem ekonomik hem de çevresel açıdan avantaj oluşturur.

Alüminyum; avantajlarıyla günümüz gemi inşasında giderek daha fazla tercih edilen, modern ve verimli bir malzeme hâline gelmiştir. Görsel 1.20'de gemi yapımında kullanılan alüminyum malzemeden üretilmiş bir tekne / yat görülmektedir.



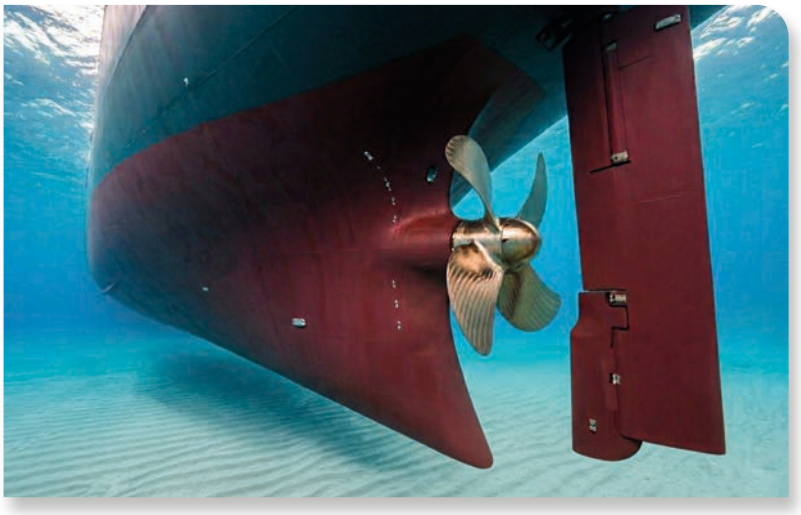
**Görsel 1.20:** Alüminyum malzemeden üretilmiş tekne / yat

### 1.3.1.4. Bakır ve Alaşımları

**Bakır**, simgesi Cu ve atom numarası 29 olan, kırmızımsı turuncu renge sahip yumuşak ve kolay şekillendirilebilen bir metaldir. En önemli özelliklerinden biri, gümüşten sonra elektriği ve ısıyı en iyi ileten elementlerden biri olmasıdır. Bu özelliğiyle modern sanayi ve teknolojide yaygın olarak kullanılan temel metaller arasında yer alır.

En çok bilinen bakır alaşımları; üstün şekillendirilebilirlik ve estetik sunan pirinç (bakır-çinko), yüksek mukavemet ve korozyon direnci sağlayan bronz (bakır-kalay), denizcilikte yaygın kullanılan nikel-bakır ve yüksek iletkenlik / sertlik sağlayan berilyum-bakır alaşımlarıdır.

Bakır; gemi inşasında özellikle elektrik sistemleri, kablolama ve iletkenlik gerektiren parçalarda kullanılır. Yüksek iletkenlik özelliğiyle gemi içi elektrik enerjisinin güvenli ve verimli bir şekilde iletilmesini sağlar. Ayrıca deniz suyuna karşı dayanıklı olması, onu gemi ortamı için uygun hâle getirir. Gemi pervaneleri; deniz suyunun aşındırıcı etkisine (korozyon) karşı dayanıklı olması, yüksek mukavemet göstermesi ve kolay işlenebilmesi nedeniyle genellikle bakır alaşımlarından üretilir (Görsel 1.21).



**Görsel 1.21:** Bronz malzemeden yapılmış bir gemi pervanesi

Bakır, biyolojik kirlenmeye (yosun, midye vb. canlıların tutunmasına) karşı direnç gösterir. Bu nedenle bazı gemi parçalarında ve suyla temas eden sistemlerde tercih edilir. Ayrıca boru hatları ve ısı değiştirici sistemlerde de yaygın olarak kullanılır (Görsel 1.22).



**Görsel 1.22:** Gemi yapımında kullanılan bakır alaşımlı boru bağlantı elemanları

### 1.3.1.5. Titanyum ve Alaşımları

**Titanyum**; simgesi Ti , 22 atom numarası olan, gümüşümsü gri renkte, oldukça hafif, parlak ve yüksek mukavemetli bir geçiş metalidir. Çelik kadar güçlü olmasına rağmen yaklaşık %40-45 daha düşük yoğunluğa sahip olan titanyum, korozyona ve aşırı sıcaklıklara karşı üstün direnç gösterir. Havacılık, tıp (implant), denizcilik ve otomotiv sektörlerinde yaygın olarak kullanılır. Denizcilik sektöründe yüksek korozyon direnci ve mukavemeti nedeniyle en çok kullanılan titanyum alaşımları Ti-6Al-4V (Grade 5), Grade 2 (Saf) ve korozyon direnci artırılmış Grade 12'dir.

Gemi inşasında titanyum, özellikle deniz suyunun yoğun etkisine maruz kalan ve yüksek dayanım gerektiren özel parçalarda tercih edilir. Tuzlu suya karşı yüksek direnç göstermesi, onu denizcilik sektörü için değerli kılar. Bu nedenle özellikle denizaltı parçaları, ısı değiştiriciler, pompa sistemleri, yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle motor sistemleri ve askerî gemi ekipmanlarında kullanılabilir. Titanyumun bir diğer önemli özelliği, uzun ömürlü olması ve bakım ihtiyacının çok düşük olmasıdır. Ancak maliyetinin yüksek olması nedeniyle gemi yapımında yaygın bir malzeme olmaktan çok, özel ve kritik sistemlerde tercih edilir.

### 1.3.1.6. Nikel ve Alaşımları

**Nikel**; simgesi Ni, atom numarası 28 olan, gümüş-beyaz renge sahip, parlak, sert ve aynı zamanda sünek (kolay şekillendirilebilir) bir geçiş metalidir. En önemli özelliklerinden biri, korozyona ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olmasıdır. Bu özellikleriyle nikel, birçok endüstriyel alanda özellikle de alaşım üretiminde önemli bir yere sahiptir.

Gemi inşasında nikel, doğrudan büyük yapı elemanı olarak değil; daha çok alaşım malzemesi olarak kullanılır. Özellikle paslanmaz çelik ve yüksek dayanımlı çeliklerin üretiminde çeliğin içine eklenerek malzemenin korozyon direncini, dayanıklılığını ve ömrünü artırır. Bu durum, gemilerin deniz suyuna karşı daha uzun süre dayanmasını sağlar. Nikel içeren alaşımlar gemi dizel makine parçaları, boru sistemleri ve yüksek sıcaklığa maruz kalan teknik ekipmanlarda da tercih edilir. Böylece gemi sistemlerinin güvenilirliği ve performansı artırılır.

## 1.3.2. Ahşap Malzemeler

**Ahşap malzeme**, birçok endüstri alanında olduğu gibi tekne ve yat yapımında uzun yıllardır kullanılan geleneksel bir yapı malzemesidir. Günümüzde özellikle ahşap tekne ve yatların yanı sıra küçük tonajlı gemilerin yapımında da tercih edilmektedir. Maun, meşe, kayın, sedir, kestane, dişbudak, tik, iroko, çam, ladin vb. deniz ortamına dayanıklı ağaç türleri bu alanda en yaygın kullanılan malzemelerdir. Teknelerin farklı bölümlerine göre kullanılan ahşap malzeme de değişmektedir. Organik bir yapıya sahip olan ahşap; deniz ortamında sıvı, nem ve ısı nedeniyle zamanla zarar görebilir. Bu sebeple ahşap yüzeyler elyaf, epoksi gibi koruyucu malzeme ve reçinelerle kaplanır. Günümüzde ahşap kullanımı, sadece geleneksel yöntemlerle sınırlı kalmayıp suya dayanıklı kontrplak ve çok katmanlı ahşap teknolojileriyle daha dayanıklı ve modern tekne üretiminde de yer almaktadır.

### 1.3.2.1. Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Ahşap malzemenin gemi yapımında tercih edilmesinde sahip olduğu fiziksel özellikler önemli rol oynar. Bu özellikler ahşabın dayanıklılığını, kullanım alanını ve deniz ortamındaki performansını doğrudan etkiler. Bu fiziksel özellikler aşağıdaki vb. sıralanır.

- Nem dengesi
- Yoğunluk ve ağırlık
- Termal genleşme
- Isı ve elektrik iletkenliği
- Doğal dayanıklılık
- Anizotropik yapı
- Sertlik
- Koku
- Renk ve estetik

Ahşabın fiziksel özellikleri, gemi yapımında doğru malzemenin seçilmesine olanak tanırken hem dayanıklılık hem de kullanım konforu açısından kritik önem taşır. Söz konusu parametrelerin her biri malzemenin deniz ortamındaki davranışını doğrudan etkilediği için tasarım aşamasında mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu verilerin mühendislik perspektifiyle doğru analiz edilmesi; geminin operasyonel ömrünü uzatır, bakım maliyetlerini düşürür ve yapısal bütünlüğünü korur.

### 1.3.2.2. Tekne ve Yat Yapımında En Çok Kullanılan Ahşap Malzeme Türleri ve Özellikleri

Tekne ve yat yapımında tercih edilen ağaç türleri, kullanılacakları bölüme (iskelet, kaplama, güverte vb.) göre farklılık gösterir. Her ağaç türü, sahip olduğu fiziksel ve mekanik özellikleriyle belirli alanlarda öne çıkar. Tekne ve yat yapımında en çok kullanılan ağaç türleri, özellikleri ve kullanım alanı aşağıda verilmiştir.

**Meşe:** Kayıngiller familyasına ait, sert, dayanıklı ve uzun ömürlü kerestesiyle bilinen bir ağaç türüdür. Bu nedenle genellikle geminin ana taşıyıcı sistemi olan omurga ve postaların yapımında kullanılır. İçeriğindeki tanenler nedeniyle çürümeye ve mantar saldırılarına karşı doğal bir korumaya sahiptir. Bu özelliği de onu suyla temas eden dış kaplamalar için ideal kılar. Dayanıklılığı nedeniyle aşınmanın fazla olduğu güverte kaplamalarında ve gemi içi mobilyalarda da sıkça tercih edilir.

**Tik (Teak):** Doğal yağlı yapısı ve yüksek dayanıklığıyla bilinen sert bir tropikal ağaç türüdür. Denizcilik sektöründe **ağaçların kralı** olarak kabul edilir. Çünkü suyla temas ettiğinde çürümez ve böceklenmeye karşı son derece dirençlidir. Doğal yağları, ıslansa bile kaymayan bir yüzey sağlar ve deniz suyuna karşı üstün direnç gösterir. Estetik görünümü ve kaymayan yüzeyi nedeniyle özellikle lüks yatların güverte kaplamalarında yaygın olarak tercih edilir. Yatların iç ve dış mekân mobilyalarında, masa ve oturma gruplarında şıklığı ve sağlamlığı için kullanılır. Dayanıklılığı, ele oturan dokusu ve nem karşısında şekil değiştirmemesi (genleşip daralmaması) nedeniyle teknelerin dış kenar ve tutunma bölgelerinde tercih edilir.

**Maun:** Tropikal bölgelere özgü, sert, dayanıklı ve koyu renkli (kırmızımsı-kahverengi) bir ağaç türüdür. Tekne ve yat yapımında estetik görünümü ve çevresel koşullara karşı direnci nedeniyle asırlardır kullanılan en prestijli malzemelerden biridir. Kolay işlenebilir yapısı ve düzgün damar görünümüyle dikkat çeker. Yat ve lüks gemilerin kabinlerinde, yemek salonlarında ve panel uygulamalarında iç dekorasyon ile mobilya elemanı olarak estetik ve zarafet kazandırmak amacıyla yaygın şekilde kullanılır. Suya ve çürümeye karşı yüksek direnç gösterdiği için klasik ahşap teknelerin dış kaplamasında tercih edilir. Dümen dolapları, el rayları (küpeşte üstü raylar) ve diğer dış güverte donanımlarında dayanıklı olması nedeniyle kullanılır.

**Çam:** Tekne ve yat yapımında esnek, dayanıklı ve işlenebilir yapısıyla tercih edilen hafif bir ağaç türüdür. Özellikle suya dayanıklı kontraplaklar güverte kaplamaları, iç mekân mobilyaları ve küçük teknelerin yapımında kullanılır. Çam, hafifliği ve lifli yapısıyla direk yapımında da kullanılır. Uygun maliyetli ve sürdürülebilir bir malzeme olması nedeniyle denizcilik sektöründe sıkça tercih edilir. Çam ağacı kolay şekillendirilebilir ve montajı rahat yapılır, bu da inşa sürecini hızlandırır.

**Kestane:** Oldukça sert, dayanıklı, esnek ve suya / çürümeye karşı dirençli bir kereste türüdür. Tekne ve yat yapımında, geminin iskeletini oluşturan omurga ve postalar ile dış kaplama gibi dayanıklılık gerektiren bölgelerde, geleneksel ahşap teknelerin yapımında sıkça kullanılan; kültürel mirası yansıtan önemli bir malzemedir. Ağacın doğal eğrileri, teknenin baş ve kıç kısımlarındaki formları vermek için ustalar tarafından özellikle seçilir.

**Gürgen:** Malzemesi sert olan, ağır ve darbelere karşı son derece dayanıklı yapısıyla bilinen, işlenmesi zor ancak çok kaliteli bir kereste türüdür. Bu malzeme; suya ve basınca dayanıklılığıyla teknelerin omurga, güverte altı destekleri, iç donanım parçaları ve yapı elemanlarında (kiriş, bağlantı parçaları) yapısal sağlamlık sağlamak amacıyla tercih edilir. Darbelere karşı yüksek direnç gösterdiği için gemilerde sürtünmenin ve yükün fazla olduğu bölümlerde (kargo alanları, zemin kaplamaları vb.) kullanılır. Diğer ağaç türlerine göre daha ağır olması, geminin dengesi ve dayanıklılığı açısından bir avantaj olarak değerlendirilir.

**Sedir:** Çürümelere karşı son derece dirençli, aromatik kokulu, dayanıklı bir çamgiller ağacı türüdür. Antik çağlardan beri nem, kurt ve böceklere karşı koruma sağlaması nedeniyle gemi gövdelerinde, güverte ve iç yapıların inşasında, dolaplarda nemi dengelemesi ve hoş kokusu için tercih edilir. Suya dayanıklı olması sedir ağacının gemi yapımında en önemli kullanım sebebidir. Sedir ağacı, aromatik yapısıyla zararlıları (böcekler, mantarlar vb.) uzaklaştırarak gemi malzemelerinin ömrünü uzatır.

### 1.3.2.3. Endüstriyel Ahşap Malzemeler

Endüstriyel ahşap malzemeler, modern gemi yapımında hem yapısal dayanıklılığı artırmak hem de ağırlığı azaltmak amacıyla kritik bir rol oynar. Geleneksel masif ahşabın aksine bu malzemeler, fabrikasyon süreçlerden geçirilerek deniz koşullarına (nem, tuz ve mekanik gerilmeler) karşı daha dayanıklı hâle getirilen mühendislik ürünleridir.

**Marin Kontra (Su Kontrası):** Suya dayanıklı tutkallarla yapıştırılmış, katmanlı bir malzemedir. Hafif yapısı ve yüksek boyutsal stabilitesiyle teknelerin iç bölme duvarlarında ve taşıyıcı panellerinde tercih edilir. Ayrıca tekne gövdesi (karina), yan kaplamalar ve kaymaz yüzey özelliğiyle güverte zeminlerinde de yaygın olarak tercih edilen bu malzeme, hemen hemen teknenin her bölgesinde kullanılır. Görsel 1.23'te marin kontradan yapılmış tekne postası görülmektedir.



**Görsel 1.23:** Marin kontradan oluşturulmuş tekne postası

**Lamine Ahşap:** Doğal ahşap tabakalarının özel tutkallar ve yüksek basınç altında lif yönleri genellikle birbirine paralel olacak şekilde üst üste yapıştırılmasıyla elde edilen mühendislik ürünü bir malzemedir. Tek parça hâlinde büyük ağaç bulmanın zor olduğu durumlarda, ahşapta sıcaklık ve zamana bağlı olarak gelişen çatlama, eğilme vb. etkiler tamamen engellenemediği için bu durumu minimuma indirmek, daha yüksek dayanım elde etmek ve istenen formda kavisli postalar ve omurga üretmek amacıyla laminasyon yöntemi kullanılır. Gemi yapımında laminasyon tekniği, ahşabın doğal zayıflıklarını (çatlama, dönme, sınırlı boyut vb.) ortadan kaldırarak dayanıklılığı artırmada önemli bir rol oynar. Görsel 1.24'te laminasyon yöntemiyle oluşturulmuş tekne küpeştesi görülmektedir.



**Görsel 1.24:** Laminasyon yöntemiyle oluşturulmuş tekne küpeştesi

Gemi yapımında kullanılan ahşap malzemeler, kullanılacakları alanın ihtiyaçlarına ve taşıması gereken teknik özelliklere göre dikkatle seçilir. Görsel 1.25'te gemi yapımında en sık kullanılan ahşap malzeme çeşitleri görülmektedir.




**Görsel 1.25:** Gemi yapımında en sık kullanılan ahşap malzeme çeşitleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıdaki tabloda tekne ve yat yapımında malzeme seçerken gerekli teknik ihtiyaçlar / kullanım alanları ile bu alanda yaygın kullanılan ahşap malzeme türleri yer almaktadır. Teknik ihtiyaçlara uygun olan ahşap türünü veya türlerini belirleyerek ilgili kutucuğa (✓) işareti koyunuz (Her satır için birden fazla kutucuğu işaretleyebilirsiniz.).**

| Teknik İhtiyaçlar / Kullanım Alanları | Geleneksel ve Endüstriyel Ahşap Malzeme Türü | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Marin kontra | Sedir | Lamine ahşap | Maun | Tik (Teak) |
| Yüzeyi ıslakken bile kaymayan güverte yüzeyleri | | | | | |
| Kavisli form verilmesi gereken, lifleri birbirine paralel olacak şekilde birbirine yapıştırılmış ahşap katmanlarından oluşan tekne yapı elemanı | | | | | |
| Suya ve çürümeye karşı yüksek direnç gerektiren tekne dış kaplaması | | | | | |
| Nem oranı yüksek ve biyolojik zararlılara (böcek, mantar vb.) karşı yüksek direnç gerektiren alanlar | | | | | |
| Suya dayanıklı katmanlı yapısıyla stabil ve hafif bir panel ihtiyacı | | | | | |
| Estetik bir görünüm için lüks yatların kabinleri | | | | | |

## 1.3.3. Kompozit Malzemeler

**Kompozit malzeme**; birbirinden farklı fiziksel veya kimyasal özelliklere sahip iki veya daha fazla malzemenin makro düzeyde bir araya getirilmesiyle oluşan, bileşenlerinden daha üstün özelliklere (hafiflik, yüksek dayanım, korozyon direnci) sahip yeni bir malzemedir. İki veya daha fazla farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan bu yapısal materyaller, genellikle **matris** ve **takviye** bileşenlerinden oluşur. Matris yapı, malzemeye bütünlük ve şekil kazandırırken takviye elemanları, dayanıklılığı ve mukavemeti artırır. Böylece kompozitler hem hafif hem de oldukça sağlam bir yapı sunar.

Son yıllarda kompozit malzemeler gemi yapımı alanında dikkat çekici bir rol oynamaya başlamıştır. Kompozit malzemeler; hafiflikleri, korozyon direnci ve yüksek mukavemetleriyle denizcilikte alternatif yenilikler sunmaktadır. Özellikle tekneler, yatlar, römorkörler ve askerî gemilerde kullanılan bu malzemeler hem maliyet tasarrufu sağlar hem de enerji verimliliğini artırır.

Denizcilik sektöründe en yaygın kullanılan kompozit türleri arasında cam elyaf takviyeli plastik (GFRP), karbon elyaf takviyeli plastik (CFRP) ve aramid elyaf (Kevlar) esaslı kompozitler yer alır. Bu malzemeler özellikle gemi gövdeleri, üst yapılar, güverte elemanları ve çeşitli denizcilik ekipmanlarında tercih edilir. Hafif olmaları nedeniyle yakıt verimliliğini artırırken yüksek mukavemet özellikleriyle zorlu deniz koşullarında yapısal güvenliği destekler.

Kompozit malzemelerin en önemli avantajlarından biri deniz suyuna ve korozyona karşı yüksek direnç göstermeleridir. Metal malzemelerde zamanla ortaya çıkan paslanma, aşınma gibi sorunlar kompozitlerde çok daha az görülür. Bu özellik, bakım maliyetlerini düşürürken kullanım ömrünü de önemli ölçüde uzatır. Ayrıca darbe dayanımı ve tasarım esnekliği, farklı gemi tiplerinde geniş bir kullanım alanı sunar.

### 1.3.3.1. Gemi Yapımında Kullanılan Kompozit Malzeme Çeşitleri ve Özellikleri

Gemi yapımı sektöründe performans, güvenlik, uzun hizmet ömrü gibi temel gereksinimler; malzeme teknolojilerinde yenilikçi çözümleri zorunlu kılmaktadır. Modern tersanecilikte bu ihtiyaca cevap veren kompozit yapılar, sağladıkları teknik avantajlar ve yapısal dayanımlarıyla geleneksel malzemelere güçlü bir alternatif teşkil etmektedir. Farklı kullanım amaçlarına göre geliştirilebilen bu malzemeler, gemi yapımında hem yapısal elemanlarda hem de donatım bileşenlerinde etkin biçimde kullanılmaktadır. Kompozit malzeme çeşitlerinin ve özelliklerinin bilinmesi, denizcilik uygulamalarında verimli ve doğru tasarım kararlarının alınması açısından kritiktir. Gemi yapımında kullanılan başlıca kompozit malzemeler ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

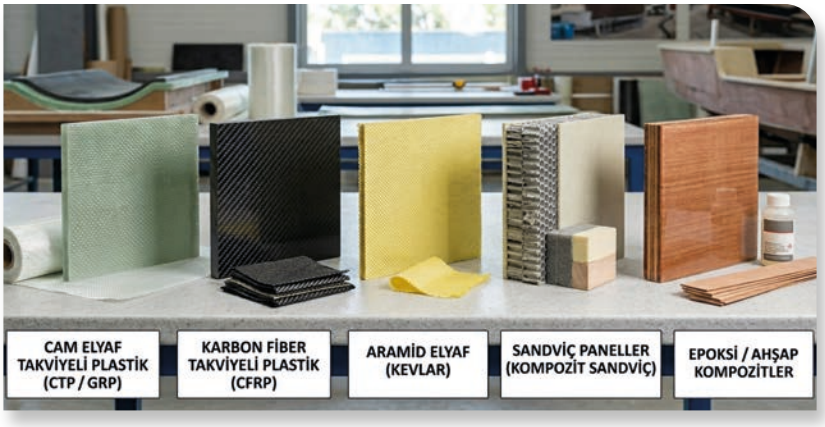
**Cam Elyaf Takviyeli Plastik (CTP / GRP):** Denizcilikte en yaygın kullanılan kompozittir. Polyester veya vinilester reçineyle takviye edilmiş cam elyaflarından oluşur. Uygun üretim ve bakım maliyetleriyle yüksek dayanım sunması ve karmaşık şekillerin kolayca üretilebilmesine imkân sağlaması önemli avantajlarıdır. Yatlar, balıkçı tekneleri, askerî devriye botları ve mayın tarama gemilerinde (manyetik olmayan özellik nedeniyle) yaygın olarak kullanılır.

**Karbon Fiber Takviyeli Plastik (CFRP):** Çok yüksek mukavemet / ağırlık oranı sunar. Özellikle yarış tekneleri ile yelkenli gemilerde, direkler ve süper yatların üst yapılarında ağırlığı azaltmak ve hızı artırmak için tercih edilir. Deniz suyunun korozyon etkisine ve darbelere karşı mükemmel direnç gösterdiği için geleneksel malzemelere göre daha düşük bakım maliyeti sunar. Askerî gemilerde hafiflik, radar görünürlüğünü azaltmak vb. özel özellikler aranan yapısal parçalarda kullanılır. CFRP, çeliğe kıyasla çok daha hafif olmasına rağmen çelik kadar hatta bazen daha yüksek mukavemet sunarak modern gemi yapımında önemli bir yere sahip olmuştur.

**Aramid Elyaf (Kevlar):** Yüksek darbe direnci ve aşınma mukavemeti sağlar. Genellikle yelkenli teknelerin pruva (baş) kısmında, bağlama halatlarında, omurga gibi çarpışma riski olan bölgelerde ve askerî gemilerde takviye amaçlı olarak kullanılır. ,

**Sandviç Paneller (Kompozit Sandviç):** İki adet yüksek dayanımlı kompozit katman arasına hafif bir çekirdek malzemenin (köpük, balsa ağacı vb.) yerleştirilmesiyle elde edilir. Rijitlik ve hafiflik gerektiren büyük gövde panellerinde kullanılır. Sağladıkları yüksek dayanım / ağırlık oranı, ısı ile ses yalıtımı ve korozyon direnci nedeniyle hem yapısal hem de donatım elemanı olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir.

**Epoksi / Ahşap Kompozitler:** Ahşap şeritlerin epoksi reçineyle kaplanarak mukavemetinin artırıldığı geleneksel ile modern teknikleri birleştiren yöntemdir. Tekne gövdelerinin inşası, su hattı altı kaplamaları, güverte montajları ve onarım bakım işlemlerinde yüksek su geçirmezlik, dayanıklılık ve hafiflik sağlamak amacıyla kullanılır. Ahşabın yapısal mukavemeti ile epoksinin koruyucu özelliklerini birleştiren bu malzemeler yatlar, yelkenliler ve askerî botlarda yaygındır. Görsel 1.26'da gemi yapımında kullanılan kompozit malzeme çeşitleri görülmektedir.




**Görsel 1.26:** Gemi yapımında kullanılan kompozit malzeme çeşitleri

## 1.3.3.2. Kompozit Malzemelerde Kullanılan Matris (Reçine) Türleri

Kompozit malzemenin yapısında sürekliliği sağlayan ve takviye elyaflarını (güçlendiricileri) birbirine bağlayarak bir arada tutan ana bileşen matris (reçine) olarak adlandırılır. Denizcilik uygulamalarında reçine malzemesi; yapıya gelen yükün elyaflara düzenli bir şekilde aktarılmasını sağlamanın yanı sıra elyafları aşınma, darbe, kimyasal korozyon, su emilimi (ozmoz) vb. olumsuz dış etkenlerden koruyan kritik bir kalkan görevi görür. Kompozit yapının nihai mekanik özelliklerini, çevresel direncini ve hizmet ömrünü doğrudan belirleyen reçine seçimi, tasarımın performans hedeflerine ve geminin operasyonel koşullarına göre yapılır. Gemi yapımında yaygın olarak kullanılan başlıca matris türleri ve spesifik kullanım alanlarının ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

**Polyester Reçine:** Denizcilik sektöründe özellikle küçük ve orta boy tekne, yat, yelkenli gövdelerinin yapımında cam elyafıyla birleşerek (CTP-cam takviyeli polyester) hafif, dayanıklı ve korozyona dirençli kompozit yapılar oluşturmak için kullanılır.

**Vinilester Reçine:** Yüksek yapısal dayanım ve korozyon direnci gereken kritik bölgelerde kullanılır. Temel kullanım alanları arasında teknenin su altında kalan kısımları (karina), fiberglas takviyeli yapısal bileşenler, yarış teknelerinin gövdeleri ve deniz aracı kalıplarının üretimi yer alır. Polyesterden daha iyi su direnci sağlar, su emme riskini azaltır.

**Epoksi Reçine:** En yüksek yapışma mukavemeti ve suya dayanıklılık sunar, yüksek performanslı tekne ve yat üretiminde kullanılır. Gemi ve teknelerde su, tuz, korozyon ve darbelere karşı üstün koruma sağladığı için özellikle gövde kaplama, ahşap / fiberglas tamiri, güverte yalıtımı ve yapıştırma işlemlerinde yaygın olarak kullanılır. Yüksek yapışma özelliği metal, ahşap ve kompozit yüzeylerde uzun ömürlü yalıtım ve onarım sağlar.

**Metal Matris Kompozitler (MMC):** Gemi ve denizcilik sektöründe özellikle yüksek mukavemet / ağırlık oranı ve korozyon direnci gereken kritik yapısal bileşenlerde, motor parçalarında, pervane şaftlarında ve yüksek korozyon ile aşınma direnci gerektiren özel denizaltı bileşenlerinde kullanılır.

## 1.2. ETKİNLİK

| | |
|---|---|
| **Etkinlik Adı** | **Gemi Yapımı Malzemelerini Tanıtan Bilgi Kartı Hazırlama** |
| **Amaç** | Gemi yapımında kullanılan malzemelerin özelliklerini, kullanım alanlarını ve tercih edilme nedenlerini değerlendirmek |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | Karton veya mukavva, renkli kalemler, fosforlu kalem, makas, askı ipleri |

**Yönerge:** Gemi yapımında kullanılan temel malzemelerin fiziksel ve mekaniksel özelliklerini araştırmak, analiz etmek ve bunları somut bilgi kartlarına dönüştürerek panoda sergilemek için aşağıdaki adımları sırasıyla takip ediniz.

1. Gemi yapımında kullanılan malzemeleri araştırınız. Bu malzemelerin temel fiziksel ve mekaniksel özelliklerini tespit ediniz.
2. Araştırdığınız malzemeleri türlerine göre (metal, ahşap, kompozit) gruplandırınız.
3. Gruplandırdığınız malzemelerin dayanıklılık, esneklik, yoğunluk, korozyon direnci vb. özelliklerini analiz ederek not alınız.
4. Bu malzemelerin geminin hangi bölümlerinde (gövde, güverte, üst yapı, dış kaplama vb.) kullanıldığını araştırınız.
5. Her malzemenin ilgili gemi bölümünde neden tercih edildiğini düşününüz ve teknik gerekçelerini açıklayınız.
6. Karton veya mukavvadan 10x15 cm boyutlarında kartlar kesiniz. Kartları farklı renklerde fosforlu kalemle boyayınız.
7. Kartların ön kısmına malzemenin adını, arka tarafına ise malzemenin özelliklerini ve gemideki kullanım yerlerini yazınız. Kısa, net ve anlaşılır ifadeler kullanınız.
8. Kartlara çizim, sembol veya küçük görseller ekleyiniz. Önemli bilgileri renkli kalemlerle vurgulayınız.
9. Kartları malzeme türlerine göre (metal, ahşap, kompozit) gruplandırınız. Kartları arkadaşlarınızla değişerek tekrar inceleyiniz. Bilgilerin doğruluğunu, eksiklik olup olmadığını, sembol ve görsellerle desteklenme durumunu kontrol ediniz. Gerekirse düzeltmeler yapınız.
10. Hazırladığınız kartları “Gemi temel işlemleri atölyesi” panosuna asınız. Kartları malzeme türlerine göre düzenli şekilde yerleştiriniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

# 1. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki tabloda verilen kişisel koruyucu donanımları inceleyiniz. Bu kişisel koruyucu donanımların kullanım amacına göre sınıfını belirleyerek ilgili kutucuğa (✓) işareti koyunuz.**

| Gemi Türü | Kullanım Amaçlarına Göre Gemi SınıflarıTürü | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ticari gemiler | Askerî gemiler | Endüstriyel gemiler | Servis (Hizmet) gemileri | Yat ve gezinti tekneleri |
| Konteyner | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Uçak gemisi | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Sondaj gemisi | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Buzkıran | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Tanker | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Yelkenliler | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Kruvaziyer | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Denizaltı | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Feribot | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**B) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklarda gemi yapımında kullanılan çeşitli malzemeler verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Çelik (a) | Tik (Teak) (b) | Alüminyum (c) | Maun (ç) |
| Bakır (d) | Aramid elyaf (e) | Karbon fiber takviyeli plastik (f) | Paslanmaz çelik (g) |
| Titanyum (ğ) | Marin kontra (h) | Meşe (ı) | Cam elyaf takviyeli plastik (i) |

**1. Gemi inşasında hangileri metalik malzemeler sınıfında yer alır?**

……

**2. Gemi yapımında hangileri ahşap esaslı malzemeler sınıfında yer alır?**

……

**3. Kompozit sınıfında yer alan malzemeler hangileridir?**

……

**4. Deniz suyuna karşı doğal korozyon direncine sahip metal malzemeler hangileridir?**

……

**5. Yüksek mukavemet ve düşük ağırlık özelliklerini birlikte sağlayan malzemeler hangileridir?**

……

**C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**6. Bir yapının gemi olarak adlandırılabilmesi için barındırması gereken üç temel nitelikten biri olan mukavemet kavramı aşağıdakilerden hangisini ifade eder?**

A) Geminin pervanesi aracılığıyla makine gücü üretmesi
B) Geminin dış etkenlere ve yüklere karşı dayanıklılığı
C) Geminin dümen sisteminin rehberliğinde ilerlemesi
D) Geminin suyun kaldırma kuvvetiyle su seviyesinde kalması
E) Geminin personelini en hızlı şekilde ulaştırması

**7. Geminin üzerinde yön tayin ederken kullanılan terimlerden iskele ve sancak, sırasıyla aşağıdaki taraflardan hangisini ifade eder?**

A) Sol-sağ
B) Arka-ön
C) Sağ-sol
D) Ön-arka
E) Yukarı-aşağı

**8. Arşimet İlkesi'ne göre bir geminin suda yüzebilmesini sağlayan temel fiziksel olay aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Motor gücüyle oluşan itme kuvvetinin suyu geriye doğru itmesi
B) Geminin gövde yapısı nedeniyle rüzgâr enerjisinden faydalanması
C) İnşasında kullanılan çelik malzemenin yüksek dayanım göstermesi
D) Geminin toplam yoğunluğunun, suyun yoğunluğundan büyük olması
E) Suyun, gemiye ağırlığına eşit bir kaldırma kuvveti uygulaması

**9. Gemi inşasında çelik malzemenin tercih edilme nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Diğer metallere göre hafif malzeme olması
B) Yüksek mukavemet ve kolay şekillendirilebilir olması
C) Deniz suyuna karşı tamamen korozyon direnci sağlaması
D) Dekoratif amaçlı kullanılması
E) Bakım gerektirmeyen tek malzeme olması

**10. Gemi inşaatında kullanılan çeliklerin uluslararası standartlara uygunluğunu denetleyen ve sınıflandırma işlemini yürüten yetkili yapı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Belediyeler
B) Gemi acenteleri
C) Gümrük müdürlükleri
D) Klas kuruluşları
E) Liman başkanlıkları

**11. İki düz kanadın 90° açıyla birleşmesiyle oluşan, temel yapı ve bağlantı elemanı olarak kullanılan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Lama
B) Kutu profil
C) L profil (köşebent)
D) T profil
E) U profil

# 2. ÖĞRENME BİRİMİ
# İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ



## KONULAR

2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ

2.2. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

2.3. ATÖLYE DONANIMI VE ATÖLYEDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- eğe
- iş eldiveni
- iş gözlüğü
- iş tulumu
- kaynak makinesi
- kumpas
- marangoz tezgâhı

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini almanız
- yapılacak işe uygun kişisel koruyucu donanımları seçmeniz
- atölyede bulunan alet, tezgâh ve avadanlıkları güvenli biçimde kullanmanız

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda gemi yapımı ile ilgili bir durum verilmiştir.**

Bir tersanede konteyner gemisinin üretimine başlanacaktır. Daha önce geminin türü, kullanım amacı ve yapımında kullanılacak malzemeler belirlenmiştir. Üretim öncesinde çalışanlar atölyeye gelerek çalışma alanını düzenlemekte, kullandıkları araç ve makineleri kontrol etmekte ve bazı hazırlıklar yapmaktadır. Bir öğrenci, üretime başlamadan önce neden bu kadar hazırlık yapıldığını merak etmektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Bir geminin yapımında neden farklı araç, gereç ve makineler kullanılıyor olabilir?
2. Çalışanlar sizce üretime başlamadan önce çalışma alanını neden kontrol ediyor olabilir?
3. Gemi yapımında kullanılan çelik, alüminyum veya diğer malzemelerle çalışırken ne gibi riskler ortaya çıkabilir?
4. Sizce bir tersanede çalışanların güvenli bir şekilde çalışabilmesi için nelere dikkat edilmelidir?

## KONUYA BAŞLARKEN

Okul atölyelerinde güvenli bir geleceğe adım atarken mezuniyet sonrasında ve iş hayatında mesleki beceriler sergilenmeden önce, hayatı koruyan en temel kuralı benimsemek zorunludur. Bu kural, **önce iş güvenliği** ilkesidir. Hiçbir işin, insan sağlığından ve güvenliğinden daha değerli olmadığı unutulmamalıdır. İş hayatında karşılaşılabilecek risklerin önceden fark edilmesi, kişisel koruyucu donanımların kusursuz olarak kullanılması ve tehlikeleri henüz ortaya çıkmadan engelleyecek güvenlik bilincinin kazanılması önem taşımaktadır. Doğru atılan her adım, doğru giyilen her donanım ve çalışma hayatında uyulan her kural, çalışanları ve çalışma arkadaşlarını sevdiklerine güvenle ulaştıracak en büyük güvencedir. Çalışmaya başlamadan önce korunmak, kurallara uymak ve güvenliği mesleğin temel parçası hâline getirmek iş hayatındaki en önemli ve hayati kurallardandır.

## 2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ

Çalışanların güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek amacıyla alınan önlemler bütünü iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri olarak adlandırılmaktadır. Özellikle gemi yapımı ve tersane çalışmalarında kullanılan araç, gereç ve makineler çeşitli riskler oluşturabileceğinden güvenlik kurallarına uyulması büyük önem taşır. Çalışma ortamındaki tehlikelerin önceden belirlenmesi, uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması ve güvenli çalışma alışkanlıklarının kazanılması hem çalışanların sağlığını korur hem de üretim faaliyetlerinin güvenli ve verimli şekilde yürütülmesini sağlar. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, çalışma hayatının vazgeçilmez unsurlarından biridir.

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) ile ilgili temel kavramların doğru anlaşılması, çalışma ortamındaki tehlikelerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması açısından önem taşır. Bu kapsamda iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bazı terimler aşağıda açıklanmıştır.

**Tehlike :** İş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek çalışana, iş yerine veya çevreye zarar verme potansiyeli olan her türlü olumsuz durum ya da eksikliktir. Tehlike, henüz kimseye zarar vermemiş ama zarar verme potansiyeli taşıyan her şeydir. Örneğin tersanede iskele veya yüksekte çalışma iş güvenliği ekipmanlarını kullanmadan çalışmak bir tehlikedir.

**Risk:** Tehlikeden kaynaklanacak olan zararlı bir sonucun meydana gelme ihtimali ile bu meydana gelme durumunun yol açacağı zararın derecesinin (şiddetinin) bileşimidir. Yani risk, "Tehlike gerçekleşirse ne kadar ihtimalle, ne kadar büyük bir zarar verir?" sorusunun cevabıdır. Örneğin iskelede veya yüksekte çalışma iş güvenliği ekipmanlarını kullanmadan çalışan işçinin iskeleden düşme ihtimali bir risktir.

**İş Kazası:** Önceden planlanmamış, bilinmeyen veya kontrol dışına çıkan, çevreye ve çalışanlara zarar veren, yaralanmalara, ölümlere veya maddi hasarlara yol açan ani olaydır. Tehlikenin kaynağındaki riskin kontrol altına alınamaması sonucu ortaya çıkan nihai ve olumsuz durumdur. Örneğin yüksekte çalışma iş güvenliği ekipmanlarını kullanmadan iskelede çalışan işçinin yüksekten düşmesi bir **iş kazasıdır.** Görsel 2.1'de tersanede iskeleden, yüksekten düşme sonucu meydana gelen bir iş kazası örneği verilmiştir.




**Görsel 2.1:** Tersanede yüksekten düşme sonucu meydana gelen bir iş kazası

### İş Kazasını Önlemek ve En Aza İndirgemek İçin Alınması Gereken Tedbirler

- Çalışanlara düzenli olarak İSG eğitimleri verilmeli, işe yeni başlayanlara oryantasyon süreçleri uygulanmalıdır.
- İş yerindeki tehlikelerin önceden tespit edilerek derecelendirilmesi ve önlem planlarının oluşturulması sağlanmalıdır.
- Çalışma ortamındaki yürüme yollarında kayma ya da takılma riskine karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
- Deprem anında ya da rutin çalışma zamanlarında çalışanların hayatını tehlikeye sokabilecek, düşebilecek / devrilebilecek makineler ya da istiflenmiş malzemeler yerlerine uygun şekilde sabitlenmelidir.
- Kişisel koruyucu donanımlar yapılan işin niteliğine uygun olacak şekilde seçilmelidir. Kişisel koruyucu donanımların üzerinde çatlak, kırık, yırtık vb. herhangi bir deformasyon varsa kesinlikle kullanılmamalı ve hemen yenisiyle değiştirilmelidir. KKD'ler her an kullanıma hazır olacak şekilde, yağdan ve kirden arındırılmış biçimde temiz olarak muhafaza edilmelidir.
- Hareketli parçalara sahip makinelerde koruyucu kapaklar eksiksiz olarak bulunmalı,makinelerin acil durdurma butonları her an kullanıma hazır ve işlevsel olmalıdır.
- Her makinenin kullanım talimatı makinenin üzerine görünür bir şekilde yapıştırılmalı ve her makine kendi kullanım talimatına uygun biçimde kullanılmalıdır.
- Çalışma ortamında yeterli aydınlatma, uygun havalandırma ve gürültü kontrolü sağlanmalıdır.
- Bütün elektrik panoları kilitli tutulmalı, elektrik kabloları izole edilmeli ve düzenli topraklama kontrolleri yapılmalıdır.

- Atölyelerde kıvılcım oluşturan makineler ile yanıcı / parlayıcı olan malzemeler bir arada bulundurulmamalıdır. Yangın tüplerinin 6 aylık rutin kontrolleri yönetmeliklere uygun olarak yapılmalı ve kullanıma hazır hâlde bulundurulmalıdır.
- Vinç, basınçlı kaplar, yangın söndürme tüpleri vb. ekipmanlar yasal sürelerde teknik muayeneden geçirilmelidir.
- Yangın, deprem veya iş kazası anında tahliye ve müdahale planları hazır olmalı ve buna yönelik olarak düzenli tatbikatlar yapılmalıdır.
- Çalışanların işe giriş muayeneleri ve yapılan işin riskine göre (toz, gürültü, kimyasal vb.) düzenli sağlık taramaları yapılmalıdır.
- İş yerinde yeterli sayıda sertifikalı ilk yardımcı ve tam donanımlı ilk yardım çantası bulundurulmalıdır.
- Tehlikeli alanlar, çıkış yolları, yalnızca insanlar ve yalnızca araçlar tarafından kullanılması zorunlu olan yollar ve çalışma esnasında uyulması gereken kurallar görsel tabelalarla belirtilmelidir (Görsel 2.2).




**Görsel 2.2:** İş sağlığı ve güvenliği uyarı levhaları

## 2.1. ETKİNLİK

| | |
|---|---|
| **Etkinlik Adı** | **Tersanelerde Yaşanan İş Kazaları İle İlgili Dijital Sunum Hazırlama** |
| **Amaç** | Tersanelerde yaşanan iş kazalarının sebepleri hakkında veri toplayarak bunların önlenmesine yönelik alınabilecek tedbirleri dijital sunum araçlarıyla etkili ve düzenli bir şekilde ifade etmek |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | **Donanım:** Bilgisayar, projektör / projeksiyon<br>**Yazılım:** Çevrim içi ve masa üstü sunum yazılım elemanları<br>**İçerik Malzemeleri:** Sunum taslağı / ajandası<br>**Görsel ve İşitsel Ögeler:** Fotoğraflar, tablolar, kısa videolar<br>**Tasarım Ögeleri:** Konuyla uyumlu tema / şablon, yazı tipleri, renk paleti<br>**Yedekleme:** USB bellek, çevrim içi dosya depolama ve paylaşım hizmetleri |

**Yönerge:** Tersanelerde yaşanan iş kazaları ile bunları önlemek için alınacak tedbirlere yönelik olan araştırma ve dijital sunu hazırlama süreçlerini planlı bir şekilde gerçekleştirebilmeniz için aşağıdaki adımları sırasıyla uygulayınız.

1. Tersanelerde son yıllarda meydana gelen iş kazası istatistiklerini (SGK verileri veya sektörel raporlar) inceleyiniz. Kazaların en çok hangi departmanlarda (montaj, raspa-boya, boru, kaynak) ve hangi saatlerde yoğunlaştığını tespit ediniz.
2. Tershanelerdeki kazaları aşağıda belirtilen kategorilere ayırınız.

   **Güvensiz Durumlar:** Sabitlenmemiş iskeleler, yetersiz havalandırma, açık bırakılan ambar kapakları, yıpranmış elektrik kabloları

   **Güvensiz Davranışlar:** KKD kullanmamak, yüksekte emniyet kemerini bağlamadan çalışmak, sıcak çalışma (kaynak) izni almadan işe başlamak
3. Dijital sunum slaytlarınızı giriş, gelişme ve sonuç bölümlerine göre planlayınız. Bunun için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz.

   **Giriş:** Merak uyandıran bir başlık ve sunumun amacını içeren bir giriş slaytı hazırlayınız.

   **Gelişme:** Sırasıyla önce tersanelerde yaşanan iş kazalarını içeren slaytları, bu kazaların nedenlerini, sonrasında bu kazaları önlemek için alınabilecek tedbirleri içeren slaytları uygun görsel ögeleri de kullanarak oluşturunuz.

   **Sonuç:** Sunumu konunun anahtar mesajlarını içeren bir özet ve teşekkür slaytıyla sonlandırınız.
4. Anlatacağınız konuya uygun olan yüksek çözünürlüklü görseller seçiniz.
5. Çalışma ortamında iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
6. Hazırladığınız sunumu açık ve anlaşılır bir şekilde sununuz. Sunum sırasında göz teması kurunuz ve zaman yönetimini sağlayınız.
7. Çalışmanızı gözden geçirerek eksik yönlerinizi tamamlayınız. Sunum dosyanızı kaydedip USB bellek veya çevrim içi dosya depolama birimlerinde yedekleyiniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 2.1. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirlerini Alma** |
| **Amaç** | Çalışma ortamında iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini eksiksiz olarak almak |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | tehlike formu |
| **Görev** | Çalışma alanınızı gezerek aşağıdaki tehlike / problem formunu, her durumun karşısındaki "EVET" ya da "HAYIR" kutucuğuna (x) işareti koyarak doldurunuz. Yaptığınız kontrollerde bulduğunuz tehlike / problem durumlarını öğretmeninize bildiriniz. |

| TEHLİKE | EVET | HAYIR |
|---|---|---|
| **1.** Yürüme yollarında kayma ya da takılma riski yaratan (yağ, kablo, malzeme, zemin bozuklukları vb.) unsurlar var mı? | | |
| **2.** Ortam havasında insan sağlığına zararlı (yanıcı-zehirli gaz, yoğun toz vb.) kirleticiler var mı? | | |
| **3.** Atölyede çalışan öğrencilerin üzerine devrilebilecek, düşebilecek istiflenmiş (çelik profiller, ahşap malzemeler vb.) ağır malzemeler var mı? | | |
| **4.** Her makinenin kullanım talimatı makine üzerinde görünür ve okunaklı bir şekilde mevcut mu? | | |
| **5.** Hareketli aksamı olan makinelerin koruyucu siperlikleri mevcut ve sağlam mı? | | |
| **6.** Makine acil durum durdurma butonları (mantar buton) çalışır, görünür ve erişilebilir durumda mı? | | |
| **7.** Atölyedeki kişisel koruyucu donanımların üzerinde herhangi bir eksik kısım; kırık, çatlak vb. herhangibir deformasyon var mı? | | |
| **8.** Kaynak ve taşlama makinelerinin çalıştığı alanın yakınında olan zeminde, mengene masalarının üzerinde, oluşan kıvılcımlar ile yangına sebep olabilecek yanıcı (tiner, kuru bez, tinerli / yağlı bez, ahşap malzeme, talaş vb.) maddeler ya da malzemeler var mı? | | |
| **9.** Yangın söndürme tüpleri kolay ulaşılabilir ve çalışır durumda mı? | | |
| **10.** Atölyedeki elektrikle çalışan makinelerin fiş ve kabloları ile elle tutacak kısım ve kollarında iletken kısmı ortaya çıkaran herhangi bir (soyulma, kırık vb.) bozukluk var mı? | | |
| **11.** Çekiç, tokmak vb. vurma aletlerinin sapları hasarsız ve baş ile bağlantıları sağlam mı? | | |
| **12.** Pense saplarının izolasyonu var mı, penselerin ağızları düzgün mü? | | |
| **13.** Atölyenin bütün kısımlarına çalışma şekline uygun olarak gerekli uyarı levhaları asılmış mı? | | |
| **14.** Atölye ecza dolabı / ilk yardım seti içeriği tam ve kilidi açık mı? | | |
| **15.** Ağır tezgâh, makineler ya da dolaplar (örs, sütunlu matkap tezgâhı vb.) deprem anında ya da kullanım esnasında devrilmemesi için yere ya da duvara gerekli şekilde sabitlenmiş mi? | | |

HAYIR olarak işaretlenen ölçütlerdeki eksiklerinizi tamamlayınız.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 2.2. KİŞİSEL KORUYUCU DONANIMLAR

Çalışanları iş yerinde yürütülen faaliyetlerden kaynaklanan sağlık ve güvenliği tehdit edebilecek tüm risklere karşı koruyan araç gerece **kişisel koruyucu donanım (KKD)** denir. Kişisel koruyucu donanımlar kişiye, yapılan işe ve iş kaynaklı risklere uygun olarak seçilmeli; her kişisel koruyucu donanım kendi kullanım talimatlarına uygun olarak kullanılmalıdır.

### İş Tulumu

Çalışma sırasında çalışanı olası tehlikelerden korumak için giyilen en temel iş güvenlik ekipmanıdır. Kullanım amacına göre yapısı ve tasarımı değişebilir (Görsel 2.3).



**Görsel 2.3:** İş tulumu

### Baret

Özellikle tersane, inşaat, maden, fabrika vb. çalışma ortamlarında başı dışarıdan gelebilecek darbelere karşı koruyan sert plastikten yapılmış bir kişisel koruyucu donanımdır. (Görsel 2.4).



**Görsel 2.4:** Baret

### İş Güvenliği Ayakkabısı

İş güvenliği ayakkabıları; çelik / kompozit burun korumasının yanı sıra kaymaz, delinmeye dayanıklı ve antistatik taban özelliklerine sahip olabilir. Çalışma ortamındaki ağır nesnelerin düşmesi, keskin objelerin batması, kayma, elektrik çarpması vb. risklere karşı ayakları koruyan özel bir donanımdır (Görsel 2.5).



**Görsel 2.5:** İş güvenliği ayakkabısı

### İş Eldiveni

Elleri, çalışma sırasında oluşabilecek kesik, yanık, kimyasal temas, aşınma vb. risklerden koruyan en yaygın kişisel koruyucu donanımdır. Yapılacak işin niteliğine göre malzemesi ve koruma düzeyi değişebilir (Görsel 2.6).



**Görsel 2.6:** İş eldiveni

### Kaynakçı Eldiveni

Kaynak işlemlerinde elleri yüksek ısıdan, sıçrayan erimiş metal parçalarından (çapak) ve ultraviyole ışınlardan korumak için tasarlanan kaynak eldivenleri, yapılan işlemin türüne göre farklı özelliklere sahiptir (Görsel 2.7).



**Görsel 2.7:** Kaynakçı eldiveni

### Kaynakçı Önlüğü

Kaynak işlemi sırasında açığa çıkan yüksek ısı, çapak (erimiş metal sıçramaları), kıvılcım ve zararlı ışınlardan kaynak yapan kişinin gövdesini ve bacaklarını korumak amacıyla tasarlanmış bir kişisel koruyucu donanımdır. Atölye ortamında iş elbisesinin üzerine giyilir ve göğüs bölgesinden diz altına kadar olan bölgeyi koruma altına alır (Görsel 2.8).



**Görsel 2.8:** Kaynakçı önlüğü

### İş Gözlüğü

Çalışma ortamındaki fiziksel, kimyasal ve optik risklere karşı gözleri korumak amacıyla tasarlanmış bir kişisel koruyucu donanımdır. Normal gözlüklerden en büyük farkı, darbelere karşı çok daha dayanıklı malzemelerden (genellikle polikarbonat) yapılması ve gözü her yönden koruyacak bir tasarıma sahip olmasıdır (Görsel 2.9).



**Görsel 2.9:** İş gözlüğü

### Yüz Koruyucu Siperlik

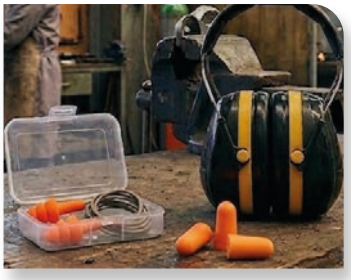
Çalışma ortamlarında uçuşan çapak, kıvılcım, kimyasal sıvı damlacıkları, toz ve zararlı ışınların yüzün tamamına (gözler, ağız, burun ve cilt) zarar vermesini engellemek amacıyla kullanılan bir kişisel koruyucu donanımdır (Görsel 2.10).



**Görsel 2.10:** Yüz koruyucu siperlik

### Gürültü Önleyici Kulaklık ve Tıkaçlar

Çalışma ortamındaki yüksek sesin işitme sağlığına zarar vermesini önleyen temel kişisel koruyucu donanımlardır (Görsel 2.11).



**Görsel 2.11:** Gürültü önleyici kulaklık ve tıkaçlar

### Kaynak Maskesi

Kaynak arkı, güneş ışığından kat kat daha güçlü Ultraviyole (UV) ve Kızılötesi (IR) ışın üretir. Maske filtresi bu ışınları süzerek sektörde kaynak alması olarak bilinen acı verici kornea yanıklarını ve uzun vadede katarakt oluşumunu engeller. Kaynak maskesi aynı zamanda gözleri kaynak sırasında oluşan zararlı / toksik gazların etkilerinden de koruyan bir kişisel koruyucu donanımdır (Görsel 2.12, 2.13).



**Görsel 2.12:** Kaynak maskesi



**Görsel 2.13:** Otomatik kararan kaynak maskesi

### Toz Maskesi

Metal ve ahşap atölyelerinde solunum yoluyla vücuda girebilecek toz, duman, sis ve ince partikülleri filtreleyerek akciğerleri koruyan bir kişisel koruyucu ekipmandır (Görsel 2.14).



**Görsel 2.14:** Toz maskesi

### Gaz Maskesi

Havada bulunan zehirli gazları, buharları ve tehlikeli partikülleri filtreleyerek kullanıcının güvenli nefes almasını sağlayan bir kişisel koruyucu donanımdır (Görsel 2.15).



**Görsel 2.15:** Gaz maskesi

## 2.2. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Kişisel Koruyucu Donanımları Kullanma** |
| **Amaç** | Sütunlu matkap tezgâhında çalışırken kişisel koruyucu donanımları kullanmak (Görsel 2.16) |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | iş tulumu, iş ayakkabısı, iş gözlüğü, baret |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. Atölye KKD dolabına giderek sütunlu matkap tezgâhında çalışmaya uygun olan kişisel koruyucu donanımları seçerek alınız ve masanıza getiriniz.
2. Seçtiğiniz KKD'lerin sağlam olup olmadığını dikkatlice kontrol ediniz. Hasarlı olan donanımları kesinlikle kullanmayınız ve yenisiyle değiştiriniz.
3. Donanımları giymeden önce varsa üzerinizdeki yüzük, saat ve kolyeleri çıkarıp dolabınıza koyunuz.
4. Saçlarınız uzun ise saçınızı arkadan sıkıca toplayınız.
5. Beden ölçülerinize uygun olan iş tulumunu giyerek fermuarını tamamen kapatınız. İş tulumunun kol manşetlerini sıkıca ilikleyiniz.
6. Beden ölçülerinize uygun iş ayakkabılarını giyip ayakkabıların bağcıklarını sıkıca bağlayınız.
7. İş gözlüğünü yüzünüze gözlerinizi tam kapatacak şekilde yerleştiriniz.
8. Bareti kafanıza göre ayarlayıp çene bağını kilitleyerek kafanıza giyiniz.
9. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımları her birinin açıklamasını yaparak, neden kullanmanız gerektiğini arkadaşlarınızla tartışınız.
10. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımların koruyucu işlevlerini arkadaşlarınızla tartışarak sütunlu matkap tezgâhında çalışmak için hazır olup olmadığınızı arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

**Unutmayın:** Sütunlu matkap tezgâhı gibi döner makinelerde çalışılırken iş eldiveni kullanılmaz!



**Görsel 2.16:** Sütunlu matkap tezgâhında KKD kullanımı

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

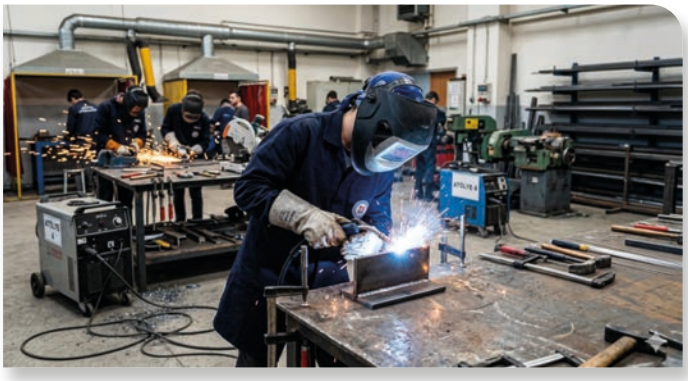
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 2.3. UYGULAMA

| Konu | İş Güvenliği Donanımlarını Kullanmak |
|---|---|
| Amaç | Ark kaynağı işlemi öncesinde kişisel koruyucu donanımları doğru şekilde kullanmak (Görsel 2.17) |
| Süre | 3 ders saati |
| Kullanılacak Araç Gereç | iş tulumu, iş ayakkabısı, baret, kaynak eldiveni, kaynak maskesi |
| Görev | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. Atölye KKD dolabına giderek ark kaynak işlemleri yapmak için uygun olan kişisel koruyucu donanımları alınız ve masanıza getiriniz.
2. Seçtiğiniz KKD'lerin sağlam olup olmadığını dikkatlice kontrol ediniz. Hasarlı olan donanımları kesinlikle kullanmayınız ve yenisiyle değiştiriniz.
3. Donanımları giymeden önce varsa üzerinizdeki yüzük, saat ve kolyeleri çıkarıp dolabınıza koyunuz.
4. Bareti takınız ve kendi kafa ölçülerinize göre ayarlayıp çene bağını kilitleyerek kafanıza giyiniz.
5. Saçlarınız uzun ise saçınızı arkadan sıkıca toplayınız.
6. Beden ölçülerinize uygun olan iş tulumunu giyerek tulumun fermuarını tamamen kapatınız. İş tulumunun kol manşetlerini sıkıca ilikleyiniz.
7. Beden ölçülerinize uygun iş ayakkabılarını giyip ayakkabıların bağcıklarını sıkıca bağlayınız.
8. Kaynak eldivenlerini her iki elinize de tam oturacak şekilde giyiniz.
9. Kaynak maskesini bir elinizle tam yüzünüzü kapatacak şekilde tutunuz.
10. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımların her birini açıklamasını yaparak neden kullanmanız gerektiğini arkadaşlarınızla tartışınız.
11. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımların koruyucu işlevlerini arkadaşlarınızla tartışarak ark kaynak işlemleri yapmak için hazır olup olmadığınızı arkadaşlarınızla değerlendiriniz.



**Görsel 2.17:** Ark kaynağı yaparken KKD kullanımı

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 2.4. UYGULAMA

| Konu | İş Güvenliği Donanımlarını Kullanma |
|---|---|
| Amaç | Şerit testereyle kesme işlemi öncesinde kişisel koruyucu donanımları doğru şekilde kullanmak (Görsel 2.18) |
| Süre | 2 ders saati |
| Kullanılacak Araç Gereç | iş tulumu, baret, iş ayakkabısı, iş gözlüğü, koruyucu kulaklık, toz maskesi |
| Görev | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. Atölye KKD dolabına giderek şerit testere makinesinde çalışmaya uygun olan kişisel koruyucu donanımları alınız ve masanıza getiriniz.
2. Seçtiğiniz KKD'lerin sağlam olup olmadığını dikkatlice kontrol ediniz. Hasarlı olan donanımları kesinlikle kullanmayınız ve yenisiyle değiştiriniz.
3. Donanımları giymeden önce varsa üzerinizdeki yüzük, saat ve kolyeleri çıkarıp dolabınıza koyunuz.
4. Saçlarınız uzun ise saçınızı arkadan sıkıca toplayınız.
5. Beden ölçülerinize uygun olan iş tulumunu giyerek tulumun fermuarını tamamen kapatınız. İş tulumunun kol manşetlerini sıkıca ilikleyiniz.
6. Beden ölçülerinize uygun iş ayakkabılarını giyip ayakkabıların bağcıklarını sıkıca bağlayınız.
7. Bareti kafanıza göre ayarlayıp çene bağını kilitleyerek kafanıza giyiniz.
8. İş gözlüğünü yüzünüze gözlerinizi tam kapatacak şekilde yerleştiriniz.
9. Koruyucu kulaklıkları kulaklarınızı tam kapatacak şekilde takınız.
10. Toz maskesini ağız ve burnu tam kapatacak şekilde takınız.
11. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımların her birini açıklamasını yaparak neden kullanmanız gerektiğini arkadaşlarınızla tartışınız.
12. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımların koruyucu işlevlerini arkadaşlarınızla tartışarak şerit testerede kesme işlemleri yapmak için hazır olup olmadığınızı arkadaşlarınızla değerlendiriniz.



**Görsel 2.18:** Şerit testerede KKD kullanımı

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

**DÜŞÜN, TARTIŞ, PAYLAŞ**

**Aşağıda, atölyede kişisel koruyucu donanım kullanımından kaçınma sonucu meydana gelen bir sağlık sorunu ile ilgili metin verilmiştir. Metni dikkatlice okuyarak aşağıda verilen soruların cevaplarını düşününüz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.**

Bir öğrenci atölye dersinde kaynak işlemleri yaparken kaynak maskesi yüzünden iş parçasını net görmediğini düşünmüş ve öğretmeninin uyarılarına rağmen kaynak maskesi kullanmadan kaynak işlemlerini tamamlamıştır. Akşam olduğunda göz ağrısı şikayetiyle hastaneye giden bir öğrenci, ertesi gün arkadaşlarına gece boyunca göz ağrısı nedeniyle uyuyamadığını anlatmıştır.

**1.** Öğrencinin yaşadığı göz sağlığı probleminin nedenleri sizce neler olabilir?

.....
.....
.....

**2.** Öğrencinin bu olaydan sonra atölye disiplini ve öz denetim açısından sizce ne gibi dersler çıkarması gerekir?

.....
.....
.....

## 2.3. ATÖLYE DONANIMI VE ATÖLYEDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

Atölye ortamları, teorik bilgilerin pratik becerilere dönüştürüldüğü dinamik alanlar olmasının yanı sıra karmaşık makine ve donanımları barındırması nedeniyle yüksek dikkat gerektiren mekânlardır. Bu alanlarda güvenli ve verimli bir çalışma yürütebilmek için torna, freze, matkap vb. temel donanımların teknik özelliklerini bilmek kadar çalışma disiplinini belirleyen emniyet kurallarına eksiksiz uymak da önemlidir. Doğru ekipman kullanımı ve standartlara uygun davranış ilkeleri, olası iş kazalarını önleyerek hem teknik eğitimin kalitesini artırır hem de profesyonel bir çalışma kültürü oluşturulmasını sağlar.

### 2.3.1. Gemi Temel İşlemleri Atölye Donanımları

Gemi temel işlemleri atölyeleri, gemi yapımı alanının dalları olan gemi inşa, yat inşa ve gemi boru donatım dallarında kullanılacak olan malzemelerin temel niteliklerine göre donatılmıştır. Bu donanımlar aşağıda yer alan başlıklarda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

#### 2.3.1.1. Metal Malzemelerin Şekillendirilmesinde Kullanılacak Tezgâh, Alet ve Avadanlıklar

Metal malzemelerin şekillendirilmesi sürecinde kullanılan torna, freze, matkap vb. takım tezgâhları, talaşlı imalatın temelini oluşturarak parçalara istenen hassas formların verilmesini sağlar. Bu ana makinelerin yanı sıra kumpas, mikrometre, çeşitli el aletleri vb. avadanlıklar ölçüm ve markalama işlemlerinde yüksek doğruluk elde etmek için vazgeçilmez yardımcı ekipmanlardır. Atölye ortamında verimli bir çalışma gerçekleştirmek için bu donanımların hem teknik özelliklerine hakim olmak hem de her bir aletin kullanımında iş güvenliği kurallarını titizlikle uygulamak önemlidir.

## A) Tezgâhlar ve Makineler

**Tezgâh**, genellikle atölye veya fabrika zeminine ya da güçlü bir çalışma masasına sabitlenmiş (monte edilmiş) sistemlerdir. Tezgahlar taşınamaz, işlenecek parça tezgâha götürülür. **Makine** ise çok daha geniş bir kavramdır. Sabit olabileceği gibi mobil, taşınabilir veya kendi kendine hareket edebilir özellikte olabilir. Örneğin avuç içi taşlama ve el matkabı birer elektrikli makinedir ancak tezgâh değildir.

### a) Sütunlu Matkap Tezgâhı

Matkap gövdesinin dikey bir sütun üzerine monte edildiği, hassas ve dik açılı delme işlemleri için tasarlanmış sabit bir işleme makinesidir. El matkabıyla yapılması zor olan, milimetrik doğruluk gerektiren ve tekrarlanan delme işlemleri için kullanılır (Görsel 2.19).



**Görsel 2.19:** Sütunlu matkap tezgâhı

### Sütunlu Matkap Tezgâhında Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Sütunlu matkap tezgâhları, sanayide ve atölyelerde en sık kullanılan ama aynı zamanda dikkatsizlik durumunda iş kazası riskinin en yüksek olduğu makinelerden biridir. Dönme hareketiyle çalışan bu tezgâhlarda en büyük risk; delinmek istenen iş parçasının tezgâhın üzerinde kontrolsüzce dönmeye başlaması sonucu sac vb. ince parçaların el, kol ve parmakları adeta bıçak gibi keserek yaralaması, iş parçasının fırlaması ve makineye kıyafet / saç kaptırma olayları sayılabilir. Sütunlu matkapta güvenli bir şekilde çalışmak için dikkat edilmesi gereken kurallar, işlem sırasına göre aşağıdaki gibi sıralanabilir.

**Eldiven Giyilmemesi:** Dönen matkap ucu eldivenin liflerini kapıp eli hızla içeri çekerek yaralanmaya sebep olabilir. Bu nedenle matkapla çalışırken eldiven giyilmemelidir.

**Kıyafetin Kontrol Edilmesi:** Bol kıyafetler giyilmemelidir. İş tulumunun kol manşetleri sıkıca düğümlenmeli; varsa kravat, önlük bağları veya sarkan takılar çıkarılmalıdır.

**Saç ve Gözün Korunması:** Uzun saçlar mutlaka arkada sıkıca toplanıp baret veya bonenin içine alınmalıdır. Gözü uçuşan çapaklardan korumak için iş gözlüğü veya yüz koruyucu siperlik takılmalıdır.

**Parçanın Sabitlenmesi:** Delinecek malzeme elle asla tutulmamalıdır. Parça, tezgâhın mengenesine (grop) veya cıvatalarla tablaya sıkıca sabitlenmelidir. Malzeme dönerse eli ciddi şekilde yaralayabilir.

**Mandren Anahtarının Çıkarılması:** Matkap ucu sıkıştırıldıktan sonra mandren anahtarı tezgâhın üzerinde bırakılmamalıdır. Motor çalıştığı anda fırlayıp yaralanmaya sebep olur.

**Hız Ayarının Yapılması:** Delinecek malzemenin cinsine (metal, ahşap, plastik) ve matkap ucunun çapına uygun devir hızı (kayış-kasnak ayarı) seçilmelidir.

**Koruyucu Muhafazanın Kapatılması:** Matkap milinin önündeki şeffaf güvenlik siperliği mutlaka kapalı konuma getirilmelidir. Koruyucu siperlik kırıksa bu hâlde kesinlikle çalışılmamalı ve durum hemen öğretmene haber verilmelidir.

**Kademeli İlerleme Yapılması:** Matkap kolu aşağı indirilirken iş parçasıyla ilk temas her zaman çok yavaş ve hafif olmalı, aşırı güç asla uygulanmamalı ve uca baskı dengeli olarak verilmelidir. Delme işlemi esnasında aşırı güç uygulanırsa matkap ucu kırılabilir ve sıçrayıp göz yaralanmalarına sebep olabilir. Derin deliklerde matkap ucu ara sıra yukarı çekilerek çapakların dışarı çıkması sağlanmalıdır (parçalama deliği yöntemi).

**Talaş Sarılması Müdahalesi:** Delme esnasında matkap ucuna uzun, şerit hâlinde metal talaşları sarılabilir. Bu talaşlar dönerken bıçak gibi keskinleşir. Talaşı temizlemek veya koparmak için tezgâh çalışırken asla müdahale edilmemelidir. Önce tezgâh durdurulmalı, ardından bir pense yardımıyla talaş temizlenmelidir.

**Makine Acil Durum Durdurma Butonunun Kullanılması:** Delme işlemi esnasında matkabın sıkışma ve parçayı döndürmeye başlaması ya da başka herhangi bir tehlikeli durum anında hemen makine acil durum durdurma butonuna basılarak (mantar buton) makine durdurulmalıdır.

**Soğutma Sıvısının Kullanılması:** Metal delerken ucun aşırı ısınmasını ve körelmesini önlemek için uygun kesme / soğutma sıvısı kullanılmalıdır.

**Matkabın Tamamen Durmasının Beklenmesi:** Matkabı kapattıktan sonra dönen mil elle veya bir parça malzemeyle bastırılarak durdurulmaya çalışılmamalıdır.

**Çapak Temizliğinin Yapılması:** Tabla üzerinde biriken keskin metal talaşları ve çapakları elle kesinlikle süpürülmemeli, her zaman fırça veya çapak kancası kullanılmalıdır.

### b) Taşlama Tezgâhı

Çeşitli makine elemanlarının; metal, plastik veya diğer sert malzemelerin yüzeylerini son derece hassas bir şekilde işlemek, bilemek, parlatmak, düzeltmek ve keskinleştirmek için kullanılan bir talaşlı imalat tezgâhıdır (Görsel 2.20).



**Görsel 2.20:** Taşlama tezgâhı

#### Taşlama Tezgâhında Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Taşlama tezgâhları (zımpara taşı tezgâhları) yüksek devirlerde çalışan zımpara taşları sebebiyle çalışırken kazaya sebebiyet verebilecek tezgâhlardandır. Taşlama tezgâhıyla çalışılırken güvenli bir çalışma ortamının sağlanması için dikkat edilmesi gerekenler aşağıda yer almaktadır.

**Göz ve Yüzün Korunması:** Sadece koruyucu gözlük takılması yeterli olmayacağı için gözlüğün üzerine mutlaka yüz siperliği takılmalıdır. Fırlayan taş parçaları gözlüğü kırıp göze ulaşabilir.

**Kıyafetin Kontrol Edilmesi:** Bol kıyafetler, kravat, atkı veya sarkan zincirler dönen taşa kapılabileceği için kesinlikle giyilmemelidir. İş elbisesinin kollarının manşetleri bol olmamalıdır. Kol manşetlerinin düğmeleri sıkıca düğümlenmeli veya lastikli dar kollar tercih edilmelidir.

**Eldiven Kullanılmaması:** Sabit masaüstü taşlama tezgâhlarında parça taşlanırken gevşek veya örgü eldiven asla kullanılmamalıdır. Eldivenin kumaşı taş ile iş parçasının arasına sıkışarak eli içeri çekebilir. Çok ihtiyaç varsa eli sıkıca saran teknik deri eldivenler tercih edilmelidir.

**Uzun Saçların Toplanması:** Uzun saçlar mutlaka arkada sıkıca toplanmalı ve baret ya da bone içine gizlenmelidir.

**Yeni Zımpara Taşının Takılması:** Çatlak veya hasarlı zımpara taşları kesinlikle kullanılmamalıdır. Yeni bir taş takılmadan önce mutlaka çınlama testi (Taşa tahta bir sapla hafifçe vurulduğunda temiz bir metalik ses gelmesi gerekir, boğuk ses çatlak belirtisidir.) yapılmalıdır.

**Muhafazanın (Kaput) Kontrol Edilmesi:** Taşın etrafındaki metal koruyucu muhafaza asla sökülmemelidir. Taşın en azından yüzde 75'ini kapatacak şekilde konumlandırılmalıdır.

**Şeffaf Göz Siperinin Kontrol Edilmesi:** Taşın hemen üzerindeki ayarlanabilir şeffaf koruyucu siperliklerin sağlam olup olmadığı kontrol edilmeli, şeffaf siperlikler işe engel olmayacak ama kıvılcımları engelleyecek şekilde aşağı indirilmelidir.

**Destek Mesnedinin (Rest) Ayarlanması:** İş parçasının dayandığı alt destek metalinin taşa olan mesafesi en fazla 2-3 mm olmalıdır. Bu mesafe daha geniş olursa taşlanan parça taş ile mesnetin arasına sıkışır, taşı patlatır ve eli içeri çekerek yaralanmalara sebep olabilir.

**Kıvılcım Tutucu Siperliğin (Deflektör) Kontrol Edilmesi:** Taşın üst kısmında yer alan kıvılcım tutucu plakanın sağlam olması ve taşa olan mesafesinin **en fazla 6 mm** olması gerekmektedir.

**İlk Çalıştırmanın (Boşta Döndürme) Yapılması:** Tezgâh açıldığında **en az 1 dakika** taşın boşta dönmesi beklenmeli ve bu esnada taşın tam karşısında değil, biraz yan tarafında durularak emniyet sağlanmalıdır. Taşta çatlak varsa genellikle ilk kalkış anındaki merkezkaç kuvvetiyle taş bu esnada patlayabilir.

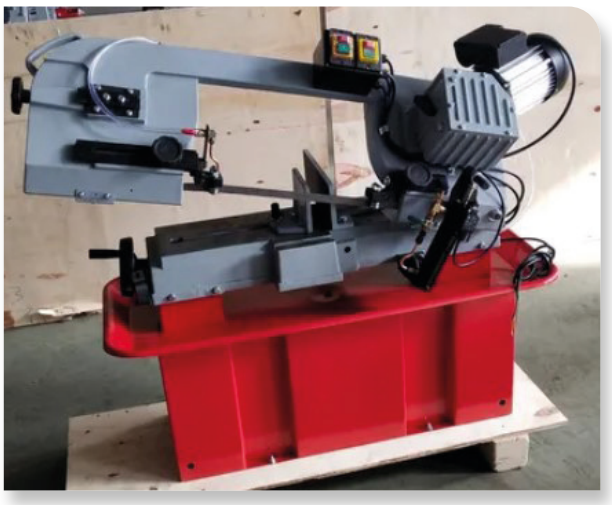
**Yan Yüzeyle Taşlama Yapılmaması:** Standart zımpara taşlarının sadece ön (çevre) yüzeyiyle taşlama yapılır. Taşın yan yüzeylerine parça bastırmak taşın incelmesine ve yanal baskı nedeniyle aniden infilak etmesine yol açabilir.

**Baskının Kademeli Yapılması:** İş parçası taşa aniden ve çok sert şekilde bastırılmamalı, yavaşça yaklaştırılıp kademeli bir baskı uygulanmalıdır. Aşırı baskı hem taşı sıkıştırır hem de motoru zorlayarak bozabilir.

**Soğutma Sıvısının Kontrol Edilmesi:** Taşlama esnasında parça aşırı ısınacağı için bir su kabı bulundurulmalı ve parça sık sık suya batırılarak soğutulmalıdır. Bu, hem malzemenin özelliğinin bozulmasını (menevişlenmesini) önler hem de elin yanmasını engeller.

### c) Yatay Şerit Testere

Özellikle metal işleme endüstrisinde, makine imalatında ve endüstriyel atölyelerde kalın profilleri, boruları, dolu demirleri ve metal blokları düz ya da açılı bir şekilde kesmek için kullanılan güçlü bir üretim makinesidir (Görsel 2.21).



**Görsel 2.21:** Yatay şerit testere

### Yatay Şerit Testerede Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Yatay şerit testereler yüksek kesme kuvvetine sahip ağır makineler olduğundan güvenli bir çalışma ortamı için aşağıdaki kurallara dikkat edilmelidir.

**Kişisel Koruyucu Donanım Kullanılması:** İş parçasını yüklerken veya taşırken ağır metal çapaklarına karşı koruyucu iş eldiveni ve iş ayakkabısı, kesim esnasında fırlayabilecek parçacıklara ve sıvı sıçramalarına karşı koruyucu gözlük mutlaka kullanılmalıdır.

**İş Parçasının Sabitlenmesi:** Kesim esnasında dönen şeride veya iniş yapan gövdenin altına elle asla müdahale edilmemeli, kısa kalmış parçalar mengenede tam sıkıştırılamıyorsa takozlarla desteklenerek fırlaması önlenmelidir. İş parçası mengeneye sıkıca sabitlenmeden kesim işlemine başlanmamalıdır.

**Bıçak Gerginliğinin Kontrol Edilmesi:** Şerit bıçağın kasnaklar arasındaki gerginliği ne çok gevşek ne de çok sıkı olmalıdır. İdeal gerginlik düz kesim yapabilmek ve şeridin kopmasını önlemek için kritiktir.

**Doğru Diş Adımının (TPI) Seçilmesi:** Kesilecek malzemenin et kalınlığına uygun olan diş yapısına sahip bıçak seçilmelidir. İnce cidarlı profiller için sık dişli ve kalın, dolu malzemeler için seyrek dişli şeritler tercih edilmelidir.

### ç) Giyotin Makası

Genellikle sac levha, plaka veya farklı kalınlıktaki metal malzemeleri iki düz bıçak arasında sıkıştırarak düz hatlar hâlinde kesmek için kullanılan endüstriyel bir imalat makinesidir. Büyük ve güçlü bir makas gibi çalışır. Sabit duran bir alt bıçak ile aşağı doğru dikey veya hafif açılı hareket eden bir üst bıçak arasına yerleştirilen malzeme, yüksek basınç altında doğrusal olarak kesilir (Görsel 2.22).



**Görsel 2.22:** Giyotin makası

### Giyotin Makasında Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Giyotin makasları, saniyeler içinde tonlarca baskı uygulayabilen ve kesim alanında geri dönüşü olmayan ciddi yaralanma riskleri barındıran yüksek riskli endüstriyel makinelerdir. Bu nedenle, atölye ortamında güvenli bir çalışma gerçekleştirmek için operasyon öncesinde, sırasında ve sonrasında aşağıdaki iş sağlığı ve güvenliği kurallarına tavizsiz bir şekilde uyulmalıdır.

**Kesilmeye Dayanıklı Eldiven Kullanılması:** Sac levhaların keskin kenarlarından ve kesim sonrası oluşabilecek çapaklardan korunmak için mekanik risklere karşı dayanıklı iş eldivenleri mutlaka giyilmelidir.

**Koruyucu Gözlük Kullanılması:** Kesim esnasında fırlayabilecek küçük metal parçacıklarına veya çapaklara karşı göz koruyucu ekipman kullanımı zorunludur.

**Çelik Burunlu İş Ayakkabısı Kullanılması:** Ağır sac plakaların veya kesilen ağır parçaların ayağa düşme riskine karşı çelik burunlu iş ayakkabısı kesinlikle giyilmelidir.

**Uygun İş Kıyafetinin Giyilmesi:** Makinenin hareketli aksamlarına kapılma riskini önlemek için bol kıyafetler giyilmemeli, sarkan bağcıklar olmamalı ve kol manşetleri sıkıca düğümlenmelidir.

**Sentil (Bıçak Boşluğu) Ayarının Yapılması:** Bıçak arası boşluk ayarı, kesilecek malzemenin kalınlığına ve cinsine uygun olarak yapılmalıdır. Hatalı sentil ayarı, sacın bıçak arasına sıkışarak fırlamasına veya bıçakların kırılmasına yol açabilir.

**Güvenlik Donanımlarının Kontrolünün Yapılması:** Kesim alanında bulunan fiziksel muhafazaların, ışık bariyerlerinin (fotoresistörlerin) ve acil durdurma (stop) butonlarının eksiksiz ve çalışır durumda olduğu test edilmelidir.

**Temizlik ve Düzenin Sağlanması:** Makine tablası ve çevresi; yağ, kesim artıkları, takozlar veya yabancı maddelerden arındırılmalıdır. Kayma ve düşme riskine karşı zemin temiz olmalıdır.

**Güvenli El Mesafesinin Ayarlanması:** Çalışanın elleri veya parmakları, ön muhafaza çizgisini kesinlikle geçmemeli ve baskı pabuçları ile bıçakların altına asla yaklaştırılmamalıdır.

**Malzemenin Sabitlenmesi:** Sacın kesim esnasında kalkmasını, kaymasını veya dönmesini önlemek için hidrolik ya da mekanik baskı pabuçlarının malzemeyi tablaya tam olarak sabitlediğinden emin olunmalıdır.

**Tek Operatör ve Pedal Güvenliği Kuralının Uygulanması**: Makineyi tetikleyen ayak pedalı, sadece malzemeyi tutan ve alanın güvenliğinden emin olan tek bir kişi tarafından kontrol edilmelidir. Pedala kazara basılmasını önlemek için koruyucu kapaklı (muhafazalı) pedallar kullanılmalıdır.

**Çok Kişili Çalışmalarda Koordinasyonun Sağlanması:** Büyük sacların yüklenmesi vb. durumlarda birden fazla kişi çalışıyorsa kesim komutu ve pedal kontrolü yalnızca bir lider operatörde olmalı, diğer çalışanların güvenli mesafede olduğu sözlü olarak ve gözle teyit edilmelidir.

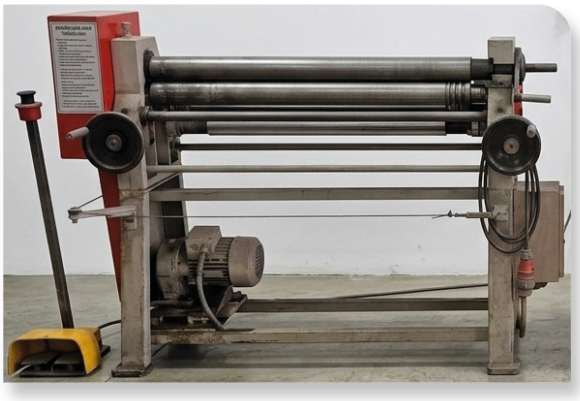
**Kapasite Sınırlarına Uyulması:** Makinenin etiketinde belirtilen maksimum kesme kalınlığı ve mukavemet değerleri (Örneğin paslanmaz çelik ile siyah sacın kesme sınırları farklıdır.) kesinlikle aşılmamalıdır.

**Atık ve Parçaların Toplanması:** Kesilen parçalar veya sac atıkları makinenin arkasından toplanırken makinenin tamamen durdurulduğundan (mümkünse enerjisinin kesildiğinden) emin olunmalıdır.

**Bakım Esnasında Makinenin Kilitlenmesi (EKED):** Bıçak değişimi, sentil ayarı veya temizlik gibi bakım-onarım işlemlerine geçilmeden önce makinenin enerjisi kesilmeli ve **Etiketle, Kilitle, Emniyete Al, Dene (EKED)** protokolü uygulanmalıdır.

### d) Merdaneli Silindir Bükme Makinesi

Endüstrideki yaygın adıyla **silindir makinesi ya da valsli bükme makinesi**; sac levha veya metal plakaları iki ya da daha fazla dönen merdane (silindir) arasından geçirerek dairesel, silindirik, konik veya oval şekillerde bükmek amacıyla kullanılan bir imalat makinesidir (Görsel 2.23).



**Görsel 2.23:** Merdaneli silindir bükme makinesi

### Merdaneli Silindirde Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Merdaneli silindir (valsli bükme makinesi), açıkta dönen millere ve çok yüksek sıkıştırma kuvvetine sahip olduğu için atölyelerde uzuv kaptırma riskinin **en yüksek** olduğu makinelerden biridir. Güvenli ve kazasız bir çalışma gerçekleştirmek için aşağıdaki kurallara tavizsiz bir şekilde uyulmalıdır.

**Kritik Eldiven Kuralına Uyulması:** Sac levhaları taşırken veya ayarlarken keskin kenarlardan korunmak için eldiven giyilmelidir ancak malzeme merdaneye sürülürken ve makine çalışırken örgü, bol veya lifli iş eldiveni kesinlikle kullanılmamalıdır. Eldivenin lifleri dönen millere kapılırsa çalışanın elini ve kolunu içeri çekebilir.

**Kıyafet Kontrolünün Yapılması:** Bol iş önlükleri giyilmemeli, kol düğmeleri sıkıca düğümlenmelidir. Sarkan bağcıklar, atkı, kravat, künye vb. takılar çalışmaya başlamadan önce tamamen çıkarılmalıdır.

**Göz ve Ayak Korumasının Sağlanması:** Ağır sac plakaların taşınması sırasındaki düşme riskine karşı çelik burunlu iş ayakkabısı ve parça sıçramalarına karşı koruyucu gözlük kullanımı zorunludur.

**Emniyet Donanımlarının Testinin Yapılması:** Makinenin ön ve arka kısmında yer alan, tehlike anında vücutla veya ayakla çekilebilecek **acil durdurma tel halatı** (emniyet ipi) ve acil stop butonları, çalışmaya başlamadan önce mutlaka test edilmelidir.

**Merdane ve Tabla Temizliğinin Yapılması:** Merdane yüzeylerinde veya sacın ilerleyeceği zemin üzerinde talaş, yağ, takoz ya da yabancı madde bulunmamalıdır. Yağlı yüzeyler sacın kayarak ani ve kontrolsüz hareket etmesine yol açabilir.

**Malzeme Kontrolünün Yapılması:** Bükülemeye çalışılacak sacın kalınlığı ve sertliği, makinenin kapasite diyagramına uygun olmalıdır. Kapasitenin üzerindeki zorlamalar, merdanelerin kırılmasına veya sacın fırlamasına neden olur.

**Güvenli Mesafenin Ayarlanması:** Sac, merdanelerin arasına verilip bükülmeye başladığında levha yukarı veya aşağı doğru kıvrılarak dairesel bir hareket çizer. Bu esnada bükülen sacın çalışana veya çevredekilere çarpmasını önlemek için malzemenin dönüş yönünde ve çok yakınında durulmamalıdır.

**Malzemeyi Elle Besleme Sınırına Uyulması:** Malzeme merdaneler tarafından kavrandıktan sonra sac içeri doğru elle itilmeye devam edilmemelidir. Eller, merdanelere yaklaşabileceği **kritik emniyet sınırını** (yaklaşma sınırını) asla geçmemelidir.

**Destek Elemanları Kullanılması:** Büyük, geniş veya ağır sac levhaların bükümü esnasında malzemenin sarkmasını ya da dengesiz dönmesini engellemek için uygun vinç, askı veya malzeme destek sehpaları kullanılmalıdır.

**Tek Operatör Kontrolünün Yapılması:** Makinenin ileri-geri pedal kontrolü yalnızca malzemeye hâkim olan ve çalışma alanını net gören tek bir operatör tarafından yapılmalıdır.

**Bitmiş Parçanın Alınması:** Bükümü tamamlanan silindirik veya konik parça makineden çıkarılmadan önce merdanelerin dönüşü tamamen durdurulmalıdır.

**Bakım Esnasında Makinenin Kilitlenmesi (EKED):** Makinede temizlik, merdane ayarı veya periyodik bakım yapılacağı zaman makinenin ana şalteri kapatılmalı; kilitlenmeli ve enerjisinin tamamen kesildiğinden emin olunmalıdır. Ayrıca **Etiketle, Kilitle, Emniyete Al, Dene** protokolü uygulanmalıdır.

### e) Manuel Sac Bükme Makinesi (Caka)

Genellikle sac levhaları iki çene arasında sıkıştırarak manuel bir kol yardımıyla istenen açıda bükmeye yarayan ve insan gücüyle çalışan mekanik bir atölye ekipmanıdır. Metal işleme atölyelerinde ince metal levhalara şekil vermek, kutu / pano imalatı yapmak veya kenar kıvırmak için sıkça tercih edilir (Görsel 2.24).



**Görsel 2.24:** Manuel sac bükme makinesi

## Manuel Sac Bükme Makinesinde Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Manuel sac bükme makinesinin motorlu veya hidrolik olmaması bu makinenin tamamen güvenli olduğu anlamına gelmez. Aksine yüksek mekanik sıkıştırma kuvveti, ağır baskı çeneleri ve ani hareket edebilen denge ağırlıkları / bükme kolları nedeniyle ciddi yaralanma riskleri barındırır. Manuel cakayla çalışırken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

**Kesilmeye Dayanıklı İş Eldiveni Giyilmesi:** Sac levhaları taşırken ve makineye yerleştirirken keskin kenarlardan korunmak için mekanik risklere dayanıklı iş eldivenleri mutlaka kullanılmalıdır.

**Çelik Burunlu İş Ayakkabısının Giyilmesi:** Ağır sac plakaların ayak üzerine düşme riskine veya caka parçalarının (örneğin bükme kolunun veya ağırlıkların) yaratabileceği kazalara karşı çelik burunlu iş ayakkabısı giyilmesi zorunludur.

**Koruyucu Gözlük Kullanılması:** Büküm esnasında sac yüzeyindeki tufalların, çapakların veya kaplamaların fırlama riskine karşı koruyucu gözlük takılmalıdır.

**Uygun İş Kıyafeti Giyilmesi:** Bol iş kıyafetleri kesinlikle giyilmemelidir. İş kıyafetlerinin sarkan bağcıkları olmamalı, kol manşetleri sıkıca düğümlenmiş olmalıdır.

**Kapasite ve Sac Kalınlığı Kontrolünün Yapılması:** Makinenin bükebileceği maksimum sac kalınlığı sınırı kesinlikle aşılmamalıdır. Kapasitesinden daha kalın sacları bükmeye çalışmak mekanik kolları zorlar, ani kırılmalara veya operatörün dengesini kaybederek yaralanmasına yol açar.

**Çene ve Bıçak Kontrolünün Yapılması:** Üst baskı çenesinin (bıçakların) ve alt tablanın temiz, çatlaksız ve düzgün sabitlenmiş olduğu kontrol edilmelidir. Çenelerin arasında sac kalıntısı veya yabancı madde kalmamalıdır.

**Malzeme Yerleşiminin Doğru Yapılması:** Bükülecek sac levha, makine çenelerine tam paralel ve gönyesinde yerleştirilmeli; kayma yapmayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

**Güvenli Sıkıştırma (Üst Çene Kilitleme) Yapılması:** Sac yerleştirildikten sonra üst çene, kilitleme kolları (eksantrik kollar) yardımıyla tam ve sıkı bir şekilde kilitlenmelidir. Yetersiz sıkıştırma, büküm esnasında sacın ani bir şekilde fırlamasına veya kayarak elin sıkışmasına neden olabilir.

**Bükme Kolu ve Denge Ağırlığı Alanı Kontrolünün Yapılması:** Cakanın arkasında veya yanlarında bulunan denge ağırlıklarının ve bükme kollarının hareket yarıçapı (salınım alanı) içinde hiçbir personelin veya engelin bulunmadığından emin olunmalıdır.

**Doğru Duruş ve Güç Uygulamanması:** Bükme kolu yukarı doğru kaldırılırken ayaklar yere sağlam basmalı, vücut dengesi korunmalıdır. Kol ani bir dirençle karşılaşırsa veya sac kurtulursa operatörün öne / arkaya savrulmaması için kontrollü güç uygulanmalıdır.

**Parmakların Çenelerden Uzak Tutulması:** Sacı hizalarken veya tutarken eller ve parmaklar üst baskı çenesi ile alt tabla arasındaki sıkışma bölgesinden tamamen uzakta tutulmalıdır.

**Tek Operatör Kuralının Uygulanması:** İdeal olarak caka bükme işlemi tek bir kişi tarafından yönetilmelidir. Hem sıkıştırma kolunu hem de bükme kolunu aynı kişi kontrol ettiğinde kazaların önüne geçilmiş olur.

**Çok Kişilik Çalışma Kurallarına Uyulması:** Geniş sacların bükülmesinde iki kişi çalışmak zorundaysa sıkıştırma ve bükme komutları net bir şekilde sözlü olarak paylaşılmalı, her iki çalışanın da elleri güvenli alana çekilmeden kollar hareket ettirilmemelidir.

**Kolların Emniyete Alınması:** Çalışma bittiğinde bükme kolu ve denge ağırlıkları, yer çekimi etkisiyle kendiliğinden düşmeyecek veya birine çarpmayacak şekilde emniyetli (başlangıç) konumuna getirilerek bırakılmalıdır.

**Atık Temizliğinin Yapılması:** Makinenin çevresindeki sac kırpıntıları ve atık parçalar süpürge veya faraş yardımıyla temizlenmeli, zeminde kayma ya da takılma riski yaratacak malzeme bırakılmamalıdır.

### f) Elektrik Ark Kaynak Makinesi

Elektrik enerjisini kullanarak iki veya daha fazla metal parçayı kalıcı olarak birleştirmek için gerekli olan yüksek ısıyı üreten elektrikli bir makinedir (Görsel 2.25). Kaynak **pensesi** ve kaynak **şasesi** olmak üzere iki önemli çıkışı vardır.



**Görsel 2.25:** Elektrik ark kaynak makinesi

### Kaynak İşlemi Esnasında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Elektrik ark kaynak makineleri; yüksek ısı, yoğun ultraviyole (UV) ve kızılötesi (IR) ışınlar, elektrik çarpması riski ve zehirli gazlar salgılayan karmaşık bir çalışma mekanizmasına sahiptir. Kaynak ışını ve fırlayan cüruflar (kaynak sıçrantısı) ciddi yanıklara neden olabilir. Standart kıyafetler ark ışınını geçirebilir veya kolayca tutuşabilir. Bu nedenle, ark kaynağı yaparken iş sağlığı ve güvenliği kurallarına tam uyum sağlanması hayati önem taşır. Güvenli bir kaynak süreci için aşağıdaki kritik kurallara uyulmalıdır.

**Kaynak Maskesinin Kullanılması:** Ark ışınına çıplak gözle asla bakılmamalıdır. Bu durum **göz alması** olarak adlandırılan kalıcı hasarlara yol açabilir. Sabit camlı maskelerde akım şiddetine uygun koyulukta (DIN 10-13 arası) filtre kullanılmalıdır. Otomatik kararan maskeler tercih ediliyorsa sensörlerin temiz ve çalışır durumda olduğu doğrulanmalıdır.

**Deri Önlük ve Kolluğun Kullanılması:** Sentetik (naylon, polyester) kıyafetler kıvılcımla eriyip cilde yapışacağı için kesinlikle giyilmemelidir. %100 pamuklu veya süet / deri kaynakçı önlüğü, kolluğu ve tozlukları kullanılmalıdır. Kıyafetlerin kolları ve yakası ilikli olmalıdır.

**Kaynak Eldiveninin Kullanılması:** Uzun konçlu (bileği kapatan) kalın deri kaynakçı eldivenleri takılmalıdır. Eldivenlerin kuru ve yağsız olması şarttır, ıslak eldiven elektrik akımını doğrudan ele iletir.

**Çelik Burunlu ve Yalıtkan Ayakkabının Kullanılması:** Ağır metal parçaların düşme riskine karşı çelik burunlu, altı kalın kauçuk (yalıtkan) kaynakçı botları tercih edilmelidir. Pantolon paçaları botların üzerine dökülmeli, botun içine kıvılcım kaçmasını önlemek için paçalar içeri katlanmamalıdır.

**Şase Kablosu Bağlantısının Kontrol Edilmesi:** Şase pensesi, kaynak yapılacak parçaya veya tezgâha mümkün olan en yakın noktadan ve sıkıca bağlanmalıdır. Gevşek bağlantılar ark yaparak yangın riski oluşturur.

**Kablo Kontrollerinin Yapılması:** Kaynak pensi ve şase kablolarında zedelenme, soyulma veya ek olmamalıdır. Islak zeminlerde kaynak kesinlikle yapılmamalı, elektrik çarpması riskine karşı kuru izole halılar kullanılmalıdır.

**Yangın Önlemlerinin Alınması:** Çalışma alanının yakınında bulunan tüm yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeler uzaklaştırılmalıdır. Yakın bir noktada çalışır durumda yangın tüpü mutlaka bulundurulmalıdır.

**Duman Tahliyesinin Kontrol Edilmesi:** Kaynak dumanı ağır metaller ve zehirli gazlar içerir. Açık havada veya lokal (lokal emiş sistemli) havalandırmanın olduğu alanlarda çalışılmalıdır. Gerekirse kaynak dumanına uygun maskeler takılmalıdır.

**Çevrenin Uyarılması:** Kaynağa başlamadan önce etraftaki diğer çalışanlar “Işık var!” veya “Gözünüzü kaçırın!” şeklinde uyarılmalı, ark ışınlarının çevreye yayılmasını önlemek için kaynak paravanları kullanılmalıdır.

**Cüruf Sıçramasının Kontrol Edilmesi:** Kaynak dikişinin üzerindeki cürufu kırarken gözlük veya siperlik mutlaka takılı olmalıdır. Cüruf kırıcı çekiçle vurulduğunda sıcak kabuklar yüksek hızla göze fırlayabilir.

**Sıcak Parça Uyarısının Yapılması:** Kaynak yapılan parça uzun süre sıcak kalır. Başkalarının dokunup yanmasını önlemek için parçanın üzerine tebeşirle sıcak yazılmalı veya parça soğumaya bırakılmalıdır.

**Boşta Çalışma Gerilimine (Open Circuit Voltage) Dikkat Edilmesi:** Kaynak makinesi açıkken ama kaynak yapılmıyorken pens ile şase arasında boşta çalışma gerilimi (genellikle 60-90 Volt arası) bulunur. Bu gerilim, özellikle nemli veya terli ortamlarda insan vücudu üzerinden akarsa ölümcül elektrik çarpmalarına neden olabilir. Bu yüzden elektrot değiştirirken makine kapalı tutulmalı veya tam izoleli eldivenler kullanılmalıdır.

### g) Avuç Taşlama Makinesi

Spiral ya da avuç taşlama olarak da bilinen; metal, taş veya beton gibi sert malzemeleri kesmek, aşındırmak, parlatmak ve çapaklarını temizlemek için kullanılan; yüksek devirli ve elektrikli bir el aletidir (Görsel 2.26).



**Görsel 2.26:** Avuç taşlama makinesi

### Avuç Taşlama Makinesi Kullanırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Avuç taşlama makineleri en yüksek iş kazası oranına sahip el aletlerinden biridir. Yüksek devirde (yaklaşık 11.000 devir / dakika) dönen bu cihazlarda yaşanabilecek en büyük riskler; taş patlaması, makinenin geri tepmesi (kickback) ve vücuda temastır. Avuç taşlama makinesiyle kesme veya taşlama yaparken aşağıdaki kurallara dikkat edilmelidir.

**Çift Kat Göz Koruması:** Avuç taşlama makinesi kullanırken sadece iş gözlüğü yeterli değildir. Yüksek hızda fırlayan kıvılcım ve taş parçalarından korunmak için iş gözlüğünün üzerine yüz koruyucu siperlik mutlaka takılmalıdır.

**Eldiven ve Kıyafet Kontrolünün Yapılması:** Ele tam oturan, mukavemetli deri eldiven kullanılmalıdır. Bol giysiler giyilmemeli, kol manşetleri sıkıca kapatılmalı ve kıyafetlerin sarkan kısımları olmamalıdır.

**Kulak Koruyucunun Kullanılması:** Yüksek desibelde ses çıkaran bu makinelerle çalışırken kulaklık veya kulak tıkacı takılmalıdır.

**Muhafazanın Kesinlikle Çıkarılmaması:** Taşın arkasındaki çelik koruyucu muhafaza asla sökülmemelidir. Bu muhafaza, taşın patlaması durumunda parçaların kişiye gelmesini engelleyen en önemli bariyerdir. Ayrıca kıvılcımların yönü çalışan kişiden uzaklaştırılacak şekilde ayarlanmalıdır.

**Doğru Taş Seçiminin Yapılması:** Yapılacak işe uygun taş seçilmelidir (Kesme taşıyla taşlama yapılmamalı, taşlama taşıyla kesme yapılmamalıdır.). Ayrıca taşın üzerindeki maksimum devir hızı (RPM), makinenin devir hızından düşük olmamalıdır.

**Çatlak Kontrolünün Yapılması:** Taş takılmadan önce gözle kontrol edilmeli; çatlak, kırık veya nem almış taşlar kesinlikle kullanılmamalıdır.

**Yan Sapın Kullanılması:** Makinenin yan tutamağı mutlaka takılı olmalı ve makine her iki elle birden sıkıca kavranmalıdır.

**Geri Tepme Riskine Dikkat Edilmesi:** Kesme işlemi yaparken taşın, malzemenin içinde sıkışmamasına dikkat edilmelidir. Taş sıkışırsa makine büyük bir kuvvetle geriye doğru fırlayabilir. Bu yüzden kesim hattının tam arkasında değil, biraz yan tarafında durulmalıdır.

**Kıvılcım Yönüne Dikkat Edilmesi:** Kıvılcımlar çevreye veya ayaklarınıza değil, boş bir alana doğru yönlendirilmelidir. Çalışma alanının yakınında yanıcı malzeme (tiner, boya, üstübü vb.) bulunmamalıdır.

**Parçanın Sabitlenmesi:** Üzerinde çalışılacak malzeme elle veya ayakla asla tutulmamalı, her zaman bir iş tezgâhına veya mengeneye sıkıca sabitlenmelidir.

**Fişin Çekilmesi:** Taş değişimi yaparken veya işe ara verildiğinde makinenin fişi mutlaka prizden çekilmelidir. Sadece tetikten kapatmak yeterli güvenlik sağlamaz.

**Taşın Durmasının Beklenmesi:** İş bittiğinde tetik bırakılmalı ve taşın dönmesi tamamen durana kadar makine yere veya tezgâha bırakılmamalıdır. Dönen taş zemine değerse makine fırlayarak çevreye zarar verebilir.

**Pas Sökücü Olarak Kullanılması:** Avuç taşlamayı pas sökücü olarak kullanmak için, taşlama makinesine tel fırça takıldığında risk daha da artar. Tel fırçalar döndükçe kopan çelik teller birer ok gibi fırlayarak kıyafetlere ve cilde saplanabilir. Tel fırçayla çalışırken koruyucu önlük ve kalın siperlik kullanımı hayati önem taşır.

### h) Şarjlı El Matkabı

Krank milinin dairesel hareketini matkap aynasının dairesel hareketine dönüştüren bir alettir. Metalleri, plastikleri, ahşapları ve yapı malzemelerini delmede ve vidalamada kullanılır. Şarjlı ve şebekeden elektrikli olarak çeşitleri vardır (Görsel 2.27).



**Görsel 2.27:** Şarjlı el matkabı

### Şarjlı El Matkabı Kullanırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Şarjlı el matkapları, kablosuz oldukları ve düşük voltajla çalıştıkları için elektrik çarpması riskini ortadan kaldırsa da mekanik güçleri ve taşınabilir yapıları yüzünden dikkatsiz kullanımda ciddi yaralanmalara yol açabilir. Atölyede veya evde şarjlı matkap kullanırken iş güvenliğini sağlamak için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

**Gözün Korunması:** Delme işlemi esnasında fırlayan ahşap tozları, metal çapakları veya duvar sıva parçaları göze zarar verebilir. Bu yüzden her zaman iş gözlüğü takılmalıdır.

**Parçanın Sabitlenmesi:** Üzerinde çalışılan küçük veya hafif malzemeler asla elle tutulmamalıdır. Matkap ucu malzemeye sıkıştığı anda parçayı hızla döndürerek eli yaralayabilir. Parça mutlaka bir iş tezgâhına veya işkenceyle mengeneye sabitlenmelidir.

**Dik Açıda Tutulması ve Dengeli Baskı Yapılması:** Matkap, delinecek yüzeye tam dik ($90^0$) tutulmalıdır. Eğri tutulursa uç esneyip kırılabilir. Matkaba aşırı kuvvetle yüklenilmemelidir. Aşırı baskı matkabın kontrolden çıkıp altındaki malzemeye veya ele saplanmasına neden olabilir.

**Gizli Hat Kontrolünün Yapılması:** Duvar delerken yüzeyin arkasından elektrik kablosu veya su borusu geçmediğinden emin olunmalıdır. Gerekirse duvar içi hat tespit dedektörleri kullanılmalıdır.

## B) Ölçü ve Markalama Aletleri

Ölçü ve markalama aletleri; imalat sanayisinde, tersanelerde, metal ve ahşap atölyelerinde bir iş parçasını teknik resme uygun ölçülerde üretmek, kesmek veya delmek için kullanılan kılavuz araçlardır.

### a) Kumpas

Nesnelerin iç ve dış çap, derinlik gibi boyutlarını çok yüksek hassasiyetle ölçmeye yarayan bir ölçüm aletidir. Cetvellerin ölçemeyeceği kadar küçük farkları (milimetrenin onda biri veya yüzde biri vb.) tespit etmek için kullanılır (Görsel 2.28).



**Görsel 2.28:** Sürmeli kumpas

### b) Mikrometre

Kumpasın yetersiz kaldığı durumlarda çok daha hassas ölçümler yapmak için kullanılan bir ölçü aletidir. **Vidalı kumpas** olarak da bilinir ve milimetrenin binde biri (0,001 mm) veya yüzde biri (0,01 mm) düzeyinde doğrulukla ölçüm yapabilir (Görsel 2.29).



**Görsel 2.29:** Mikrometre

### c) Mihengir

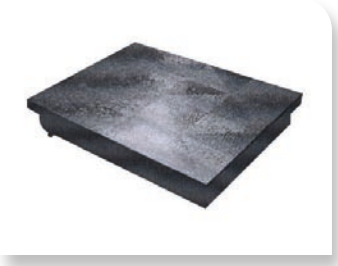
Özellikle metal işleme ve makine imalatında kullanılan, parçaların üzerine hassas bir şekilde markalama (işaretleme) yapmaya veya parçaların yüksekliklerini ölçmeye yarayan bir el aletidir. Temel olarak bir tabanın üzerine dik yerleştirilmiş bir cetvel ve bu cetvelin üzerinde aşağı yukarı hareket eden keskin uçlu bir çiziciden oluşur (Görsel 2.30).



**Görsel 2.30:** Mihengir

### ç) Markalama Pleyti

Üzerinde hassas ölçme, kontrol ve markalama işlemlerinin yapıldığı, yüzeyi son derece düzgün ve pürüzsüz işlenmiş taş veya döküm tablalardır. Atölyelerde **referans düzlemi** olarak kabul edilir. Genellikle mihengir, V yatakları, komparatör vb. ölçü aletleriyle birlikte kullanılır (Görsel 2.31).



**Görsel 2.31:** Markalama pleyti

### d) Metal Çizecek

Metal yüzeylerin üzerine kalıcı ve hassas çizgiler çizmek için kullanılan, kalem benzeri bir markalama aletidir. Teknik resimdeki çizgilerin metal iş parçasına aktarılmasını sağlar (Görsel 2.32).



**Görsel 2.32:** Metal çizecek

### e) Nokta Zımba

Teknik adıyla **nokta zımbası** (veya sadece nokta); metal markalama işlemlerinde çizilen çizgilerin kalıcı hâle getirilmesi veya matkap ucu için merkezleme yuvası açılması amacıyla kullanılan, ucu konikleştirilmiş ve sertleştirilmiş bir el aletidir (Görsel 2.33).



**Görsel 2.33:** Nokta zımba

### f) Markalama Boyaları

Metal yüzeylerin üzerine işlenecek teknik resim çizgilerinin (çizecek, nokta veya pergel izlerinin) çok daha net ve belirgin görünmesini sağlamak amacıyla kullanılan özel bir sıvıdır (Görsel 2.34).




**Görsel 2.34:** Markalama boyaları

## C) El Aletleri

El aletleri; bir işi kolaylaştırmak, insan gücünü daha etkili kullanmak ve malzemeleri şekillendirmek, sıkmak, kesmek veya birleştirmek için kullanılan, tamamen bilek ve kas gücüyle çalışan taşınabilir araçlardır.

### a) Eğeler

Metal, ahşap veya plastik vb. malzemelerin yüzeylerinden çok küçük parçalar (talaş) kaldırarak onları şekillendirmek, düzeltmek veya keskinleştirmek için kullanılan çelikten yapılmış bir el aletidir. Eğelerin kullanım amaçlarına göre lama (düz), yuvarlak, üçgen, kare, balıksırtı, bıçak, saatçi eğe vb. türleri vardır (Görsel 2.35).



**Görsel 2.35:** Eğe çeşitleri

### b) Pense

Nesneleri sıkıca tutmak, sıkıştırmak, bükmek veya kesmek için kullanılan ve kaldıraç prensibiyle çalışan çok amaçlı bir el aletidir (Görsel 2.36).



**Görsel 2.36:** Pense

### c) Kargaburnu Pense

Standart penselere göre uç kısımları daha ince, uzun ve genellikle sivri bir yapıda tasarlanmış el aletidir. Standart pensenin sığamadığı dar alanlarda çalışmak, küçük parçaları tutmak veya tellere şekil vermek için kullanılır (Görsel 2.37).



**Görsel 2.37:** Kargaburnu pense

### ç) Kurbağacık Anahtar

Üzerinde bulunan ayar vidası (sonsuz vida) yardımıyla çeneleri arasındaki mesafesi değiştirilebilen ve böylece farklı ölçülerdeki somun veya cıvataları sıkıp gevşetmeye yarayan çok amaçlı bir el aletidir (Görsel 2.38).



**Görsel 2.38:** Kurbağacık anahtarı

### d) Boru Anahtarı

Özellikle silindirik formdaki boru, manşon ve dairesel bağlantı parçalarını sıkıştırmak veya gevşetmek için kullanılan ayarlanabilir bir el aletidir (Görsel 2.39).



**Görsel 2.39:** Boru anahtar

### e) Boru Kesiciler

Metal ya da plastik boruları ezmeden, çapak bırakmadan ve tam dik bir açıyla kesmek için tasarlanmış özel bir el aletidir. Metal boruları kesmek için metal boru kesici / bıçağı kullanılır (Görsel 2.40). Plastik boruları kesmek için ise plastik boru makası kullanılır (Görsel 2.41).



**Görsel 2.40:** Metal boru bıçağı



**Görsel 2.41:** Plastik boru makası

### f) Kerpeten

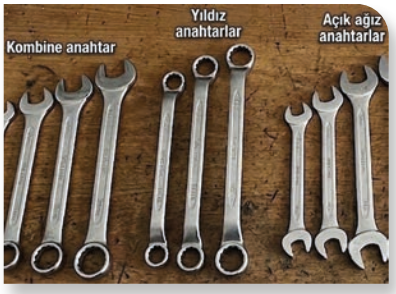
Genellikle metal telleri kesmek, bükmek veya çivi vb. malzemeleri yerinden sökmek için kullanılan ve birbirine çaprazlanmış iki koldan oluşan el aletidir (Görsel 2.42).



**Görsel 2.42:** Kerpeten

### g) Anahtar

Cıvata, somun vb. bağlantı elemanlarını sıkmak veya gevşetmek için kullanılan metalden yapılmış el aletleridir. Makine emniyeti ve montaj işlemlerinin temel taşlarından biridir. Yıldız, açık ağız ve kombine olmak üzere çeşitleri vardır (Görsel 2.43).




**Görsel 2.43:** Anahtar çeşitleri

### ğ) Tornavida

Vida adı verilen bağlantı elemanlarını sıkmak veya gevşetmek için kullanılan, bir sap ve metal bir milden oluşan el aletidir (Görsel 2.44). Moment (döndürme kuvveti) prensibiyle çalışır. En yaygın kullanılan tornavida çeşitleri düz, yıldız, kare, alyan, torks ve pozidriv tornavidalardır (Görsel 2.45).



**Görsel 2.44:** Tornavidalar



**Görsel 2.45:** Farklı tornavida uçları

### h) Çekiç

Metal, ahşap, taş vb. sert yüzeylere vurarak onları şekillendirmek, çivi çakmak, parçaları birbirine alıştırmak veya kırmak için kullanılan el aletidir (Görsel 2.46).



**Görsel 2.46:** Çekiç

### ı) Keski

Sert malzemeleri (metal, taş, beton veya ahşap) yontmak, kesmek, delmek veya parçalamak amacıyla kullanılan, ucu keskin ve dayanıklı bir el aletidir. Genellikle bir çekiç veya balyoz yardımıyla arkasına vurularak kullanılır (Görsel 2.47).



**Görsel 2.47:** Keski

### i) El Testeresi

Ahşap, metal, plastik vb. malzemeleri kesmek için kullanılan, üzerinde keskin dişler bulunan metal bir lama ve bir saptan oluşan manuel el aletidir. Testere lamasının diş yönü testereyle aynı yönde ileriye bakacak şekilde olmalıdır (Görsel 2.48).



**Görsel 2.48:** El testeresi

### j) Kıl Gönye

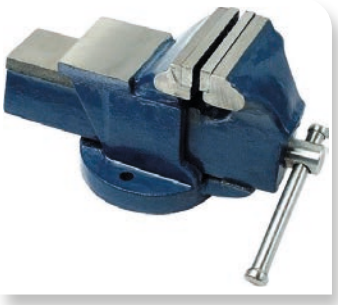
Metal işçiliğinde ya da ahşap işlerinde yüzeylerin birbirine tam dikliğini (90 °) veya bir yüzeyin düzlemselliğini çok yüksek hassasiyetle kontrol etmek için kullanılan bir ölçü ve kontrol aletidir (Görsel 2.49).



**Görsel 2.49:** Kıl gönye

### k) Mengene

Üzerinde çalışılacak bir parçayı sabit tutmak, sıkıştırmak veya birleştirmek amacıyla kullanılan ve iki çeneden oluşan mekanik bir düzenektir. İş parçası sabitlendikten sonra her iki el de kullanılarak kesme, zımparalama ve eğeleme işlemlerinin güvenli bir biçimde yapılmasını sağlar (Görsel 2.50).



**Görsel 2.50:** Mengene

### l) Metal İşkence

Metal parçaları birbirine sabitlemek, sıkıştırmak veya bir işlem sırasında yerinden oynamasını engellemek için kullanılan el aletidir (Görsel 2.51).



**Görsel 2.51:** Metal işkence

### m) Örs

Üzerine konan metal parçaların dövülerek şekillendirilmesi, eğilmesi veya düzeltilmesi için kullanılan, çok yüksek dirence sahip ağır bir alettir (Görsel 2.52).



**Görsel 2.52:** Örs

### n) Kollu Makas

Özellikle metal levha, sac, lama veya inşaat demiri gibi sert malzemeleri kesmek için tasarlanmış, uzun bir kol yardımıyla uygulanan gücü artıran mekanik bir kesme aletidir (Görsel 2.53).



**Görsel 2.53:** Kollu makas

### El Aletlerini Kullanırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

El aletlerinin güçleri sınırlı görünse de yanlış kullanım, yıpranmış malzeme veya dikkatsizlik sonucu atölyelerde çok sık yaralanmalara (kesik, ezilme, göz yaralanması vb.) yol açar. Atölye ortamında el aletleri ile güvenli çalışmak için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

**Kişisel Koruyucu Donanımın Kullanılması:** Özellikle çekiç, keski, testere vb. kıvılcım, çapak veya parça fırlatabilecek aletlerle çalışırken iş gözlüğü mutlaka takılmalıdır.

**Doğru İşe Doğru Alet Seçiminin Yapılması:** Her el aleti sadece üretim amacına uygun işlerde kullanılmalıdır. Örneğin tornavida bir keski veya manivela gibi asla kullanılmamalı, penseyle çekiçleme yapılmamalı, kurbağacık anahtar çekiç gibi vurma işlerinde kullanılmamalıdır.

**Ölçünün Doğru Alınması:** Delinecek, kesilecek veya sıkılacak malzemenin boyutuna uygun ölçüde anahtar veya tornavida seçilmelidir. Yanlış ölçü, aletin kaymasına ve elin yaralanmasına sebep olabilir.

**Hasarlı Aletlerin Kullanılmaması:** Sapı çatlamış, kırılmış veya gevşemiş çekiçler; ağzı bozulmuş, yalama olmuş tornavidalar; çeneleri aşınmış anahtarlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Gevşek bir çekiç kafası vurma esnasında fırlayarak ciddi zarar verebilir.

**Temizlik Kurallarına Uyulması:** El aletlerinin üzerindeki yağ, gres veya boya kalıntıları temizlenmelidir. Yağlı bir alet elden kayarak kazaya davetiye çıkarır.

**Kesici Aletlere Dikkat Edilmesi:** Kesici el aletlerinin (keski, testere, maket bıçağı) ağızları her zaman keskin olmalıdır. Körelmiş aletler daha fazla güç uygulamayı gerektirir. Bu durum da kontrolü kaybedip aletin elden kayma riskini artırır. Ayrıca testere vb. keskin el aletleri kullanılırken eli ya da parmakları yaralamamak için el, testere lamasından uzakta tutulur.

**Vücut Pozisyonu ve Kuvvet Yönünün Doğru Olması:** Kesme veya vidalama yaparken aletin kuvvet yönü vücuda doğru kesinlikle olmamalıdır. Alet kaydığında yaralanmamak için her zaman dışarıya (vücudun uzağına) doğru çalışılmalıdır.

**Parçanın Sabitlenmesi:** Üzerinde çalışılan küçük parçalar tek elle tutulup diğer elle tornavida veya keski kullanılmamalıdır. Parça mutlaka bir mengene veya işkenceyle tezgâha sabitlenmelidir. Böylece iki el de aleti kontrol etmek için kullanılabilir.

**Aletlerin Cepte Taşınmaması:** Tornavida, maket bıçağı, keski vb. keskin veya sivri uçlu el aletleri cepte kesinlikle taşınmamalıdır. Eğilme veya düşme anında bu aletler vücuda saplanabilir. Aletler her zaman alet çantasında veya önlük ceplerinde taşınmalıdır.

**Yüksekte Çalışma Kurallarına Uyulması:** Yüksek bir yerde el aletiyle çalışırken aletlerin aşağıya düşmesini önlemek için alet kordonu (bağlantı ipi) kullanılmalı ve aşağıda çalışanlar uyarılmalıdır.

**Depolamanın Düzenli Yapılması:** İş bittiğinde aletler atölye masasında veya yerde dağınık bırakılmamalı, panodaki yerlerine veya takım arabasına kaldırılmalıdır. Dağınık bırakılan aletler takılıp düşmelere neden olur.

**Elektrik Yalıtımının Yapılması:** Elektrik işlerinde (pano, hat kontrolü vb.) kullanılacak pense, kargaburnu ve tornavidaların sap kısımlarının **1000 V yalıtımlı (VDE onaylı)** olduğundan emin olunmalıdır. Yalıtımı çatlamış, soyulmuş veya aşınmış el aletleri elektrik işlerinde kesinlikle kullanılmamalıdır.

**Vurmalı El Aletlerinin Doğru Kullanılması:** Üzerinde çalışılan örs devrilmemesi için mutlaka yere sabitlenmiş olmalıdır. Örsün üzerinde çekiçle çalışırken çekiç yüzeyi, vurulan parçanın (keski başı ya da nokta zımba) yüzeyine 90 derecelik bir açı ile dik olarak temas etmelidir. Eğri veya açılı vuruşlar çekicin kaymasına, parçanın fırlamasına veya çekicin ele çarpmasına neden olur. Keski veya nokta zımbası kullanırken parçayı tutan elin güvende olması için aşırı kuvvet uygulamaktan kaçınılmalı ve çekiç parçaya kontrollü vurulmalıdır. Bu işlem esnasında gerekirse keski tutucu penseler veya saplı aparatlar kullanılmalıdır.

### 2.3.1.2. Ahşap Malzemelerin Şekillendirilmesinde Kullanılacak Tezgâh, Alet ve Avadanlıklar

Ahşap malzemelerin şekillendirilmesi, ham materyalin işlevsel veya estetik bir forma dönüştürülmesi sürecinde teknik bilgi ve uygun ekipman kullanımını gerektiren titiz bir zanaattır. Bu süreçte kullanılan tezgâhlar iş parçasını sabitlerken çeşitli el aletleri ve avadanlıklar malzemenin hassas bir şekilde kesilmesine, yontulmasına ve birleştirilmesine olanak tanır. Ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılacak alet, tezgâh ve avadanlıklar aşağıda yer almaktadır.

#### a) Dikey Şerit Testere

Kendi üzerine kaynak edilmiş, esnek ve kapalı bir döngü oluşturan şerit hâlindeki dişli bir bıçağın, iki veya daha fazla kasnak arasında dönmesiyle kesme işlemi yapan bir makinedir. Endüstride hem metal işleme (özellikle gemi inşa, çelik konstrüksiyon ve makine imalatı) hem de marangozluk (ahşap işleme) sektöründe malzemeleri düz, eğrisel veya açılı olarak kesmek için en çok tercih edilen tezgâhlardan biridir (Görsel 2.54).



**Görsel 2.54:** Dikey şerit testere

#### Dikey Şerit Testerede Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Şerit testereler, sürekli ve yüksek hızda dönen bir bıçağa sahip oldukları için **parmak / uzuv kesilmesi** ve **şerit patlaması (kırılması)** gibi ciddi İSG riskleri barındırır. Bu tezgâhla çalışırken aşağıdaki kritik kurallara uyulmalıdır.

**Göz ve Kulağın Korunması:** Kesim esnasında fırlayan talaş ve parçalardan korunmak için iş gözlüğü mutlaka takılmalıdır. Tezgâhın gürültüsüne karşı koruyucu kulaklık tercih edilmelidir.

**Eldivenin Kullanılması:** Dikey şerit testerede parça el ile sürülürken **eldiven giyilmemelidir.** Dişler eldiveni kaparak eli hızla bıçağa çekebilir. Yatay şerit testerede ise malzeme mengeneye bağlanırken çapaklardan korunmak için eldiven giyilebilir ancak kesim anında dönen kısımlardan uzak durulmalıdır.

**Kıyafet Kurallarına Uyulması:** Bol kıyafetler giyilmemeli, kollar manşetlerden sıkıca iliklenmelidir. Sarkan takılar çıkarılmalı ve uzun saçlar arkada güvenli bir şekilde toplanmalıdır.

**Kılavuz Ayarının (Bıçak Muhafazası) Yapılması:** Kesim esnasında şerit bıçağın dışarıda kalan boş kısmı en büyük risk kaynağıdır. Ayarlanabilir bıçak kılavuzu, delinecek veya kesilecek malzemenin kalınlığından en fazla **5-10 mm** yukarıda olacak şekilde aşağı indirilmelidir. Bıçağın gereksiz yere açıkta kalması engellenmelidir.

**İtme Çubuğunun (Takozu) Kullanılması:** Özellikle dikey şerit testerelerde malzemenin son kısımları kesilirken eller bıçağa asla yaklaştırılmamalıdır. Son kesim adımlarında **itme çubuğu** mutlaka kullanılmalıdır.

**Şerit Gerginliği ve Çatlak Kontrolünün Yapılması:** Çalışmaya başlamadan önce şerit bıçağın kasnaklar üzerindeki gerginliği kontrol edilmelidir. Aşırı gevşek bıçak kayar veya sıkışır; aşırı gergin bıçak ise çatlayarak patlayabilir. Bıçağın üzerinde kaynak yerleri ve çatlak kontrolleri gözle yapılmalıdır.

**Dengeli İlerlemenin Sağlanması:** Malzeme, bıçağa doğru aniden ve sertçe itilmemelidir. Malzemenin cinsine ve kalınlığına uygun, dengeli bir sürme hızı uygulanmalıdır.

**Soğutma Sıvısının Kullanılması:** Metal kesen yatay şerit testerelerde sürtünmeyi azaltmak ve bıçağın ömrünü uzatmak için kesme / soğutma sıvısının (bor yağı) kesim noktasına düzenli aktığından emin olunmalıdır.

**Makineden Gelen Anormal Seslere Dikkat Edilmesi:** Şerit testere çalışırken içeriden düzenli aralıklarla bir "tık tık"sesi geliyorsa bu durum şerit bıçağın bir noktasından çatladığını ve her an kopabileceğini (patlayabileceğini) gösterir. Bu ses duyulduğu anda tezgâh **derhâl durdurulmalı** ve şerit bıçak yenisiyle değiştirilmelidir.

**Tezgâhın Tamamen Durmasının Beklenmesi:** Tezgâh kapatıldıktan sonra dönmekte olan şerit bıçağı elle veya bir parça odun / metal bastırılarak durdurulmaya çalışılmamalıdır.

**Talaş Temizliğinin Yapılması:** Tablanın üzerinde biriken talaş ve çapaklar elle kesinlikle süpürülmemeli, her zaman bir fırça veya temizlik aparatı kullanılmalıdır.

### b) Marangoz Tezgâhı

Marangoz tezgâhı; ahşap işleme süreçlerinde parçaları sabitlemek, kesmek, rendelemek ve şekillendirmek için kullanılan, üzerinde çeşitli sıkıştırma ve dayama mekanizmaları bulunan özel tasarım bir çalışma masasıdır (Görsel 2.55).



**Görsel 2.55:** Marangoz tezgâhı

### c) Rende

Ahşap malzemelerin üzerinden talaş kaldırmak, yüzeylerini düzeltmek, pürüzlerini gidermek ve ahşap malzemeleri istenen kalınlığa veya forma getirmek için kullanılan en temel marangozluk aletlerinden biridir (Görsel 2.56).



**Görsel 2.56:** Rende

### ç) Çekme Testere

Özellikle ahşap işçiliğinde kullanılan bir el aletidir. Geleneksel testerelerin aksine, bu testereler çekme hareketinde güç uygulandığı için testere laması gergin kalır ve bükülmez (Görsel 2.57).



**Görsel 2.57:** Çekme testere

### d) Kıl Testere

Özellikle ahşap, metal, plastik vb. malzemelerin üzerinde çok ince, kavisli ve detaylı kesimler yapmak için kullanılan ve son derece ince bir lama (ağız) yapısına sahip testere türüdür (Görsel 2.58).



**Görsel 2.58:** Kıl testere

### e) Kesici Kalemler (İskarpela)

Ahşap işleme sanatında zıvana açmak, ağacı yontmak veya şekillendirmek, kanal açmak ve yüzeydeki fazlalıkları temizlemek amacıyla kullanılan keskin ağızlı bir el aletidir. Kesici uçları yüksek kaliteli çelikten üretilir ve farklı genişliklerde olabilir (Görsel 2.59).



**Görsel 2.59:** Kesici kalemler

### f) Törpü

Ahşap, plastik vb. malzemelerin yüzeylerinden talaş kaldırarak şekillendirme, düzeltme ve pürüz giderme işlemlerinde kullanılan bir el aletidir. Farklı şekil ve diş yapılarında üretilen törpülerin düz, yuvarlak, yarım yuvarlak vb. çeşitlere sahiptir (Görsel 2.60).



**Görsel 2.60:** Törpü

### g) Tokmak

Marangoz tokmağı; özellikle hassas ahşap işçiliğinde kullanılan, baş kısmı genellikle sert ağaçtan (gürgen, meşe vb.) yapılmış bir vurma aletidir. Çelik çekiçlerin aksine, ahşap yüzeylere veya diğer el aletlerine zarar vermeden darbe uygulamak için tasarlanmıştır (Görsel 2.61).



**Görsel 2.61:** Tokmak

### h) Şerit Metre

İnce çelik, fiberglas veya plastikten yapılmış; üzerinde milimetre, santimetre ve bazen inç cinsinden ölçü birimleri bulunan; esnek ve sarılabilir bir ölçüm aletidir (Görsel 2.62).



**Görsel 2.62:** Şerit metre

### ı) İşkence

Ahşap sanatında ve marangozlukta birbirine yapıştırılacak veya üzerinde işlem yapılacak parçaları birbirine sıkıştırmak, sabitlemek ve kaymasını önlemek için kullanılan mekanik bir bağlama aletidir. F tipi, C tipi, boru tipi gibi farklı çeşitleri vardır (Görsel 2.63).



**Görsel 2.63:** İşkence

## 2.2. ETKİNLİK

| Etkinlik Adı | Atölye Donanım Posteri Hazırlama |
|---|---|
| Amaç | Atölye donanımlarını kullanım alanlarına ve amaçlarına göre sınıflandıran poster hazırlamak |
| Süre | 3 ders saati |
| Kullanılacak Araç Gereç | 70x100 cm boyutunda fon kartonu veya mukavva, atölye donanımlarına ait fotoğraf çıktıları veya teknik çizimler, renkli kalem, marker, cetvel, yapıştırıcı, makas, bilgisayar ve yazıcı (araştırma ve çıktı için) |

### İşlem Basamakları

1. Atölyedeki donanımları; ölçme-kontrol, kesici-şekillendirme, bağlama ve genel makineler olarak gruplandırınız.
2. Her donanımın kullanım alanını, amacını ve donanımları temsil eden görselleri güvenilir kaynaklardan araştırarak elde ediniz.
3. Posterlerin yerleşim planını kurşun kalemle kâğıdın üzerinde hafifçe belirleyiniz (başlık, görsel alanı ve metin alanı).
4. Elde ettiğiniz donanım görsellerini net bir şekilde keserek hazır hâle getiriniz.
5. Donanımların kullanım alan ve amaçlarını açıklayıcı, kısa, öz ve teknik cümleler hâlinde her donanımın altına yazınız.
6. Her kategori için o gruba özel, iş sağlığı ve güvenliği kurallarını içeren küçük ikonlar veya uyarı notları ekleyiniz.
7. Görselleri ve metinleri önceden belirlediğiniz taslağa göre kartona yapıştırınız.
8. Yazım yanlışlarını ve sınıflandırma doğruluğunu kontrol ederek posterlerinizi tamamlayınız.
9. Hazırladığınız posterin sınıf ortamında sunumunu gerçekleştiriniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 2.3.2. Atölyede Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar

Gemi temel işlemleri atölyesi; hem ağır metal işlerinin hem de kesici, yakıcı ve elektrikli aletlerin yoğun olarak kullanıldığı yüksek riskli bir çalışma alanıdır. Bu ortamda güvenlik yalnızca bir tercih değil, hayati bir zorunluluktur. Aşağıda, atölyede güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için uyulması gereken temel kurallar kategorize edilmiştir.

### Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı

Uygun ekipman olmadan atölyeye girmek en büyük iş sağlığı ve güvenliği kuralı ihlalidir. Çok kısa sürelerle basit ya da karmaşık hangi işte çalışılacak olunursa olunsun o iş için gerekli olan kişisel koruyucu donanımlar eksiksiz ve doğru biçimde mutlaka giyilmelidir.

### Makine ve El Aleti Güvenliği

Atölye ortamında kullanılan makine ve el aletleri, üretimin temel taşlarını oluştururken aynı zamanda dikkatli kullanılmadığında ciddi iş kazası riskleri barındıran donanımlardır. Bu ekipmanlar aşağıdaki adımlara dikkat edilerek kullanılmalıdır.

**Eğitim:** Makineler, her makinenin üzerinde asılı olan çalışma talimatına uygun olarak kullanılmalıdır. Kullanımı gösterilmeyen hiçbir makine (kaynak makinesi, taşlama vb.), kesinlikle çalıştırılmamalıdır.

**Arızalı Aletler:** Kablosu sıyrılmış, koruması olmayan veya çatlak diski olan aletler kullanılmamalı ve derhâl dersin öğretmenine bu durum bildirilmelidir.

**Sabitleme:** Matkap veya taşlama işlemlerinde parçalar el yerine mutlaka bir mengeneyle sabitlenmelidir.

**Hareketli Aksamı Olan Makineler:** Sütunlu matkap tezgâhı, avuç taşlama makinesi vb. hareketli aksamı olan makineler çalışırken koruyucu siperlikleri (muhafaza) asla çıkarılmamalıdır. Koruyucu siperliği olmayan ya da kırık ve deforme olmuş olan makineler kullanılmamalı ve dersin öğretmenine haber verilmelidir.

**Makinelerden Gelen Anormal Sesler:** Eğer çalışma esnasında makinelerden, normalde duyulmayan anormal sesler gelmeye başlarsa makine hemen durdurulmalı ve durum öğretmene haber verilmelidir.

### Yangın ve Elektrik Güvenliği

Atölye ve endüstriyel tesislerde yangın ve elektrik güvenliği, telafisi mümkün olmayan kayıpları önlemek için tavizsiz olarak uygulanması gereken en kritik emniyet katmanlarını oluşturur. Atölye ve tesislerde yangın ile elektrik güvenliği aşağıdaki özelliklere dikkat edilerek sağlanabilir.

**Yanıcı Maddeler:** Kaynak veya taşlama yapılan alanların yakınında tiner, boya, üstübü vb. yanıcı maddeler bulundurulmamalıdır.

**Yangın Tüpü:** Yangın tüplerinin yerleri bilinmeli ve erişimi engellenmemelidir.

**Oksijen-Asetilen Tüpleri:** Oksijen-asetilen tüplerinin vanalarının yağlı bez, yağlı üstübü ya da yağlı ellerle açılıp kapatılması yanıcı-parlayıcı yaralanmalara sebebiyet vereceğinden kesinlikle yasaktır.

**Islak Zemin:** Elektrikli aletlerle ıslak zeminde kesinlikle çalışılmamalıdır.

**Priz ve Kablolar:** Elektrik güvenliğinde kaçak akım koruma sistemleri kullanılmalı, bakım sırasında enerji izolasyonu uygulanmalı ve nemli ortamlarda ek koruma tedbirleri alınmalıdır.

### Atölye Düzeni ve Temizliği

Atölye düzeni ve temizliği, çalışma ortamında hem verimliliği hem de güvenliği doğrudan etkileyen en temel unsurların başında gelir. Atölyedeki düzen ve temizlik aşağıdaki adımlar uygulanarak sağlanabilir.

**Zemin:** Kayma riskine karşı yağ, mazot ve su sızıntıları **işin bitmesini beklemeden anında** temizlenmelidir.

**Yürüme Yolları:** Yürüme yollarına herhangi bir nesne, malzeme ya da atöye donanımı konulamaz.

**Hava Tahliyesi:** Kaynak dumanı, boya kokusu gibi zararlı gazlar için havalandırma sistemleri sürekli açık tutulmalıdır.

**Takım Düzeni:** İş bitiminde her alet (mengene, çekiç, anahtar takımı vb.) kendi yerine mutlaka temizlenerek konulmalıdır.

### Çalışma Disiplini ve İletişim

Atölye ve üretim alanlarında çalışma disiplini ile etkili iletişim, teknik bilginin güvenli ve hatasız bir şekilde uygulamaya dökülmesini sağlayan temel unsurlardır.

**Atölye Çalışma Zamanları:** Mola saatlerinde atölyede bireysel olarak çalışılmamalıdır.

**Şakalaşma ve Koşma:** Atölye ortamında şaka yapmak ve bir başkasının dikkatini dağıtmak yasaktır. Atölye içerisinde ne sebeple olursa olsun koşmak yasaktır.

**Yalnız Çalışmama:** Tehlikeli işlemlerde (kaynak, ağır kaldırma vb.) mutlaka bir gözlemci veya yardımcı bulundurulmalıdır.

**Acil Durum Butonları:** Makinelerin ve atölyenin ana enerji kesme butonlarının (Acil Stop) yerleri her öğrenci tarafından ayrı ayrı öğrenilmeli ve bilinmelidir.

**NOTLAR**

## SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen senaryoları dikkatlice inceleyiniz. Her bir senaryodaki tehlike durumlarını bulunuz. Bu tehlike durumlarının neden olabileceği olası kaza durumlarını tahmin ediniz ve alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini ilgili boşluklara yazınız.**

### 1. Sütunlu Matkapta Çalışma

**Senaryo:** Uzun saçlı bir öğrenci, kolları bol bir iş önlüğü giymiş ve elinde örme eldivenlerle sütunlu matkap tezgâhında delme işlemi yapmaktadır. Parçayı eldivenli eliyle sıkıca tutmaktadır.

**Bulduğum Tehlike:** .....
.....

**Olası Kaza:** .....
.....

**Alınması Gereken Tedbirler:** .....
.....

### 2. Avuç Taşlama (Canavar) İle Kesim

**Senaryo:** Atölyede bir öğrenci, koruyucu siperliği olmayan avuç taşlama makinesiyle "Zaten iki dakikalık iş var." diyerek iş gözlüğünü takmadan ve hemen yan tarafta açıkta duran tiner tenekesinin yakınında metal iş parçasını kesmeye başlamıştır.

**Bulduğum Tehlike:** .....
.....

**Olası Kaza:**.....
.....

**Alınması Gereken Tedbirler:** .....
.....

### 3. Kaynak Atölyesinde Düzen

**Senaryo:** Elektrik ark kaynağı uygulamasını bitiren bir öğrenci, kaynak pensesini ve sıcak iş parçasını doğrudan çalışma masasının üzerine bırakmış; kabloları ise yürüme yolunun ortasında dağınık hâlde bırakarak lavaboya gitmiştir.

**Bulduğum Tehlike:** .....
.....

**Olası Kaza:** .....
.....

**Alınması Gereken Tedbirler:** .....
.....

# 2. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki tabloda verilen kişisel koruyucu donanımları inceleyiniz. Bu kişisel koruyucu donanımların kullanım amacına göre sınıfını belirleyerek ilgili kutucuğa (✓) işareti koyunuz.**

| KKD | Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanım Amaçları | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Yanma | Göz sağlığı | Kulak sağlığı | Zehirlenme | Üst solunum yolları | Düşme | Kesik | Darbe |
| İş tulumu | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| İş ayakkabısı | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| İş eldiveni | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Koruyucu gözlük | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Koruyucu kulaklık | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Kaynak maskesi | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Kaynak eldiveni | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Toz maskesi | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Gaz maskesi | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Baret | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**B) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklarda kişisel koruyucu donanımlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak hangi makinede hangi kişisel koruyucu donanımın kullanılması gerektiğini verilen boşluklara yazınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| İş tulumu (a) | İş ayakkabısı (b) | İş eldiveni (c) | Koruyucu gözlük (ç) |
| Koruyucu kulaklık (d) | Toz maskesi (e) | Kaynak eldiveni (f) | Baret (g) |

**1. Ark kaynak makinesi:**

.....

**2. Sütunlu matkap tezgâhı:**

.....

**3. Şerit testere:**

.....

**4. Taşlama tezgâhı:**

.....

**5. Avuç taşlama makinesi:**

.....

**6. Marangoz tezgâhı:**

.....

**C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**7. Önceden planlanmamış, bilinmeyen veya kontrol dışına çıkan, çevreye ve çalışanlara zarar veren, yaralanmalara, ölümlere veya maddi hasarlara yol açan olaya ne denir?**

A) İş kazası
B) Problem
C) Risk
D) Tedbir
E) Tehlike

**8. Eldiven kullanımıyla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Atölyedeki tüm işlemlerde eldiven takılabilir.
B) Sadece ağır yük kaldırırken eldiven kullanılmalıdır.
C) Eldivenler parmak uçları açık olacak şekilde seçilebilir.
D) Elektrikli aletlerle çalışırken ıslak eldiven kullanılabilir.
E) Dönen makinelerde eldiven kullanımından kaçınılmalıdır.

**9. Makine ve el aleti güvenliği kapsamında bir parçayı delerken veya taşlarken yapılması gereken en güvenli işlem aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Parça küçükse elle sıkıca bastırarak tutulmalıdır.
B) İşlem sırasında parçayı başka bir kişi tutabilir.
C) Parçalar el yerine bir mengeneyle sabitlenmelidir.
D) Makinelerin koruyucu kapakları çıkarılarak daha rahat çalışılmalıdır.
E) İşin hızlı bitmesi için makine en yüksek devirde kullanılmalıdır.

**10. Aşağıdakilerden hangisi yangın güvenliği tedbirleri kapsamında uygun bir davranıştır?**

A) Yangın tüplerinin önüne malzeme istiflenebilir.
B) Kaynak yapılan alanın yakınında tiner, boya vb. yanıcı maddeler bulundurulmamalıdır.
C) Üstübü vb. bezler makinelerin üzerinde istiflenebilir.
D) Yangın tüpünün yerinin sadece bazı öğrenciler tarafından bilinmesi yeterlidir.
E) Yangın anında önce pencereler açılarak ortam havalandırılmalıdır.

**11. Aşağıdakilerden hangisi metal malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılacak tezgâh, alet ve avadanlıklardan değildir?**

A) Sütunlu matkap tezgâhı
B) Ark kaynak makinesi
C) Avuç taşlama makinesi
D) Nokta zımba
E) Rende

**12. Aşağıdakilerden hangisi ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılacak tezgâh, alet ve avadanlıklardan değildir?**

A) Kesici kalem
B) Lama eğe
C) Marangoz tezgâhı
D) Rende
E) Törpü

**13. Atölye düzeni ve temizliği ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi iş kazalarını önlemeye yönelik bir kuraldır?**

A) Zemindeki yağ ve su sızıntıları iş bitiminde temizlenmelidir.
B) Yürüme yolları malzeme depolama alanı olarak kullanılmalıdır.
C) Takımlar masanın üzerinde kolay bulunabilmesi için dağınık hâlde bırakılmalıdır.
D) Kaynak dumanı için havalandırma sistemleri çalışma esnasında sürekli açık tutulmalıdır.
E) Gerekli bazı makineler durdurulmadan çalışırken de temizlenmelidir.

**14. Aşağıdakilerden hangisi atölyede çalışma disiplini kurallarından biridir?**

A) Atölye içinde derse yetişmek için koşulmalıdır.
B) Atölyenin içinde diğer öğrencilere el şakası yapılmalıdır.
C) Mola saatlerinde bireysel olarak çalışmaya devam edilmelidir.
D) Oksijen ve asetilen gaz tüplerinin vanaları yağlı / tinerli elle ya da üstübüyle açılmalıdır.
E) Tehlikeli işler yapılırken bir gözlemci veya yardımcı mutlaka bulundurulmalıdır.

# 3. ÖĞRENME BİRİMİ

# ÖLÇME, KONTROL VE MARKALAMA İŞLEMLERİ




## KONULAR

**3.1. ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ**

**3.2. MARKALAMA İŞLEMİ**

Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- gönye
- kumpas
- markalama kalemi
- metal çizecek
- mihengir
- mikrometre
- nokta
- pleyt
- su terazisi
- şerit metre

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- ölçme ve kontrol işlemlerinin önemini açıklamanız
- metrik sistemin alt ve üst katlarını bilmeniz
- ölçme ve kontrol aletlerini tanımanız
- ölçme ve kontrol aletlerini doğru şekilde kullanmanız
- markalama işlemini ve markalama araçlarını tanımanız
- iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışma alışkanlığı kazanmanız
- ölçme ve markalama işlemlerinde dikkat, sabır, sorumluluk ve tasarruf bilinci geliştirmeniz

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda metal parçaların üretime hazırlanması ile ilgili bir durum verilmiştir.**

Bir tersanede çalışan ekip, bir geminin korkuluk sisteminde kullanılacak metal parçaların üretimine hazırlanmaktadır. Parçalar henüz kesilmemiştir. Usta, işe başlamadan önce çalışma alanını kontrol eder ve çalışanlara koruyucu ekipmanlarını takmalarını hatırlatır. Daha sonra metal parçaların üzerine bazı çizgiler, noktalar ve semboller işaretler. Bu işaretlerin, parçaların belirli ölçülere göre hazırlanmasında kullanılacağını söyler. Ardından parçaların üretimine geçileceğini belirtir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Günlük yaşamda bir şeyi kesmeden, boyamadan veya monte etmeden önce kalemle ya da başka bir araçla işaretleme yapıldığını gördünüz mü? Sizce insanlar bunu neden yapıyor olabilir?
2. Sizce üretim işlemine başlamadan önce parçaların üzerinde böyle bir hazırlık yapılmasının sağlayacağı yararlar neler olabilir?
3. Ustanın metal parçaların üzerinde çizgiler, noktalar ve semboller oluşturmasının amacı ne olabilir?

## KONUYA BAŞLARKEN

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden itibaren ölçme işlemleri üretimin temel bir parçası olmuştur. Özellikle gemi yapımı gibi yüksek hassasiyet gerektiren alanlarda ölçme ve kontrol işlemleri büyük önem taşımaktadır. Gemi yapımında kullanılan parçaların teknik resim ölçülerine uygun hazırlanması; güvenlik, dayanıklılık ve montaj uyumu açısından kritik rol oynar.

Modern tersanelerde üretilen gemilerde binlerce parça bir araya getirilmektedir. Bu parçaların birbirine tam uyum sağlayabilmesi için ölçülerin doğru alınması, kontrol edilmesi ve markalama işlemlerinin dikkatli yapılması gerekir. Ölçme ve markalama sırasında yapılan küçük bir hata bile üretim sürecinde büyük maliyetlere, zaman kaybına ve güvenlik sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle ölçme, kontrol ve markalama işlemleri gemi yapımının en temel uygulamalarından biri olarak kabul edilir.

## 3.1. ÖLÇME VE KONTROL İŞLEMLERİ

Endüstriyel üretim ve mühendislik süreçlerinde ölçme ve kontrol işlemleri, tasarlanan bir ürünün hedeflenen standartlara ve teknik toleranslara uygunluğunu belirleyen en kritik aşamalardır. Ölçme, bir büyüklüğün (uzunluk, açı, ağırlık, sıcaklık vb.) kendi cinsinden kabul edilmiş standart bir birimle karşılaştırılarak sayısal olarak ifade edilmesi işlemidir. Örneğin bir masanın boyunu cetvelle ölçüp 120 cm demek, masanın uzunluk özelliğini standart bir birimle (santimetre) karşılaştırıp sayısal bir sonuca varmaktır. **Kontrol;** bir parçanın veya ürünün önceden belirlenmiş sınırlar (toleranslar), formlar veya standartlar dâhilinde olup olmadığının denetlenmesi işlemidir. Ölçmeden temel farkı, bir değer saptamaktan ziyade bir karar verme süreci olmasıdır. Modern imalat dünyasında hatasız montaj ve fonksiyonel verimlilik ancak hassas ölçme yöntemlerinin ve doğru kontrol mekanizmalarının disiplinli bir şekilde uygulanmasıyla mümkündür. Ölçme işlemi üç temel ögeden oluşur.

**Ölçülecek Büyüklük:** Parçanın boyu, çapı, açısı vb.

**Ölçü Birimi:** Milimetre (mm), derece (°), Newton (N) vb.

**Ölçü Aleti:** Kumpas, mikrometre, cetvel, terazi vb.

Kontrol işleminin temel özellikleri şunlardır:

**Karşılaştırma Odaklı Olması:** Parçanın gerçek durumu ile teknik resimdeki ideal durumu kıyaslanır.

**Sınırları Belirlenmiş Olması:** Kontrol yapılırken tolerans olarak adlandırılan alt ve üst limitler dikkate alınır.

**Hızlı Karar Sağlaması:** Ölçme işlemi zaman alıcı olabilirken kontrol işlemi geçer veya kalır şeklinde hızlı sonuç vererek seri üretimde zaman kazandırır.

**Hatalı Üretimi Önlemesi:** Üretim sürecinin belirli aşamalarında yapılarak hatalı parçaların bir sonraki işleme geçmesini engeller ve maliyeti düşürür.

Ölçmeyi etkileyen faktörler şunlardır:

- Ölçme aletinin hassasiyeti
- İşin hassasiyeti
- Ölçme aletine bakış açısı
- Ölçme yapılan yerin aydınlatma durumu
- Ölçme işlemi yapılan ortamın ve ölçü aletinin ısısı
- Ölçme yapan kişiden kaynaklanan faktörler

### 3.1.1. Ölçme ve Kontrol İşleminin Önemi

**Ölçme ve kontrol işlemleri;** bir parçanın boyutlarının belirlenmesi, teknik resimde verilen ölçülere uygunluğunun kontrol edilmesi ve üretim doğruluğunun sağlanması amacıyla yapılan işlemlerdir. Standartlara uygun kaliteli bir üretimin gerçekleştirilmesi ancak her aşamada titizlikle uygulanan ölçüm teknikleri ve denetim mekanizmalarıyla mümkündür. Bu işlemler sadece bir parçanın boyutlarını doğrulamakla kalmaz, aynı zamanda malzeme israfını önleyerek üretim maliyetlerini düşürür ve son kullanıcının güvenliğini sağlayan kalite standartlarının sürdürülebilirliğini temin eder.

Gemi yapımında ölçme işlemlerinin sağladığı faydalar şunlardır:

- Üretim doğruluğunu artırır.
- Montaj uyumunu sağlar.
- Malzeme israfını azaltır.
- İş güvenliğini destekler.
- Kalite kontrolünü kolaylaştırır.

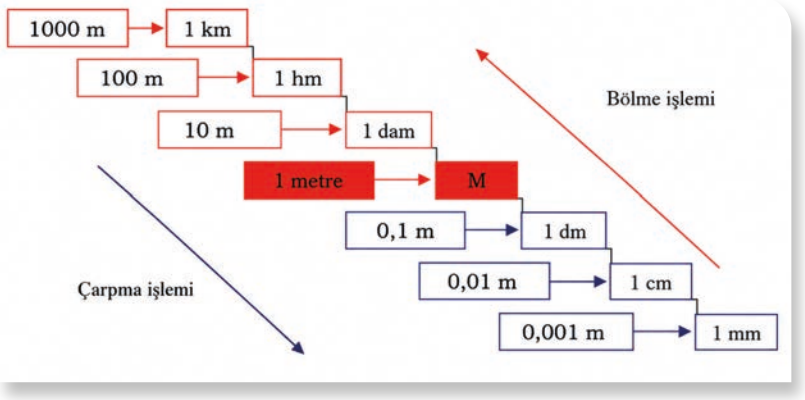
Ölçme işlemleri aynı zamanda dikkat, sabır, disiplin, sorumluluk vb. mesleki değerlerin gelişmesine katkı sağlar. Hata payının milimetrenin binde biriyle ölçüldüğü bu süreçte en küçük bir dikkat dağınıklığı tüm emeğin boşa gitmesine neden olacağından kişi, her adımda tam odaklanmayı öğrenir. Doğru sonuca ulaşmak için gerekli ortam şartlarını titizlikle hazırlamak ve ölçümü defalarca teyit etmek, bireye aceleci kararlar yerine sabırla hareket etme alışkanlığı kazandırır. Standartlara ve teknik kurallara tavizsiz uymayı gerektiren bu işlemler, kişinin çalışma hayatını bir disiplin çerçevesine oturturken verilen her hatalı ölçüm kararının büyük maddi kayıplara veya güvenlik risklerine yol açabileceği bilinci, kişide üst düzey bir mesleki sorumluluk duygusu geliştirir.

## 3.1.2. Ölçü Sistemleri

Günümüzde dünya devletleri arasında uzunlukların ölçülmesinde iki sistem kullanılmaktadır. Bunlar metrik ölçü ve inç ölçü sistemleridir. Ülkemizde büyük çoğunlukla metrik sistem kullanılmaktadır. Boru tesisatında inç sistemi kullanılmaktadır.

### a) Metrik Ölçü Sistemi

22 Haziran 1799 yılında Fransa'da toplanan uluslararası bir komisyon, platin metalinden yapılmış uzunluk ölçü birimi olarak metreyi ve ağırlık ölçü birimi olarak kilogramı kabul etmiştir. Daha sonraki yıllarda dünya devletlerinin çoğunluğu metre ve kilogram sistemini kabul ederek kullanmaya başlamıştır.




**Görsel 3.1:** Metrenin alt ve üst katları

Uzunluk ölçü birimlerini (metrik) birbirine çevirirken aranan birim bir kademe alt kat ise bilinen birim 10 ile çarpılır. Aranan birim bir kademe üst kat ise bilinen birim 10'a bölünür (Görsel 3.1).

**Metrenin Alt Katları:** Desimetre (dm), santimetre (cm) ve milimetredir (mm). Makine yapımında genellikle milimetre kullanılır. Çok hassas işlerde mikron (μ) kullanılır.

**1 m = 10 dm** **1 m = 100 cm** **1 m = 1000 mm**

**1 dm = 0,1 m** **1 cm = 0,01 m** **1 mm = 0,001 m**

**1 mm = 1000 μ**

**Metrenin Üst Katları:** Dekametre (dam), hektometre (hm) ve kilometredir (km).

**1 dam = 10 m** **1 hm = 100 m** **1 km = 1000 m**

**1 m = 0,1 dm** **1 m = 0,01 hm** **1 m = 0,001 km**

### SIRA SİZDE

**Aşağıdaki uzunluk ölçü birimlerini istenen birimlere dönüştürerek boşlukları doldurunuz.**

**a) 2,5 m = ..... mm**

**b) 450 mm = ..... cm**

**c) 8 cm = ..... mm**

**ç) 0,5 m = ..... cm**

**d) 3500 mm = ..... m**

### b) İnç (Inch) Ölçü Sistemi

Uzunluk ölçmede metrik uzunluk ölçü sisteminin dışında İngiliz-Amerikan uzunluk ölçü birimi olarak **Inch** kullanılmaktadır. İşareti " şeklindedir. Bu sistem insan vücuduna dayanmaktadır. **1 inç (1")** bir başparmağın ucundan eklem yerine olan uzunluğu kadar 25,4 mm'dir. Burada esas bilinmesi gereken katsayı **1" = 2,54 cm**'dir.

**BİLGİ KUTUSU**

**İnç ölçü sistemi;** kökleri Roma İmparatorluğu'na ve Orta Çağ İngiltere kültürüne dayanan, insan vücuduna ve pratik gereksinimlere göre şekillenmiş tarihî bir uzunluk birimidir.

**SIRA SİZDE**

**Aşağıdaki uzunluk ölçü birimlerini istenen birimlere dönüştürerek boşlukları doldurunuz.**

**a) 1" = ..... mm**

**b) 2" = ..... cm**

**c) 4" = ..... mm**

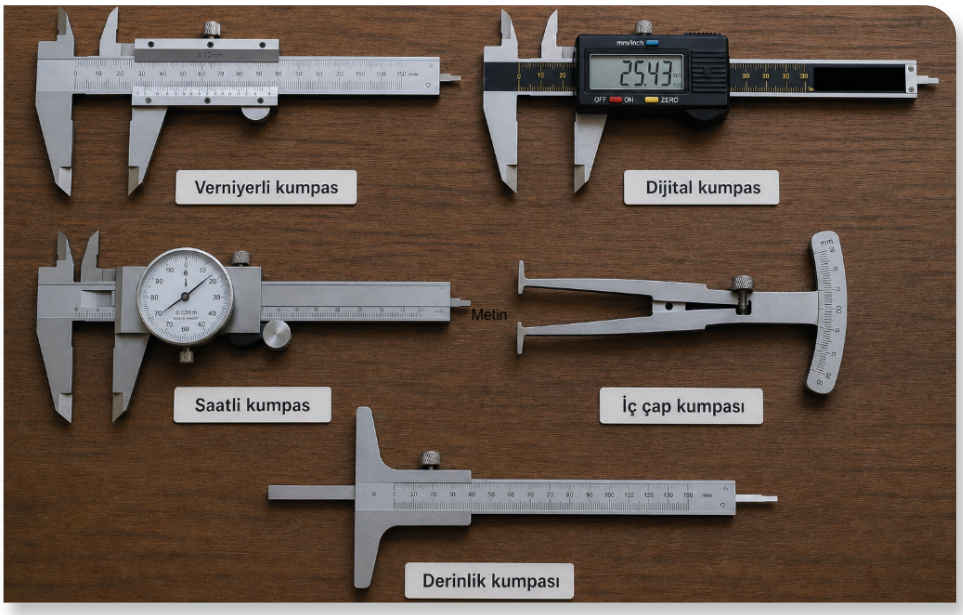
**ç) ½" = ..... mm**

## 3.1.3. Ölçme ve Kontrol Aletleri

Teknik imalat ve mühendislik süreçlerinde tasarlanan bir parçanın kâğıt üzerindeki ölçülere uygunluğunu denetlemek için kullanılan ölçme ve kontrol aletleri, kalitenin en büyük güvencesidir. Endüstride yaygın olarak kullanılan temel ölçme ve kontrol aletleri aşağıda yer almaktadır.

### a) Kumpas

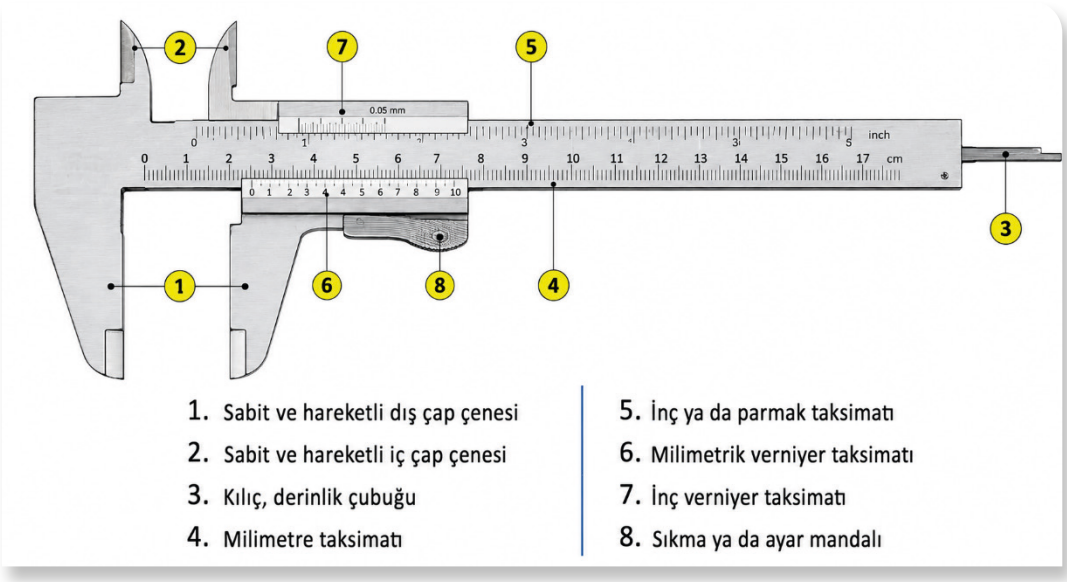
Dış çap, iç çap ve derinlik ölçümlerinde kullanılır. Çok yönlüdür ve atölyelerin temel ölçme aletidir. Görsel 3.2'de kumpas çeşitleri gösterilmiştir.




**Görsel 3.2:** Kumpas çeşitleri

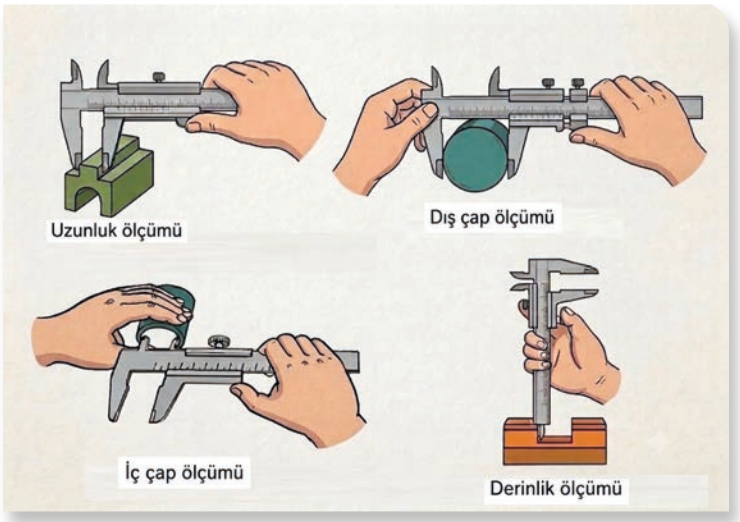
## Sürmeli Kumpas

Sürmeli kumpaslar; gemi inşa sektöründe, atölyelerde, makine imalatında ve kalite kontrol çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğru ölçüm yapabilmek için kumpasın bölümlerinin ve görevlerinin iyi bilinmesi gerekir. Görsel 3.3'te sürmeli kumpasın temel kısımları ve bu kısımların işlevleri gösterilmektedir.




**Görsel 3.3:** Sürmeli kumpas ve kısımları

Kumpaslar; tasarımları gereği parçaların uzunluk, çap, derinlik gibi farklı geometrik özelliklerini ölçebilecek çok yönlü bir yapıya sahiptir (Görsel 3.4).




**Görsel 3.4:** Kumpasın uygulama yöntemleri

**KARAR ANI**

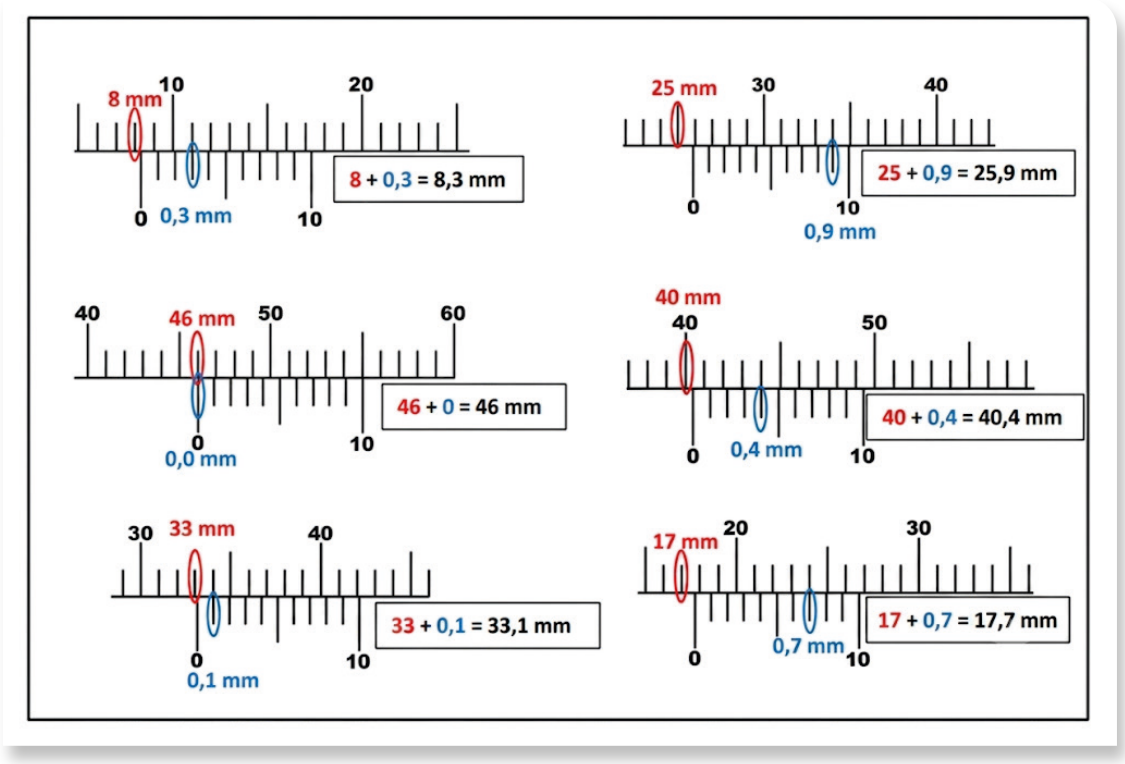
Bir iş parçasını kumpas ile ölçmeye başlamadan önce **ölçülecek özelliğin** (dış çap, iç çap veya derinlik), **kumpasın hassasiyetinin** ve **sıfır ayarının** uygun olup olmadığının kontrol edilmesi için karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru ölçü aletini seçmek ve ölçüm öncesi kontrolleri yapmak, ölçüm hatalarını azaltır ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar.

## Kumpaslarda Hassasiyet

Ölçü aletinin yapabileceği en küçük ölçüm değerini ifade eder. Hassasiyet değeri küçüldükçe yapılan ölçümün doğruluğu artar. Sürmeli kumpaslarda hassasiyet, verniyer cetvelinin bölüntü sayısına göre değişir. Yaygın olarak kullanılan kumpasların hassasiyetleri aşağıda yer almaktadır.

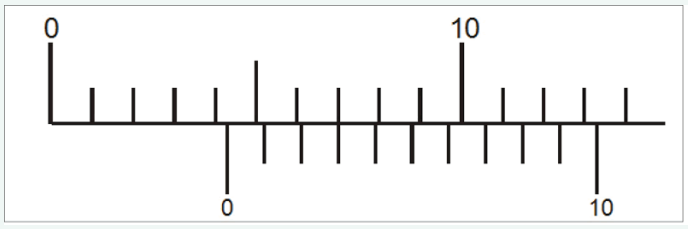
**1/10 Verniyerli Sürmeli Kumpasların Okunması:** 0,1 mm hassasiyetinde ölçüm yapan kumpaslardır. Okunuşlarıyla ilgili örnekler Görsel 3.5'te verilmiştir.



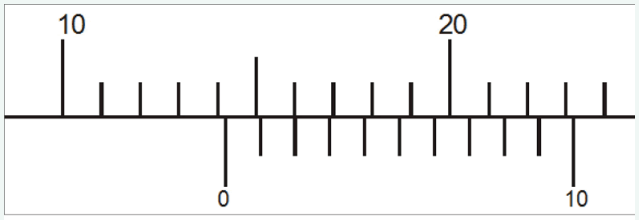

**Görsel 3.5:** 1/10 verniyerli kumpas okuma örnekleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıdaki 1 / 10 mm hassasiyetli kumpaslarda okunan ölçü değerlerini verilen boşluklara yazınız.**

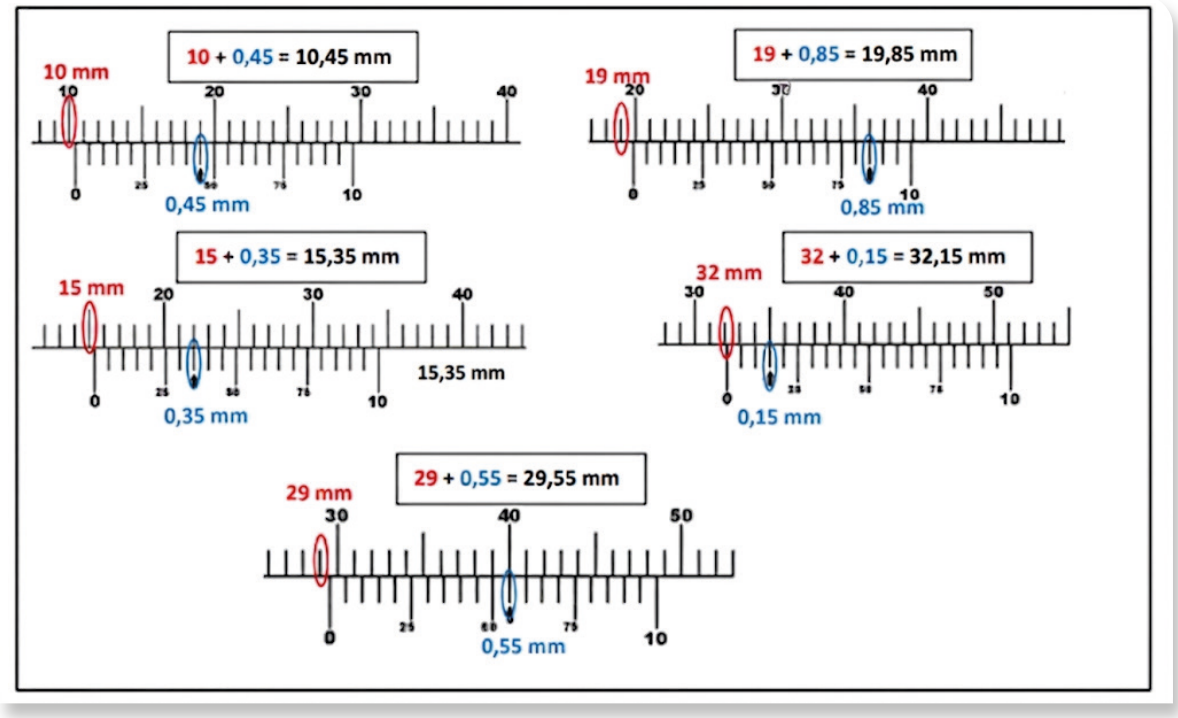


**Cevap: .....**



**Cevap: .....**

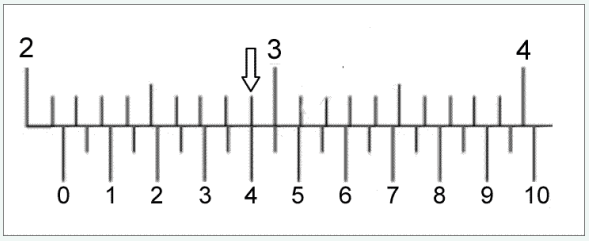
**1/20 Verniyerli Sürmeli Kumpasların Okunması:** 0,05 mm hassasiyetinde ölçüm yapan kumpaslardır. Okuma yaparken ana cetveldeki tam sayı ile hareketli sürgü (verniyer) üzerindeki ondalık değer toplanır. Okunuşlarıyla ilgili örnekler Görsel 3.6'da verilmiştir.



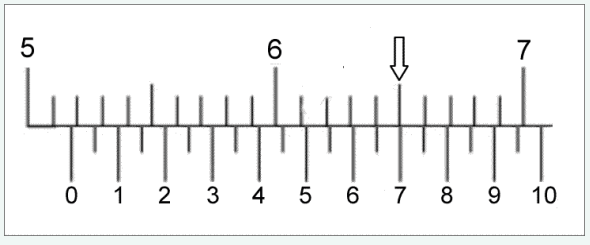

**Görsel 3.6:** 1/20 verniyerli kumpas okuma örnekleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıdaki 1 / 20 mm hassasiyetli kumpaslarda okunan ölçü değerlerini verilen boşluklara yazınız.**

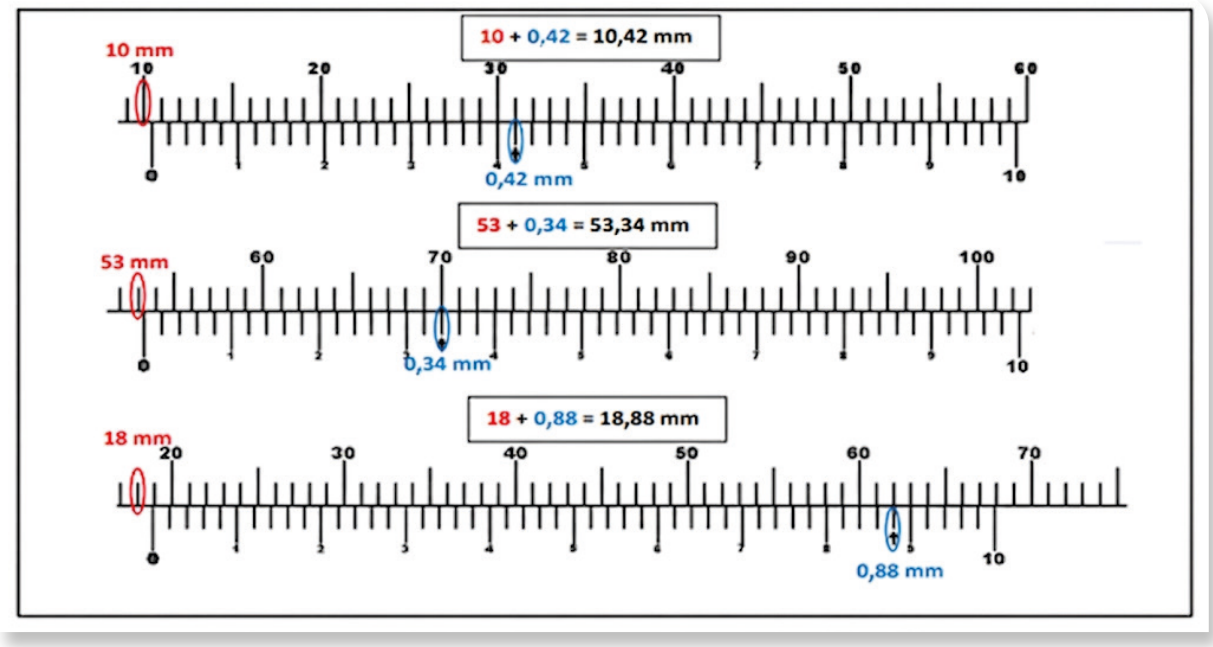



**Cevap: .....**




**Cevap: .....**

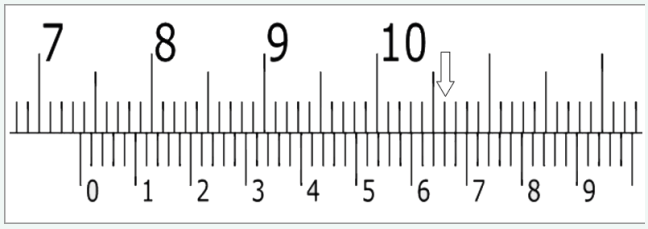
**1/50 Verniyerli Sürmeli Kumpasların Okunması:** 0,02 mm hassasiyetinde ölçüm yapan kumpaslardır. Okuma yaparken ana cetveldeki tam sayı ile hareketli sürgü üzerindeki ondalık değer toplanır. Okunuşlarıyla ilgili örnekler Görsel 3.7'de verilmiştir.



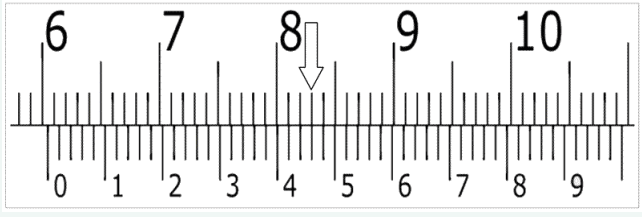

**Görsel 3.7:** 1/50 verniyerli kumpas okuma örnekleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıdaki 1 / 50 mm hassasiyetli kumpaslarda okunan ölçü değerlerini verilen boşluklara yazınız.**



**Cevap: .....**



**Cevap: .....**

### b) Mikrometre

Kumpaslardan çok daha hassas ölçümler (0,01 mm veya 0,001 mm) yapmak için kullanılır. Vidalı bir mil mekanizmasıyla çalışır. Genellikle sadece dış çap, iç çap veya derinlik ölçmek için özelleşmiş farklı tipleri bulunur.

### c) Gönye ve Açıölçer

**Gönye**, parçaların yüzeylerinin birbirine olan dikliğini ($90^0$) veya belirli bir açıda olup olmadığını kontrol etmek için kullanılır (Görsel 3.8). Sabit gönyelerin yanı sıra her açıyı ölçebilen bölüntülü açıölçer gönyeler de mevcuttur (Görsel 3.9).



**Görsel 3.8:** Gönye



**Görsel 3.9:** Açıölçer

### ç) Şakül

Bir ipin ucuna bağlanmış sivri uçlu metal ağırlıktan oluşan ve düşey doğrultuyu (dikey hattı) belirlemek için kullanılan basit bir ölçme ve kontrol aracıdır. Yer çekimi etkisiyle şakül her zaman tam aşağıyı gösterir. Bu sayede bir yüzeyin, duvarın, kolonun veya parçanın dik olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 3.10).



**Görsel 3.10:** Şakül

### d) Lazer Metre

İki nokta arasındaki mesafeyi lazer ışını kullanarak hızlı ve hassas şekilde ölçen elektronik bir ölçme cihazıdır. Ölçüm yapılacak yüzeye gönderilen lazer ışınının geri dönme süresi hesaplanarak mesafe belirlenir. Lazer metreler, geleneksel şerit metrelerin kullanılamadığı veya ölçümün zor olduğu alanlarda kolaylık sağlar. Özellikle uzun mesafelerin ölçülmesinde yüksek doğruluk sunar (Görsel 3.11).




**Görsel 3.11:** Lazer metre

### e) Çelik Cetvel

Uzunluk ölçmek, düz çizgi çizmek ve ölçü aktarmak amacıyla kullanılan, paslanmaz çelikten üretilmiş hassas bir ölçme aracıdır. Üzerinde milimetre (mm) ve santimetre (cm) bölüntüleri bulunur. Çelik cetveller, dayanıklı yapıları ve ölçü doğrulukları nedeniyle metal ve ahşap işleri, teknik resim, makine imalatı, gemi yapımı vb. alanlarda yaygın olarak kullanılır (Görsel 3.12).



**Görsel 3.12:** Çelik cetvel

### f) Şerit Metre

Uzunluk ölçmek için kullanılan, üzerinde milimetre, santimetre ve metre bölüntüleri bulunan esnek bir ölçü aletidir. Genellikle çelik veya fiber malzemeden yapılmış şerit kısmı, koruyucu bir kutu içinde bulunur ve yaylı mekanizma yardımıyla kullanımdan sonra otomatik olarak sarılır.

### g) Su Terazisi

Bir yüzeyin yere tam paralel (yatay) veya tam dik (dikey) olup olmadığını kontrol etmek için kullanılan, içinde hava kabarcığı bulunan bir alettir.

## SIRA SİZDE

**1. Bir öğrenci 0,02 mm hassasiyet gerektiren bir parçayı cetvel kullanarak ölçmektedir.**



**a) Öğrencinin yaptığı hata nedir?**

.....

.....

**b) Bu işlem için hangi ölçü aletini kullanmalıdır?**

.....

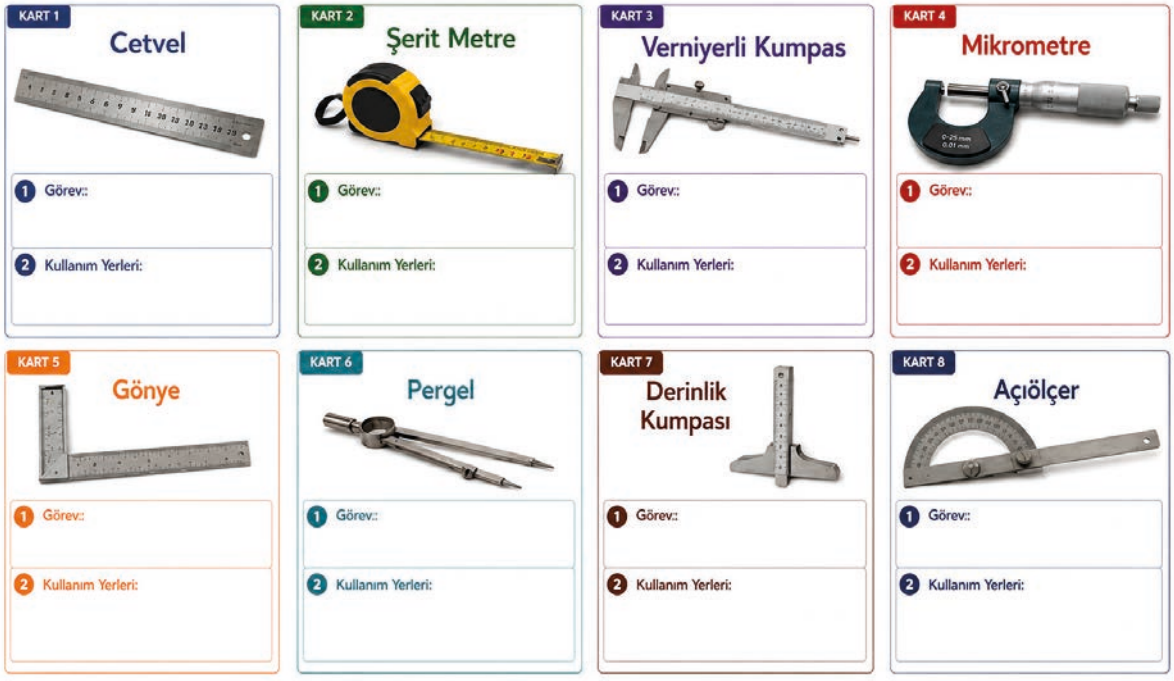
.....

**c) Hatalı ölçüm ileride hangi sorunlara yol açabilir?**

.....

.....

**2. Aşağıda verilen kartlardaki malzemelerin görev ve kullanım yerleriyle ilgili boşlukları doldurunuz.**



### Ölçme ve Kontrol İşlemlerinde Dikkat Edilecek Hususlar

Ölçme ve kontrol işlemleri, üretilen parçaların teknik resimde belirtilen ölçü, şekil ve tolerans değerlerine uygun olup olmadığının belirlenmesini sağlar. Bu işlemlerin doğru yapılması; üretim hatalarının önlenmesi, kalite standartlarının korunması, malzeme ve zaman kayıplarının azaltılması açısından büyük önem taşır. Ölçme sırasında yapılan küçük bir hata bile parçanın kullanım dışı kalmasına veya montaj sırasında sorun yaşanmasına neden olabilir. Bu nedenle ölçme ve kontrol işlemlerinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- İşleme başlanmadan önce ölçü aletinin kalibrasyon durumu ve sıfır ayarının doğruluğu mutlaka test edilmelidir.
- Ölçme cihazları darbelere, düşmelere ve sert temaslara karşı korunmalıdır.
- Aletin çene, uç veya temas noktalarının aşınmasını önlemek için sürtünme en aza indirilmeli ve cihaz, iş parçasına zorlayarak bastırılmamalıdır.
- Okuma hatalarının engellenmesi için gösterge veya bölüntü çizgileri tam dik açıdan, göz hizasında okunmalıdır.
- Ölçülecek parçanın ortam sıcaklığıyla dengelenmesi beklenmeli; yüzey yağ, toz ve talaştan arındırılıp çapaklar temizlenerek ölçüme hazır hâle getirilmelidir.
- Yapılacak işlemin tolerans değerine uygun hassasiyette bir cihaz seçilmelidir (Örneğin mikrometre gereken yerde kumpas kullanmaktan kaçının.).
- İş güvenliği ve ölçüm sağlığı açısından dönen veya hareket eden mekanizmalar üzerinde ölçüm yapılmamalıdır.
- Aletler, kullanım sonrasında temizlenerek nemden arındırılmalı; kendilerine ait koruyucu kutularda saklanmalıdır.

**NOTLAR**

## 3.1. UYGULAMA

| Konu | Verniyerli Kumpas Kullanarak Lama Malzemeyi Ölçme |
|---|---|
| Amaç | İş parçasının üzerinde verniyerli kumpası doğru kullanmak, hassas ölçüm yapmak ve ölçüm sonucunu doğru okumak |
| Süre | 8 ders saati |
| Kullanılacak Araç Gereç | 100x50x10 mm çelik lama, sürmeli kumpas, kalem, temizlik bezi |
| Görev | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

**1.** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
**2.** Görsel 3.13'e göre gerekli araç gereç seçimini yapınız.
**3.** Lama malzemenin ölçü alınacak yüzeyini temizleyiniz.
**4.** Verniyerli kumpasın sıfır ayarını kontrol ediniz.
**5.** Lama malzemeyi kumpas çenelerinin arasına yerleştiriniz.
**6.** Kumpas çenelerinin parçaya tam temas etmesini sağlayınız.
**7.** Lamanın genişliğini ölçünüz.
**8.** Ölçüm sonucunu dikkatlice okuyunuz.
**9.** Ölçüm sonucunu kayıt formuna yazınız.
**10.** Lama malzemeyi dik konuma getiriniz.
**11.** Lama kalınlığını kumpasla ölçünüz.
**12.** Ölçüm sonucunu kaydediniz.
**13.** Ölçüm sonuçlarını tekrar kontrol ediniz.
**14.** Kullanım sonrası kumpası temizleyerek yerine kaldırınız.
**15.** İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
**16.** Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 3.13:** Kumpasla iş parçasını ölçme

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 3.2. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Şerit Metre Kullanarak Atölye Masasının Boyutlarını Ölçme** |
| **Amaç** | Büyük yüzey ölçümlerini yapmak, masanın en ve boy ölçülerini almak, şerit metreyi doğru kullanmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | atölye masası, şerit metre |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. Görsel 3.14'te yer alan iş resmine göre atölye masasının ölçü alınacak yüzeyini inceleyiniz.
2. Şerit metrenin sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Şerit metreyi masa boyunca dikkatlice uzatınız.
4. Şerit metrenin düz durmasına dikkat ediniz.
5. Atölye masasının boy ölçüsünü okuyunuz.
6. Ölçüm sonucunu kayıt formuna yazınız.
7. Şerit metreyi masanın enine yerleştiriniz.
8. Masanın en ölçüsünü okuyunuz.
9. Ölçüm sonucunu kaydediniz.
10. Ölçümleri tekrar kontrol ediniz.
11. Şerit metreyi kontrollü şekilde toplayınız.
12. Kullanım sonrası şerit metreyi yerine kaldırınız.



**Görsel 3.14:** Şerit metreyle masa ölçme

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 3.2. MARKALAMA İŞLEMİ

**Markalama**; teknik resim üzerindeki ölçülerin ve detayların işlenecek parçanın (ham madde) üzerine nokta, çizgi veya daireler hâlinde aktarılması işlemidir. Başka bir deyişle imalat öncesinde parçanın üzerine çizilen **yol haritasıdır.** Bu işlem; kesme, delme, form verme vb. üretim aşamaları için yol gösterici çizgiler oluşturarak hatasız bir çalışma zemini hazırlar. İşlenecek kısımlar, markalamayla somut olarak belirlenir. Böylece hem malzemenin verimli kullanılması sağlanır hem de parçanın nihai formuna en az hata payıyla ulaşması mümkün olur. Kaliteli bir markalama sadece görsel bir rehber değil, aynı zamanda üretimde zaman ve malzeme tasarrufu sağlayan stratejik bir hazırlık aşamasıdır.

### Markalamada Kullanılan Temel Araçlar

Markalama yapılırken kullanılan araçlar, teknik resimdeki ölçülerin iş parçasının üzerine hatasız bir şekilde aktarılmasını sağlayan ve her biri farklı bir amaca hizmet eden özel ekipmanlardır. Metal yüzeylerde kalıcı ve belirgin izler bırakabilmek için bu araçların çoğu, işlenen parçadan daha sert malzemelerden üretilir. Hassas bir markalama süreci; düz çizgiler için kullanılan çizeceklerden merkezleme yapan noktalara, dairesel formlar için pergellerden yükseklik ayarı sağlayan mihengirlere kadar geniş bir araç çeşitliliği gerektirir. Doğru aracın doğru teknikle kullanılması, imalatın sonraki aşamalarında meydana gelebilecek ölçü hatalarının önüne geçen en önemli unsurdur. Markalama işleminde kullanılan temel araçlar şunlardır:

a) **Nokta (Zımba):** Çizgilerin kalıcı olması ve matkap ucuna kılavuzluk etmesi için delik merkezlerini işaretler.

b) **Metal Çizecek:** Metal yüzeyin üzerinde ince ve keskin çizgiler çizmek için kullanılır.

c) **Pleyt:** Üzerinde markalama yapılan, yüzeyi taşlanmış, tam ve düz döküm tabladır.

ç) **Mihengir:** Parçaların üzerine yükseklik ölçüsünü markalamak veya pleytin üzerinde parçanın yüksekliğini hassas olarak ölçmek için kullanılır.

d) **Pergel:** Daire ve yay çizmek için kullanılır.

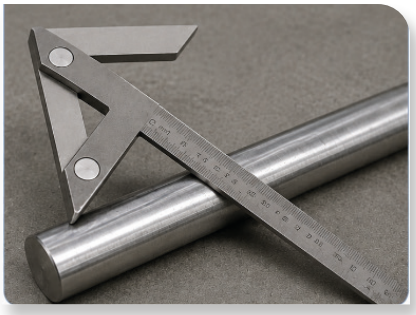
e) **Yatak (V Blok):** Silindirik parçaların markalama sırasında sabitlenmesi ve düzgün konumlandırılması için kullanılır (Görsel 3.15).



**Görsel 3.15:** V yatak

f) **Markacı Boyası:** Metal yüzeyin üzerine sürülerek çizilen markaların daha belirgin görünmesini sağlar.

g) **Merkezleme Gönyesi:** Silindirik ve dairesel kesitli iş parçalarının merkez eksenini belirlemek ve merkez çizgilerini çizmek için kullanılan bir markalama aracıdır. Özellikle mil, boru, yuvarlak çubuk vb. parçaların merkezinin doğru şekilde bulunmasında kullanılır (Görsel 3.16).



**Görsel 3.16:** Merkezleme gönyesi

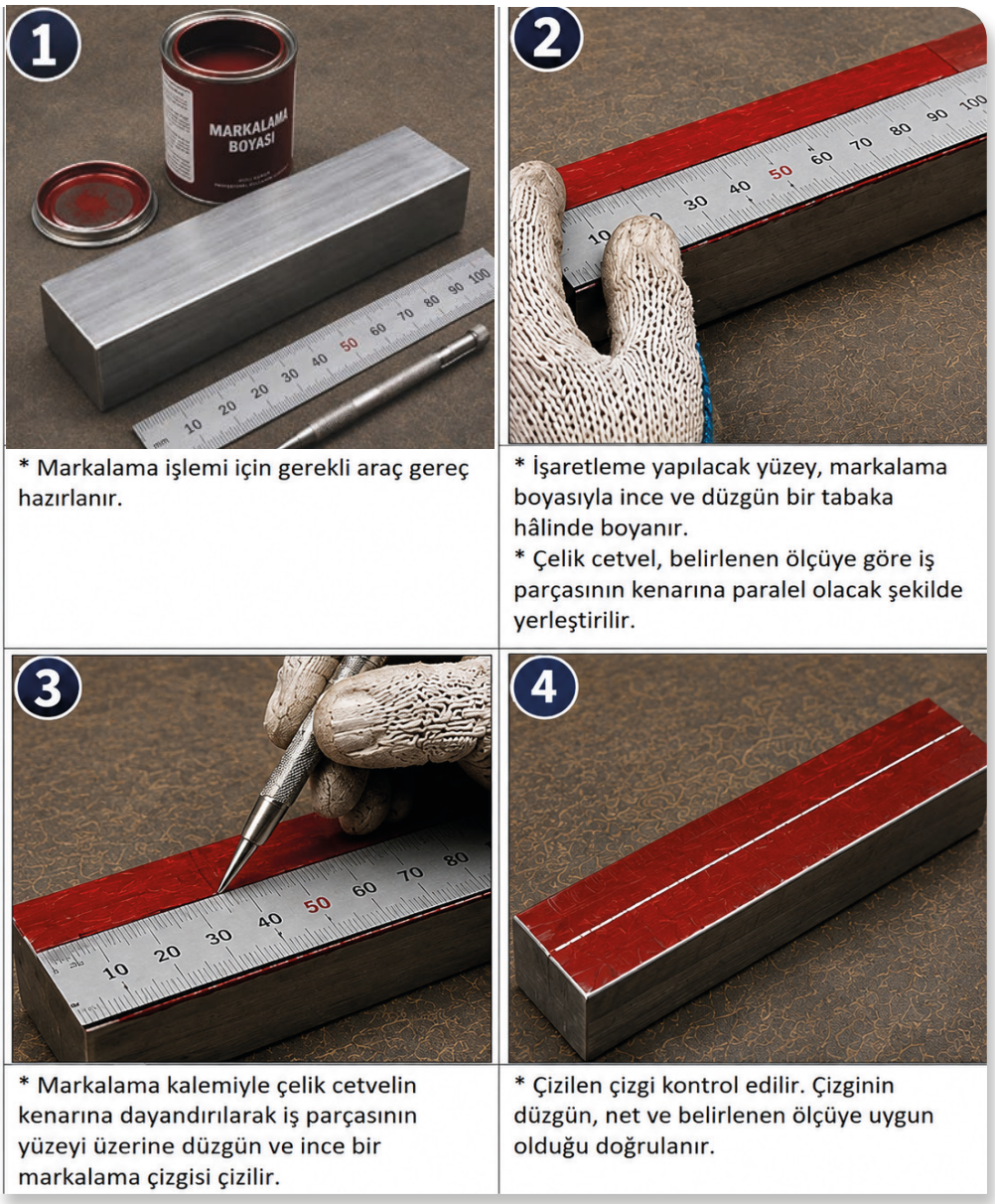
Markalama yapılırken uyulması gereken işlem sırası şunlardır (Görsel 3.17):

**Hazırlık:** Parçanın yüzeyi temizlenir. Çizgilerin daha net görünmesi için yüzeye bazen markacı boyası (genelde mavi veya beyaz) sürülür.

**Ölçülendirme:** Teknik resme sadık kalarak cetvel, gönye veya mihengir ile ölçüler belirlenir.

**Çizim:** Çizecek yardımıyla sınırlar belirlenir.

**Noktalama:** Çizgilerin kaybolmaması için belirli aralıklarla veya delik merkezlerine nokta vurulur.



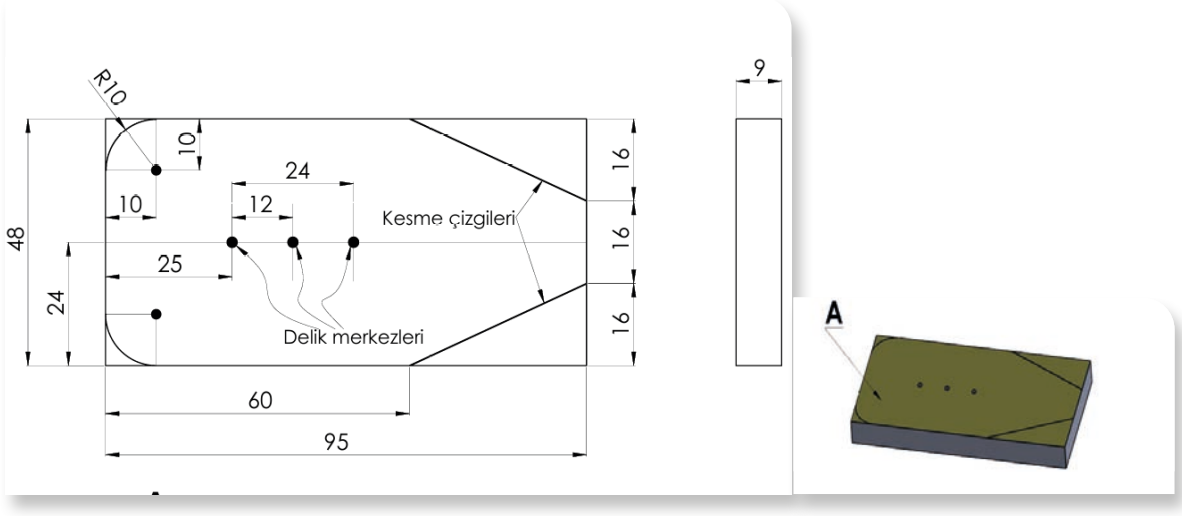

**Görsel 3.17:** Markalanan iş parçası

## 3.3. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ölçme, Kontrol ve Markalama İşlemleri** |
| **Amaç** | İş parçasının üzerinde ölçme ve kontrol aletlerini kullanarak markalama yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x50x10 mm çelik lama, metal çizecek, çelik cetvel, çekiç, nokta, sürmeli kumpas veya çelik cetvel, pleyt, markalama boyası |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İşe uygun araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 3.18'deki iş parçasının A yüzeyini markalama boyasıyla boyayınız.
4. Teknik resim ölçülerine göre kesme çizgilerini metal çizecekle çiziniz.
5. Teknik resim ölçülerine göre delik merkezlerine nokta ve çekiç yardımıyla iz bırakınız (matkap ucunun merkezleme yapabilmesi için).
6. Teknik resim ölçülerine göre köşe radyüslerin merkezlerini bularak nokta ve çekiçle iz bırakıp metal pergelle R10 yayını çiziniz.
7. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
8. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 3.18:** Markalanan iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Öz Değerlendirme ve Akran Değerlendirme Formlarını doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Kendi çalışmanızı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Arkadaşınızın çalışmasını değerlendirmek için karekodda yer alan akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 3. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıda verilen açıklamalarla kavramları eşleştiriniz. Kavramla ilişkili olan açıklamanın harfini ilgili eşleşme boşluğuna yazınız.**

| AÇIKLAMALAR | KAVRAMLAR | EŞLEŞME |
|---|---|---|
| **A)** Dairesel parçaların merkezini bulmada ve paralel çizgiler çizmede kullanılan alettir. | **1. Kumpas** | **(...)** |
| **B)** Hassas yüzey kontrolü ve markalama işlemlerinin üzerinde yapıldığı düzlem masadır. | **2. Pleyt** | **(...)** |
| **C)** Uzunluk, derinlik, iç ve dış çap ölçümlerinde kullanılan çok amaçlı ölçü aletidir. | **3. Mihengir** | **(...)** |
| **Ç)** Parçaların birbirine göre dikliğini veya belirli bir açıda olup olmadığını kontrol eden alettir. | **4. Mikrometre** | **(...)** |
| **D)** 0,01 mm veya 0,001 mm gibi çok yüksek hassasiyetle ölçüm yapabilen vidalı alettir. | **5. Gönye** | **(...)** |
| **E)** İş parçasının üzerine kalıcı ve ince çizgi çizmek için kullanılan sert uçlu alettir. | **6. Metal çizecek** | **(...)** |

**B) Aşağıdaki tabloda ölçme ve markalama ile ilgili kavramlar numaralandırılmıştır. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Verniyer (a) | Çelik cetvel (b) | Mihengir (c) | Çekiç (ç) |
| Nokta (d) | Sabit çene (e) | Kılıç (f) | Gönye g) |
| Kumpas (ğ) | Pleyt (h) | Zımba (ı) | Açıölçer (i) |

**1. Hangileri sürmeli kumpasın parçalarıdır?**

……

**2. Hangileri delik merkezlerini işaretlemek için kullanılır?**

……

**3. Hangileri ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılır?**

……

**C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**4. Aşağıdakilerden hangisi 1/20 verniyer taksimatlı sürmeli kumpasın özelliklerindendir?**

A) Ölçüm hassasiyeti 0,1 mm'dir.
B) Ölçüm hassasiyeti 0,02 mm'dir.
C) Ölçüm hassasiyeti 0,05 mm'dir.
D) Cetvelin 9 mm'lik kısmı verniyerde 10 eşit parçaya bölünmüştür.
E) Verniyer üzerindeki her iki çizgi arası 0,1 mm'ye karşılık gelir.

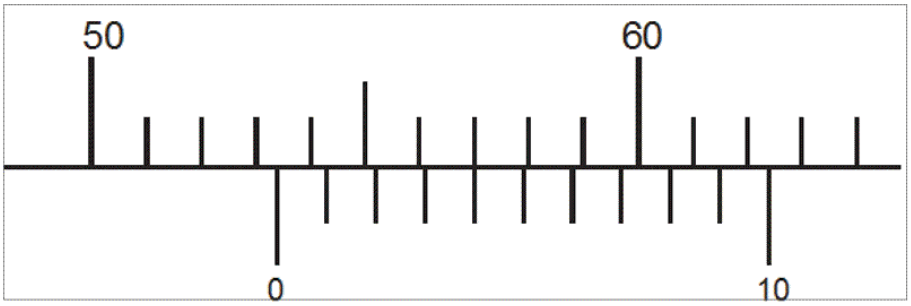
**5. Sürmeli kumpaslarda aşağıdakilerden hangisi derinlik ölçer?**

A) İç çap çenesi
B) Cetvel kısmı
C) Sabit çene
D) Kılıç
E) Derinlik dayaması

**6. Aşağıdakilerden hangisi ölçme işlemini etkilemez?**

A) Mevsimsel özellikler
B) Bakış açısı
C) İşin hassasiyeti
D) Ölçü aletinin hassasiyeti
E) Ölçüm yapılan ortamın aydınlatma durumu

**7.**




**Görselde yer alan sürmeli kumpas aşağıdaki ölçülerden hangisini göstermektedir?**

A) 53 mm
B) 53,4 mm
C) 54 mm
D) 54,4 mm
E) 55,5 mm

# 4. ÖĞRENME BİRİMİ

# KESME İŞLEMLERİ



## KONULAR

4.1. METAL MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ

4.2. BORULARDA KESME İŞLEMLERİ

4.3. AHŞAP MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ

Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- çapak
- giyotin
- markalama
- sac makası
- taşlama
- testere laması

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- kesme işlemlerinin üretimdeki yerini açıklamanız
- kesme öncesi hazırlık aşamalarını sıralamanız
- kesme işlemlerinde kullanılan temel araçları tanımanız
- iş resmine ve ölçüye uygun kesme uygulamaları yapmanız
- kesim sonrası kontrol ve güvenlik kurallarını uygulamanız

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda montaj elemanlarıyla ilgili bir durum verilmiştir.**

Tersanede çalışan bir ekip, geminin korkuluk sisteminde kullanılacak metal parçaları hazırlamaktadır. Teknik resmi inceledikten sonra metal parçaların üzerine gerekli ölçüleri aktarmış ve tüm çizgileri dikkatlice işaretlemişlerdir. Usta, parçanın yalnızca işaretleme çizgileri üzerinde kalan bölümünün kullanılacağını belirtir ancak işaretlenen şeklin metal parçadan nasıl ayrılacağı konusunda henüz açıklama yapmaz.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. İşaretleme çizgilerinin üretim sırasında dikkate alınması neden önemli olabilir?
2. Sizce bu işlemler sırasında iş sağlığı ve güvenliği açısından hangi önlemler alınmalıdır?

## KONUYA BAŞLARKEN

Gemi yapımında kullanılan her parça, büyük bir yapının düzgün çalışmasını sağlayan önemli bileşenlerdir. Bu parçaların birbirine uyumlu olması yalnızca montaj aşamasında değil, daha üretimin ilk adımlarında yapılan işlemlerin doğruluğuna bağlıdır. Bu işlemlerin başında ise kesme gelir. Bir parçanın doğru ölçülerde, doğru hatta ve uygun araçla kesilmesi; sonraki bükme, delme, birleştirme ve montaj işlemlerinin sağlıklı ilerlemesini sağlar.

Kesme işlemi ilk bakışta yalnızca bir malzemeyi ikiye ayırma işi olarak görülebilir. Oysa üretim ortamında kesme; dikkat, planlama, ölçü bilgisi ve güvenlik kuralları gerektiren teknik bir uygulamadır. Milimetrelik bir hata; iş parçasının kullanılmaz hâle gelmesine, malzeme kaybına ve zaman israfına neden olabilir. Bu nedenle kesme işlemleri, özellikle gemi yapımı gibi hassasiyet gerektiren alanlarda çok büyük önem taşır.

## 4.1. METAL MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ

Kesme; bir malzemenin belirli ölçülerde, istenen biçimde ve uygun araç kullanılarak ayrılması işlemidir. Gemi temel işlemlerinde kesme uygulamaları levha, profil, boru vb. malzemelerin sonraki işlemlere hazırlanmasında önemli bir yer tutar. Kesimin doğru yapılması, iş parçasının ölçüye uygunluğunu sağlar ve sonraki üretim aşamalarında sorun yaşanmasını önler.

Kesme işlemlerinin temel amacı iş resmine veya verilen ölçüye uygun parçalar elde etmektir. Bu nedenle kesme yalnızca fiziksel güç gerektiren bir işlem değildir. Aynı zamanda dikkatli gözlem, doğru planlama ve teknik bilgi gerektirir. Kesme işlemleri sırasında malzemenin cinsi, kalınlığı, kesim yönü ve kullanılacak aracın özelliği dikkate alınmalıdır.

Metaller, talaş kaldırarak veya talaş kaldırmadan kesilir. Talaş kaldırarak yapılan kesme işlemlerinde testereler kullanılırken talaş kaldırmadan yapılan kesme işlemleri makaslar yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

### 4.1.1. Talaşlı Kesme

Metal malzemelerde talaşlı kesme işlemleri; iş parçasından istenen ölçü, şekil ve yüzey kalitesinde parça elde etmek amacıyla uygulanan temel imalat yöntemlerinden biridir. Bu işlemlerde kesici takım ile iş parçasının arasında oluşan kesme hareketi sonucunda malzemenin yüzeyinden talaş kaldırılır. Özellikle gemi inşa, makine imalatı, otomotiv ve metal işleme sektörlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

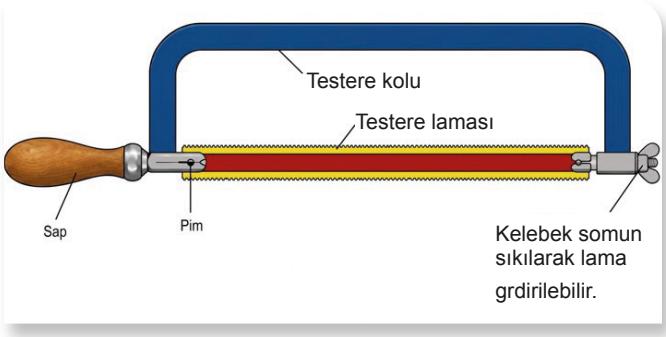
### 4.1.1.1. Talaşlı Kesmede Kullanılan Testere Çeşitleri

Talaşlı kesmede kullanılan testereler malzemelerin ölçülü, kontrollü ve güvenli şekilde kesilmesini sağlayan önemli araç ve makinelerdir. Kullanılacak testerenin çeşidi kesilecek malzemenin türüne, kalınlığına, yapılacak işlemin hassasiyetine ve çalışma ortamına göre belirlenir. Talaşlı kesmede kullanılan testere çeşitleri aşağıda yer almaktadır.

#### a) El Testeresi

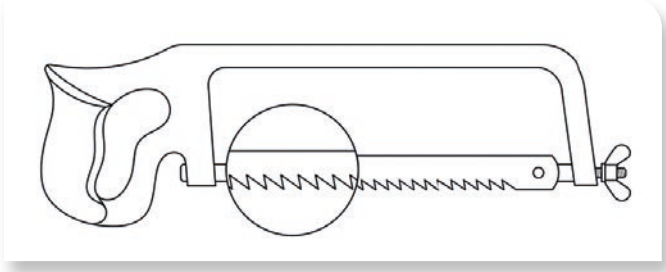
Metal profillerin, boruların, sacların ve çeşitli bağlantı elemanlarının manuel olarak kesilmesinde kullanılan temel el aletlerindendir. Özellikle dar alanlarda ve makine kullanımının riskli olduğu durumlarda kullanılması tercih edilir.

El testeresi; kesici kısım olan testere laması, bu lamanın gerilmesini sağlayan kelebek somunlu gergi mekanizması ve tüm parçaları bir arada tutan testere kolundan oluşur (Görsel 4.1).




**Görsel 4.1:** El testeresi

El testeresinin koluna testere laması takılırken lama, dişlerin yönü ileriye bakacak şekilde testere koluna yerleştirilir. Ardından uçlarındaki deliklere sabitleme pimleri geçirilerek kelebek somun yardımıyla yeterli gerginliğe ulaşana kadar sıkılır (Görsel 4.2).



**Görsel 4.2:** Testere laması diş yönü

El testeresiyle kesme işleminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

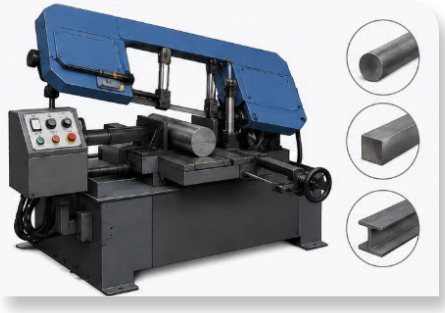
- Kesilme ve yaralanma riskini azaltmak için kolları lastikli iş önlüğü, iş eldiveni vb. koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Testere lamasının dişlerinin ileri yönü gösterecek şekilde takılı olduğu ve yeterli gerginlikte sıkıldığı kontrol edilmelidir.
- Kesilecek iş parçası, kesim yapacak kişinin tam önünde olmalı ve titreşimi önlemek amacıyla mengeneye mümkün olduğunca kısa ve paralel şekilde bağlanmalıdır.
- Testere ileri yönde hareket ettirilirken kola baskı uygulanmalı, geri çekme sırasında ise baskı azaltılmalıdır.
- Kesim boyunca testere iş parçasına dik konumda tutulmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında testere lamasının tamamı kullanılmalı, yalnızca belirli bir kısmıyla kesim yapılmamalıdır.
- Kesme işlemi sırasında vücut sabit kalmalı, hareket yalnızca kolların ileri-geri hareketiyle gerçekleştirilmelidir.
- Çalışma sırasında ayaklar öne doğru açık olmalı ve yere sağlam basmalıdır (Görsel 4.3).



**Görsel 4.3:** İş parçasını doğru duruşla kesme işlemi

### b) Şerit Testere Makinesi

İş parçalarını iki kasnak arasında dönen sonsuz bir şerit lama yardımıyla hızlı, seri ve hassas bir şekilde kesen şerit testere makinesi; özellikle tersanelerde ve makine imalat atölyelerinde ağır yapısal profillerin, kalın boruların ve dolu metal millerin istenen ölçülerde dik veya açılı olarak kesilmesinde kullanılır (Görsel 4.4).



**Görsel 4.4:** Şerit testere makinesi

### c) Daire Testere Makinesi

Yüksek devirde dönen dairesel kesici bıçak yardımıyla metal vb. malzemelerin kesilmesinde kullanılan, hızlı ve hassas kesim sağlayan makinelerdir. Sanayi, tersane, inşaat ve atölye çalışmalarında boru, profil ve çeşitli parçaların istenen ölçüde kesilmesinde önemli görev üstlenirken yüksek devirde çalışmaları nedeniyle kullanım sırasında iş güvenliği kurallarına dikkat edilmesi gereken tehlikeli ekipmanlar arasında yer alır (Görsel 4.5).



**Görsel 4.5:** Daire testere makinesi

### ç) Spiral Makinesi

Yüksek devirle dönen kesici ve taşlama diskleriyle metal yüzeylerin kesilmesi, taşlanması, çapaklarının temizlenmesi, kaynak dikişlerinin düzeltilmesi vb. işlemlerde kullanılan el aletidir (Görsel 4.6). Gemi inşası, makine imalatı ve atölye çalışmalarında boru, profil, sac ve bağlantı elemanlarının şekillendirilmesinde aktif olarak kullanılır. Ancak yüksek devirli çalışması ve açıkta dönen kesici diski nedeniyle iş güvenliği açısından riskli bir ekipman olduğundan kullanımı sırasında yüz siperliği kullanılması hayati önem taşır.




**Görsel 4.6:** Spiral makinesi ve diskleri

## 4.1.1.2. Talaşlı Kesme İşleminin Aşamaları

Kesme işlemleri yapılmadan önce iş resmi dikkatlice incelenmeli ve çalışma esnasında aşağıda yer alan işlem sırasına uyulmalıdır.

### İş Parçasını Markalama

İş parçası, iş resminde verilen ölçülere göre mihengir ya da markalama kalemiyle teknik resim kurallarına uygun bir şekilde markalanır (Görsel 4.7).



**Görsel 4.7:** İş parçasını markalama

### İş Parçasını Mengeneye Bağlama

Markalanan iş parçası, markalama çizgileri görünecek şekilde tezgâh mengenesine bağlanır (Görsel 4.8).



**Görsel 4.8:** İş parçasını mengeneye bağlama

### İş Parçasının Fazla Kısımlarını Kesme

Ölçüye göre markalanan iş parçasının fazla kısmı, çizgiye yakın yerden demir testeresiyle düzgün bir şekilde kesilir (Görsel 4.9).



**Görsel 4.9:** İş parçasının fazla kısımlarını kesme

**BİLGİ KUTUSU**

Kesme sırasında yapılan küçük bir ölçü hatası iş parçasının yeniden hazırlanmasına neden olabilir. Bu hem zaman kaybına hem de malzeme israfına yol açar. Bu nedenle kesimden önce ölçü ve markalama mutlaka kontrol edilmelidir.

### Kesim Sonrası Kontrol ve Düzeltme

Kesim tamamlandıktan sonra elde edilen parçanın yalnızca uzunluğu değil, kenar düzgünlüğü ve yüzey durumu da incelenmelidir. Kesim sonrası oluşan çapaklar hem güvenlik riski doğurur hem de sonraki işlemleri zorlaştırır. Bu nedenle gerekli durumlarda eğe veya uygun düzeltme araçları kullanılmalıdır.

Kontrol aşaması; yapılan işin doğruluğunu görmek, hataları erken fark etmek ve sonraki işlemlere parçayı düzgün aktarmak için gereklidir. Üretim kalitesinin sürdürülebilir olması yalnızca kesimi yapmakla değil yapılan kesimi değerlendirmekle de mümkündür.

**SIRA SİZDE**

Bir atölyede çalışan K…, metal bir parçayı belirlenen ölçülere göre kesmek istemektedir. Kesim işlemine başlamadan önce ölçme ve markalama yapmış, ardından iş parçasını mengeneye bağlayarak kesim işlemini gerçekleştirmiştir. İşlemin sonunda parçayı kontrol etmiştir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **K…'nin kesim işlemine başlamadan önce ölçme ve markalama yapmasının nedeni nedir?**

   .....
   .....

2. **K… iş parçasını mengeneye sabitlemeden kesim yapsaydı hangi sorunlarla karşılaşabilirdi?**

   .....
   .....

3. **K… kesim işlemi tamamlandıktan sonra parçanın üzerinde hangi kontrolleri yapmalıdır?**

   .....
   .....

## 4.1.2. Talaşsız Kesme

Metal parçaların herhangi bir malzeme kaybına uğramadan genellikle makaslama yoluyla ayrılması esasına dayanan talaşsız kesme yöntemi, imalat sürecinde yüksek verimlilik ve hız sağlaması bakımından büyük öneme sahiptir. Özellikle sac ve ince levha metal malzemelerin kesiminde kullanılır.

### 4.1.2.1. Talaşsız Kesmede Kullanılan Araçlar

Metal malzemeleri talaş kaldırmadan kesmek için kullanılan el ve makine tipi ekipmanlardır. Bu araçlar kesimin hızlı ve pratik yapılmasını sağlar. Talaşsız kesmede kullanılan araçlar aşağıda yer almaktadır.

#### a) El Makası

İnce sac malzemelerin kesiminde kullanılan el tipi kesme araçlarıdır. Genellikle kalınlığı 1 mm ve daha ince olan küçük sac parçaların kesilmesinde tercih edilir (Görsel 4.10, 4.11).



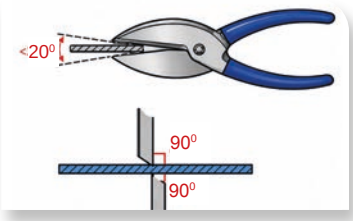
**Görsel 4.10:** El makası



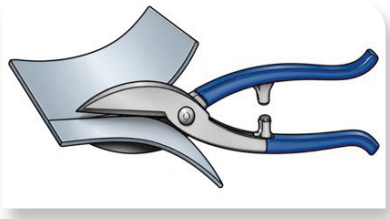
**Görsel 4.11:** El makasıyla sac kesme

El makasıyla kesmede dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İzlenecek hat, kesim yapılacak metal parçanın üzerinde mutlaka önceden markalanmalıdır.
- Makasın ağzı parçaya yerleştirildiğinde çeneler arasındaki açıklık en fazla $20^0$, makasın kesici ağızlarının kesilecek sac malzemenin yüzeyiyle konumu ise tam $90^0$ olmalıdır (Görsel 4.12).
- Kesilecek sac malzeme mengeneye sıkıca bağlanmalı ya da eldiven takılarak elle sıkıca tutulmalıdır.
- Kesim işlemi gerçekleştirilirken el makasının ilerleyişi markalama hattını tam olarak takip edecek şekilde yönlendirilmelidir (Görsel 4.13).
- Kesme işlemi sırasında makasın ağızları tamamen kapatılmamalıdır. Belirli aralıklarla makas yeniden açılarak kesime devam edilmelidir. Bıçakların tam kapanması iş parçasında deformasyona neden olabilir.
- Dairesel kesimlerde, makasın ağzıyla küçük ve kontrollü adımlar atarak ilerlenmelidir. Böylece markalama hattından sapmadan daha pürüzsüz bir form elde edilir (Görsel 4.14).




**Görsel 4.12:** El makası kesme açıları



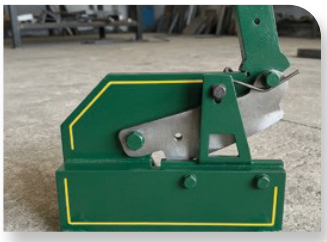
**Görsel 4.13:** El makasının ilerleyiş yönü



**Görsel 4.14:** Dairesel kesim

#### b) Kollu Makas

Kalınlığı 1 ile 5 mm aralığındaki metal levhaların ve çeşitli boyutlardaki lamaların düzgün, hızlı bir şekilde kesilmesini sağlar. Metal atölyelerinde, üretim alanlarında ve tamir işlerinde yaygın olarak kullanılan bu ekipmanlar hem zamandan hem de iş gücünden tasarruf imkânı sunar. Güvenli bir çalışma ortamı için malzemenin işlem sırasında sabitlenmesi ve ellerin kesici ağızlardan uzak tutulması hayati önem taşır (Görsel 4.15).



**Görsel 4.15:** Kollu makas

### c) Giyotin Makas

Tersanelerde büyük ve kalın metal levha ile sacların ölçülerine uygun şekilde düz ve hızlı kesilmesini sağlar. El makaslarının kesemediği geniş ve kalın parçaları, yukarıdan inen keskin bıçağıyla tek seferde keserek seri üretimde zaman kazandırır. Gemi sacları, çatı kaplamaları vb. birçok parçanın hazırlanmasında kullanılır. Yüksek basınçla çalıştığı için kullanım sırasında ellerin kesim bölgesinden uzak tutulması ve güvenlik önlemlerine dikkat edilmesi önemlidir (Görsel 4.16).



**Görsel 4.16:** Giyotin makas

**KARAR ANI**

Kesme işlemine başlamadan önce malzemenin türüne, kalınlığına ve yapılacak kesimin şekline uygun kesme aracını ve kesme yöntemini belirlemek için karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru kesme aracının seçimi, ölçü hatalarını azaltır; malzeme israfını önler ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar.

## SIRA SİZDE

**Aşağıda kesme aleti ve makineleriyle ilgili bilgi kartları verilmiştir. Verilen görselleri dikkatlice inceleyerek her bir alet ve makinenin görevini ve kullanım alanlarını ilgili bölümlere kısa ve anlaşılır cümlelerle yazınız. Çalışmanızı tamamladıktan sonra kesme aleti ve makinelerin kullanım alanlarını karşılaştırınız.**

**1** El Testeresi



Görevi:

Kullanım Alanları:

**2** Şerit Testere Makinesi



Görevi:

Kullanım Alanları:

**3** Spiral Makinesi



Görevi:

Kullanım Alanları:

**4** Kollu Makas



Görevi:

Kullanım Alanları:

**5** Giyotin Makas



Görevi:

Kullanım Alanları:

**6** Daire Testere



Görevi:

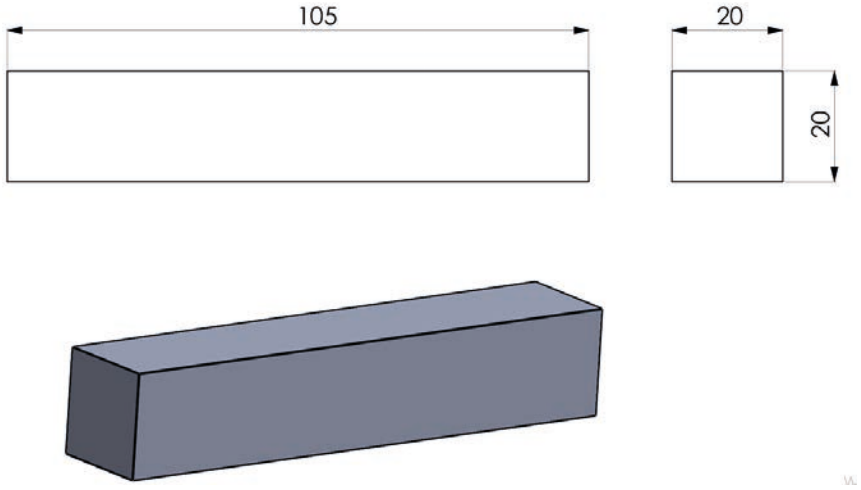
Kullanım Alanları:

## 4.1. UYGULAMA

| Konu | El Testeresiyle Düz Kesme İşlemi Yapma |
|---|---|
| **Amaç** | Metal malzemelerde el testeresiyle kesme işlemi yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 140x20x20 mm çelik lama, tesviyeci mengenesi, el testeresi, çelik cetvel, şerit metre, metal çizecek |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Görsel 4.17'de verilen iş resmini inceleyiniz.
3. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
4. Çelik cetvel yardımıyla lamanın üzerinde 105 mm ölçüyü belirleyiniz.
5. Gönye kullanarak 105 mm noktasından tüm yüzeye dik, kesim çizgisini markalayınız.
6. İş parçasını mengeneye bağlayınız.
7. Testereyi hafif baskıyla ileri yönde hareket ettirerek başlangıç izi oluşturunuz.
8. Kesme işlemini gerçekleştiriniz.
9. Kesimi tamamlayınız.
10. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
11. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 4.17:** Düz kesme iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Öz Değerlendirme ve Akran Değerlendirme Formlarını doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Kendi çalışmanızı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Arkadaşınızın çalışmasını değerlendirmek için karekodda yer alan akran değerlendirme formunu doldurunuz.

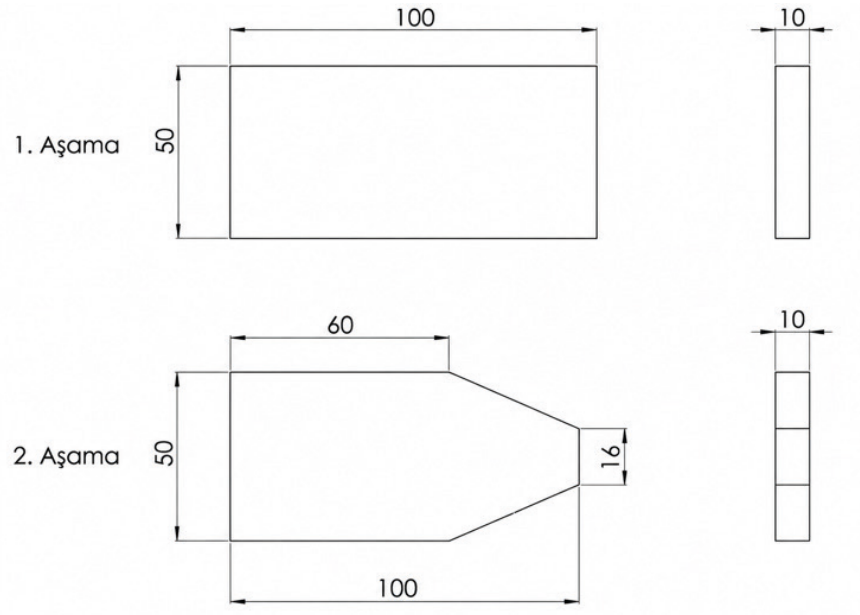
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 4.2. UYGULAMA

| Konu | El Testeresiyle Açılı Kesme İşlemi Yapma |
|---|---|
| Amaç | Metal malzemelerde el testeresiyle açılı kesme işlemi yapmak |
| Süre | 6 ders saati |
| Kullanılacak Araç Gereç | 100x50x10 mm çelik lama, tesviyeci mengenesi, el testeresi, çelik cetvel, şerit metre, markalama boyası, metal çizecek |
| Görev | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Görsel 4.18'de verilen iş resmini inceleyiniz.
3. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
4. Malzemenin yüzeyini temizleyiniz.
5. Yüzeyin üzerine ince bir tabaka markalama boyası sürünüz.
6. Verilen iş resmine uygun ölçülerde markalama kalemiyle markalama işlemini yapınız.
7. El testeresiyle testere lamasını malzemeye dik konumda tutarak kesme işlemini gerçekleştiriniz.
8. Kesme işlemini tamamlayınız.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 4.18:** Açılı kesme iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 4.2. BORULARDA KESME İŞLEMLERİ

Gemi yapım aşamasının önemli bir parçası olan boru devrelerinin hassas kesimi sistemin sızdırmazlığı, kaynak kalitesi ve montaj hızı için kritiktir. Boru kesme işlemleri, basit el aletlerinden gücünü elektrikten alan makinelere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar.

### 4.2.1. Borularda Kesme İşleminde Kullanılan Araçlar

Borularda kesme işlemi; boruların istenen ölçüde, düzgün ve güvenli şekilde hazırlanabilmesi için uygulanan temel işlemlerden biridir. Bu işlemlerde kullanılacak araç; borunun çapına, et kalınlığına, malzeme türüne ve yapılacak işin hassasiyetine göre seçilir. Boru kesme işlemleri sırasında ölçü doğruluğu, kesim hattının düzgünlüğü ve iş güvenliği kurallarına uyulması önemlidir.

#### a) El testeresiyle Boru Kesme

Küçük ve orta çaplı metal boruların belirlenen ölçülerde manuel olarak bölünmesinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Bu yöntem, özellikle atölye çalışmalarında ve kıvılcım çıkmasının risk oluşturabileceği dar alanlardaki kesme işlemlerinde güvenli bir çözüm sunduğu için yaygın olarak tercih edilir. El testeresiyle boru kesme aşamaları şunlardır:

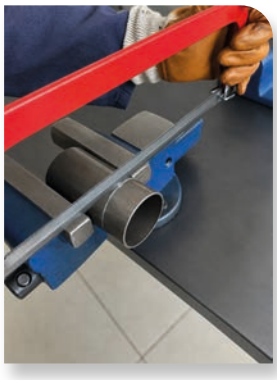
- Mihengir, markalama işleminde doğru ölçüye getirilir ve sivri ucu borunun yüzeyine temas ettirilir. Mihengir sabit tutulurken boru mihengirin ucuna temas edecek şekilde döndürülerek markalama işlemi gerçekleştirilir (Görsel 4.19).
- Boru, markalama çizgisi dışarıda kalacak şekilde ve dairesel yapısı bozulmayacak biçimde mengene çenelerinin arasında sıkılarak sabitlenir (Görsel 4.20).
- Boru mengeneye sabitlendikten sonra testere, markalama çizgisi üzerine yerleştirilir ve hafif baskı uygulanarak kesime başlanır. Testere ileri-geri hareketlerle kontrollü bir şekilde kullanılır ve kesim boyunca çizgiden sapmadan kesme işlemi tamamlanır (Görsel 4.21).



**Görsel 4.19:** Boruyu markalama



**Görsel 4.20:** Boruyu mengeneye bağlama



**Görsel 4.21:** Boruyu el testeresiyle kesme

#### b) Boru Kesiciyle Boru Kesme

İnce cidarlı metal boruların düzgün, pürüzsüz ve ölçüsüne uygun şekilde kesilmesinde tercih edilen yöntemlerden biridir. Döner kesici mekanizması borunun etrafında çevrilir ve kontrollü bir kesim yapılmasını sağlar. Böylece kesim sırasında boru ezilmez ve düzgün bir yüzey elde edilir. Tesisat işlerinde, sanayi uygulamalarında ve bakım-onarım çalışmalarında kullanılır (Görsel 4.22).



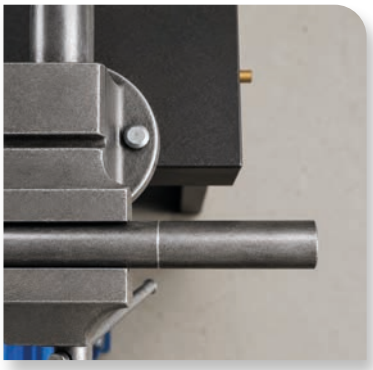
**Görsel 4.22:** Boru kesici

Boru kesici kullanarak kesme yaparken uygulanması gereken aşamalar şunlardır:

- Kesim yapılacak kısım, mihengir yardımıyla hassas bir şekilde ayarlanarak boru yüzeyine temas ettirilir. Mihengirin sivri ucu, borunun etrafında sabit bir yükseklikte gezdirilir. Düzgün, kesintisiz ve tam dairesel bir çizgi oluşturularak markalama işlemi tamamlanır (Görsel 4.23).
- Boru, önceden oluşturulan markalama çizgisi dışarıda ve görünür kalacak şekilde mengene çenelerinin arasına yerleştirilir. Sıkma işlemi sırasında boru dairesel formunun bozulmamasına dikkat edilerek yeterli kuvvette sabitlenir (Görsel 4.24).

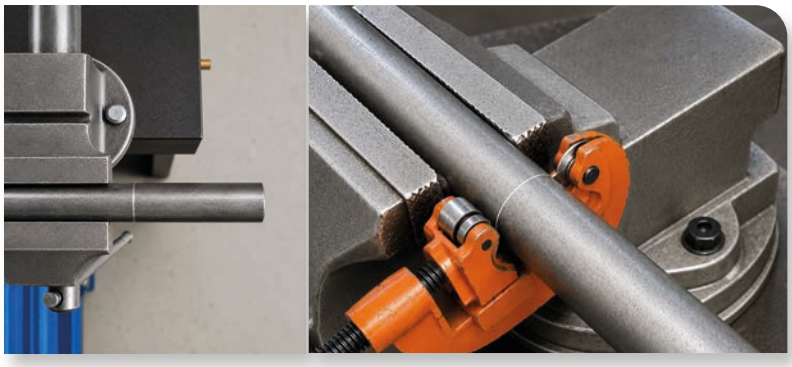


**Görsel 4.23:** Markalama işleminin yapılması



**Görsel 4.24:** Boruyu mengeneye bağlama

- Boru kesici, markalanan çizginin üzerine yerleştirilir ve kesici disk boruya hafifçe temas edecek şekilde ayarlanır. Ardından kesici, borunun etrafında döndürülerek kesme işlemine başlanır. Her turdan sonra vida azar azar sıkılır ve bu işlem, boru ezilmeden kademeli bir şekilde kesim tamamlanana kadar devam ettirilir (Görsel 4.25).



**Görsel 4.25:** Boruyu boru kesiciyle kesme işlemi

### c) Şerit Testere Makinesiyle Boru Kesme

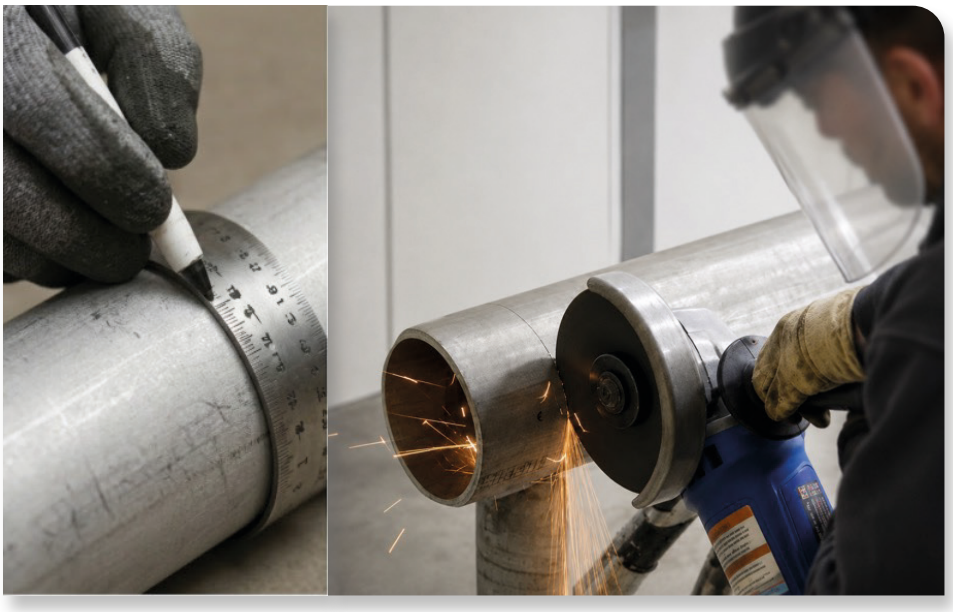
Şerit testereyle boru kesme işleminde, kesilecek boru mengeneye düzgün ve sıkı şekilde bağlanarak sabitlenir. Ardından malzemenin cinsine ve et kalınlığına uygun diş yapısına sahip testere şeridi seçilir ve uygun kesme hızı ayarlanır. Makine çalıştırıldığında sürekli dönen şerit testere dişleri, boruya kontrollü bir şekilde temas ederek talaş kaldırma yöntemiyle kesimi gerçekleştirir. Bu yöntem, özellikle büyük çaplı ve kalın cidarlı boruların kesiminde yüksek verimlilik sunar. Kesim esnasında sürtünmeden kaynaklanan ısıyı önlemek amacıyla makinenin sistemine entegre olan bor yağı hem soğutma hem de yağlama yaparak testere ağzının aşınmasını azaltır ve kullanım ömrünü uzatır (Görsel 4.26).



**Görsel 4.26:** Şerit testere makinesi

### ç) Spiralle Boru Kesme

Spiralle boru kesme işleminde, düz bir markalama kalıbı veya esnek bir cetvel yardımıyla borunun çevresinde düzgün bir kesim hattı oluşturulduktan sonra iş parçası tamamen sabitlenmelidir. Kesim sırasında spiral makinesi boruya dik açıyla tutulmalı ve işaretlenen hat boyunca yön değiştirmeden kontrollü bir şekilde ilerletilmelidir. Bu esnada koruyucu yüz siperliği kullanılmalı, oluşan kıvılcımlar vücuttan uzak yöne yönlendirilmelidir. Kesim tamamlandıktan sonra ise borunun ağzında oluşan keskin çapaklar eğe ya da taşlama taşıyla temizlenerek işlem güvenli ve düzgün bir şekilde sonlandırılmalıdır (Görsel 4.27).



**Görsel 4.27:** Borularda markalama ve kesme

## SIRA SİZDE

**Aşağıda boruların kesimi ile ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Tersanede çalışan bir öğrenci, boru hattının montajı için boruları kesmekle görevlendirilmiştir. Atölyede el testeresi, boru kesici, şerit testere makinesi ve spiral taşlama makinesi bulunmaktadır. Kesilecek boruların çapları ve kullanım amaçları birbirinden farklıdır. Öğrencinin hem doğru kesme yöntemini seçmesi hem de güvenli çalışma kurallarına uygun hareket etmesi gerekmektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Öğrenci ince cidarlı ve hassas ölçü gerektiren bir boru kesmesi gerektiğinde hangi kesme yöntemini tercih etmelidir? Neden?**

   .....
   .....
   .....

2. **Kalın cidarlı ve büyük çaplı çok sayıda boruyu seri bir şekilde aynı ölçüde kesmesi gerektiğinde atölyedeki hangi makineyi tercih etmesi en verimlidir? Gerekçesiyle açıklayınız.**

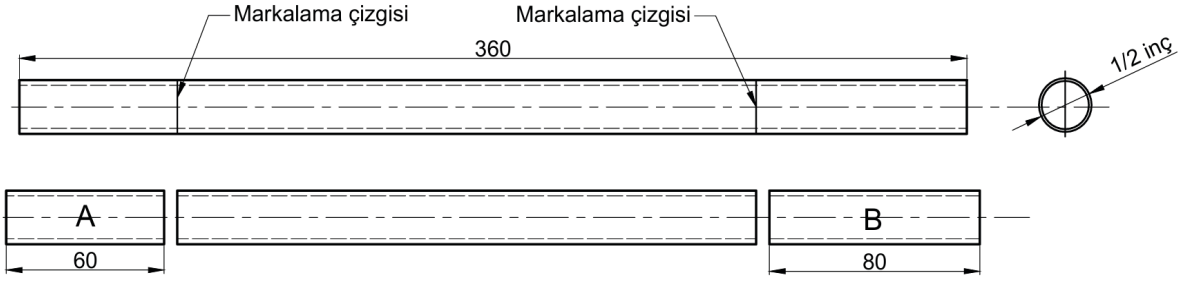
   .....
   .....
   .....

## 4.3. UYGULAMA

| Konu | Boru Kesme İşlemleri |
|---|---|
| **Amaç** | El testeresi ve boru kesicisiyle boruların kesimini yapmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 1/2" çelik boru, tesviyeci mengenesi, çelik cetvel, şerit metre, markalama boyası, metal çizecek, el testeresi, boru kesici |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Görsel 4.28'de verilen iş resmini inceleyiniz.
3. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
4. İş parçasının yüzeyini temizleyiniz.
5. İş parçasının yüzeyini markalama boyasıyla boyayınız.
6. Ölçülere göre iş parçasını markalayınız.
7. İş parçasını mengeneye bağlayınız.
8. A ile gösterilen kısmı markalama çizgisini dikkate alarak el testeresiyle kesiniz.
9. B ile gösterilen kısmı markalama çizgisini dikkate alarak boru kesiciyle kesiniz.
10. Kesme işlemi sonrası oluşan çapakları temizleyiniz.
11. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
12. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 4.28:** Boru kesme iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 4.3. AHŞAP MALZEMELERDE KESME İŞLEMLERİ

Ahşap malzemeleri kesme işlemi sırasında kullanılacak yöntem; malzemenin türüne, ölçüsüne, kesim hassasiyetine ve yapılacak işin özelliğine göre belirlenir. Kesim yaparken kesme hızı, kesim yöntemine ve kesilecek parçanın yapısına göre ayarlanmalıdır. Çok yavaş kesim, parçanın hatalı kesilmesine; çok hızlı kesim ise bıçağın kırılmasına veya parçanın sıkışmasına yol açabilir. Tüm kesim türlerinde kesicilerin bilenmiş olmasına dikkat edilmelidir. Kesme işlemleri el aletleri veya makineler yardımıyla gerçekleştirilir.

### 4.3.1. Kesme Türleri

Ahşap malzemelerin farklı amaçlarla kullanılabilmesi için çeşitli kesme yöntemleri uygulanır. Kesme türleri; kesimin lif yönüne, kesim doğrultusuna veya elde edilmek istenen şekle göre farklılık gösterir. Doğru kesme türünün seçilmesi, parçanın ölçü doğruluğunu artırırken malzeme kaybını azaltır ve üretim kalitesini yükseltir. Ahşap işlerinde boyuna, enine, açılı ve eğrisel kesimler en sık kullanılan kesme türleri olup her bir kesim türü için farklı araçlar, makineler ve çalışma teknikleri kullanılmaktadır. Ahşap malzemelerde uygulanan başlıca kesme türleri aşağıda açıklanmaktadır.

#### Boyuna Kesme

Ahşap malzemenin lif yönüne paralel olarak yapılan kesme işlemidir. Bu işlemde amaç, ahşabın genişliğini azaltmak veya istenen ölçüde parçalar elde etmektir. Boyuna kesme işlemleri genellikle şerit testere, yatar daire ve el daire testere makinesi kesim araçlarıyla yapılır (Görsel 4.29).




**Görsel 4.29:** Boyuna kesme işlemi

Boyuna kesimde düzgün yüzey elde edebilmek için kesici takımın keskin olması, makine ayarlarının doğru yapılması ve malzemenin düzgün şekilde sabitlenmesi gerekir.

Boyuna kesmede dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Kesilecek ahşabın lif yönü kontrol edilmelidir.
- Kesim sırasında malzeme sabit tutulmalıdır.
- Testere bıçağının uygun hızda çalışması sağlanmalıdır.
- İş güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
- Koruyucu ekipman kullanılmalıdır.

## Enine Kesme

Ahşap malzemenin lif yönüne dik olacak şekilde kesilmesi işlemidir. Bu kesim yöntemi, ahşabın boyunun kısaltılması, istenen ölçüye getirilmesi veya uç kısımlarının düzeltilmesi amacıyla uygulanır. Enine kesme işlemleri yatar daire testere, şerit testere, gönye kesme makinesi, el daire testeresi ve el aletleriyle yapılır (Görsel 4.30).




**Görsel 4.30:** Enine kesme işlemi

Enine kesmede dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesim öncesinde ölçü ve işaretlemeler doğru yapılmalıdır.
- İş parçası kesim sırasında sabit tutulmalıdır.
- Kesilecek malzeme üzerinde çivi, vida veya yabancı cisim bulunmamalıdır.
- Testere bıçağı kesilecek malzemeye uygun seçilmelidir.
- Eller, kesim hattından güvenli uzaklıkta tutulmalıdır.
- Koruyucu ekipmanlar (gözlük, kulaklık vb.) kullanılmalıdır.
- Kesim işlemi sırasında malzeme kontrollü ve dengeli şekilde ilerletilmelidir.
- Makinenin koruyucu kapakları çıkarılmamalı ve güvenlik sistemleri devre dışı bırakılmamalıdır.

## Açılı Kesme

Ahşap malzemenin belirli bir açıyla kesilmesi işlemidir. Bu kesim yöntemi parçaların köşe birleşimlerinde, çerçeve yapımında ve dekoratif ahşap işlerinde kullanılır. Açılı kesim yapılarak parçalar istenen açıyla birleştirilir. Böylece düzgün ve estetik sonuçlar elde edilir. Açılı kesme işlemleri genellikle gönye kesme makinesi, yatay daire testere makinesi, el daire testere makinesi, şerit testere ve el aletleriyle yapılır (Görsel 4.31).



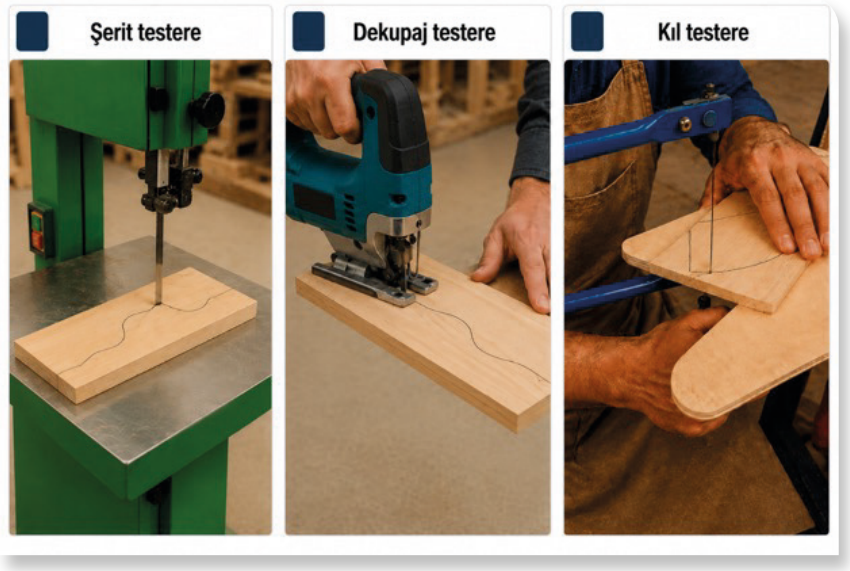

**Görsel 4.31:** Açılı kesme işlemi

Açılı kesmede dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesim açısı makine üzerinde doğru ayarlanmalıdır.
- İş parçası sipere düzgün şekilde dayandırılmalıdır.
- Parça kesim sırasında sabit tutulmalı veya sabitleme aparatı kullanılmalıdır.
- Ölçü ve açı işaretlemeleri kesimden önce kontrol edilmelidir.
- Testere bıçağı kesilecek malzemeye uygun olmalıdır.
- Eller kesim hattından uzak tutulmalıdır.
- Koruyucu gözlük, kulaklık ve iş güvenliği ekipmanları kullanılmalıdır.
- Kesim sırasında malzeme zorlanmadan ve kontrollü bir şekilde ilerletilmelidir.

### Eğrisel Kesme

Ahşap malzemenin düz bir hat yerine belirli bir eğri, kavis veya desen boyunca kesilmesi işlemidir. Bu yöntem; dekoratif ürünlerin, mobilya parçalarının, oyuncakların, iç mimari uygulamaların ve özel tasarımlı ahşap ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılır. Eğrisel kesimle karmaşık şekiller ve estetik detaylar oluşturulabilir. Eğrisel kesme işlemleri şerit, dekupaj ve kıl testereyle yapılır (Görsel 4.32).




**Görsel 4.32:** Eğrisel kesme işlemi

Eğrisel kesmede dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Kesim hattı işlem öncesinde net şekilde işaretlenmelidir.
- Dar dönüşlerde bıçağın zorlanmamasına dikkat edilmelidir.
- İş parçası kontrollü ve yavaş şekilde ilerletilmelidir.
- Eğrisel kesim için uygun ve dar bıçaklar tercih edilmelidir.
- Kesim sırasında eller bıçaktan güvenli mesafede tutulmalıdır.
- Küçük parçalar kesilirken itme aparatları kullanılmalıdır.
- Makinenin koruyucu ekipmanları eksiksiz ve çalışır durumda olmalıdır.
- Kesim sırasında ani yön değişikliklerinden kaçınılmalıdır.

## SIRA SİZDE

**Aşağıda ahşap malzemenin kesimi ile ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Bir öğrenci, ahşap raf yapımı için 200 mm uzunluğunda parçalar hazırlamaktadır. Öğrenci, parçaları hızlı tamamlamak amacıyla ölçüleri tekrar kontrol etmeden gönye kesme makinesinde kesmeye başlamıştır. Kesim sonunda bazı parçaların kısa, bazılarının ise açılı kesildiği görülmüştür.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Öğrencinin yaptığı hatalar nelerdir?**

   .....
   .....

2. **Kesim öncesinde hangi işlem basamakları uygulanmalıydı?**

   .....
   .....

3. **Hatalı kesilen parçalar montaj sırasında hangi sorunlara yol açabilir?**

   .....
   .....

### 4.3.2. Ahşap Malzemeleri Kesme İşleminde Kullanılan Araçlar

Ahşap malzemelerde kesme işlemlerinin doğru, güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için çeşitli el aletleri ve makineler kullanılır. El aletleri genellikle küçük ölçekli, hassas ve şekilli kesimlerde tercih edilirken makineler daha hızlı, düzgün ve seri üretime uygun kesimlerin yapılmasını sağlar. Doğru araç ve makinenin kullanılması, kesim kalitesini artırırken iş güvenliğinin sağlanmasına ve malzeme kayıplarının azaltılmasına katkı sağlar. Ahşap malzemelerde kesme işlemlerinde yaygın olarak kullanılan araç ve makineler aşağıda verilmiştir.

#### 4.3.2.1. El Aletleriyle Kesme

El aletleriyle kesime başlarken testerenin ağzı çizgiye getirilir ve boşta olan elin baş parmağı testerenin markalama çizgisinden kaymaması için siper edilir. Elin testere dişlerinde değil kesici olmayan testere lamasında olmasına dikkat edilmelidir. Kesime başlarken iz yapmak için sırtlı testere kullanılır ve devamında çekme testereyle kesim bitirilir.

##### Sırtlı Testere

Testere ağzının üst kısmında metal destek bulunan testeredir (Görsel 4.33). Daha düzgün ve hassas kesimler yapmak amacıyla kullanılır. İnce kesim testeresi olması ve testerenin dişlerinin ince olması nedeniyle testere lamasının sıkışma yapmamasına dikkat edilmelidir.




**Görsel 4.33:** Sırtlı testereyle kesim

### Çekme Testere

Genel amaçlı kullanılan testeredir. Ahşap malzemelerin boyuna ve enine kesilmesinde kullanılır. Diş yapısı iri olduğundan hızlı kesim sağlar (Görsel 4.34). Testere laması esnek olduğu için kesimin yavaş yapılması ve markalama çizgisine uygunluğu sık sık kontrol edilmelidir.



**Görsel 4.34:** Çekme testereyle kesim

### Japon Testeresi

İleri itme yerine çekme hareketiyle kesim yapan testeredir. İnce ve hassas kesimlerde yüksek doğruluk sağlar. Tek yönde testere dişleri olduğu gibi çift yönde testere dişleri olan şekli de mevcuttur (Görsel 4.35).




**Görsel 4.35:** Japon testeresiyle kesim

### Kıl Testeresi

İnce ve dar testere ağzına sahip olan testeredir. Eğrisel ve şekilli kesimlerde kullanılır (Görsel 4.36). Özellikle dekoratif çalışmalar ve hassas kesimler için tercih edilir. Kesim esnasında sarsıntı olmaması ve düzgün kesim için kıl testere tezgâhı kullanılır.



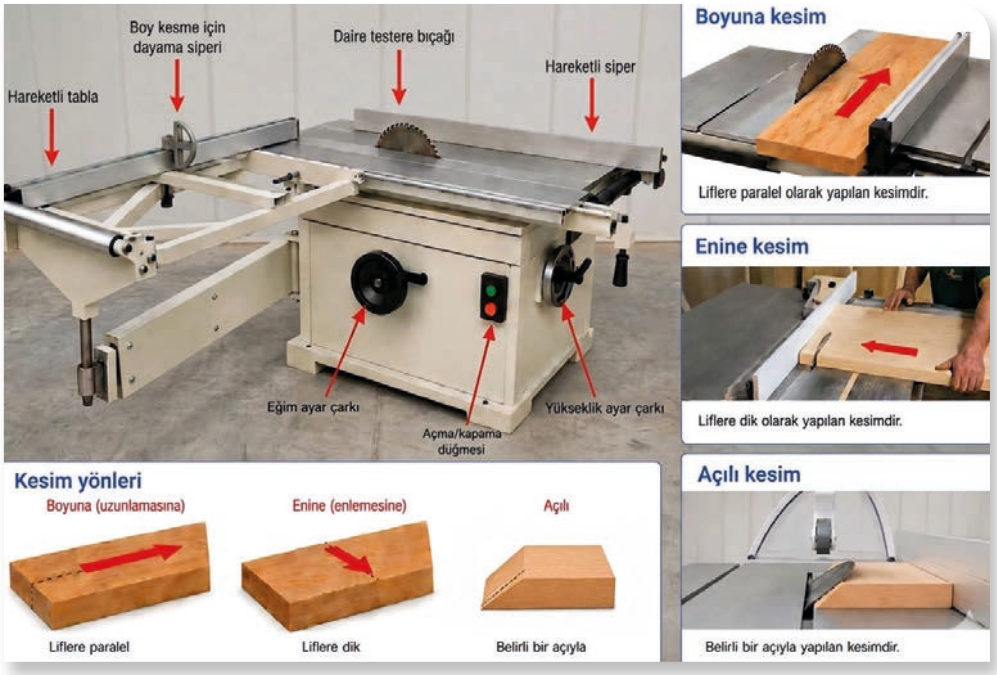

**Görsel 4.36:** Kıl testeresiyle kesim

### 4.3.2.2. Makineler İle Kesme

Ahşap malzemelerin kesilmesinde kullanılan makineler, üretim sürecinin daha hızlı, hassas ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Yapılacak işin türüne, malzemenin özelliklerine ve istenen kesim şekline göre farklı makineler tercih edilir. Düz, açılı, eğrisel veya şekilli kesimlerin yapılabilmesi için geliştirilen bu makineler, doğru kullanıldığında yüksek ölçü doğruluğu ve yüzey kalitesi elde edilmesine yardımcı olur. Ancak güvenli ve kaliteli bir çalışma için makine seçiminin doğru yapılması, kullanım talimatlarına uyulması ve gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınması büyük önem taşır. Ahşap malzemelerde makineyle kesme işlemlerinde yaygın olarak kullanılan makineler aşağıda açıklanmıştır.

#### Daire Testereyle Kesim Yapma

Daire testere; ahşap malzemelerin boyuna, enine ve açılı olarak kesilmesinde kullanılan, dairesel bir testere bıçağına sahip makinedir (Görsel 4.37). Ahşap işleme atölyelerinde hızlı, düzgün ve hassas kesim yapabilmesi nedeniyle yaygın olarak tercih edilir.




**Görsel 4.37:** Daire testereyle kesim

Kesim işlemine başlamadan önce malzemenin üzerinde gerekli ölçülendirme ve markalama yapılır. Testere bıçağının yüksekliği, kesilecek malzemenin kalınlığından sadece makine dişleri yukarıda olacak şekilde ayarlanır. Kesim sırasında malzeme, gönye veya paralel dayama yardımıyla sabit bir doğrultuda ilerletilir ve parça asla geri çekilmez. Operatör, ellerini testere bıçağından güvenli uzaklıkta tutarak malzemeyi kontrollü bir şekilde bıçağa doğru sürer. Daire testerenin dönen bıçağı, ahşap liflerini keserek malzemenin istenen ölçü ve şekilde ayrılmasını sağlar. Kesim tamamlandıktan sonra malzeme bıçaktan tamamen çıkmadan çekilmez ve makine güvenli şekilde durdurulur. Daire testere ile yapılan kesimlerde iş güvenliği kurallarına uyulmalı, koruyucu ekipman kullanılmalı ve testere koruyucuları kesinlikle sökülmemelidir.

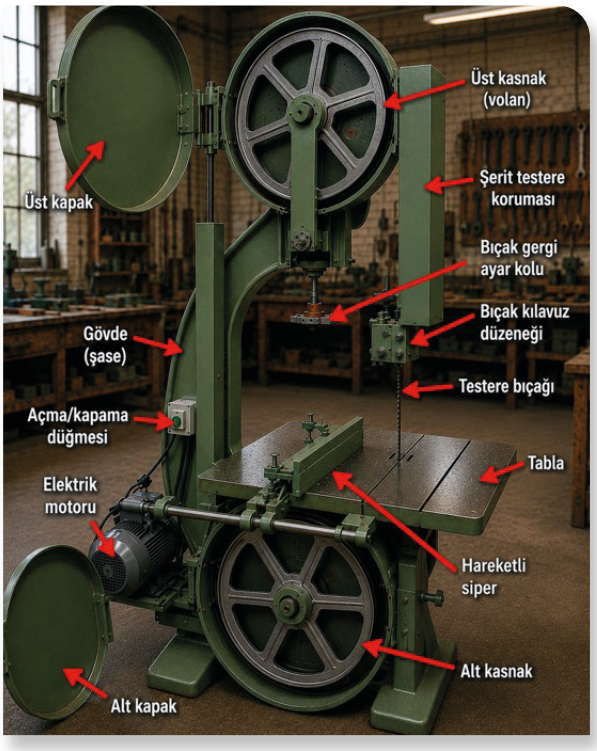
Daire testere makinesinde kesim yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Makine çalıştırıldıktan sonra testere bıçağının tam devrine ulaşması beklenmelidir.
- Kesime başlamadan önce testere bıçağının sağlamlığı, keskinliği ve doğru monte edildiği kontrol edilmelidir.
- Koruyucu muhafazaların ve güvenlik tertibatlarının çalışır durumda olduğundan emin olunmalıdır.
- İş parçası, tabla ve dayama elemanları üzerinde dengeli ve sağlam bir şekilde tutulmalıdır.

- Kesim çizgisi önceden işaretlenmeli ve iş parçası kontrollü şekilde bıçağa yönlendirilmelidir.
- Kesim sırasında iş parçası zorlanmadan ve sabit bir hızla ilerletilmelidir.
- İş parçası hiçbir zaman dönen bıçağa yandan bastırılmamalı veya zorla yön değiştirilmemelidir.
- Eller testere bıçağından güvenli uzaklıkta tutulmalıdır.
- Dar ve küçük parçaların kesiminde itme çubuğu veya itme aparatı kullanılmalıdır.
- Kesim sırasında iş parçasının geri tepmesine (kickback) neden olabilecek hareketlerden kaçınılmalıdır.
- Çatlak, eğri, çivili veya yabancı madde içeren malzemeler kontrol edilmeden kesilmemelidir.
- Kesim esnasında dikkat dağıtacak davranışlardan kaçınılmalı ve makine çalışır vaziyette terkedilmemelidir.
- Göz koruyucu, işitme koruyucu ve gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- Kesim tamamlandıktan sonra iş parçası bıçaktan tamamen uzaklaştırılmalıdır.
- Makine durdurulduktan sonra testere bıçağının tamamen durması beklenmelidir.
- Dönen bıçak durmadan kesilen parçalar veya talaşlar elle alınmamalıdır.
- Çalışma sonunda makinenin enerjisi kesilmeli ve çalışma alanı temizlenmelidir.

### Şerit Testere Makinesiyle Kesim Yapma

Şerit testere; ahşap malzemelerin düz, eğrisel ve şekilli olarak kesilmesinde kullanılan bir kesme tezgâhıdır. Kesme işlemi, iki kasnak arasında sürekli dönen sonsuz testere bıçağıyla gerçekleştirilir. İnce ve dar yapılı testere bıçağıyla özellikle eğrisel ve karmaşık şekilli kesimlerde yüksek hassasiyet sağlar. Şerit testere makinesi genellikle kaba kesim için kullanılmaktadır. Kesim sonrası parçanın yüzeyinde izler kalacağından yüzey düzeltme işlemi uygulanmalıdır (Görsel 4.38).




**Görsel 4.38:** Şerit testere

Kesim işlemine başlamadan önce kullanılacak testere bıçağının iş parçasına uygunluğu kontrol edilir. Makinenin koruyucuları ve ayarları gözden geçirilerek güvenli çalışma ortamı sağlanır. İş parçasının üzerinde kesim çizgileri belirlenir ve gerekli işaretlemeler yapılır.

Şerit testere makinesinde kesim yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Makine çalıştırıldıktan sonra testere bıçağının tam devrine ulaşması beklenmelidir.
- İş parçası tablanın üzerinde dengeli bir şekilde tutulmalı ve kesim çizgisi bıçağa doğru yönlendirilmelidir.
- Bıçak kılavuz düzeni, iş parçasının yüksekliğine göre ve bıçağı çok sıkmayacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Bıçak gerginliği normal olacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Çalışmadan önce bıçakta çatlak olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kesim sırasında iş parçası zorlanmadan, düzenli ve kontrollü bir şekilde ileri doğru hareket ettirilmelidir.
- Eğrisel kesimlerde dönüşler yavaş ve kontrollü yapılmalıdır.
- Kesim yaparken makinenin önünde ya da arkasında durulmalı, yanında durulmamalıdır.
- Kesim boyunca eller testere bıçağından güvenli uzaklıkta tutulmalıdır.
- Küçük parçaların yönlendirilmesinde itme aparatı kullanılmalıdır.
- İş parçası üzerinde ani yön değişikliklerinden kaçınılmalıdır.
- Testere bıçağının sıkışmasına neden olacak kuvvet uygulanmamalıdır.
- Kesim tamamlandığında iş parçası bıçaktan tamamen uzaklaştırılmalıdır.
- İşlemin sonunda şerit testere bıçağının ısı değişimi nedeniyle çatlamaması için bıçak gergi ayar koluyla bıçak gevşetilmeli ve kapaklar açık bırakılmalıdır.
- Makine durdurulduktan sonra testere bıçağının tamamen durması beklenmelidir.
- Kesilen parçalar kontrol edilmeli ve gerekli düzeltme işlemleri yapılmalıdır.
- Çalışma alanı temiz ve düzenli tutulmalıdır.

### Dekupaj Testereyle Kesim Yapma

Dekupaj testere, ahşap malzemelerde düz, eğrisel ve şekilli kesimler yapmak için kullanılan taşınabilir, elektrikli bir el aletidir (Görsel 4.39).




**Görsel 4.39:** Dekupaj testere

Kesim işlemine başlamadan önce malzemenin üzerine kesim çizgileri işaretlenir ve uygun testere bıçağı makineye takılır. Ahşap malzeme, çalışma tezgâhına veya mengeneye sağlam bir şekilde sabitlenir. Makine çalıştırıldıktan sonra testere bıçağının tam devrine ulaşması beklenir. Testerenin tabanı (taban plakası) malzemenin yüzeyine tam temas edecek şekilde yerleştirilir. Kesime, bıçak malzemeye yavaşça ilerletilerek başlanır. İşaretlenen çizgi takip edilerek makine kontrollü ve sabit bir hızla hareket ettirilir. Düz kesimlerde testere doğrusal olarak ilerletilirken eğrisel kesimlerde makine yavaşça döndürülerek kesim çizgisi takip edilir. Kesim sırasında makine zorlanmamalı, bıçağın kendi kesme hızında çalışmasına izin verilmelidir. Aşırı kuvvet uygulanması bıçağın eğilmesine, kırılmasına veya kesim kalitesinin bozulmasına neden olabilir.

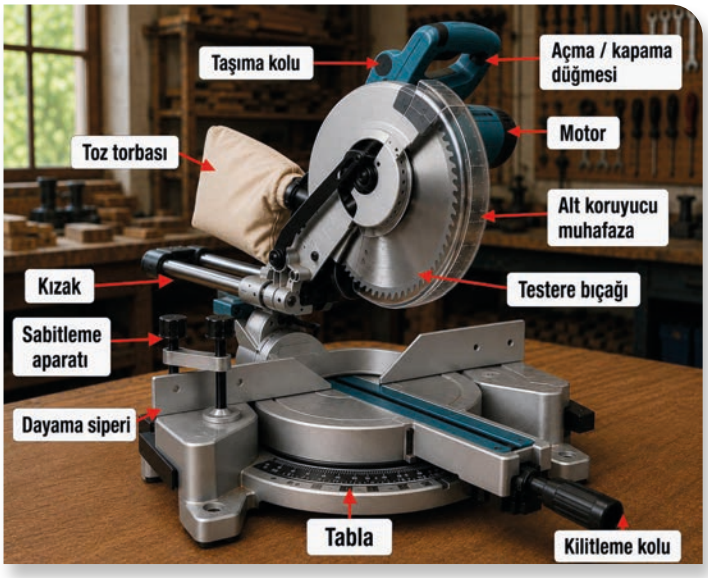
Kesim tamamlandığında makine kapatılır ve testere bıçağının tamamen durması beklenir. Daha sonra iş parçası kontrol edilerek gerekli zımparalama veya düzeltme işlemleri yapılır.

Dekupaj testereyle kesim yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Kesime başlamadan önce uygun testere bıçağı seçilmeli ve sağlam şekilde bağlanmalıdır.
- Ahşap malzeme, çalışma tezgâhına güvenli bir şekilde sabitlenmelidir.
- Makine çalıştırıldıktan sonra bıçağın tam devrine ulaşması beklenmelidir.
- Testerenin taban plakası kesim boyunca malzeme yüzeyine temas etmelidir.
- Kesim sırasında makineye aşırı kuvvet uygulanmamalıdır.
- Eğrisel kesimlerde dönüşler yavaş ve kontrollü yapılmalıdır.
- Eller kesim hattından ve hareketli bıçaktan uzak tutulmalı, bıçağın parçanın altından çıktığı yere yaklaştırılmamalıdır.
- Kesim sırasında koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Bıçak sıkıştığında makine zorlanmamalı, durdurularak sorun giderilmelidir.
- Kesim parça içinde tamamlanıp bıçağın çıkarılması gerektiği durumlarda bıçak durmadan makine parçadan çıkarılmamalıdır.
- Kesim tamamlandıktan sonra bıçağın tamamen durması beklenmeden makine bırakılmamalıdır.
- Çalışma alanı temiz ve düzenli tutulmalıdır.

### Gönye Kesme Makinesiyle Kesim Yapma

Gönye kesme makinesi, ahşap malzemelerin belirli açılarda ve hassas ölçülerde kesilmesini sağlayan bir makinedir. Özellikle çıta, profil, kalas ve levha parçalarının boy kesimlerinde yaygın olarak kullanılır (Görsel 4.40).




**Görsel 4.40:** Gönye kesme makinesi

Kesime başlamadan önce uygun testere bıçağının takılı ve sağlam durumda olduğu kontrol edilir. Kesilecek ahşap malzemenin üzerinde gerekli ölçü ve işaretlemeler yapılır. Makinenin gönye açısı ve gerekiyorsa eğim açısı, yapılacak kesime uygun şekilde ayarlanır. İş parçası makinenin tablasına ve arka dayama yüzeyine tam olarak yaslanacak şekilde yerleştirilir. Malzemenin hareket etmesini önlemek için gerekiyorsa mengene veya sabitleme aparatı kullanılır (Görsel 4.41).




**Görsel 4.41:** Gönye kesme makinesi

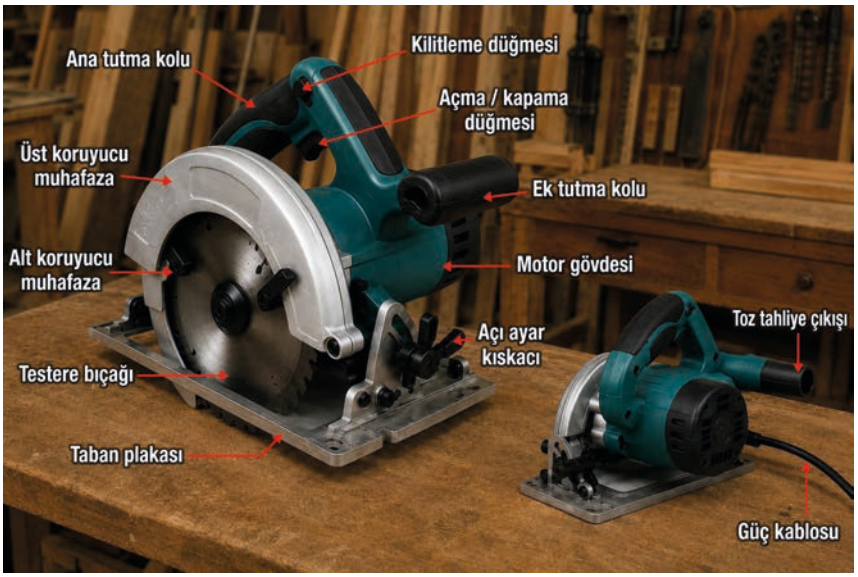
Makine çalıştırılır ve testere bıçağının tam devrine ulaşması beklenir. Daha sonra testere kolu kontrollü bir şekilde aşağı indirilerek kesim gerçekleştirilir. Kesim sırasında bıçak malzemeye zorlanmadan ilerletilmeli, ani baskı uygulanmamalıdır. Kesim tamamlandıktan sonra testere kolu yukarı kaldırılır ve bıçağın tamamen durması beklenir. Bıçak dönmeye devam ederken kesilen parça veya talaşlara müdahale edilmez. Son olarak kesilen parça ölçü ve yüzey kalitesi açısından kontrol edilir.

Gönye kesme makinesiyle kesim yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Koruyucu gözlük ve gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- Testere bıçağının koruyucu muhafazası çalışır durumda olmalıdır.
- Kesilecek malzeme tabla ve dayama yüzeyine tam olarak yaslanmalıdır.
- Kesim sırasında eller testere bıçağından güvenli uzaklıkta tutulmalıdır.
- Küçük parçalar elde tutulmamalı, uygun sabitleme aparatları kullanılmalıdır.
- Bıçak tam devrine ulaşmadan kesime başlanmamalıdır.
- Kesim sırasında malzemeye aşırı kuvvet uygulanmamalıdır.
- Çatlak, çivili veya yabancı madde içeren ahşaplar kontrol edilmeden kesilmemelidir.
- Kesim tamamlandıktan sonra bıçak tamamen durmadan makineye müdahale edilmemelidir.
- Bıçağı yukarı kaldırmadan parça oynatılmamalıdır.
- Çalışma alanı temiz ve düzenli tutulmalıdır.

## El Daire Testere Makinesiyle Kesim Yapma

El daire testere makinesi, ahşap malzemelerin düz ve hassas şekilde kesilmesinde kullanılan taşınabilir, elektrikli bir el aletidir (Görsel 4.42).




**Görsel 4.42:** El daire testere makinesi

Özellikle levha, panel, kereste ve masif ahşap malzemelerin boyuna veya enine kesimlerinde yaygın olarak tercih edilir (Görsel 4.43).



**Görsel 4.43:** El daire testere makinesi ile kesim

Kesime başlamadan önce kullanılacak testere bıçağının ahşap türüne uygun olduğu kontrol edilir. Kesilecek malzeme sağlam bir çalışma tezgâhına yerleştirilir ve hareket etmeyecek şekilde sabitlenir. Kesim hattı cetvel veya işaretleme araçlarıyla belirlenir. Makinenin taban plakası malzemenin üzerine yerleştirilir ve bıçak kesim çizgisine hizalanır. Testere çalıştırıldıktan sonra bıçağın tam devrine ulaşması beklenir. Daha sonra makine, taban plakasının yüzeye tam temas edecek şekilde ileri doğru kontrollü olarak hareket ettirilir.

Kesim sırasında aşırı kuvvet uygulanmamalı, testerenin kendi kesme hızında ilerlemesine izin verilmelidir.

Boyuna kesimlerde paralel kılavuz veya gönye kullanılabilir. Uzun kesimlerde kesim doğruluğunu artırmak için kılavuz raylardan yararlanılır. Destek parçası ile kesilen parça tezgâha temas etmez. Ayrıca 0° ile 45° arasında istenen eğim açısıyla kesim yapılabilir (Görsel 4.44).




**Görsel 4.44:** El daire testere makinesiyle açılı kesim

Kesim boyunca ellerin bıçaktan güvenli uzaklıkta tutulmasına ve güç kablosunun kesim hattına yaklaşmamasına dikkat edilmelidir. Kesim tamamlandıktan sonra testere, malzemeden uzaklaştırılır ve açma / kapama düğmesi bırakılır. Bıçağın tamamen durması beklenmeden makine yere bırakılmamalıdır. Son olarak kesilen parçalar kontrol edilerek gerekli düzeltme işlemleri yapılır.

El daire testere makinesiyle kesim yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Testere bıçağı sağlam ve keskin olmalıdır.
- Koruyucu muhafaza sökülmeden kullanılmalıdır.
- Kesilecek malzeme çalışma yüzeyine güvenli şekilde sabitlenmelidir.
- Kesim çizgisi önceden işaretlenmelidir.
- Makine tam devrine ulaşmadan kesime başlanmamalıdır.
- Kesim sırasında aşırı baskı uygulanmamalıdır.
- Eller ve parmaklar kesim hattından uzak tutulmalıdır.
- Bıçağın derinliği parça kalınlığından yarım diş geçecek şekilde ayarlanmalıdır.
- Bıçağın yere veya parça altındaki başka bir cisme temas etmemesi için parçanın kesim hattına paralel destek parçası koyulmalıdır.
- Güç kablosunun bıçağa temas etmemesine dikkat edilmelidir.
- Kesim bitiminde bıçak tamamen durmadan makine bırakılmamalıdır.
- Koruyucu gözlük, kulaklık ve toz maskesi kullanılmalıdır.

## SIRA SİZDE

**Aşağıda ahşap malzemelerde eğrisel kesim ile ilgili bir durum verilmiştir.**

Bir öğrenci, dekoratif bir ahşap pano yapmak için eğrisel kesim uygulayacaktır. Atölyede şerit testere, dekupaj testere ve kıl testere bulunmaktadır. Öğrenci, küçük ve detaylı desenleri kesmek istemektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Bu işlem için hangi kesme aracı veya makinesi tercih edilmelidir?**

   .....
   .....

2. **Seçtiğiniz aracın diğerlerine göre avantajları nelerdir?**

   .....
   .....

3. **Eğrisel kesim sırasında hangi güvenlik önlemlerine dikkat edilmelidir?**

   .....
   .....

4. **Kesim sırasında ani yön değişiklikleri yapılırsa ne tür hatalar oluşabilir?**

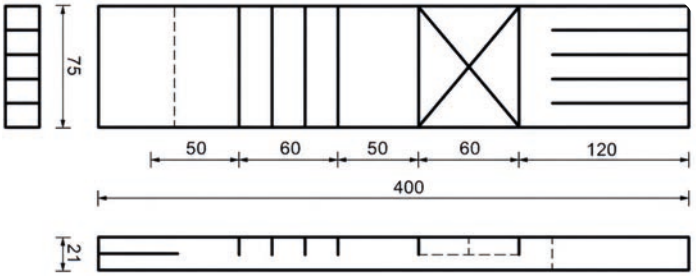
   .....
   .....

## 4.4. UYGULAMA

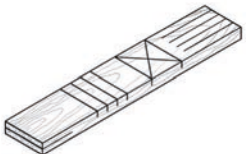
| Konu | Ahşap Malzemelerde Kesme İşlemleri |
|---|---|
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde kesme işlemi yapmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 400x75x21 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, sırtlı testere, çekme testere, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iş parçasının markalamasını yapınız (Görsel 4.45).
4. İş parçasının kesim izlerini sırtlı testereyle yapınız.
5. Kesimin devamını çekme testereyle yapınız.
6. Parçanın yüzeyindeki düz kesimleri yapınız.
7. Parçanın yüzeyindeki açılı kesimleri yapınız.
8. Parçanın maktasındaki tek işlemlik kesimi yapınız.
9. Parçanın maktasındaki çoklu kesimi yapınız.
10. Kesimleri yaparken markalama çizgilerini geçmemeye dikkat ediniz.
11. Kesim bittikten sonra parçayı kontrol ediniz (Görsel 4.46).
12. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
13. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz.




**Görsel 4.45:** Ham hâlinde verilmiş parçanın markalanması



**Görsel 4.46:** Kesimi yapılmış iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

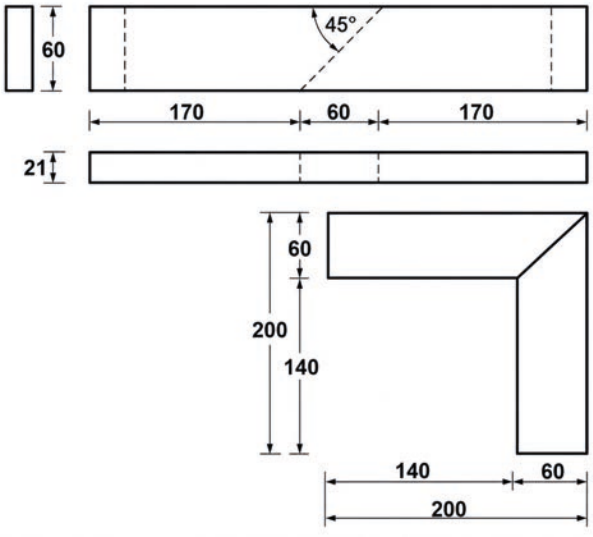
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 4.5. UYGULAMA

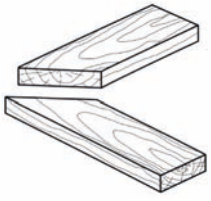
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Açılı Kesme İşlemleri** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde açılı kesme işlemi yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 200x60x21 ölçülerinde ham şekilde verilen 2 adet iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, çekme testeresi, sırtlı testere, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iki iş parçasının markalamasını yapınız (Görsel 4.47).
4. İki parçanın da markalamasını iş resmine göre kontrol ediniz.
5. İş parçasına kesim izlerini sırtlı testereyle, kesimin devamını çekme testereyle yapınız.
6. İlk iş parçasının açılı kesimini yapınız ve düzgünlüğünü kontrol ediniz.
7. Diğer iş parçasının açılı kesimini yapınız ve parçayı kontrol ediniz.
8. Kesimleri yaparken markalama çizgilerini geçmemeye dikkat ediniz.
9. Kesim bittikten sonra parçaları kontrol ediniz ve birleştirmeyi yapınız (Görsel 4.48).
10. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
11. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz.




**Görsel 4.47:** Ham hâlinde verilmiş parçanın markalanması



**Görsel 4.48:** Kesimi yapılmış iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 4. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde delik ve havşa açma işlemlerinde kullanılan araç gereç verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutu numarasını birden fazla soruda kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| El testeresi (a) | Şerit testere makinesi (b) | Spiral makinesi (c) | El makası (ç) |
| Kollu makas (d) | Giyotin makas (e) | Mengene (f) | Eğe (g) |
| Koruyucu gözlük (ğ) | Markalama kalemi (h) | Çelik cetvel (ı) | Boru kesici (i) |

**1. Talaşlı kesme işlemlerinde kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**2. Talaşsız kesme işlemlerinde kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**3. Kesme işleminden önce ölçü alma ve markalama amacıyla kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**4. İş güvenliği açısından kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**5. Kesim sonrası düzeltme ve temizleme işlemlerinde kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**6. Boru kesme işlemlerinde kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**7. İş parçasını sabitlemek ve düzgün kesim sağlamak amacıyla kullanılan araçlar hangileridir?**

……

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**8. Kesme işlemlerinin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi boyamak
B) Malzemeyi eritmek
C) İş resmine uygun parça elde etmek
D) Malzemeyi sertleştirmek
E) Yüzeyi parlatmak

**9. Talaşlı kesme işlemlerinde aşağıdaki araçlardan hangisi kullanılır?**

A) Testere
B) Giyotin makas
C) Kollu makas
D) El makası
E) Pres makinesi

**10. El testeresinde lama takılırken kesici dişlerin bakması gereken yön aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Geriye
B) Aşağıya
C) İleriye
D) Yukarıya
E) Yan tarafa

**11. Kesim sırasında iş parçasının mengeneye bağlanmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi boyamak
B) Titreşimi önlemek
C) Talaşı artırmak
D) Kesim hızını azaltmak
E) Testereyi korumak

**12. Spiral makinesiyle çalışırken aşağıdakilerden hangisinin kullanılması zorunludur?**

A) Fırça
B) Çelik cetvel
C) Koruyucu gözlük
D) Mengene anahtarı
E) Markalama boyası

**13. Talaşsız kesme işlemlerinde aşağıdaki araçlardan hangisi kullanılır?**

A) Şerit testere
B) El testeresi
C) Spiral makinesi
D) El makası
E) Taşlama taşı

**14. El makasları genellikle aşağıdaki malzemelerin hangisinin kesiminde kullanılır?**

A) Kalın çelik bloklar
B) İnce sac malzemeler
C) Beton yüzeyler
D) Ahşap kütükler
E) Dolu miller

**15. Giyotin makasın kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Küçük tel kesmek
B) Vida açmak
C) Ahşap yüzeyleri düzeltmek
D) Borunun içini temizlemek
E) Kalın ve geniş sacları kesmek

**16. Kesme işleminden önce ölçme ve markalama yapılmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi parlatmak
B) Kesimi hızlandırmak
C) Ölçü doğruluğunu sağlamak
D) Talaşı artırmak
E) Renk vermek

**17. Kesim sonrası oluşan çapakların temizlenmesinde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?**

A) Eğe
B) Gönye
C) Kumpas
D) Matkap
E) Mengene

**18. Boru kesme işlemlerinde ince cidarlı boruların düzgün kesilmesi için aşağıdaki araçlardan hangisi tercih edilir?**

A) El makası
B) Spiral makinesi
C) Boru kesici
D) Giyotin makas
E) Pres makinesi

**19. Şerit testere makinesi aşağıdaki işlemlerden hangisinde özellikle tercih edilir?**

A) Ahşap boyama
B) Büyük çaplı boru kesme
C) Vida sökme
D) Sac bükme
E) Ölçü alma

**20. Metal malzemelerde kesme işlemi sırasında aşağıdakilerden hangisine dikkat edilmelidir?**

A) İş parçasının sabitlenmesine
B) Yüzeyin ıslatılmasına
C) Talaşların elde temizlenmesine
D) Ölçü alınmamasına
E) Kesim hattının silinmesine

**21. El testeresiyle kesim sırasında baskı hangi yönde uygulanmalıdır?**

A) Geri çekerken
B) Sağ tarafa
C) İleri hareket sırasında
D) Aşağı yönde
E) Her iki yönde eşit

# 5. ÖĞRENME BİRİMİ

# YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ



## KONULAR


5.1. METAL MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ

5.2. AHŞAP MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ


Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- eğe
- kumpas
- kıl gönye
- markalama boyası
- markalama pleyti
- mengene
- mihengir
- rende
- zımpara

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- metal malzemelerde yüzey düzeltme işlemlerinde kullanılan araç gereci kullanmanız
- metal malzemelerde yüzey düzeltme uygulamaları yapmanız
- ahşap malzemelerde yüzey düzeltme işlemlerinde kullanılan araç gereci kullanmanız
- ahşap malzemelerde yüzey düzeltme uygulamaları yapmanız
- metal ve ahşap malzemelerin atık yönetimi, geri dönüşüm süreçlerini ve çevreye etkilerini analiz ederek sürdürülebilirlik ilkelerini atölye uygulamalarına yansıtmanız

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda bir metal parçanın üretim süreci ile ilgili bir durum verilmiştir.**

Tersanede çalışan ekip, gemide kullanılacak metal bir bağlantı parçasını teknik resmine uygun olarak ölçmüş, markalamış ve kesmiştir. Kesme işlemi tamamlandıktan sonra usta parçayı inceler ve montaj işlemine geçmeden önce parçanın üzerinde bazı işlemlerin daha yapılması gerektiğini söyler. Parçanın kenarlarında pürüzlü bölgeler ve kesimden kaynaklanan çıkıntılar bulunmaktadır.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Kesme işlemi tamamlanan bir parçanın kenarlarında pürüzler veya çıkıntılar bulunması sizce hangi sorunlara neden olabilir?
2. Ustanın montajdan önce parçanın üzerinde ek işlemler yapılmasını istemesinin nedeni ne olabilir?
3. Bu işlemler sırasında iş sağlığı ve güvenliği açısından hangi önlemlerin alınması gerektiğini düşünüyorsunuz?

## KONUYA BAŞLARKEN

Metal ve ahşap malzemelerin yüzeylerini işlemeye hazır hâle getirmek veya mevcut yüzey kusurlarını gidermek için çeşitli yöntemler ve aletler kullanılır. Yüzey düzeltme, sadece estetik bir kaygı değil aynı zamanda malzemenin korunması ve sonraki işlemlerin başarısı için kritik bir ön hazırlık aşamasıdır. Bu süreçte yüzeylerdeki pürüzlülüğün giderilmesi ve parçaların istenen gönyeye getirilmesi için uygun tesviye ve kontrol aletlerinin kullanımı önemlidir. Öğrenme birimi boyunca doğru araç gereç seçimi, etkin kullanım teknikleri, iş güvenliği ve çevresel sorumluluk çerçevesinde atık yönetimi konularına odaklanılarak uygulama adımlarının eksiksiz yerine getirilmesi ve malzemenin kullanım amacına uygun yüksek yüzey kalitesine ulaştırılması ele alınacaktır.

## 5.1. METAL MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ

Metal işleme uygulamalarında üretilen parçaların istenen ölçü, şekil ve yüzey kalitesine sahip olması önemlidir. Üretim sürecinde yapılan kesme, delme, kaynak ve şekillendirme işlemleri sonrasında metal yüzeylerde çeşitli bozulmalar meydana gelebilir. Bu nedenle parçaların daha düzgün, hassas ve kullanıma uygun hâle getirilmesi amacıyla yüzey düzeltme işlemleri uygulanır. Metal malzemelerde yüzey düzeltme işlemleri; parçanın boyutsal doğruluğunu sağlamak, yüzey kalitesini artırmak ve güvenli kullanım özelliklerini geliştirmek açısından metal işleme teknolojilerinin önemli uygulamalarından biridir. Bu işlemler genellikle talaş kaldırma veya aşındırma prensibine dayanır. Üretim sırasında kesme, delme, kaynak yapma veya şekillendirme işlemleri sonucunda metal yüzeylerde çapak, çizik, eğrilik ve pürüzler oluşabilir. Yüzey düzeltme işlemleriyle bu kusurlar giderilerek parçanın kullanıma uygun hâle gelmesi sağlanır.

Yüzey düzeltme işlemlerinde eğe, zımpara, taşlama makineleri vb. çeşitli el aletleri ve makineler kullanılır. İşlenecek malzemenin türüne, yüzeyin durumuna ve istenen hassasiyet derecesine göre uygun yöntem ve araç seçimi yapılır.

Özellikle makine imalatı, gemi yapımı, otomotiv, metal mobilya ve çelik konstrüksiyon sektörlerinde yüzey düzeltme işlemleri önemli bir yer tutar. Bu işlemler yalnızca parçanın görünümünü iyileştirmekle kalmaz; aynı zamanda montaj uyumunu artırır, iş güvenliğini destekler ve parçanın kullanım ömrünü uzatır. Örneğin yüzeyde kalan keskin çapaklar hem çalışan güvenliği açısından risk oluşturur hem de parçaların doğru şekilde birleştirilmesini engelleyebilir. Bu nedenle yüzey düzeltme işlemleri, metal işleme süreçlerinin önemli bir aşamasını oluşturur.

Yüzey düzeltme uygulamaları sırasında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması gerekir. İşlem sırasında oluşabilecek metal talaşları, kıvılcımlar ve tozlar çeşitli tehlikelere neden olabilir. Bu nedenle koruyucu gözlük, eldiven, maske ve uygun iş kıyafetleri kullanılmalı; çalışma ortamı düzenli ve güvenli tutulmalıdır.

Yüzey düzeltme işlemi, imalatı tamamlanan metal veya metal dışı parçaların yüzeyindeki pürüzleri gidermek, parçayı tam ölçüsüne ve gönyesine getirmek, ona hassasiyet kazandırmak ve estetik açıdan pürüzsüz bir görünüm elde etmek için uygulanan mekanik yöntemlerin bütünüdür. Bu işlem, parçanın görevini eksiksiz yapabilmesi ve diğer parçalarla sorunsuz çalışabilmesi için üretim sürecinin en kritik aşamalarından biridir. Yüzey düzeltme işleminin temel amaçları şunlardır:

**Boyutsal Hassasiyet:** Parçayı hedeflenen tam ölçüsüne ulaştırır.

**Geometrik Doğruluk:** Parçanın yüzeylerini birbirine tam dik (gönyesinde) veya tam paralel hâle getirir.

**Pürüzlülüğü Giderme:** Yüzeydeki kusurları yok ederek pürüzsüzlük sağlar.

**Mekanik İyileştirme:** Sürtünmeyi azaltır, aşınmayı önler ve malzemenin ömrünü uzatır.

**Korozyon Direnci:** Pürüzsüz yüzeylerde kir, nem ve pas yapıcı maddelerin tutunmasını zorlaştırır.

**Görsel Kalite:** Parçaya parlak, temiz ve hassas bir görünüm kazandırır.

## 5.1.1. Metal Malzemelerde Yüzey Düzeltme ve Kontrol İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereç

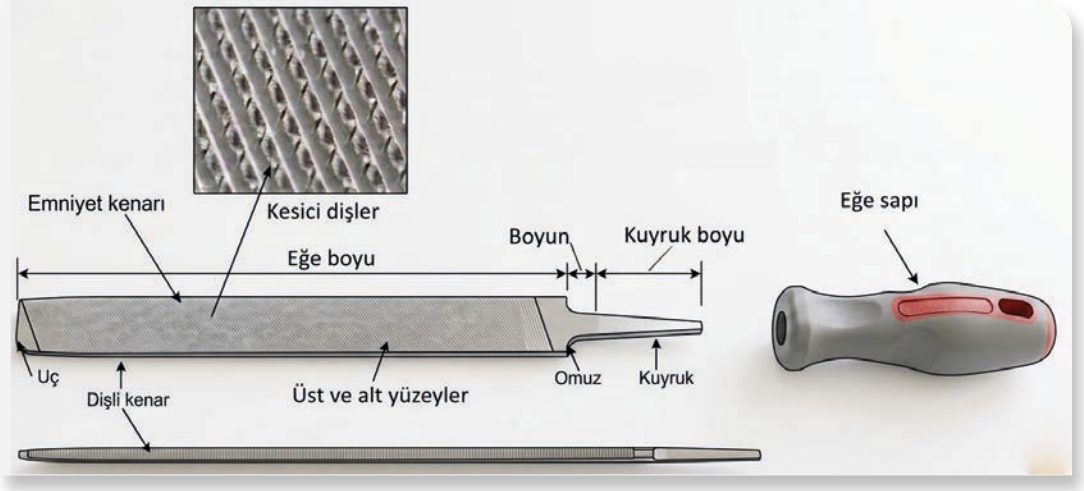
Metal malzemelerin yüzeylerini düzeltmek, pürüzleri gidermek ve parçayı istenen teknik ölçülere getirmek için kullanılan yüzey düzeltme ve kontrol araç gereci şunlardır:

- Eğe takımı
- Zımpara
- Kıl gönye
- Kumpas
- Tesviye tezgâhı ve mengene
- Markalama pleyti
- Mihengir
- Metal çizeceği
- Markalama boyası

### Eğeler

Farklı kesit ve ölçülerde yapılmış, gövde ve sap olmak üzere iki kısımdan oluşan, gövdesi üzerinde kesici dişler bulunan, malzemelerin üzerinden talaş kaldırarak yüzey düzeltme işlemi yapan el aletlerine **eğe** denir. Eğeler; metal yüzeylerdeki çapakları temizlemek, yüzeyi düzgün hâle getirmek, parçaları ölçüsüne getirmek ve hassas yüzey düzeltme işlemleri yapmak amacıyla kullanılır. İşlenecek parçanın şekline ve yapılacak işleme göre farklı biçim ve diş yapısına sahip eğeler tercih edilir.

Eğelerin gövde kısmı sertleştirilmiş çelikten üretilir ve yüzeyinde talaş kaldırmayı sağlayan kesici dişler bulunur. Sap kısmı ise kullanım sırasında güvenli ve rahat tutuş sağlamak amacıyla ahşap veya plastik malzemeden yapılır. Görsel 5.1'de eğenin kısımları gösterilmektedir




**Görsel 5.1:** Eğenin kısımları

**a) Şekillerine Göre Eğe Çeşitleri:** Şekillerine göre eğeler, işlenecek yüzeyin geometrisine (düz, kavisli, delik vb.) göre seçilen, metal yüzeylerden talaş kaldırarak şekillendirme ve pürüzsüzleştirme sağlayan el aletleridir. Gemi temel işlemlerinde kullanılan şekillerine göre eğeler Görsel 5.2'de verilmiştir. Şekillerine göre başlıca eğe çeşitleri şunlardır:

**Lama Eğe:** Düz yüzeylerin düzeltilmesinde kullanılır.

**Üçgen Eğe:** Üçgen kesit formuna sahip dar ve köşeli yüzeylerde kullanılır.

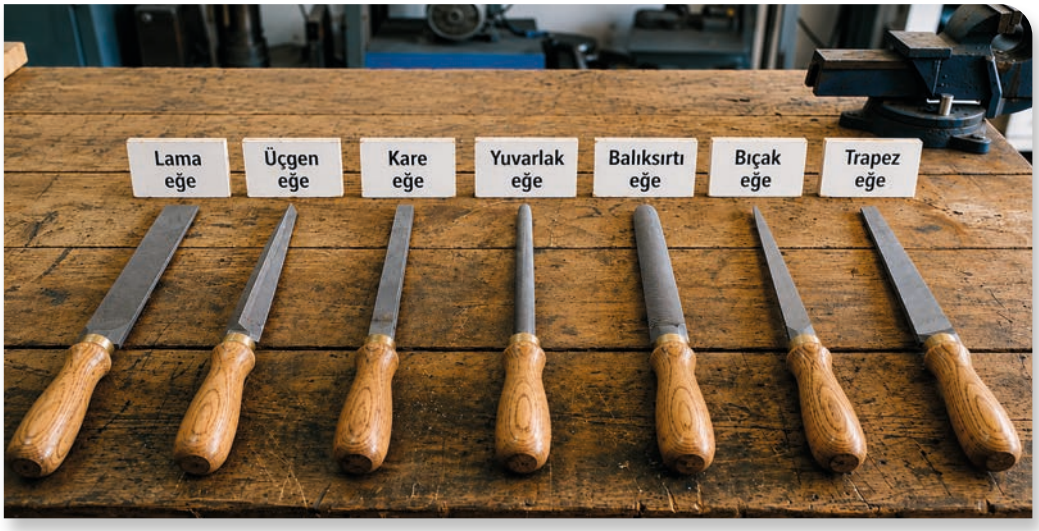
**Kare Eğe:** Köşeli boşlukların düzeltilmesinde kullanılır.

**Yuvarlak Eğe:** Deliklerin ve iç yüzeylerin düzeltilmesinde kullanılır.

**Balıksırtı Eğe:** Düz ve kavisli yüzeylerde kullanılır.

**Bıçak Eğe:** Köşeli ve ince sivri iç yüzeylerin düzeltilmesi ile hassas parça işlerinde kullanılır.

**Trapez Eğe:** Kama kanallarında, dar ve açılı kanallarda, vida ve dişli kanallarda kullanılır.




**Görsel 5.2:** Şekillerine göre eğe çeşitleri

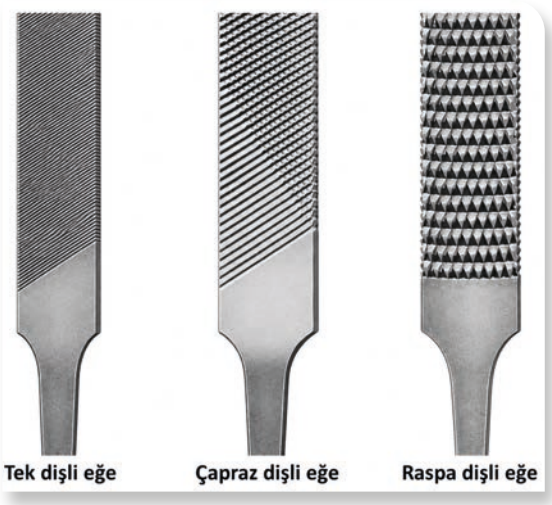
**b) Diş Türüne Göre Eğe Çeşitleri:** Eğeler, diş türleri bakımından işlenecek malzemenin sertliğine, kaldırılmak istenen talaş miktarına ve elde edilmek istenen yüzey kalitesine göre sınıflandırılır. Gemi temel işlemlerinde kullanılan diş türlerine göre eğeler Görsel 5.3'te verilmiştir. Diş türüne göre temel eğe çeşitleri şunlardır:

**Tek Dişli Eğe:** Yumuşak malzemelerden (alüminyum vb.) talaş kaldırmak için kullanılır.

**Çapraz Dişli Eğe:** Çelik, dökme demir vb. sert malzemelerden talaş kaldırmak için kullanılır.

**Raspa Dişli Eğe:** Ağaç ve bazı plastik malzemelerden kaba talaş kaldırmak için kullanılır.

**Trapez Eğe:** Kama kanallarında, dar ve açılı kanallarda, vida ve dişli kanallarda kullanılır.




**Görsel 5.3:** Diş türüne göre eğe çeşitleri

**c) Kullanım Alanlarına Göre Eğe Çeşitleri:** Kullanım alanlarına göre eğeler, işin hassasiyetine ve sektörün ihtiyaçlarına göre özel gruplara ayrılır.

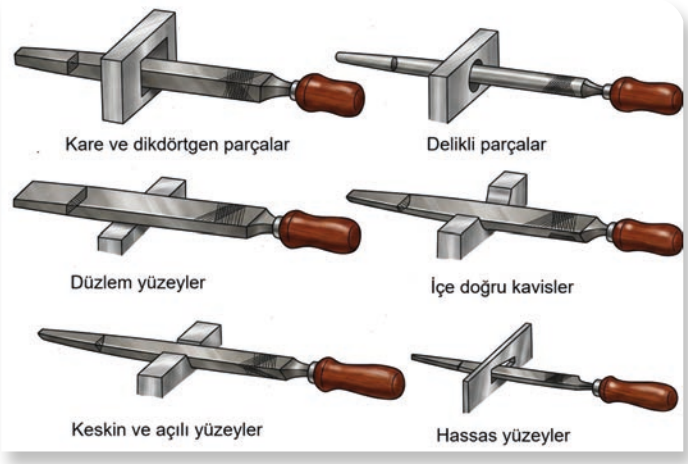
**Tesviyeci Eğeleri:** Çift sıra dişli olup metal işlerinde en çok kullanılan eğe türüdür.

**Saatçi ve Kalıpçı Eğeleri:** Çok küçük ve detaylı parçaların hassas bir şekilde işlenmesi için kullanılan ince yapılı eğelerdir. Bu tür eğeler; kalıpçılar, modelciler ve hassas parça yapımcıları tarafından kullanılır.

**Özel Eğeler:** Çelik alaşımları dışında kalan metallerin (kurşun, pirinç, alüminyum, bakır vb.) eğelenmesinde kullanılır.

### Eğe Seçerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Metal malzemelerin yüzey düzeltme işlemlerinde doğru eğe seçimi; işlenecek metalin sertliğine, parçanın geometrisine ve hedeflenen yüzey kalitesine doğrudan bağlıdır. Kaba talaş kaldırma işlemlerinde geniş aralıklı kaba dişli eğeler, hassas bitirme süreçlerinde sık dişli ince eğeler ve düz zeminlerde yassı, kavisli veya dairesel yüzeylerde yarım yuvarlak veya yuvarlak kesitli eğeler kullanılmalıdır. Ayrıca yumuşak metaller için talaşın diş aralarını doldurmasını önleyen kaba dişli, çelikler için ise etkili aşındırma sağlayan ince dişli eğelerin seçilmesi operasyon verimliliğini artırır. Görsel 5.4'te malzemelerin alacağı şekillere göre eğe seçimleri görülmektedir.




**Görsel 5.4:** Malzemelere verilecek şekillere göre eğe seçimi

### Eğelere Sap Takarken Dikkat Edilecek Hususlar

Eğeleme işlemlerinde iş güvenliğini sağlamak ve yüzeye dengeli baskı uygulayabilmek için eğe sapının doğru teknikle takılması kritik önem taşır. Eğe boyutuna göre sap seçimi de değişiklik gösterir. Görsel 5.5'te eğe büyüklüğüne göre sap takma yer almaktadır. Sap takma işleminde dikkat edilmesi gereken temel hususlar şunlardır:

**Çatlak Kontrolü:** Sap olarak kullanılacak ahşap veya plastik malzemenin çatlak, kırık veya aşırı yıpranmış olmaması iş kazalarını önlemek için ilk şarttır.

**Delik Çapı Uyumu:** Sapın içindeki kılavuz delik çapı, eğenin kuyruk (tırtıllı) kısmından daha küçük olmalı; eğe doğrudan el yordamıyla sapa sonuna kadar girmemelidir.

**Merkezleme ve Eksen Doğruluğu:** Eğenin kuyruğu sapa yerleştirilirken eğenin gövdesi ile sapın tam olarak aynı doğrultuda (eksenel hizada) olmasına ve eğri durmamasına dikkat edilmelidir.

**Sıkıştırma Yöntemi:** Eğe çekiçle sapa vurularak asla takılmamalıdır. Bunun yerine sap dikey tutulmalı ve eğenin ucu yukarıda kalacak şekilde sapın arka kısmı tezgâha veya örse sertçe vurularak eğenin sapa kendi ağırlığı ve ivmesiyle oturması sağlanmalıdır.

**Metal Bilezik (Yüksük) Kullanımı:** Ahşap sapların kuyruk baskısıyla çatlayıp yarılmasını önlemek için sapın ön ucunda metal bir emniyet bileziği (yüksük) mutlaka bulunmalıdır.

**Sıkılık Kontrolü:** İşleme başlamadan önce eğe ve sapın birbirine tamamen kilitlendiğinden, sallanmadığından veya gevşek olmadığından elle son bir kontrol yapılarak emin olunmalıdır.



**Görsel 5.5:** Eğe büyüklüğüne göre sap takma

## SIRA SİZDE

**1. Aşağıda eğe seçimi ile ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Bir atölyede çalışan A…, gemi yapım atölyesinde hazırlanan çelik bir bağlantı parçasının kenarlarındaki çapakları temizlemek istemektedir. A..., işlem için kullanacağı eğeyi seçmeye çalışmaktadır.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**A) Bu işlem için hangi eğe çeşidi tercih edilmelidir?**

.....
.....

**B) Eğe seçilirken parçanın hangi özellikleri dikkate alınmalıdır?**

.....
.....

**C) Yanlış eğe seçimi yüzey kalitesini nasıl etkileyebilir?**

.....
.....

**2. Aşağıda eğe sapı ile ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Bir çalışan, yüzey düzeltme işlemine başlamadan önce eğesine yeni bir sap takacaktır. Ancak sapın ön kısmında çatlak olduğu görülmektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**A) Çalışan, çatlak sapı fark ettikten sonra bu sapın başkaları tarafından yanlışlıkla kullanılmasını önlemek için ne yapmalıdır?**

.....
.....

**B) Çatlak bir sapla çalışmanın oluşturabileceği riskler nelerdir?**

.....
.....

**C) Eğe sapı takılırken nelere dikkat edilmelidir?**

.....
.....

## 5.1.2. Metal Malzemelerde Yüzey Düzeltme ve Kontrol Aletlerinin Kullanımı

Yüzey düzeltme ve kontrol aletlerinin metal malzemelerin üzerindeki etkin kullanımı, imalat ve onarım süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir. Bu aletler, metal yüzeylerdeki düzensizlikleri gidererek malzemenin istenen düzlük ve ölçü sınırlarına ulaşmasını sağlar. Özellikle makine imalatı, gemi yapımı vb. hassas sektörlerde yüzeyin ölçü ve gönyesine getirilmesi, parçaların birbiriyle mükemmel uyum içinde çalışabilmesi için şarttır. Bu amaçla atölye ortamlarında manuel eğeleme, taşlama vb. talaş kaldırma yöntemlerinden yüksek devirli zımpara makinelerine kadar geniş bir yelpazede alet ve ekipman kullanılmaktadır. Aşağıda bir iş parçasının yüzey düzeltme ve kontrol aşamalarında başvurulan aletlerin kullanımı verilmiştir.

### İş Parçasının Mengeneye Bağlanması

**Tesviyeci mengenesi,** atölyelerde iş parçalarının sabitlenmesi, kesilmesi, eğelenmesi ve işlenmesi için kullanılan temel, sağlam yapıdaki ekipmanlardır. Görsel 5.6'da iş parçasının mengeneye bağlanması görülmektedir.



**Görsel 5.6:** İş parçasının mengeneye bağlanması

### İş Parçasının Eğelenmesi

İş parçasının yüzeyleri, birbirine göre 90° olacak şekilde eğelenerek yüzey düzeltme yapılır. Eğeleme işlemi sırasında yüzeylerin düzgünlüğü ve dikliği belirli aralıklarla gönye kullanılarak kontrol edilir. Böylece parçanın ölçü ve geometrik doğruluğu korunmuş olur. Eğeleme işlemi boyunca yüzeye dengeli baskı uygulanmalı ve yalnızca ileri harekette kuvvet verilmelidir. Eğeleme yaparken hem iş kalitesi hem de vücut sağlığı için doğru duruşta olmaya dikkat edilmelidir. İş parçasını gönyesinde ve ölçüsünde eğelemek için eğe tutuş şekli önemlidir. İş parçasının eğelenmesi esnasında vücut pozisyonu ve dengeli bir duruş için ayakların konumu Görsel 5.7'de yer almaktadır.

İş parçasının eğelenmesinde uygulanması gereken temel adımlar şunlardır:

1. Sol ayak (sağ elini kullananlar için) bir adım öne atılır.
2. Ayaklar arasında 40-50 cm mesafe bırakılarak dengeli duruş sağlanır.
3. Vücut yaklaşık 30-45 derecelik açıyla öne eğilir, sırtın dik tutulmasına dikkat edilir.
4. Baskın el ile eğe sapı avuç içine yerleştirilerek kavranır, başparmak sapın üst kısmında tutulur. Diğer elin avuç içi eğenin uç kısmına bastırılarak iş parçasına paralel dengeli baskı uygulanır.
5. Eğeleme işlemi; kol ve vücuttan destek alınarak iş parçasına paralel biçimde ileri yönde kuvvet uygulanıp, geri çekme sırasında kuvvet uygulanmadan gerçekleştirilir. Bu yöntem, daha dengeli baskı uygulanmasını ve daha az yorulmayı sağlar.
6. Mengene yüksekliği, kol büküldüğünde dirsek hizasında veya çok az altında olacak şekilde ayarlanır. Çok yüksek mengene omuzları, çok alçak mengene ise beli zorlar.



**Görsel 5.7:** İş parçasının eğelenmesi

**BİLGİ KUTUSU**

Eğe, diş boşlukları metal talaşıyla dolduğunda tel fırçayla temizlenir.

### Zımparalama İşleminin Yapılması

**Metal zımpara;** metal yüzeylerin düzeltilmesi, pürüzsüzleştirilmesi ve daha hassas bir yüzey elde etmek için özel olarak tasarlanmış aşındırıcı bir zımparadır. Genellikle kâğıt, bez veya sünger bir tabakanın üzerine yapıştırılmış sert ve keskin taneciklerden oluşur. Görsel 5.8'de metal zımparanın iş parçası üzerinde uygulanışı görülmektedir. Metal yüzeylerin zımparalanması, parçanın üzerindeki pası ve çizikleri gidermek, yüzeyi düzeltmek ve cilalanabilir bir yüzey elde etmek için yapılır. Genellikle metal malzeme zımparalanırken daha kaba zımparalama için 80 veya 120 numaralı zımpara kâğıdı kullanılır. Daha sonra 220 numaralı zımpara kâğıdıyla daha ince zımparalama, son olarak 400 numaralı zımpara kâğıdıyla cilalama yapılabilir.



**Görsel 5.8:** Metal zımparanın iş parçasının üzerinde uygulanması

### Kıl Gönyenin Kullanılması

**Kıl gönye,** özellikle metal işleme ve makine imalatı alanlarında işlenen parçaların yüzeylerinin birbirine göre dik açıda (90°) olup olmadığını ve düzlemselliğini kontrol etmek amacıyla kullanılan temel bir ölçü ve kontrol aletidir. Eğelenen yüzey, ilk düzeltilen yüzey referans alınarak kıl gönyeyle kontrol edilir. Görsel 5.9'da kıl gönyenin iş parçasının üzerinde kullanımı görülmektedir.



**Görsel 5.9:** Kıl gönye ile iş parçasının kontrolü

### Markalama Boyasının Uygulanması

**Markalama boyası;** özellikle talaşlı imalat, metal işleme ve kalıpçılık sektörlerinde metal yüzeylerin üzerine çizilen teknik resim çizgilerinin net bir şekilde görünmesini sağlayan, hızlı kuruyan, yüksek kontrastlı özel bir boya türüdür. Markalama çizgilerinin görünürlüğünü artırmak için iş parçasına markalama boyası sürülür. Daha sonra markalama araçlarıyla parçanın üzerine teknik çizim yapılır. Görsel 5.10'da markalama boyasının iş parçasına uygulanması görülmektedir.




**Görsel 5.10:** Markalama boyasının iş parçasına uygulanması

### Metal Çizecek ve Çelik Cetvelin Kullanılması

**Metal çizecek,** iş parçasının yapım resminin metal parçanın üzerine aktarılması için kullanılan çizim aracıdır. Yapılacak resim, markalama boyası uygulanmış yüzeye metal çizecek ve çelik cetvel yardımıyla iş parçasının üzerine çizilir. Görsel 5.11'de iş parçası üzerinde metal çizeceğin kullanımı görülmektedir.



**Görsel 5.11:** İş parçası üzerinde metal çizeceğin ve çelik cetvelin kullanılması

### Markalama Pleytinin Kullanılması

**Pleyt;** markalama işlemi yapmak için referans yüzey olarak kullanılan, döküm, çelik veya granitten üretilen son derece düzgün ve yüzeyi hassas işlenmiş olan masalardır. Görsel 5.12'de markalama pleyti üzerinde iş parçasının markalanması görülmektedir. Yüzeyleri düzeltilecek parça, verilen iş resmine göre pleytin üzerine yerleştirilerek mihengir yardımıyla veya metal çizeceğiyle markalanır.



**Görsel 5.12:** Markalama pleyti üzerinde iş parçasının markalanması

### Mihengirin Kullanılması

**Mihengir,** üretim ve kalite kontrol süreçlerinde düz bir yüzeyin (pleyt) üzerinde parçaların yüksekliğini veya derinliğini hassas bir şekilde ölçmeye ve işaretlemeye (çizmeye) yarayan ölçü aletidir. Görsel 5.13'te iş parçasının mihengirle kontrol işlemi görülmektedir. Hem markalama hem de kontrol işlemlerinde kullanılan bu aletler, yapısal özelliklerine göre farklı çeşitlere ayrılır. En yaygın kullanılan modelleri bölüntülü ve hassas ayarlı olanlarıdır. Kumpas şeridini andıran okuma bölgesi bakımından ölçü alma ve okuma mantığı kumpasla aynıdır.



**Görsel 5.13:** İş parçasının mihengirle markalanması ve kontrolü

### Sürmeli Kumpas ile Ölçü Kontrolünün Yapılması

**Sürmeli kumpas;** yüzey düzeltme işlemlerinde iş parçasının ölçülerini hassasiyetle kontrol etmek için kullanılan temel ölçü aletidir. Görsel 5.14'te sürmeli kumpasla bir iş parçasının ölçülmesi görülmektedir.



**Görsel 5.14:** Kumpasla iş parçasının ölçülmesi

Metal malzemelerin yüzey düzeltme işlemleri için dikkat edilecek kurallar şunlardır:

- İş sağlığı ve güvenliği doğrultusunda çalışma alanı düzenlenmeli, işlem türüne uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- İş parçası mengeneye sağlam şekilde bağlanmalıdır.
- Uygulama temrininde, işe uygun araç gerecin seçilmesine dikkat edilmelidir.
- Sapsız, kırık ve gevşek saplı eğeler kullanılmamalıdır.
- Ölçü kontrol aletleri ve eğeler sert zemine bırakılmamalıdır.
- Ölçme ve kontrol aletleri çıkan metal talaşlarının üzerine koyulmamalıdır.
- Düzeltilecek yüzeylere yağlı ellerle dokunulmamalıdır.

## 5.1.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümü

Yüzey düzeltme işlemleri sırasında ortaya çıkan metal talaşları, sadece atölye düzenini etkileyen kalıntılar değil doğru yönetilmesi gereken değerli kaynaklardır. Bu süreçte sergilenecek tutum, bireyin topluma ve doğaya karşı olan sorumluluğunun bir yansımasıdır.

Yüzey işlemleri sonucunda oluşan metal talaş atıkları çevreye zararlı oldukları için gelişigüzel bırakılmamalıdır. Sorumluluk bilinciyle bu atıklar, metal türlerine (çelik, alüminyum, bakır vb.) göre ve yağlı metal talaş atıkları (zeminde kayma ve düşme riskine karşı) olarak ayrıştırılıp sızdırmaz kaplarda geçici olarak depolanmalıdır (Görsel 5.15). Toplanan metal talaş atıkları, metalürji sektöründe ham madde olarak tekrar kullanılmak üzere geri dönüşüm tesislerine gönderilir. Geri dönüştürülen her gram metal, doğadan yeni maden çıkarma ihtiyacını ve enerji tüketimini azaltır. Atölyede sergilenen temizlik ve atık yönetimi alışkanlığı, bireyin sadece teknik bir becerisi değil; çevresine duyarlı, kaynakları verimli kullanan ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakma amacı taşıyan sorumlu bir vatandaş olduğunun kanıtıdır.




**Görsel 5.15:** Metal talaşı atıklarının geri dönüşüm için ayrıştırılması

**KARAR ANI**

İş parçanızın yüzey düzeltme işlemine başlamadan önce uygun yüzey düzeltme aracını (eğe, rende veya zımpara) seçmeye, iş parçasını güvenli şekilde sabitlemeye ve ölçü kontrol yöntemini belirlemeye karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru araç seçimi ve düzenli ölçü kontrolü, parçanın **istenen ölçüye, gönyeye ve yüzey kalitesine ulaşmasını sağlar.** Ayrıca iş kazalarının önlenmesine yardımcı olur.

### SIRA SİZDE

**Aşağıda endüstriyel atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamaları ile ilgili bir metin verilmiştir.**

Bir tersanede, talaşlı imalat ve yüzey düzeltme işlemleri sonrasında farklı kimyasal özelliklerde metal talaşları ve atıklar ortaya çıkmaktadır. Tersane yönetimi, bu endüstriyel atıkları iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak depolamak, çevreye zarar vermeden yönetmek ve döngüsel ekonomi modeline uygun şekilde geri dönüşüm sürecine kazandırmak istemektedir.

**Bu tersanedeki uygulamaları temel alarak gemi inşa sektöründeki atık yönetim sürecini iş güvenliği, çevre bilinci ve sürdürülebilir ekonomik verimlilik açılarından analiz edip aşağıdaki soruları yanıtlayınız.**

1. **Tersane çalışanları, oluşan endüstriyel atıkları hangi özelliklerine göre gruplandırmalıdır?**

   .....

2. **Atıkların gelişigüzel bırakılmasının tersanedeki iş güvenliği ve çevre açısından oluşturabileceği riskler neler olabilir?**

   .....

3. **Metal atıkların geri dönüşüm tesislerine gönderilmesinin gemi inşa sektöründe ham madde tasarrufu ve enerji verimliliği üzerindeki etkilerini tartışınız.**

   .....

4. **Tersane yöneticisi olsaydınız metal atıkları geri dönüşüm yerine genel atık alanına bırakan bir çalışana, bu durumun çevre ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini nasıl anlatırdınız?**

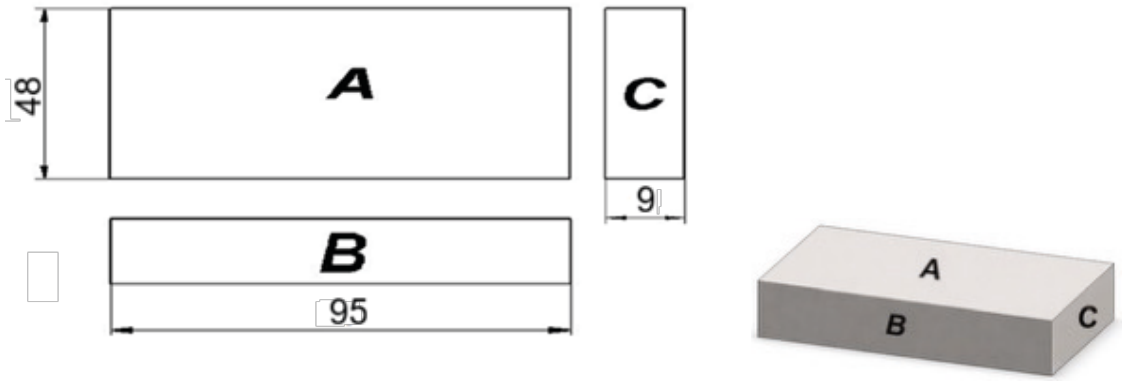
   .....

## 5.1. UYGULAMA

| Konu | Metal Malzemelerde Yüzey Düzeltme İşlemi |
|---|---|
| **Amaç** | Metal malzemelerin yüzey düzeltme işlemini eğeyle yapmak |
| **Süre** | 16 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x50x10 mm çelik lama, tesviyeci mengenesi, lama eğe, çelik cetvel, kıl gönye, sürmeli kumpas, pleyt, markalama boyası, metal çizecek |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. İş resmine uygun araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 5.16'daki iş parçasını sırasıyla A-B-C yüzeylerinden eğeleyerek gönyeye getiriniz (B-C kenarları tam 90 derece olmalıdır.).
4. İş parçasının bu üç yüzeyini markalama boyasıyla boyayınız.
5. Teknik resim ölçülerine göre iş parçasını metal çizecek veya mihengirle markalayınız.
6. İş parçasını, markalama çizgilerini takip ederek lama eğeyle eğeleyiniz; aralıklarla ölçüp kontrol ederek görseldeki ölçülere getiriniz.
7. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
8. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyerek metal atıkları ayrıştırıp geri dönüşüm için kaplarda depolayınız.




**Görsel 5.16:** Yüzey düzeltme iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Öz Değerlendirme ve Akran Değerlendirme Formlarını doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Kendi çalışmanızı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Arkadaşınızın çalışmasını değerlendirmek için karekodda yer alan akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 5.2. AHŞAP MALZEMELERDE YÜZEY DÜZELTME İŞLEMLERİ

Ahşap yüzeyler, üretim ve montaj aşamalarında kesim izleri, lif kabarmaları, yüzey pürüzleri, budak, çatlak vb. çeşitli kusurlar barındırabilir. Bu nedenle yüzeyin kullanıma uygun hâle getirilmesi için ahşap malzemelerin yüzeyde, cumbada ve maktada talaş kaldırmak suretiyle yüzey düzeltme işlemlerinin uygulanması gerekir.

Ahşap malzemelerde yüzey düzeltme işlemleri; parçanın ölçü doğruluğunu sağlamak, yüzey pürüzlülüğünü gidermek, yüzeyleri düzgün ve istenen forma getirmek ve estetik bir görünüm kazandırmak amacıyla uygulanan yöntemleri kapsar. Bu işlemler genellikle talaş kaldırma veya aşındırma prensibine dayanır.

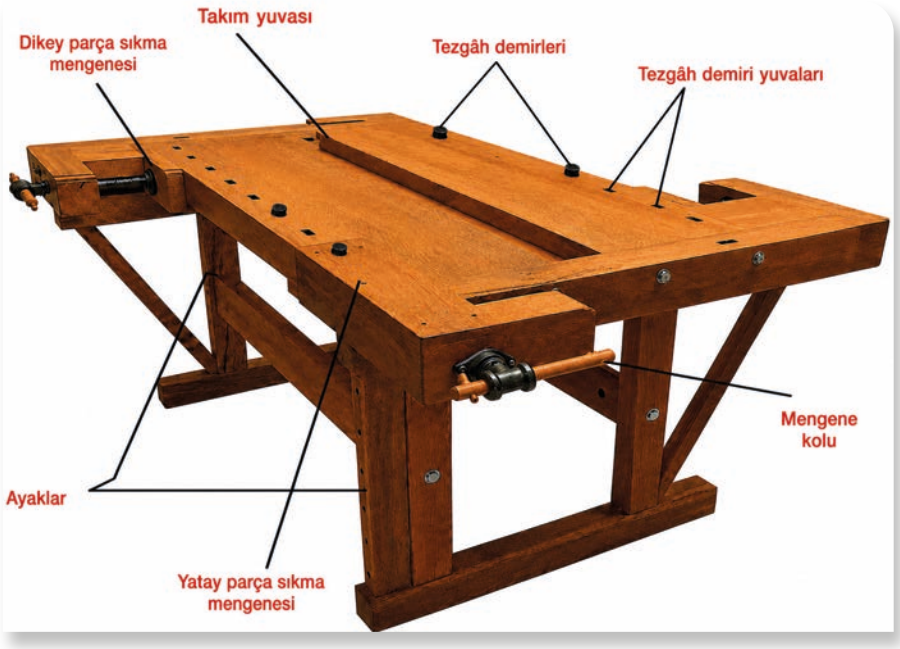
Ahşap yüzeylerin düzeltilmesinde en yaygın kullanılan araçlar arasında **rende, sistre, törpü** ve **zımpara** yer alır. Bu araçlarla kullanılarak uygulanan işlemlerle yüzey hataları giderilir ve malzeme, kaplama işlemlerine uygun hâle getirilir. Ahşap parçaların düzeltilecek yüzey, cumba, makta vb. alanları ikişer adet olduğu için sırasıyla düzeltilmelidir.

### 5.2.1. Ahşap Malzemelerde Yüzey Düzeltme İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereç

Ahşap yüzeylerin düzeltilmesi, pürüzsüz hâle getirilmesi ve sonraki işlemlere hazırlanmasında kullanılan araç gerecin doğru şekilde tanınması ve kullanım amaçlarının bilinmesi önemlidir. Seçim kriterleri, düzeltilecek işin şekliyle malzemenin türü ve durumuna göre değişmektedir. Buna göre yüzey düzeltme işleminde kullanılacak araç gereç, malzemenin tanınması ve yapılacak işin bilinmesine göre seçilir. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmasıyla ilgili bilgi ve becerilerin kazanılması önemlidir.

**a) Marangoz Tezgâhı**

Ahşap malzemelerin işlenmesi sırasında parçaların sabitlenmesini ve güvenli bir şekilde çalışılmasını sağlayan temel bir atölye ekipmanıdır (Görsel 5.17). Sağlam bir gövdeye sahip olan tezgâh; ayaklar, tezgâh tablası, mengene, tezgâh demirleri, takım yuvaları vb. bölümlerden oluşur.




**Görsel 5.17:** Marangoz tezgâhı ve bölümleri

Tezgâhın üzerinde bulunan mengeneler, iş parçasını sıkıca tutarak parçanın kaymasını önler. Mengene kolları çevrildiğinde mengene başlıkları açılarak parçaları sıkıştırmaya olanak sağlar. İş parçasının boyu uzun olduğu ve boylamasına çalışılacağında yatay parça, sıkma mengenesinde tezgâh demirleri ile sıkıştırılmalıdır. İş parçasının dikey çalışılması gerektiği durumlarda parça ya dikey parça sıkma mengenesine ya da yatay parça sıkma mengenesine sıkıştırılmalıdır.

Tezgâh demirleri ve takım yuvaları ise parçanın farklı açılarda sabitlenmesine yardımcı olur. Böylelikle rendeleme, kesme, zımparalama, montaj vb. işlemler daha düzgün ve kontrollü bir şekilde yapılır. Marangoz tezgâhı hem iş güvenliği hem de iş kalitesi açısından ahşap işlerinde vazgeçilmez bir çalışma alanıdır. Marangoz tezgâhında çalışma işlemi bittikten sonra herhangi bir çarpma veya takılmaya neden olmaması için mengene kolları aşağıda olacak şekilde bırakılmalıdır.

### b) Rende

Ahşap yüzeyleri düzeltmek, pürüzleri gidermek ve yüzeyi istenen ölçüye getirmek amacıyla kullanılan el aletidir (Görsel 5.18). Kesici bir bıçağa sahip olan rende, ahşap yüzeyden ince talaşlar kaldırarak yüzeyin düzgün ve pürüzsüz hâle gelmesini sağlar.



**Görsel 5.18:** Rende

Rende, lif yönüne göre yüzeye paralel ve açılı bir şekilde kullanılırsa ahşap malzemenin gösterdiği mukavemet azalacağından daha rahat rendeleme işlemi yapılabilir. Ahşap işlerinde yüzey kalitesini artırmak ve kaplama işlemlerine uygun bir zemin hazırlamak için yaygın olarak kullanılır. Rendenin parçaları ve özellikleri aşağıdaki görselde verilmiştir (Görsel 5.19)




**Görsel 5.19:** Rendenin parçaları ve özellikleri

### c) Zımpara

Ahşap yüzeylerdeki pürüzleri gidermek, yüzeyi düzgün ve pürüzsüz hâle getirmek amacıyla kullanılan aşındırıcı bir malzemedir. Çeşitleri zımpara numaralarına göre değişmektedir. Numaralar, zımpara aşındırıcı kum taneciklerinin büyüklüğünü temsil eder ve zımparanın numarası ile bu taneciklerin büyüklüğü ters orantılıdır.

Kâğıt veya bez tabanın üzerine yapıştırılmış aşındırıcı taneciklerden oluşur. Bu tanecikler ahşap yüzeyden ince / kalın talaşlar kaldırarak yüzey düzeltme işlemini gerçekleştirir. Ahşap işlerinde zımpara, genellikle yüzey düzeltmenin son aşamasında kullanılır ve boyama, vernikleme vb. kaplama işlemleri için uygun bir yüzey hazırlar (Görsel 5.20).




**Görsel 5.20:** Zımparalar

### ç) Törpü

Ahşap için kullanılan törpüler; ahşap yüzeylerdeki pürüzleri gidermek, şekil vermek ve ince düzeltme işlemleri yapmak amacıyla kullanılan el aletleridir. Törpüler, yüzeyden ince talaşlar kaldırarak özellikle kenar pah kırma / radius köşe oluşturmada ve oyuk bölgelerin düzeltilmesinde etkili olur.

Ahşap için kullanılan törpü, metal işlerde kullanılan eğelere göre daha iri diş yapısına sahiptir. Ahşap yüzeyde daha hızlı malzeme kaldırılmasını sağlar. Düz törpü, yarım yuvarlak törpü, yuvarlak törpü, üçgen törpü, dört köşe törpü vb. farklı şekillerde üretilir ve yapılacak işin türüne göre seçilir (Görsel 5.21).



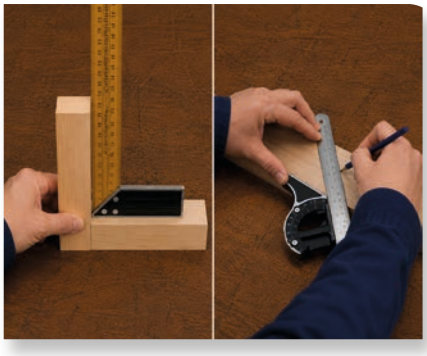

**Görsel 5.21:** Törpü çeşitleri

Genelde metal işlerde kullanılan eğeler, törpülerden daha ince dişlere sahiptir. Törpüler kadar olmasa da ahşap malzemelerde yer yer kullanılmaktadır. Eğelerin törpüler kadar sık kullanılmamasının sebebi dişlerinin ince olduğu için çabuk dolmasından kaynaklanmaktadır.

### d) Gönye

Ahşap işlerinde kullanılan gönyeler; parçaların diklik ve açı doğruluğunu kontrol etmek, işaretlemek ve ölçü almak amacıyla kullanılan ölçü ve kontrol aletleridir. Marangozluk gönyesi, düzeltilen yüzeyleri kontrol etmek amacıyla sıklıkla kullanılır. Ayrıca 90° ve bazı durumlarda 45° vb. standart açıların doğru şekilde oluşturulmasını sağlar.

Ahşap işlerinde en yaygın kullanılan diğer bir gönye türü ise açılı gönyedir. Farklı tarzda olan açılı gönyelerin temel amacı 90 ° olmayan açıların ve yüzeylerin kontrolü ve markalamasını yapmaktır (Görsel 5.22).



**Görsel 5.22:** Marangozluk gönyesi ve açılı gönye kullanımı

## 5.2.2. Ahşap Malzemelerde Yüzey Düzeltme Öncesi Markalama

**Markalama**; iş parçasının üzerindeki eğri, yüksek veya işlenecek bölgelerin belirlenerek planya, rende veya zımparalama işlemlerine rehber olacak çizgi ve işaretlerin oluşturulması işlemidir (Görsel 5.23). Markalama işlemi genellikle kurşun kalem, mastar veya gönye yardımıyla yapılır.




**Görsel 5.23:** Markalama basamakları

Yüzey düzgünlüğünün markalama çizgisiyle kontrol edilebilmesi için yüzey düzeltirken markalama çizgilerinin yarısı kalacak şekilde rendeleme yapılır. İş parçasının işlenecek bölümlerinin belli olması için iş parçası kurşun kalemle yatay şekilde taranır. Markalamanın sadece bir yüzeye değil arka yüzeye de aktarılması, parçanın daha net ve sağlıklı bir şekilde istenen ölçüye getirilmesi için önemlidir (Görsel 5.24).



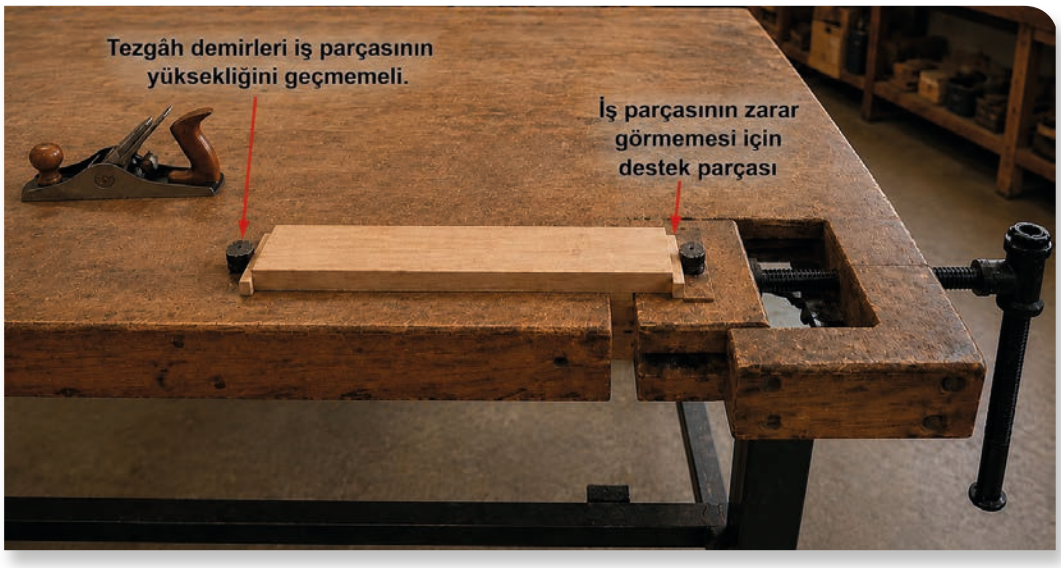
**Görsel 5.24:** İş parçasının üzerinde işlenecek bölgenin taranması

## 5.2.3. Ahşap Malzemelerin Yatayda Yüzey Düzeltme İşlemleri

Ahşap parçaların yatayda yüzey düzeltme işlemi, iş parçasını istenen ölçülere getirmek ve parçanın yüzeyindeki eğrilik ile pürüzleri gidermek amacıyla yapılır. Bu işlemle yüzey düzgün, düzlemsel ve işlenmeye hazır hâle getirilir.

### a) İş Parçasını Tezgâha Bağlama

İş parçasını tezgâha bağlarken parça tezgâha tam temas etmeli ve tezgâh demirlerine iş parçasının ezilmemesi için destek parçaları koyularak sıkılmalıdır. Tezgâh demirlerinin yüksekliği, rendeleme yaparken rende bıçağına çarpmamalıdır. Bunun için demirlerin iş parçasının yüksekliğini geçmemesine dikkat edilmelidir (Görsel 5.25).




**Görsel 5.25:** Tezgâh demirleri ve destek parçaları

### b) Yüzey Rendeleme

Ahşap yüzeylerin düzeltilmesi işlemlerinde rendeleme; yüzey üzerindeki pürüzleri, dalgalanmaları ve istenmeyen fazlalıkları ince talaşlar hâlinde kaldırarak yüzeyi düz, düzgün ve istenen ölçüye getirme işlemidir. Bu işlem, yüzey kalitesini artırmak ve sonraki işlemlere uygun bir zemin hazırlamak amacıyla uygulanır. Rendeleme esnasında ahşap lifleri yönünde rendenin hafif açılı tutularak rendeleme yapılması ahşabın göstereceği direnci azaltır (Görsesl 5.26).Rende kesici bıçağının çıkıntı miktarı, bıçak ayar mekanizmasıyla ayarlanmalı ve en fazla 3 mm olmalıdır. Bıçağın çıkıntı miktarı, iş parçasının cinsine göre ayarlanmalıdır. Yapısı sert olan parçalarda bıçak derinliği az, yapısı yumuşak olan parçalarda ise bıçak derinliği daha fazla olabilir.



**Görsel 5.26:** Yüzey düzeltme esnasında rendenin tutuluşu

Rendelemeye başlarken dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Rendenin ön tabanı parçaya temas ettiğinde rendenin sadece tutamağından baskı yaparak ve arka tutamaktan paralel itme kuvveti uygulayarak çalışılmalıdır. Böylece rendenin rendeleme yönünde paralel hareketi sağlanmış olur (Görsel 5.27).




**Görsel 5.27:** Rendelemeye başlarken uygulanacak baskı ve itme kuvveti

- Rendenin tabanı parçanın yüzeyine tam temas ettiğinde baskı ön tutamakta olduğu gibi arka tutamağa da yapılır ve aynı zamanda itme kuvveti oluşturulur. Böylece düzgün bir talaş kaldırma gerçekleştirilip yüzey düzgünlüğü elde edilir (Görsel 5.28).
- Rendenin tabanı parçanın yüzeyinden çıkarken sadece arka tutamaktan baskı yapılır ve rendeleme yönünde itme kuvveti uygulanır. Ön tutamaktan baskı uygulanmaz çünkü rende ön tarafa doğru eğilir ve parçanın ön tarafından fazla talaş kaldırarak parçanın yüzeyini bozar (Görsel 5.29).
- Rendeleme Görsel 5.30'da gösterildiği gibi baskı yönlerine dikkat edilerek ve rendelerken yüzeyden daha rahat talaş kaldırmak için hafif yan şekilde tutularak yapılır.




**Görsel 5.28:** Rendelemeye başladıktan sonra baskı kuvveti




**Görsel 5.29:** Rendeleme biterken baskı kuvveti ve itme kuvveti



**Görsel 5.30:** Örnek rendeleme

### c) Yüzeyin Gönyeyle Son Kontrolü

Rendelemeden sonra yüzeyin düzgünlüğü gönyeyle Görsel 5.31'de gösterildiği gibi kontrol edilmelidir. Gönye ile parçanın arasından ışık geçmemelidir. Işığın görüldüğü bölgeler, yüzey ile gönye arasında boşluk bulunduğunu yani yüzeyin düzgün olmadığını gösterir.

Düzgün olmayan yüzeyi tekrar düzeltmek için rendenin parça yüzeyine temas eden bölümleri kurşun kalemle işaretlenir ve tekrar rendelenerek gönyeyle yüzey kontrolü yapılır. Gönye ile parçanın arasından ışık geçmeyecek şekilde markalama çizgisine kadar bu işlem tekrarlanır.



**Görsel 5.31:** Rendelenen yüzeyin gönyeyle kontrolü

### ç) Yan Yüzey (Cumba) Rendeleme

Markalaması yapılan iş parçası tezgâha bağlanır ve yukarıda belirtilen hususlara dikkat edilerek parçanın yan yüzey (cumba) rendelemesi yapılır (Görsel 5.32). Parçanın yüzeyi dar olduğu için rendenin düzgün olduğuna dikkat edilmelidir. Rendeleme sonrasında aynı şekilde gönyeyle cumbanın düzgünlüğü kontrol edilir (Görsel 5.33).



**Görsel 5.32:** Yan yüzeyin rendelenmesi



**Görsel 5.33:** Cumbanın gönyeyle kontrolü

## 5.2.4. Ahşap Malzemelerin Alında (Makta) Yüzey Düzeltme İşlemleri

Alında yüzey düzeltme işlemi parçanın fazlalıklarının alınması, maktada düzgün yüzey elde edilmesi için yapılır. Bu işlem yüzey düzgünlüğünün elde edilmesini sağlar ve ahşap parçayı birleştirmeye de hazır hâle getirir. Markalanması bitirilen parça için alında yüzey düzeltme işlemleri aşağıdaki sırayla yapılmalıdır (Görsel 5.34).

### a) İş Parçasının Fazlalıklarının Testereyle Kesilmesi

İş parçasının istenen ölçüsüyle mevcut boyutu arasındaki fark çoksa rendeleme uzun süreceğinden zaman tasarrufu için rendelemeden önce markalama çizgisinin az üstünden parça fazlalığı kesilir. Sonrasında parça rendeyle markalama çizgisine kadar rendelenir (Görsel 5.35).



**Görsel 5.34:** Alında yüzey düzeltme için markalama



**Görsel 5.35:** İş parçasının fazlalığının kesilmesi

### b) İş Parçasını Tezgâha Bağlama

Alında yüzey düzeltme işlemi yapılacak ahşap parça, fazlalığı kesildikten sonra işlem sırasında hareket etmeyecek şekilde tezgâha sağlam biçimde bağlanmalıdır. Parça genellikle marangoz tezgâhının mengenesi arasına dik konumda sıkıştırılır.

Sıkıştırma işlemi sırasında parçanın işlem yapılacak alın kısmı, rahat çalışmaya uygun olacak şekilde tezgâh seviyesinin üzerinde bırakılır. Böylece rendenin kesici bıçağının parça dışında bir şeye çarpması sağlanır. Rendeleme yönünde parçanın maktasında kırılmalar oluşmaması için destek parçası kullanılmalıdır (Görsel 5.36).

### c) Rendeleme

Tezgâha bağlanan iş parçası, destek parçasının yönünde rendelenerek markalama çizgisine getirilir. Böylece istenen ölçü elde edilmiş olur (Görsel 5.37).

### ç) Gönyeyle Yüzeyin Son Kontrolü

Rendelemesi biten iş parçasının gönyeyle yüzey düzgünlüğü kontrol edilir ve parça hazır hâle getirilir (Görsel 5.38).




**Görsel 5.36:** Alında düzeltme için parçanın tezgâha bağlanması ve destek parçası



**Görsel 5.37:** Alında rendeleme



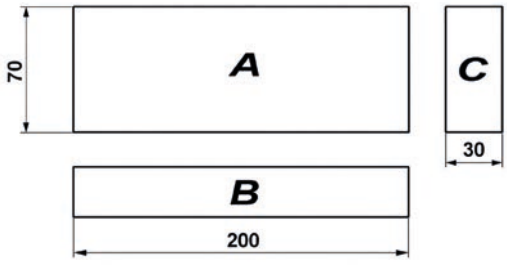
**Görsel 5.38:** Alında rendelenen iş parçasının gönyeyle son kontrolü

## 5.2. UYGULAMA

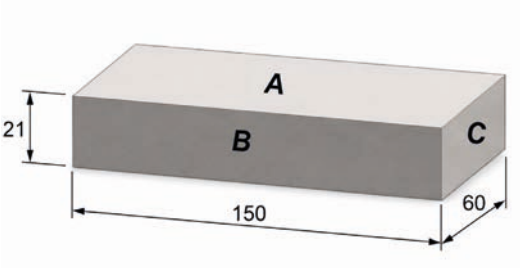
| Konu | Ahşap Malzemelerde Yüzey Düzeltme İşlemi |
|---|---|
| **Amaç** | Ahşap malzemelerin yüzey düzeltme işlemini rendeyle yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 200x70x30 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, testere, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereci seçip çalışma alanını hazırlayınız.
3. Ham şekilde verilen ahşap parçanın 150×60×21 mm ölçülerine göre markalamasını yapınız (Görsel 5.39).
4. İş parçasının maktasındaki fazla kısımları testereyle kesiniz.
5. Birinci yüzeyi rendeleyerek düz bir referans yüzey oluşturunuz.
6. Oluşturduğunuz referans yüzeyden ölçü alarak karşı yüzeyi markalayınız.
7. Markalanan karşı yüzeyi rendeleyerek ölçüsüne getiriniz.
8. Düzgün yüzeylerden ölçü alarak birinci cumbayı markalayınız.
9. Birinci cumbayı rendeleyerek düzeltiniz.
10. Birinci cumbadan ölçü alarak ikinci cumbayı markalayınız.
11. İkinci cumbayı rendeleyerek parçayı istenen genişlik ölçüsüne getiriniz.
12. Düzgün yüzey ve cumbalardan ölçü alarak makta yüzeylerini markalayınız.
13. Makta yüzeylerini rendeleyerek parçayı istenen boy ölçüsüne getiriniz.
14. Parçanın yüzey düzgünlüğünü kontrol ediniz (Görsel 5.40).
15. Parçayı son ölçülerine getirerek uygulamayı tamamlayınız.
16. Temrin çalışmasını verilen süre içinde tamamlayıp teslim ediniz.
17. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
18. Çalışma alanını temizleyerek talaş ve tozları uzaklaştırınız.




**Görsel 5.39:** Temrin parçasının ölçüleri




**Görsel 5.40:** Rendelenmiş iş parçasının ölçüleri

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

# 5. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklarda yüzey düzeltme ve kontrol işlemlerinde kullanılan araç gereç verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutu numarasını birden fazla soruda kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eğe (a) | Kumpas (b) | Mengene (c) | Gönye (ç) |
| Mihengir (d) | Markalama pleyti (e) | Metal çizecek (f) | Zımpara (g) |
| Rende (ğ) | Mastar (h) | Destek parçası (ı) | Marangoz tezgâhı (i) |

**1. Yüzey düzeltme işlemlerinde ölçü ve kontrol amacıyla kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**2. Hangileri yüzeyden talaş kaldırmak amacıyla kullanılır?**

……

**3. İş parçasını sabitlemek için kullanılan araç gereç hangisidir?**

……

**4. Yüzeylerin birbirine göre diklik ve düzgünlüğünü kontrol etmekte kullanılan alet hangisidir?**

……

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**5. Aşağıdakilerden hangisi bir eğe çeşidi değildir?**

A) Lama
B) Kare
C) Üçgen
D) Yarım yuvarlak
E) Kırlangıç kuyruğu

**6. Çelik, dökme demir vb. sert malzemelerden talaş kaldırmak için aşağıdaki diş türüne sahip eğelerden hangisi tercih edilmelidir?**

A) Çapraz dişli
B) Raspa dişli
C) Tek dişli
D) İnce
E) Yumuşak

**7. Eğe dişlerinin temizlenmesi aşağıdakilerden hangisi kullanılarak yapılır?**

A) Su
B) Tel fırça
C) Plastik kazıyıcı
D) Zımpara kâğıdı
E) Üstübü veya bez

**8. Pleytin üzerinde parçaların yüksekliğini veya derinliğini ölçmeye ve işaretlemeye yarayan alet aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kumpas
B) Mihengir
C) Markalama boyası
D) Metal çizecek
E) Tesviye tezgâhı

**9. Aşağıdakilerden hangisi eğeleme işlemi sırasında vücut pozisyonu için yanlış bir ifadedir?**

A) Vücut mengene karşısında 30-45 derecelik açıyla durmalıdır.
B) Ağırlık her iki ayağa eşit dağıtılmalıdır.
C) İleri doğru kuvvet uygulayarak geri çekerken kuvvet uygulanmadan yapılır.
D) Sırt dik tutulmalı, hafifçe öne eğilinmelidir.
E) Hem ileri hem de geri çekerken aynı baskı uygulanmalıdır.

**10. Yüzey düzeltme işlemleri sonucunda oluşan metal atıkları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?**

A) Atölye zeminine süpürülüp bırakılmalıdır.
B) Evsel atıklarla birlikte çöpe atılmalıdır.
C) Sadece yağlı olanlar biriktirilmelidir.
D) Türlerine göre ayrıştırılıp depolanarak geri dönüşüme gönderilmelidir.
E) Ekonomik bir değeri olmadığından diğer atıklarla karıştırılmalıdır.

**11. Ahşap yüzey düzeltme işlemlerinin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Ahşabı boyamak
B) Ahşabı zımparalamak
C) Ahşabı sertleştirmek
D) Ahşabın rengini değiştirmek
E) Yüzeyi düzgün ve kullanıma uygun hâle getirmek

**12. Ahşap yüzeylerden ince talaş kaldırarak yüzeyi düzgün hâle getiren araç aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Cetvel
B) Gönye
C) Mengene
D) Rende
E) Testere

**13. Zımpara numarası büyüdükçe aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?**

A) Dişler büyür.
B) Aşındırma artar.
C) Dişler küçülür.
D) Zımpara kalınlaşır.
E) Zımpara süngeri büyür.

**14. İş parçasını güvenli şekilde sabitlemek için kullanılan temel atölye ekipmanı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Eğe
B) Gönye
C) Marangoz tezgâhı
D) Rende
E) Zımpara

**15. Ahşap işlerinde gönyenin kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi boyamak
B) Talaş kaldırmak
C) Diklik ve açı kontrolü yapmak
D) Parçayı kesmek
E) Parçayı dik hâle getirmek

**16. Markalama işlemi sırasında iş parçasının kurşun kalemle taranmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Ahşabı süslemek
B) Ahşabı sertleştirmek
C) Ölçüyü küçültmek
D) İşlenecek bölgeleri belirlemek
E) Güzel görünmesini sağlamak

# 6. ÖĞRENME BİRİMİ

# DELME VE HAVŞA AÇMA İŞLEMLERİ



## KONULAR

6.1. DELME İŞLEMLERİ

6.2. HAVŞA AÇMA İŞLEMLERİ

Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- havşa matkabı
- helisel matkap ucu
- kesme hızı ve devir sayısı
- kontrol mastarı
- mandren ve mors konikleri
- mors kaması
- soğutma sıvısı
- sütunlu matkap tezgâhı
- yüksek hız çeliği

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- metal ve ahşap malzemelerde delme işleminin önemini açıklamanız
- farklı matkap türlerini ve kullanım alanlarını tanımanız
- delme işleminde kullanılan matkap uçlarını, tezgâhları ve yardımcı araç gereci tanımanız
- delme işlemini doğru işlem basamaklarıyla uygulamanız
- havşa açma işlemini uygun açı ve derinlikte yapabilmeniz
- vida başına ve teknik resme uygun havşa açısını seçmeniz
- iş sağlığı ve güvenliği kurallarını alışkanlık hâline getirmeniz
- işlem sonunda ölçü ve kalite kontrolü yapabilmeniz
- atölye çalışmalarında temizlik, tasarruf, sabır, sorumluluk ve güvenli çalışma davranışlarını göstermeniz

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda montaj elemanlarıyla ilgili bir durum verilmiştir.**

Tersanede çalışan bir ekip, geminin güverte bölümünde kullanılacak bağlantı parçasını üretmektedir. Parçanın teknik resme göre ölçme ve markalama işlemleri yapılmış, parça kesilmiş ve yüzey düzeltme işlemleri tamamlanmıştır. Ancak parçanın gemiye monte edilebilmesi için bağlantı elemanlarının geçeceği bazı işlemlerin de yapılması gerekmektedir. Usta, parçayı inceleyerek bir sonraki üretim aşamasına geçmeden önce işlemi yapacak olan ekipten hazırlanan bağlantı parçasıyla ilgili fikirlerini söylemelerini ister..

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Ölçme, markalama, kesme ve yüzey düzeltme işlemleri tamamlanan bir parçanın montaja hazır hâle gelmesi için sizce başka hangi işlemlerin yapılması gerekir?
2. Bağlantı elemanlarının (cıvata, vida vb.) kullanılacağı bir parçanın üzerinde ne tür hazırlıkların yapılması gerekir?
3. Bu işlemler yapılırken iş sağlığı ve güvenliği açısından hangi önlemlerin alınması gerekir? açıklayınız.

## KONUYA BAŞLARKEN

Gemi ve yat inşa sektöründe parçaların doğru şekilde birleştirilebilmesi için delme ve havşa açma işlemleri önemlidir. Üretim sırasında metal ve ahşap malzemeler üzerinde açılan deliklerin doğru çapta, uygun derinlikte ve teknik resme uygun şekilde hazırlanması; montajın sağlamlığı, güvenliği ve estetiği açısından gereklidir. Özellikle cıvata, vida, perçin vb. bağlantı elemanlarının kullanılacağı uygulamalarda deliklerin düzgün açılması, parçaların birbiriyle tam uyumlu olmasını sağlar.

Delme işlemleri yalnızca delik açmak amacıyla değil; montaj hazırlığı yapmak, bağlantı elemanlarını yerleştirmek, havşa açmak ve sonraki işlemlere uygun yüzeyler oluşturmak amacıyla da uygulanır. Havşa açma işlemleri ise vida ve cıvata başlarının yüzeye gömülmesini sağlayarak hem daha düzgün bir görünüm hem de daha güvenli bir kullanım oluşturur. Bu işlemler sırasında uygun matkap uçlarının seçilmesi, doğru devir sayısının ayarlanması, iş parçasının güvenli şekilde bağlanması ve iş sağlığı güvenliği kurallarına uyulması önemlidir.

## 6.1. DELME İŞLEMLERİ

**Delme**; metal, ahşap vb. malzemelerin üzerinde belirli çap ve derinlikte silindirik boşluklar oluşturmak amacıyla yapılan temel üretim işlemlerinden biridir. Bu işlem, kendi ekseni etrafında dönen matkap ucu yardımıyla malzemeden talaş kaldırılarak gerçekleştirilir. Delme işlemleri; gemi yapımı, metal işleri, ahşap uygulamaları, montaj ve bakım-onarım çalışmalarında yaygın olarak kullanılır. Özellikle cıvata, vida, perçin vb. bağlantı elemanlarının kullanılacağı uygulamalarda deliklerin doğru merkezde, uygun çapta ve teknik resme uygun şekilde açılması büyük önem taşır. Delme işleminin kaliteli ve güvenli şekilde yapılabilmesi için uygun matkap ucu seçilmeli, doğru devir ayarı yapılmalı ve iş parçası güvenli şekilde sabitlenmelidir.

## 6.1.1. Metal Malzemelerde Delme İşlemleri

Delme işlemi; gemi yapımı, makine imalatı, metal konstrüksiyon, bakım-onarım, ahşap işleme ve montaj çalışmalarında yaygın olarak kullanılır. Gemi yapımında metal levhaların, destek parçalarının ve bağlantı elemanlarının birleştirilmesinde önemli bir yere sahip olan delme işleminin amaçları şunlardır:

- Cıvata, vida, perçin vb. bağlantı elemanları için silindirik boşluk oluşturmak
- Parçaların montajını kolaylaştırmak
- Mevcut delikleri büyütmek veya sonraki işlemlere hazırlamak
- Kılavuz çekme, havşa açma, raybalama vb. işlemler için başlangıç oluşturmak
- Parçaların teknik resme uygun şekilde birleştirilmesini sağlamak

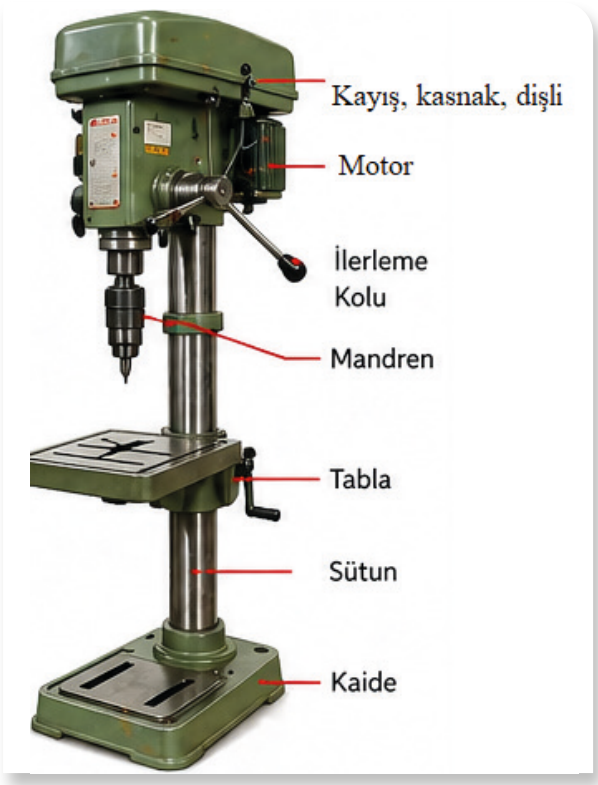
### 6.1.1.1. Delme İşlemlerinde Kullanılan Araç Gereç

Delme işlemlerinde araç gerecin doğru kullanımı, işlem kalitesini artırır. Uygun olmayan araç veya malzeme kullanımı; delik ölçülerinde hatalara, yüzey bozukluklarına ve iş parçasının zarar görmesine neden olabilir. Ayrıca yanlış ekipman seçimi zaman kaybına, malzeme israfına ve iş güvenliği risklerinin artmasına yol açar. Bu nedenle delme işlemlerinde doğru araç gereç ve malzeme seçimi önemlidir. Delme işleminde kullanılan araç gereç aşağıda yer almaktadır.

#### A) Delme Makineleri (Matkap Tezgâhları)

Matkabın ucuna dönme (kesme) ve ilerleme hareketini veren makinelerdir. İşin boyutuna, hassasiyetine ve miktarına göre farklı tezgâh tipleri kullanılır.

**Sütunlu Matkap Tezgâhı:** Atölyelerde en sık kullanılan, orta boy iş parçaları için uygun, dikey bir sütun üzerine kurulu tezgâhtır (Görsel 6.1).




**Görsel 6.1:** Sütunlu matkap tezgâhı

**BİLGİ KUTUSU**

Matkap ucunun çapı büyüdükçe tezgâhın devir sayısı düşürülmelidir. Aksi takdirde sürtünmeden kaynaklı aşırı ısı, kesici ağızların körelmesine neden olur. Devir sayısı şu şekilde hesaplanır:

$n = (1000 \cdot V) / (\pi \cdot D)$

**n:** Devir sayısı (dev / dk.)

**V:** Kesme hızı (m / dk.)

**D:** Matkap çapı (mm)

**π:** 3,14

**Masa Matkap Tezgâhı:** Küçük iş parçaları ve ince delikler için kullanılan, çalışma masasının üzerine monte edilen hafif tip tezgâhlardır (Görsel 6.2).

**Radyal Matkap Tezgâhı**: Çok büyük ve ağır iş parçalarını hareket ettirmeden matkap kafasının, parçanın üzerinde gezdirilebildiği güçlü tezgâhlardır (Görsel 6.3).



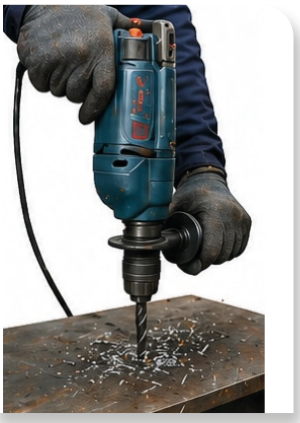
**Görsel 6.2:** Masa matkap tezgâhı



**Görsel 6.3:** Radyal matkap tezgâhı

**Portatif (El) Matkapları:** Tezgâha götürülemeyen büyük parçaların üzerinde veya montaj sahalarında kullanılan, elektrikli veya pnömatik (hava basınçlı) el aletleridir (Görsel 6.4).

**CNC İşleme Merkezleri:** Bilgisayar kontrolüyle delme, kılavuz ve rayba çekme vb. işlemleri otomatik olarak çok hassas yapan gelişmiş makinelerdir (Görsel 6.5).



**Görsel 6.4:** Portatif matkap



**Görsel 6.5:** CNC işleme merkezleri

### B) Kesici Takımlar (Matkap Uçları)

Matkap ucu, delme işlemini gerçekleştiren ve malzemeden talaş kaldıran kesici takımdır. Malzeme ve delik tipine göre çeşitleri vardır.

**a) Helisel (Bükümlü) Matkap Uçları:** En yaygın kullanılan matkap tipidir. Genellikle yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılan silindirik bir gövdenin üzerinde talaşın dışarı atılmasını sağlayan helis kanalları ve uçta kesici ağızları bulunur (Görsel 6.6).




**Görsel 6.6:** Helisel matkap ucu

**HSS (Seri Çelik) Matkap Ucu:** Genel amaçlı uygulamalar ve çelik, döküm vb. malzemeleri delmek için standart uçları mevcuttur (Görsel 6.7).

**Karbür Matkap Ucu:** Çok daha sert malzemeleri (paslanmaz çelik, titanyum, sertleştirilmiş çelik) yüksek hızda delmek için kullanılan, ısıya dayanıklı takımlardır (Görsel 6.8).



**Görsel 6.7:** HSS matkap ucu



**Görsel 6.8:** Karbür matkap ucu

**b) Punta Matkapları:** Helisel matkapla ana delmeyi yapmadan önce matkabın merkezden kaçmasını önlemek için parçanın yüzeyinde bir merkezleme yuvası (punta deliği) açmaya yarayan kısa ve rijit uçlardır (Görsel 6.9).




**Görsel 6.9:** Punta matkapları

**c) Havşa Matkapları:** Açılmış bir deliğin ağzını genişletmek, vida başlarını yüzeye gömülebilecek şekilde konikleştirmek veya pürüzleri temizlemek (çapak alma) için kullanılan takımlardır (Görsel 6.10).




**Görsel 6.10:** Havşa matkapları

**ç) Kademeli Matkap Uçları (Yaprak Matkap):** Tek bir uçla farklı çaplarda delikler açmaya yarayan, özellikle sac metal vb. ince malzemelerde kullanılan konik yapılı takımlardır (Görsel 6.11).

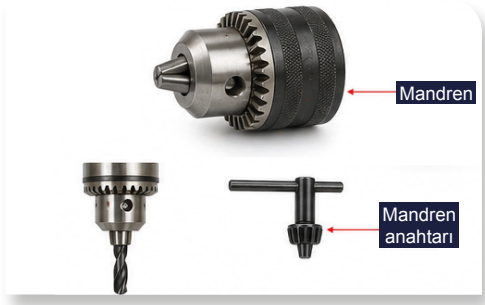



**Görsel 6.11:** Kademeli matkap uçları

## C) İş Parçası ve Takım Tutucular (Bağlama Araçları)

Takım tutucular hem matkap ucunu tezgâha hem de iş parçasını tablasına güvenli ve hassas şekilde sabitlemek için kullanılır. Yaygın olarak kullanılan takım tutucular aşağıda yer almaktadır.

**Mandren:** Silindirik saplı (genellikle el matkapları ve küçük tezgâhlarda), matkap uçlarını sıkıştırmak için kullanılan mekanik tutucudur (Görsel 6.12).




**Görsel 6.12:** Mandren ve anahtarı

**Mors Konikleri ve Kovanlar:** Büyük çaplı matkapların konik saplarını tezgâh milindeki konik yuvaya doğrudan veya kovanlar aracılığıyla sabitlemek için kullanılan, sürtünme kuvvetine dayalı bağlama sistemidir (Görsel 6.13).

**Tezgâh Mengenesi:** İş parçasını iki çenenin arasında sıkıştırarak tezgâh tablasına sabitleyen en yaygın bağlama aracıdır (Görsel 6.14).

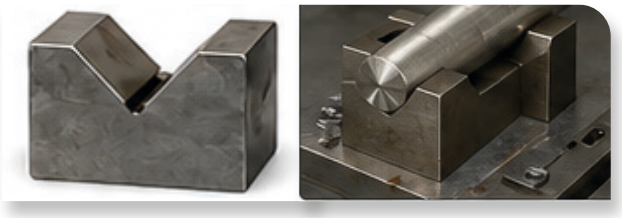



**Görsel 6.13:** Mors konikleri ve kovanlar



**Görsel 6.14:** Tezgâh mengenesi

**V-blokları:** Silindirik (yuvarlak) iş parçalarının dönmesini engellemek ve hassas şekilde merkezleyerek bağlamak için kullanılan "V" şeklinde kanalları olan bloklardır (Görsel 6.15).



**Görsel 6.15:** V-blokları

**Cıvata, Pabuç ve Destekler:** Mengeneyle bağlanamayacak kadar büyük veya karmaşık şekilli parçaları doğrudan tezgâh tablasına sabitlemek için kullanılan ekipmanlardır (Görsel 6.16).

**Mors Kaması:** Mandren ve mors kovanlarını matkap tezgâhından sökmeye yarayan araçtır. Sertleştirilmiş çelikten üretilir. Mors kaması konik bağlantıyı ayırmak için kuvvet uygular ve morsun sökülmesini sağlar (Görsel 6.17).




**Görsel 6.16:** Cıvata, pabuç ve destekler



**Görsel 6.17:** Mors kaması

## Ç) Yardımcı Araç Gereç

Delme işleminde kullanılan yardımcı araç gereç; işlemin doğru, güvenli ve hassas şekilde yapılmasını sağlayan ekipmanlardır (Görsel 6.18). Bu ekipmanlar şunlardır:




**Görsel 6.18:** Yardımcı araç gereç

**Soğutma Sıvısı (Bor Yağı)**: Delme sırasında oluşan aşırı ısıyı azaltmak, matkap ucunun ömrünü uzatmak ve talaşın kayganlaşarak dışarı daha rahat atılmasını sağlamak için kullanılır.

**Fırça:** Tezgâh tablasındaki ve iş parçasının üzerindeki talaşları temizlemek için kullanılır.

**Çekiç ve Nokta:** Markalama işleminde delik merkezlerini belirlemek ve punta matkabına iz açmak için kullanılır.

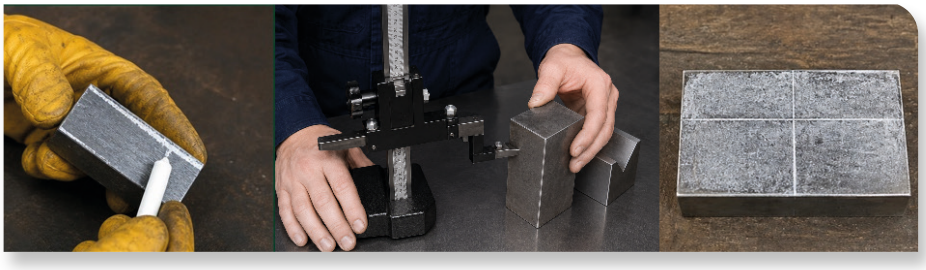
**Ölçü Aletleri (Kumpas, Mikrometre):** Açılan deliğin çapını ve derinliğini kontrol etmek için kullanılır.

### 6.1.1.2. Metal İş Parçasını Delme İşlemleri

Delme işlemine başlamadan önce iş resmi dikkatlice incelenmeli ve işlem sırasında belirlenen adımlar sırasıyla uygulanmalıdır.

#### İş Parçasının Markalanması

Delme yapılacak iş parçası, markalama pleyti üzerine yerleştirilir. İş resminde verilen ölçülere göre mihengir kullanılarak gerekli çizimler yapılır. Markalama çizgilerinin daha net görülebilmesi için iş parçasının yüzeyine markalama boyası veya tebeşir sürülür (Görsel 6.19).



**Görsel 6.19:** İş parçasının markalanması

#### Merkezlerin Noktayla İşaretlenmesi

Markalama işlemi tamamlandıktan sonra delik merkezleri nokta zımbası yardımıyla işaretlenir. Nokta zımbasına çekiçle vurularak yüzeyde küçük bir çukur oluşturulur. Bu işlem, delme sırasında matkap ucunun kaymasını önleyerek deliğin doğru merkezde açılmasını sağlar (Görsel 6.20).



**Görsel 6.20:** Merkezlerin noktayla işaretlenmesi

**KARAR ANI**

İş parçanızı delmeye başlamadan önce markalama, uygun matkap ucu ve tezgâhın devir sayısı ayarının yapılması için karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru seçim, hem takımın ömrünü uzatır hem de enerji tasarrufu sağlar.

#### Matkap Ucunun Ayarlanması

İş resminde belirtilen delik çapına uygun matkap ucu seçilir ve sütunlu matkap tezgâhına bağlanır. Daha sonra delik derinliği, iş resminde verilen ölçülere göre derinlik stoperi bulunan makinelerde ayarlanır (Görsel 6.21).



**Görsel 6.21:** Matkap ucunun seçimi ve sütunlu matkap tezgâhına bağlanması

### İş Parçasının Tezgâha Bağlanması

Markalanmış iş parçası, sütunlu matkap tezgâhının mengenesi üzerine yerleştirilir. Parça, düzgün ve gönyeli olacak şekilde sıkıca sabitlenir. Bu aşama, delme işleminin doğruluğu ve güvenliği açısından büyük önem taşır (Görsel 6.22).



**Görsel 6.22:** İş parçasının tezgâha bağlanması

### Delme İşleminin Yapılması

Makine tablası, iş parçasının konumuna uygun şekilde ayarlanır ve sabitlenir. Ardından delme işlemine başlanır. İş parçası yatay veya dikey konumda delinerek istenen delikler açılır. Delme sırasında oluşan ısıyı azaltmak, matkap ucunun ömrünü uzatmak ve talaşın dışarı kolay atılmasını sağlamak amacıyla soğutma sıvısı (bor yağı) kullanılır. Delme işlemi sırasında kontrollü ve dikkatli çalışılmalıdır (Görsel 6.23).



**Görsel 6.23:** Delme işleminin yapılması

### Metal Malzemeleri Delme İşlemlerinde Dikkat Edilecek Kurallar

Delme işlemi sırasında hem iş güvenliğini sağlamak hem de kaliteli bir işlem elde etmek için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

- Çalışma sırasında tulum (iş önlüğü), koruyucu gözlük ve uygun iş ayakkabısı kullanılmadan işlem yapılmamalıdır.
- Delme işlemine başlamadan önce matkap tezgâhı kısa süre boşta çalıştırılarak kontrol edilmelidir.
- İş parçasına ve yapılacak işe uygun matkap ucu ile doğru devir sayısı seçilmelidir.
- İş parçasının ve matkap ucunun tezgâha sağlam bir şekilde bağlandığından emin olunmalıdır.
- Matkap, iş parçasına düzgün ve titreşimsiz bir şekilde indirilmelidir.
- Delme sırasında matkap ucu uygun yöntemlerle yağlanmalı ve soğutulmalıdır. Yağlama işlemi bezle değil, uygun araçlarla (örneğin fırça) yapılmalıdır.
- Tezgâh çalışırken hiçbir şekilde mandren elle tutulmamalı veya durdurulmaya çalışılmamalıdır.
- Elektrik kesintisi vb. beklenmeyen durumlarda makine kapatılmalıdır.
- Aşınmış veya hasar görmüş matkap uçları kullanılmamalıdır.
- Oluşan talaşlar havayla üflenmemeli, uygun fırça veya talaş temizleme aparatıyla temizlenmelidir.
- Makine çalışırken matkap, somun veya bağlantı elemanlarını sıkmaya çalışmak tehlikelidir. Bu tür işlemler makine durdurulduktan sonra yapılmalıdır.
- Delme işlemi tamamlandıktan sonra tezgâh durdurulmalı, iş parçası soğutulmalı ve ardından ölçü kontrolü yapılmalıdır.
- Matkap tamamen durmadan tezgâhtan uzaklaşılmamalıdır.

## 6.1.2. Ahşap Malzemelerde Delme İşlemleri

Ahşap malzemelerde delme işlemi, belirli çap ve derinlikte yuvalar oluşturmak amacıyla yapılan talaş kaldırma işlemlerinden biridir. Bu işlem vida, dübel, menteşe, kavela ve bağlantı elemanlarının yerleştirilmesi ile montaj; ayrıca montaj ve birleştirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi için uygulanır. Ahşap işleme atölyelerinde delme işlemi, el aletleri veya makineler yardımıyla yapılabilir.

Ahşap malzemelerde delme işleminin amacı şunlardır:

- Vida ve dübel yuvası açmak
- Birleştirme işlemlerini gerçekleştirmek
- Ahşap parçaları monte etmek
- Geçme ve bağlantı elemanları için boşluk oluşturmak
- Süsleme ve dekoratif uygulamalar yapmak

### 6.1.2.1. Delme İşleminde Kullanılan Araç Gereç

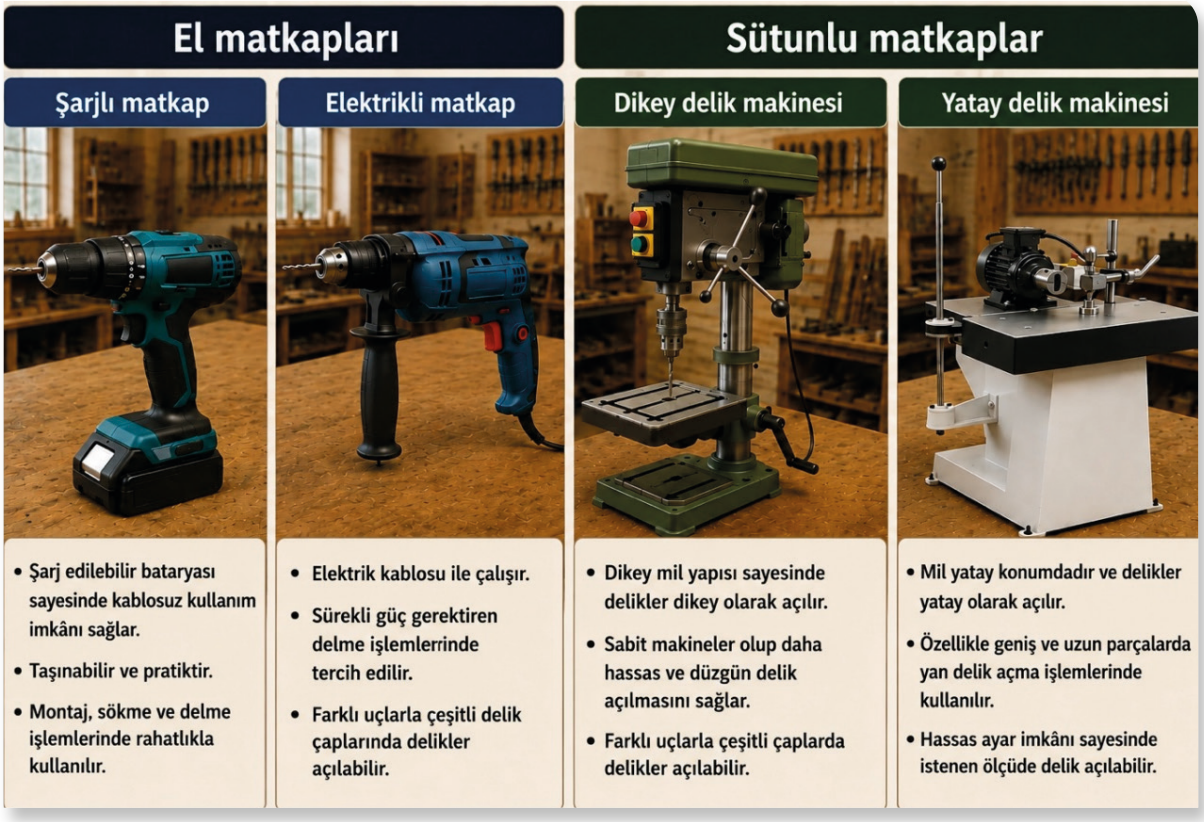
Delme işleminde kullanılan araçlar, işlemin türüne ve ahşabın özelliklerine göre değişiklik gösterebilir.

#### a) Matkaplar

Ahşap delme işlemlerinde matkaplar en yaygın olarak kullanılan araçlardır. El matkabı ve sütunlu matkap olmak üzere iki gruba ayrılır (Görsel 6.24).

**El Matkapları:** Taşınabilir ve pratik kullanım sağlar. Şarjlı ve elektrikli matkap olmak üzere ikiye ayrılır.

**Sütunlu Matkaplar:** Sabit makineler olup daha hassas ve düzgün delik açılmasına imkân verir. Dikey ve yatay delik makinesi olarak ikiye ayrılır.




**Görsel 6.24:** Matkap çeşitleri

### b) Matkap Uçları

Ahşap delmede farklı özelliklere sahip matkap uçları kullanılır (Görsel 6.25).

**Helezon Matkap Uçları:** Genel amaçlı delme işlemlerinde kullanılır.

**Ahşap Burgulu Uçlar:** Derin delik açmada tercih edilir.

**Forstner Uçlar:** Geniş ve düzgün tabanlı delikler açmak için kullanılır. Özellikle menteşe deliği açmak için kullanılır.

**Panç Uçlar:** Büyük çaplı deliklerin açılmasında kullanılır.




**Görsel 6.25:** Matkap uçları

## 6.1.2.2. Delme İşlem Basamakları

Ahşapta delme işlemi belirli aşamalara dikkat edilerek yapılmalıdır. Bu aşamalar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

### a) Ölçme ve Markalama

Delik açılacak yer, cetvel ve gönye yardımıyla ölçülür ve kurşun kalemle artı şeklinde işaretlenir. Çizgilerin kesiştiği yer delinecek yeri temsil eder. İşaretleme işleminin doğru yapılması, hatasız çalışma açısından önemlidir (Görsel 6.26).



**Görsel 6.26:** Markalama

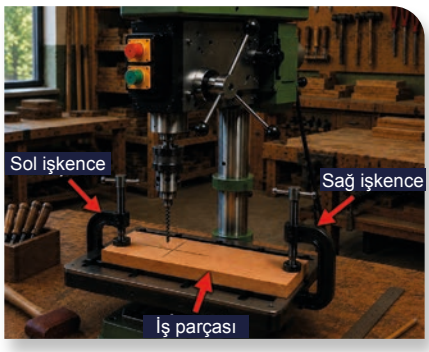
### b) Malzemenin Sabitlenmesi

Delme sırasında ahşabın hareket etmesini önlemek için sabitlenmesi önemlidir. Delinecek malzeme delme esnasında hareket etmeyecek kadar ağır veya büyükse sabitlemeye ihtiyaç duyulmaz ancak parça küçükse sabitlenmelidir. Küçük parça şarjlı veya elektrikli matkapla delinecekse marangoz tezgâhındaki mengenelere, sabitleme demirlerine veya marangoz tezgâhına işkence yardımıyla sabitlenmelidir. Küçük parçanın delme işlemi yatay delik makinesinde yapılacaksa parça, makinenin sabitleme koluyla sıkıca sabitlenmelidir (Görsel 6.27).

Sabitlenecek iş parçası, dikey delik makinesinde delinecek ve elle sabit tutulamayacaksa işkence yardımıyla sabitlenmelidir (Görsel 6.28).




**Görsel 6.27:** Parçanın sabitleme koluyla sıkılması



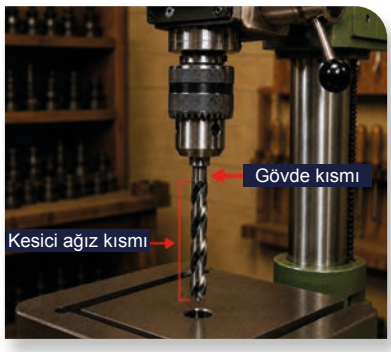

**Görsel 6.28:** Parçanın işkence ile sabitlenmesi

### c) Uygun Matkap Ucunun Seçilmesi ve Ayarlanması

Açılacak deliğin çapına ve derinliğine uygun matkap ucu seçilir. Uç seçiminin yanlış yapılması, yüzeyde çatlama ve yıpranmalara neden olabilir. Matkap ucunu el matkabına veya sütunlu matkaplara takarken gövde kısmından takılmasına, kesici uçların zarar görmemesine dikkat edilmelidir (Görsel 6.29, 6.30).




**Görsel 6.29:** Matkap ucunun kısımları




**Görsel 6.30:** Matkap ucunun doğru takılması

Açılacak delik, parçanın tam karşısından çıkmayacaksa matkap ucu delinmek istenen derinlik kadar işaretlenir. Bu işaret genelde kâğıt bantla yapılabilir (Görsel 6.31).




**Görsel 6.31:** Bıçağın kağıt bantla işaretlenmesi

### ç) Delme İşleminin Yapılması

Delme işlemine el matkaplarıyla başlarken matkabın ucundaki sivri kısım markalama noktasına bastırılır ve matkap dik hâle getirilir. Delme işlemine matkabın devri yavaş yavaş arttırılarak başlanır. Delme sırasında aşırı baskı olmamalı ve delme esnasında matkap zorlanırsa matkap parçadan tam çıkarılmadan geri çekilip talaşın açılan delikten çıkmasına yardımcı olunmalıdır.

Sütunlu matkaplarda delme işlemi yapılırken aynı şekilde bıçağın ucundaki sivri kısım markalama noktasına getirilir ve bıçak hizalaması yapılır. Makine çalıştırılır ve delme işlemine yavaş şekilde başlanır. Açılan delikten talaş çıkmasını kolaylaştırmak için matkabı geri çekme işlemi sütunlu matkaplarda da yapılır. Delme sırasında aşırı baskı uygulanmasının, matkabın ucunun kırılmasına veya ahşabın zarar görmesine yol açabileceği unutulmamalıdır.

### d) Temizlik ve Kontrol

Delme işlemi tamamlandıktan sonra çalışma alanının temizlenmesi ve yapılan işlemin kontrol edilmesi gerekir. İş parçasının üzerinde ve tezgâh tablasında oluşan talaşlar uygun bir fırça yardımıyla temizlenmelidir. Talaşların elle temizlenmesi yaralanmalara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır. Daha sonra açılan deliğin çapı, derinliği ve konumu kumpas veya derinlik ölçme araçlarıyla kontrol edilir. Deliğin yüzeyinde çapak, kayma veya ölçü hatası olup olmadığı incelenir. Yapılan temizlik ve kontrol işlemleri hem iş güvenliğini sağlar hem de parçanın istenen ölçü ve kalitede olup olmadığını belirlemeye yardımcı olur.

Delme işleminde dikkat edilmesi gereken kurallar şunlardır:

- İş güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Çalışma alanı düzenli tutulmalıdır.
- Matkap uçlarının keskin olmasına dikkat edilmelidir.
- Delme sırasında özellikle bilek kısmında gevşek kıyafet kullanılmamalıdır.
- Delme sırasında matkap, ileri geri hareketleri dışında sağa sola hareket ettirilmemelidir.
- Elektrikli aletlerin kabloları kontrol edilmelidir.

### Delme İşleminde Karşılaşılan Hatalar

Delme işlemi sırasında çeşitli hatalar meydana gelebilir. Bu hataların önlenmesi için uygun takım seçilmeli ve işlem, kurallara dikkat edilerek yapılmalıdır. Meydana gelebilecek hatalar şunlardır:

- Deliğin eksenden kayması
- Ahşap yüzeyde çatlama oluşması
- Delik çapının istenenden büyük çıkması
- Deliğin çevresinde lif kopmalarının oluşması

## SIRA SİZDE

**1. Aşağıda verilen matkap ucu türlerinin kullanım amaçlarını ve uygun oldukları malzemeleri ilgili bölüme yazınız.**

| MATKAP UCU TÜRÜ | | KULLANIM AMACI VE UYGUN MALZEMELER |
|---|---|---|
| 1. HSS (Seri Çelik) Helisel Matkap Ucu |  | ..... ..... ..... |
| 2. Karbür Matkap Ucu |  | ..... ..... ..... |
| 3. Punta Matkap Ucu |  | ..... ..... ..... |
| 4. Havşa Matkap Ucu |  | ..... ..... ..... |
| 5. Kademeli (Yaprak) Matkap Ucu |  | ..... ..... ..... |

**2. Bir atölyede çalışan H...'nin üzerinde delme işlemi yapacağı metaller şunlardır:**

- Alüminyum levha (yumuşak malzeme)
- Yapı çeliği (orta sertlikte malzeme)
- Paslanmaz çelik (sert malzeme)

H…'nin elinde şu matkap uçları bulunmaktadır:

- HSS (seri çelik) matkap ucu
- Karbür (sert maden) matkap ucu

H… ayrıca her malzeme için devir sayısını ayarlamak ve soğutma sıvısı kullanıp kullanmayacağına karar vermek zorundadır.

**Buna göre aşağıdaki istenenleri cevaplayınız.**

**a) H…'nin her bir malzeme için uygun matkap ucunu nasıl seçmesi gerektiğini açıklayınız.**

.....
.....

**b) H…'nin malzeme türüne göre devir sayısını nasıl ayarlaması gerektiğini açıklayınız.**

.....
.....

**c) H…'nin delme işlemi sırasında soğutma sıvısı kullanımına neye karar vermesi gerektiğini açıklayınız.**

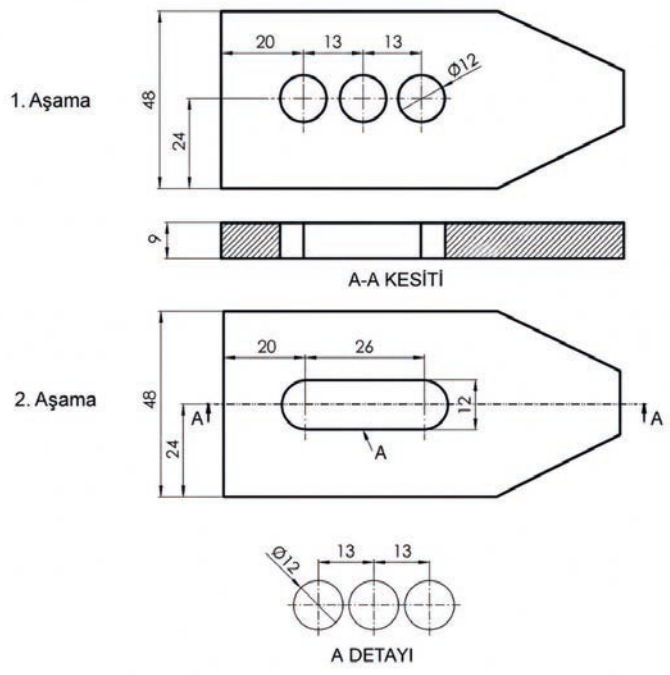
.....
.....

## 6.1. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Malzemelerde Delik Açma** |
| **Amaç** | Matkap tezgâhında delme işlemi yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 48x95x9 mm ölçülerindeki lama parçası, ø12 mm matkap ucu, markalama boyası, metal çizecek, nokta, çekiç |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. İş parçasını arkadaşlarınızla sıranızı gözeterek markalayınız.
4. Görsel 6.32'deki ölçülere göre delik merkezlerini noktalayınız.
5. Uygun matkap devrini ayarlayınız.
6. Uygun matkapla kontrollü bir şekilde delme işlemini gerçekleştiriniz.
7. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
8. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 6.32:** Yapılacak işin resmi

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

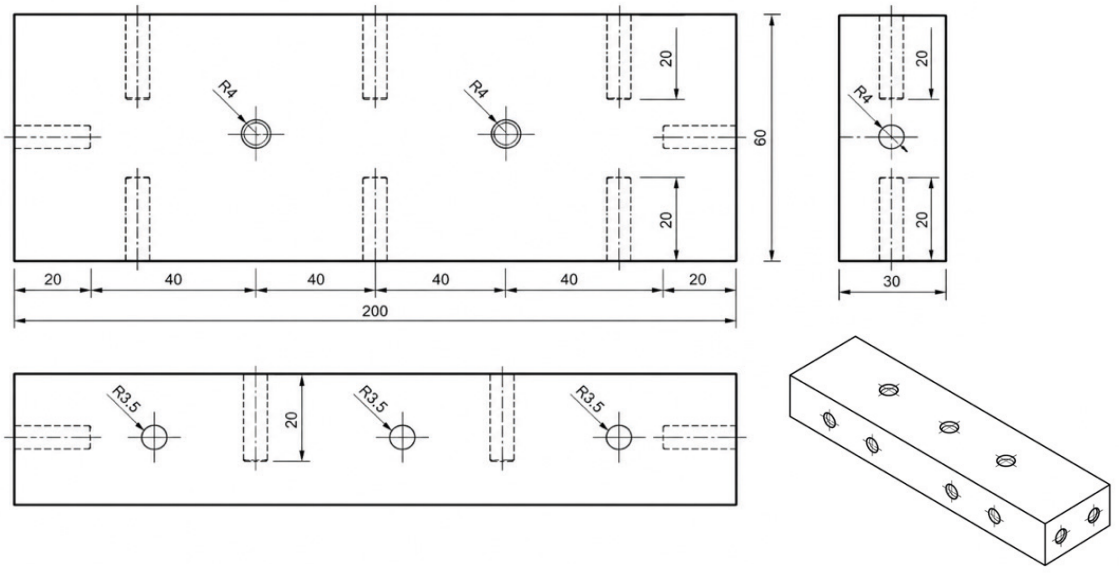
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 6.2. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Delik Açma** |
| **Amaç** | Matkap ile delme işlemi yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 200x60x30 mm ölçülerindeki ahşap parçası, çapı 4 ve 3,5 mm matkap uçları, kurşun kalem, metre, gönye |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. İş parçasını sıranızı gözeterek markalayınız.
4. Kesici ucu deliğin istenen ölçüsünde işaretleyiniz (Görsel 6.33).
5. Parçayı tezgâha veya makineye sabitleyiniz.
6. Uygun matkap devrini ayarlayınız.
7. Uygun matkapla kontrollü bir şekilde delme işlemini gerçekleştiriniz.
8. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 6.33:** Yapılacak işin resmi

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 6.2. HAVŞA AÇMA İŞLEMLERİ

İş parçasının üzerinde açılmış deliklere yerleştirilecek vida veya cıvata başlarının yüzeyin içine gömülmesini sağlamak amacıyla oluşturulan boşluğa **havşa** adı verilir. Havşa açma işlemiyle bağlantı elemanlarının baş kısımları yüzeyden dışarı taşmaz ve hem daha estetik hem de daha güvenli bir bağlantı elde edilir.

Havşa açma işlemi, özellikle gemi yapımı vb. hassas ve dayanıklılık gerektiren alanlarda önemlidir. Metal ve ahşap yüzeylerde uygulanan havşa işlemleri; kullanılan malzemenin türüne, bağlantı elemanının özelliklerine ve yapılacak işin amacına göre farklı yöntemlerle gerçekleştirilir.

Gemi yapımında kullanılan malzemelerin kalınlığı, sertliği ve kullanım amacı değişken olduğu için havşa açma işlemlerinde kullanılan araçlar ve uygulama teknikleri de çeşitlilik gösterir. Bu nedenle havşa işlemleri genel olarak iki ana başlık altında incelenir.

### 6.2.1. Metal Malzemelere Havşa Açma İşlemleri

Metal malzemelerin üzerinde açılmış deliklerin, iş resminde belirtilen ölçü ve özelliklere uygun hâle getirilmesi için havşa açma işlemi uygulanır. Havşa açma işlemiyle vida veya cıvata başlarının yüzeye düzgün şekilde oturması sağlanır ve bağlantı kalitesi artırılır. Havşa açmada özel olarak üretilmiş havşa matkapları kullanılır. Havşa matkap uçları farklı açılara ve çaplara sahip olarak üretilir. En yaygın kullanılan havşa açıları 60°, 75°, 82°, 90° ve 120°dir (Görsel 6.34).

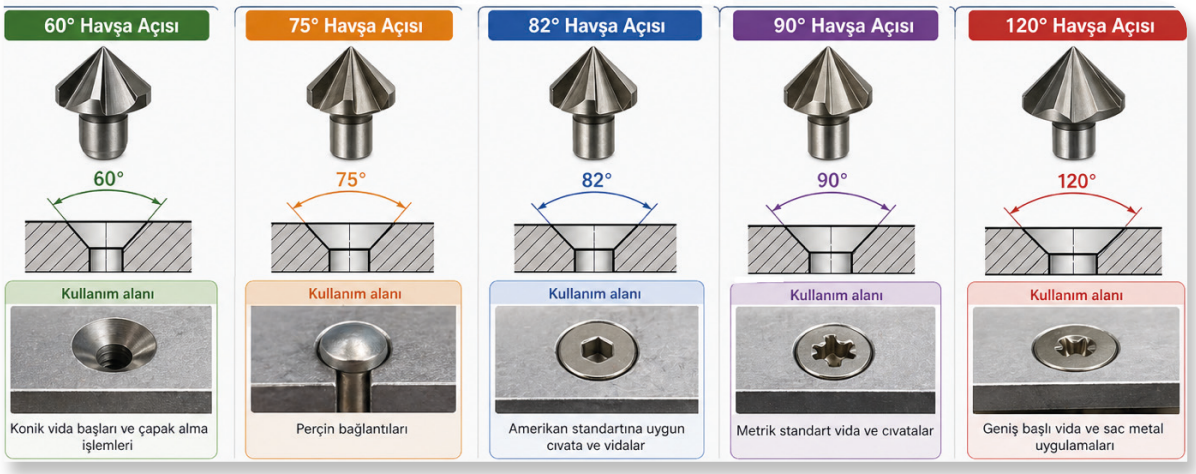
**60° Havşa Açısı:** En dar açılı havşa çeşitlerinden biridir. Genellikle konik vida başlarının gömülmesini sağlamak ve deliğin ağzını temizlemek için kullanılır. Konik vida başları, vida sıkıldığında deliğin içine daha iyi oturur ve yüzeyle aynı hizaya gelir.

**75° Havşa Açısı:** Genellikle perçin (riveting) uygulamalarında kullanılır. Özellikle bazı özel bağlantı sistemlerinde tercih edilir. Uçak, gemi ve bazı hassas imalat alanlarında görülebilir.

**82° Havşa Açısı:** Amerikan Standardı (ANSI) havşa uçları olarak bilinir. 82° havşa uçları, genellikle Amerikan standartlarına (UNC, UNF) uygun cıvata ve vidaların baş kısımlarının yüzeye gömülmesini sağlamak için kullanılır.

**90° Havşa Açısı:** En yaygın havşa açısı çeşitlerinden biridir. Metrik Standardı (ISO) olan havşa uçları olarak bilinir. 90° havşa uçları, genellikle metrik standartlara (M) uygun cıvata ve vidaların baş kısımlarının yüzeye gömülmesini sağlamak için kullanılır. Metrik vidaların baş kısımları, 90° açılı havşa uçları ile açılan havşalara tam olarak oturur.

**120° Havşa Açısı:** Genellikle geniş başlı vida ve cıvataların baş kısımlarının yüzeye gömülmesini sağlamak ve deliğin ağzındaki pürüzü temizlemek için kullanılır. Ayrıca sac metal ve ince malzemelerde havşa açma işlemi için de uygundur.




**Görsel 6.34:** Havşa açıları ve kullanım alanları

Havşa açmanın temel amacı; vida, perçin vb. bağlantı elemanlarının baş kısımlarının yüzeye düzgün şekilde oturmasını sağlamaktır. Bunun yanı sıra delik ağızlarında oluşan çapakların giderilmesi, keskin kenarların alınması ve merkezden kaçmış deliklerin düzeltilmesi amacıyla da havşa açma işlemi uygulanır.

### 6.2.1.1. Havşa Açma İşlemlerinde Kullanılan Araçlar

Metal malzemelerde havşa açma için çeşitli araç ve makineler kullanılır. Bu araç ve makinelerin özellikleri ve kullanım yerleri aşağıda açıklanmıştır.

#### a) Havşa Matkap

Havşa maktapları, helisel matkaplara göre daha fazla kesici ağız sayısına sahip olduklarından daha pürüzsüz yüzeyler elde edilmesini sağlar. Havşa matkaplarının iki çeşidi vardır.

**Silindirik (Düz) Havşa Matkabı:** Vida başlarının yüzeyle aynı seviyeye getirilmesi gerektiği durumlarda, özellikle silindirik başlı gömme vidalar için yuva açmada kullanılır.

**Konik Havşa Matkabı:** Delik ağızlarındaki çapakları temizlemek, kenarları pahlamak ve konik yuvalar oluşturmak için tercih edilir. Uç açıları genellikle **60°** ve **90°** olarak üretilir.

#### b) Matkap Tezgâhı

Havşa açma işlemi, hassas devir kontrolü gerektiren aşağıda yer alan makinelerde gerçekleştirilir.

**Sütunlu Matkap Tezgâhı:** Atölye ortamında iş parçasının sabitlenerek en hassas havşa işleminin yapıldığı ana donanımdır.

**El Breyzi ve Şarjlı Vidalama:** Daha taşınabilir veya yerinde yapılması gereken hafif havşa işlemleri için kullanılan donanımlardır.

#### c) Bağlama ve Sabitleme Elemanları

Havşa işleminde kullanılan bağlama ve sabitleme elemanları, iş parçasının işlem sırasında güvenli ve düzgün şekilde tutulmasını sağlar. Doğru şekilde sabitlenmeyen iş parçaları ölçü hatalarına, matkap ucunun kırılmasına ve iş kazalarına neden olabilir. Bu nedenle delme işlemine başlamadan önce iş parçasının uygun bağlama elemanlarıyla güvenli şekilde sabitlenmesi önemlidir (Görsel 6.35).



**Görsel 6.35:** Makine mengenesi, cıvata ve pabuç

**Makine Mengenesi:** İş parçasını düzgün ve gönyeli bir şekilde matkap tezgâhına sabitlemek için kullanılır.

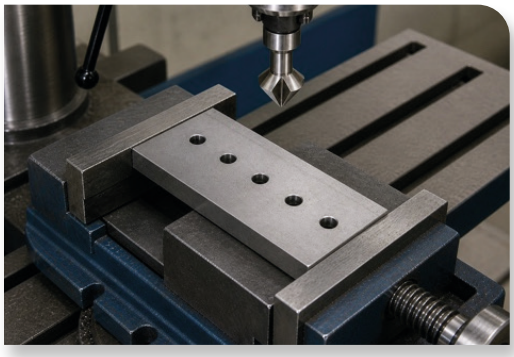
**Cıvatalar ve Pabuçlar:** Büyük parçaların doğrudan tezgâh tablasına sabitlenmesi gerektiğinde kullanılır.

### 6.2.1.2. Metal İş Parçasına Havşa Açma İşlemi

Havşa açma işlemine başlamadan önce iş resmi dikkatlice incelenmeli ve işlem sırası planlanmalıdır. Uygulama sırasında aşağıdaki adımlar izlenir.

#### İş Parçasının Tezgâha Bağlanması

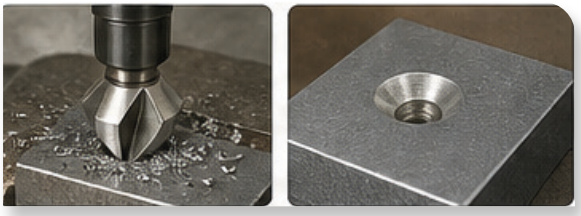
İş parçası, delik yönü yukarı bakacak şekilde tezgâh mengenesine yerleştirilir ve sağlam bir şekilde sıkılır (Görsel 6.36). Parçanın düzgün ve sabit olması, havşa açma işleminin doğruluğu açısından önemlidir.



**Görsel 6.36:** İş parçasının tezgâha bağlanması

### Havşa Açma İşleminin Yapılması

Seçilen havşa ucu, matkap tezgâhına uygun şekilde bağlanır. Daha önceden açılmış deliklerin üzerine hizalanarak kontrollü bir şekilde havşa açma işlemi gerçekleştirilir. İşlem sırasında fazla baskı uygulanmamalı ve havşa işlemi düzenli bir şekilde yapılmalıdır (Görsel 6.37).



**Görsel 6.37:** Havşa açma işleminin yapılması

## 6.2.2. Ahşap Malzemelerde Havşa Açma İşlemi

Havşa açma işlemi genellikle matkaplara takılan özel havşa uçlarıyla gerçekleştirilir (Görsel 6.38).




**Görsel 6.38:** Havşa ucu

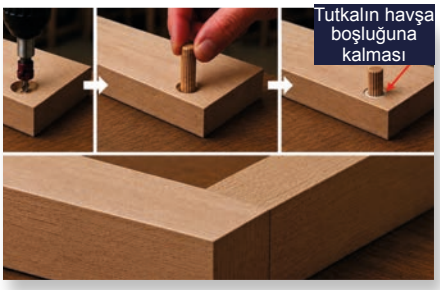
Ahşap malzemelerde havşa açma işlemi, vida başlarının malzemenin yüzeyine gömülmesini sağlamak amacıyla yapılan bir delik genişletme işlemidir. Öncelikle vidanın çapına uygun bir delik açılır, ardından havşa ucu kullanılarak deliğin ağız kısmı konik biçimde genişletilir (Görsel 6.39, 6.40). Ayrıca havşa açma işlemi kavelalı birleştirmelerde tutkalın dışarı çıkmaması ve tam birleştirme gerçekleşmesi için de kullanılır (Görsel 6.41).



**Görsel 6.39:** Havşa ucu açma işlemi



**Görsel 6.40:** Havşa ucu açılmış parça




**Görsel 6.41:** Kavelalı birleştirmede havşa ucu açma

Havşa işlemiyle vidanın başı yüzeyden dışarı taşmaz ve daha düzgün, estetik bir görünüm elde edilir. Ayrıca yüzeyde çıkıntı oluşmadığı için kullanım güvenliği de artırılmış olur (Görsel 6.42). Böylece vidanın başı açılan bölüme tam olarak oturur.

Ahşap işlerinde havşa açma işlemi mobilya üretimi, dolap montajları, ahşap birleşim işlemleri ve dekoratif yüzey uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

Havşa açma işleminin avantajları şunlardır:

- Vida başlarının yüzeye gömülmesini sağlar.
- Daha düzgün ve estetik bir görünüm oluşturur.
- Yüzey çıkıntılarını önler.
- Ahşap yüzeyin çatlama riskini azaltır.
- Zımparalama ve boya işlemlerini kolaylaştırır.




**Görsel 6.42:** Açılmış havşanın içine giren vida

Havşa açarken dikkat edilmesi gereken kurallar şunlardır:

- Vidanın başına uygun çapta havşa ucu kullanılmalıdır.
- Fazla derin havşa açılmamalıdır.
- Matkap yüksek devirde kullanılmamalıdır.
- İş parçası sabitlenmelidir.
- Delme ekseni dik tutulmalıdır.

## SIRA SİZDE

**A) Aşağıdaki soruları cevaplayınız. Havşa başlı vidaların montajında havşa açısının önemini değerlendiriniz. Doğru ve yanlış havşa açısı seçimlerinin montaj kalitesi üzerindeki etkilerini tartışınız. Ayrıca 60°, 90° ve 120° havşa açılarının hangi uygulamalarda tercih edildiğini araştırarak görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız. Elde ettiğiniz sonuçları örneklerle açıklayınız.**

**1. Doğru havşa açısının seçilmesi neden önemlidir?**

**Cevap:**.....
.....
.....

**2. Yanlış açı kullanıldığında montajın dayanımı nasıl etkilenir?**

**Cevap:**.....
.....
.....

**3. Hangi durumlarda 60°, 90° veya 120° açılar tercih edilir?**

**Cevap:**.....
.....
.....

**B) Bir tersanede çalışan teknisyenler, metal levhaları birleştirmek için cıvata bağlantısı yapmaktadır. Teknisyenlerden S…, 10 mm çapında bir delik açarak havşa başlı vidayla montaj yapmak ister.**

**S… delme işlemi sırasında**

- ✦ iş parçasını mengeneye tam sabitlemeden çalışmaya başlamış
- ✦ büyük çaplı matkap ucu kullanmasına rağmen yüksek devir seçmiş
- ✦ soğutma sıvısı kullanmamış
- ✦ havşa açma işleminde 60° havşa ucu tercih etmiş
- ✦ işlemin sonunda vida başı yüzeye tam oturmamış ve deliğin çevresinde çapaklar oluşmuştur.

**Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

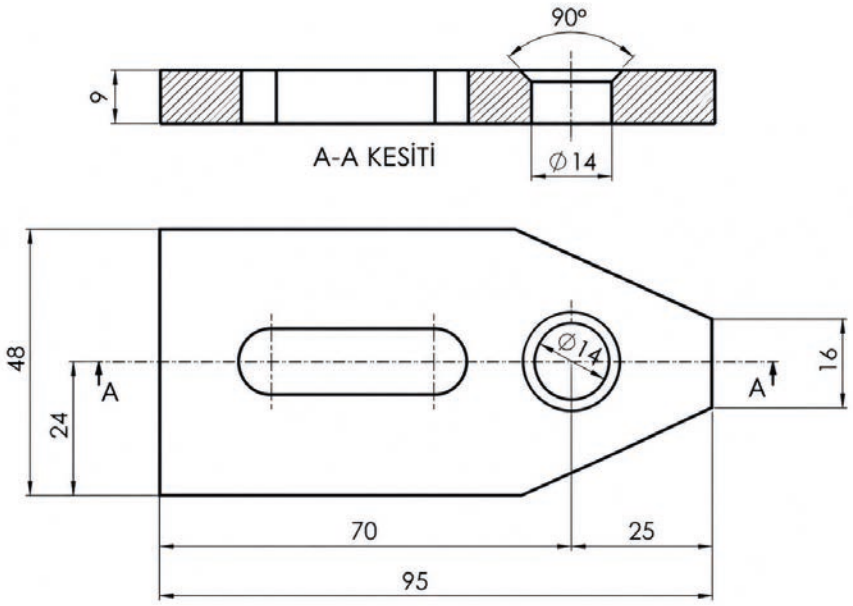
1. **S…'nin yaptığı hataları gerekçesiyle açıklayınız.**
   .....
   .....
2. **S…'nin delme işleminde yaptığı hataların iş parçası ve takım üzerindeki etkilerini yorumlayınız.**
   .....
   .....
3. **Havşa açma işlemi ve vida uyumu açısından S…'nin yaptığı hatayı değerlendiriniz.**
   .....
   .....

## 6.3. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Malzemelere Havşa Açma** |
| **Amaç** | Matkap ile silindirik boşluklara havşa açma işlemi yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 48x95x9 mm ölçülerindeki lama parçası, ø12 mm matkap ucu, markalama boyası, metal çizecek, nokta, çekiç, havşa matkap ucu |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. İş parçasını sıranızı gözeterek markalayınız.
4. Görsel 6.43'te verilen iş parçasının şekil ve ölçülerine göre delik merkezlerini noktalayınız.
5. Uygun matkap devrini ayarlayınız.
6. İş parçasını uygun matkapla kontrollü bir şekilde deliniz.
7. Havşa matkap ucu ile deliğin üzerine havşanızı uygun derinlikte açınız.
8. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 6.43:** Yapılacak işin resmi

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

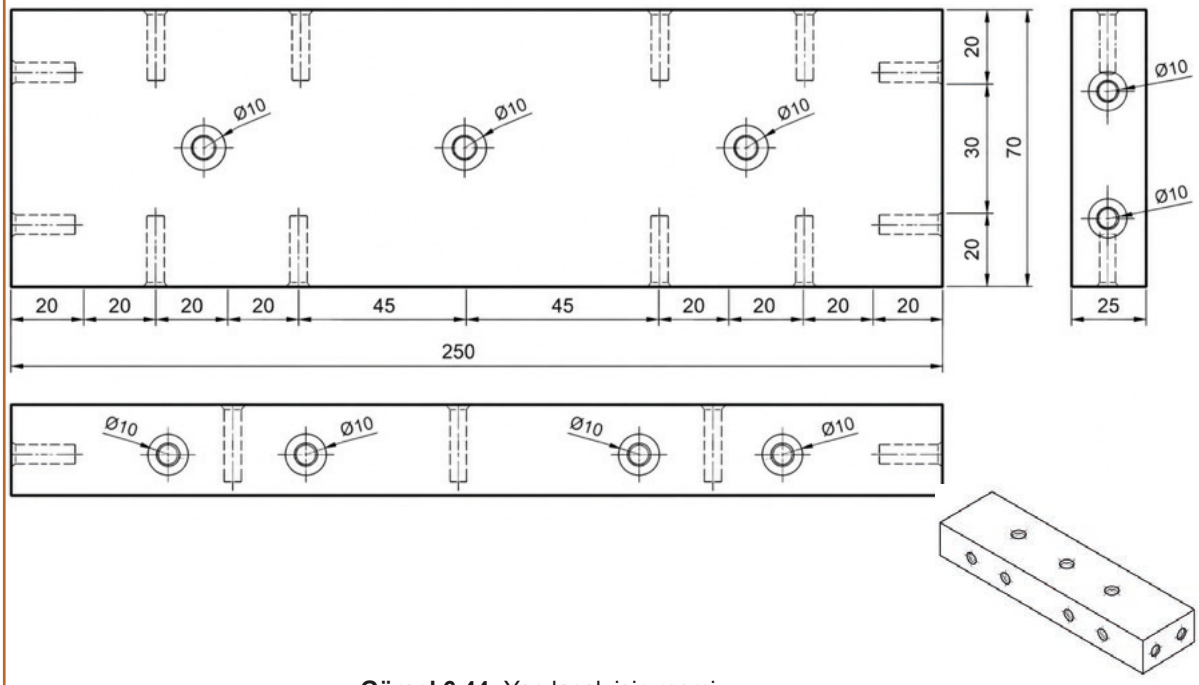
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 6.4. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelere Havşa Açma** |
| **Amaç** | Matkap ile silindirik boşluklara havşa açma işlemi yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 200x60x30 mm ölçülerindeki delik açılan iş parçası, havşa ucu, matkap |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçayı tezgâha veya makineye sabitleyiniz.
4. Uygun matkap devrini ayarlayınız.
5. Görsel 6.44'te verilen iş parçasının şekil ve ölçülerine göre delik merkezlerine uygun matkapla kontrollü bir şekilde havşa açınız.
6. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
7. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 6.44:** Yapılacak işin resmi

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Öz Değerlendirme formunu doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Kendi çalışmanızı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

NOTLAR

# 6. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde delik ve havşa açma işlemlerinde kullanılan araç gereç verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutu numarasını birden fazla soruda kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Helisel matkap ucu<br>(a) | Havşa matkabı<br>b) | Mengene<br>(c) | Koruyucu gözlük<br>(ç) |
| Fırça<br>(d) | Ahşap vida<br>(e) | Markalama kalemi<br>(f) | Soğutma sıvısı<br>(g) |
| Çelik cetvel<br>(ğ) | Nokta<br>(h) | Kademeli matkap ucu<br>(ı) | İş önlüğü<br>(i) |

**1. Malzemelerde delme işleminden önce ölçü alma ve markalama için kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**2. İş güvenliği amacıyla kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**3. Ahşap yüzeylerde vida başlarını yüzeye gömmek için kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**4. Delme işlemi sırasında iş parçasını güvenli şekilde sabitlemek için kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**5. Talaş temizliği ve çalışma alanının düzenli tutulması için kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**6. Malzemelerde genel amaçlı delme işlemlerinde kullanılan matkap uçları hangileridir?**

……

**7. Delme işlemi sırasında ölçü kontrolü ve işaretleme amacıyla kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**8. Ahşap yüzeylerde bağlantı elemanlarıyla ilgili kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**9. Delme işlemi sırasında iş güvenliği ve düzen açısından önemli olan araç gereç hangileridir?**

……

**10. Malzemelerde düzgün ve kaliteli delik açılması için kullanılan kesici takımlar hangileridir?**

……

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**11. Delme işleminin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi parlatmak
B) Yüzey boyamak
C) Malzemeyi sertleştirmek
D) Parçayı kaynaklamak
E) Malzemenin üzerinde silindirik boşluk oluşturmak

**12. Aşağıdakilerden hangisi delme işleminde kullanılan kesici takımdır?**

A) Çekiç
B) Gönye
C) İşkence
D) Matkap ucu
E) Mengene

**13. Büyük çaplı matkap uçlarında devir sayısının düşük seçilmesinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Talaş miktarını artırmak
B) İş parçasını hafifletmek
C) Aşırı ısınmayı önlemek
D) Matkabı hızlandırmak
E) Delik çapını küçültmek

**14. Aşağıdaki matkap uçlarından hangisi sert malzemelerin delinmesinde tercih edilir?**

A) Havşa
B) HSS
C) Punta
D) Karbür
E) Yaprak

**15. Punta matkabının kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Delik genişletmek
B) Vida başını gömmek
C) Talaş temizlemek
D) Parça yüzeyini düzeltmek
E) Matkabın merkezden kaçmasını önlemek

**16. Aşağıdakilerden hangisi havşa açma işleminin amaçlarından biridir?**

A) Sac kalınlığını artırmak
B) Vida başını yüzeye gömmek
C) Parçayı sertleştirmek
D) Delik kapatmak
E) Yüzey boyamak

**17. Metrik vidalar için en yaygın kullanılan havşa açısı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 120°
B) 90°
C) 82°
D) 75°
E) 60°

**18. İş parçasını güvenli şekilde sabitlemek için kullanılan araç aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Eğe
B) Gönye
C) Kumpas
D) Mengene
E) Tornavida

**19. Delme sırasında oluşan talaşların temizlenmesinde aşağıdakilerden hangisi kullanılmalıdır?**

A) Bez
B) El
C) Fırça
D) Hava tabancası
E) Pense

**20. Soğutma sıvısının kullanılmasının temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Parçayı boyamak
B) Matkap ucunu yumuşatmak
C) Aşırı ısınmayı azaltmak
D) Delik çapını büyütmek
E) Yüzeyi sertleştirmek

**21. Aşağıdakilerden hangisi sütunlu matkap tezgâhında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği açısından yanlış bir davranıştır?**

A) Koruyucu gözlük kullanmak
B) İş parçasını mengeneye bağlamak
C) Talaşı fırçayla temizlemek
D) Dönen mandreni elle durdurmaya çalışmak
E) Uygun devir sayısını seçmek

**22. Kademeli matkap uçlarının kullanıldığı malzemeler aşağıdakilerden hangisidir?**

A) İnce sac malzemeler
B) Kalın döküm parçalar
C) Ahşap kalaslar
D) Beton yüzeyler
E) Seramik levhalar

**23. Havşa açma işleminde yanlış açının seçilmesi aşağıdakilerden hangisine neden olur?**

A) Delik derinliğinin artması
B) Vida başının yüzeye tam oturmaması
C) Talaş oluşmaması
D) Parçanın yumuşaması
E) Delik çapının küçülmesi

**24. V-bloklarının kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Sac kesmek
B) Talaş temizlemek
C) Delik ölçmek
D) Yüzey düzeltmek
E) Yuvarlak parçaları sabitlemek

**25. Delme işlemi tamamlandıktan sonra yapılması gereken işlem aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Mandreni elle durdurmak
B) İş parçasını hemen elle tutmak
C) Ölçü ve kalite kontrolü yapmak
D) Devir sayısını artırmak
E) Matkap ucunu yağsız bırakmak

# 7. ÖĞRENME BİRİMİ

# MALZEMELERE FORM VERME İŞLEMLERİ



## KONULAR


**7.1. EĞME VE BÜKME İŞLEMLERİ**

**7.2. PAH VE RADİUS İŞLEMLERİ**


Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- boru bükme aparatı
- bükme
- bükme payı
- caka
- eğme
- kalıp
- keskin kenar
- kumlama
- nötr eksen
- pah
- radius
- raybalama
- zımba

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- gemi inşa süreçlerinde metal malzemelere form verme işlemlerini analiz etmeniz, parçanın kullanım yerine göre doğru bükme yöntemini belirlemeniz
- bükme işlemi öncesinde nötr eksen kavramını kullanarak bükme payı hesaplamalarını hatasız yapmanız, açınım boyunu malzeme israfını önleyecek şekilde hesaplamanız
- boru ve sac malzemeleri, uygun araç gereç (caka, boru bükme aparatı vb.) kullanarak teknik resimdeki ölçü ve açılarda bükmeniz
- iş parçalarının keskin kenarlarını pah kırma ve radius işlemleriyle temizleyerek hem iş güvenliğini (İSG) sağlamanız hem de ürün kalitesini artırmanız
- çalışmalarınızda tasarruf değerini merkeze alarak minimum fire ile çalışmayı alışkanlık edinmeniz, karmaşık bükme işlemlerinde sabır ve öz güven sergileyebilmeniz
- atölye çalışmaları sonunda ortaya çıkan atık malzemeleri (metal talaşı, parça artıkları) uygun geri dönüşüm süreçlerine dahil ederek çevreye duyarlı bir yaklaşım sergilemeniz
- eğme-bükme teknolojileri ve modern aparatlar hakkında dijital kaynaklardan araştırma yapmanız, bilgileri uygulama süreçlerinde kullanmanız

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda bir metal parçanın üretim süreciyle ilgili bir durum verilmiştir.**

Bir tersanede çalışan ekip, bir geminin güverte bölümünde kullanılacak metal bir parçayı üretmektedir. Parçanın ölçme ve markalama işlemleri tamamlanmış, kesilmiş, yüzeyi düzeltilmiş ve gerekli delikler açılmıştır. Ancak teknik resmi inceleyen usta, parçanın mevcut hâliyle kullanılmasının mümkün olmadığını belirtir. Parçanın gemide kullanılabilmesi için belirli bölgelerine yeni şekiller verilmesi gerektiğini söyler ve öğrencilerden bu konuda fikirlerini paylaşmalarını ister.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Ölçme, kesme ve delme işlemleri tamamlanan bir parçaya neden sonradan farklı şekiller verilmek istenebilir?
2. Metal parçanın mevcut hâliyle kullanılmamasının nedenini açıklayınız.

## KONUYA BAŞLARKEN

Gemi yapımı ve ahşap yat inşa çalışmalarında kullanılan metal malzemeler, borular ve ahşap parçalar çoğu zaman düz hâlde değil belirli ölçü, açı ve formlarda hazırlanır. Bu nedenle üretim sürecinde malzemelere eğme, bükme, pah verme, radius açma vb. şekillendirme işlemleri uygulanır. Metal sacların ve profillerin bükülmesiyle gemi gövdesi, taşıyıcı parçalar ve bağlantı elemanları oluşturulurken borular farklı açılarda şekillendirilerek tesisat ve akış sistemlerinde kullanılır. Ahşap malzemeler ise tekne ve yat yapımında gövde formuna uygun hâle getirilerek estetik ve dayanıklı yapılar elde edilmesini sağlar. Bu işlemler sırasında doğru ölçü almak, açınım boyunu hesaplamak, uygun araç gereç kullanmak ve iş güvenliği kurallarına uymak önemlidir.

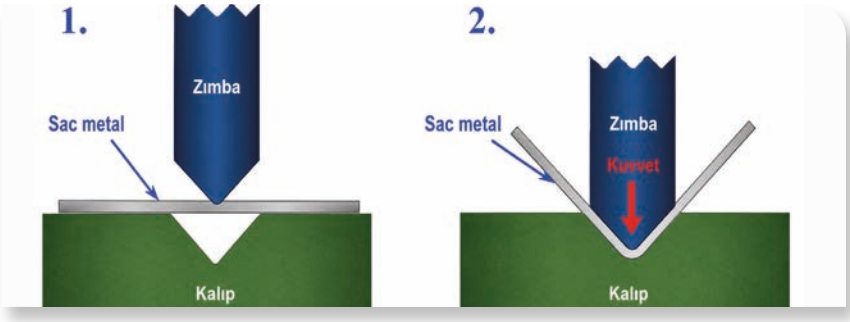
## 7.1. EĞME VE BÜKME İŞLEMLERİ

Malzemelere kesme işlemi uygulamadan belirli bir açı, eğim veya form kazandırmak amacıyla yapılan temel şekillendirme işlemleridir. Metal, boru ve ahşap malzemeler üzerinde uygulanan bu işlemler; üretim, montaj ve konstrüksiyon çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Özellikle gemi yapımı, makine imalatı, mobilya üretimi, tesisat ve yapı sektörlerinde farklı şekil ve ölçülerdeki parçalar eğme ve bükme işlemleriyle elde edilir.

Metal malzemelerde eğme ve bükme işlemleri; çekiç, mengene, caka, silindir, abkant vb. araç ve makineler yardımıyla gerçekleştirilirken borularda yapılan bükme işlemlerinde kesitin bozulmaması ve akışkan geçişinin korunması önemlidir. Ahşap malzemelerde ise buhar, sıcaklık veya mekanik kuvvet yardımıyla forma çekme işlemleri uygulanarak istenen eğrisel yapılar elde edilir. Bu işlemler sırasında malzemenin fiziksel davranışı, bükme yarıçapı, kullanılan araçlar ve uygulama tekniği doğrudan sonuç kalitesini etkiler. Hem dayanıklı hem de ölçüye uygun parçalar doğru yöntem ve uygun ekipman kullanıldığında üretilir. Bu nedenle eğme ve bükme işlemleri, malzemelere form verme uygulamalarının en önemli aşamalarından biridir.

## 7.1.1. Metal Malzemelerde Eğme ve Bükme

Malzemeye kuvvet uygulayarak belirli bir açı veya form kazandırma işlemine **bükme** denir (Görsel 7.1). Metal malzemeler, gemi yapımı ve metal işleme süreçlerinde istenen formu elde etmek amacıyla şekillendirilir. Bu işlem özellikle sac metal, boru ve profillerde yaygın olarak kullanılır.



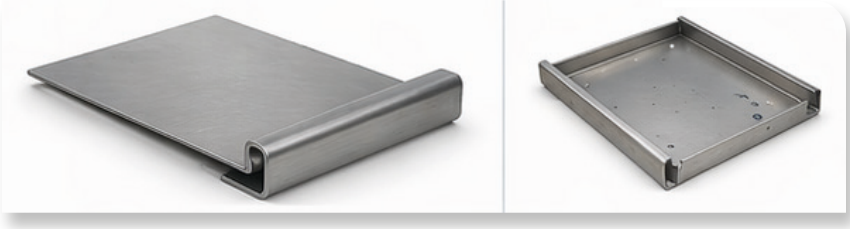

**Görsel 7.1:** Malzemelerde eğme bükme işlemi

Eğme ve bükme işlemi, üretim teknolojilerinde en temel şekillendirme yöntemlerinden biridir. Bu işlemler, malzemeye zarar vermeden ve kesim yapmadan istenen formun verilmesini sağlar. Eğme ve bükme işleminin amaçları şunlardır:

- Düz malzemelere şekil vermek (L, U, V vb.) ve istenen açı ile geometrileri elde etmek
- Parçaya fonksiyon kazandırmak (taşıyıcı, bağlantı veya destek elemanı)
- Parçanın dayanımını ve yük taşıma kapasitesini artırmak
- Zaman ve maliyet avantajı sağlamak
- Parça sayısını azaltarak montaj işlemini kolaylaştırmak

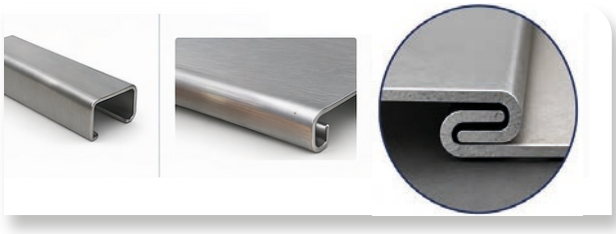
Düzgün bir bükme işleminin yapılması; parçanın dayanımı, ölçü doğruluğu ve kullanım kalitesi açısından önemlidir. Bükme işleminin hatalı yapılması ise malzemede çatlama, kırılma, ezilme ve şekil bozukluklarının oluşmasına neden olur. Özelliklerine göre bükme çeşitleri şunlardır:

**Kenar bükme**; parçanın dayanımını artırmak ve parçayı süslemek için kullanılır (Görsel 7.2).



**Görsel 7.2:** Kenar bükme örnekleri

**Katlama ve kenet bükme**; malzemenin ucundaki çapakları gidermek, dayanımını artırmak veya parçanın iki ucunu birleştirmek için kullanılır (Görsel 7.3).



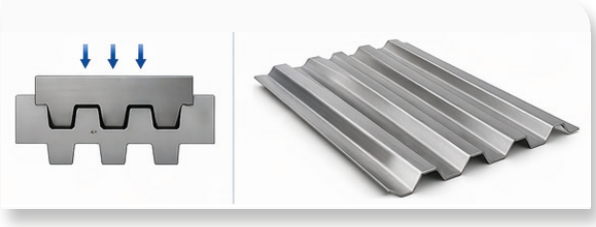
**Görsel 7.3:** Katlama ve kenet bükme örnekleri

**Kıvırma bükme**; parçaların dayanımını artırmak, çapaklarını gidermek veya iki ayrı parçanın mafsallı olarak birleştirilmesini sağlamak için kullanılır (Görsel 7.4).



**Görsel 7.4:** Kıvırma bükme örnekleri

**Oluklama bükme**; düz sac levhaların dayanımını artırmak, biçimlendirme sonunda şekil değiştirmesini önlemek için kullanılır (Görsel 7.5).



**Görsel 7.5:** Oluklama bükme örnekleri

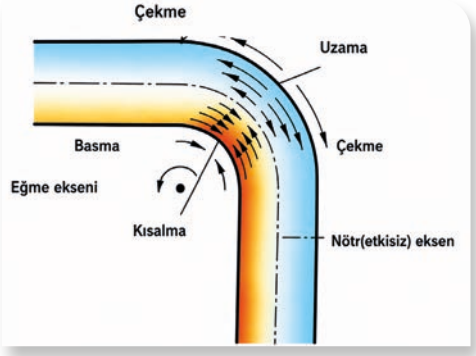
**Kabartma bükme**, malzemelerin kenardan uzak kısımlarına yapılan çökertme işlemi için kullanılır (Görsel 7.6).



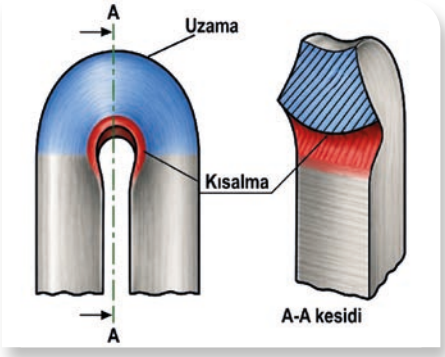
**Görsel 7.6:** Kabartma bükme örnekleri

### 7.1.1.1. Eğme ve Bükme Bölgesindeki Kristal Değişimler ve Tarafsız (Nötr) Eksen

Sac malzeme bükülmeye zorlandığı zaman iş parçasının dış yüzeyi çekme kuvveti etkisiyle uzarken iç yüzey, basma kuvveti etkisiyle kısalır (Görsel 7.7). İkisinin arasında bulunan merkez eksen ise uzama ya da kısalma meydana gelmediğinden sabit kalır. Bu uzama veya kısalmanın olmadığı eksen, **nötr eksen** adını alır. Görsel 7.8'de çekme ve basma bölgesindeki değişim görülmektedir.




**Görsel 7.7:** Bükme esnasında eksenler




**Görsel 7.8:** Bükme sonrasında malzemede meydana gelen değişimler

### 7.1.1.2. Eğme ve Bükmede Açınım Boyu Hesabı

Eğme ve bükme işlemi sırasında metal malzemenin iç yapısında bazı değişimler meydana gelir. Bu değişimler nedeniyle malzemenin bazı bölgelerinde uzama, bazı bölgelerinde ise kısalma oluşur. Bu durum, parçanın toplam boyunun değişmesine neden olur. Açınım boyu hesabı, bu boy değişimini dikkate alarak yapılır. Hesaplama yapılırken malzemenin türü, kalınlığı, bükme yarıçapı vb. faktörler önemli rol oynar. Amaç, bükme işlemi tamamlandıktan sonra parçanın istenen ölçülerde ve hatasız elde edilmesini sağlamaktır.

Hassas üretim gereken durumlarda ölçü toleranslarına bağlı olarak daha detaylı ve dikkatli hesaplamalar yapılır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen değer, malzemenin işlenmeden önce kesilmesi gereken gerçek uzunluğunu verir.

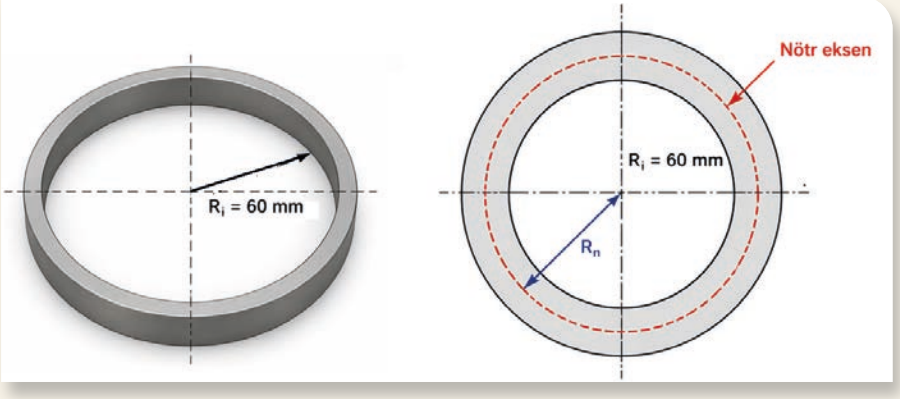
Açınım boyu belirlenirken esas alınan temel nokta, bükme sırasında boyu değişmeyen ve malzemenin ortasında yer alan nötr eksendir. Bu nedenle hesaplamalar, nötr eksen uzunluğu üzerinden yapılır.

#### A) Dolu Malzemelerin Açınım Boyu Hesaplamaları

Dolu kesitli malzemeler bükülerek dairesel veya yay şeklinde bir form verildiğinde malzemenin gerçek uzunluğu doğrudan iç ya da dış yüzeye göre hesaplanmaz. Çünkü bükme sırasında dış yüzey uzar, iç yüzey kısalır. Bu nedenle doğru hesaplama, bu iki bölgenin arasında kalan ve boyu değişmeyen nötr eksen üzerinden yapılır.

Yay veya halka oluşturulurken hesaplamada esas alınan değer nötr yarıçaptır. Bu yarıçap, iç yarıçap ile malzeme kalınlığının yarısının toplamı olarak belirlenir. Daha sonra, bu nötr yarıçap kullanılarak yay uzunluğu (çevre) hesaplanır ve böylece malzemenin kesilmesi gereken gerçek boyu bulunur.

**Örnek:** Görsel 7.9'da 10x10 kesitli malzemeden iç yarıçapı 60 mm olan bir halka yapılacaktır. Malzemenin kaç mm uzunluğunda kesilmesi gerektiğini bulunuz.




**Görsel 7.9:** Dolu malzemelerin bükülmesine ait örnek

**Çözüm:** Parçanın iç yarıçapı 60 mm ve kalınlığı (t) 10 mm olduğuna göre nötr yarıçap 65 mm olur. Dolayısıyla kesilecek parçanın boyu şu şekilde hesaplanır.

**L:** Açınım boyu (kesilecek parçanın boyu mm)

**$R_i$ :** Bükülen parçanın iç yarıçapı (mm)

**$R_n$ :** Bükülen parçanın nötr ekseni (mm)

**t :** Bükülen parçanın kalınlığı (mm)

**α :** Bükme açısı

**L= (2 x π x Rn x α) / 360°** olur.

L= (2 x 3,14 x 65 x 360°) / 360°

**L= 408 mm** (kesilecek parçanın boyu)

### B) Sac Malzemelerin Açınım Boyunun Hesaplanması

Sac malzemelerde açınım boyu hesabı, bükme işleminden önce parçanın düz hâlde kaç mm uzunluğunda kesileceğini belirlemek amacıyla yapılır. Bükme işlemi sırasında malzemenin iç kısmı sıkışır, dış kısmı ise uzar. Açınım boyu hesaplamalarında bu iki bölgenin arasında boyu değişmeyen nötr eksen esas alınır.

90° bükümlü sac parçalarda açınım boyu hesaplanırken ilk olarak parçanın düz kısımlarına ait uzunluklar toplanır. Daha sonra büküm bölgelerinde meydana gelen şekil değişimini karşılamak amacıyla hesaplanan büküm payı bu değere eklenir. Böylece parçanın bükülmeden önce kesilmesi gereken gerçek uzunluk bulunur.

90° büküm için kullanılan büküm payı formülü aşağıdaki gibidir:

**BP = (π x t) / 4**

**BP:** Büküm payı

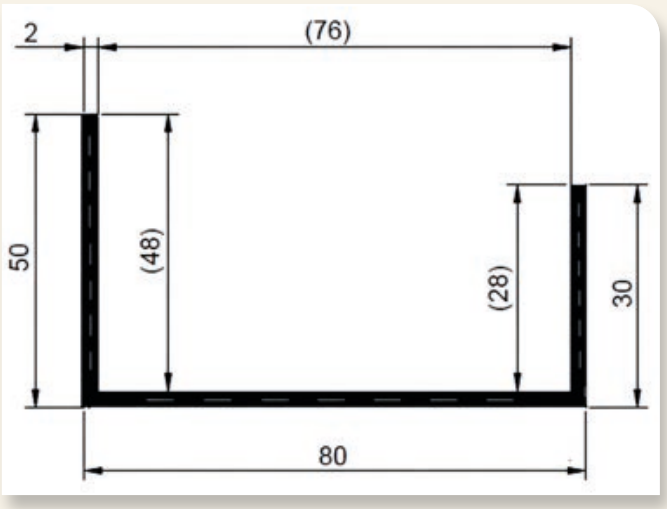
**t:** Parça kalınlığı

Toplam açınım boyu ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

**L = Düz boyların toplamı + Toplam büküm payı**

**L:** Toplam açınım boyu

**Örnek:** Görsel 7.10'da verilen 2 mm kalınlığındaki sac malzemeden U profili bükülecektir. Verilen ölçülere göre parçanın toplam açınım boyunu hesaplayınız.




**Görsel 7.10:** Açınımı yapılacak sacın boyutları

**Çözüm**

Sac kalınlığı: **t = 2 mm**

İç yükseklikler: **48 mm** ve **28 mm**

İç taban uzunluğu: **76 mm**

Büküm sayısı: **2 adet 90°**

**1. Düz boyların toplamı**

48 + 76 + 28 = 152 mm

**2. Bir adet 90° büküm payı**

BP = (3,14 x 2) / 4

BP = 1,57 mm Şekilde sac parçası 2 yerde 90° büküldüğü için

**Toplam büküm payı =** 1,57 x 2 = 3,14 mm

**3. Toplam açınım boyu**

L = 152 + 3,14 = 155,14 mm **Parçanın açınım boyu yaklaşık 155 mm alınır.**

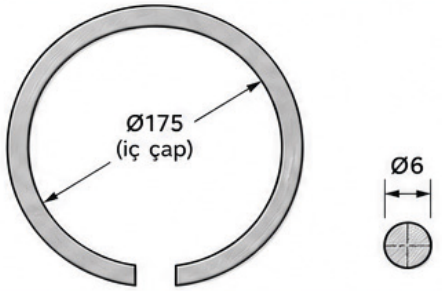
## SIRA SİZDE

Bir tersane, gemilerin iç mekânlarında, makine dairelerinde ve çeşitli donatım bölümlerinde kullanılmak üzere metal çerçeve ve koruyucu halka imalatı yapmaktadır. Üretilecek parçaların doğru ölçülerde hazırlanabilmesi için bükme işleminden önce kullanılacak malzemelerin açınım boylarının hesaplanması gerekmektedir. Açınım boyunun doğru hesaplanması, malzeme israfını önlediği gibi üretim sürecinin daha verimli yürütülmesini de sağlar.

**Verilen senaryoya göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız.**

### 1. Soru

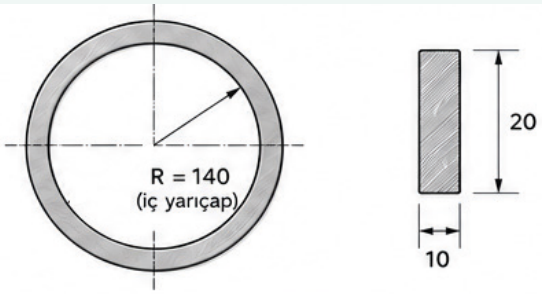
Çapı 6 mm olan dolu çelik çubuktan üretilecek, iç çapı 175 mm olan koruyucu halkanın açınım boyu kaç mm'dir?




**Çözüm**

### 2. Soru

Kesiti 20 × 10 mm olan dolu lama malzemeden üretilecek, iç yarıçapı 140 mm olan taşıyıcı çerçevenin açınım boyu kaç mm'dir?




**Çözüm**

Bir tersane; gemilerin yaşam mahalleri, makine daireleri ve çeşitli donatım bölümlerinde kullanılmak üzere sac malzemelerden taşıyıcı elemanları üretmektedir. Üretim sırasında malzeme israfını önlemek ve parçaların istenen ölçülerde elde edilmesini sağlamak amacıyla bükme işleminden önce sacların açınım boyları hesaplanmaktadır. Bu kapsamda geminin içinde kullanılacak U profilli bir kablo taşıyıcı braketi üretilecektir.

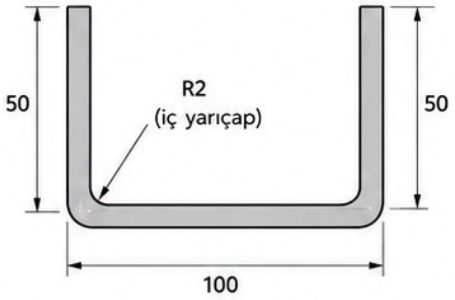
**Verilen senaryoya göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız**

**3. Soru**

Kalınlığı 2 mm olan sacdan aşağıdaki ölçülerde U profil üretilecektir.

- Sol kenar = 50 mm
- Taban = 100 mm
- Sağ kenar = 50 mm
- İç bükme yarıçapı = 2 mm
- 2 adet 90° büküm vardır.

**Parçanın açınım boyunu hesaplayınız.**




**Çözüm**

### 7.1.1.3. Elle (Manuel) Bükme Yöntemleri

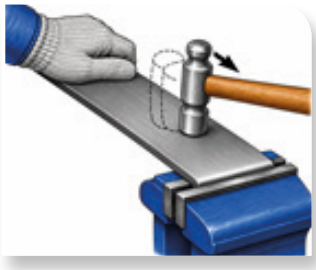
Metal malzemelerin çeşitli el aletleri yardımıyla insan gücü kullanılarak istenen açı ve forma getirilmesi işlemidir. Bu yöntem genellikle ince saclar, lama demirler, küçük profiller ve atölye uygulamalarında kullanılır. Elle eğme ve bükme yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.

#### a) Çekiçle Mengenede Eğme ve Bükme Yöntemleri

Çekiç, tokmak ve yardımcı araçlarla basit aparatlardan yararlanarak gerçekleştirilir. Çekiç, ince sac ve küçük parçalarda kullanılırken tokmak daha ağır işlerde kullanılır. Zımba ve kama ise bükme sırasında yönlendirme ve destek sağlar (Görsel 7.11). Bu araçlar, küçük atölyelerde ve bakım-onarım çalışmalarında yaygın olarak kullanılır.




**Görsel 7.11:** Mengenelerde eğme bükme işleminde kullanılan araçlar



**Görsel 7.12:** Tokmakla eğme ve bükme

*Eğilecek ince parçalar tokmak veya çekiç yardımıyla eğilmelidir. Elin baskısıyla ilk gerilim alınır. İlk darbeler eğilme çizgisinin yanına vurulmaz. Tokmak veya çekiç darbeleri baş kısımdan başlayarak eğilme çizgisine doğru yavaş yavaş yakınlaştırılır (Görsel 7.12).

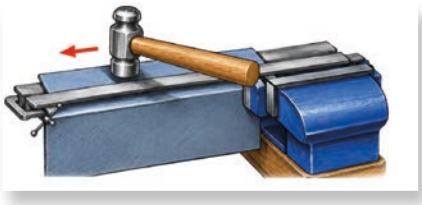
*Eğerken darbeler daima sabit çenenin üzerine indirilir.



**Görsel 7.13:** Düzeltme parçasıyla eğme ve bükme

*Daha kısa parçalar, mümkün olduğu kadar düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla düzeltme parçasıyla bükülür (Görsel 7.13).

*Böylece parçanın yüzeyinde darbe izleri meydana gelmez.



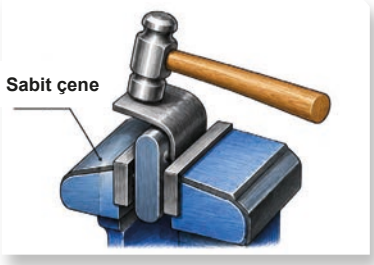
**Görsel 7.14:** Geniş malzemeleri mengenede bükme

*Geniş ve kısa bükümlü malzemeler kademeli şekilde birkaç defa yatırılarak istenen açıya getirilir (Görsel 7.14).



**Görsel 7.15:** Yüzeyi düzeltme

* İşlemin sonunda bir düzeltme takozuyla yüzey düz hâle getirilir (Görsel 7.15).

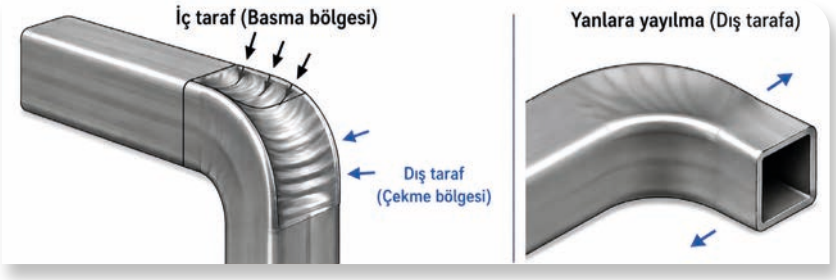



**Görsel 7.16:** Biçimlendirme parçasıyla bükme

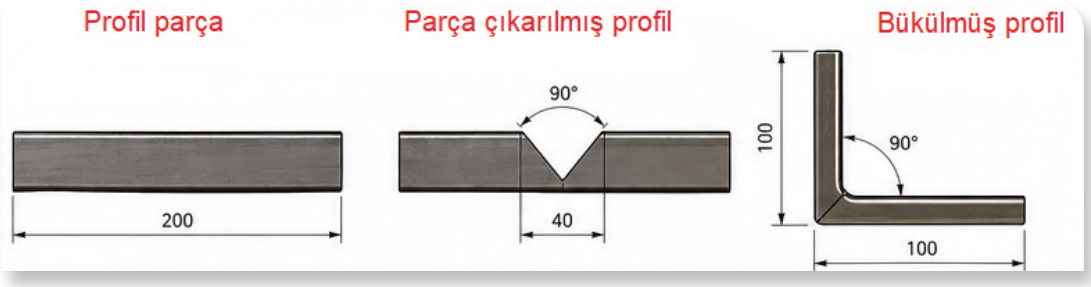
*Bazen parçalara istenen şekli vermek için biçimlendirme parçası kullanılır. Bükülecek parçalar biçimlendirme parçasıyla mengeneye bağlanır (Görsel 7.16). Bükülecek parça mengenenin üzerine yatırılarak bükme yapılır.

### b) Profil Malzemeleri Arasından Parça Çıkararak Eğme ve Bükme

Profil, boru vb. içi boş malzemeler bükülürken özellikle bükmenin iç tarafında kalan bölgede basma kuvvetleri oluşur. Bu kuvvetler nedeniyle malzeme o bölgede ezilebilir ve yanlara doğru genişleyerek istenmeyen şekil bozuklukları meydana getirebilir (Görsel 7.17). Bu tür deformasyonları önlemek için profil malzeme köşeli şekilde bükülecekse büküm yapılacak bölgenin iç kısmından belirli bir parça çıkarılır. Böylece malzeme, zorlanmadan ve ezilmeden daha düzgün bir şekilde bükülür (Görsel 7.18).




**Görsel 7.17:** Profilden parça çıkarılmadan yapılan büküm



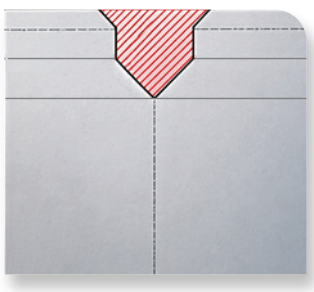

**Görsel 7.18:** Profilden parça çıkarılarak yapılan büküm

Profil malzeme yay şeklinde bükülecekse bu durumda iç boşluk desteklenir. Bunun için profilin içi kum vb. dolgu malzemeleriyle doldurulup sıkıştırılır ya da özel bükme makinelerinde kalıp desteği kullanılarak şekil verilir. Bu yöntemler sayesinde profilin kesiti bozulmadan düzgün ve istenen formda bükme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

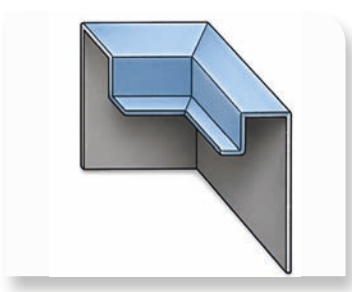
### c) Sac Malzemeleri Arasından Parça Çıkararak Eğme ve Bükme

Sac malzemeler kullanılarak farklı ve özel profil şekilleri elde etmek mümkündür. Bunun için bükme işleminden önce sacın üzerinde bazı hazırlıklar yapılır. İlk olarak sacın üzerinde hem kesilecek bölgeler hem de büküm yapılacak hatlar dikkatli bir şekilde markalanır. Bu markalama, işlemin doğru ve ölçülü yapılabilmesi açısından önemlidir. Daha sonra işaretlenen kısımlar kesilerek sacdan çıkarılır. Bu işlemle bükme sırasında malzemenin zorlanması ve şekil bozukluğu oluşması engellenir (Görsel 7.19).

Kesme işlemi tamamlandıktan sonra sac malzeme, belirlenen hatlar boyunca bükülerek istenen profil formuna getirilir. Böylece düz bir sacdan, istenen geometrik şekle sahip bir profil elde edilmiş olur (Görsel 7.20). Bu yöntem sayesinde tek parça sac malzemeden hem düzgün hem de ölçülü özel profiller üretmek mümkün olur.



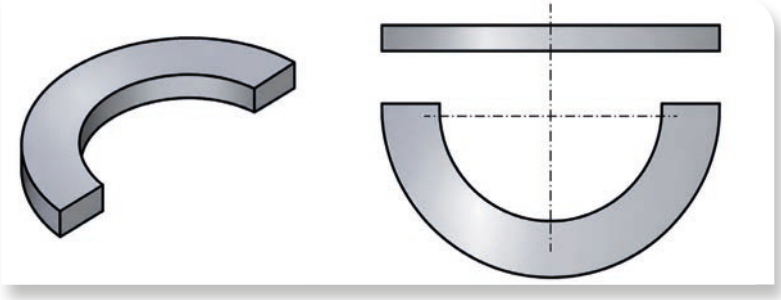
**Görsel 7.19:** Markalanmış sac malzeme



**Görsel 7.20:** Parça çıkarılarak yapılan büküme

### ç) Kılıcına Bükme

Lama veya profil vb. malzemelerin kesitindeki dar (küçük) kenar doğrultusunda kuvvet uygulanarak bükülmesi işlemidir. Başka bir deyişle malzemeye geniş yüzeyi üzerinde değil, ince kenarı yönünde zorlanarak şekil verilir (Görsel 7.21).



**Görsel 7.21:** Kılıcına lama büküm

Kılıcına bükmede malzeme diğer yöntemlere göre daha farklı bir davranış gösterir ve doğru uygulanmazsa şekil bozuklukları oluşabilir. Bu nedenle işlem dikkatli ve kontrollü yapılmalıdır. Özellikle elle yapılan uygulamalarda mengene, çekiç, markalama araçları ve çeşitli yardımcı aparatlar kullanılarak bükme gerçekleştirilir.

Kılıcına bükme yöntemi, özellikle dayanımın önemli olduğu yerlerde tercih edilir. Bu yöntemle elde edilen parçalar, yapıya fazladan mukavemet kazandırır. Örneğin gemi yapımında, borda saclarını desteklemek amacıyla kullanılan bazı elemanlar bu yöntemle üretilir. Köşebentler, balblı lamalar, T profiller ve bazı özel profiller kılıcına bükme tekniği kullanılarak şekillendirilir. Böylece hem sağlam hem de ihtiyaca uygun formda yapı elemanları elde edilir.

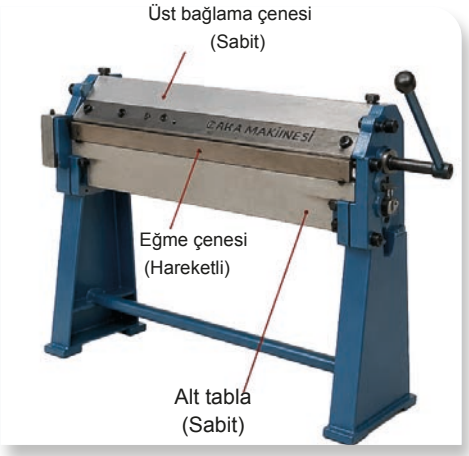
## 7.1.1.4. Metal Malzemelere Makine Yardımıyla Form Verme

Metal malzemelerin, özellikle sac levhaların şekillendirilmesi ve bükülmesi işlemlerinde caka ve silindir makinelerinin kullanımı yaygındır. Bu makineler, metale istenen formu verirken hem işi kolaylaştırır hem de daha düzgün ve hassas sonuçlar elde edilmesini sağlar. Bu işlem sırasında malzeme kırılmaz, sadece şekil değiştirir. Böylece aynı parçadan çok sayıda, hatasız ve standart ölçülerde üretim yapılabilir.

### Cakada Eğme ve Bükme Yöntemleri

Caka makinesi, özellikle sac malzemelerin bükülmesinde kullanılan temel atölye makinelerinden biridir. Genellikle ince ve yassı sacların şekillendirilmesinde tercih edilir ve yaklaşık 2 mm kalınlığa kadar olan malzemelerde kullanılır.

Caka makinesi, farklı kapasitelerde üretilir ve kullanım amacına göre makinenin boyutları değişebilir. Temel olarak üst bağlama çenesi (sabit), eğme çenesi (hareketli) ve alt tabla (sabit) olmak üzere üç ana bölümden oluşur (Görsel 7.22). Bu bölümler birlikte çalışarak sac malzemenin istenen açıyla bükülmesini sağlar.




**Görsel 7.22:** Caka makinesi

Bükme işlemi yapılmadan önce malzemenin kalınlığına uygun olacak şekilde hareketli eğme çenesinin ayarlanması gerekir. Bu ayar doğru yapılmazsa bükme işlemi hatalı olabilir veya malzemede deformasyon oluşabilir. Doğru ayarlama yapıldığında caka makinesiyle düzgün, hassas ve tekrarlanabilir bükme işlemleri gerçekleştirmek mümkündür. Bu nedenle atölyelerde ve seri üretim yapan işletmelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnce sac malzemelerde hareketli eğme çenesi daha aşağı konuma getirildikten sonra ayar vidası sıkılarak çenenin konumu sabitlenir. Kalın sac malzemelerde ise hareketli eğme çenesi daha yukarı konuma getirildikten sonra ayar vidası sıkılarak çenenin konumu sabitlenir (Görsel 7.23).




**Görsel 7.23:** Caka makinesi ayar vidası

**Çalışma Prensibi:** Parça, üst bağlama çenesiyle alt tablaya sıkıştırılır. Hareketli eğme çenesi, kaldırma kolu yardımıyla yukarı doğru hareket eder ve sac malzeme istenen açıda kaldırılarak bükme işlemi gerçekleştirilir.

Caka makinesi kullanılırken dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Malzeme kalınlığına uygun ayar yapılmalıdır.
- Malzeme düzgün ve tam hizalanmış olmalıdır.
- Büküm yapılacak çizgi, eğme çenesinin tam hizasında olmalıdır.
- Bükme işlemi yavaş ve kontrollü yapılmalıdır.
- Makine ve ekipmanlar düzenli yağlanmalı ve temiz tutulmalıdır.

### Silindir Eğme Bükme Yöntemleri

Silindir makineleri, sac ve yassı metal malzemeleri silindirik veya yay şeklinde bükmek için kullanılan temel şekillendirme makineleridir. Bu makineler kullanılarak dairesel ve konik parçalar kolaylıkla elde edilebilir.

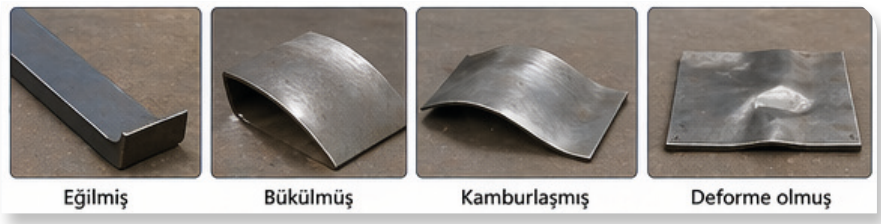
Makinenin büyüklüğüne ve kapasitesine bağlı olarak bükme işlemi elle (manuel) ya da motor gücüyle yapılabilir (Görsel 7.24). Bu durum, hem küçük atölye çalışmalarında hem de sanayi üretiminde kullanım imkânı sağlar.



**Görsel 7.24:** Elle (manuel) ve elektrikli üç toplu silindir bükme makineleri

## 7.1.1.5. Formu Bozulmuş Metal Malzemelerin Düzeltilmesi

Eğilmiş, bükülmüş ya da yüzeyi bozulmuş (Görsel 7.25) metal parçaların yeniden düzgün hâle getirilmesine genel olarak doğrultma denir. Bu işlem malzemenin türüne, kalınlığına ve ne kadar deformasyona uğradığına bağlı olarak farklı yöntemlerle yapılır. Uygulamalar genellikle soğuk ya da sıcak doğrultma şeklinde gerçekleştirilir.




**Görsel 7.25:** Formu bozulmuş parçalar

### a) Soğuk Doğrultma

Soğuk doğrultma yönteminde malzeme ısıtılmadan doğrudan mekanik kuvvet uygulanarak düzeltilir. Daha çok ince saclar ve küçük kesitli parçalar için uygundur. Bu yöntemde eğilmiş bölge, düz bir zemin ya da örsün üzerine yerleştirilir ve çekiçle kontrollü darbeler uygulanarak düzeltilir. Yüzeyin zarar görmemesi için son işlemlerde tahta veya plastik tokmak tercih edilir. Daha hassas ve güçlü düzeltmeler için pres makineleri kullanılabilir. Sac malzemeler ise silindirlerden geçirilerek düz hâle getirilebilir.

### b) Sıcak Doğrultma

Kalın, sert veya fazla deforme olmuş malzemelerde tercih edilir. Bu yöntemde metalin belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılarak daha kolay şekil alması sağlanır. Eğilmiş bölge oksi-gaz aleviyle ısıtılır, ardından çekiç veya presle düzeltilir. Isıtılan malzeme, dövme yöntemiyle eski formuna yaklaştırılır. Bu yöntem, malzemenin direncini azaltarak daha kontrollü bir düzeltme imkânı sağlar.

### Yüzey Düzeltme ve Temizleme

Formu bozulan metallerde çoğu zaman yüzey de zarar görür. Bu durumda uygulanacak ek işlemler şunlardır:

- Yüzey zımparayla düzgünleştirilir.
- Pas kimyasal temizleyicilerle giderilir.
- Malzemenin yüzeyi kumlama yöntemiyle (raspalama) tamamen temizlenir.

**Uygulama Aşamaları**

Doğrultma yönteminin uygulama aşamaları şunlardır (Görsel 7.26):

**a)** Parça düz bir yüzeye konularak eğrilik tespit edilir.

**b)** Tespit edilen bozuk bölgeler işaretlenir.

**c)** Uygun aletlerle kontrollü kuvvet uygulanır.

**ç)** Parça tekrar kontrol edilir ve gerekirse işlem tekrarlanır



**Görsel 7.26:** Yüzey düzeltme uygulama aşamaları

**SIRA SİZDE**



**Görsel 7.27:** Formu bozulmuş bağlantı parçası

**Görsel 7.27'de formu bozulmuş bir bağlantı parçası verilmiştir. Parçanın en uygun eğme ve bükme işlemlerinden hangisiyle eski hâle getirilebileceğini gerekçesiyle yazınız.**

.....
.....
.....
.....
.....

## 7.1.2. Borularda Eğme ve Bükme

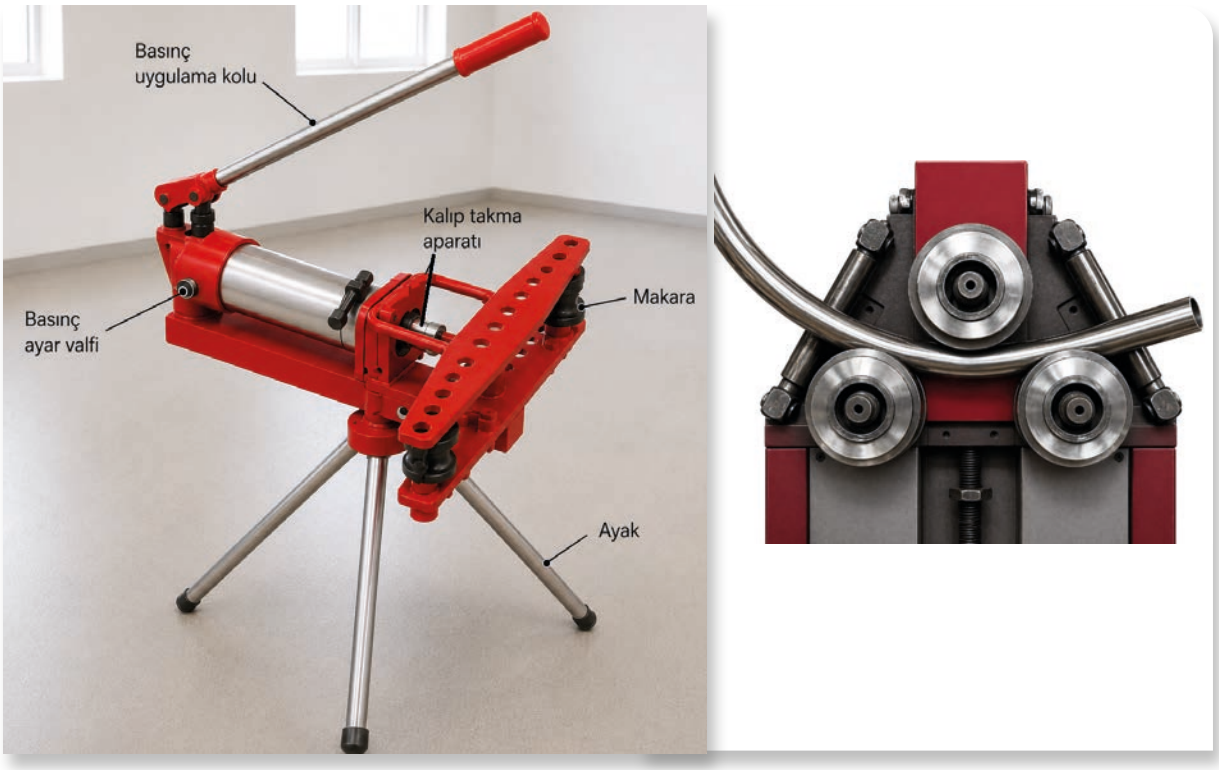
**Boru bükme**, boru şeklindeki metal malzemelere kesme işlemi uygulamadan kontrollü bir eğme kuvvetiyle istenen açı veya formun verilmesi işlemidir. Bu işlem özellikle gemi sanayi, otomotiv, makine imalatı, sıhhi tesisat vb. birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Boruların farklı açılarda veya yarıçaplarda bükülmesi; akışkan taşıyan sistemlerde, gemilerin havalandırma ile yakıt sistemlerinde, doğal gaz tesisatlarında ve sıhhi tesisatlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bükme işleminin temel amacı; borunun kesitini bozmadan, çatlama veya kırılma oluşturmadan istenen geometrik şekli elde etmektir.

Boru bükme sırasında malzemenin fiziksel davranışı önemlidir. Eğme kuvveti uygulandığında borunun dış yüzeyi çekme etkisiyle uzar, iç yüzeyi ise basma etkisiyle kısalır. Bu durum, kontrolsüz uygulamalarda borunun kesitinin ovalleşmesine, ezilmesine ya da kırılmasına neden olabilir. Bu nedenle bükme işlemi sırasında uygun tekniklerin ve ekipmanların kullanılması gerekir. Özellikle küçük yarıçaplı bükmelerde deformasyon riski daha yüksek olduğundan işlem daha dikkatli yapılmalıdır.

Boru bükme işlemleri genel olarak soğuk ve sıcak bükme olmak üzere iki ana yöntemle gerçekleştirilir. Soğuk bükme yönteminde boru ısıtılmadan mekanik kuvvet uygulanarak şekillendirilir. Bu yöntem genellikle ince cidarlı ve küçük çaplı borular için uygundur. **Sıcak bükme** yönteminde ise boru belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılarak daha sünek hâle getirilir ve ardından bükme işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntem, özellikle kalın ve sert borularda oluşabilecek çatlama riskini azaltmak için tercih edilir.

Boru bükmede en sağlıklı sonuçların elde edildiği yöntemlerden biri de **mandrel bükmedir**. Bu yöntemde borunun içine yerleştirilen mandrel adı verilen destek elemanı, bükme sırasında borunun iç kesitinin daralmasını ve ezilmesini önler. Böylece boru hem geometrik olarak düzgün kalır hem de mukavemetini korur. Alternatif olarak bazı uygulamalarda borunun içine kum doldurularak da iç destek sağlanabilir.

Boru bükme işlemlerinde kullanılan araç gereç, işlemin türüne ve hassasiyetine göre değişiklik gösterir. Küçük çaplı borular için **el tipi bükme aparatları** ve **yaylar** kullanılabilirken daha büyük ve kalın borular için **manuel, hidrolik** veya **CNC kontrollü bükme makineleri** tercih edilir (Görsel 7.28. Ayrıca borunun sabitlenmesi için mengene, bükme sırasında sürtünmeyi azaltmak için yağlayıcılar ve istenen formu elde etmek için çeşitli kalıplar da kullanılır.




**Görsel 7.28:** Manuel tip hidrolik ve makaralı boru bükme makinesi

### 7.1.2.1. Boru Bükme İşlemlerinde Temel Bükme Yöntemleri

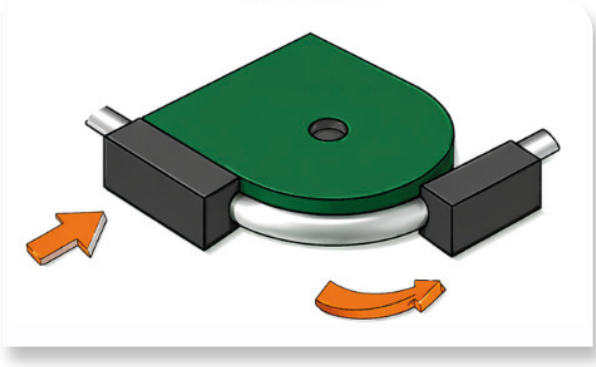
Bükme işlemi, borulara istenen açı ve yarıçapta şekil vermek amacıyla uygulanan işlemlerdir. Bu işlemlerle borular, kesme ve kaynak gereksinimi azaltılarak kullanılabilir. Temel bükme yöntemleri şunlardır:

**a) Döner Çekme Bükme (Rotary Draw Bending):** Boru veya profil, bir kalıba sabitlenir ve döner bir kalıp etrafında çekilerek bükülür. Genellikle ince cidarlı borularda kullanılır (Görsel 7.29.

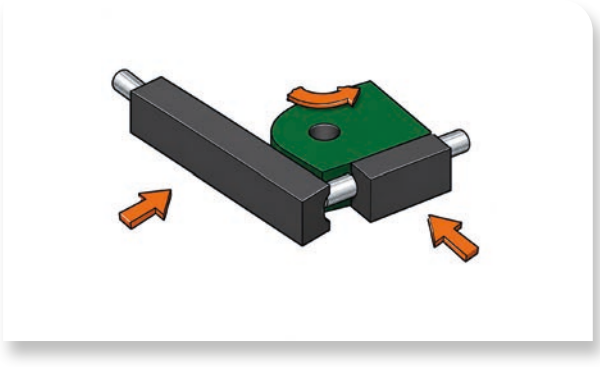
**b) Basma Bükme (Compression Bending):** Malzeme, sabit bir kalıbın üzerine yerleştirilir ve yan taraftan itme (basma) kuvveti uygulanarak bükülür. Genellikle büyük hassasiyet gerektirmeyen işlerde kullanılır. Kesit bozulması (ezilme) riski diğer yöntemlere göre daha fazladır (Görsel 7.30).

**c) Pres Bükme (Press Bending):** Malzeme, alt kalıbın üzerine yerleştirilir ve üstten bir pres ucuyla aşağı doğru bastırılarak bükülür. Sac ve boruların şekillendirilmesinde kullanılır. Seri üretime uygundur (Görsel 7.31.

**ç) Üç Merdaneli Bükme (Roll Bending):** Malzeme, üç adet döner merdane (silindir) arasından geçirilerek bükülür. Büyük çaplı yay ve silindir şekilleri elde edilir. Tank, boru ve silindirik parçaların üretiminde kullanılır (Görsel 7.32).



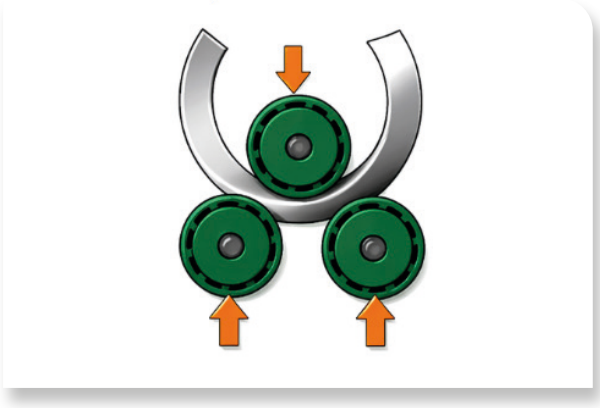
**Görsel 7.29:** Döner çekme bükme



**Görsel 7.30:** Basma bükme



**Görsel 7.31:** Pres bükme



**Görsel 7.32:** Üç merdaneli bükme

### 7.1.2.2. Hidrolik Boru Bükme Makinesi İle Bükme İşlemi

Manuel hidrolik boru bükme makinesi, özellikle atölye ortamlarında kas gücü ve hidrolik basıncı birleştirerek borulara istenen açıyı vermek için kullanılan güvenilir bir ekipmandır. Temiz ve pürüzsüz bir büküm elde etmek, borunun ezilmesini veya çatlamasını önlemek için işlemlerin adım adım ve kurallarına uygun şekilde yürütülmesi gerekir.

Manuel hidrolik boru bükme makinesi ile boru bükme aşamaları şunlardır:

#### a) Hazırlık ve Malzeme Seçimi

**Doğru Ölçüde Kalıp (Lokma) Seçimi:** Bükülecek borunun dış çapına tam uygun bükme kalıbı (pabuç) seçilir. Kalıp boruya büyük gelirse boru ezilir, küçük gelirse boru kalıba oturmaz ve hasar görür (Görsel 7.33).

**Destek Makaralarının Ayarlanması:** Makinenin gövdesinde bulunan iki adet destek makarası (dayama pimi), borunun büküm açısına ve çapına uygun deliklere yerleştirilir. Geniş açılı bükümler için makaralar birbirinden uzaklaştırılır, dar bükümler için yakınlaştırılır (Görsel 7.34).

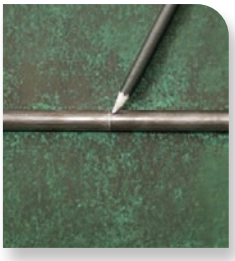
**Boru İşaretleme:** Borunun üzerinde bükümün tam olarak başlayacağı veya merkezleneceği nokta, bir tebeşir veya markalama kalemiyle net bir şekilde işaretlenir (Görsel 7.35).



**Görsel 7.33:** Değişik çaplarda bükme kalıpları



**Görsel 7.34:** Destek makarası ayarlanması



**Görsel 7.35:** İş parçasının markalanması

#### b) Borunun Makineye Yerleştirilmesi

Boru makineye yerleştirilmeden önce hidrolik pistonun tamamen geri çekilmiş ve başlangıç konumunda olduğu kontrol edilir. Daha sonra seçilen bükme kalıbı, hidrolik pistonun ucuna güvenli bir şekilde takılır. Bükülecek boru, iki destek makarasının önünden geçirilerek bükme kalıbının kanalına yerleştirilir. Son olarak boru üzerinde daha önce yapılan işaretleme çizgisi, bükmenin doğru noktadan gerçekleşmesini sağlamak amacıyla kalıbın merkez noktasıyla tam olarak hizalanır. Bu hizalama, büküm ölçüsünün doğruluğu açısından önemlidir (Görsel 7.36).



**Görsel 7.36:** İş parçasının yerleştirilmesi

#### c) Hidrolik Sistemin Kilitlenmesi

Hidrolik pompanın yanında veya altında bulunan tahliye valfi (geri dönüş vidası), hidrolik kol yardımıyla saat yönünde çevrilerek sıkıca kapatılır. Bu işlem, hidrolik sıvının geri kaçmasını önleyerek sistemde basınç oluşmasını sağlar (Görsel 7.37).



**Görsel 7.37:** Tahliye valfinin ayarlanması

### ç) Bükme İşlemi (Pompalama)

Bükme işlemi sırasında makinenin manivelası (pompalama kolu) yukarı ve aşağı hareket ettirilerek hidrolik pistonun ileri doğru çıkması sağlanır. Piston ilerledikçe bükme kalıbı boruya temas eder ve boruyu iki destek makarasına doğru iterek şekillendirmeye başlar. Pompalama işlemi acele edilmeden, dengeli ve kontrollü hareketlerle yapılmalı; borunun bükülme sırasında çatlama, ezilme veya aşırı daralma vb. deformasyonlar gösterip göstermediği sürekli gözlemlenmelidir. Ayrıca metaller, üzerlerindeki kuvvet kaldırıldığında bir miktar geri esneme (springback) özelliği gösterdiğinden istenen bükme açısına ulaşabilmek için boru hedef açıdan birkaç derece daha fazla bükülmelidir. Örneğin 90°lik bir büküm elde edilmek isteniyorsa boru yaklaşık 92°-93°ye kadar bükülerek geri esneme payı telafi edilmelidir (Görsel 7.38).



**Görsel 7.38:** Bükme işleminin yapılması

### d) Basıncın Tahliyesi ve Borunun Çıkarılması

İstenen büküm açısına ulaşıldığında pompalama işlemi durdurulur ve hidrolik tahliye valfi saat yönünün tersine yavaşça gevşetilir. Valfin açılmasıyla birlikte hidrolik basınç düşer, piston otomatik olarak geriye çekilir ve borunun üzerindeki baskı ortadan kalkar. Daha sonra destek makaraları gerektiğinde yerlerinden çıkarılır ve bükme işlemi tamamlanan boru, kalıptan ve makineden dikkatlice alınarak son kontrol işlemleri gerçekleştirilir (Görsel 7.39).



**Görsel 7.39:** Bükme işleminin gerçekleşmesi

## 7.1.3. Ahşap Malzemlerde Eğme ve Bükme İşlemleri

Düz formdaki ahşap parçaların belirli bir eğri veya kavis doğrultusunda şekillendirilmesini sağlayan yöntemlerdir. Bu işlemler özellikle ahşap yat yapımında ve tekne gövdesinin eğrisel yapısına uygun parçaların elde edilmesinde yaygın olarak kullanılır. Omurga, posta, kaplama çıtaları ve çeşitli yapısal elemanlar, teknenin formuna uygun hâle getirilmek amacıyla eğme ve bükme işlemlerine tabi tutulur.

Ahşabın eğilip bükülebilmesi için malzemenin lif yapısından yararlanılır. Ahşap lifleri, belirli koşullar altında esneklik kazanarak kırılmadan şekil değişikliğine uğrayabilir. Ağaç malzemeyi eğri kesme, kertme (çürütme), laminasyon yöntemi vb. eğme ve bükme yöntemleri kullanılarak form verilebilmektedir.

### a) Eğri Formda Kesme Yöntemi

Ahşap malzemenin istenen eğri şeklinin, düz bir levha veya kereste üzerinden kesilerek elde edilmesidir. Bu yöntemde öncelikle parçanın üzerine şablon veya çizim yardımıyla eğri form işaretlenir (Görsel 7.40).

Şerit testere, dekupaj testere veya kıl testere vb. kesme araçları kullanılarak işaretlenen hat boyunca kesim yapılır (Görsel 7.41).

Kesim sonrasında yüzeyler zımparalanarak son şekli verilir. Bu yöntem, uygulaması kolay ve hızlı olduğu için küçük parçaların üretiminde ve özellikle şablon üretiminde yaygın olarak kullanılan kesme yöntemidir (Görsel .7.42).



**Görsel 7.40:** Şablon yardımıyla markalanan eğri form



**Görsel 7.41:** Markalanan eğri formun şerit testere makinesinde kesilmesi



**Görsel 7.42:** Eğri kesme yöntemiyle şablon olarak kullanılmak üzere üretilen tekne postası

### b) Kertme (Çürütme) Yöntemi

Ahşap malzemenin yalnızca bir yüzüne daire testere, freze veya testere yardımıyla belirli aralıklarla paralel kesikler açılarak eğilebilir hâle getirilmesidir (Görsel 7.43).



**Görsel 7.43:** Kertme açılması

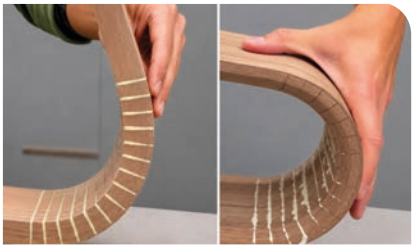
Açılan kertmeler tutkalla doldurulabilir veya uygun dolgu malzemeleriyle kapatılabilir (Görsel 7.44).

Açılan kertmelerle ahşap, lifleri tamamen kopmadan kontrollü şekilde bükülebilir ve istenen forma getirilebilir (Görsel 7.45).

Tutkallanan ve istenen forma getirilen parça işkence veya vidalarla sabitlenir ve tutkallar kurumaya bırakılır. Tutkallar kuruduktan sonra parça temizliği yapılır ve kullanıma hazır hâle getirilir (Görsel 7.46).



**Görsel 7.44:** Açılan kertmelerin içinin tutkalla doldurulması



**Görsel 7.45:** Kertmesi açılan parçanın yavaşça istenen forma getirilmesi



**Görsel 7.46:** Kertme yöntemiyle form verilmiş parça

Kertme yöntemi özellikle MDF, kontrplak ve masif ahşap malzemelerin belirli yarıçaplarda şekillendirilmesinde kullanılır. Uygulaması kolay olmasına rağmen, açılan kertmeler nedeniyle parçanın dayanımı azalabileceği için taşıyıcı elemanlarda tercih edilmez. Daha çok dekoratif ve hafif yapısal uygulamalarda kullanılır.

### c) Laminasyon Yöntemi

Ahşap lamine elemanlar iki ya da daha fazla katın tutkallanmasıyla ve katların lif yönleri birbirine paralel ya da dik gelecek şekilde birleştirilmesi ile elde edilir. Laminasyon yöntemi genellikle laminasyon tezgâhlarında yapılır (Görsel 7.47 ve 7.48).

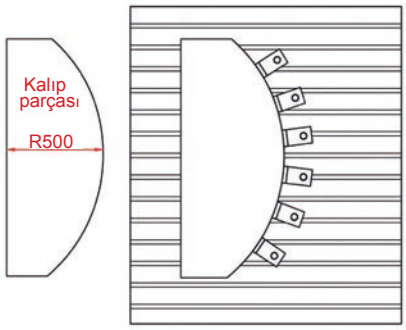


**Görsel 7.47:** Laminasyon tezgâhı

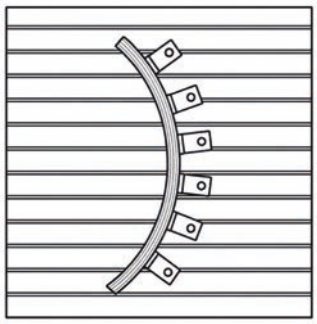


**Görsel 7.48:** Lamine edilmiş eğri ahşap malzemeler

L sabitleme pabuçları istenen forma göre ayarlanmış kalıpla ayarlanır. Lameller tek tek tutkallanır, kalıp ile oluşturulmuş L pabuçlarına işkenceyle sıkılır (Görsel 7.49, 7.50, 7.51, 7.52).




**Görsel 7.49:** Kalıp ile L pabuçlarının ayarlanması



**Görsel 7.50:** Lamellerin L pabuçlara sıkılması

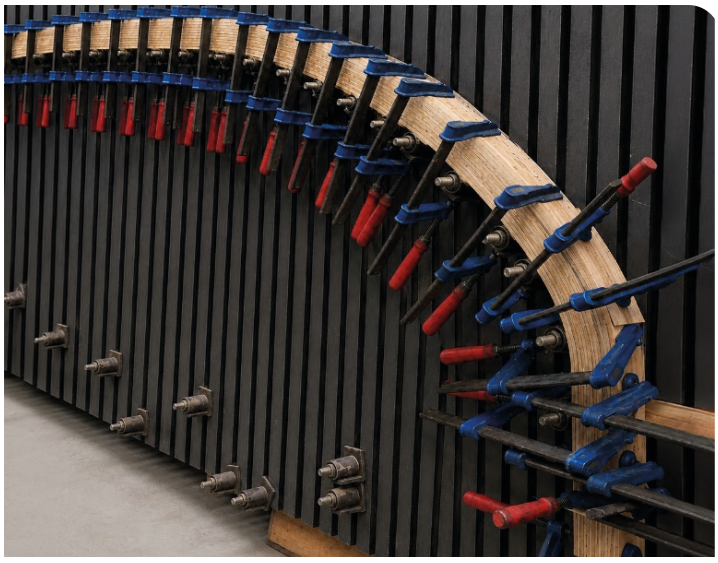


**Görsel 7.51:** L pabuçlar



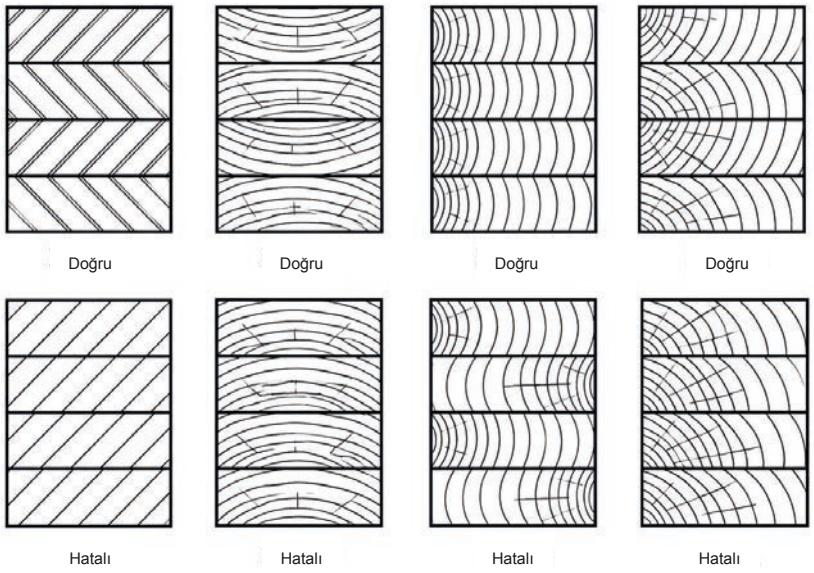
**Görsel 7.52:** Lamellerin L pabuçlara sıkılması

L pabuçlarla oluşturulan kalıp boyunca ahşap lameller işkenceyle sıkılır. Tutkal tamamen kuruduktan sonra kalıptan çıkarılan parçanın temizliği zımpara yardımıyla veya planya makinesinde yapılır ve parça hazır hâle getirilir (Görsel 7.53).



**Görsel 7.53:** Laminasyon tezgâhına sıkılmış tekne omurgası

Lamine katlarının düzenlenmesinde farklı çalışma sonucu ortaya çıkan gerilmeleri dengeleyecek kat düzenlenmesi yapılmalıdır. Aksi takdirde düzeltilemeyen biçim değişmeleri meydana gelir. Lif yönlerinin paralel gelecek şekilde düzenlenmesi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretilen ahşap lamine eleman kavisli ise katların lif yönlerinin paralel olarak uygulanması zorunluluğu vardır (Görsel 7.54).




**Görsel 7.54:** Lamine katlarının düzenlenmesi

Laminasyonda farklı ağaç türü, değişken katsayısı, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir. Laminasyon yönteminde uygulanan forma göre maksimum 3,2 mm kat kalınlığında ağaç kaplama kullanılmakta ve bu tür ahşap lamine elemanlar **LVL** (Laminated Veneer Lumber) ya da **MİCRO = LAM** olarak adlandırılmaktadır.

Laminasyon yöntemi, ahşap yat yapımında en yaygın kullanılan eğri şekillendirme yöntemlerinden biridir. Lif yapısı büyük ölçüde korunduğu için eğri parçalar yüksek mukavemet gösterir. Omurga, posta, kemere, küpeşte ve çeşitli taşıyıcı elemanların üretiminde güvenle uygulanır.

**KARAR ANI**

İş parçasına form vermeden önce hangi yöntemi kullanacağınıza, hangi araç veya tezgâhla çalışacağınıza ve işlemleri hangi sırayla yapacağınıza karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru seçimler, işinizi kolaylaştırır, malzeme kaybını azaltır ve kaliteli bir ürün elde etmenizi sağlar.

## 7.1. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Formu Bozulmuş Bir İş Parçasını Uygun El Aletleriyle Eski Formuna Getirme** |
| **Amaç** | Formu bozulmuş metal bir iş parçasını eski formuna getirmek |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | paralel ağızlı mengene, çekiç, plastik veya tahta tokmak, düzeltme takozu, örs veya düz tabla, çelik cetvel, gönye, kumpas, markalama kalemi / çizecek, zımpara, tel fırça, koruyucu gözlük, iş eldiveni |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçayı (Görsel 7.55) düz tablanın üzerine koyarak eğrilik ve yüzey bozukluklarını inceleyiniz.
4. Bozuk bölgeyi çizecek / markalama kalemiyle işaretleyiniz.
5. Parçanın üzerindeki kir, pas ve çapakları tel fırça veya zımparayla temizleyiniz.
6. Parçanın durumuna uygun el aletlerini seçiniz.
7. Parçayı mengeneye bozuk bölge dışarıda kalacak şekilde sabitleyiniz.
8. Tokmak / çekiç yardımıyla küçük ve kontrollü darbeler uygulayarak düzeltme işlemini yapınız.
9. Parçayı düz tablanın üzerine koyarak cetvel veya gönyeyle kontrol ediniz (Görsel 7.56.)
10. Gerekirse düzeltme işlemini tekrarlayınız.
11. Yüzeydeki pürüz ve çapakları zımparayla temizleyiniz.
12. Son kontrolü yaparak parçayı eski formuna getiriniz.
13. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
14. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 7.55:** Formu bozulmuş parça



**Görsel 7.56:** Parçanın eski formu

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen kontrol listesi kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

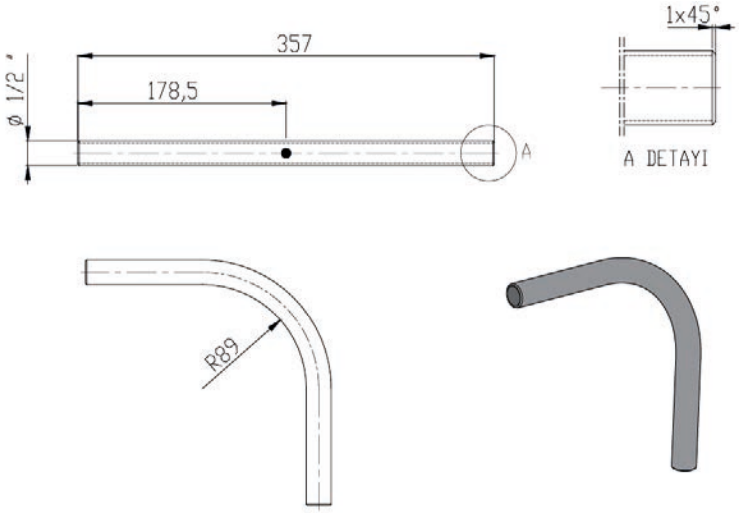
Kontrol listesi ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.2. UYGULAMA

| Konu | Boru Eğme ve Bükme |
|---|---|
| **Amaç** | Boru malzemeye eğme ve bükme işlemi yapmak |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | Ø1/2"x357x2 mm ölçülerindeki çelik boru, mengene, metre, testere, kalem, hidrolik boru bükme makinesi, lama eğe, gönye |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 7.57'de ölçüleri verilen çelik boruyu kesiniz.
4. Bükme noktasını markalayınız.
5. Uygun kalıbı boru bükme makinesine takınız.
6. Boruyu piston kalıbının merkezine yerleştiriniz.
7. Borunun dikişinin üste gelmesine dikkat ediniz.
8. Piston kalıp merkezi çizgisiyle boru büküm çizgisinin çakışıp çakışmadığına dikkat ediniz.
9. Boruyu gönye yardımıyla 90° bükünüz.
10. Hidrolik volanı gevşetip parçayı çıkarınız.
11. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
12. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 7.57:** Boruda eğme ve bükme

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

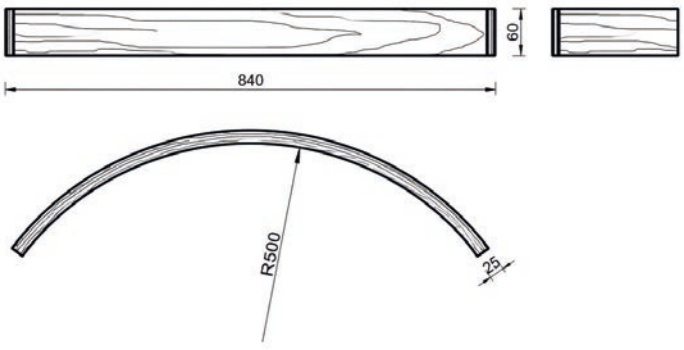
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.3. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Form Verme İşlemi** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde eğme ve bükme işlemi yapmak |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 250x70x30 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ahşap malzemeleri iş resmindeki ölçülere göre hazırlayınız (Görsel 7.58).
4. Lamine tezgâhını ayarlamak için yapılacak eğime göre hazırlanmış kalıpla pabuçları ayarlayınız.
5. İş parçalarını tek tek tutkallayarak pabuçlarla hazırlanan kalıba yerleştiriniz.
6. İş parçalarını bir taraftan başlayarak işkence yardımıyla sabitleyiniz.
7. Tamamen kuruyan iş parçasını kalıptan çıkarınız ve temizleyerek hazır hâle getiriniz (Görsel 7.59).
8. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz.




**Görsel 7.58:** Temrin parçalarının ölçüleri



**Görsel 7.59:** Lamine edilmiş iş parçasının kalıptan çıkarılması

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

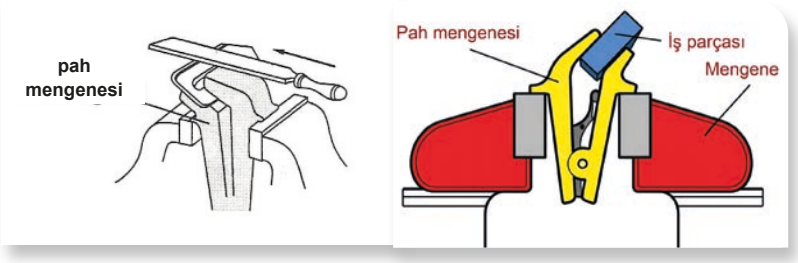
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.2. PAH VE RADİUS İŞLEMLERİ

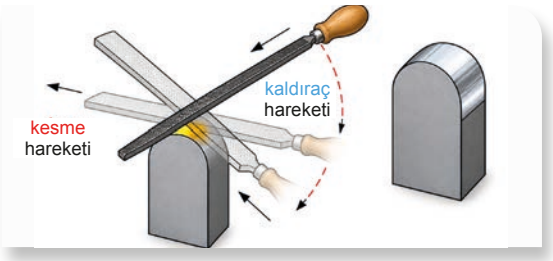
Talaşlı imalat sonrasında metal iş parçalarının kenar ve köşelerinde oluşan çapakları temizlemek, keskinliği gidermek ve daha güvenli bir yüzey elde etmek amacıyla yapılan yüzey düzeltme ve şekillendirme işlemleridir. Bu işlemlerle hem parçanın kullanım güvenliği artırılır hem de montaj sırasında oluşabilecek uyumsuzluklar önlenir.

**Pah kırma işlemi**, keskin köşelerin belirli bir açıyla düzleştirilmesi işlemidir. Genellikle eğe kullanılarak yapılır ve eğe, iş parçasına sabit bir açıyla tutulup kontrollü hareketlerle yüzey aşındırılır. Burada en önemli nokta, eğenin **aynı açıyla ve dengeli şekilde** kullanılmasıdır. Aksi hâlde elde edilen pah yüzeyi düzensiz olur. Daha hassas ve standart ölçülerde sonuç almak için pah mengenesi vb. yardımcı aparatlar kullanılır. Bu aparatlar, iş parçasını belirli bir açıyla sabitleyerek işlemin daha düzgün ve tekrarlanabilir olmasını sağlar. Genellikle tesviyeci mengenesine bağlanarak kullanılır ve işlem sırasında sabitlik sağlar (Görsel 7.60).




**Görsel 7.60:** Pah işlemi ve pah mengenesi

**Radius (köşe yuvarlama) işlemi** ise köşelerin kavisli hâle getirilmesidir. Bu işlemde eğe, düz hareket yerine **yay çizer gibi hafif sallanarak** (tahterevalli hareketi gibi) uygulanır. Böylece köşe bölgesi kademeli olarak aşındırılır ve düzgün bir yuvarlak form elde edilir. Radius işlemlerinde de sabit baskı uygulanmalı ve yüzeyin her noktasına eşit müdahale edilmelidir (Görsel 7.61).




**Görsel 7.61:** Radius işlemi

Pah kırma ve radius işlemlerinin her ikisinde de en önemli prensip, **malzemenin kontrollü ve kademeli olarak** aşındırılmasıdır. Ani ve düzensiz müdahaleler yüzeyin kalitesini düşürür ve istenen ölçülerin elde edilmesini zorlaştırır.

Pah ve radius işlemleri yalnızca güvenlik amacıyla değil aynı zamanda parçaların birbirine daha iyi oturmasını sağlamak, gerilme yığılmalarını azaltmak, parça dayanımını artırmak ve daha estetik bir görünüm kazandırmak için de uygulanır.

### 7.2.1. Metal Malzemelere Pah ve Radius Açma İşlemleri

Metal işleme süreçlerinde parçaların son formunu alması, montaj kolaylığı sağlaması ve iş güvenliği standartlarına uyması için pah ve radius açma işlemleri kritik bir öneme sahiptir. Bu işlemler, keskin kenarların ve köşelerin teknik resimde belirtilen ölçülere uygun şekilde düzeltilmesini sağlar.

Pah ve radius işlemlerinde hem kalite hem güvenlik açısından dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Çalışma ortamı iş güvenliği kurallarına uygun olmalıdır.
- İş parçası işlem öncesinde pas, yağ ve kirden temizlenmelidir.
- Temizlik için üstüpü, zımpara ve tel fırça kullanılmalıdır.
- Tezgâh ve aletler işlem öncesinde kontrol edilmelidir.
- Hassas ölçü aletleri (kumpas, gönye vb.) dikkatli kullanılmalıdır.
- Aletler sert zemine bırakılmamalıdır.

### 7.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç

Pah ve radius açma işlemlerinde kullanılan başlıca el aletleri ve ölçü araçları şunlardır:

**Eğe Takımı:** Malzemeyi aşındırmak ve şekillendirmek

**Gönye ve Kıl Gönye:** Açısal kontrol ve hassas ölçümler elde etmek

**Kumpas:** Ölçü kontrolü yapmak

**Markalama Çizeceği ve Çelik Cetvel:** Ölçüleri iş parçasına aktarmak

**Tesviye Tezgâhı:** Çalışma alanı

**Markalama Pleyti:** Düz ve hassas yüzey elde etmek

**Mihengir:** Yükseklik ve paralellik ölçülerini işaretlemek

### 7.2.1.2. Uygulama Süreci ve İşlem Sırası

Pah ve radius açma işlemine başlamadan önce iş parçası mutlaka iş resmine göre dikkatlice incelenir. İnceleme tamamlandıktan sonra yapılması gereken işlemler aşağıda açıklanmıştır.

#### a) İş Parçasının Markalanması

Kaldırılacak talaş miktarını belirlemek için işlem, yapılacak işin teknik resminin incelenmesiyle başlar. Mihengir ve markalama pleyti kullanılarak pahın veya radiusun nereye kadar açılacağı parçanın üzerine net bir şekilde çizilir. Bu çizgiler, eğeleme işlemi sırasında durulacak sınır hatlarıdır.

#### b) İş Parçasının Mengeneye Bağlanması (Sabitleme)

Doğru bağlama, hem parça kalitesini hem de çalışma konforunu artırır.

- Parça mengene çenelerinin tam ortasına yerleştirilmelidir.
- Parça inceyse veya tek taraflı sıkılıyorsa eğilmeyi önlemek için aynı kalınlıkta takozlarla desteklenmelidir.
- Parçanın hassas yüzeylerinin çizilmemesi için yumuşak metalden (alüminyum veya bakır) yapılmış çene ağızlıkları kullanılmalıdır.
- Çok uzun parçalar için yay mengenesi, seri ve açılı işlemler için ise özel pah mengeneleri kullanılmalıdır.

#### c) Pah ve Radiusun Açılması (Eğeleme Tekniği)

İşlem sırasında belirli bir sıra ve teknik uygulanmalıdır.

- Sol ayak önde olacak şekilde dengeli duruş sağlanır.
- Vücut hafif öne eğilerek kontrol artırılır.
- Eğe, iş parçasına uygun açıyla tutulur.
- Küçük ve kontrollü hareketlerle aşındırma yapılır.
- Markalama çizgilerine kadar işlem devam eder.
- Eğe ileri hareket ederken baskı uygulanır.
- Geri dönüşte baskı yapılmaz.
- Tüm yüzey eşit şekilde işlenir.
- Eğenin dişleri talaşla dolduğunda fırçayla temizlenir.

**AHİLİK**

Görünmeyen Kusur Senindir

Ahilik geleneğinde bir usta, yaptığı işin sadece dışarıdan görünen kısmını değil, gizli kalan kısımlarını da kusursuz yapmakla yükümlüdür. Borunun iç kısmında kalan ve görülmeyen çapakları (iç pah) temizlemek, sadece teknik bir gereklilik değil işine ve gelecekte bu sistemi kullanacak insanlara olan saygının, yani mesleki dürüstlüğünün bir göstergesidir.

## 7.2.2. Borularda Pah ve Radius Açma İşlemleri

Borularda pah ve radius açma işlemleri, borunun uç kısımlarında ve kenarlarında oluşan keskinlikleri gidermek, çapakları temizlemek ve uygun bir form kazandırmak amacıyla uygulanan önemli yüzey işlemleridir. Boru tesisatının montaj kalitesini, sızdırmazlığını ve içinden geçen akışkanın verimliliğini belirleyen en kritik son işlem aşamalarından biridir. Bu işlemler borularda sadece keskinliği gidermek için değil, aynı zamanda mühendislik gereklilikleri için yapılır. Borularda pah ve radius işlemlerinin yapılış amaçları şunlardır:

**Akış Dinamiği:** Boru kesildiğinde iç çapta oluşan çapaklar türbülansa neden olur. İç pah (raybalama), sıvının veya gazın pürüzsüz akmasını sağlar.

**Sızdırmazlık:** Rakorlu ve yüksüklü bağlantılarda borunun bağlantı elemanına tam oturması için dış kenarların temizlenmiş olması şarttır.

**Kaynak Hazırlığı:** Kalın cidarlı boruların birbirine eklenmesinde kaynağın derinlere nüfuz etmesi için uçlara "V" şeklinde kaynak ağzı (pah) açılır.

### a) Boru İç Çapına Pah Açma (Raybalama)

Borunun iç kısmındaki keskinlikleri ve kesim sonrası oluşan daralmayı gidermek için yapılan işlemdir. Raybalama işleminin yapılış aşamaları şunlardır:

- Konik el raybaları veya döner uçlu kalem raybalar kullanılır (Görsel 7.62).
- Rayba borunun ağzına yerleştirilir ve hafif bir baskıyla saat yönünde döndürülür.
- Raybalama sırasında çok fazla talaş kaldırmak boru et kalınlığını inceltir ve bağlantı noktasını zayıflatır. Bu nedenle işlem, sadece çapaklar temizlenene kadar yapılmalıdır.




**Görsel 7.62:** Boru iç çapında pah açma raybaları

### b) Boru Dış Çapına Pah ve Radius Açma

Borunun dış kenarının montaja hazır hâle getirilmesi sürecidir. Dış pah, borunun bir conta veya O-ring üzerinden geçerken bu elemanları kesmesini engeller. Borunun dış çapına yapılacak olan pah ve radius açma işlemleri aşağıdaki hususlara dikkat edilerek yapılmalıdır.

**Pah Açma:** Genellikle 30, 37.5 ve 45 derecelik bir açıyla yapılır. Gömme tip dış pah aparatları veya ince dişli düz eğeler kullanılır. Boru, mengenede sabitken eğe borunun çevresinde döndürülerek eşit bir eğim verilir (Görsel 7.63).

**Radius (Yuvarlatma):** Borunun ucunun daha yumuşak bir geçişe sahip olması istendiğinde eğe ile dairesel hareketler yapılarak köşe yuvarlatılır.



**Görsel 7.63:** Pah açma aparatı

### c) İşlem Sırası ve Dikkat Edilecek Kurallar

Borularda pah ve radius açma işlemleri yapılırken aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

- Boru, "V" yataklı bir mengene veya boru mengenesi kullanılarak ezilmeyecek şekilde bağlanmalıdır.
- Kesim yerindeki kaba talaşlar tel fırçayla temizlenmelidir.
- Genellikle önce iç pah (rayba) yapılır, ardından dış pah / radius işlemine geçilir.
- İşlem sonunda borunun ucu, teknik resimdeki ölçülere göre **radius mastarı** veya kumpasla kontrol edilmelidir.

## 7.2.3. Ahşap Malzemelerde Pah ve Radius Açma İşlemleri

Pah ve radius açma işlemleri, ahşap parçaların keskin kenarlarının belirli ölçülerde şekillendirilmesi amacıyla uygulanan form verme işlemleridir. Bu işlemler; parçaların güvenli kullanımını sağlamak, estetik görünüm kazandırmak, montaj kolaylığı oluşturmak ve yüzey kaplama malzemelerinin daha düzgün uygulanmasına katkı sağlamak amacıyla gerçekleştirilir.

### a) Pah Açma İşlemi

İş parçalarının dış köşelerin keskinliğini kırmak ve iyi bir görünüm kazandırmak amacıyla yapılan bir işlemdir. Rendeler, kesici kalemler ve makinelerle yapılabilir (Görsel 7.64).



**Görsel 7.64:** Pah açılmış iş parçası

**Pah açma işlemi**, ahşap parçanın keskin köşesinin belirli bir açı ve genişlikte düz bir yüzey oluşturacak şekilde kesilmesidir. Markalaması yapılan iş parçası, rendeyle markalama çizgisine kadar rendelenir (Görsel 7.65, 7.66 ve 7.67).



**Görsel 7.65:** Pah markalamasının yapılışı



**Görsel 7.66:** Pah markalaması yapılmış iş parçası



**Görsel 7.67:** Rendeyle pah işlemi

En yaygın uygulama, 45° açıyla yapılan pah açma işlemidir ancak kullanım amacına göre farklı açılar ve ölçülerde de pah oluşturulabilir. Pah açma işlemi el rendesi, daire testere makinesi, freze makinesi, şerit zımpara, pah frezesi veya CNC tezgâhları kullanılarak yapılabilir.

### b) Radius Açma İşlemi

Ahşap parçanın keskin kenarlarının belirli bir yarıçap (R) ölçüsünde yuvarlatılmasıdır. Radius uygulaması, parçanın darbelere karşı dayanımını artırır, kullanım sırasında yaralanma riskini azaltır ve özellikle vernik ile boya uygulamalarında kaplamanın kenarlara daha iyi tutunmasını sağlar. Radius açma işlemi genellikle rende, radius frezeleri, el üstü frezeleri ve CNC tezgâhları kullanılarak gerçekleştirilir (Görsel 7.68).

Ahşap yat yapımında pah ve radius açma işlemleri omurga, posta, kaplama elemanları, güverte parçaları, küpeşte, oturma elemanları ve iç donanım parçalarında yaygın olarak uygulanır. Yapılacak pah veya radius ölçüsü parçanın kullanım amacı, taşıyacağı yük ve teknik resimde belirtilen ölçülere uygun olarak belirlenmelidir. Markalanmış iş parçası rendeyle kontrollü bir şekilde markalama çizgisine getirilir (Görsel 7.69 ve 7.70).



**Görsel 7.68:** Pah açılmış iş parçası



**Görsel 7.69:** Radius markalaması



**Görsel 7.70:** Rende ile radius işlemi

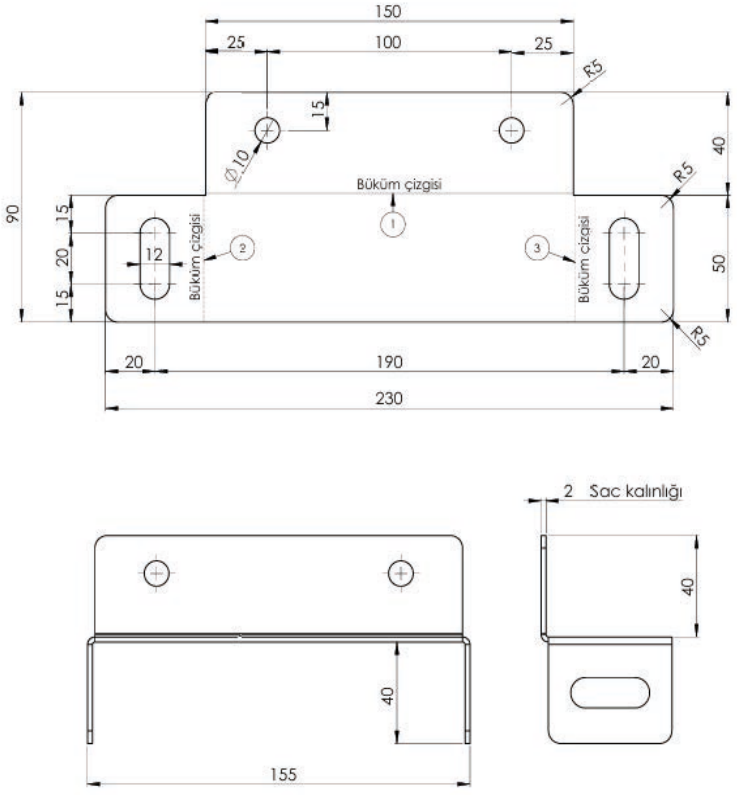
Yapılan işlemler sırasında ölçü doğruluğunun korunmasına, lif yönüne uygun işlem yapılmasına ve yüzeyde yanık, yırtılma veya lif kopması oluşmamasına dikkat edilmelidir. İşlem sonunda yüzeyler ince zımparayla düzeltilerek sonraki üretim aşamalarına hazır hâle getirilir.

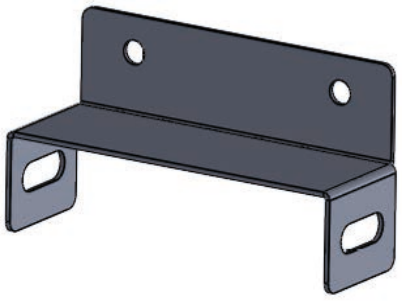
## 7.4. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Raf Montaj Aparatı (Bükme, Pah ve Radius İşlemi)** |
| **Amaç** | Sac malzemeye pah, radius ve bükme işlemi yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 125x30x3 mm ölçülerindeki lama parçası, paralel ağızlı mengene, markalama boyası, lama eğe, ince dişli eğe, kumpas, çekiç, Ø4 ve Ø6 matkap, el testeresi, pleyt, mihengir, çizecek, zımpara |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 7.71'de verilen iş parçasının resmini dikkatlice inceleyiniz.
4. İş parçasının ölçülerini kontrol ediniz.
5. Sac malzemenin yüzeyini temizleyiniz.
6. Çelik cetvel ve mihengir yardımıyla ölçüleri markalayınız.
7. Büküm çizgilerini işaretleyiniz.
8. Delik merkezlerini markalayınız.
9. Delik merkezlerini noktayla işaretleyiniz.
10. İş parçasını mengeneye düzgün şekilde bağlayınız.
11. Matkap tezgâhında delikleri açınız.
12. Oval delik bölgelerini uygun yöntemle işleyiniz.
13. İş parçasında oluşan çapakları temizleyiniz.
14. Keskin köşelere pah kırınız.
15. Radius bölgelerini eğeyle yuvarlatınız.
16. İş parçasını caka tezgâhına bağlayınız.
17. İş parçasının resimde verilen büküm çizgilerinden bükme işlemini yapınız.
18. Bükme açılarını kontrol ediniz.
19. Nihai ölçüleri kumpas ve çelik cetvelle kontrol ediniz.
20. Parçanın yüzeylerini temizleyiniz.
21. İş güvenliği kurallarına uygun şekilde çalışmayı tamamlayınız.
22. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
23. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 7.71:** Raf montaj aparatı

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

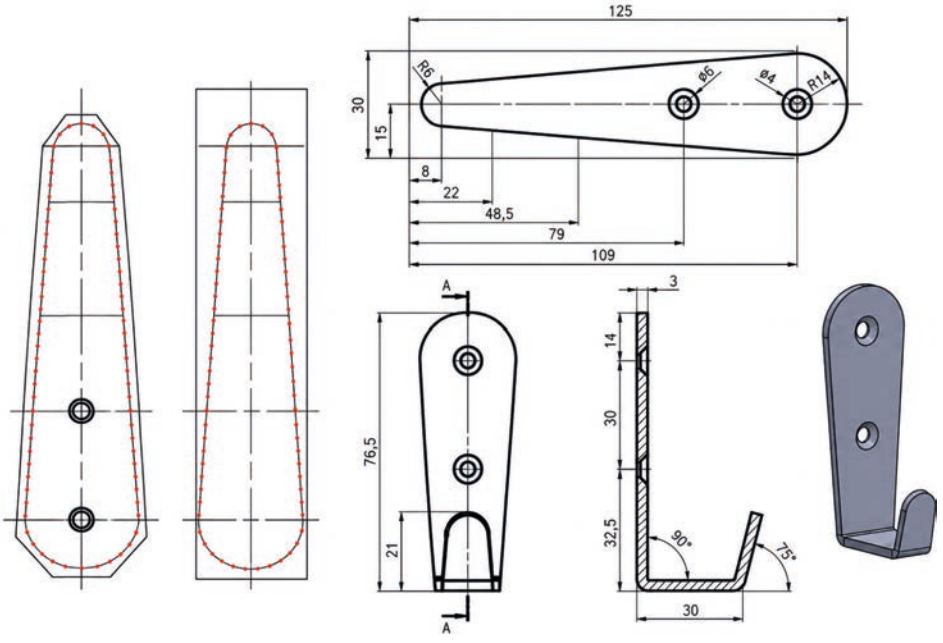
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.5. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Askı Kancası (Bükme, Pah ve Radius İşlemi)** |
| **Amaç** | Metal malzemelerde pah ve radius aletlerinin kullanarak pah ve radius işlemi yapmak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 125x30x3 mm ölçülerindeki lama parçası, paralel ağızlı mengene, markalama boyası, lama eğe, ince dişli eğe, kumpas, çekiç, Ø4 ve Ø6 matkap, el testeresi, pleyt, mihengir, çizecek, zımpara |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 7.72'de inceleyerek 125x30x3 ölçüsündeki parçayı verilen ölçülere göre markalayınız.
4. Parçayı Ø4 mm'lik matkap ucuyla deliniz ve parçaya Ø8 mm'lik matkap ucuyla havşa açınız.
5. Parçayı markalanan çizgilerden el testeresiyle 1-2 mm mesafede kesiniz.
6. Lama eğeyle parçayı eğeleyerek radius veriniz.
7. Bükme çizgilerini çiziniz.
8. Mengeneye bağlanan parçayı çekiç yardımıyla eğerek bükünüz.
9. Bükme işlemi bittikten sonra iş parçasını ince dişli eğe ve zımpara yardımıyla temizleyiniz.
10. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
11. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 7.72:** Askı kancası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

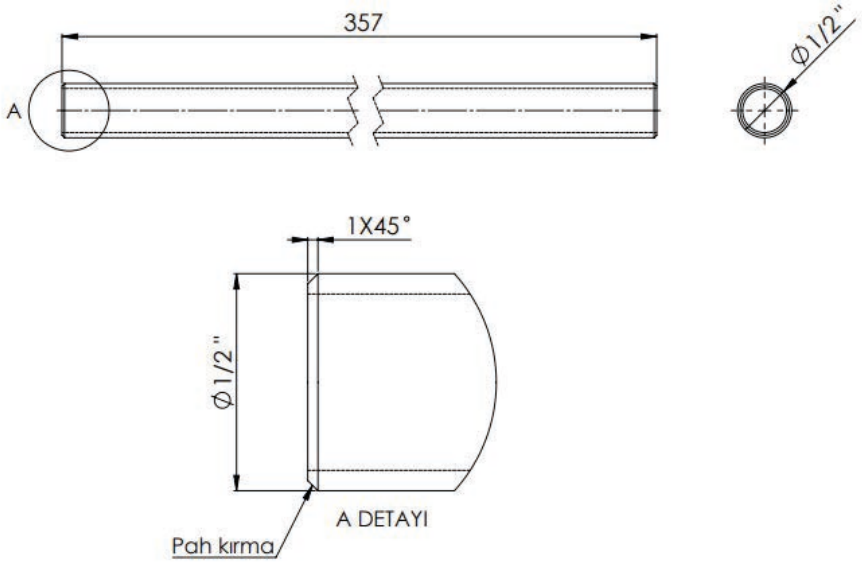
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.6. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Borularda Pah ve Radius İşlemi** |
| **Amaç** | Boru malzemeye pah ve radius işlemi yapmak |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | Ø1/2"x357x2 mm ölçülerindeki çelik boru, pah açma aparatı, mengene, metre, gönye |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Aşağıda görseli verilen çelik boruyu istenen ölçüde kesiniz.
4. Boruyu mengene veya uygun bir bağlama aparatı ile sabitleyiniz.
5. Borunun çapına uygun pah açma aparatını seçiniz.
6. Pah açma aparatını borunun ucuna eksenine uygun şekilde yerleştiriniz.
7. Aparatı kontrollü olarak döndürerek borunun ucuna eşit ve düzgün bir pah açınız (Görsel 7.73).
8. Aynı işlemi borunun diğer ucuna uygulayınız.
9. Açılan pahları kontrol ederek oluşan çapakları temizleyiniz.
10. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
11. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 7.73:** Boru bükme ve pah kırma

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

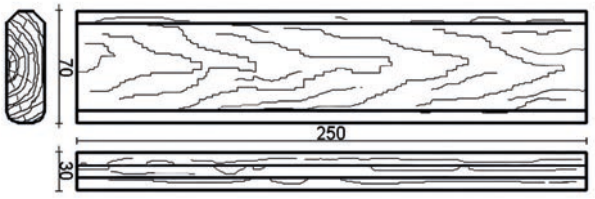
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 7.7. UYGULAMA

| Konu | Ahşap Malzemelerde Form Verme İşlemi |
|---|---|
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde pah ve radius açmak |
| **Süre** | 2 |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 250x70x30 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iş parçasının iş resmine göre markalamasını yapınız (Görsel 7.74).
4. Parçanın bir cumbasına pahları açınız.
5. Parçanın diğer cumbasına radiusları açınız.
6. Pah ve radius işlemlerinin yapıldığı cumbaları zımparayla düzeltiniz.
7. Rendeleyerek istenen ölçüye getirdiğiniz parçayı kontrol ederek yüzey düzgünlüğünü kontrol ediniz ve parçayı hazır hâle getiriniz (Görsel 7.75).
8. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz.




**Görsel 7.74:** Temrin parçalarının ölçüleri



**Görsel 7.75:** Pah ve radius açılmış iş parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Akran Değerlendirme Formlarını doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Arkadaşınızın çalışmasını değerlendirmek için karekodda yer alan akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

# 7. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklarda yüzey düzeltme ve kontrol işlemlerinde kullanılan araç gereç verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı kutu numarasını birden fazla soruda kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cetvel (a) | Caka makinesi (b) | Mengene (c) | Rayba (ç) |
| Kumpas (d) | Hidrolik boru bükme makinesi (e) | Silindir makinesi (f) | Eğe (g) |

**1. Sac malzemeleri belirli açılarda bükmek için kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**2. Ölçü kontrolü yapmak amacıyla kullanılan araç hangisidir?**

……

**3. Pah ve radius açma işlemlerinde kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**4. Boruların iç ve dış kısmındaki çapakları temizleme, yüzey düzeltme ve pah kırma işlemlerinde kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**5. Silindirik veya yay şeklinde bükme işlemlerinde kullanılan araç hangisidir?**

……

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**6. Metal malzemelerde eğme ve bükme işlemlerinin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Malzemeyi eritmek
B) Malzemeye kesme yapmadan form vermek
C) Malzemenin sertliğini azaltmak
D) Talaş kaldırmak
E) Yüzeyi boyamak

**7. Aşağıdakilerden hangisi bükme işlemi sırasında boyu değişmeyen eksene verilen addır?**

A) Çekme ekseni
B) Basma ekseni
C) Nötr eksen
D) Merkez çizgisi
E) Eğme doğrusu

**8. Pah kırma işleminin amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Malzemeyi uzatmak
B) Yüzeyi boyamak
C) Delik çapını büyütmek
D) Sacı inceltmek
E) Keskin kenarları gidermek

**9. Aşağıdakilerden hangisi borularda iç pah açma işleminde kullanılır?**

A) Mengene
B) Kumpas
C) Rayba
D) Silindir makinesi
E) Tokmak

**10. Aşağıdakilerden hangisi boru bükme yöntemlerinden değildir?**

A) Döner çekme
B) Basma
C) Cakada
D) Pres
E) Üç merdaneli

**11. Ahşap malzemelerde eğme ve bükme işlemlerinin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Ahşabın sertliğini artırmak
B) Ahşabı daha ağır hâle getirmek
C) Ahşaba belirli bir eğri veya kavis doğrultusunda şekil vermek
D) Ahşabın nem oranını azaltmak
E) Ahşabın yüzeyini boyaya hazırlamak

**12. Aşağıdaki yöntemlerden hangisinde ahşap parça, düz bir levha üzerinden istenen eğri formda kesilerek elde edilir?**

A) Laminasyon
B) Buharla eğme
C) Kertme
D) Eğri formda kesme
E) Presleme

**13. Kertme (çürütme) yöntemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?**

A) Ahşabın her iki yüzüne eşit derinlikte kesikler açılır.
B) Ahşap lifleri tamamen kesildiği için dayanımı artar.
C) Ahşabın yalnızca bir yüzüne belirli aralıklarla kesikler açılarak eğilebilir hâle getirilir.
D) Yalnızca metal malzemelerde uygulanır.
E) Taşıyıcı tekne elemanlarında en çok tercih edilen yöntemdir.

**14. Laminasyon yöntemiyle ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) İnce ahşap katmanlar tutkallanarak birleştirilir.
B) Lameller kalıp üzerinde işkenceler yardımıyla sıkıştırılır.
C) Tutkal kuruduktan sonra parça kalıptan çıkarılır.
D) Lif yönlerinin paralel düzenlenmesi tercih edilir.
E) Laminasyon yönteminde ahşap parçalar kesilmeden tek parça hâlinde bükülür.

**15. Ahşap malzemelerde pah açma işleminin temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Ahşap parçanın boyunu uzatmak
B) Ahşap parçanın kalınlığını artırmak
C) Keskin köşeleri kırarak güvenli kullanım ve estetik görünüm sağlamak
D) Ahşabın nem oranını düşürmek
E) Ahşap parçaları birbirine yapıştırmak

**16. Ahşap malzemelerde radius açma işlemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?**

A) Parçanın kenarlarında düz bir yüzey oluşturur.
B) Keskin kenarlar belirli bir yarıçap ölçüsünde yuvarlatılır.
C) Sadece daire testere makinesi ile yapılabilir.
D) Ahşabın lif yönünü değiştirmek amacıyla uygulanır.
E) Yalnızca dekoratif amaçla yapılır.

# 8. ÖĞRENME BİRİMİ

# MALZEMELERİ BİRLEŞTİRME



## KONULAR


**8.1. SÖKÜLEBİLİR BİRLEŞTİRMELER**

**8.2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRMELER**


Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- adım
- ark
- bağlantı elemanı
- elektrot
- kaynak
- kiniş

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- metal parçaların neden farklı yöntemlerle birleştirildiğini analiz etmeniz
- cıvata, vida, kama, pim vb. elemanların teknik farklarını ve seçim kriterlerini ayırt etmeniz
- kaynak teknolojisinin tarihsel gelişimini ve modern sanayideki yerini kavramanız
- birleştirme işlemlerinde sızdırmazlık, mukavemet ve emniyet kavramlarını ayırtetmeniz

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda gemi yapımıyla ilgili bir durum verilmiştir.**

Bir tersaneye eğitim gezisine giden öğrenciler, yapımı devam eden bir gemiyi incelemektedir. Gezi sırasında bazı çalışanların büyük metal parçaları bir araya getirerek çalıştığı, bazı çalışanların ise çeşitli el aletleriyle belirli parçaları söküp tekrar taktığı görülmektedir. Öğrenciler, aynı gemide hem sürekli yerinde kalacak hem de gerektiğinde sökülebilecek parçaların bulunmasına şaşırırlar.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1. Gemide bazı parçaların yerinde kalması, bazılarının ise gerektiğinde sökülebilmesi sizce neden gerekli olabilir?
2. Geminin tüm parçaları tek parça hâlinde yapılmış olsaydı hangi sorunlarla karşılaşılabilirdi?

## KONUYA BAŞLARKEN

İnsanlık tarihi temelde parçaları birleştirme, uyumlu hâle getirme ve onlardan yeni bütünler var etme yeteneğiyle şekillenmiştir. Basit el aletlerinin yapımından karmaşık mühendislik yapılarına kadar uzanan bu süreçte birleştirme yöntemleri büyük bir gelişim göstermiş; zamanla geliştirilen birleştirme teknikleriyle köprü, gemi, makine, taşıt ve gökdelenler inşa edilmiştir. Son yıllarda kullanılan birçok ürün, farklı malzemelerin uygun yöntemlerle bir araya getirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Birleştirme teknikleri yalnızca iki malzemeyi yan yana getirmekten ibaret değildir. Onlara yük taşıma gücü, dayanıklılık, güvenlik ve işlevsellik kazandırır. Doğru seçilmeyen bir cıvata bir makinenin çalışmasını durdurabilir, hatalı yapılmış bir kaynak bağlantısı ise büyük yapıların hasar görmesine hatta çökmesine neden olabilir. Bu nedenle malzemeleri birleştirme yöntemlerini tanımak, hangi koşullarda hangi tekniğin kullanılacağını bilmek ve güvenli uygulamalar gerçekleştirebilmek mühendislik ve teknik alanların temel becerilerinden biridir.

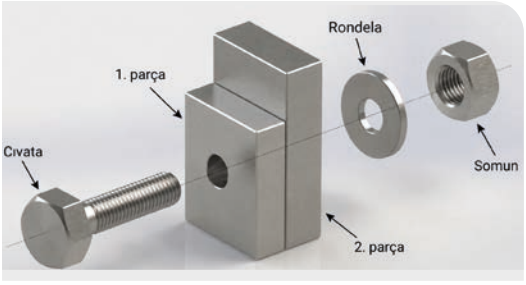
## 8.1. SÖKÜLEBİLİR BİRLEŞTİRMELER

Bakım, onarım veya taşıma amacıyla parçaların birbirine veya birleştirme elemanına zarar vermeden ayrılması gereken durumlarda kullanılan birleştirme türüdür. Başka bir ifadeyle malzemeleri birbirinden kolayca ayırıp sonra istendiğinde tekrar birleştirmeye yarayan birleştirme yöntemlerine **sökülebilir birleştirmeler** denir. Bu birleştirme türünün en büyük avantajı; montaj ve demontaj (söküm) işlemlerinin parçaların, mekanik özelliklerini ve yapısını bozmadan defalarca tekrarlanabilmesidir.

### 8.1.1. Metal Malzemelerde Sökülebilir Birleştirme Elemanları

Metal malzemelerde sökülebilir birleştirme elemanları; makine, gemi inşaatı, otomotiv, havacılık ve genel imalat endüstrisinde metal parçaları birbirine yapısal zararlar vermeden bağlayan, bakım ve onarım süreçlerinde kolayca sökülüp tekrar monte edilmesini sağlayan mukavemeti yüksek kritik makine elemanlarıdır. Genellikle çelik ve alaşımlarından üretilen bu elemanların en yaygın örnekleri arasında yüksek çekme ve kesme kuvvetlerine dayanan cıvatalar, somunlar, vidalar, saplamalar, miller üzerindeki eksenel hareketi sınırlayan segmanlar ve konumlandırma sağlayan pimler yer alır. Metal elemanların birbirine bağlanmasında titreşim kaynaklı gevşemeleri önlemek amacıyla genellikle rondela veya özel kilitleme pullarıyla desteklenen bu sistemler; standartlara (TS, DIN, ISO) uygun üretilmeleri nedeniyle yedek parça tedarikini kolaylaştırır, mekanik yapıların ömrünü uzatır ve montaj hatlarında maksimum esneklik sunar.

İki veya daha fazla parçayı birbirine bağlamak, daha sonra parçaları zarar vermeden ayırmak için özel şekillendirilmiş elemanlar kullanılır. Bu elemanların görevlerini yerine getirebilmeleri için silindirik olan gövdelerine özel profilli dişler açılır. Diş açılmış gövdenin üzerine bağlama (birleştirme) elemanları yardımıyla sökülebilir şekilde yapılan birleştirme işlemi **vidalı birleştirme** olarak tanımlanır. Bu yöntem, mekanik sistemlerde parçaların bir arada tutulması, kuvvetlerin iletilmesi veya belirli bir sıkılık derecesinin sağlanması amacıyla en yaygın kullanılan birleştirme tekniklerinden biridir. Özellikle makine konstrüksiyonu, gemi inşaatı, yapısal montaj vb. alanlarda, vidalı birleştirmelerin başarısı kullanılan malzemenin türüne, vida diş profilinin geometrisine ve uygulanan ön sıkma kuvvetine doğrudan bağlıdır.

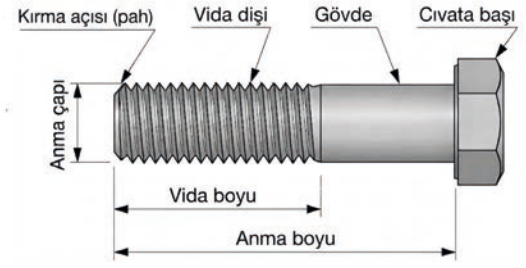



**Görsel 8.1:** Sökülebilir birleştirmede kullanılan cıvata, somun ve rondela

Vidalı birleştirmelerle sistemlerin verimli çalışması, birleştirme işlemini gerçekleştiren cıvata, somun, saplama, rondela (pul) vb. temel bağlantı elemanlarının yapısal özelliklerinin ve uygulama alanlarının doğru tanınmasıyla mümkün olmaktadır. Görsel 8.1'de sökülebilir birleştirmede kullanılan cıvata, somun ve rondela görülmektedir.

### a) Cıvatalar

Genellikle silindirik gövdeye ve gövde üzerinde dişlere sahip, baş kısmı anahtarla sıkılıp gevşetilebilen bir bağlantı elemanıdır. Bir cıvata; baş, gövde ve diş kısımlarından meydana gelir. Gövdenin üzerinde vida dişleri ile gövde ucuyla vida dişlerinin birleştiği noktada kırma açısı (pah) bulunur. Kırma açısı, genellikle 45° olarak belirlenmiştir. Görsel 8.2'de bir cıvatanın kısımları ve bileşenleri görülmektedir.




**Görsel 8.2:** Cıvatanın kısımları ve bileşenleri

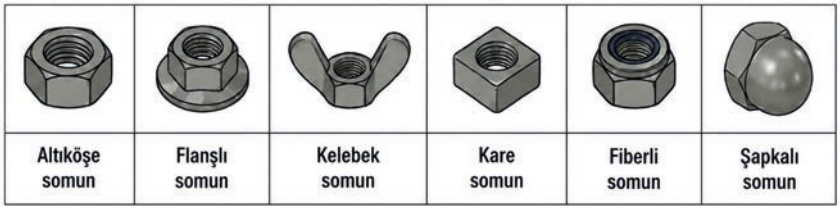
Cıvatalar, parçaların arasında yüksek bir sıkıştırma kuvveti oluşturur. İstendiğinde gevşetilerek parçalar ayrılabilir. Motor blokları, çelik köprü inşaatları, makine gövdeleri, tekerlek bağlantıları, ev eşyaları vb. birçok kullanım alanı mevcuttur. Bu elemanlar, kullanım yerine göre farklı baş ve gövde yapılarına sahiptir. Örneğin altıköşe, alyan, tornavida ve yıldız başlı cıvatalar montaj kolaylığı sağlarken U cıvata, göz cıvata (aybolt) vb. özel formlar yapısal sabitlemelerde tercih edilir. Gövde şekillerine göre cıvatalar ise somunsuz bağlantılarda, sac metal birleştirmelerinde veya parçaların birbirine göre konumunu sabitlemede (setskur) kullanılır. Görsel 8.3'te baş şekillerine göre ve özel amaçlı cıvatalar görülmektedir.




**Görsel 8.3:** Baş şekillerine göre ve özel amaçlı cıvatalar

### b) Somunlar

Cıvata, saplama vb. diş açılmış makine elemanlarıyla birlikte kullanılan, iç kısmında dişleri bulunan ve parçaları sökülebilir şekilde birbirine bağlayan bir bağlantı elemanıdır. Genellikle montaj ve demontaj esnasında anahtarla kolayca sıkılıp gevşetilebilmesi için dış yüzeyleri altıgen biçiminde imal edilir. Güvenli bir bağlantı sağlamak ve sarsıntı nedeniyle gevşemeyi önlemek amacıyla çoğunlukla rondela (pul) ile birlikte kullanılır. Kullanım yerine, sızdırmazlık ve emniyet ihtiyacına ya da maruz kalacağı kuvvete göre çok çeşitli formlarda üretilen somunlar, piyasada farklı isimlerle anılır. En yaygın kullanılan somun çeşitleri Görsel 8.4'te verilmiştir.




**Görsel 8.4:** Somun çeşitleri

### c) Vidalar

Metal, ahşap, plastik vb. malzemeleri birleştirmek veya sabitlemek amacıyla kullanılan, gövdesi diş açılmış sökülebilir birleştirme elemanlarıdır. Montaj ve sökme işlemlerinin kolay olması nedeniyle bakım, onarım ve parça değişiminin gerektiği uygulamalarda yaygın olarak tercih edilir. Vida bağlantıları uygun sıkma torku ile yapıldığında güvenli ve sağlam bir birleştirme sağlar. İnce sac, metal levha, trapez sac, pano veya profil bağlantılarında aynı vida tipi kullanılmaz. Yanlış vida seçimi, vidanın boşta dönmesine, sacın yırtılmasına, vida başının sıyrılmasına veya bağlantının zayıf kalmasına neden olabilir. Vidalar; baş şekline, diş yapısına ve kullanım amacına göre farklı çeşitlerde üretilmektedir. Görsel 8.5'te sık kullanılan vida çeşitleri görülmektedir.




**Görsel 8.5:** Vida çeşitleri

### ç) Saplamalar

Her iki ucuna da diş açılmış, başı olmayan silindirik bir bağlantı elemanıdır. Bir ucu gövdenin üzerindeki kör deliğe vidalanır, diğer ucuna ise birleştirilecek parça takılarak somunla sıkılır. Sık sık sökülüp takılması gereken ağır parçalarda (örneğin motor silindir kapakları) ana gövdedeki dişlerin aşınmasını önlemek için tercih edilir. Görsel 8.6'da saplama örnekleri verilmiştir.



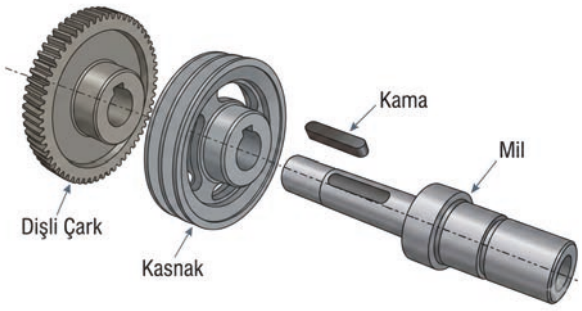
**Görsel 8.6:** Saplamalar

### d) Rondelalar

Civata başı veya somun ile parça yüzeyi arasına yerleştirilen, ortası delik metal halkadır. Sıkma kuvvetini geniş bir yüzeye yayar ve yüzeyin zarar görmesini engeller. Yaylı rondela tipleri, titreşim nedeniyle somunun gevşemesini önler. Tüm cıvatalı ve somunlu bağlantılarda sızdırmazlık, yük dağıtımı veya emniyet amacıyla kullanılır.

### e) Kamalar

Mil üzerinde çalışan ve mille birlikte dönmesi istenen dişli çark, kasnak, kavrama vb. makine parçalarını sökülebilir biçimde bağlayan mekanik bir makine elemanıdır. **Kamalı birleştirme** ise bu eleman vasıtasıyla iki veya daha fazla parçanın güvenli, hareket iletecek ve istendiğinde sökülebilecek şekilde bir araya getirilmesi yöntemidir. Kamalı birleştirmelerin temel çalışma prensibi, mil ile göbek (dişli, kasnak vb.) arasında mekanik bir kilit sistemi veya yüksek sürtünme kuvveti oluşturarak dönme hareketini ve torku (momenti) kayıpsız bir şekilde aktarmaktır. Görsel 8.7'de bir kamalı birleştirme örneği görülmektedir.




**Görsel 8.7:** Kamalı birleştirme

**KARAR ANI**

Birleştirme işlemine başlamadan önce **parçaların kullanım amacını, çalışma koşullarını ve bakım gereksinimlerini** değerlendirerek uygun birleştirme yönteminin seçilmesi için karar vermelisiniz.

**! Unutmayın:** Doğru birleştirme yönteminin seçilmesi üretim kalitesini artırır, bakım işlemlerini kolaylaştırır ve yapının güvenliğini sağlar.

### Kama Çeşitleri

Kamalar, mekanizmanın çalışma prensibine ve milin maruz kaldığı yükün yönüne göre farklı tasarımlara sahiptir. Temel olarak millerin eksenine dik veya paralel yerleştirilme durumlarına göre enine ve boyuna çalışan kamalar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Doğru kama türünün seçilmesi, makine parçalarının verimli çalışması ve bağlantı noktalarında oluşabilecek aşınmaların önlenmesi açısından büyük önem taşır. Görsel 8.8'de en çok kullanılan kama çeşitleri gösterilmiştir.

**Enine Çalışan Kamalar:** Çekmeye veya basmaya çalışan millerin birleştirilmesinde kullanılır. Millerin eksenine dik (enine) olarak yerleştirilir. Ayar gerektiren yerlerde ve düşük devirli mekanizmalarda tercih edilir.

**Boyuna Çalışan Kamalar:** Makine imalatında en sık karşılaşılan kama türüdür. Milin eksenine paralel olarak yerleştirilir. Eğimli (sıkıştırılabilen) kamalar ve eğimsiz (uygu) kamalar olmak üzere iki çeşittir.




**Görsel 8.8:** Kama çeşitleri

## SIRA SİZDE

**Aşağıda sökülebilir birleştirme elemanlarının seçiminde dikkat edilmesi gereken durumlarla ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Açık denizde seyir hâlindeki bir geminin ana jeneratörüne ait soğutma suyu boru devresinde yüksek titreşim nedeniyle bir bağlantı noktasında su sızıntısı meydana gelmiştir. Yapılan kontrolde, bağlantıda kullanılan cıvata ve somunların korozyon nedeniyle hasar gördüğü belirlenmiştir. Görevli çalışan olarak bağlantıyı sökerek yeni sökülebilir birleştirme elemanları ile güvenli şekilde yeniden monte etmeniz gerekmektedir.

**Senaryoya göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Bu bağlantıda kullanılmak üzere hangi tip cıvata ve somun kombinasyonunu tercih edersiniz? Tercihinizin nedenlerini açıklayınız.**

   .....

2. **Bağlantının gemi çalışırken oluşan titreşim nedeniyle gevşememesi için hangi önlemleri alırsınız? Açıklayınız.**

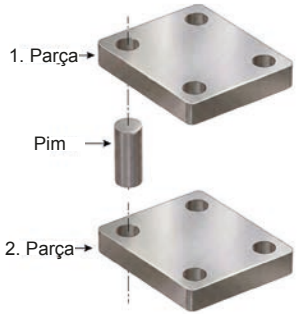
   .....

3. **Bu tür bağlantılarda sökülebilir birleştirme elemanlarının kullanılmasının bakım ve onarım açısından sağladığı avantajlar nelerdir?**

   .....

### f) Pimler

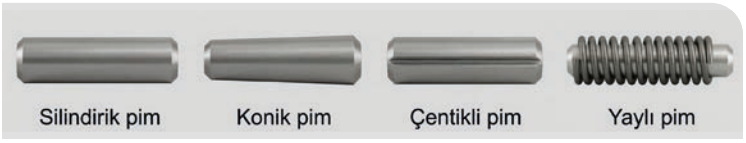
Makine parçalarını birbirine göre sabit bir konumda tutmak, parçaları birbirine bağlamak veya bir emniyet elemanı olarak görev yapmak üzere kullanılan silindirik veya konik yapılı makine elemanlarına **pim** denir. Bu makine elemanı ile yapılan sökülebilir birleştirmeye **pimli birleştirme** denir (Görsel 8.9). Kamaların aksine pimler, genellikle tork iletmekten ziyade sabitleme amacıyla tercih edilir. Montaj kolaylığı ve ekonomik olmaları nedeniyle sökülebilir birleştirmelerde yaygın olarak kullanılır.




**Görsel 8.9:** Pimli birleştirme

### Pim Çeşitleri

Kullanım amaçlarına, geometrilerine ve montaj şekillerine göre birçok pim çeşidi olmakla birlikte en çok bilinen pim çeşitleri aşağıda yer almaktadır (Görsel 8.10).




**Görsel 8.10:** Pim çeşitleri

**Silindirik Pimler:** Dış yüzeyleri taşlanmış ve tam silindirik yapıdaki pimlerdir. Genellikle parçaların birbirine göre konumunu hassas bir şekilde sabitlemek için kullanılır.

**Konik Pimler:** Boylu boyunca belirli bir eğime (genellikle 1/50 oranında) sahip olan pimlerdir. Konik yapısı nedeniyle deliğe sıkı oturur ve sarsıntılı çalışma koşullarında yerinden çıkmaz.

**Çentikli Pimler:** Gövdesi üzerinde üç adet uzunlamasına çentik bulunan pimlerdir. Pim deliğe çakıldığında çentiklerin kenarları yaylanarak deliğin cidarlarına baskı yapar.

**Yaylı Pimler:** İçi boş, boydan boya yarık olan, yay çeliğinden üretilmiş pimlerdir. Kendi çapından biraz daha küçük bir deliğe çakıldığında dışa doğru sürekli bir baskı uygulayarak delikte kilitlenir. Darbe ve titreşime karşı son derece dirençlidir.

## 8.1. ETKİNLİK

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Sökülebilir Bağlantı Elemanlarının Gemilerde Kullanıldığı Yerlerle İlgili Sunu Hazırlama** |
| **Amaç** | Farklı sökülebilir bağlantı elemanlarının özelliklerini, kullanım amaçlarını ve aralarındaki farkları analiz etmek |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | **Donanım:** Bilgisayar, projektör / projeksiyon<br>**İçerik Malzemeleri:** Sunum taslağı / ajandası<br>**Görsel ve İşitsel Ögeler:** Fotoğraflar, tablolar, kısa videolar<br>**Tasarım Öğeleri:** Konuyla uyumlu tema / şablon, yazı tipleri, renk paleti<br>**Yedekleme:** USB bellek |

**Yönerge:** Gemilerde kullanılan sökülebilir bağlantı elemanlarının özellikleri, kullanım amaçları ve aralarındaki farklarını analiz etmeye yönelik araştırma ve dijital sunu hazırlama süreçlerini planlı bir şekilde gerçekleştirebilmeniz için aşağıdaki adımları sırasıyla uygulayınız.

1. Çalışma ortamında (bilgisayar laboratuvarı) ergonomi ve elektrik güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gemilerde kullanılan sökülebilir bağlantı elemanlarını, genel özelliklerini ve kullanım amaçlarını güvenilir kaynaklardan araştırınız.
3. Gemilerde kullanılan sökülebilir bağlantı elemanlarını inceleyerek ortak özellikleri ve farklılıkları sınıflandırınız.
4. Araştırdığınız sökülebilir bağlantı elemanları türlerini birbirinden ayıran yapısal özellikleri (malzeme, şekilleri vb.) belirleyerek bir karşılaştırma tablosu hazırlayınız.
5. Dijital sunum slaytlarınızı giriş, gelişme ve sonuç bölümlerine göre planlayınız. Bunun için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz.

   **Giriş:** Merak uyandıran bir başlık ve sunum amacını içeren bir giriş slaytı hazırlayınız.

   **Gelişme:** Gemilerde kullanılan sökülebilir bağlantı elemanlarını kullanım amaçlarına göre sınıflandıran bir şema hazırlayınız. Gemilerde kullanılan sökülebilir bağlantı elemanlarının kullanım alanlarını açıklayan ve yapısal farkları gösteren slaytlarınızı oluşturunuz.

   **Sonuç:** Ana noktaları özetleyen kapanış ve teşekkür slaytı oluşturunuz.
6. Teknik verilerle uyumlu, sökülebilir bağlantı elemanları çeşitlerine göre ayırt edici nitelikte ve yüksek çözünürlüklü görsellere sunumunuzda yer veriniz.
7. Hazırladığınız sunumu sökülebilir bağlantı elemanlarının özelliklerini, kullanım amaçlarını ve aralarındaki farkları vurgulayarak açık ve anlaşılır bir şekilde sununuz. Sunum sırasında göz teması kurunuz ve zaman yönetimini sağlayınız.
8. Çalışmanızı gözden geçirerek eksik yönlerinizi tamamlayınız. Sunum dosyanızı kaydedip USB bellek veya depolama birimlerinde yedekleyiniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.1. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Sökülebilir Birleştirme Elemanlarını Doğru Aletleri Kullanarak Sökme ve Takma** |
| **Amaç** | Sökülebilir birleştirme elemanlarını doğru aletler kullanarak söküp takmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | iş sağlığı ve güvenliği donanımları, anahtar takımı, gres yağı, üstübü |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Mengene sökümü için gerekli anahtar takımını, temizlik / yağlama için kullanılacak malzemeleri (gres yağı, üstübü) hazırlayınız.
4. Mengenenin hareketli çene, gövde, döner tabla ve bağlantı cıvatalarını gözlemleyerek parçaların birleştirilme şekillerini not ediniz (Görsel 8.11).
5. İlk olarak mengeneyi tezgâha bağlayan bağlantı cıvatalarını uygun anahtar kullanarak gevşetip sökünüz.
6. Sökülen parçaları sırasıyla güvenli bir yere koyunuz.
7. Mengeneyi gövde ve hareketli çene gruplarına ayırmak için üzerindeki sabitleme cıvatalarını sökünüz. Parçaların birbirine zarar vermemesine dikkat ediniz.
8. Sökülen tüm cıvata, somun, pul ve dişli yüzeylerini temizleme beziyle temizleyiniz; aşınmış veya dişleri bozulmuş elemanları kontrol ediniz.
9. Mekanik parçaların ve hareketli dişlilerin düzgün çalışması için temizlenen kısımlara ince bir tabaka hâlinde gres yağı uygulayınız.
10. Parçaları söküm sırasının tersini takip ederek cıvataları aşırı zorlamadan yerlerine takınız ve anahtar ile ön sıkma yapınız.
11. Mengenenin bağlantılarını anahtar takımıyla uygun sıkılıkta sıkınız ve hareketli mekanizmanın düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
12. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
13. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 8.11:** Sökülebilir birleştirme uygulaması

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.1.2. Metal Malzemelere Diş Açma

Silindirik yüzeylere, eşit adım ve aynı profilde açılan helis kanallara vida denir. Vidalar, bağlantı elemanı olarak kullanılabildiği gibi hareket ve kuvvet iletiminde de kullanılır. Bir silindirde belirli bir noktadan belli bir açı ile bir devir yaptırıldığında meydana gelen dolanıma helis denir. Dairesel kesitli bir silindire sarılması ile elde edilen helis eğrisi, vidaların temelidir. Helis eğrisi, kalınlığı olan bir silindirin dış yüzeyine sarılırsa cıvata, içi boş bir silindirin iç yüzeyine sarılırsa somun elde edilmiş olur. Vidaları tanımlayan ölçü elemanları şunlardır:

**Diş Üstü Çapı:** Diş profilinin en dış noktasından ölçülen en büyük anma çapıdır.

**Diş Dibi Çapı:** Diş dibinden ölçülen çaptır.

**Diş Yüksekliği (Derinlik):** Eksene dik yönde, diş dibi ile diş üstü arasındaki uzaklıktır.

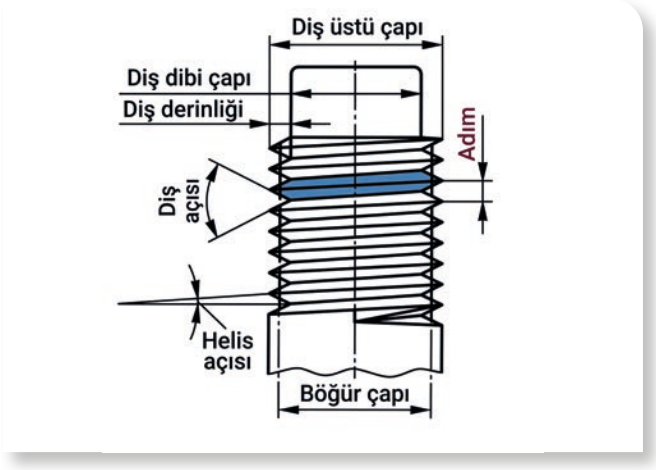
**Adım (Hatve) Ölçüsü:** Diş profili üzerindeki iki diş tepesi veya iki diş çukuru arasındaki mesafedir.

**Böğür Çapı:** Diş profilinin (diş üstü ve diş dibi ortası) hayalî olarak kesiştiği bölüm dairesi çapı olarak ifade edilir.

**Helis Açısı:** Diş profilinin dönme eksenine göre yaptığı eğim açısıdır.

**Diş Profil Açısı:** Diş profilinin yan kenarları arasındaki açıdır.

Görsel 8.12'de vidanın ölçü elemanları görülmektedir. Vidalar genel olarak ölçü sistemlerine, diş biçimlerine (profillerine), helisel yönlerine, kullanım amaçlarına ve ağız sayılarına göre sınıflandırılır.




**Görsel 8.12:** Diş profili ölçüleri

### Ölçü Sistemlerine Göre Vidalar

İmalat sektöründe genel olarak ölçü sistemleri baz alındığında vidalar iki temel başlıkta toplanır. Bu sistemler ülkeler bazında birincil veya ikincil sistem olarak kabul edilir. Ölçü sistemlerine göre vidalar şunlardır:

**a) Metrik Vidalar:** Günümüzde en çok kullanılan ölçü sistemi, metrik sistemdir. Metrik vidaların diş açıları 60 derecedir. Ölçüler milimetre cinsinden ifade edilir ve gösterimi **M** harfiyle başlar.

Örneğin **M8X2** olarak gösterilen bir kısaltmada bu vidanın metrik bir vida olduğu, diş üstü çapının 8 mm olduğu ve adım ölçüsünün 2 mm olduğu anlaşılmaktadır.

**b) Whitworth Vidalar:** İngiliz ölçü sistemi olan inç (parmak) standartlarına dayanan, bütün ölçülerinin bu sisteme göre adlandırıldığı vidalardır. Diş profil açısı 55 derecedir. İnç simgesi **"** veya **W** harfi ile gösterilir. Örneğin **W** ½" veya sadece ½" (parmak) vida.

### Şekillerine Göre Diş Formları

Vidaların kullanım amaçları hangi diş profiline sahip olacağını belirler. Diş profillerine göre vida çeşitleri aşağıda açıklanmıştır (Görsel 8.13).

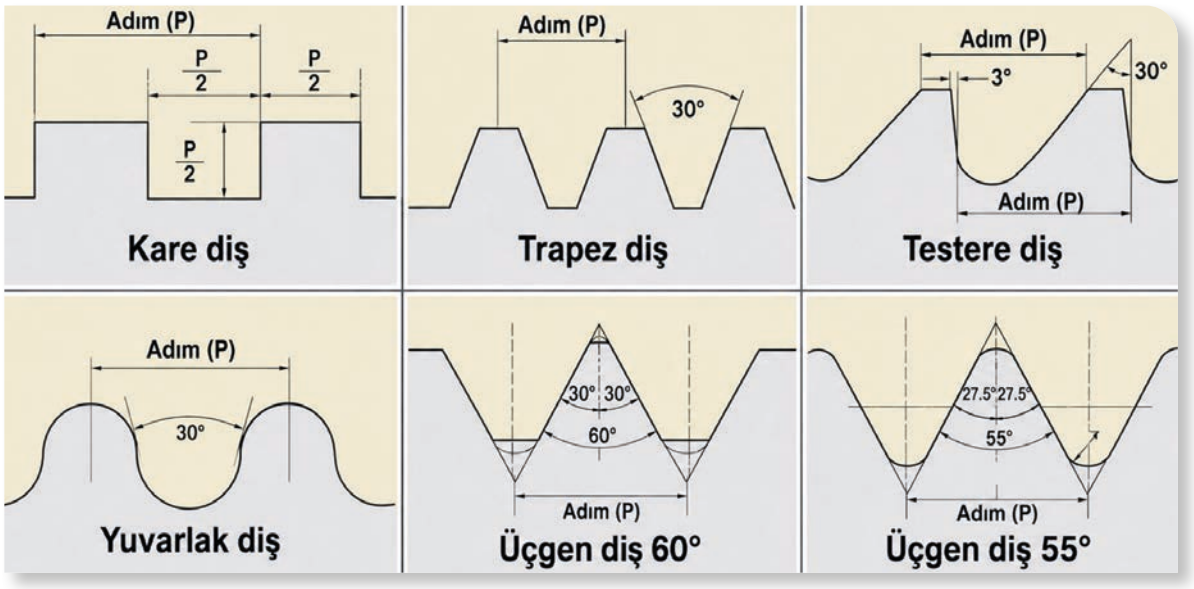
**Kare Diş:** Yapımının kolay oluşu nedeniyle hassas olmayan ve orta derecedeki zorlanmalara uygun, elle çalışan mengene milleri, pres milleri vb. yerlerde sıklıkla kullanılan hareket ileten vidalardır.

**Trapez Diş:** Çift yönlü zorlanmalarda, millerde, sonsuz vidalarda ve pres millerinde kullanılan bir hareket vidasıdır.

**Testere Diş:** Tek yönlü yüklemelere iyi direnç gösteren yüksek basınçlı yerlerde, titreşimli ortamlarda çalışan millerde, tozlu yerlerde, vinç ve çekme kancalarında kullanılan bir hareket ve tespit vidasıdır.

**Yuvarlak Diş:** Aşırı yüklere maruz kalan millerde, tozlu rutubetli vb. yerlerde kullanılmaya uygun bir hareket vidasıdır.

**Üçgen Diş:** Bağlantı elemanı olarak en çok kullanılan vida çeşididir.



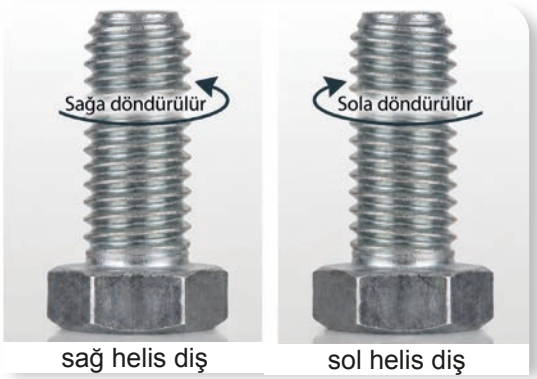

**Görsel 8.13:** Diş profillerine göre vidalar

### Helis Yönüne Göre Vidalar

Vidalar, silindirik gövde üzerindeki dişlerin helis yönüne ve dolayısıyla vidayı sıkıştırmak için gereken dönme yönüne göre ikiye ayrılır (Görsel 8.14).

**Sağ Vidalar:** Saat yönünde döndürüldüğünde sıkma yapan vidadır.

**Sol Vidalar:** Saat yönünün tersine döndürüldüğünde sıkma yapan vidadır.




**Görsel 8.14:** Helis yönüne göre dişler

**BİLGİ KUTUSU**

Özel bir durum belirtilmedikçe tüm vidalar sağ vidadır (Saat yönünde sıkılır.) ancak bisiklet pedalları veya avuç taşlama aletleri vb. döner sistemlerde kendi kendine gevşeme olmaması için sol vida kullanılır.

Örneğin taşlama makinelerinin taş bağlama somunlarında, döner millerde, fan sistemlerinde, pervane bağlantılarında ve bazı gaz tüpü bağlantılarında sol helisli vidalar tercih edilir. Bu uygulamalarda parçanın dönme yönü, bağlantıyı gevşetmek yerine sıkacak şekilde etki eder. Böylece bağlantının çalışma sırasında kendiliğinden gevşemesi önlenir, iş güvenliği artırılır ve ekipmanın güvenilir şekilde çalışması sağlanır. Bununla birlikte sol helisli vidalar, bakım sırasında bağlantının yanlış yönde sıkılmasını önlemek amacıyla da kullanılabilir. Özellikle gaz tesisatlarında farklı gaz türlerine ait bağlantıların birbirine karıştırılmaması için bazı bağlantılar sol helisli olarak üretilir. Bu sayede yanlış bağlantı yapılması engellenerek güvenlik artırılır.

### Ağız Sayısına Göre Vidalar

Ağız sayısına göre vidalar; vidanın silindirik gövdesinin üzerine sarılan helis (diş) sayısına göre tek ağızlı, iki ağızlı ve çok ağızlı olarak sınıflandırılır. Bu yapı, vidanın bir tam turda ne kadar ilerleyeceğini (hatvesini) doğrudan belirler.

## 8.1.2.1. Metal Malzemelere Kılavuzla Diş Açma

Makine parçalarını birbirine sökülebilir şekilde bağlamak için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri vida dişleridir. Bir deliğin içine diş açma işlemine kılavuz çekme denir.

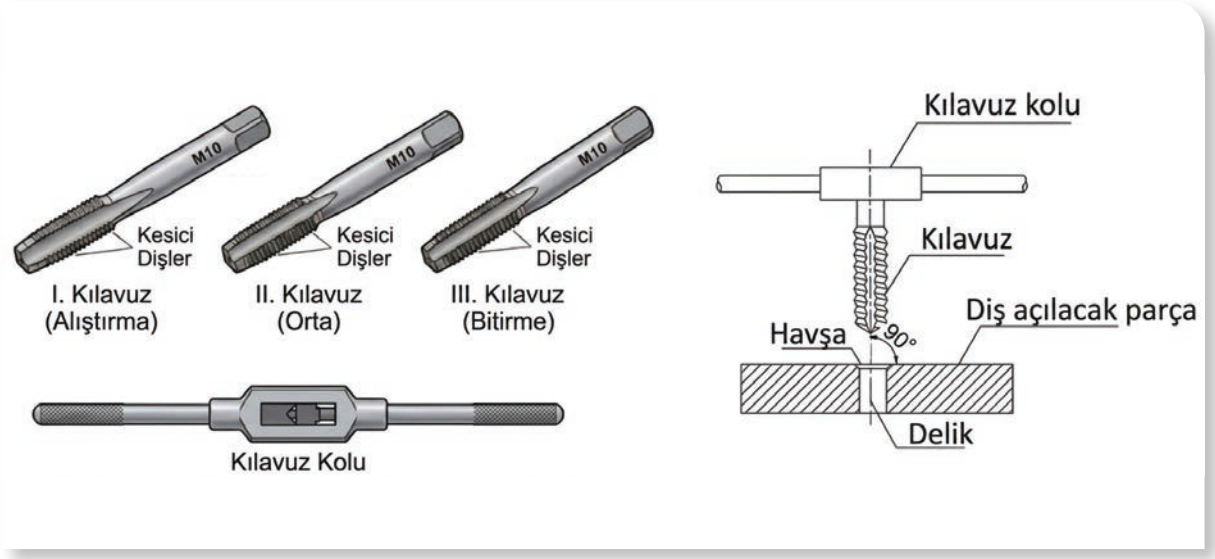
### Kılavuz Takımı ve Elemanları

**Kılavuzlar**, yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılan ve üzerinde kesici dişler bulunan silindirik araçlardır. Genellikle üçlü bir takım hâlinde bulunur. Kılavuz takımları ve kılavuzla diş açma işlemi Görsel 8.15'te gösterilmiştir.

a) **I. Kılavuz (Alıştırma):** Ucunda fazla pah (koniklik) vardır, dişin başlangıcını yapar.

b) **II. Kılavuz (Orta):** Diş izlerini derinleştirir.

c) **III. Kılavuz (Bitirme):** Dişlere tam ve net formunu verir.




**Görsel 8.15:** Kılavuz takımları ve kılavuzla diş açma işlemi

### Kılavuzla Diş Açma İşlem Basamakları

Kılavuz çekme işlemi, hassasiyet gerektiren bir talaşlı imalat yöntemidir. Kılavuz çekilecek delik önceden açılmalı ve temizlenmelidir. Çekilecek kılavuza göre açılacak deliğin hangi çaptaki matkap ucuyla delineceği hesaplanmalıdır. Kılavuzla diş açarken aşağıda yer alan adımlar izlenmelidir.

**a) Matkap Çapının Belirlenmesi:** Vida diş dibi çapı, deliğin delineceği matkap ucu çapına denk geldiği için kılavuzlarla diş çekmede dikkate alınacak delik çapı, çekilecek vidanın diş dibi çapıdır. Kılavuzla diş açılacak deliklerin çapı, pratik olarak 0,85 sabitiyle kullanılacak vidanın anma çapı ya da diş üstü çapının çarpımı sonucunda elde edilir. Kılavuz çekilecek ön delik çapı (D), teorik olarak vidanın diş dibi çapına eşittir. Temel makine imalatı formülü şu şekildedir:

Formül: d = D – P
(d: Matkap çapı, D: Vida anma çapı, P: Vida adımı / hatvesi)

Örneğin **M10x1,5 vida** için
**Matkap Çapı Hesabı**: (d) = D - P = 10 - 1,5 = Ø8,5 mm'lik matkap ucu kullanılır veya pratik olarak (d) = D x 0,85 = Ø8,5 mm olarak hesaplanır.

Matkap çapı her zaman bu kadar net çıkmayabilir. Örneğin M12 vida için matkap çapı 10,2 mm olarak bulunur. Bu çapta matkap ucu bulabilmek zor olacağı için buna en yakın matkap ucu seçilerek örneğin 10 mm çapındaki matkap ucu ile delmek gerekir. Yukarıdaki hesaplama yoluyla bulunan matkap çaplarının tespit edilmesiyle vidaların anma çapları bu vidalar için uygun matkap çaplarının verildiği tablolarda yer almaktadır. Tablo 8.1'de bazı metrik ve whitworth vida dişlerine ait delik çapları verilmiştir.

**Tablo 8.1: Metrik ve Whitworth Vida Dişlerine Ait Delik Çapları**

| Metrik Vida Anma Ölçüsü | Matkap Ucu Çapı (mm) | | Whitworth Vida Anma Ölçüsü | Matkap Ucu Çapı (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1. Grup Malzemeler | 2. Grup Malzemeler | | 1. Grup Malzemeler | 2. Grup Malzemeler |
| M1 | 0,7 | 0,75 | 1/4″ | 5 | 5,1 |
| M2 | 1,55 | 1,6 | 5/16″ | 6,4 | 6,5 |
| M3 | 2,45 | 2,5 | 3/8″ | 7,7 | 7,9 |
| M4 | 3,2 | 3,3 | 7/16″ | 9,1 | 9,25 |
| M5 | 4,1 | 4,2 | 1/2″ | 10,25 | 10,5 |
| M6 | 4,9 | 5 | 5/8″ | 13,25 | 13,5 |
| M7 | 5,9 | 6 | 3/4″ | 16,25 | 16,5 |
| M8 | 6,6 | 6,7 | 7/8″ | 19 | 19,25 |
| M9 | 7,6 | 7,7 | 1″ | 21,75 | 22 |
| M10 | 8,3 | 8,4 | 1 1/8″ | 24,5 | 24,75 |
| M12 | 9,9 | 10 | 1 1/4″ | 27,5 | 27,75 |
| M14 | 11,5 | 11,75 | 1 3/8″ | 30 | 30,5 |
| M16 | 13,5 | 13,75 | 1 1/2″ | 33 | 33,5 |
| M18 | 15 | 15,25 | 1 5/8″ | 35 | 35,5 |
| M20 | 17 | 17,25 | 1 3/4″ | 38,5 | 39 |
| M22 | 19 | 19,25 | 2″ | 44 | 44,5 |

**1.Grup Malzemeler:** Dökme demir, bronz, pirinç, sert bakır, alüminyum vb. ön ezilmesi az olan malzemelerde kullanılan matkap çapı

**2.Grup Malzemeler:** Çelik, çelik döküm, temper döküm, yumuşak alüminyum, alaşımları vb. ön ezilmesi fazla olan malzemelerde kullanılan delik matkap çapı

**b) Delik ve Havşanın Açılması:** Belirlenen çapta delik açıldıktan sonra kılavuzun ağızlamasını kolaylaştırmak için deliğin ağzına 90 °lik havşa açılır.

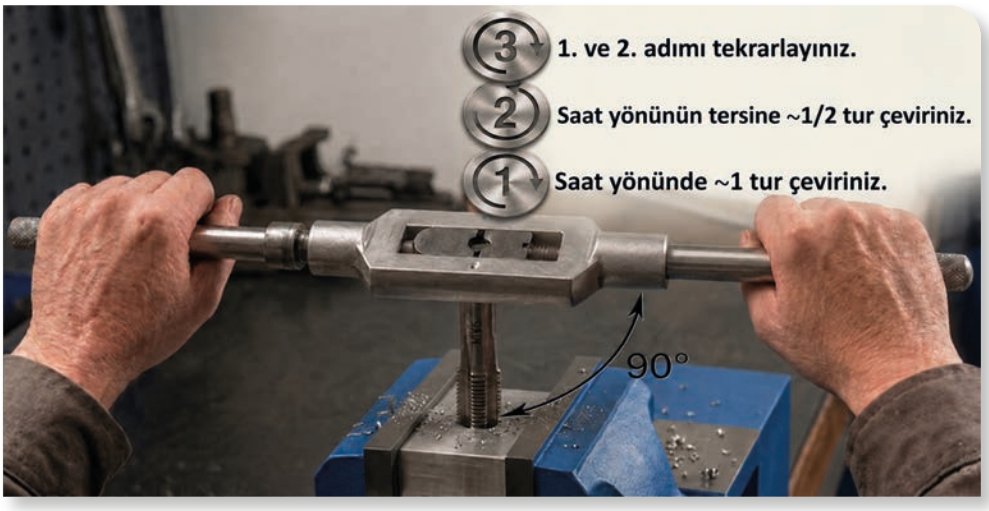
**c) Hizalama (Diklik):** Sırasıyla birinci kademe kılavuzdan başlayarak kılavuz kola takılır ve deliğe dik olacak şekilde yerleştirilir. Diklik, gönyeyle kontrol edilmelidir.

**ç) Kılavuz Çekme:** Kılavuz kolu saat yönünde (sağ diş için) hafifçe bastırılarak çevrilir. Saat yönünde yaklaşık bir tur ileri, sıkışan talaşları boşaltmak için de saat yönünün tersine yarım tur geri çevrilerek delik içinde diş açılır. Görsel 8.16'da klavuzla diş açma işleminin uygulama adımları görülmektedir.

**d) Yağlama:** Diş açma işlemini kolaylaştırmak ve sürtünmeyi azaltmak için işlem sırasında uygun bir makine yağı mutlaka kullanılmalıdır.

Kılavuz çekme işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Zorlama yapılmamalıdır. Kılavuz sıkıştığında aşırı kuvvet uygulamak kılavuzun deliğin içinde kırılmasına neden olur.
- Kılavuz açma işlemine temizliğe dikkat edilerek devam edilmelidir. Her kılavuz değişiminde deliğin içindeki metal talaşlar fırçayla temizlenmelidir.
- Deliğin sonu kapalıysa (kör delik) kılavuzun dibe vurmamasına dikkat edilmelidir.




**Görsel 8.16:** Kılavuzla diş açma işlemi uygulama adımları

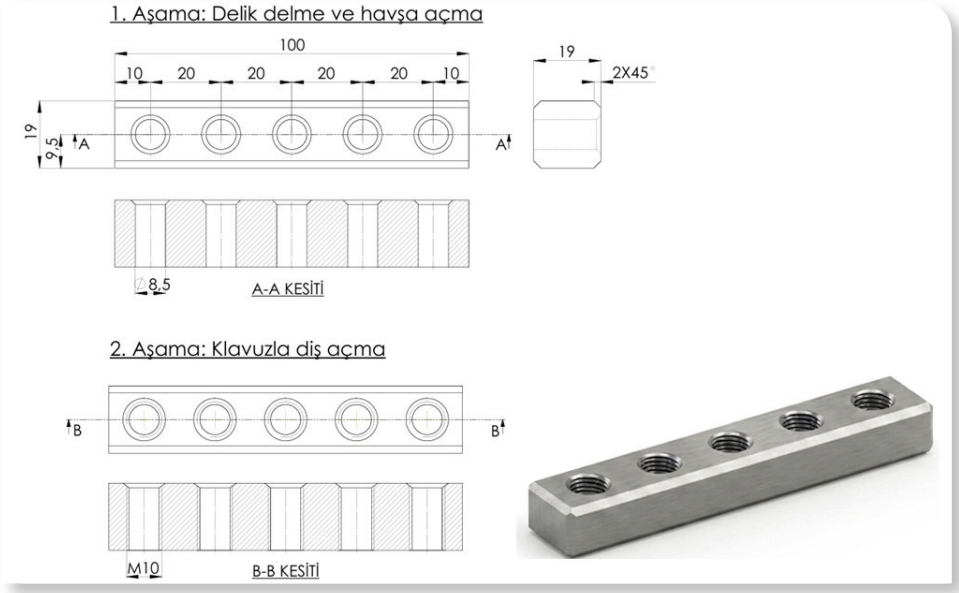
**NOTLAR**

## 8.2. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Malzemelere Uygun Sırayla El Kılavuzu Kullanarak Diş Açma** |
| **Amaç** | Metal malzemelere kılavuzla diş açmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x20x20 kare demir, tesviyeci mengenesi, lama eğe, çelik cetvel, mihengir, kıl gönye, sürmeli kumpas, pleyt, markacı boyası, metal çizecek, nokta, çekiç, matkap tezgâhı, Ø8,5 mm matkap ucu, M10 kılavuz takımı, yağdanlık |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. İş parçasının üzerine Görsel 8.17'de verilen teknik resim ölçülerine göre delik merkezlerini markalayınız.
4. Sütunlu matkap tezgâhında Ø8,5 mm çapındaki matkap ucu ile belirtilen noktalara delik açınız.
5. Diş açma işlemini kolaylaştırmak için havşa matkabıyla tek yüzeyde delik ağızlarına havşa açma işlemini yapınız.
6. Deliklere M10 kılavuz takımını kullanarak sırasıyla (alıştırma, orta ve bitirme kılavuzları) diş çekme işlemini gerçekleştiriniz.
7. Diş açma aşamasında sık sık yağdanlık kullanarak kılavuzun sıkışmasını önleyiniz.
8. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.17:** Kılavuzla diş açma uygulaması

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

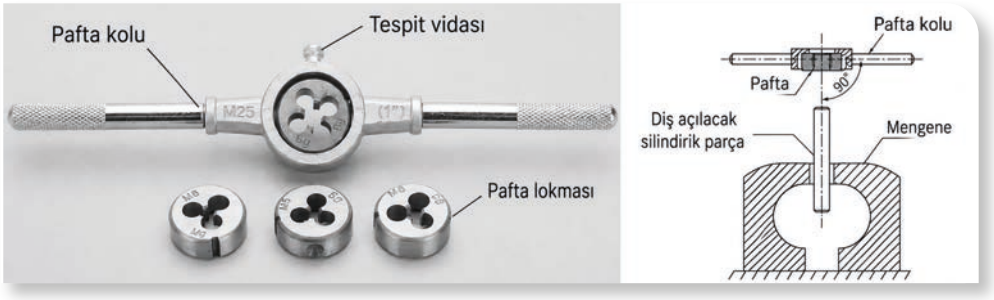
### 8.1.2.2. Metal Malzemelere Paftayla Diş Açma

**Pafta**, silindirik yüzeylerin dışına vida dişi açmaya yarayan, üzerinde diş açabilmek için kesici ağızları olan, ölçüleri diş açılacak malzemeye göre değişen, gövdesi tümüyle yüksek alaşımlı çelikten üretilen silindirik bir alettir (Görsel 8.18). Kılavuz işleminde deliğin içine vida açılırken bu işlemde silindirik parçanın dış yüzeyine vida dişi açılır. Çeşitli çaplarda metrik veya inç olarak yapılan pafta lokmaları, pafta kollarına takılarak kullanılır. Paftaların içine konik olarak dişler açılmıştır. Orta kısımdaki dişler tam diş yüksekliğinde olup kenarları koniktir. Pafta takımı ve elemanları şunlardır:

**Pafta Lokması:** Yüksek hız çeliğinden yapılan, iç kısmında kesici dişler ve talaş boşlukları bulunan dairesel araçtır.

**Pafta Kolu:** Pafta lokmasını sabitlemeye ve döndürerek moment uygulamaya yarayan koldur.

**Tespit Vidaları:** Pafta lokmasını kolun içine sabitleyen küçük vidalardır.




**Görsel 8.18:** Pafta takımları ve paftayla diş açma işlemi

Paftayla diş açarken aşağıda yer alan adımlar izlenmelidir.

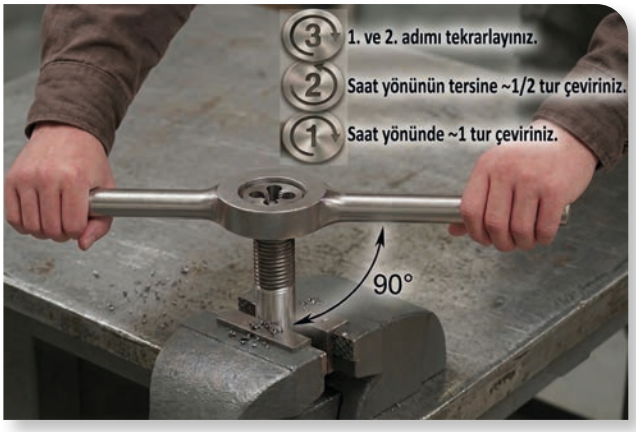
**a)** Pafta çekilecek milin çapının açılacak vidanın anma çapından bir miktar (yaklaşık 0,05 ile 0,1 mm arası) küçük olması istenir. Bu, dişlerin ezilmesini ve paftanın sıkışmasını önler.

**b)** Paftanın mili kolayca ağızlaması için milin ucunda mutlaka 45 °lik bir pah kırılmalıdır. Pah kırılmayan millerde pafta eğri başlayabilir veya dişlere zarar verebilir.

**c)** Pafta, mile tam dik olacak şekilde yerleştirilir. Başlangıçta hafif bir baskı uygulanarak saat yönünde çevrilir.

**ç)** Kılavuz çekmede olduğu gibi pafta, saat yönünde yaklaşık bir tur ileri, sıkışan talaşları boşaltmak için saat yönünün tersine yarım tur geri çevrilerek mil üzerinde diş açılır. Görsel 8.19'da paftayla diş açma işleminin uygulama adımları görülmektedir.

**d)** Sürtünmeyi azaltmak ve diş yüzeyinin pürüzsüz olması için işlem boyunca uygun bir makine yağı kullanılmalıdır.



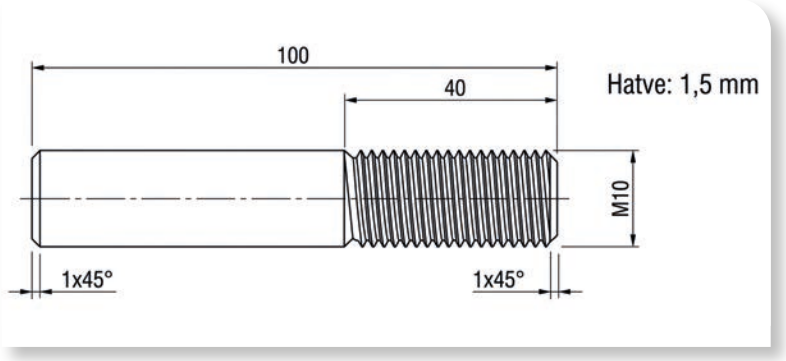

**Görsel 8.19:** Paftayla diş açma uygulaması

## 8.3. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Malzemelere El Paftasıyla Diş Açma** |
| **Amaç** | Metal malzemelere paftayla diş açmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | Ø10X100 mm mil, tesviyeci mengenesi, el testeresi, lama eğe, çelik cetvel, mihengir, gönye, sürmeli kumpas, pleyt, markalama kalemi, M10 pafta, pafta kolu, yağdanlık |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Görsel 8.20'de verilen iş parçasının ölçülerine göre çapı 10 mm olan milden testere ile kesiniz.
4. Kesilen milin iki ucuna 1x45 ° ölçüsünde pah kırınız.
5. Parçayı tesviyeci mengenesine dikey ve sağlam bir şekilde bağlayınız. Parçanın yüzeyini korumak için mengene ağızlarına uygun koruyucu malzeme kullanabilirsiniz.
6. Paftayı, pafta koluna takınız ve paftayı milin ucuna yerleştiriniz. Pafta kolunun ekseninin, milin eksenine tam dik (90°) olduğundan emin olunuz.
7. Pafta koluna hafif bir baskı uygulayarak saat yönünde bir tam tur çeviriniz, paftayı rahatlatmak ve talaşları kırmak için saat yönünün tersine yarım tur geri çeviriniz.
8. Bu döngüyü (1 tur ileri, yarım tur geri) vida boyu (40 mm) tamamlanana kadar devam ettiriniz.
9. İşlem sırasında paftayı ve mili sık sık yağlayınız.
10. Açtığınız diş ölçülerini kontrol ediniz.
11. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
12. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.20:** Paftayla diş açma uygulaması

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.1.3. Borularda Paftayla Diş Açma

Boruların dış yüzeyine vida dişi açmak için kullanılan aletlere boru paftası denir. Boru paftası; gövde, lokma, çevirme kolu, merkezleme ve cırcır düzeneğinden oluşur (Görsel 8.21).

**Gövde:** Lokma ve çevirme kolları ile bazen de merkezleme düzeneğinin takıldığı, çoğunlukla dökme demirden imal edilen bölümdür.

**Lokma:** Boruya diş açılmasını sağlayan elemanlardır.

**Çevirme Kolu:** Boru vb. yuvarlak malzemeden yapılır, paftayı çevirmek için kullanılır.

**Merkezleme Düzeneği:** Diş açılacak borunun paftayla aynı eksende olmasını sağlar.

**Cırcır Düzeneği:** Paftanın çalışma yönünün tersinde çalışır ve boşta dönmesini sağlar. Bu düzenek diş açma işçiliğini kolaylaştırır.

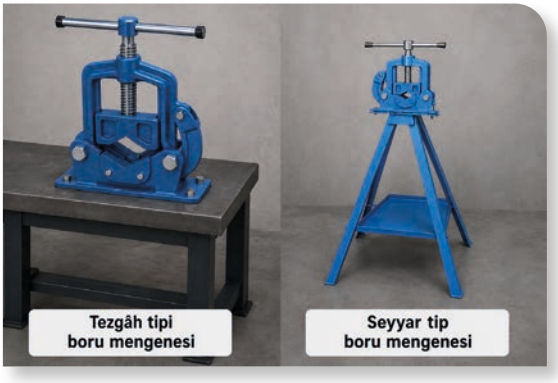



**Görsel 8.21:** Kılavuzla diş açma uygulaması

Metallerin birbiriyle sürtünmesinden ısı oluşur. Burada oluşan ısı, pafta lokmasının dişlerini kırabilir veya açılan boru dişlerini tahrip edebilir. Isınmayı engellemek için soğutma sıvısı veya makine yağı kullanılmalıdır. Çelik boru paftalarının lokma, çalıştırma ayarı ve uygulanan enerji durumuna göre sabit lokmalı cırcırlı, ayarlanabilir lokmalı cırcırlı ve elektrikli olmak üzere üç çeşidi vardır.

### Boru Mengeneleri

Boruları kesme ve diş açma açma işlemleri sırasında parçayı sabit tutmak amacıyla boru mengenelerinden yararlanılır. Boruyu kavrayan ağız kısımları, kaymayı engellemek için tırtıklı veya dişli bir yapıya sahiptir. Bazı modellerde sabitleme işlevini zincirler ya da kayışlar yerine getirir. Yapısal tasarımlarına göre boru mengeneleri; yana açılan, işkenceli, zincirli, bileşik (paralel ağızlı) ve borulu seyyar tipi türlere ayrılır. Bu ekipmanlar, bir çalışma tezgâhına ya da bir sehpa üzerine sabitlenerek kullanılır. İmalathane ortamlarındaki büyük hacimli işlerde mengeneler genellikle sabit tezgâhlara monte edilirken şantiye gibi saha koşullarında ise taşınabilir sehpalar üzerine bağlı mengeneler tercih edilir. Görsel 8.22'de boru mengenesi tipleri görülmektedir.




**Görsel 8.22:** Boru mengenesi tipleri

Boru paftasıyla borulara diş açma işlem basamakları şunlardır:

**a)** İmalat resmine göre kesilen borunun kenarlarında oluşan çapaklar temizlenir ve boru paftasının ağızlaması için pah kırılır.

**b)** Paftanın rahat hareket edebilmesi için boru malzemesi mengenenin 10-15 cm dışına çıkacak şekilde yerleştirilir.

**c)** Borunun dış çapına uygun olan pafta lokması seçilir.

**ç)** Sol el yardımıyla paftanın üzerine baskı uygulanarak pafta boru ucuna ağızlatılır.

**d)** Boru paftası cırcır düzeneği, diş açma yönünde çevrilerek diş açma işlemi gerçekleştirilir. Oluşan talaşların sıkışmasını önlemek için belirli aralıklarla yaklaşık yarım tur geri çevrilir ve bu işlem diş açma tamamlanıncaya kadar sürdürülür.

**e)** Sürtünmeyi azaltmak ve diş kalitesini artırmak için diş açma sırasında makine yağı kullanılır.

**f)** Pafta lokmalarının borunun ucundan bir veya iki diş içeriye geçecek şekilde diş açma işlemi tamamlanır.

**g)** Yağlama işlemi, talaşlar için çevre temizliği ve iş emniyeti için mengenenin altına bir kap koyulmalıdır.

**ğ)** Diş açma işlemi bittiğinde cırcır düzeneği ters yöne çevrilerek pafta borudan sökülür. Görsel 8.23'te boru paftasıyla diş açma işlemi görülmektedir.



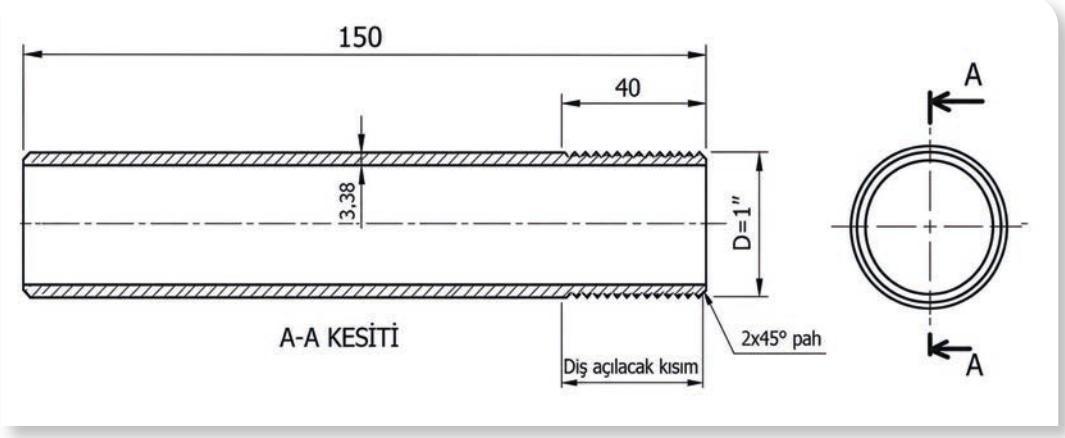
**Görsel 8.23:** Boru paftasıyla diş açma işlemi

## 8.4. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Borulara Boru Paftasıyla Diş Açma** |
| **Amaç** | Metal borulara boru paftasıyla diş açmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | çelik boru (1/2”-3/4”-1”), metre, markalama kalemi, el testeresi, lama eğe, boru paftası ve kolu, boru mengenesi, yağdanlık |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Kesilecek boru malzemeyi mengeneye bağlayınız.
4. Boruyu Görsel 8.24’teki ölçüleri dikkate alarak markalayınız ve testereyle kesiniz.
5. Diş açılacak boru ucunda pah kırma işlemi yapınız.
6. Kesilen boruya paftayla rahat diş açabilmek için boruyu mengenenin 10-15 cm dışına çıkacak şekilde sıkıştırınız.
7. Borunun çapına uygun pafta lokması seçiniz.
8. Sol elinizle pafta üzerinden baskı uygulayarak borunun ucuna paftayı ağızlatınız.
9. Diş açma sırasında makine yağı kullanınız.
10. Pafta lokmalarını bir veya iki diş geçecek şekilde diş açma işlemini bitiriniz.
11. Diş işlemi bitiminde cırcır düzenini ters yöne ayarlayarak paftayı sökünüz.
12. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
13. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.24:** Boru paftasıyla diş açma uygulaması

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.1.4. Ahşap Malzemelerde Sökülebilir Birleştirme Teknikleri

Ahşap malzemelerde birleştirme teknikleri, iki veya daha fazla ahşap parçanın belirli bir amaç doğrultusunda bir araya getirilerek tek bir yapı veya ürün oluşturulmasını sağlayan yöntemlerdir. Ahşap işlerinde istenen ölçü, şekil ve dayanımın elde edilmesi için çeşitli birleştirme tekniklerinden yararlanılır.

Birleştirme teknikleri, ahşap ürünlerin sağlamlığını artırmak, yükleri güvenli bir şekilde taşımak, malzeme kullanımını verimli hâle getirmek ve estetik bir görünüm sağlamak amacıyla uygulanır. Kullanılacak birleştirme yöntemi; ahşabın türüne, kullanım yerine, maruz kalacağı yüklere ve çalışma koşullarına göre belirlenir. Ahşap malzemelerde uygulanan birleştirme teknikleri genel olarak **sökülebilir birleştirmeler** ve **sökülemez birleştirmeler** olarak sınıflandırılabilir. Yer yer sökülemez birleştirmeler tutkal sürülmediği takdirde sökülebilir olarak da kullanılmaktadır. Özellikle tekne ve yat yapımında kullanılan birleştirme teknikleri, yapının dayanıklılığını artırmak ve deniz ortamının etkilerine karşı uzun ömürlü bağlantılar oluşturmak açısından büyük önem taşır.

Doğru seçilmiş ve uygun şekilde uygulanmış bir birleştirme tekniği, ahşap ürünün dayanımını artırır, deformasyonları azaltır, kullanım ömrünü uzatır ve güvenli bir kullanım sağlar. Bu nedenle ahşap işlerinde birleştirme tekniklerinin bilinmesi ve doğru uygulanması temel mesleki beceriler arasında yer almaktadır. Ahşap birleştirme teknikleri, tekne ve yatların omurga, posta, kemere, kaplama, güverte, kamara, küpeşte, direk, iç donanım vb. birçok bölümünde kullanılmaktadır. Doğru birleştirme tekniğinin seçilmesi; teknenin dayanıklılığını, güvenliğini, su geçirmezliğini ve kullanım ömrünü doğrudan etkiler.

Ahşap malzemelerde sökülebilir birleştirmeler, birleştirilen parçaların gerektiğinde zarar görmeden ayrılmasına ve tekrar birleştirilmesine olanak sağlayan bağlantı yöntemleridir. Bu birleştirmeler üretim, bakım, onarım, taşıma, parça değişimi vb. işlemlerin kolaylıkla yapılabilmesi amacıyla kullanılır.

Sökülebilir birleştirmelerde genellikle vida, cıvata-somun, saplama, minifix vb. çeşitli bağlantı elemanlarından yararlanılır. Bu elemanlarla parçalar güvenli bir şekilde bir arada tutulurken ihtiyaç duyulduğunda bağlantı kolayca sökülebilir ve yeniden monte edilebilir. Sökülebilir birleştirmeler; tekne ve yat yapımında, mobilya üretiminde, ahşap yapı elemanlarında ve doğrama işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tekne ve yat yapımında sökülebilir birleştirmeler; tezgâh hattı oluşturmada, postalarda, bodoslamalarda, kamara mobilyaları, dolap sistemleri, bakım kapakları, güverte donanımları ve çeşitli ekipman montajlarında kullanılmaktadır. Böylelikle üretim, bakım ve onarım işlemleri daha kolay gerçekleştirilebilmektedir.

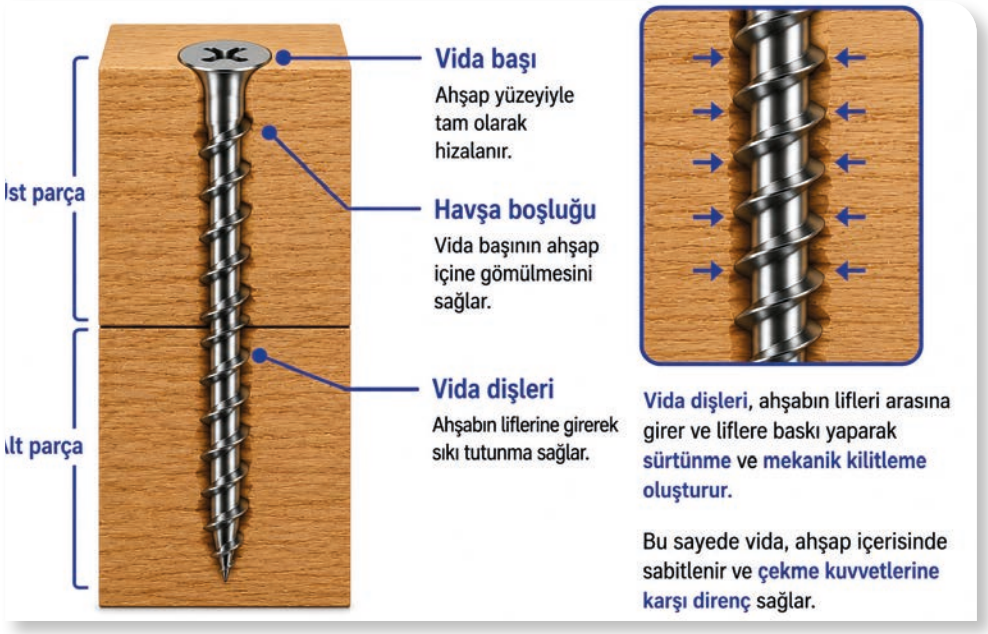
Doğru uygulanmış bir sökülebilir birleştirme, bağlantının dayanıklı olmasını sağlarken gerektiğinde parçaların zarar görmeden sökülmesine de imkân verir. Bu nedenle bağlantı elemanlarının doğru seçilmesi ve uygun şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

**BİLGİ KUTUSU**

Cıvataların baş kısmında yer alan 4,6-5,8-8,8-10,9-12,9 gibi sayılar, cıvatanın mukavemet sınıfını gösterir. Örneğin 8,8 sınıfı bir cıvatada ilk sayı (8) cıvatanın yaklaşık 800 MPa çekme dayanımını ifade eder. İkinci sayı (8) ise akma dayanımının çekme dayanımına oranını gösterir. Buna göre 8,8 sınıfı bir cıvatanın akma dayanımı yaklaşık 640 MPa'dır.

## A) Vidalı Birleştirme

İki veya daha fazla ahşap parçanın vida kullanılarak birbirine bağlanmasıyla yapılan sökülebilir birleştirme yöntemidir. Tekne ve yat yapımında en yaygın kullanılan mekanik bağlantı tekniklerinden biridir. Vidalar, ahşabın içine dişleriyle tutunarak parçaların güvenli bir şekilde bir arada kalmasını sağlar. Gerektiğinde bağlantı sökülüp yeniden monte edilebildiği için sökülebilir birleştirmeler arasında yer alır (Görsel 8.25).




**Görsel 8.25:** Vidanın çalışma prensipleri

Tekne ve yat yapımında vidalı birleştirmeler hem yapısal olmayan donanımlarda hem de bazı yardımcı yapı elemanlarında kullanılmaktadır. Kullanımda vida başının aşınmamış olmasına dikkat edilmelidir. Sıkma işleminde aşırı güç uygulanırsa vida başı kopabilir veya dişleri ahşap liflerden kurtulup vida sıyırabilir. Deniz ortamında çalışacak bağlantılarda korozyona dayanıklı malzemeler tercih edilerek bağlantının uzun ömürlü olması sağlanır.

Vidalı birleştirmenin özellikleri şunlardır:

- Sökülüp tekrar monte edilebilir.
- Uygulaması kolaydır.
- Güvenilir ve sağlam bağlantı sağlar.
- Bakım ve onarım işlemlerini kolaylaştırır.
- Ahşap parçaların sıkıca bir arada tutulmasını sağlar.
- Farklı ölçü ve tiplerde vidalar kullanılabilir.

Vidalı birleştirmelerin tekne ve yatlarda kullanım alanları şunlardır:

- Kamara mobilyaları
- Dolap ve çekmece sistemleri
- İç mekân kaplamaları
- Güverte donanımları
- Küpeşte montajları
- Bakım kapakları
- Ahşap panel bağlantıları
- Elektrik ve mekanik ekipman montajları
- Oturma grupları ve depolama bölmeleri

Vidalı birleştirmelerin avantajları şunlardır:

- Sökülebilir bağlantı sağlar.
- Montaj ve demontaj işlemleri kolaydır.
- Onarım sırasında parça değişimine olanak verir.
- Uygulaması hızlıdır.
- Ek yapıştırıcı kullanılmadan da uygulanabilir.

Vidalı birleştirmelerin dezavantajları şunlardır:

- Hatalı uygulamalarda ahşap çatlayabilir.
- Sürekli sökülüp takılması bağlantıyı zayıflatabilir.
- Uygun malzeme kullanılmazsa korozyon oluşabilir.
- Vida başları görünür olduğunda estetik görünümü azaltabilir.

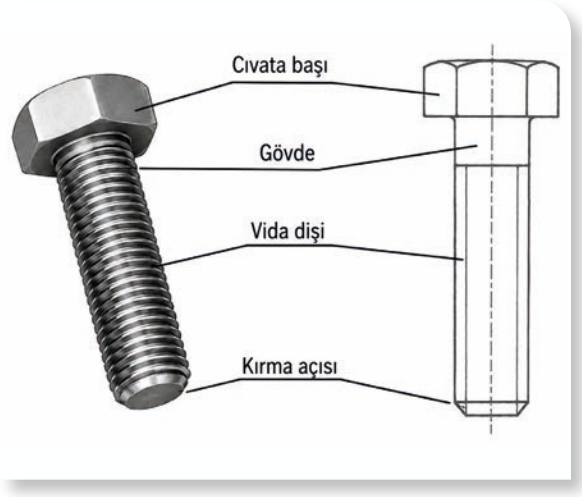
Paslanmaz çelik, silikon bronz, pirinç, galvanizli çelik vidalar tekne ve yat yapımında kullanılan vida çeşitleridir. Deniz ortamında yüksek korozyon direnci nedeniyle en yaygın olarak **AISI 316 paslanmaz çelik vidalar ve silikon bronz vidalar** kullanılmaktadır.

Vidalı birleştirmelerde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Vida çapı ve boyu ahşap kalınlığına uygun seçilmelidir.
- Vidalama esnasında uygulanacak güç orantılı olup vida başının kopmamasına veya vidanın sıyırmamasına dikkat edilmelidir.
- Vidalama matkabına takılacak ucun aşınmamış olmasına dikkat edilmelidir.
- Ahşabın çatlamasını önlemek için ön delik açılmalıdır.
- Havşa açılmalı ve vida başı yüzeye düzgün oturtulmalıdır.
- Deniz ortamına uygun, korozyona dayanıklı vidalar kullanılmalıdır.
- Periyodik bakım sırasında vida bağlantıları kontrol edilmelidir.

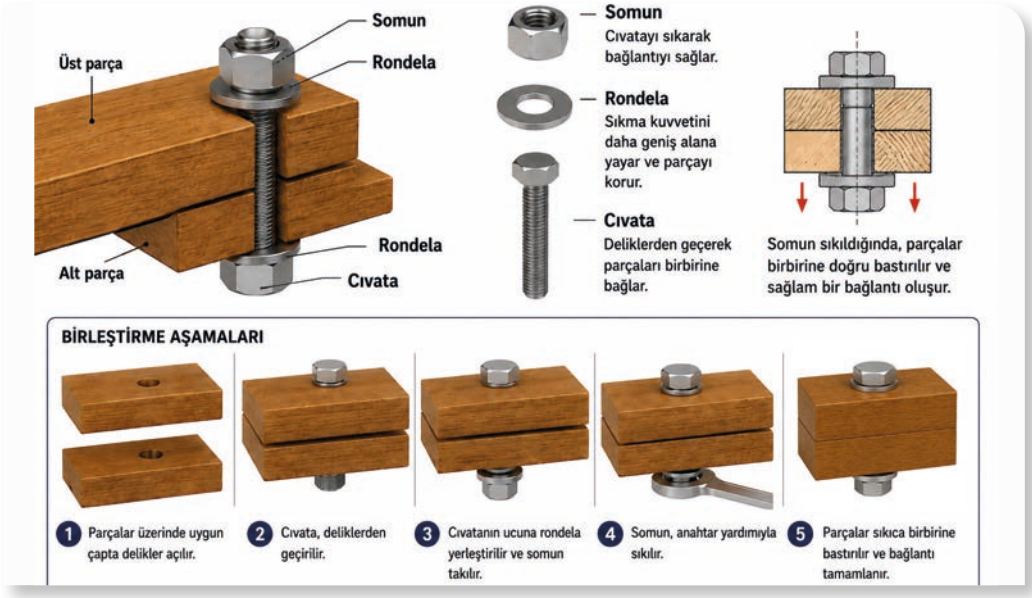
### B) Somunlu Cıvatalı Birleştirme

Somunlu cıvatalı birleştirme; iki veya daha fazla parçanın cıvata, somun ve rondela kullanılarak birbirine bağlanmasıyla yapılan sökülebilir birleştirme yöntemidir. Bu yöntemde cıvata, parçaların üzerinde açılan deliklerden geçirilir ve somun yardımıyla sıkılarak bağlantı oluşturulur. Gerektiğinde bağlantı elemanları sökülerek parçalar birbirinden ayrılabilir (Görsel 8.26).




**Görsel 8.26:** Cıvatanın kısımları

Somunlu cıvatalı birleştirmeler, yüksek dayanım gerektiren bağlantılarda tercih edilir. Ahşap parçaların güvenli bir şekilde bir arada tutulmasını sağlar ve yüklerin bağlantı noktalarına dengeli olarak aktarılmasına yardımcı olur (Görsel 8.27).




**Görsel 8.27:** Cıvatanın montaj aşamaları

Somunlu cıvatalı birleştirmenin özellikleri şunlardır:

- Sökülüp tekrar monte edilebilir.
- Yüksek dayanımlı bağlantı sağlar.
- Büyük kesitli ahşap elemanlarda kullanılabilir.
- Bakım ve onarım işlemlerini kolaylaştırır.
- Somun ve rondela ile sıkılarak uygulanır.
- Yapısal bağlantılarda yaygın olarak kullanılır.

Somunlu cıvatalı birleştirmenin avantajları şunlardır:

- Bağlantının çok sağlam olmasını sağlar.
- Büyük yükleri güvenli şekilde taşır.
- Sökülüp yeniden kullanılabilir.
- Bakım ve onarım kolaylığı sağlar.
- Uzun ömürlü kullanım sunar.

Somunlu cıvatalı birleştirmenin dezavantajları şunlardır:

- Ahşapta delik açılması gerekir.
- Deliğin çevresinde kesit kaybı oluşur.
- Somunlar zamanla gevşeyebilir.
- Korozyona karşı uygun malzeme seçilmelidir.

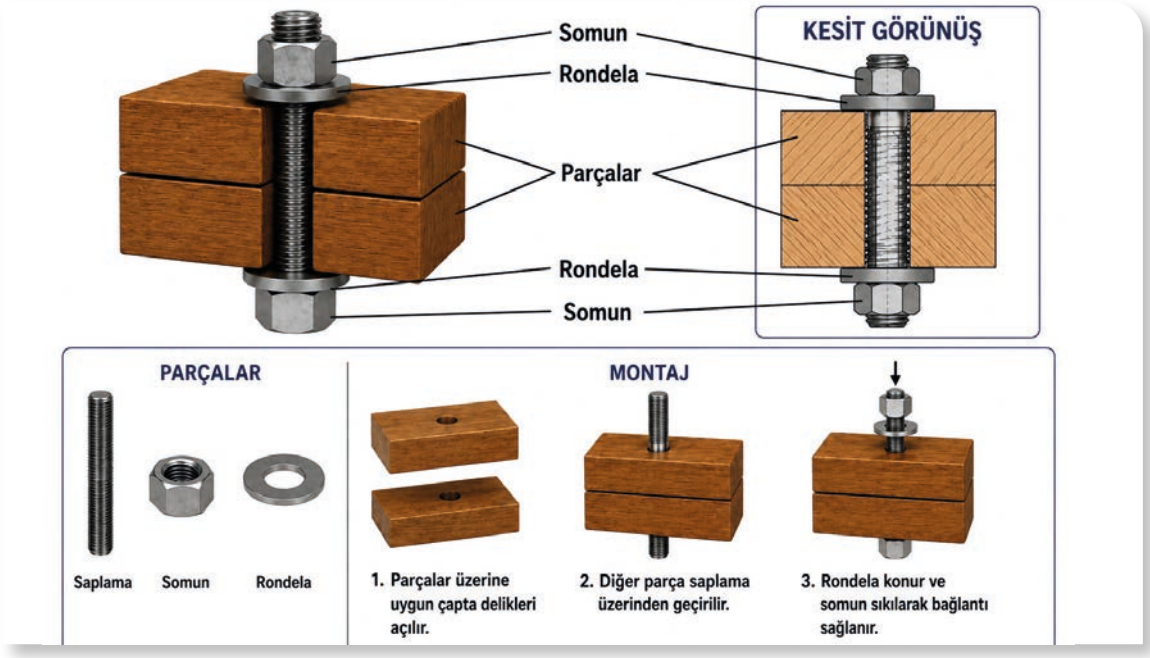
Ahşap tekne ve yat yapımında somunlu cıvatalı birleştirmeler aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Omurga bağlantıları
- Posta montajları
- Bodoslama bağlantıları
- Güverte kirişleri
- Makine temelleri
- Küpeşte ve yapısal elemanlar

Deniz ortamında genellikle **paslanmaz çelik**, **bronz** veya **silikon bronz cıvatalar** tercih edilir.

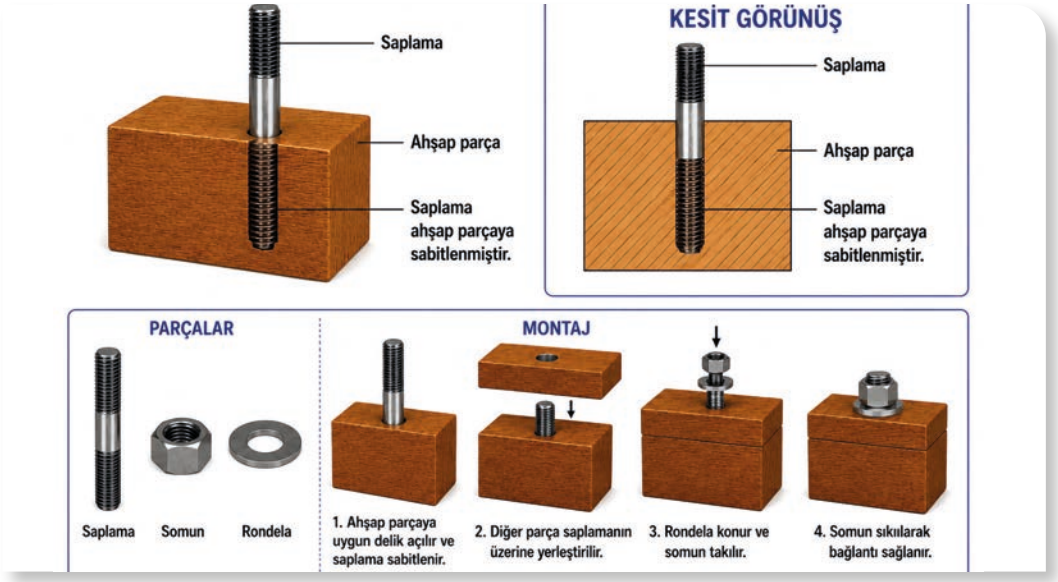
### C) Saplamalı Birleştirme

Saplamalı birleştirme, iki veya daha fazla parçanın bir saplama, somun ve rondela kullanılarak birbirine bağlanmasıyla yapılan sökülebilir bir birleştirme yöntemidir. Her iki ucu da diş açılmış, başı bulunmayan bağlantı elemanlarına **saplama** denir. Saplamalar iki şekilde kullanılmaktadır. Birleştirilmesi istenen iki parçaya uygun çapta delikler açılarak iki ucu da somun ile sıkıştırılır. Bir diğer işlem olarak bir ucu ahşap veya metal parçaya diş açılarak ve yapıştırıcı yardımıyla sabitlenirken diğer ucuna somun takıp sıkıştırılmasıyla kullanılmaktadır (Görsel 8.28).




**Görsel 8.28:** İki ucu delinmiş parçada saplamanın montaj aşamaları

Saplamayla birleştirme yöntemi, özellikle sık sökülüp takılması gereken bağlantılarda ve cıvata başının görünmesinin istenmediği uygulamalarda tercih edilir. Saplama bağlantıları, parçaların güvenli bir şekilde bir arada tutulmasını sağlarken bakım ve onarım işlemlerini de kolaylaştırır (Görsel 8.29). Saplama ile birleştirmeler, güverte üzerindeki donanımların (koç boynuzu, matafyon ve vinç gibi) güverteye sağlam şekilde sabitlenmesinde kullanılır. Ayrıca motor, jeneratör ve ağır ekipmanların şaseye montajında gerekli dişli bağlantıları oluşturur. Yatların iç mobilyaları ile elektrik panolarının tekne cidarına görünmeyen ve sağlam bir şekilde bağlanmasını sağlar.




**Görsel 8.29:** Bir tarafı parçaya sabitlenmiş saplamanın montaj aşamaları

Saplamalı birleştirmenin özellikleri şunlardır:

- Sökülüp tekrar monte edilebilir.
- Saplama, somun ve rondela kullanılır.
- Cıvata başı bulunmaz.
- Güçlü ve güvenilir bağlantı sağlar.
- Bakım ve onarım işlemlerini kolaylaştırır.
- Parçaların hassas hizalanmasına yardımcı olur.

Saplamalı birleştirmenin avantajları şunlardır:

- Yüksek dayanım sağlar.
- Sık sökülüp takılan bağlantılar için uygundur.
- Bağlantı elemanlarının değiştirilmesini kolaylaştırır.
- Cıvata başı gerektirmediği için daha düzenli görünüm sağlar.
- Somun sıkılığı kolayca ayarlanabilir.

Saplamalı birleştirmenin dezavantajları şunlardır:

- Saplama için diş açılmış yuva gerekir.
- Montajı vidalı bağlantılara göre daha fazla işlem gerektirir.
- Korozyona karşı uygun malzeme seçilmelidir.
- Hatalı sıkma durumunda bağlantı gevşeyebilir.

Tekne ve yat yapımında saplamalı birleştirmeler aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Motor yataklarının montajı
- Şaft ve dümen donanımları
- Güverte ekipmanlarının bağlantıları
- Metal bağlantı elemanlarının montajı
- Makine ve mekanik sistemlerin sabitlenmesi

Deniz ortamında genellikle **AISI 316 paslanmaz çelik** veya **silikon bronz saplamalar** tercih edilir.

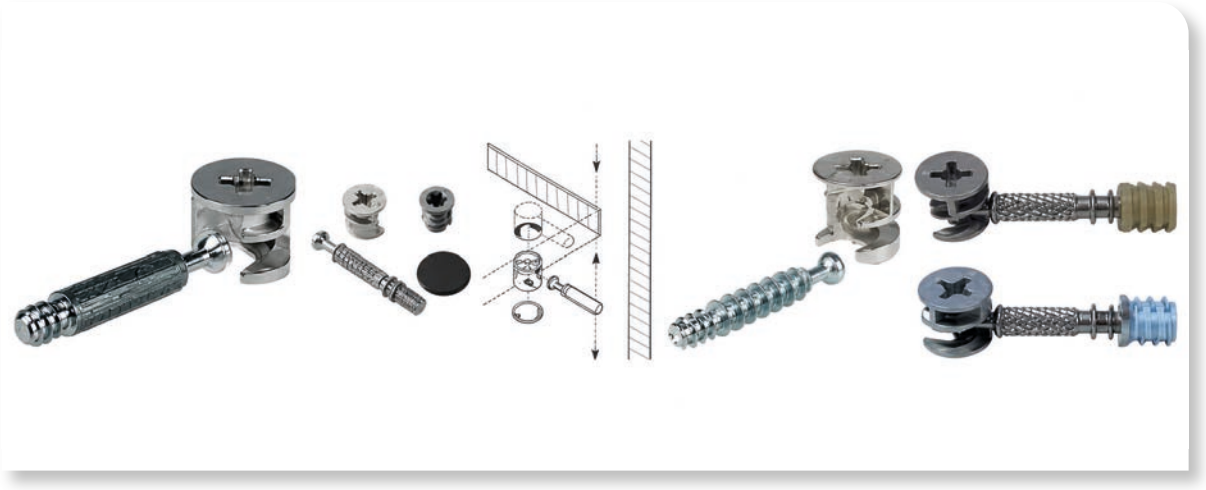
### D) Minifix ile Birleştirme

**Minifix**, merkezî çektirme esasına dayanan bir bağlantı elemanıdır. Stabil bir çektirme yapar. Sonradan gevşeme yapmaz. Üretimde 1 milimetreye kadar oluşabilecek milimetrik hataları çektirme kaybı olmaksızın tolere edebilmektedir. Tekrar tekrar sökülüp takılabilir.

Tek taraflı, boydan minifix ve açılı olmak üzere üç kategoride, 18 mm malzeme baz alınarak kullanılacak şekilde üretilir. Daha çok yüz-cumba ve cumba-cumbaya birleşecek parçalarda kullanılır. Düz veya açılı kesimler için idealdir.

Minifix ile birleştirme, ahşap parçaların özel bir minifix gövdesi ve minifix mili kullanılarak birbirine bağlandığı sökülebilir bir birleştirme yöntemidir. Bu sistem, parçaların hızlı ve kolay bir şekilde monte edilmesini ve gerektiğinde zarar vermeden sökülmesini sağlar. Özellikle kamara mobilyaları ve iç mekân donatılarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağır mukavemet gerektirecek birleştirmelerde kullanılması uygun değildir.

Minifix bağlantısında, bir parçaya minifix mili yerleştirilirken diğer parçaya eksantrik gövde takılır. Eksantrik gövde tornavida yardımıyla çevrildiğinde mili çekerek parçaların birbirine sıkıca bağlanmasını sağlar (Görsel 8.30).



**Görsel 8.30:** Minifix bağlantı elemanları

Minifix birleştirmenin özellikleri şunlardır:

- Sökülüp tekrar monte edilebilir.
- Gizli bağlantı sağlar.
- Hızlı montaj ve demontaj imkânı sunar.
- Estetik görünüm oluşturur.
- Ek bağlantı elemanlarının görünmesini engeller.
- Hassas ölçü ve delik işlemi gerektirir.

Minifix birleştirmenin avantajları şunlardır:

- Parçalar kolayca sökülüp takılabilir.
- Bağlantı elemanları dışarıdan görünmez.
- Temiz ve estetik bir görünüm sağlar.
- Taşıma ve bakım işlemlerini kolaylaştırır.
- Seri üretime uygundur.

Minifix birleştirmenin dezavantajları şunlardır:

- Hassas delik açılması gerekir.
- Ağır yapısal yükler için uygun değildir.
- Özel bağlantı elemanları gerektirir.
- Hatalı delik açılması bağlantıyı zayıflatabilir.

**Tekne ve Yat Yapımındaki Önemi**

Tekne ve yatlarda kullanılan kamara mobilyalarının bakım, onarım veya değişim sırasında kolay sökülebilmesi büyük avantaj sağlar. Minifix bağlantıları bu ihtiyacı karşılayarak hem sağlam hem de estetik bir montaj yöntemi sunar. Bu nedenle modern yat iç mekân mobilyalarında en çok tercih edilen sökülebilir birleştirme sistemlerinden biridir. Tekne ve yat yapımında minifix birleştirmeler aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara dolapları
- Çekmece sistemleri
- Raf montajları
- Yatak altı depolama üniteleri
- İç mekân bölmeleri
- Masa ve oturma grupları
- Servis dolapları
- Dekoratif ahşap paneller

## SIRA SİZDE

**Aşağıda yeni üretilen bir teknedeki bazı bölümlerin montajıyla ilgili bir metin verilmiştir.**

Yeni üretilen bir ahşap gezi teknesinin montajı yapılmaktadır. Teknenin güvertesine koç boynuzu monte edilecek, kamara içerisine dolaplar yerleştirilecek ve motor bölmesine bakım sırasında kolayca sökülüp takılabilecek bir bağlantı yapılacaktır. Her bölüm için doğru birleştirme yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Yanlış seçilecek bir birleştirme yöntemi bakım işlemlerini zorlaştırabilir, bağlantının gevşemesine veya parçaların zarar görmesine neden olabilir.

**Bu durumda ahşap malzemelerde birleştirme sürecini göz önünde bulundurarak uygun birleştirme yöntemlerini belirleyip aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Güverteye monte edilecek koç boynuzu için hangi sökülebilir birleştirme yöntemini seçerdiniz? Neden?**

   .....
   .....

2. **Kamara dolaplarının gerektiğinde sökülüp yeniden takılabilmesi için hangi birleştirme yöntemi daha uygundur? Gerekçesiyle açıklayınız.**

   .....
   .....

3. **Motor bölümünde bakım sırasında sık sık sökülmesi gereken bir bağlantıda hangi birleştirme yöntemini tercih ederdiniz? Neden?**

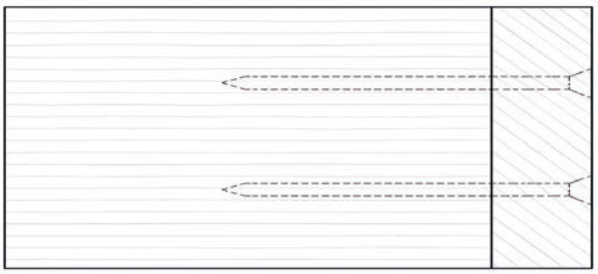
   .....
   .....

## 8.5. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Birleştirme İşlemi** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde vida ile birleştirme yapmak |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | iki ahşap iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, havşa ucu, şarjlı matkap, kurşun kalem |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Verilen iş parçalarının iki köşelerinden 3 cm markalama yapınız (Görsel 8.31).
4. Markalama çizgilerine göre kılavuz deliklerini açınız.
5. Vida başının girmesi için havşa açınız.
6. Parçaları deliklere denk gelecek şekilde hizalayınız.
7. Açılan kılavuz deliklerinden vidalama işlemini düz bir şekilde gerçekleştiriniz (Görsel 8.32).
8. Görevi verilen süre içerisinde tamamlayınız.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 8.31:** Vidalanmış parçanın yandan görünüşü



**Görsel 8.32:** Vidalanmış parçanın perspektif görünüşü

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

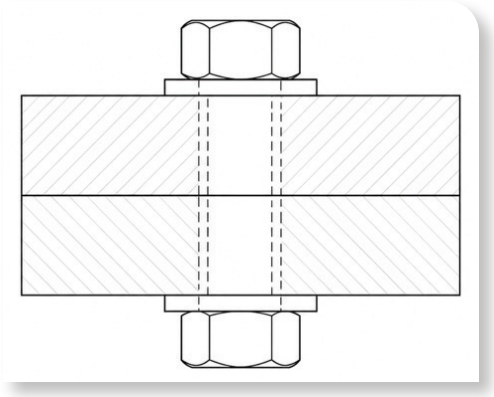
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.6. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Somunlu Cıvatalı Birleştirme İşlemi** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde somunlu cıvatalı birleştirme yapmak |
| **Süre** | 2 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | iki ahşap iş parçası, marangoz tezgâhı, şarjlı matkap, cıvata, somun, rondela, kurşun kalem |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Verilen iş parçalarını birleştirme yerlerinden markalayınız (Görsel 8.33).
4. Markalama çizgilerinden cıvataya uygun delikleri açınız.
5. Cıvatayı birleştirme deliklerinden geçiriniz.
6. Cıvatanın parçadan çıkan ucuna sırasıyla rondela ve somunu yerleştiriniz.
7. İş parçalarını hizalayıp somunu sıkınız (Görsel 8.34).
8. Görevi verilen süre içerisinde tamamlayınız.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.



**Görsel 8.33:** Cıvatalı somunlu bileştirilmiş parçanın yandan görünüşü



**Görsel 8.34:** Cıvatalı somunlu bileştirilmiş parçanın perspektif görünüşü

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.2. SÖKÜLEMEYEN BİRLEŞTİRMELER

İki parça birbirine birleştirildikten sonra tahrip edilmeden sökülemiyorsa bu birleştirmeye **sökülemeyen birleştirme** denir. Bu tür birleştirmeler arasında en yaygın olanlar kaynak, perçin ve bazı yapıştırıcı türleridir. Montaj sonrasında yüksek mukavemet ve sızdırmazlık gerektiren uygulamalarda, parçaların tekrar sökülmesine gerek duyulmayan yapısal veya endüstriyel tasarımlar için bu yöntemler güvenli çözümler sunar.

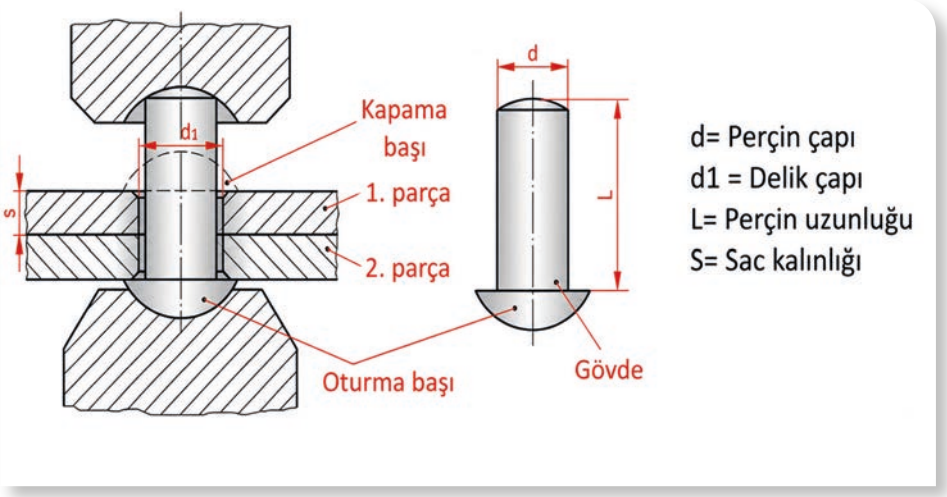
Özellikle birleştirilen parçaların ayrılamaması, montaj sonrasındaki düzenlemeleri ya da onarım süreçlerini oldukça güçleştirebilir. Örneğin perçinle tutturulmuş iki bileşenin ayrılması gerektiğinde ya kesme ya da farklı bir metotla parçaların hasar görmesi durumu vardır. Bu, hem vakit kaybına neden olur hem de ilave masraflar doğurur. Kaynak yardımıyla gerçekleştirilen bağlantılarda da benzer durumlar yaşanır. Kaynakla yapılan birleştirmelerin sonradan değiştirilmesi genellikle zahmetli ve maliyetli bir süreçtir. Buradaki temel dayanak, bu tür birleştirmelerin çok daha dayanıklı ve güvenilir olduğudur.

### 8.2.1. Metal Malzemelerde Sökülemeyen Birleştirme Yöntemleri

Metal malzemelerin endüstriyel üretim süreçlerinde, parçaların birbirine kalıcı ve yüksek mukavemetle sabitlenmesini sağlayan sökülemeyen birleştirme elemanları, yapıların bütünlüğünü korumak ve işlevselliğini devam ettirmek için kritik bir role sahiptir. Endüstriyel imalat ve gemi inşa sektöründe, yapıların ve mekanik sistemlerin güvenliği, parçaların birbirine nasıl bağlandığı ile doğrudan ilişkilidir. Metal, otomotiv, gemi inşa vb. birçok sanayi dalında çelikten yapılan çatı, köprü, gemi blokları, parmaklık, merdiven, vitrin, dekorasyon gibi daha birçok alandaki birleştirme uygulamalarının sökülmesi istenmez. Bu tür yapıların yüksek dinamik yüklere, titreşime ve çevresel faktörlere karşı formunu kaybetmeden direnç göstermesi beklenir. Bu sebeple kaynaklı veya perçinli olarak yapılan birleştirmeler sökülemeyen birleştirmelerdir. Bu yöntemler, malzemeleri kalıcı olarak bir araya getirerek sistemin yüksek mukavemetli bir bütünlük oluşturmasını sağlar.

#### 8.2.1.1. Perçinli Birleştirmeler

Sökülemeyen birleştirme yöntemlerinden biri olan **perçinli birleştirme**, özellikle kaynak işleminin metalin yapısını bozabileceği veya farklı cins malzemelerin (örneğin alüminyum ve çelik) birleştirilmesi gereken durumlarda kullanılan mekanik bir yöntemdir. İki veya daha fazla parçayı sökülemeyecek şekilde birbirine bağlamak için kullanılan, bir ucu hazır başlığa sahip olan, diğer ucu ise montaj sırasında dövülerek veya şişirilerek başlık hâline getirilen metal bağlantı elemanlarına **perçin** denir. Perçinler; hazır baş (oturma baş), gövde ve kapama baş olmak üzere üç kısımdan oluşur. Görsel 8.35'te perçinleme işlemi ve perçinin kısımları görülmektedir.




**Görsel 8.35:** Perçinleme işlemi ve perçinin kısımları

## Perçin Çeşitleri

Perçinler kullanıldıkları yerlerin özelliklerine göre çeşitli biçim ve tiplerde üretilir. Bu çeşitlilik, bağlantının maruz kalacağı yük miktarına, malzemenin kalınlığına ve yüzeyde pürüzsüzlük istenip istenmediğine göre belirlenir. Doğru perçin tipinin seçilmesi, montajın kalitesi ve uzun ömürlü olması açısından önemlidir. Bunun için perçinler baş biçimlerine, kullanım yerlerine ve üretildikleri malzemeye göre sınıflandırılır.

### a) Baş Biçimlerine Göre Perçinler

Perçinler, kullanılacakları parçaların yüzey yapısına ve montaj sonrası dışarıda kalacak kafa çıkıntısına göre farklı baş şekillerinde üretilir (Görsel 8.36). Baş şekillerine göre en sık kullanılan perçin çeşitleri şunlardır:

**Yuvarlak Başlı Perçinler:** Perçin başının yarım yuvarlak olması sebebiyle bu isimle anılır. Perçin çapına göre başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir.

**Mercimek Başlı Perçinler:** Perçin başı yarım yuvarlaktır. Yarım yuvarlak kısmı, yuvarlak başlı perçine göre daha incedir. Özellikle ince kesitli parçalarda kullanılır. Perçin başı çıkıntısının az olması bir avantajdır.

**Havşa Başlı Perçinler:** Perçin başı düz ve havşalıdır. Perçin başının perçinlenecek yüzeyde çıkıntı yapması istenmiyorsa parçada bu tür perçinler kullanılır. Perçin deliğine havşa açılır.

**Silindirik Başlı Perçinler:** Perçin başı silindirik biçimdedir. Genellikle sacların perçinlemesinde kullanılır.

**Konik Başlı Perçinler:** Kolay takılabilmesi için baş kısımlarının konik olarak üretildiği perçinlerdir.




**Görsel 8.36:** Baş biçimlerine göre perçin çeşitleri

### b) Kullanım Yerlerine Göre Perçinler

Çelik inşaat perçinleri, kazan perçinleri, lokomotif perçinleri, mutfak eşyası, kayış, fren balatası vb. perçinler olarak bilinir ve her bir kullanım alanının getirdiği teknik gereksinimlere (yüksek basınç, titreşim veya korozyon direnci vb.) uygun özelliklerde üretilir.

### c) Üretildikleri Malzemeye Göre Perçinler

Çelik, pirinç, alüminyum, alaşımlı perçinler gibi farklı metal veya alaşımlardan, birleştirilecek ana malzemelerin kimyasal ve mekanik özelliklerine uyum sağlayacak şekilde üretilir.

Bir perçinleme işleminin sağlıklı ve emniyetli olması için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

**Delik Çapı:** Perçin deliği, perçin gövde çapından yaklaşık 0,1 ile 0,5 mm daha büyük delinmelidir.

**Perçin Boyu:** Perçin gövdesi, birleştirilecek parçaların toplam kalınlığından ikinci başı oluşturmaya yetecek kadar (genellikle gövde çapının 1,5 katı kadar) uzun olmalıdır.

**Malzeme Uyumu:** Korozyonu önlemek için perçin malzemesi ile birleştirilen parçaların malzemesi birbirine yakın seçilmelidir. Örneğin alüminyum levhalar için alüminyum perçin tercih edilmelidir.

### 8.2.1.2. Kaynaklı Birleştirmeler

Aynı cinsten veya birbirine yakın alaşımlara sahip olan iki ya da daha fazla metalin ilave tel kullanılarak ya da kullanılmayarak ısı ve basınç altında ergitilip birleştirilmesine kaynaklı birleştirme denir. Kaynak genel olarak birleştirme amacıyla kullanılır. Bunun yanında dolgu amacıyla ve az da olsa kesme amacıyla da kullanılır. Kaynak, imalat sanayinde sıklıkla kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Kullanım alanı oldukça geniştir. Makine, metal, otomotiv sanayi, gemi inşa sanayisi vb. birçok kullanım alanı ile sökülemeyen birleştirme yöntemi olarak modern endüstride kullanılan bir yöntemdir. Kaynak türleri en genel hâliyle birleştirmenin yapılma şekline (eritme veya basınç) ve kullanılan enerji kaynağına göre sınıflandırılır.

#### a) Ergitme Kaynağı

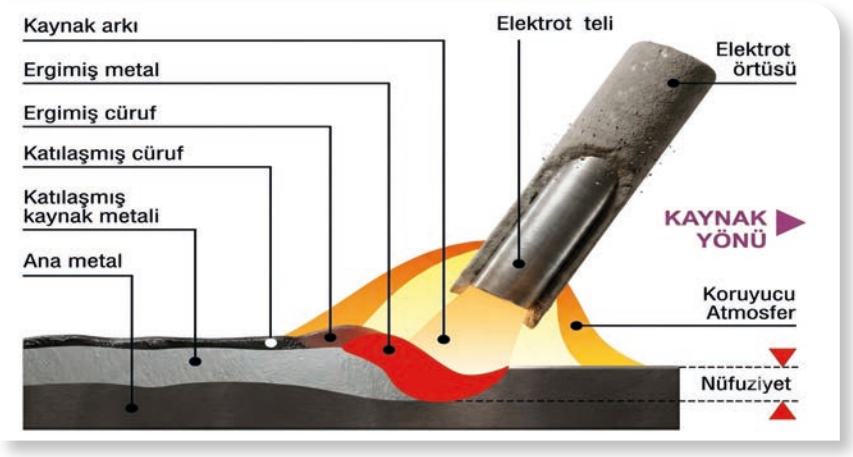
Ergitme kaynağı yönteminde birleştirilecek malzemeler bir ısı kaynağı yardımıyla eritilir. Genellikle ek bir kaynak metali (elektrot veya kaynak teli) eklenerek kaynak banyosu oluşturulur ve soğumaya bırakılarak birleşme sağlanır. Herhangi bir basınç uygulanmaz. Görsel 8.37'de bir gemi bloğunun ergitme kaynağıyla montajı görülmektedir.



**Görsel 8.37:** Bir gemi bloğunun ergitme kaynağıyla montajı

#### Elektrik Ark Kaynağı

Elektrik enerjisinin oluşturduğu ısı yardımıyla iki metal parçanın birleştirilmesini sağlayan bir kaynak yöntemidir. Bu yöntemde, bir elektrot ile kaynaklanacak metal yüzeyi arasında bir elektrik arkı oluşur (Görsel 8.38). Ark, kaynak metalini eriterek birleştirme işlemini gerçekleştirir.




**Görsel 8.38:** Elektrik ark kaynak bölgesi

Üretimde en sık kullanılan elektrik ark kaynağı çeşitleri şunlardır:

**Örtülü Elektrot Ark Kaynağı (MMA): En klasik yöntemdir.** Elektrodun üzerindeki örtü yanarak kaynak bölgesini koruyan bir gaz tabakası ve cüruf oluşturur.

**Gaz Altı Kaynağı (MIG / MAG):** Kaynak bölgesini havanın olumsuz etkilerinden (oksijen ve azot) korumak için dışarıdan sürekli bir koruyucu gaz (Argon, $CO_2$) beslenir. Tel eridikçe sürekli besleme yapılır, bu yüzden hızlı ve süreklidir.

**TIG (Argon) Kaynağı:** Erimeyen bir tungsten elektrot kullanılır. Çok hassas ve temiz kaynaklar (özellikle paslanmaz çelik ve alüminyum) için tercih edilir.

#### Gaz Kaynağı (Oksi-Asetilen Kaynağı)

Isı kaynağı olarak yanıcı bir gaz (genellikle asetilen) ile yakıcı bir gazın (oksijen) karışımından elde edilen alev kullanılır. Elektrik altyapısının olmadığı yerlerde veya ince sacların, boruların birleştirilmesinde ve sert lehimleme işlemlerinde yaygın olarak kullanılır.

### b) Basınç Kaynağı (Katı Hâl Kaynağı)

Basınç kaynağı yönteminde malzemeler genellikle erime sıcaklığının altında bir dereceye kadar ısıtılır ve dışarıdan uygulanan mekanik bir basınç (kuvvet) sayesinde atomik düzeyde birleşme sağlanır. Ek bir kaynak metali (tel veya elektrot) kullanılmaz.

**Direnç Nokta Kaynağı (Punta):** Üst üste binen sacların, iki bakır elektrot arasından sıkıştırılarak üstlerinden yüksek akım geçirilmesiyle yapılan kaynaktır. Otomotiv sektöründe kaporta birleştirmeleri için binlerce punta kaynağı kullanılır.

**Sürtünme Kaynağı:** Parçalardan biri sabit tutulurken diğeri çok yüksek hızda döndürülerek birbirine bastırılır. Sürtünmeden doğan ısı ve basınçla malzemeler erimeden birbirine kaynar.

**Demirci Kaynağı:** En eski yöntemdir. Malzeme ocakta akkor hâle gelene kadar ısıtılır, ardından örsün üzerinde çekiç veya presle dövülerek birleştirilir.

Kaynaklı birleştirmelerin avantajları şunlardır:

- Kaynaklı bağlantının dayanımı yüksektir.
- Kaynaklı bağlantılar uzun ömürlüdür.
- Gaz ve su sızdırmazlığı yüksektir.
- Diğer birleştirme yöntemlerine göre daha ekonomiktir.
- Montaj sadece fabrikada değil sahada (şantiyede) olabilmektedir.

Kaynaklı birleştirmelerin dezavantajları şunlardır:

- Kaynaklı birleştirmeler sökülemeyen birleşimlerdir.
- Kalite kontrol işlemleri diğer birleşimlere göre daha pahalıdır.
- Çok küçük moment aktarımı istenen basit birleştirmelerde kaynaklı rijit birleşimler sorun yaratabilir.
- Doğru bir kaynak işlemi yüksek eğitimli / sertifikalı kaynakçılar ile özel ekipman ve enerji gerektirir.
- Yüksek ısı ve hızlı soğuma döngüleri, metallerde şekil bozukluklarına (çarpılma) ve yapısal iç gerilmelere yol açar.

## SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen QR kodu okutarak veya video bağlantısını kullanarak "Kaynak Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları" konulu videoyu izleyiniz.**

**Videoda edindiğiniz bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. Videoda kaynak işlemi öncesinde alınması gereken üç iş sağlığı ve güvenliği önlemini yazınız.
2. Kaynak yapan kişinin kullanması gereken en az dört kişisel koruyucu donanımı (KKD) belirtiniz.
3. Videoda yer alan güvenlik kurallarından uyulmaması durumunda meydana gelebilecek iki olası iş kazasını yazınız.
4. Kaynak işlemini siz yapacak olsaydınız çalışma ortamını güvenli hâle getirmek için hangi önlemleri alırdınız? Açıklayınız.
5. Videoda öğrendiğiniz bilgilerden sizi en çok etkileyen güvenlik kuralını yazınız ve neden önemli olduğunu açıklayınız.

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.1064/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=e72edfa62cb3209272e8919a3637f8c8&resourceTypeID=3&loc=10&showCurriculumPath=false

### 8.2.1.3. Kaynak Yapılırken Kullanılması Gereken Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kaynak işlemi; açığa çıkan yüksek ısı, zararlı ışınlar (ultraviyole, kızılötesi vb.) ve gazlar nedeniyle iş sağlığı açısından yüksek risk barındıran ve eksiksiz olarak uyulması gereken hayati kurallar içeren bir süreçtir. Bu süreçte oluşabilecek kalıcı yaralanmaları ve meslek hastalıklarını önlemek adına, kaynakçının tepeden tırnağa doğru kişisel koruyucu donanımlarla donatılması yasal bir zorunluluktur. Görsel 8.39'da kaynak yapılırken kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlar görülmektedir.




**Görsel 8.39:** Kaynak yapılırken kullanılması gereken KKD

### 8.2.1.4. Örtülü Elektrot Kullanılan Ark Kaynak Makineleri

Metal ve alaşımlarını ısı, elektrik arkı ve gerektiğinde basınç kullanarak kalıcı şekilde birleştiren endüstriyel ekipmanlardır. Elektrik şebekesinden gelen 220 ya da 380 volt gerilimi, 25-55 volta düşürüp akım şiddetini ise yaklaşık 10-600 amper arasında bir değere çıkararak metal ve alaşımlarını eritir. İmalat sanayisinde otomotiv, gemi inşa, savunma, basınçlı kaplar, inşaat, boru hatları gibi birçok alanda üretimin merkezinde yer alır. Kaynak makinesi; elektrik akımının geçtiği elektrik tesisatından (elektrik şebekesi) aldığı elektrik enerjisini, kaynak arkını sürekli kılacak voltaj ve şiddete dönüştürerek kaynak akımını sağlar. Kaynak makinesinin temel çalışma prensibi üç aşamadır.

**Elektrik Enerjisinin Dönüştürülmesi:** Şebekeden alınan enerji, makinenin içindeki güç elektroniği bileşenleri (doğrultucu, inverter devresi, yüksek frekans transformatörü vb.) yardımıyla uygun kaynak akımına dönüştürülür.

**Ark Oluşumu:** Elektrot ile iş parçası kısa süreli temas ettirilip uzaklaştırıldığında arada bir elektrik arkı oluşur. Ark bölgesinde sıcaklık örtülü elektrot ark kaynağında 4.000 °C ile 6.000 °C, gaz altı (MIG / MAG, TIG), toz altı veya plazma ark sistemlerinde bu plazma sıcaklığı 10.000 °C ile 20.000 °C seviyelerine kadar ulaşabilir.

**Metal Birleştirme:** Yüksek sıcaklık, ana malzeme ve gerekiyorsa dolgu metalini ergitir. Erimiş bölge soğuduğunda kaynak dikişi oluşur. Kaynak yöntemine göre bu süreç koruyucu gaz altında veya örtü cürufu altında gerçekleşebilir.

## Örtülü Elektrot Kullanılan Ark Kaynak Makinesi Çeşitleri

Kaynak makinesi çeşitleri, metal malzemeleri birleştirme süreçlerinde kullanılan farklı teknolojileri ve uygulama alanlarını tanımlayan temel bir sınıflandırma sunar. Bu kapsamda yer alan sistemler, yapılan işin niteliğine ve çalışma ortamına göre farklılık gösterir.

Kaynak makinesi çeşitleri sadece teknik özelliklere göre değil kullanım alanı, taşınabilirlik, enerji tüketimi gibi pratik unsurlar üzerinden de değerlendirilir. Ev tipi uygulamalardan sanayi üretimine kadar uzanan geniş bir kullanım alanına sahip bu makineler, doğru seçildiğinde iş sürecini kolaylaştırır. Dengeli ve istikrarlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlar. Bu nedenle farklı türleri tanımak, ihtiyaca uygun çözümü belirlemek açısından önemli bir başlangıç aşaması oluşturur. Elektrik ark kaynak makineleri genel olarak dört kısımda incelenir (Görsel 8.40).




**Görsel 8.40:** Örtülü elektrot kullanılan ark kaynak makinesi çeşitleri

### a) Transformatör Tipi Kaynak Makineleri

Alternatif akım veren kaynak makinelerine transformatör ya da **kaynak trafosu** denir. Bunların alternatif akımı doğru akıma çevirme gibi bir fonksiyonu yoktur. Sadece şebekeden aldığı akımı kaynak yapılabilecek seviyeye dönüştürür. Bu özellikleriyle oldukça sade makinelerdir.

### b) Redresör (Doğrultmaç) Tipi Makineler

Elektrik şebekesinde bulunan elektrik akımının cinsi alternatif akımdır. Redresör, alternatif akımı doğru akıma çevirir. Bu yönüyle jeneratöre benzetilebilir. Ancak jeneratör gibi dairesel hareket yapan parçaları olmadığı için sessiz çalışır ve jeneratöre kıyasla daha az maliyetlidir.

### c) Jeneratör Tipi Kaynak Makineleri

Benzinli veya dizel motor ve dinamo ünitelerinden oluşan jeneratör kaynak makineleri, diğer kaynak makinelerinde olduğu gibi kaynak yapmayı sağlayan enerjiyi şebekeden almaz. Dinamo, kaynak için kullanılacak olan doğru akımlı enerjinin üretilmesini sağlar. Transformatör ve redresörlerde şehir şebekesindeki enerji dönüştürülüyorken bu makinelerde dönüştürme değil, elektrik üretimi söz konusudur. İçten yanmalı (dizel, benzin) jeneratör kaynak makinesinin kaynak için ürettiği elektriğin gerilimi 25-35 volta, akım şiddeti ise 300 ampere kadar çıkabilmektedir. Bakım giderleri ve maliyetleri yüksek, verimleri düşük, kullanım ömürleri kısadır. Bu nedenlerle tercih edilmez.

### ç) İnverter Tipi Kaynak Makineleri

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kaynak makinelerinde de yenilikler yaşanmıştır. İnverter tip kaynak makinelerinde hem gaz altı kaynağı hem de örtülü elektrot ile kaynak yapabilme kabiliyeti vardır. İçinde bulunan elektronik kart invertör, alternatif akımı doğru akıma dönüştürmektedir. Elektronik yapısı sayesinde hassas akım ayarı yapılabilir, ebatları küçük ve hafif olduğu için taşıması kolay, seri kullanıma uygundur ve enerji tasarrufu sağlar.

### 8.2.1.5. Örtülü Elektrot Ark Kaynağı Ekipmanları

Ark kaynağı, bir dizi işlem basamağının ve ekipmanların kullanılmasını gerektirmektedir. Elektrik ark kaynağı ekipmanları; temel ve yardımcı elemanlar olarak iki ana grupta toplanır. Temel elemanların içinde kaynak makineleri, pens ve şaseler, maske ve camları, kablolar ve elektrotlar yer alır. Yardımcı elemanların kapsamında ise kaynak masası, önlük ve eldiven, kaynak çekici, tel fırça, pens sehpası, paravanlar ve havalandırma işlemlerinde kullanılan aspiratör ve vantilatör yer almaktadır. Görsel 8.41'de elektrik ark kaynak ekipmanları gösterilmiştir.




**Görsel 8.41:** Elektrik ark kaynağı ekipmanları

**a) Elektrik Kaynak Kabloları:** Kaynak akımı makineden kaynak pensine ve mengeneye kablolarla iletilir. Kablolar iyi bükülebilmeli, kablonun kesiti kaynak makinesine uygun olmalı ve yalıtımı yeterli olarak yapılmalıdır. Kabloların uçları, kaynak pensine ve şasesine sağlam bir şekilde sabitlenmelidir. Kablolar sıcak parçalara değdirilmemelidir.

**b) Kaynak Pensesi ve Şasesi:** Kaynak pensesi elektrodu tutmaya yarar. Bakır ve pirinçten yapılmıştır. Pensler elektrodu iyi tutmalı, hafif olmalı ve yalıtkanlığı iyi sağlanmış olmalıdır. Kaynak şasesi, kaynak makinesinde elektrik devresini tamamlamak ve iş parçasını topraklamak için kullanılan bağlantı sistemidir.

**c) Maskeler:** Kaynak sırasında başa takılarak veya elle tutularak kullanılır. Kaynakçının gözlerini ışınların zararlı etkilerinden korur. Maskelere koyu renkli özel maske camı takılır. Bu camların her iki tarafını korumak için aynı ölçüde birer adi cam konur. Maskeler hiçbir şekilde ışın sızdırmamalı, hafif ve sağlam olmalıdır. Maskenin cam numaraları elektrot çapına göre değişmekte olup 7-14 arası numara camlar tercih edilmektedir. Numara arttıkça cam daha koyu / karanlık olmaktadır. Elektrot çapı arttıkça daha fazla ışık ortaya çıkmaktadır.

**ç) Kaynakçı Eldiveni:** Kaynakçının ellerini sıçrayan kaynak damlalarından ve ışınlardan korur. Esnek ve ısıya dayanıklı olmalıdır. Sıcak parçalar eldivenle tutulmamalıdır.

**d) Kaynakçı Önlüğü:** Kaynak esnasında, vücudun herhangi bir yerinin ısı ve ışık enerjisiyle karşılaşması engellenmelidir. Bu işlemde, deriden yapılmış özel kaynakçı önlüğü kullanılmalıdır.

**e) Kaynakçı Çekici ve Fırçası:** Yapılan kaynakların cürufları kaynakçı çekiciyle kırılır. Cürufları kırılan kaynak yüzeyi, tel fırçayla fırçalanarak temizlenir.

**f) Kaynak Masası:** Kaynak işleminden istenen verimin alınması, kaynakçının en rahat biçimde çalışmasını da gerektirir. Dolayısıyla kaynakçının rahat çalışmasına olanak tanıyacak masa ve aparatların kullanılması faydalı olur.

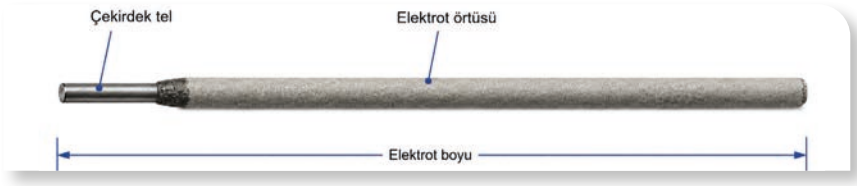
### 8.2.1.6. Elektrot ve Elektrot Çeşitleri

Ark kaynağında elektrik akımını iş parçasına ileten ve kaynak banyosu için dolgu metali sağlayan en temel sarf malzemeye **elektrot** denir. Elektrotların kaynak sırasında eriyerek oluşturdukları ek metale **kaynak dikişi** denir. Elektrotlar yapılarına, örtü tiplerine ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırılır. Elektrotlar piyasada çeşitli çap ve boylarda bulunabilir. 2-2,5-3,25-4-5-6 mm çaplarda ve 250-350-450 mm boylardaki elektrotlar piyasada rahatlıkla bulunabilir. Elektrodun yapısı incelendiğinde bir ark kaynağı elektrodunun genel olarak iki ana kısımdan oluştuğu görülmektedir.

**Çekirdek Tel:** Elektrik akımını ileten ve eriyerek kaynak dikişini oluşturan metal çubuktur.

**Örtü:** Çekirdek telin üzerini kaplayan kimyasal tabakadır. Kaynak sırasında yanarak koruyucu gaz oluşturur, arkı kararlı hâle getirir ve kaynak banyosunun üzerinde cüruf oluşturarak hızlı soğumayı engeller.

Elektrot, kaynak makinesinden üretilen akımı iş parçasına kadar taşıyarak arkın oluşmasını sağlar. Elektrodun uç kısmı ve tam karşısı olan alan, arkın oluşmasıyla ergir. Ergiyik hâldeki elektrot, gereçteki ergiyik alana damlalar hâlinde akarak dikişi oluşturur. Görsel 8.42'de elektrodun yapısı gösterilmiştir.




**Görsel 8.42:** Elektrodun yapısı

#### Örtü Tiplerine Göre Elektrot Çeşitleri

Örtü tipine göre elektrotlar kaynakçının kullanım amacına göre seçilir. Elektrotlar hangi malzemenin kaynatılacağı, sızdırmazlık, mukavemet vb. faktörleri göz önüne alarak örtü tiplerine göre seçilir.

#### a) Rutil Elektrotlar

Örtüsünde yoğun miktarda titanyum dioksit (rutil) bulunur. Alternatif ve doğru akım kaynak makinelerinde - **(eksi)** kutupta kullanılır. Atölyelerde en sık kullanılan elektrot türüdür.

**Özellikleri:** Arkı kolay tutuşur, sıçraması azdır ve cürufu kolay kalkar.

**Kullanım Alanları:** Genel çelik konstrüksiyon işleri, sac metallerin birleştirilmesi ve hafif tamir işlerinde kullanılır.

#### b) Bazik Elektrotlar

Örtüsünde kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat bulunur. Doğru akım kaynak makinelerinde + (artı) kutupta kullanılır. Yüksek dayanımlı kaynaklar için tercih edilir.

**Özellikleri:** Kaynak dikişi darbelere ve zorlamalara karşı çok dirençlidir. Nem çekme eğilimi yüksektir. Bu nedenle kullanmadan önce kurutulmaları (fırınlanmaları) gerekir.

**Kullanım Alanları:** Basınçlı kaplar, köprüler, gemi inşası (ağır sanayi) ve dinamik zorlamaların olduğu çelik yapılarda kullanılır.

#### c) Selülozik Elektrotlar

Örtüsünde yüksek oranda organik madde (selüloz) bulunur.

**Özellikleri:** Çok derin nüfuziyet sağlar. Her pozisyonda (özellikle yukarıdan aşağıya) kaynak yapmaya uygundur. Çok duman çıkarır ve yüzeyi pürüzlüdür.

**Kullanım Alanları:** Genellikle boru hattı (doğal gaz, petrol) kaynaklarında kullanılır. Ayrıca derin nüfuziyet istenen kaynaklarda ve kök paso kaynağında kullanılır.

**BİLGİ KUTUSU**

Birleştirilecek parçalara atılan ilk kaynak dikişine **kök paso** denir.

### ç) Asit Elektrotlar

Demir oksit ve manganez içeren bir örtü yapısına sahiptir.

**Özellikleri:** Oldukça akışkan bir banyo oluşturur. Yatay kaynaklarda çok düzgün dikişler verir.

**Kullanım Alanları:** Genellikle dökme demirlerin kaynağında ve dolgu işlerinde tercih edilir.

### Elektrot Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler

Kaynak işlemine başlarken göz önünde bulundurulması gereken kriterler şunlardır:

- Kaynak yapılacak metal ile elektrot çekirdeği benzer kimyasal yapıda olmalıdır.
- Elektrot; tavan, yatay veya dikey kaynak yapılıp yapılmayacağına göre seçilmelidir.
- Kalın parçalarda daha yüksek nüfuziyetli (bazik gibi) elektrotlar, ince saclarda rutil elektrotlar seçilmelidir.
- Bazı elektrotlar sadece doğru akımda, bazıları ise hem doğru hem alternatif akımda çalışır.

### Elektrotların Saklanması

Elektrot örtüleri havadaki nemi çekebilir. Nemli elektrotlar kaynak sırasında gözenek, çatlak gibi hatalara yol açar. Bu nedenle elektrotlar orijinal paketlerinde, kuru bir ortamda saklanmalıdır. Özellikle bazik elektrotlar kullanılmadan önce elektrot kurutma fırınlarında (genellikle 250-350 °C) yaklaşık 2 saat kurutulmalıdır. Selülozik elektrotlar ise örtülerinin yanma sonucu dökülmesi tehlikesi nedeniyle fırında ısıtılmaz. Bunun yerine özel ambalajlarda hava almadan muhafaza edilmeleri uygundur.

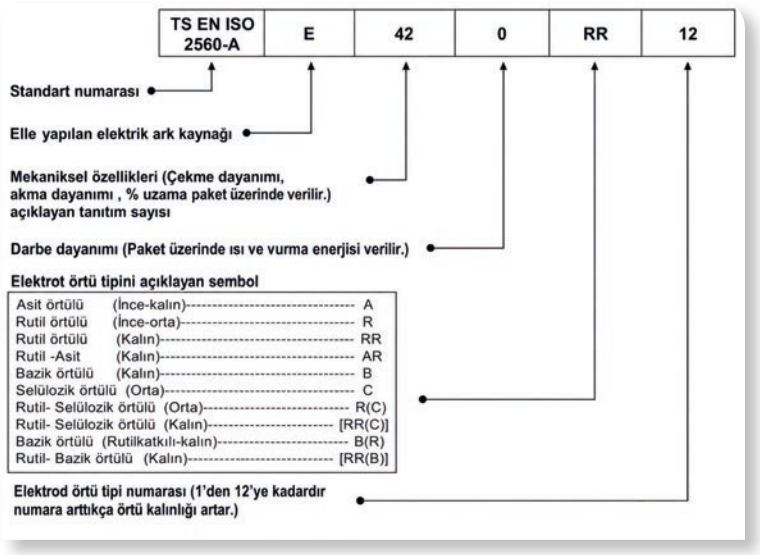
Kaynak işleminden optimum verim ve yüksek kalite elde edilmesi, elektrotların nem içermeyen ortamlarda depolanması ve korunmasıyla mümkündür. Kaynak banyosunda rutubet bulunması, dikiş kalitesini ve mekanik dayanımı doğrudan olumsuz etkiler. Bu açıdan, önemli fonksiyonlara sahip elektrot örtüsünü tehdit eden en büyük tehlike nemdir ($H_2O$ bileşiği). Nemin yanı sıra örtüde meydana gelen çatlama, kırılma veya kavrulma gibi fiziksel deformasyonlar da koruyucu katmanın işlevini yitirmesine yol açarak kaynak dikişinde kritik hatalara neden olur.

Elektrodun üzerindeki örtünün faydaları şunlardır:

- Ark kolay tutuşur.
- Havanın olumsuz etkisine karşı kaynak dikişini korur.
- Kaynağın yavaş soğumasını sağlar.
- İlave alaşımlama yapar.
- Erimiş metalin oksidini alır.

### Elektrot Standartları

Örtülü elektrotlar çeşitli ülkelerin standartlarına göre farklı biçimde kodlandırılır. Ülkemizde elektrot üreticisi **TS EN ISO 2560**'ın yanı sıra ISO, DIN, AWS / ASTM standartlarına göre de elektrotlarını kodlamaktadır. Tüm standartlarda kodlama sistemi DIN 1913 ile paralellik gösterir ve elektrot örtüsünün türü, çekme ve akma mukavemeti, kopma uzaması, kaynak pozisyonu, akım durumu ve belirli sıcaklıklardaki çentik-darbe dayanımı çeşitli simgelerle kullanılır. Örtülü elektrotlar; üzerine kaplanan örtü gerecinin kalınlığına göre ince, orta ve kalın örtülü elektrotlar olarak sınıflandırılır (Görsel 8.43).




**Görsel 8.43:** Elektrot etiketi

Elektrot paketlerinin üzerinde elektroda ait bilgilerin tümü bulunmaktadır. Firmalar ayrıca üretimini yaptıkları elektrotların özel ad ve numaralarının bulunduğu kataloglar çıkararak kaynakçıya elektrotlar hakkında geniş bilgiler vermektedir. Genel olarak çelik ve alaşımlarının kaynağında amper ayarı yapılırken elektrot çapına göre bir değer belirlenir. Her çaptaki elektrot için akım şiddeti, belirli bir amper aralığına sahiptir. Elektrot çapına göre amper değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

Elektrot çapına göre ideal amper ayarını bulmak için kullanılan temel formül, elektrot çekirdek çapının milimetre cinsinden değeri ile yaklaşık 35 - 40 arasındaki bir katsayının çarpılmasıdır.

**d:** Elektrot çekirdek çapı

**I:** Kullanılacak amper değeri

**AMPER ( I ) = d x 40**

Normal şartlarda 1 mm elektrot çekirdek çapı için 40 amper akım kullanılmalıdır. Piyasada en fazla çapı 2,5-3,25 mm olan elektrotlar kullanılır.

**1. Örnek:** 2 mm (elektrot çekirdek çapı) x 40 amper = 80 amper yani akım verilmelidir.

**2. Örnek:** 3,25 mm çapındaki bir elektrodun kaynaklı birleştirmede kullanılması sırasında makineye verilecek amper ayarı şöyle bulunur.

40 x 3,25= 130 amper

Elektrot çaplarına ve parça et kalınlıklarına göre normal çalışma koşullarında yaklaşık olarak ayarlanması gereken amper ayarları Tablo 8.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.2: Elektrot Çaplarına ve Parça Et Kalınlıklarına Göre Yaklaşık Amper Değerleri**

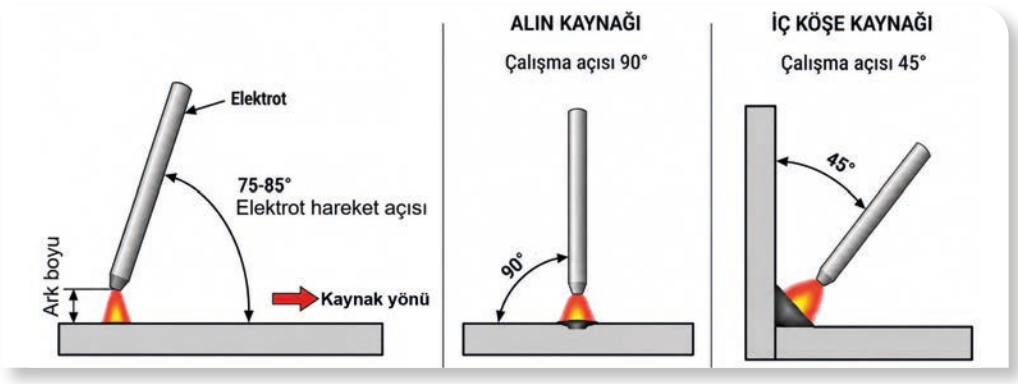
| Parça Et Kalınlığı (mm) | Elektrot Çapı (mm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,6 | 2 | 2,5 | 3,25 | 4 | 5 | 6 |
| | Kaynak Akım Şiddeti (Amper) | | | | | | |
| 1 | 25 | | | | | | |
| 2 | 35 | 45 | 50 | | | | |
| 3 | | 60 | 70 | 80 | | | |
| 4 | | | 85 | 95 | 120 | | |
| 5 | | | 90 | 110 | 130 | 140 | |
| 6 | | | | 120 | 135 | 140 | |
| 8 | | | | 130 | 150 | 160 | |
| 10 | | | | 140 | 160 | 190 | 225 |

## Elektrot Tutuş ve Temel Konumlandırma Açıları

Elektrik ark kaynağında elektrot, hem ısı kaynağı hem de dolgu metali işlevini görür. Bu nedenle açının yanlış seçilmesi, arkın kararsızlaşmasına ve cürufun kaynak banyosunun içine karışmasına neden olur. Elektrik ark kaynağında temel konumlandırma açıları, elektrodun kaynak dikişi eksenine göre iki farklı düzlemde (çalışma açısı ve ilerleme açısı) doğru konumlandırılmasını ifade eder. Bu açılar, ergimiş metal banyosunun kontrol edilmesini, nüfuziyet derinliğini ve kaynak dikişinin geometrisini doğrudan etkiler. Temel konumlandırma açıları şu iki bileşenden oluşur:

**Çalışma Açısı:** Elektrodun iş parçasının yüzeyine göre açısıdır. Alın kaynaklarında 90° tutulur. Köşe (iç köşe) kaynaklarında ise parçalar arasında 45° olacak şekilde ayarlanır.

**İlerleme Açısı:** Elektrodun kaynak yönüne doğru yaptığı eğimdir. Elektrik ark kaynağında genellikle **çekme tekniği** kullanılır ve elektrot ilerleme yönünde yatayla 75°-85° eğimle tutulur. Bu açı, cürufun arkın önünden gitmesini engelleyerek dikişin temiz kalmasını sağlar. Elektrot doğru tutuş açıları Görsel 8.44'te gösterilmiştir.




**Görsel 8.44:** Elektrot tutuş açıları

Ark oluşurken elektrot ile iş parçasının arasındaki mesafe çok önemlidir. Uygun ark boyuyla kaynak yapılmadığında kaynak dikişi istenildiği gibi olmayacaktır. Kaynak yaparken iş parçası ile elektrot ucu arasındaki mesafeye **ark boyu** denir. Genel uygulamada ark boyu, kullanılan elektrodun çekirdek çapına eşit tutulur ancak bu değer elektrot tipine, kaynak pozisyonuna ve kaynak yöntemine göre değişebilir. 2,5 mm elektrot kullanılıyorsa iş parçası ile elektrot ucu arasındaki boşluk 2,5 mm olmalıdır. Ark boyunun uzun olması durumunda, kaynak sırasında düzensiz, püskürtmeli ve kararsız bir ses çıkarken aynı zamanda erimiş metal sıçramaları da fazla olur. Bunun sonucunda dikişin yüzeyi düzensizleşir, dikiş formu fazla genişler ve arkın sürekliliği kesilebilir. Aksine ark boyunun kısa olması durumunda ise elektrot çoğu kez iş parçasına yapışır, dikiş çok dar ve yüksek olurken arkın tamamen kesilmesi vb. sorunlar yaşanabilir.

## Elektrot İlerleme Hızı

Kaynak yaparken malzemenin kalınlığı, kaynak pozisyonu ve elektrodun cinsi elektroda yaptırılacak hareketi belirler. Elektrodun belli bir düzen içinde ilerletilmesine **kaynak hızı** denir. El becerisi gelişmiş kaynakçılar, kaynak hızının ayarlanmasını ve sabit tutulması yeteneğini geliştirmişlerdir. Bu durum zamanla kazanılacak bir beceri olarak tanımlanabilir. Kaynağın iş parçasında etkili olması ve düzgün bir kaynak yüzeyi elde etmek önemlidir.

Elektrot hızı ile yanma hızı orantılı olmalı ve elektrot, yaklaşık dakikada 150 mm olacak şekilde bir hızla ilerlemelidir. Bu hız düz dikiş çekmek için belirlenmiş olup yapılan kaynak çeşidi, kaynatılacak parça kalınlığı ve elektrot çapı ile akım ayarına göre değişir. Kaynak hızı iyi ayarlanmadığında düzgün bir dikiş ve nüfuziyet elde edilemez. **Nüfuziyet**, kaynak banyosunun iş parçasında indiği derinliktir. Nüfuziyet yetersiz olursa yapılan kaynak sağlam olmaz. Kaynak hızı gereğinden fazla olursa dikiş ince bir görünümde olur. Yavaş bir kaynak hızı ise dikişin yüksekliğinin fazla olmasına sebebiyet verir. Kaynak hızı, tecrübe edilerek kazanılabilir. Elektrot örtü malzemesinin dikişin üzerini iyi bir şekilde kaplaması için elektrot belirli bir açıda tutulur.

### Elektrot ile Ark Oluşturma

Elektrotla ark oluşturmak için iki yöntem kullanılır. Her iki yöntemin de yapılışı, iş parçasının cinsine göre farklılık gösterebilir. Arkın oluşması için elektrodun kısa bir süre içinde yakılması gerekir. Bu yöntemler şunlardır:

- Elektrodu iş parçasına vurarak ark oluşturma işlemidir. Kaynak işleminin yapılacağı yerden yaklaşık 5 mm uzağa elektrodun ucuyla vurulur. Vurma şiddeti, elektrot örtüsünün kırılmasına neden olmayacak biçimde olmalıdır. Genelde bu tür ark oluşturma daha çok kullanılmış (ara verilmiş) elektrotlarda uygulanır.
- Sürterek ark oluşturma işleminde İlk etapta kaynakla kapatılacak alana elektrodun ucu sürtülür, aradaki havanın ısınması dolayısıyla da arkın oluşması sağlanır.

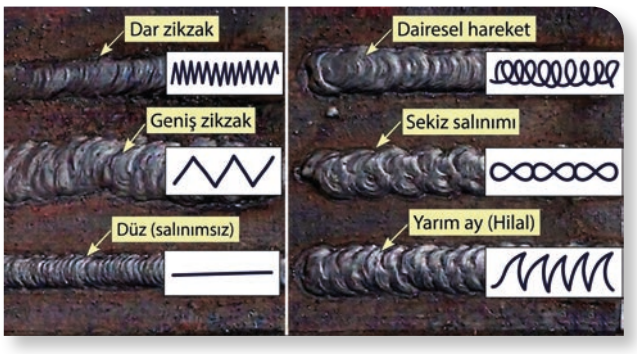
### Elektrot Salınımları

Kaynak dikişi oluştururken elektrodun sadece ilerleme yönünde değil, kaynak ağzını tam doldurmak ve nüfuziyeti artırmak için sağa-sola veya dairesel hareketler yapmasına **elektrot salınımı** denir. Salınım yaparken kenarlarda (kaynak ağzının yan duvarlarında) çok kısa süre beklenmelidir. Bu, yanma oluğu olarak adlandırılan hatayı engeller ve kenarların tam dolmasını sağlar.

Kural olarak elektrot salınım genişliği, elektrot çekirdek çapının 2,5-3 katını geçmemelidir. Daha geniş salınım, ark korumasının zayıflamasına ve cüruf kalıntılarına yol açabilir. Salınım hareketi sırasında ark boyunun sabit tutulması (yaklaşık elektrot çapı kadar) dikiş formunun düzgünlüğü için şarttır.

### Elektrot Salınım Yöntemleri

Elektrot salınımı özellikle pozisyon kaynakları için gereklidir. Salınım yapılmadan çekilen kaynak dikişlerinde kontrol zorlaşır. Yatayda düz dikiş çekerken salınımsız ilerleme yapılabilir fakat kaynağı öğrenme aşamasında kaynakçının elinin bu salınım hareketlerine alışması için yatayda düz dikiş uygulamalarında da salınım yapılması gerekir (Görsel 8.45). Kaynakçının uygulamalarda kullanabileceği elektrot salınım yöntemleri şunlardır:




**Görsel 8.45:** Elektrot salınım hareketleri

**a) Düz (Salınımsız) İlerleme:** Elektrot sağa sola hareket ettirilmeden sadece kaynak yönünde çekilir. Genellikle ince parçalarda veya çok pasolu kaynakların kök pasolarında tercih edilir. Isı girdisi düşüktür.

**b) Zikzak (Zig-Zag) Salınım:** En yaygın kullanılan yöntemdir. Elektrot, kaynak yönüne dik olacak şekilde Z harfi çizer gibi hareket ettirilir. Geniş kaynak dikişleri elde etmek ve yan duvarlara iyi bir nüfuziyet sağlamak için idealdir.

**c) Hilal (Yarım Ay) Salınım:** Elektrot, ilerleme yönüne doğru bir yay veya hilal çizecek şekilde hareket ettirilir. Özellikle dikey (yukarıdan aşağı veya aşağıdan yukarı) kaynaklarda ergimiş metalin kontrolü için uygundur.

**ç) Dairesel (C) Salınım:** Elektrotla sürekli küçük daireler çizilerek ilerlenir. Bu yöntem, banyonun daha uzun süre sıvı kalmasını sağlar. Kalın parçaların birleştirilmesinde ve geniş boşlukların doldurulmasında kullanılır.

**d) Sekiz (8) Salınımı:** Oldukça geniş kaynak dikişleri için tercih edilir. Isının her iki tarafa da dengeli dağılmasını sağlar ancak uygulaması diğerlerine göre daha fazla el becerisi gerektirir.

## 8.2. ETKİNLİK

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Elektrot Çeşitleri ve Özellikleri Hakkında Sunum Hazırlama** |
| **Amaç** | Elektrot çeşitlerini, bu çeşitlerin farklarını, teknik özelliklerini ve kullanım amaçlarını araştırarak analiz etmek |
| **Süre** | 3 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | **Donanım:** Bilgisayar, projektör / projeksiyon<br>**İçerik Malzemeleri:** Sunum taslağı / ajandası<br>**Görsel ve İşitsel Öğeler:** Fotoğraflar, tablolar, kısa videolar<br>**Tasarım Ögeleri:** Konuyla uyumlu tema / şablon, yazı tipleri, renk paleti<br>**Yedekleme:** USB bellek |

**Yönerge:** Elektrot çeşitleri ve özellikleri, elektrodun kullanım amaçları ve aralarındaki farkları analiz etmeye yönelik araştırma ve dijital sunu hazırlama süreçlerini planlı bir şekilde gerçekleştirebilmeniz için aşağıdaki adımları sırasıyla takip ediniz.

1. Çalışma ortamında (bilgisayar laboratuvarı) ergonomi ve elektrik güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Elektrot çeşitleri, özellikleri ve elektrodun kullanım amaçlarını güvenilir kaynaklardan araştırınız.
3. Elektrot çeşitleri ve elektrodun özelliklerini inceleyerek ortak özellikleri ve farklılıkları sınıflandırınız.
4. Araştırdığınız elektrot çeşitleri ve özelliklerini (çekirdek tel çapı ve malzemesi, örtü tipi, örtüyü oluşturan kimyasal yapı, standartlar) belirleyerek bir karşılaştırma tablosu hazırlayınız.
5. Dijital sunum slaytlarınızı giriş, gelişme ve sonuç bölümlerine göre planlayınız. Bunun için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz.

   **Giriş:** Merak uyandıran bir başlık ve sunum amacını içeren bir giriş slaytı hazırlayınız.

   **Gelişme:** Elektrot çeşitleri ve özelliklerini, kullanım amaçlarına göre sınıflandıran bir şema hazırlayınız. Gemi inşasında kullanılan elektrot çeşitlerini ve diğer kullanım alanlarını açıklayan, yapısal farkları gösteren slaytlarınızı oluşturunuz.

   **Sonuç:** Ana noktaları özetleyen kapanış ve teşekkür slaytı oluşturunuz.
6. Teknik verilerle uyumlu, elektrot çeşitlerine göre ayırt edici nitelikte ve yüksek çözünürlüklü görsellere sunumunuzda yer veriniz.
7. Hazırladığınız sunumu açık ve anlaşılır bir şekilde sununuz. Sunum sırasında göz teması kurunuz ve zaman yönetimini sağlayınız.
8. Hazırladığınız çalışmayı sınıfta arkadaşlarınıza sunarak neden farklı türlerde elektrot kullanma ihtiyacı olduğunu tartışınız.
9. Çalışmanızı gözden geçirerek eksik yönlerinizi tamamlayınız. Sunum dosyanızı kaydedip USB bellek veya depolama birimlerinde yedekleyiniz.

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

### 8.2.1.7. Örtülü Elektrot Ark Kaynağının Uygulanması

Elektrik ark kaynağında standartlara uygun, yüksek mukavemetli ve hatasız bir kaynak dikişi elde etmek; birbiriyle bağlantılı üç temel aşamanın disiplinli şekilde uygulanmasına bağlıdır. Kaynak öncesindeki hazırlık süreci, arkın doğru teknikle tutuşturulması ve bitiş anındaki krater kontrolü, birleşme noktalarındaki nüfuziyeti ve dikiş kalitesini doğrudan belirler. Bu doğrultuda, başlangıçtan bitişe kadar olan uygulama adımlarının hatasız ve doğru sırayla izlenmesi gerekir.

**Hazırlık:** Kaynağa başlamadan önce iş parçasının üzerindeki pas, yağ, boya ve nem tel fırça veya taşlamayla temizlenmelidir (Görsel 8.46a). Temiz olmayan yüzeylerde ark kararsız olur ve kaynak dikişinde gözenekler oluşur. Kaynak pensesinin takılacağı şase kablosu, iş parçasına veya metal masaya sıkıca bağlanmalıdır. Gevşek bağlantı arkın zayıf oluşmasına neden olur.

**Puntalama:** Parçaların kaynak sırasında ısı etkisiyle çarpılmasını veya yerinden oynamasını engellemek için kısa süreli küçük kaynak dikişleri olan punta yapılmalıdır (Görsel 8.46b).

Punta aralığı; parça kalınlığı, malzeme cinsi, parça boyutları ve deformasyon riski dikkate alınarak belirlenir. İnce parçalarda daha sık, kalın parçalarda daha seyrek punta atılır. Puntalama işlemi parçanın en az iki yerinden yapılır. İş parçası kalınlaştıkça yapılacak puntalama daha dayanıklı olmalıdır. Punta dikişi, esas dikişle aynı özellikleri taşır. Bir malzeme iyi puntalanmadığında gönyesi bozulabilir veya kaynak boşluğu kapanabilir. Bu nedenle punta, esas dikiş kadar özenli yapılmalıdır. 3 mm'den ince parçalar arasında boşluk bırakılmadan puntalama yapılıp kaynağa devam edilir. Daha kalın iş parçalarında kaynayacak iki parçanın arasındaki boşluk, elektrot çapı kadar veya buna yakın bırakılarak puntalama yapılmalıdır. Parça kalınlığı 5 mm'den az ise **Puntalama Aralığı = 30 x Parça Kalınlığı** kadar olmalıdır. Parça kalınlığı 5 mm'den fazla ise **Puntalama Aralığı = 20 x Parça Kalınlığı** kadar olmalıdır.

Puntalar, ana kaynak dikişinin bir parçası olacağı için cürufu mutlaka temizlenmelidir. Temizlenmeyen cüruf, esas kaynak yapılırken dikişin içinde kalarak zayıf nokta oluşturur.

**Arkın Başlatılması (Vurma ve Sürtme):** Ark oluştuğu anda elektrot, çekirdek çapı kadar (yaklaşık 2-3 mm) yukarı kaldırılmalıdır. Elektrot iş parçasına yapışırsa sağa sola hızlıca sallayarak kurtarılmalı, kurtulmuyorsa pense hemen açılmalıdır.

**Kaynak Yapma ve Elektrot Hareketleri:** Ark kararlı hâle geldikten sonra ilerleme işlemine geçilir (Görsel 8.46c). Elektrot ucu ile iş parçasının arasındaki mesafe, kullanılan elektrodun çekirdek çapına eşit olmalıdır (Ark Boyu = Elektrot Çapı). Ark boyu çok uzun olursa sıçrantı artar, çok kısa olursa elektrot yapışır.

Kaynak banyosu (erimiş metal havuzu) elektrodun hemen arkasında düzenli bir şekilde takip edilmelidir. Çok hızlı gidilirse dikiş zayıf kalır, çok yavaş gidilirse metal aşırı yığılır veya parça delinir.

**Kaynağın Bitirilmesi ve Krater Kontrolü:** Dikişin sonunda elektrot aniden çekilmemelidir. Aniden çekilirse dikişin sonunda krater adı verilen bir boşluk (çukur) oluşur. Dikişin sonunda elektrot hafifçe geriye doğru yürütülüp ark öyle kesilmelidir. Bu, bitiş noktasının dolgun kalmasını sağlar.

**Cüruf Temizliği ve Kontrol:** Kaynak banyosu donduktan sonra yüzeyde cam gibi sert bir tabaka (cüruf) oluşur. Kaynakçı çekici ile dikişin üzerine hafifçe vurularak cüruf kırılır ve tel fırçayla temizlenir (Görsel 8.46ç). Temizlikten sonra dikişin düzgünlüğü, yanma oluğu olup olmadığı ve nüfuziyet kontrol edilir.




**Görsel 8.46:** Elektrik ark kaynağının uygulanış aşamaları

### Kaynakçının Alması Gereken Kişisel Güvenlik Önlemleri

- Kaynak dumanları kaynakçı tarafından solunmamalıdır.
- Kaynakçılar, güvenlik uygulamalarını takip etmeli; talimatlara uymalıdır.
- Kullandıkları tehlikeli gereci tanımalı, elektrikle ilgili tehlikeleri bilmeli ve koruyucu gereçleri kullanmalıdır.
- Kaynakçılar, özel göz koruma maskeleri ve ark radyasyonuna karşı korunmak için özel giysiler giymelidir.
- Hava kirliliğine karşı korunmalı ve kapalı alanlarda çalışırken tedbirli olmalıdır.
- Kaynak işleminde sıcaklık meydana geldiğinden kaynakçılar yangın ve patlamalara karşı dikkatli olmalıdır.
- Radyoaktif bölgelerde, gürültülü ya da yüksek yerlerde çalışılırken buralardaki tehlikelere karşı dikkatli olunmalı ve üzerine bir şey düşme riski olan yerlerde çalışılmamalıdır.

## SIRA SİZDE

**Aşağıda bir tersane atölyesinde kaynak işlemi yapılırken ortaya çıkan risklerle ilgili bir senaryo verilmiştir.**

Bir tersane atölyesinde, blok birleştirme aşamasında yoğun elektrik ark kaynağı uygulaması yapılmaktadır. Kaynak işlemi sırasında etrafa sıçrayan cüruflar, ortaya çıkan zehirli kaynak dumanı ve yüksek ısıl yayılımı, atölyenin yakınındaki diğer üretim üniteleri ve çevre için risk oluşturmaktadır. İşletme yönetimi, kaynak operasyonlarında çevreye verilen zararı en aza indirecek sorumlu kaynakçılık protokolünün uygulanmasını istemektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Bu atölyede görevli bir kaynakçı olsaydınız, çevreye zarar vermemek için işe başlamadan önce hangi önlemleri alırdınız?**

   .....
   .....

2. **İşletme yönetimi sizden kaynak işlemlerinin çevreye olan etkisini azaltacak yeni uygulama önermenizi istese hangi önerilerde bulunurdunuz? Bu önerilerin işletmeye ve çevreye sağlayacağı faydaları açıklayınız.**

   .....
   .....

3. **Kaynak işlemleri sırasında çevreyi korumaya yönelik hangi uygulamaların öncelikli olması gerektiğini düşünüyorsunuz? Neden?**

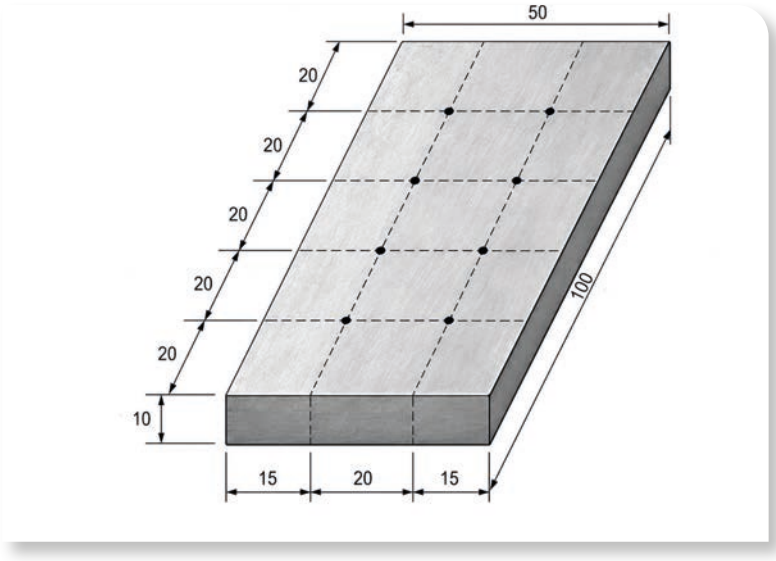
   .....
   .....

## 8.7. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Elektrik Ark Kaynağıyla Puntalama Yapma** |
| **Amaç** | Metal malzemelere elektrik ark kaynağıyla punta atmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x50x10 mm 1 adet lama demir, 2,5 mm rutil elektrot, kaynak makinesi ve kaynakçı takımları, kişisel koruyucu donanımlar, markalama aletleri ve gerekli diğer takımlar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçanın yüzeyindeki pas, yağ vb. maddeleri tel fırçayla iyice temizleyiniz.
4. Görsel 8.47'deki ölçülere göre parçanın üzerine puntalama noktası ve çizgilerini markalayınız.
5. Amper ayarını yapınız, penseye elektrodu takınız ve alıştırma parçasında ark oluşturunuz.
6. Çalışma açısını ayarlayınız.
7. İş parçasının üzerindeki noktalarda altı adet punta kaynak oluşturunuz.
8. İş parçası soğuduktan sonra punta kaynakların cürufunu kaynak çekiciyle kırınız.
9. Punta kaynağı çapaklarını keskiyle alıp tel fırçayla temizleyiniz.
10. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
11. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.47:** Elektrik ark kaynağıyla punta atma

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## Kaynak Yapma Konumları

Gemi yapımı veya diğer sanayi endüstrisinde kaynak yapma konumu ihtiyaca göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle yatay düzlemde kaynak dışında pozisyon kaynağı olarak adlandırılan kaynak yapma konumları ortaya çıkmıştır (Görsel 8.48).

- yatay (düz)
- iç köşe ve dış köşe
- yan duvar
- tavan kaynağı
- dik (yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya)

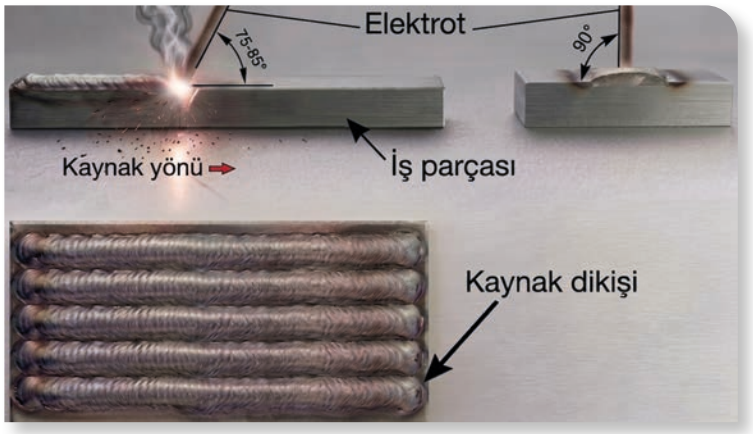



**Görsel 8.48:** Kaynak pozisyonları

### a) Yatayda Düz Dikiş Kaynağı

Elektrot banyosunu sarsmadan, belirli bir kaynak açısı ve sabit bir ark boyu korunarak elektrodun kaynak yönünde düz bir hat hâlinde ilerletilmesi işlemidir. Kaynak işleminin bitiminde kaynak dikişinin üzerini örten cüruf temizlendiğinde cürufun altında kaynak banyosunun yavaşça katılaşmasının dikişe biçim verdiği görülür. Kaynak dikişinin bu şekli büyük oranda kaynak konumuna bağlı olarak gelişir. Çünkü eriyik hâldeki kaynak banyosu yer çekiminin etkisiyle biçim almaya çalışır.

Kaynağın başlangıç ile bitiş noktası arasında bir doğru üzerinde ilerletilmesi kaynak yönünü verir. Kaynak dikişi, en rahat ve düzgün olarak iş parçasının yere paralel yatırılmasıyla yapılır. Buna da **yatay kaynak** denir. Görsel 8.49'da yatayda çekilmiş düz dikiş kaynağı görülmektedir.




**Görsel 8.49:** Yatayda düz dikiş kaynağı

Yatayda düz dikiş kaynağı uygulama adımları şunlardır:

- Kaynak yapılırken kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
- Kaynak işlemine başlamadan önce parçanın yüzeyindeki pas, yağ ve boya tel fırçayla temizlenmelidir. Kirli yüzeyler arkın kararsız olmasına ve dikişin içinde gözenek oluşmasına neden olur.
- Düz dikiş çekerken elektrodun iki farklı açısı dikkate alınmalıdır. Çalışma açısı, elektrodun iş parçasına dik düzlemle yaptığı açıdır ve genellikle parçaya 90° tutulur. İlerleme açısı ise kaynak yönüne doğru 75-85$^0$ olmalıdır. Bu açı, cürufun kaynak banyosunun önüne geçmesini engeller.
- Ark boyu, elektrot çekirdek çapı kadar (yaklaşık 2-3 mm) tutulmalıdır. Ark boyunun çok uzun olması metal sıçramasına ve nüfuziyetin azalmasına, çok kısa olması ise elektrodun parçaya yapışmasına neden olur.
- İlerleme hızı dikiş genişliği, elektrot çapının yaklaşık 1,5-2 katı olacak şekilde sabit bir hızla ayarlanmalıdır. Çok hızlı ilerlemek dikişi zayıflatır, çok yavaş ilerlemek ise aşırı yığılmaya ve sarkmaya yol açar.
- Ark, elektrodu parça üzerinde sürterek başlatılır. Ark oluştuktan sonra başlangıç noktasında bir saniye beklenerek metalin ergimesi başka bir deyişle kaynak banyosu sağlanır. Ardından belirlenen açıyla sabit hızda ve sarsıntısız bir şekilde kaynak çizgisi takip edilerek ilerleme gerçekleştirilir.
- Dikiş sonunda ark aniden kesilmez. Oluşan krater boşluğunu doldurmak için elektrot hafifçe geri yöne hareket ettirilmeli ve ark bu şekilde sonlandırılmalıdır.

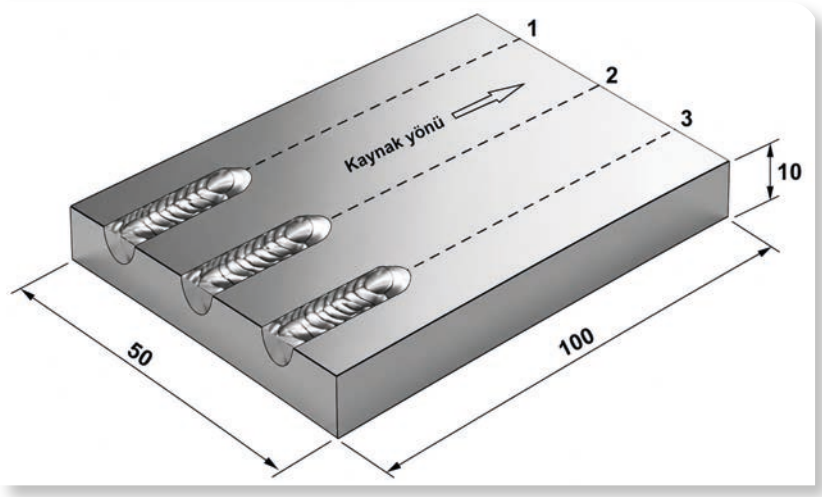
**NOTLAR**

## 8.8. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Elektrik Ark Kaynağıyla Yatayda Düz Dikiş Çekme** |
| **Amaç** | Metal malzemelere elektrik ark kaynağıyla yatayda düz dikiş çekmek |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x50x10 mm 1 adet lama demir, 2,5 mm rutil elektrot, kaynak makinesi ve kaynakçı takımları, kişisel koruyucu donanımlar, markalama aletleri ve gerekli diğer takımlar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçanın yüzeyindeki pas, yağ vb. maddeleri tel fırçayla iyice temizleyiniz.
4. Görsel 8.50'deki ölçülere göre parçanın üzerine yön çizgilerini markalayınız.
5. Amper ayarını yapınız, penseye elektrodu takınız ve alıştırma parçasında ark oluşturunuz.
6. Çalışma açısını ayarlayınız. Elektrodun iş parçasına dik düzlemle yaptığı açıyı yaklaşık 90° olacak şekilde tutunuz.
7. İlerleme açısını ayarlayınız. Kaynak yönüne doğru yaklaşık 75-85$^0$ olmasını sağlayınız.
8. Çizgilerin üzerine üç adet yatayda düz dikiş çekiniz.
9. İş parçası soğuduktan sonra kaynak dikişlerinin cüruflarını kaynak çekiciyle kırınız.
10. Kaynak dikişlerinin çapaklarını keskiyle alıp tel fırçayla temizleyiniz.
11. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
12. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.50:** Elektrik ark kaynağı ile yatayda düz dikiş çekme uygulaması

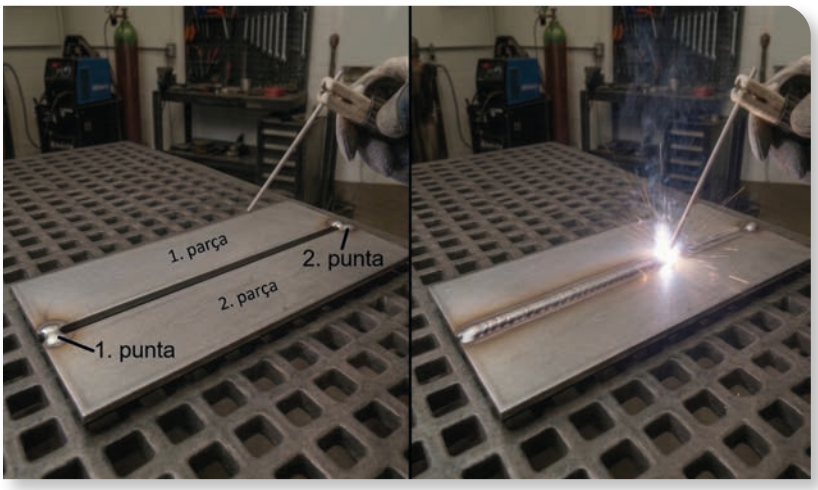
**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

### b) Yatayda Küt-Ek (Alın) Kaynağı

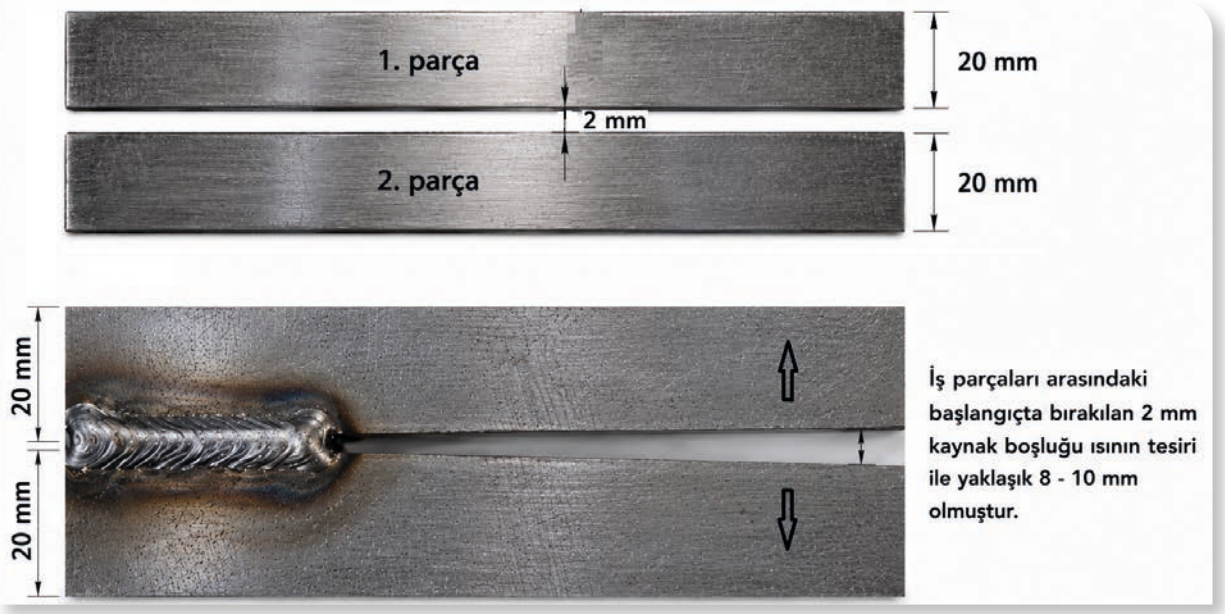
Elektrik ark kaynağında yatayda küt-ek kaynağı, parçaların birbirine uç uca getirildiği ve kaynak işleminin üstten düz bir zeminde yapıldığı temel bir birleştirme yöntemidir. Parçaların birbirine tam olarak nüfuz etmesi için kaynak öncesi hazırlık önemlidir.

Genellikle 5 mm'ye kadar olan parçalarda küt-ek (kaynak ağzı açılmadan) yapılabilir. Yaklaşık 5 mm'nin üzerindeki parçalarda yeterli nüfuziyet sağlamak amacıyla çoğunlukla V, çift V, J veya U tipi kaynak ağzı hazırlanır. Parçaların arasına elektrot çekirdek çapının yarısı kadar (yaklaşık 1,5-2 mm) bir boşluk bırakılmalıdır. Bu, kaynağın arka tarafa tam nüfuz etmesini sağlar. Parçaların ısı etkisiyle çarpılmasını önlemek için uçlardan ve gerekiyorsa orta kısımdan puntalama işlemi yapılmalıdır. Daha sonra küt-ek birleştirme kaynağına başlanır (Görsel 8.51).




**Görsel 8.51:** Küt-ek kaynağı uygulaması

Puntalama yapmadan birleştirme yapmak parçada açılmaya neden olacaktır. Bu kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Puntalama işlemi yapılmadan uygulanan küt-ek birleştirme kaynağında, parçalardaki bu açılma hatası Görsel 8.52'de gösterilmiştir. Yatayda alın kaynağı, en çok kullanılan kaynak konumlarından biridir. Kaynağa başlangıç aşamasında öğrenilmesi zorunlu konumlardan biridir.



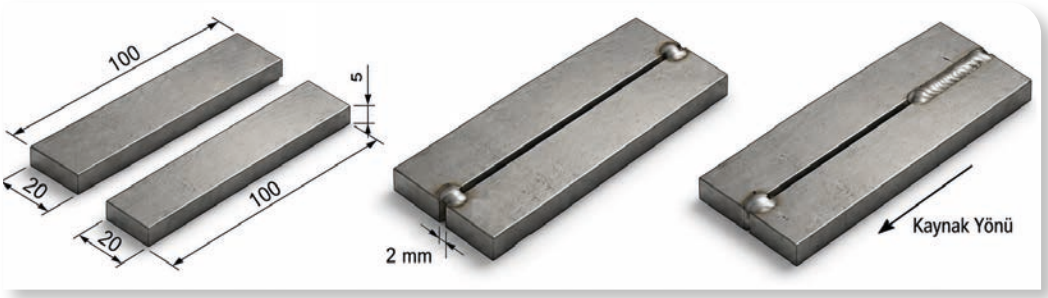

**Görsel 8.52:** Punta atılmadan yapılan kaynak işleminde parçadaki açılma

## 8.9. UYGULAMA

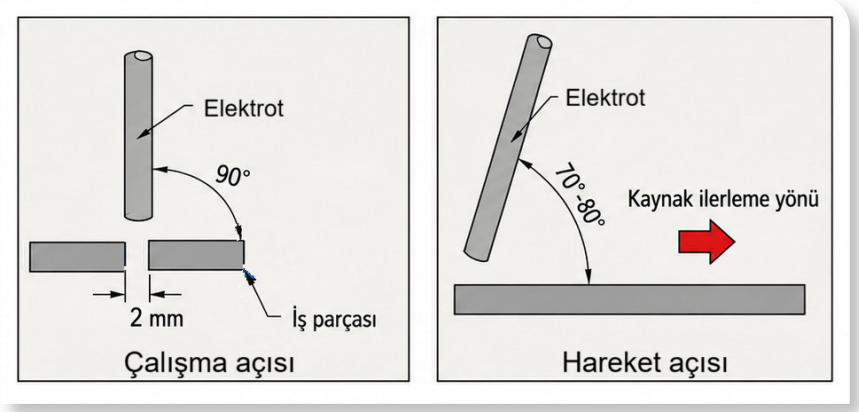
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Elektrik Ark Kaynağıyla Yatayda Küt-Ek Kaynağı Yapma** |
| **Amaç** | Metal malzemelere elektrik ark kaynağıyla yatayda küt-ek kaynağı yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 100x20x5 mm 2 adet lama demir, 3,25 mm rutil elektrot, kaynak makinesi, kişisel koruyucu donanımlar, kaynakçı takımları ve gerekli diğer takımlar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçanın yüzeyindeki pas, yağ vb. maddeleri tel fırçayla iyice temizleyiniz.
4. Görsel 8.53'teki ölçülere göre iş parçalarını hazırlayınız.
5. Penseye 3,25 elektrodu takınız, amper ayarını yapınız.
6. İki parçayı 2 mm aralık bırakarak iki ucundan puntalayınız.
7. Görsel 8.54'teki elektrot çalışma ve ilerleme açısına göre hareket ediniz.
8. Kaynak boşluğunu takip ederek yatayda küt-ek birleştirme kaynak dikişini çekiniz.
9. İş parçası soğuduktan sonra kaynak dikişlerinin cüruflarını kaynak çekiciyle kırınız.
10. Kaynak dikişlerinin çapaklarını keskiyle alıp tel fırçayla temizleyiniz.
11. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
12. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.53:** Elektrik ark kaynağıyla yatayda küt-ek kaynağı iş parçası




**Görsel 8.54:** Elektrot çalışma ve hareket açısı

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızın sonunda Öz Değerlendirme ve Akran Değerlendirme Formlarını doldurunuz.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Kendi çalışmanızı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Arkadaşınızın çalışmasını değerlendirmek için karekodda yer alan akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

### 8.2.1.8. Borularda Küt-Ek (Alın) Kaynağı

Elektrik ark kaynağıyla boruların küt eklenmesi, özellikle basınçlı kaplar ve tesisat işlerinde sızdırmazlık ve yüksek mukavemet gerektiren kritik bir işlemdir. Boruların birbirine tam ve hatasız kaynatılabilmesi için hazırlık aşaması en az kaynak işlemi kadar önemlidir. Hazırlık aşamasında aşağıdaki işlemler takip edilmelidir. Görsel 8.55'te bir boru küt- ek kaynağı gösterilmiştir.




**Görsel 8.55:** Boru küt-ek (alın) kaynağı

Kaynak ağzı hazırlığı, kök aralığının verilmesi ve temizlik işlemlerini içerir.

**Kaynak Ağzı Açma:** Et kalınlığı 3 mm'den fazla olan borularda, nüfuziyetin sağlanması için mutlaka kaynak ağzı açılmalıdır. Genellikle boru uçlarına 30-37,5°lik açılarla "V" tipi kaynak ağzı açılır. Böylece iki boru birleştiğinde toplamda 60-75°lik bir kanal oluşur.

**Temizlik ve Kök Aralığı:** Kaynak yapılacak yüzeyler pas, yağ, boya ve nemden tamamen arındırılmalıdır. İki borunun arasında, elektrot çapına bağlı olarak genellikle 1,5-3 mm arasında bir boşluk (kök açıklığı) bırakılır.

Puntalama işlemini ve kaynak pasosu işlemlerini içerir. Boruların eksen kaçıklığı yapmaması için çevresi boyunca eşit aralıklarla (genellikle 3 veya 4 noktadan) punta kaynağı yapılır.

Boruların küt ek kaynağı, et kalınlığına bağlı olarak tek pasoda veya çok pasolu olarak yapılabilir. Bu pasolar şunlardır:

**Kök Pasosu:** En kritik aşamadır. Borunun içine sarkma yapmadan iç yüzeyde birleşme sağlanmalıdır. Genellikle selülozik veya bazik elektrot tercih edilir.

**Dolgu Pasosu:** Kök pasosu üzerindeki cüruf iyice temizlendikten sonra kaynak ağzını doldurmak ve mukavemeti artırmak için yapılır.

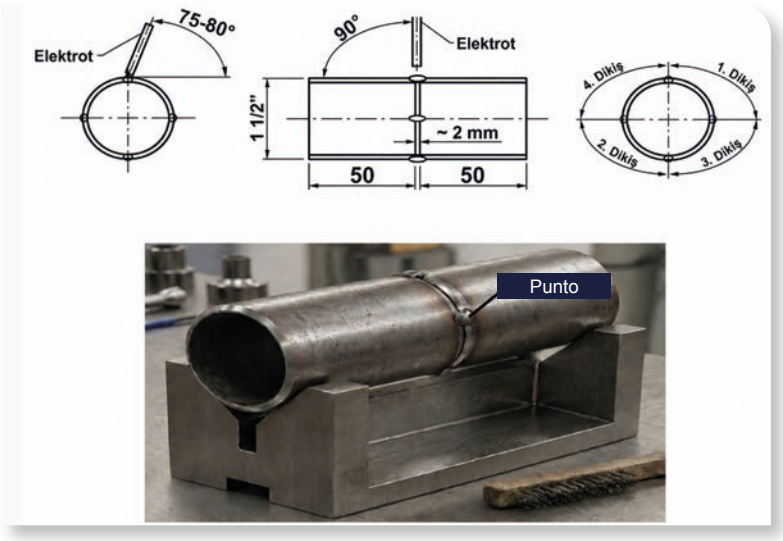
**Kapak Pasosu:** Görsel düzgünlüğü sağlayan ve ana metal ile kaynağı pürüzsüzce birleştiren son kattır.

## 8.10. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Elektrik Ark Kaynağıyla Yatayda Boru Küt-Ek Kaynağı Yapma** |
| **Amaç** | Metal malzemelere elektrik ark kaynağı ile yatayda boru küt-ek kaynağını uygulamak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 1 1/2'' çelik boru, elektrik ark kaynak makinesi ve ekipmanları, 2,5 mm ve 3,25 mm elektrot |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Parçanın yüzeyindeki pas, yağ vb. maddeleri tel fırçayla iyice temizleyiniz.
4. Görsel 8.56'daki ölçülere göre iş parçalarını hazırlayınız.
5. Penseye 2,5 mm elektrodu takınız, amper ayarını yapınız.
6. İki parça arasında yaklaşık 2 mm boşluk bırakarak çevresel eşit aralıklarla dört noktadan puntalayınız.
7. Çalışma ve ilerleme açısını ayarlayınız.
8. Kök paso kaynak dikişini 2,5 mm elektrotla yapınız.
9. Kapak (son) paso kaynak dikişini 3,25 mm elektrotla yapınız.
10. İş parçası soğuduktan sonra kaynak dikişlerinin cüruflarını kaynak çekiciyle kırınız.
11. Kaynak dikişlerinin çapaklarını keskiyle alıp tel fırçayla temizleyiniz.
12. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
13. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.56:** Elektrik ark kaynağı ile yatayda boru küt-ek kaynağı yapma

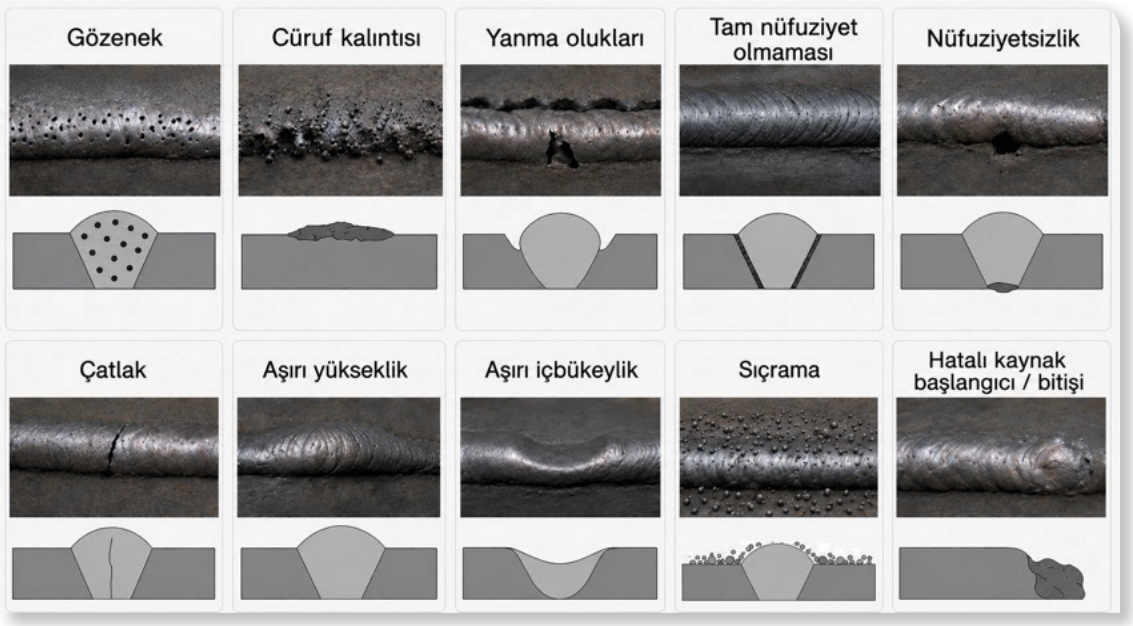
**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

### 8.2.1.9. Kaynak Hataları

Yatay konumdaki kaynak hataları genel olarak amper ayarının, elektrot açısının, ark boyunun, el hareketi ve ilerleme hızının uygun olmamasından kaynaklanmaktadır. Elektrik ark kaynağında karşılaşılan hatalar, hem görsel kaliteyi hem de bağlantının mekanik dayanımını doğrudan etkiler. Görsel 8.57'de kaynak hataları gösterilmiştir. Bu hatalar ana başlıklar altında ve nedenleriyle birlikte aşağıda açıklanmıştır.




**Görsel 8.57:** Kaynak hataları

#### Gözenek ve Gaz Boşlukları

Kaynak banyosu katılaşırken gazların (hidrojen, azot, oksijen) dışarı çıkamayarak metalin içinde hapsolmasıyla oluşan küçük boşluklardır. Nemli elektrot kullanımı, rüzgârlı ortamda kaynak yapmak, kirli yüzeyler nedenleriyle oluşur.

#### Cüruf Kalıntıları

Kaynak metalinin içinde veya kaynak dikişi ile ana metal arasında kalan camsı atıklardır. Genellikle bir önceki pasonun cürufunun tam temizlenmemesi sonucu oluşur. Yetersiz temizlik, düşük akım şiddeti, yanlış elektrot hareketi nedenleriyle oluşur.

#### Yanma Oluğu (Çentiği)

Kaynak dikişinin ana metalle birleştiği kenar boyunca oluşan kanallardır. Genellikle aşırı yüksek akım şiddeti veya yanlış elektrot açısı nedeniyle ana metalin eriyip oyulmasından kaynaklanır. Yüksek akım, hızlı kaynak yapma, yanlış ark boyu nedenleriyle oluşur.

#### Nüfuziyet Azlığı

Kaynak metalinin, birleştirilecek parçaların kök kısmına kadar ulaşamaması durumudur. Bağlantının en zayıf noktası hâline gelir. Düşük akım şiddeti, dar kaynak ağzı tasarımı, çok hızlı ilerleme hızı nedenleriyle oluşur.

#### Erime (Kaynaşma) Noksanlığı

Kaynak metali ile ana metalin veya ardışık kaynak pasolarının birbirine tam olarak kaynamamasıdır. Kirli yüzey (pas, yağ), düşük ısı girdisi, yanlış elektrot yönlendirmesi nedenleriyle oluşur.

### Çatlaklar

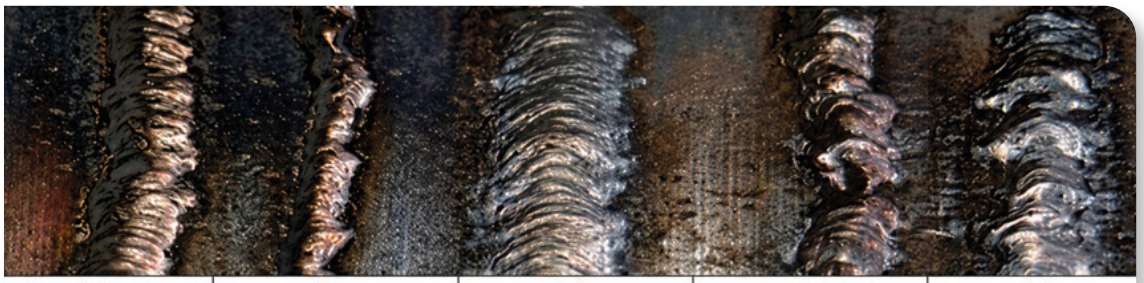
En tehlikeli kaynak hatasıdır. Kaynak sırasında (sıcak çatlak) veya kaynak bittikten bir süre sonra (soğuk çatlak) oluşabilir. Aşırı gerilme, ani soğuma, yanlış malzeme eşleşmesi, yüksek karbonlu çeliklerin ön ısıtmasız kaynaklanması nedenleriyle oluşur.

### Ark Üflemesi

Elektrik ark kaynağı sırasında arkın olması gereken doğrultudan saparak ileriye, geriye veya yanlara doğru savrulması olayına **ark üflemesi** denir. Bu durum özellikle doğru akım (DC) kaynaklarında manyetik alanların etkisiyle oluşur ve kaynak kalitesini ciddi şekilde düşürür. Nedenleri, manyetik alan yoğunluğu, akım geçen bir iletkenin (elektrot ve iş parçası) çevresinde manyetik alan oluşmasıdır. Manyetik kuvvet çizgileri iş parçasının bir tarafında yığılırsa arkı bu yoğunluğun az olduğu yöne doğru iter. Şase bağlantı yerinde şase kablosunun iş parçasına bağlandığı nokta arkın yönünü etkiler. Ark genellikle şase bağlantısından uzaklaşma eğilimi gösterir. Parça geometrisi ve köşelerde kaynak dikişi bir köşeye, dar bir boşluğa veya iş parçasının ucuna yaklaştığında manyetik alanın dengesi bozulur ve üfleme şiddetlenir. Farklı manyetik özellikli metallerde manyetik özelliği yüksek (ferromanyetik) malzemelerle çalışılırken üfleme daha sık görülür.

### Yatay Konumda Yapılan Kaynak Dikişlerinin Değerlendirilmesi

Elektrik ark kaynağında elektrot tutuş açısı, kaynak ilerleme hızı, amper ayarı, elektrodun nemli olması, el hareketinin uygun olmadığı durumlarda Görsel 8.58'deki gibi hatalı kaynak dikişleri meydana gelir. Bunlar hem zaman hem de emek ve masrafların boşuna gitmesine sebep olur ve en önemlisi istenen kalitede kaynak dikişi olmaz.



| (a) | (b) | (c) | (ç) | (d) |
|---|---|---|---|---|

a) Elektrot açısı ve hareketi bozuk (Dikiş görünümü kötü olur.)
b) Kaynak hızı çok yüksek (Dikiş, çok ince ve zayıf olur.)
c) Dikiş genişliği çok fazla Elektrot sarfiyatı fazla olur, dikiş yüksekliği az olur.)
ç) Amper ayarı düşük (Nüfuziyet olmayacağından kaynak sağlam olmaz.)
d) Amper ayarı yüksek (İş parçası kenarlarında yanma olukları ve deformasyon olur.)

**Görsel 8.58:** Kaynak dikişlerinin değerlendirilmesi

## 8.2.2. Ahşap Malzemelerde Sökülemez Birleştirmeler

Ahşap malzemelerde sökülemez birleştirmeler, birleştirilen parçaların bağlantı sonrasında zarar görmeden ayrılmasının mümkün olmadığı veya çok zor olduğu birleştirme yöntemleridir. Bu tür birleştirmelerde amaç; parçalar arasında kalıcı, sağlam ve uzun ömürlü bir bağlantı oluşturmaktır.

Sökülemez birleştirmeler; ahşap yapıların dayanımını artırmak, yükleri güvenli bir şekilde taşımak ve parçaların zamanla yer değiştirmesini önlemek amacıyla uygulanır. Bu birleştirmelerde genellikle tutkal, kavela, zıvana, çıta ve çeşitli geçme yöntemlerinden yararlanılır. Bağlantının kalıcı olması nedeniyle sökme işlemi sırasında parçaların zarar görmesi kaçınılmazdır. Ahşap işlerinde kullanılan sökülemez birleştirmeler; en, boy, köşe birleştirmeleri, kızaklı birleştirmeler vb. çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Tekne ve yat yapımında, mobilya üretiminde, ahşap yapı elemanlarında, doğrama işlerinde kullanılan birçok bağlantı, yüksek dayanım gerektirdiği için sökülemez birleştirme olarak tasarlanmaktadır. Özellikle tekne ve yat yapımında kullanılan tutkallı ve lamine birleştirmeler, suya ve dış etkilere karşı dayanıklı kalıcı bağlantılar oluşturur. Doğru uygulanmış bir sökülemez birleştirme yapının dayanıklılığını artırır, kullanım ömrünü uzatır ve güvenli bir kullanım sağlar. Bu nedenle birleştirme yüzeylerinin düzgün hazırlanması, uygun yapıştırıcıların seçilmesi ve montaj işlemlerinin dikkatli yapılması büyük önem taşımaktadır.

### 8.2.2.1. Ahşap Malzemelerde En Birleştirmeleri

Dar genişlikteki iki veya daha fazla ahşap parçanın yan yana getirilerek daha geniş bir yüzey elde edilmesi amacıyla yapılan birleştirme işlemleridir. Bu yöntem, tek parça hâlinde bulunamayan geniş ahşap elemanların üretilmesinde ve malzemenin daha verimli kullanılmasında önemli bir yere sahiptir.

En birleştirmelerde amaç, birleştirilen parçaların tek parça gibi davranmasını sağlamak, yüzey genişliğini artırmak ve yeterli dayanımı elde etmektir. Bu nedenle birleşme yüzeylerinin düzgün hazırlanması, uygun birleştirme yönteminin seçilmesi ve gerekli durumlarda yapıştırıcı kullanılması önemlidir.

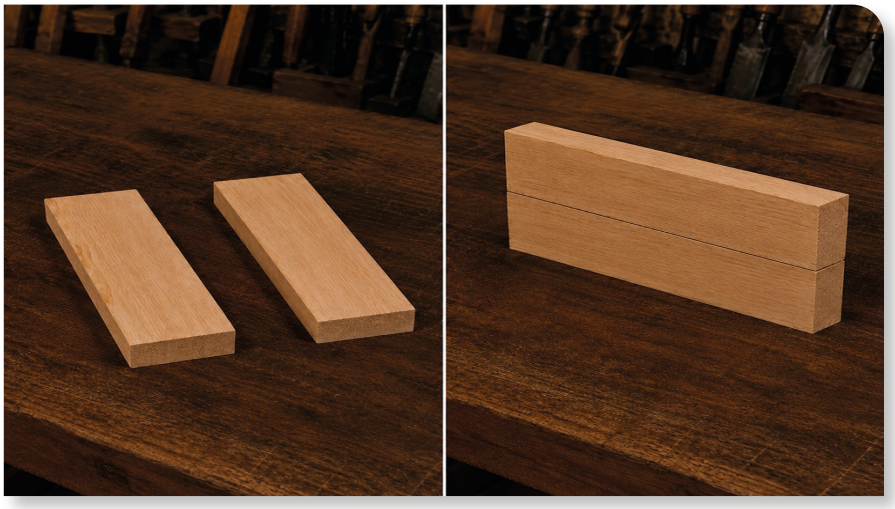
Ahşap işlerinde kullanılan en birleştirmeleri; düz en birleştirme, lambalı en birleştirme, yabancı çıtalı en birleştirme, kendinden çıtalı en birleştirme, kavelalı en birleştirme gibi farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler, kullanım yerine göre farklı dayanım ve estetik özellikler sunar.

Tekne ve yat yapımında kamara duvarları, güverte kaplamaları, tavan kaplamaları, iç mekân panelleri ve dekoratif yüzeylerin oluşturulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doğru uygulanmış bir en birleştirme geniş yüzeylerin dayanıklı ve düzgün bir şekilde elde edilmesini sağlar, malzeme kaybını azaltır ve ürünün kullanım ömrünü artırır. Bu nedenle en birleştirmeler, ahşap işçiliğinde temel birleştirme teknikleri arasında yer almaktadır.

#### a) Düz Birleştirme Tekniği

İki ahşap parçanın herhangi bir oyma, geçme veya özel şekillendirme işlemi yapılmadan düz yüzeyleri birbirine temas edecek şekilde tutkal veya epoksi gibi yapıştırıcılar kullanılarak birleştirilmesidir (Görsel 8.59).



**Görsel 8.59:** Düz en birleştirme

Ahşap birleştirme teknikleri arasında en basit ve en kolay uygulanan yöntemlerden biridir. Parçalar genellikle tutkal, çivi, vida veya cıvata gibi bağlantı elemanları kullanılarak bir araya getirilir.

Düz birleştirmede birleştirilecek yüzeylerin düzgün işlenmiş ve birbirine tam temas edecek durumda olması gerekir. Yüzeyler arasında boşluk kalmaması, bağlantının dayanımını artırır. Bu nedenle birleştirme öncesinde yüzeylerin rendeleme ve zımparalama işlemleri dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

### Düz Birleştirmenin Özellikleri

- Yapımı kolay ve ekonomiktir.
- Özel el aleti veya karmaşık işçilik gerektirmez.
- Hızlı uygulanabilir.
- Tutkal ve mekanik bağlantı elemanları ile güçlendirilebilir.
- Diğer birleştirme yöntemlerine göre dayanımı daha düşüktür.

### Avantajları

- Uygulaması basittir.
- Zaman tasarrufu sağlar.
- Malzeme kaybı azdır.
- Seri üretime uygundur.

### Dezavantajları

- Çekme ve eğilme kuvvetlerine karşı dayanımı sınırlıdır.
- Tek başına kullanıldığında bağlantı zayıf olabilir.
- Genellikle vida, çivi veya tutkalla desteklenmesi gerekir.

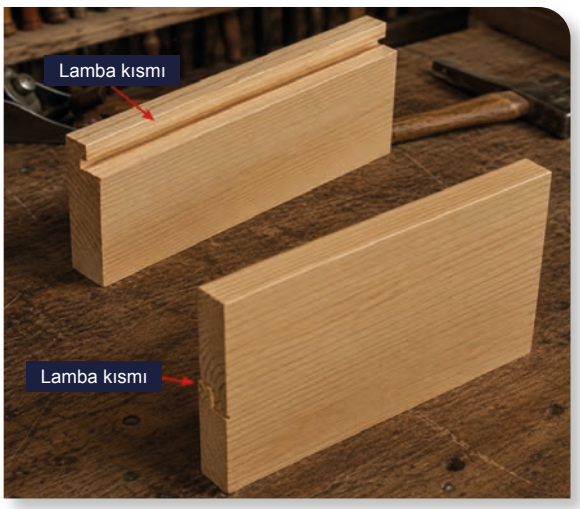
Tekne ve yat yapımında düz en birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara duvar panelleri
- Tavan kaplamaları
- Dolap ve raf sistemleri
- Dekoratif iç mekân kaplamaları
- Masa ve sehpa tablaları
- Bölme panelleri

Deniz ortamında kullanılan uygulamalarda bağlantının dayanımını artırmak amacıyla genellikle epoksi yapıştırıcılar ve paslanmaz çelik bağlantı elemanları kullanılır.

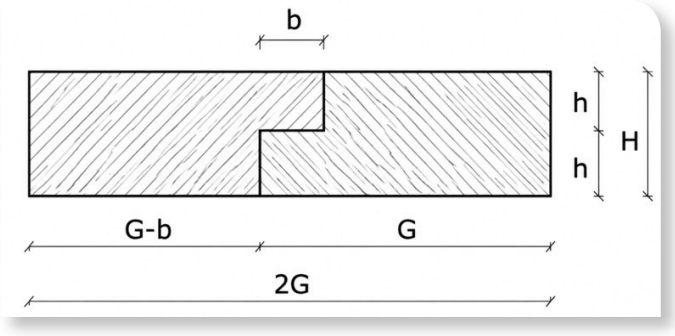
### b) Lambalı En Birleştirme Tekniği

İki ahşap parçanın kenarlarına açılan **lamba (oluk ve çıkıntı)** yardımıyla birbirine geçirilerek birleştirilmesi yöntemidir. Bu teknikte bir parçanın kenarında çıkıntı (lamba dili), diğer parçanın kenarında ise bu çıkıntının gireceği oluk bulunur. Parçalar birbirine geçirilerek geniş ve düzgün yüzeyler elde edilir (Görsel 8.60).




**Görsel 8.60:** Lambalı en birleştirme

Yapılacak işin net ölçülerinden 5-6 cm daha uzun olarak kesilen parçalar düz birleştirme işleminde yapılan işlemlere tabi tutularak net ölçü sağlanır. Fakat parçaların kalınlık ve genişliği 1-2 mm fazla çıkarılır. Parçalar yan yana dizilerek birbirlerine cumba cumbaya alıştırılır. Parçalar kuralına uygun olarak yan yana dizilir ve numaralandırılır. Başta ve sonda bulunan parçaların bir cumbasına, ortada kalanların ise her iki yanına da düz taban rende, sırtlı testere veya iskarpela yardımıyla Görsel 8.61'de verilen resimdeki kurallara uygun olarak lambalar açılır. Lamba yüksekliği **h = 1/2 H ve h = b** olarak alınır.




**Görsel 8.61:** Lambalı en birleştirme detayı

Genellikle tekne imalatında kaplama, taban, tavan ve kamara cephelerinin kaplanmasında kullanılır. Lambalı birleştirme, özellikle yan yana getirilen ahşap elemanların bağlantı dayanımını artırmak, yüzey düzgünlüğünü sağlamak ve birleşim yerlerinde oluşabilecek açıklıkları azaltmak amacıyla uygulanır. Gerektiğinde tutkallı veya tutkalsız olarak yapılabilir. Bu yöntem, kaplama elemanlarının daha sıkı birleşmesini sağlayarak estetik görünüm ve dayanıklılık kazandırır.

### Lambalı Birleştirmenin Özellikleri

- Birleşme yüzeyini artırır.
- Parçaların aynı düzlemde kalmasını sağlar.
- Eğilme ve dönme riskini azaltır.
- Birleşim yerlerinde boşluk oluşmasını önler.
- Düz birleştirmeye göre daha dayanıklıdır.

### Avantajları

- Sağlam ve düzgün bir bağlantı oluşturur.
- Ahşap parçaların hizalanmasını kolaylaştırır.
- Estetik bir görünüm sağlar.
- Yapıştırıcı ile kullanıldığında dayanımı artar.

### Dezavantajları

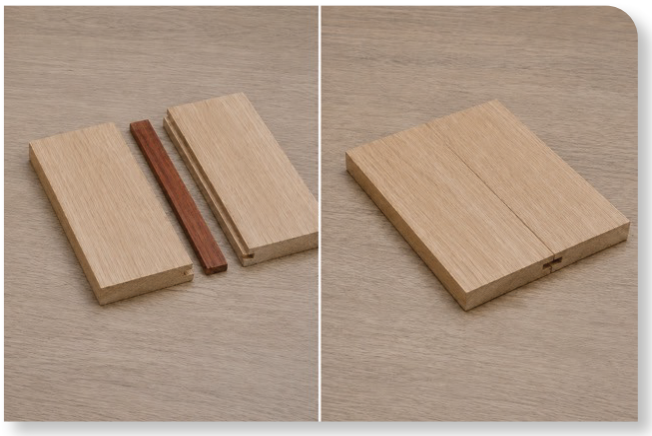
- Özel kesici takımlar ve hassas işçilik gerektirir.
- Üretim süresi düz birleştirmeye göre daha uzundur.
- Yanlış ölçülendirme durumunda montaj güçleşebilir.

Tekne ve yat yapımında lambalı birleştirme tekniği özellikle aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Güverte kaplamaları
- Kamara iç kaplamaları
- Ahşap tavan ve duvar panelleri
- Dekoratif ahşap yüzeyler
- Bazı geleneksel ahşap tekne kaplama uygulamaları

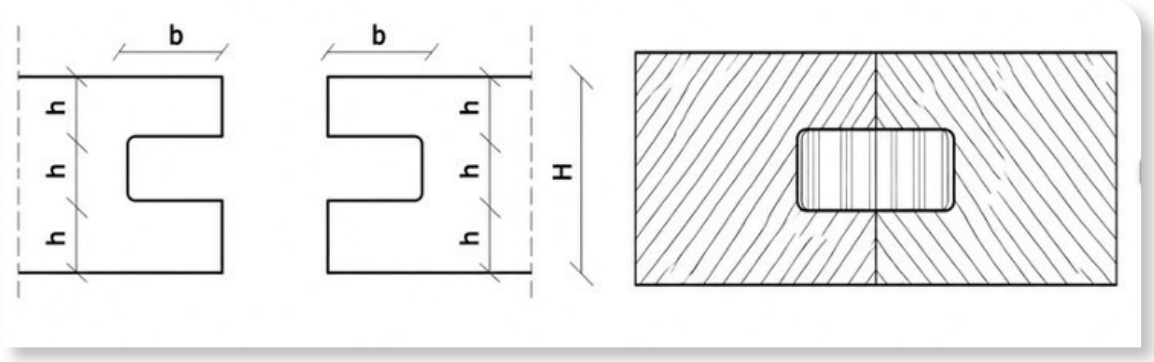
### c) Yabancı Çıtalı En Birleştirme Tekniği

Dar ahşap parçaların en yönünde birleştirilerek daha geniş yüzeyler elde edilmesi amacıyla kullanılan bir birleştirme tekniğidir. Bu yöntemde, birleştirilecek parçaların kenarlarına karşılıklı olarak oluklar açılır ve bu oluklara, ana parçadan ayrı olarak hazırlanmış bir çıta (yabancı çıta veya lamel) yerleştirilir (Görsel 8.62). Daha sonra yapıştırıcı uygulanarak parçalar sıkıştırılır ve birleştirme işlemi tamamlanır. Yabancı çıta, her iki parçayı birbirine bağlayan ara eleman görevi görür. Böylece birleşme yüzeyi artar ve bağlantının dayanımı düz en birleştirmeye göre daha yüksek olur.



**Görsel 8.62:** Yabancı çıtalı en birleştirme

Yüz ve cumbası net ölçülerinde ve boyu biraz fazla olarak hazırlanan parçalar yan yana dizilir ve numaralanır. Cumbalar birbirine düz olarak alıştırıldıktan sonra ortalarına parça kalınlığının 1/3'ü genişlik ve 1/2 derinlikte testere ve iskarpela kullanılarak kiniş açılır (Görsel 8.63).




**Görsel 8.63:** Yabancı çıtalı en birleştirme detayı

Birleştirme yapılacak iki parçanın da cumbasına kiniş açılır. Kiniş boşluğu kalınlığında ve kiniş derinliklerinin toplam uzunluğundan 1 mm kadar kısa olacak şekilde parça boyunca geçecek çıtalar hazırlanır. Hazırlanan bu çıtalar alıştırılır. Her iki kinişe de tutkal sürülerek sıkıştırılıp birleşme işlemi tamamlanır. Geniş ve düzgün ahşap yüzeyler oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Yapıştırıcı olarak genellikle neme dayanıklı tutkal veya epoksi esaslı yapıştırıcılar tercih edilir.

#### Yabancı Çıtalı En Birleştirmenin Özellikleri

- Birleşme yüzeyini artırır.
- Parçaların aynı düzlemde kalmasını sağlar.
- Birleşim yerinin dayanımını yükseltir.
- Ahşap parçaların kaymasını önler.
- Geniş panellerin oluşturulmasında kullanılır.

### Avantajları

- Düz en birleştirmeye göre daha sağlamdır.
- Yüzey düzgünlüğünü korur.
- Uygulaması nispeten kolaydır.
- Büyük yüzeylerin elde edilmesini sağlar.

### Dezavantajları

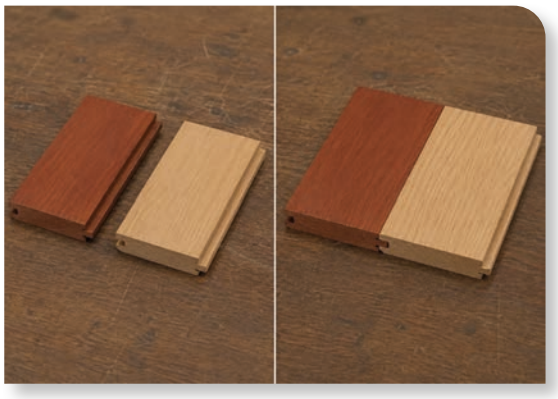
- Oluk açma işlemi gerektirir.
- Hassas ölçülendirme yapılmalıdır.
- Çıta ölçülerinin uygun seçilmesi gerekir.

Ahşap tekne ve yat yapımında yabancı çıtalı en birleştirme aşağıdaki alanlar için yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara duvar panelleri
- Tavan kaplamaları
- Dolap kapakları
- Masa ve oturma grubu tablaları
- Dekoratif iç mekân uygulamaları

### ç) Kendinden Çıtalı Kinişli En Birleştirme Tekniği

Ahşap parçaların en yönünde birleştirilmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir. Bu yöntemde birleştirilecek parçaların kenarlarına açılan olukların yanı sıra, çıta görevi görecek çıkıntı doğrudan ahşap parçanın kendi malzemesinden oluşturulur. Yani birleştirme için ayrıca yabancı bir çıta kullanılmaz. Bir parçadaki çıkıntı, diğer parçadaki oluğa geçirilerek bağlantı sağlanır (Görsel 8.64).

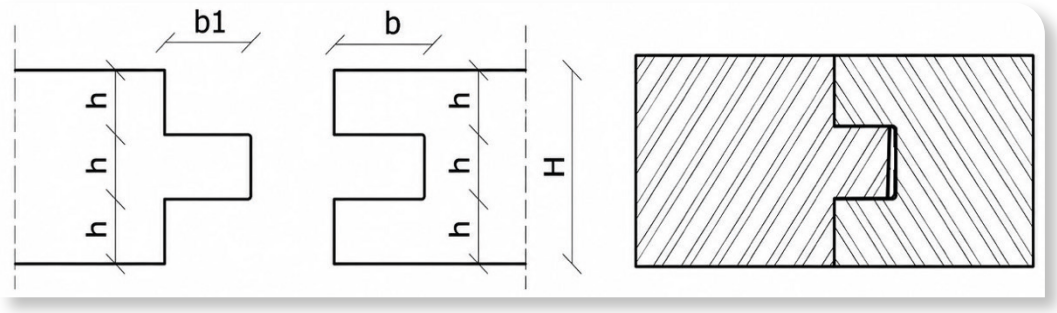


**Görsel 8.64:** Kendinden çıtalı kinişli en birleştirme

Kendinden çıtalı kinişli birleştirme yöntemi; yabancı çıtalı birleştirmeye benzemekle birlikte bağlantı elemanının ayrı bir parçadan değil, ahşabın kendi bünyesinden oluşturulması bakımından farklılık gösterir. Birleşme yüzeyinin artmasıyla bağlantı dayanımı yükselir ve parçaların aynı düzlemde kalması kolaylaşır.

İşleme tabi tutulacak parçalar birbirine alıştırılarak yan yana dizilir. Parçalardan birine kalınlığın yarısı kadar derinlik ve tahta kalınlığının 1/3'ü kadar genişlikte testereyle kesilerek ve iskarpelayla boşaltılarak kiniş açılır. Diğer parçaya ise bu kinişe uygun ve 1 mm kadar eksik iki taraflı testere veya düz taban rendeyle lamba açılarak erkek kiniş elde edilir. Erkek kinişin kenarına hafif pah kırılmasında fayda vardır. Bu birleştirme tekniği tekne mobilyalarında tutkalla; yer, tavan ve cephe kaplamalarında ise tutkalsız olarak kullanılır.

**h = H/3, b1 = b–1, b = H/2** olarak alınmalıdır (Görsel 8.65).




**Görsel 8.65:** Kendinden çıtalı kinişli en birleştirme detayı

### Kendinden Çıtalı Kinişli en Birleştirmenin Özellikleri

- Birleşme yüzeyini artırır.
- Ahşap parçaların hizalanmasını kolaylaştırır.
- Yüzeyde seviye farkı oluşmasını önler.
- Düz en birleştirmeye göre daha dayanıklıdır.
- Ek bir çıta kullanılmasını gerektirmez.

### Avantajları

- Ek bağlantı elemanına ihtiyaç duyulmaz.
- Dayanıklı bir bağlantı oluşturur.
- Estetik bir görünüm sağlar.
- Ahşap parçaların kaymasını önler.
- Geniş yüzeylerin oluşturulmasına olanak verir.

### Dezavantajları

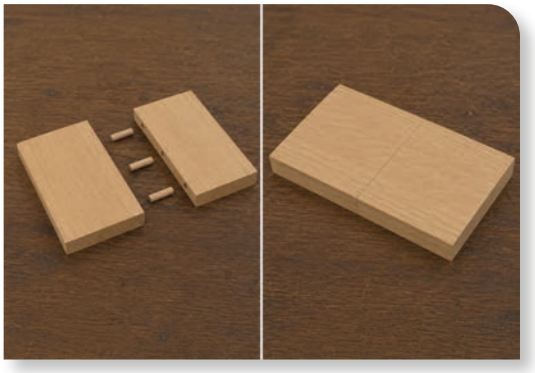
- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Çıtanın hazırlanması için ek işlem yapılmalıdır.
- Hatalı ölçülendirmelerde boşluk oluşabilir.

Ahşap tekne ve yat yapımında kendinden çıtalı en birleştirme, aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara duvar kaplamaları
- Tavan kaplamaları
- Dolap ve mobilya panelleri
- Dekoratif ahşap yüzeyler
- Güverte altı iç mekân uygulamaları

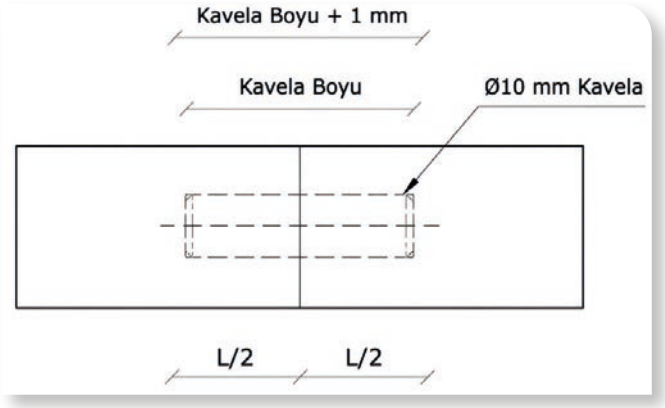
### d) Kavelalı En Birleştirme Tekniği

Ahşap parçaların en yönünde birleştirilmesinde kullanılan ve bağlantının dayanımını artıran bir yöntemdir. Bu teknikte, birleştirilecek parçaların kenarlarına belirli aralıklarla delikler açılır ve bu deliklere **kavela** adı verilen silindirik ahşap pimler yerleştirilir (Görsel 8.66).



**Görsel 8.66:** Kavelalı en birleştirme

Deliklere yapıştırıcı sürüldükten sonra parçalar bir araya getirilerek sıkıştırılır ve sağlam bir bağlantı elde edilir. Kavelalar, parçaların birbirine doğru şekilde hizalanmasını sağlarken birleşme yüzeyini de artırır. Bu nedenle kavelalı en birleştirme, düz en birleştirmeye göre daha dayanıklı bir bağlantı oluşturur. Net ölçülerine uygun olarak hazırlanan parçalar yan yana dizilir. Parçalar cumba cumbaya alıştırılır. Parçaların cumbalarına 20-25 cm aralıklarla kavela deliği markalaması yapılır. Birleştirmede kullanılacak kavelaların seçiminde özellikle parça kalınlığında kavela çapı çıkarılır. Elde edilen sonuç 4-5 mm'den az olmamalıdır. Delik derinlikleri en az tahta kalınlığı kadar, en fazla 2,5-3 cm olmalıdır. Delikler açılırken cumbaya dik, yüze ise paralel olarak açılmalıdır. Cumbaların iyi yaklaşmaları için delik ağızlarında hafif havşa açılmalıdır. Kavela boyları açılan deliklerin toplam derinliklerinden 1 mm kısa kesilmeli ve kavela uçlarına pah kırılmalıdır (Görsel 8.67). Deniz ortamında kullanılan uygulamalarda, bağlantının dayanıklılığını artırmak amacıyla genellikle suya dayanıklı tutkallar veya epoksi yapıştırıcılar tercih edilir.




**Görsel 8.67:** Kavelalı en birleştirme detayı

### Kavelalı En Birleştirmenin Özellikleri

- Birleşme dayanımını artırır.
- Parçaların hizalanmasını kolaylaştırır.
- Birleşim yerinde kaymayı önler.
- Geniş yüzeylerin oluşturulmasına olanak sağlar.
- Görünmeyen ve estetik bir bağlantı oluşturur.

### Avantajları

- Düz en birleştirmeye göre daha sağlamdır.
- Ahşap parçaların düzgün hizalanmasını sağlar.
- Bağlantı elemanları dışarıdan görünmez.
- Yapıştırıcı ile yüksek dayanım elde edilir.
- Estetik bir görünüm sağlar.

### Dezavantajları

- Deliklerin hassas ölçülerde açılması gerekir.
- Üretim süresi düz birleştirmeye göre daha uzundur.
- Yanlış hizalama durumunda montaj zorlaşabilir.
- Özel kavela delme aparatları gerekebilir.

Ahşap tekne ve yat yapımında kavelalı en birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara mobilyalarının üretimi
- Masa ve sehpa tablaları
- Dolap kapakları
- İç mekân dekoratif panelleri
- Ahşap bölme ve kaplama elemanları

## SIRA SİZDE

**Aşağıda yeni üretilen bir ahşap panelin birleştirilmesiyle ilgili metin verilmiştir.**

Bir ahşap yatın kamara iç duvarında kullanılacak geniş bir ahşap panel hazırlanacaktır. Atölyede yeterli genişlikte tek parça ahşap bulunmadığı için dar ahşap parçaların birleştirilmesine karar verilmiştir. Usta birleştirmenin sağlam, düzgün görünümlü ve uzun ömürlü olması gerektiğini belirtmektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Böyle bir uygulamada neden en birleştirme yöntemlerinden biri tercih edilir?**

.....
.....

2. **Sizce en birleştirme tekniklerinden hangisi bu uygulama için daha uygun olur? Gerekçenizi yazınız**.

.....
.....

### 8.2.2.2. Ahşap Malzemelerde Boy Birleştirmeler

Kısa boylu iki veya daha fazla ahşap parçanın uç uca eklenerek daha uzun bir parça elde edilmesi amacıyla yapılan birleştirme işlemleridir. Ahşap malzemenin doğal uzunluk sınırlarını aşmak, malzeme kaybını azaltmak ve istenen boyutlarda elemanlar üretmek için boy birleştirme yöntemlerinden yararlanılır.

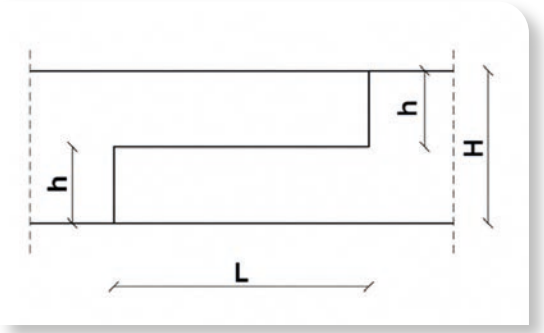
Boy birleştirmeler, ahşap yapı elemanlarında, mobilya üretiminde, doğrama işlerinde, tekne ve yat yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Birleştirme yöntemi seçilirken parçanın taşıyacağı yük, kullanım amacı ve çalışma koşulları dikkate alınmalıdır.

Ahşap işlerinde kullanılan boy birleştirmeleri; lambalı, zıvanalı, pahlı (şevli), düzlemsel geçmeli, kademeli geçme, kamalı geçme, parmak ekli (finger-joint) boy birleştirmeleri vb. farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Özellikle modern ahşap yapı ve tekne imalatında, yüksek dayanım sağlayan parmak ekli ve lamine boy birleştirmeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğru uygulanmış bir boy birleştirmesi ahşap elemanın dayanımını artırır, malzemenin verimli kullanılmasını sağlar ve ekonomik üretime katkıda bulunur.

#### a) Lambalı Boy Birleştirmeler

Lambalı boy birleştirmesi, ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Bu teknikte birleştirilecek parçaların uç kısımlarına birbirini tamamlayacak şekilde lamba (oluk ve çıkıntı) açılır. Bir parçadaki çıkıntı diğer parçadaki oluğa geçirilerek temas yüzeyi artırılır ve daha sağlam bir bağlantı elde edilir. Birleştirme işlemi genellikle tutkal kullanılarak gerçekleştirilir ve kuruma süresince parçalar sıkıştırılır. Lambalı boy birleştirmesi, düz boy birleştirmesine göre daha geniş yapışma yüzeyi sağladığından daha dayanıklı bir bağlantı oluşturur. Bu nedenle uzun ahşap elemanların üretiminde tercih edilir (Görsel 8.68).



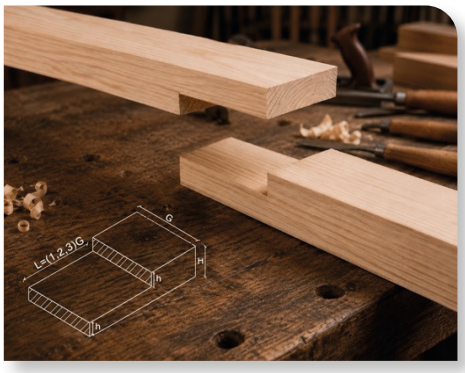

**Görsel 8.68:** Lambalı boy birleştirme detayları

Lambalı boy birleştirme tekniğinde parçaların uç kısımlarına lambalar açılır. Açılan lamba boyu en az parça genişliği kadar olmalıdır. Lamba kalınlığı ise parça kalınlığının yarısı kadar olmalıdır (Görsel 8.69).

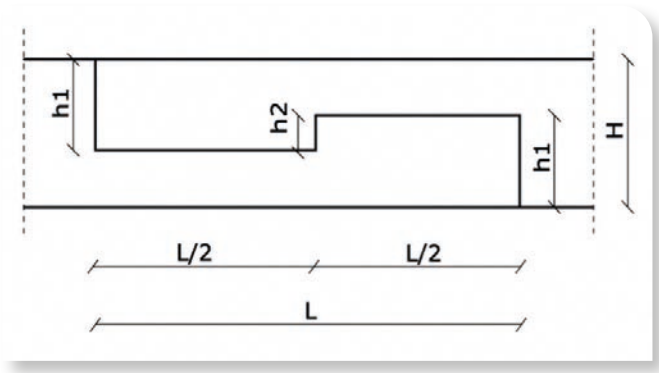
Lambalı boy birleştirme tekniğinin, kullanım yerine ve kazandırılacak mukavemet özelliğine göre düz, kertme, eğik yüzeyli, kamalı, kamalı kertmeli lambalı birleştirme vb. birçok kullanım şekli vardır.

**Kertmeli lambalı boy birleştirme** işleminde birleştirme boyu parça genişliğinin en az iki katı alınmalıdır. Kertme yükseklikleri ise aşağıdaki bağıntılarla bulunur.

**L = 2G → h1 = (5/8) H → h2 = (1/4) H** formülleri ile birleştirme detayı hazırlanmalıdır (Görsel 8.70).



**Görsel 8.69:** Lambalı boy birleştirme



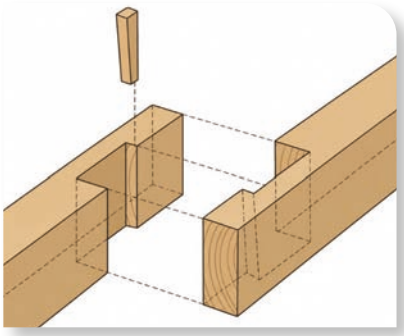

**Görsel 8.70:** Kertmeli lambalı boy birleştirme detayı

Markalanan parçanın testere ve iskarpela yardımıyla lambaları açılır ve parçalar birbirine alıştırıldıktan sonra kertmeli lambalı boy birleştirme gerçekleştirilir (Görsel 8.71).

**Kamalı kertmeli lambalı birleştirme** işleminde birleştirme detayı kertmeli lambalı birleştirmedeki gibi yapılır fakat birleştirme boyunun tam ortasına gelecek şekilde her iki tarafın kertme boyu 1/24 azaltılır. Bırakılan bu boşluğa 1/8 kalınlık ve 1/4 genişliğe sahip kama hazırlanarak kullanılır (Görsel 8.72).



**Görsel 8.71:** Kertmeli lambalı boy birleştirme



**Görsel 8.72:** Kamalı kertmeli lambalı boy birleştirme detayı

Markalanan parçanın testere ve iskarpela yardımıyla lambaları açılır ve parçalar birbirine alıştırıldıktan sonra kamalı kertmeli lambalı boy birleştirme gerçekleştirilir (Görsel 8.73).

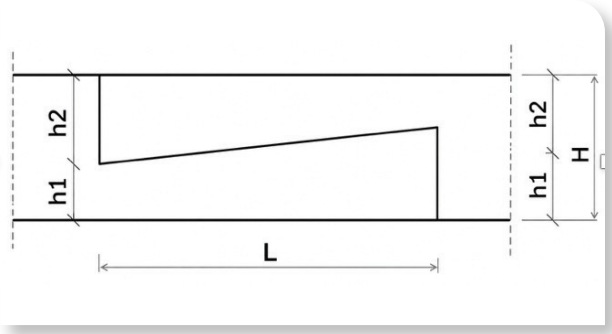
**Eğik yüzeyli lambalı birleştirmede** lamba, parça genişliğinin en az 1-2 katı kadar alınmalı, eğik lamba yüzeyinin eğimi markalanırken parça kalınlığının ¼'ü kadar olmalıdır. Aşağıdaki formüllere ve şekildeki konumuna göre birleştirme işlemleri yapılır.



**Görsel 8.73:** Kamalı kertmeli lambalı boy birleştirme

**L = (1-2)G → h1 = (3/8) H → h2 = (5/8) H → yüzey eğimi ise parça kalınlığının** ¼ kadar olmalıdır (Görsel 8.74).

Markalanan parçanın testere ve iskarpela yardımıyla lambaları açılır ve parçalar birbirine alıştırıldıktan sonra eğik yüzeyli lambalı boy birleştirme gerçekleştirilir (Görsel 8.75).




**Görsel 8.74:** Eğik yüzeyli lambalı boy birleştirme detayı



**Görsel 8.75:** Eğik yüzeyli lambalı boy birleştirme

### Lambalı Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Boy uzatmak amacıyla kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Düz boy birleştirmeye göre daha dayanıklıdır.
- Parçaların eksen üzerinde hizalanmasını kolaylaştırır.
- Tutkallı bağlantılar için uygun bir yüzey oluşturur.

### Avantajları

- Dayanıklı bir bağlantı sağlar.
- Yapıştırma yüzeyini artırır.
- Ahşap parçaların kaymasını önler.
- Uzun elemanların elde edilmesine olanak verir.
- Uygulaması nispeten kolaydır.

### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Lamba ölçüleri yanlış hazırlanırsa boşluk oluşabilir.
- Üretim süresi düz boy birleştirmeye göre daha uzundur.

Ahşap tekne ve yat yapımında lambalı boy birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Güverte kaplama elemanları
- Küpeşte parçaları
- İç mekân kaplamaları
- Uzun dekoratif ahşap profiller
- Bazı hafif konstrüksiyon elemanları

### b) Zıvanalı Boy Birleştirme

Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla kullanılan ve bağlantı dayanımını artıran bir birleştirme yöntemidir. Bu teknikte bir parçanın ucuna zıvana (çıkıntı), diğer parçanın ucuna ise bu zıvananın gireceği yuva (zıvana deliği) açılır. Zıvana yuvaya geçirilerek parçalar birleştirilir ve genellikle tutkalla sağlamlaştırılır (Görsel 8.76).

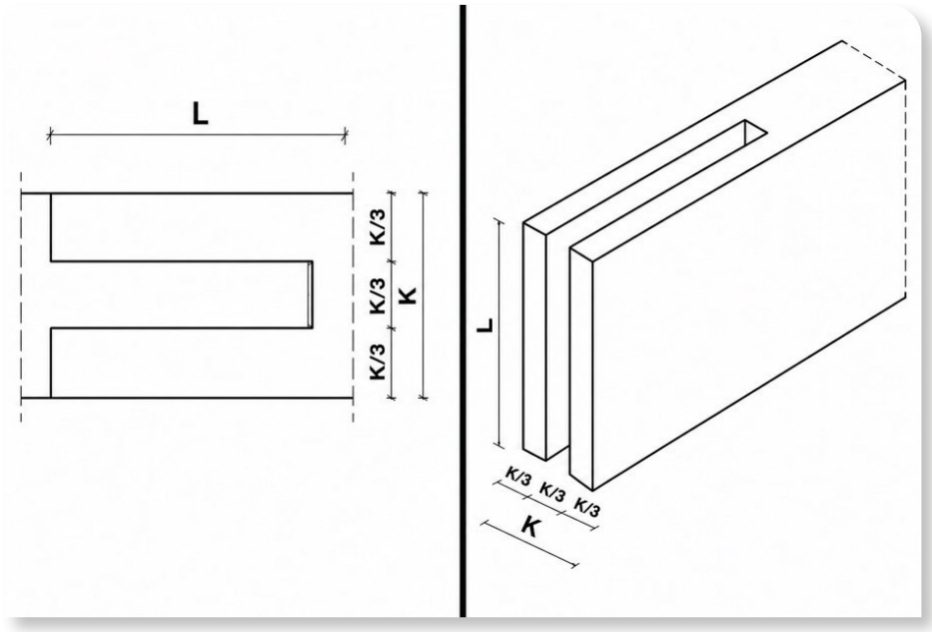


**Görsel 8.76:** Zıvanalı boy birleştirme

Zıvanalı boy birleştirme, birleşme yüzeyini artırdığı için düz boy birleştirmeye göre daha güçlü bir bağlantı sağlar. Özellikle çekme ve eğilme kuvvetlerine maruz kalan ahşap elemanlarda tercih edilir. Bu birleştirme tekniği sağlam mukavemet istenen boy birleştirmelerinde kullanılır.

Parçalardan birisi erkek, birisi de dişi olmak üzere markalanır. Markalanan çizgilere uygun olarak kesilir ve alıştırılır. Tutkallama yapılır. Perdah işlemleri yapılır. Cıvata, vida veya çivilerle birleştirme kuvvetlendirilir.

Zıvanalı boy bileştirmede en az zıvana boyu parça genişliği kadar olmalıdır. Zıvanaların hazırlanmasında en önemli kural parça kalınlığının üç eşit parçaya bölünmesiyle elde edilir (k/3) (Görsel 8.77).




**Görsel 8.77:** Zıvanalı boy birleştirme detayı

### Zıvanalı Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Boy uzatmak amacıyla kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Sağlam ve dayanıklı bir bağlantı oluşturur.
- Parçaların eksen üzerinde düzgün hizalanmasını sağlar.
- Tutkallı bağlantılar için uygundur.

### Avantajları

- Yüksek dayanım sağlar.
- Çekme ve eğilme kuvvetlerine karşı dirençlidir.
- Parçaların kaymasını önler.
- Uzun ömürlü bir bağlantı oluşturur.
- Estetik bir görünüm sağlar.

### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Üretimi düz boy birleştirmeye göre daha zordur.
- Hazırlanması daha fazla zaman alır.
- Hatalı ölçülendirmelerde bağlantı boşluklu olabilir.

Tekne ve yat yapımında zıvanalı boy birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılır.

- Küpeşte elemanları
- İç mekân doğramaları
- Kamara mobilyaları
- Dekoratif ahşap uygulamalar
- Bazı geleneksel ahşap tekne yapım elemanlarında

Yüksek dayanımlı epoksi yapıştırıcıların yaygınlaşmasıyla yapıştırmalı ve lamine birleştirmeler daha sık tercih edilse de zıvanalı birleştirmeler geleneksel tekne marangozluğunda hâlen önemini korumaktadır.

### c) Pahlı Boy Birleştirme

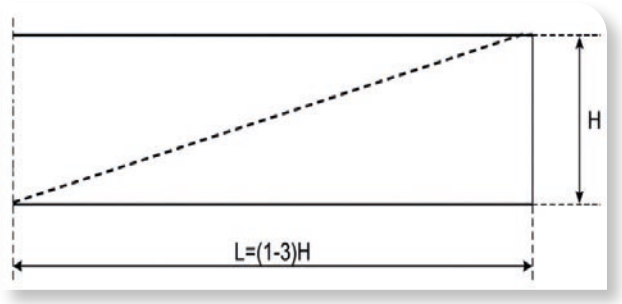
Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla uç kısımlarının belirli bir açıyla eğimli olarak kesilip birleştirilmesiyle yapılan bir birleştirme yöntemidir. Bu yöntemde, parçaların uç yüzeyleri düz kesilmek yerine eğimli (şevli) olarak hazırlanır. Böylece birleşme yüzeyi büyütülür ve bağlantının dayanımı artırılır (Görsel 8.78).



**Görsel 8.78:** Pahlı boy birleştirme

Pahlı boy birleştirmede eğimli yüzeyler genellikle tutkal kullanılarak yapıştırılır. Gerektiğinde bağlantı vida, cıvata veya kama vb. elemanlarla da güçlendirilebilir. Birleşme yüzeyinin geniş olması nedeniyle düz boy birleştirmeye göre daha sağlam bir bağlantı elde edilir.

Birleştirme uzunluğu parça yüksekliğinin 1-3 katı kadar alınmak suretiyle yapıştırılmalı ve cıvatalı olarak kullanılmalıdır. Genellikle kaplamalarda ve lamine işleme tabi tutulacak ahşap malzemelerin boy birleştirmelerinde kullanılır (Görsel 8.79).




**Görsel 8.79:** Pahlı boy birleştirme detayı

#### Pahlı Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Ahşap parçaların boyunu uzatmak için kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Düz boy birleştirmeye göre daha dayanıklıdır.
- Kuvvetlerin daha geniş bir alana yayılmasını sağlar.
- Yapıştırıcı ile güçlü bağlantılar oluşturulabilir.

#### Avantajları

- Birleşme dayanımı yüksektir.
- Yapıştırıcı için geniş temas yüzeyi oluşturur.
- Kuvvet dağılımını iyileştirir.
- Uzun parçaların elde edilmesini sağlar.
- Estetik bir görünüm sunar.

#### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Kesim açıları doğru hazırlanmalıdır.
- Üretimi düz boy birleştirmeye göre daha zordur.
- Yapıştırma sırasında düzgün sıkıştırma gerekir.

Tekne ve yat yapımında pahlı boy birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Omurga elemanları
- Küpeşte parçaları
- Güverte kaplamaları
- Uzun borda elemanları
- Ahşap direk ve serenler
- Geleneksel ahşap tekne yapımında kullanılan uzun yapı elemanları

### ç) Düzlemsel Geçme Boy Birleştirmesi

Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla uç kısımlarından belirli ölçülerde malzeme kaldırılarak oluşturulan düz geçme yüzeylerinin birbirine geçirilmesiyle yapılan bir birleştirme yöntemidir (Görsel 8.80).



**Görsel 8.80:** Düzlemsel geçme boy birleştirmesi

Düzlemsel geçme boy birleştirmesi tekniğinde her iki parçanın uç kısmında belirli bir derinlikte ve uzunlukta düz yüzeyler hazırlanır. Hazırlanan yüzeyler üst üste getirilerek tutkal yardımıyla birleştirilir ve gerektiğinde vida, kavela veya cıvata vb. araçlarla desteklenir (Görsel 8.81).



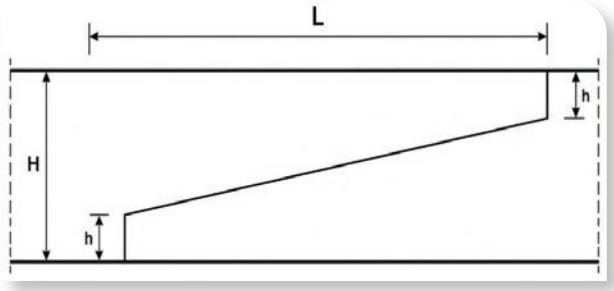
**Görsel 8.81:** Düzlemsel geçme boy birleştirmesi desteklenmesi

Düz boy birleştirmeye göre daha geniş bir temas yüzeyi oluşturduğu için daha dayanıklı bir bağlantı sağlar. Özellikle çekme ve eğilme kuvvetlerine maruz kalan ahşap elemanlarda tercih edilir. Deniz ortamında bağlantının dayanıklılığını ve suya karşı direncini artırmak amacıyla genellikle epoksi esaslı yapıştırıcılar ile desteklenir.

Birleştirme uzunluğu parça yüksekliğinin 5-6 katı, uç yüksekliği ise 1/4–1/7'si arasında seçilmek kaydıyla sadece yapıştırmalı geçmeli uygulamalarda kullanılır.

**L:** Birleştirme ek uzunluğu, **H:** Parça yüksekliği, **h:** Birleştirme uç yüksekliği

Görsel 8.82'de verilen birleştirme detayı **L = (5-6) x H ve h = H/4** formülleri ile hesaplanan değerler göz önüne alınarak çizilmiştir.




**Görsel 8.82:** Düzlemsel geçme boy birleştirmesi

### Düzlemsel Geçme Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Ahşap parçaların boyunu uzatmak için kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Düz boy birleştirmeye göre daha yüksek dayanım sağlar.
- Yapıştırıcıların etkinliğini artırır.
- Parçaların eksen doğrultusunda hizalanmasını kolaylaştırır.

### Avantajları

- Birleşme yüzeyi geniştir.
- Dayanıklı bir bağlantı oluşturur.
- Yapımı nispeten kolaydır.
- Malzeme kaybı azdır.
- Yapıştırıcı ile güçlü bağlantılar elde edilir.

### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Tek başına çok yüksek yükler için yeterli olmayabilir.
- Uzun parçaların sıkıştırılması sırasında dikkatli çalışılması gerekir.

Tekne ve yat yapımında düzlemsel geçme boy birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

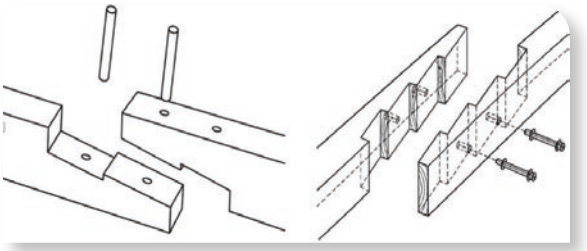
- Güverte elemanları
- Omurga yapımı
- Küpeşte parçaları
- Kamara iç donanımları
- Ahşap kaplama taşıyıcıları
- Dekoratif ahşap profiller
- Yardımcı konstrüksiyon elemanları



**Görsel 8.83:** Kademeli geçme boy birleştirmesi

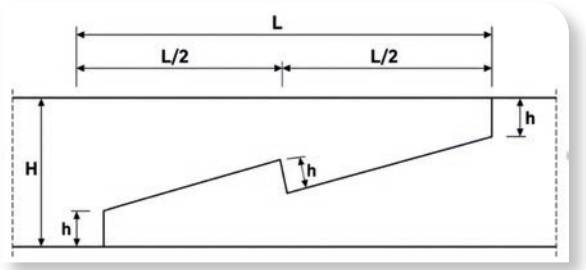
### d) Kademeli Geçme Boy Birleştirme

Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla uç kısımlarına bir veya birden fazla kademe (basamak) açılarak yapılan bir birleştirme yöntemidir. Bu yöntemde parçaların uçlarında oluşturulan kademeler birbirine geçecek şekilde hazırlanır ve tutkal yardımıyla birleştirilir (Görsel 8.83).



**Görsel 8.84:** Kademeli geçme boy birleştirmesinin desteklenmesi

Bağlantı vida, cıvata veya kama ile desteklenebilir. Kademeli yapı sayesinde birleşme yüzeyi düz boy birleştirmeye göre önemli ölçüde artar. Böylece bağlantının çekme, basınç ve eğilme dayanımı yükselir. Özellikle yük taşıyan ahşap elemanlarda tercih edilen bir yöntemdir (Görsel 8.84).




**Görsel 8.85:** Kademeli geçme boy birleştirmesi detayı

Birleştirme uzunluğu yüksekliğin 5-6 katı, uç yüksekliği ise 1/4–1/7'si ve kademe miktarı da uç yüksekliği kadar seçilmek kaydıyla yapıştırmalı ve cıvatalı geçmeli uygulamalarda kullanılır (Görsel 8.85). Özellikle büyük boyutlu ahşap elemanların birleştirilmesinde, yapıştırıcı ve mekanik bağlantı elemanları ile kullanılarak dayanıklı bağlantılar elde edilir.

### Kademeli Geçme Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Ahşap parçaların boyunu uzatmak için kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Parçaların kaymasını önler.

- Dayanıklı ve güvenilir bir bağlantı oluşturur.
- Tutkallı bağlantılar için geniş yapışma yüzeyi sağlar.

### Avantajları

- Düz boy birleştirmeye göre daha yüksek dayanım sağlar.
- Yapıştırıcı için geniş temas yüzeyi oluşturur.
- Çekme ve eğilme kuvvetlerine karşı dirençlidir.
- Parçaların eksen doğrultusunda düzgün hizalanmasını sağlar.
- Uzun ahşap elemanların elde edilmesine olanak verir.

### Dezavantajları

- Yapımı daha fazla işçilik gerektirir.
- Hassas ölçü alınması gerekir.
- Üretim süresi düz boy birleştirmeye göre daha uzundur.
- Hatalı işçilik bağlantı dayanımını azaltabilir.

Tekne ve yat yapımında kademeli geçme boy birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Omurga elemanları
- Küpeşte parçaları
- Uzun borda elemanları
- Güverte taşıyıcıları
- İç mekân konstrüksiyonları
- Geleneksel ahşap tekne yapımında kullanılan uzun yapı elemanları

### e) Kamalı Geçme Boy Birleştirme

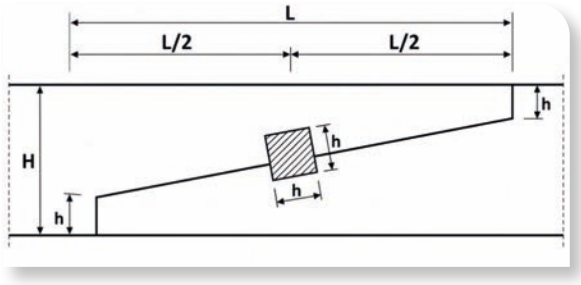
İki ahşap parçanın birbirine geçecek şekilde hazırlanmasının ardından bağlantı bölgesine yerleştirilen kamalar yardımıyla sıkıştırılarak yapılan bir birleştirme yöntemidir. **Kama,** genellikle sert ağaçtan yapılan ve bir ucu diğer ucundan daha kalın olan yardımcı bir bağlantı elemanıdır (Görsel 8.86).



**Görsel 8.86:** Kamalı geçme boy birleştirmesi

Kamalı geçme boy birleştirme yönteminde parçalar öncelikle birbirine geçirilir. Daha sonra açılan kama yuvalarına kamalar çakılarak bağlantı sıkıştırılır. Kama etkisiyle parçalar birbirine daha güçlü şekilde kenetlenir ve bağlantının gevşemesi önlenir.

Birleştirme uzunluğu yüksekliğin 5-6 katı, uç yüksekliği ise 1/4–1/7'si ve kademe miktarı da uç yükseklikleri kadardır. Kama boyutu, uç yükseklikleri ölçüsünde kare kesitli dikdörtgen prizması şeklinde seçilmek kaydıyla yapıştırılır ve cıvatalı geçmeli uygulamalarda kullanılır (Görsel 8.87). Özellikle geleneksel ahşap tekne yapımında kamalar, bağlantının zamanla gevşemesini önleyerek yapısal dayanımın korunmasına yardımcı olur.




**Görsel 8.87:** Kamalı geçme boy birleştirme detayı

### Kamalı Geçmenin Özellikleri

- Birleşmenin sıkılaşmasını sağlar.
- Çekme kuvvetlerine karşı dayanımı artırır.
- Parçaların ayrılmasını önler.
- Metal bağlantı elemanına ihtiyaç duyulmadan uygulanabilir.
- Geleneksel marangozluk ve ahşap yapı işlerinde yaygın olarak kullanılır.

### Avantajları

- Güçlü ve güvenilir bağlantı sağlar.
- Zamanla gevşeme riski düşüktür.
- Çekme dayanımı yüksektir.
- Geleneksel ahşap işçiliğine uygundur.
- Sökülüp yeniden takılabilen uygulamalar yapılabilir.

### Dezavantajları

- Hassas işçilik gerektirir.
- Kama yuvalarının doğru ölçülerde hazırlanması gerekir.
- Yanlış uygulamalarda ahşapta çatlama oluşabilir.
- Yapımı diğer bazı birleştirmelere göre daha uzun sürer.

Tekne ve yat yapımında kamalı geçme birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Geleneksel ahşap tekne yapımı
- Omurga ve posta bağlantıları
- Küpeşte elemanları
- Uzun ahşap yapı elemanları
- Ahşap tekne restorasyon çalışmaları

### f) Kamalı-Kademeli Geçme Boy Birleştirmesi

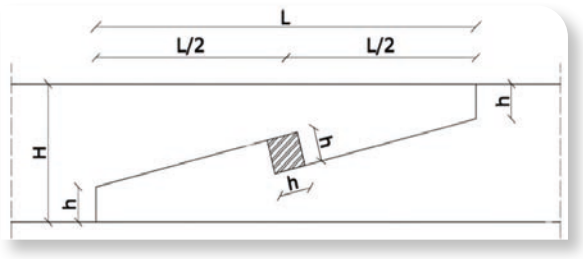
Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla hazırlanan kademeli geçme yüzeylerinin, ahşap kamalar yardımıyla sıkıştırılarak birleştirilmesi yöntemidir. Bu birleştirme, kademeli geçme ve kamalı geçme tekniklerinin birlikte uygulanmasıyla oluşturulur (Görsel 8.88).



**Görsel 8.88:** Kamalı-kademeli geçme boy birleştirmesi

Birleştirilecek parçaların uç kısımlarında karşılıklı kademeler hazırlanır. Daha sonra parçalar birbirine geçirilir ve önceden açılmış kama yuvalarına kamalar çakılır. Kamalar, parçaların birbirine daha sıkı kenetlenmesini sağlayarak bağlantının dayanımını artırır ve zamanla gevşemesini önler.

Birleştirme uzunluğu, parça yüksekliğinin **5-6 katı;** uç yüksekliği ise **1/4-1/7'si** kadar olmalıdır. Kama yuvası orta eksene açılır ve uç yüksekliği kadar kama kullanılır. Kamalar kare veya üçgen prizma kesitli seçilerek yapıştırmalı ya da cıvatalı geçmeli birleştirmeler olarak uygulanabilir (Görsel 8.89). Bu yöntem, uzun ve yüksek dayanım gerektiren ahşap elemanların birleştirilmesinde tercih edilir. Epoksi yapıştırıcılarla birlikte kullanıldığında çok güçlü bağlantılar elde edilmektedir.




**Görsel 8.89:** Kamalı-kademeli geçme boy birleştirme detayı

### Kamalı Kademeli Geçme Birleştirmenin Özellikleri

- Birleşme yüzeyi oldukça geniştir.
- Kademeler parçaların kaymasını önler.
- Kamalar bağlantının sıkılaşmasını sağlar.
- Çekme ve eğilme kuvvetlerine karşı yüksek dayanım gösterir.
- Uzun ahşap elemanların birleştirilmesinde kullanılır.
- Geleneksel ahşap yapı sistemlerinde yaygın olarak uygulanır.

### Avantajları

- Çok sağlam bir bağlantı oluşturur.
- Parçaların ayrılmasını engeller.
- Yük taşıma kapasitesi yüksektir.
- Mekanik olarak kilitlenmiş bir yapı oluşturur.
- Kama sayesinde gevşeme riski düşüktür.

### Dezavantajları

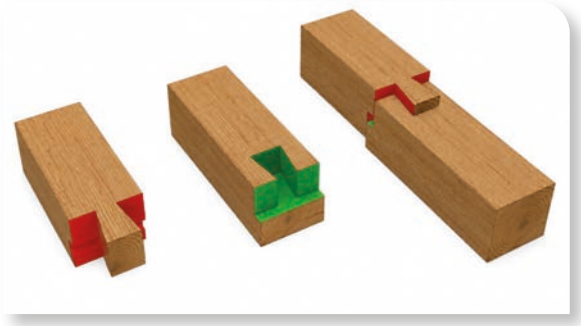
- Yapımı karmaşıktır.
- Hassas ölçü ve deneyimli işçilik gerektirir.
- Üretim süresi diğer birleştirmelere göre daha uzundur.
- Hatalı uygulamalarda bağlantı boşluklu olabilir.

Ahşap tekne ve yat yapımında kamalı-kademeli geçme birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Omurga uzatmaları
- Büyük kesitli küpeşte elemanları
- Geleneksel ahşap tekne yapımı
- Ahşap iskelet elemanları
- Restorasyon çalışmaları

### g) Kırlangıç Kuyruğu Boy Birleştirme

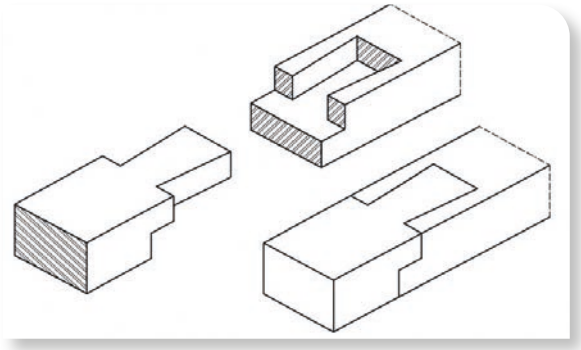
Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla kullanılan, birbirine kilitlenen özel geometrik şekillerden oluşan güçlü bir birleştirme yöntemidir. Birleştirme yüzeylerinde kırlangıç kuyruğunu andıran genişleyen ve daralan geçmeler bulunur. Bu şekil sayesinde parçalar yalnızca yapıştırıcıyla değil, aynı zamanda mekanik olarak da birbirine kilitlenir (Görsel 8.90).



**Görsel 8.90:** Kırlangıç kuyruğu boy birleştirmesi

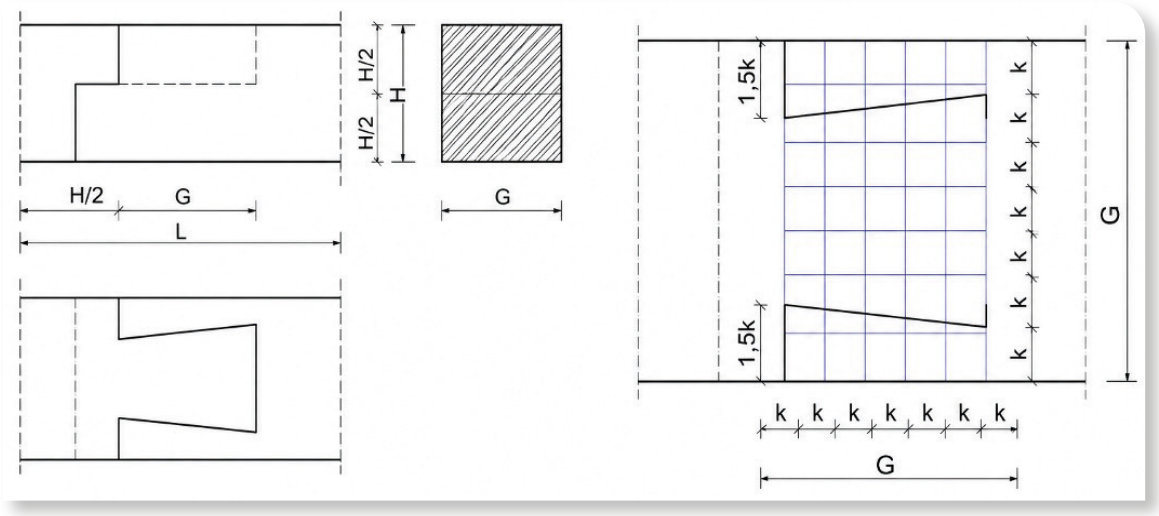
Kırlangıç kuyruğu birleştirmesi, çekme kuvvetlerine karşı son derece dayanıklı olması nedeniyle ahşap işlerinde en sağlam geleneksel birleştirmelerden biri olarak kabul edilir (Görsel 8.91).

Kırlangıç kuyruğu birleştirme boyu parça genişliği kadar olmalıdır. Kırlangıç kuyruğu birleştirme kalınlığı ise parça kalınlığının yarısı kadar olmalıdır. Yapılan birleştirme, yapıştırıcı ile desteklenmeli; cıvata, vida, çivi vb. malzemeler sabitlenmelidir.



**Görsel 8.91:** Kırlangıç kuyruğu boy birleştirmenin perspektif görünüşü

Birleştirme türü genellikle güverte kaplamalarında ve boyuna bağlarda kullanılmaktadır. Modern yat yapımında yapısal elemanlardan çok iç mekân marangozluğunda tercih edilmektedir. Birleştirmenin uygulanmasında Görsel 8.92'de verilen şekle uygun ölçülerde işlemler yapılmalıdır.




**Görsel 8.92:** Kırlangıç kuyruğu boy birleştirme detayı

### Kırlangıç Kuyruğu Boy Birleştirmenin Özellikleri

- Mekanik olarak kilitlenen bir yapıya sahiptir.
- Çekme kuvvetlerine karşı yüksek dayanım gösterir.
- Birleşme yüzeyi geniştir.
- Yapıştırıcı ile kullanıldığında çok güçlü bağlantı oluşturur.
- Estetik bir görünüm sağlar.

### Avantajları

- Çok yüksek bağlantı dayanımı sağlar.
- Parçaların ayrılmasını önler.
- Çekme yüklerine karşı dirençlidir.
- Uzun ömürlüdür.
- Estetik görünümü yüksektir.

### Dezavantajları

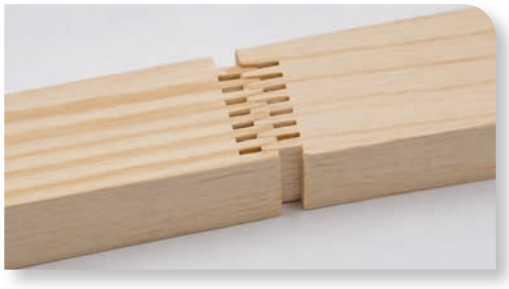
- Yapımı zordur.
- Hassas ölçü ve deneyimli işçilik gerektirir.
- Üretim süresi uzundur.
- CNC veya özel el aletleri gerektirebilir.

Ahşap tekne ve yat yapımında kırlangıç kuyruğu birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara mobilyaları
- Çekmece sistemleri
- Dolap bağlantıları
- Dekoratif ahşap uygulamalar
- Restorasyon çalışmaları

### ğ) Parmak Ekli (Finger-Joint) Birleştirme

Ahşap parçaların boylarını uzatmak amacıyla uç kısımlarına birbirini tamamlayan parmak şeklinde dişler açılarak yapılan bir birleştirme yöntemidir. Bu dişler, karşılıklı olarak birbirine geçirilir ve genellikle yüksek dayanımlı tutkallarla yapıştırılarak tek parça hâline getirilir (Görsel 8.93).



**Görsel 8.93:** Parmak ekli birleştirme

Parmak ekli birleştirme, geniş yapışma yüzeyi oluşturduğu için düz boy birleştirmeye göre çok daha dayanıklıdır. Birleştirme için gereken dişler elle açılamaz, bu birleştirmeye özel bıçaklar kullanılarak açılır (Görsel 8.94).

Lamine ahşap üretiminde ve uzun boylu ahşap elemanların elde edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle modern ahşap yat yapımında, kısa boylu kaliteli ahşapların birleştirilerek uzun ve dayanıklı elemanlar elde edilmesinde tercih edilir.



**Görsel 8.94:** Parmak ekli birleştirme için örnek bıçak

#### Parmak Ekli Birleştirmenin Özellikleri

- Ahşap parçaların boyunu uzatmak için kullanılır.
- Birleşme yüzeyi oldukça geniştir.
- Yapıştırıcı ile yüksek dayanım sağlar.
- Ahşap liflerinin sürekliliğini kısmen korur.
- Seri üretime uygundur.
- Endüstriyel ahşap üretiminde yaygın olarak kullanılır.

#### Kullanım Alanları

- Lamine ahşap üretimi
- Yapısal ahşap elemanlar
- Kapı ve pencere doğramaları
- Mobilya üretimi
- Ahşap paneller
- Tekne ve yat yapımında uzun ahşap elemanlar
- Ahşap yapı sistemleri

#### Avantajları

- Çok yüksek yapışma yüzeyi oluşturur.
- Uzun boylu ahşap elemanlar elde edilmesini sağlar.
- Ahşap israfını azaltır.
- Kısa parçaların değerlendirilmesine imkân verir.
- Dayanımı yüksektir.
- Seri üretime uygundur.

#### Dezavantajları

- Özel makine ve kesiciler gerektirir.
- Hassas üretim yapılmalıdır.
- Yapıştırıcı kalitesi dayanımı doğrudan etkiler.
- Dış ortam uygulamalarında uygun tutkal seçilmelidir.

Tekne ve yat yapımında parmak ekli birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Lamine omurga üretimi
- Güverte elemanları
- Küpeşte parçaları
- İç mekân mobilyaları
- Ahşap kaplama taşıyıcıları
- Uzun konstrüksiyon elemanları

**SIRA SİZDE**

**Aşağıda ahşap yat üretim atölyesinde küpeşte yapılmasıyla ilgili bir metin verilmiştir.**

Bir ahşap yat üretim atölyesinde, tek parça hâlinde yeterli uzunlukta ahşap bulunmadığı için iki kısa ahşap parçanın birleştirilerek uzun bir küpeşte yapılması planlanmaktadır. Usta kullanılacak birleştirme yönteminin sağlam, uzun ömürlü ve deniz ortamına uygun olması gerektiğini söylemektedir.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. **Bu uygulamada neden boy birleştirme yöntemlerinden biri tercih edilmiştir?**

   .....
   .....

2. **Boy birleştirme işlemi sırasında kullanılacak yapıştırıcının bağlantı dayanımına nasıl katkı sağlayacağını açıklayınız.**

   .....
   .....

3. **Boy birleştirmelerin tekne ve yat yapımında kullanıldığı iki farklı yeri yazınız.**

   .....
   .....

### 8.2.2.3. Ahşap Malzemelerde Köşe Birleştirmeler

İki ahşap parçanın belirli bir açıyla çoğunlukla 90° açı yapacak şekilde bir araya getirilerek birleştirilmesi işlemidir. Köşe birleştirmeleri mobilya, doğrama, ahşap yapı elemanları, tekne ve yat yapımı vb. alanlarda dayanıklı, sağlam ve estetik bağlantılar oluşturmak amacıyla uygulanır.

Köşe birleştirmeleri, ahşap ürünlerin taşıma kapasitesini artırırken parçaların düzgün ve güvenli bir şekilde bir arada tutulmasını sağlar. Kullanılacak birleştirme yöntemi ürünün kullanım amacı, maruz kalacağı yükler, estetik beklentiler ve üretim koşulları dikkate alınarak seçilir.

Ahşap işlerinde köşe birleştirmeler **kavelalı köşe, düz dişli köşe, kinişli köşe, zıvanalı köşe, yabancı çıtalı köşe, kırlangıç kuyruğu köşe** vb. farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Bu yöntemler, bağlantının dayanımını artırmak ve kullanım yerine uygun özellikler kazandırmak amacıyla geliştirilmiştir.

Özellikle tekne ve yat yapımında omurga, posta, bodoslama, kamara mobilyaları, dolaplar, bölme panelleri ve iç mekân donanımlarında köşe birleştirmeler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doğru seçilmiş ve uygun şekilde uygulanmış bir köşe birleştirmesi, ahşap ürünün dayanıklılığını artırır, deformasyonları azaltır ve kullanım ömrünü uzatır. Bu nedenle köşe birleştirmeleri, ahşap işçiliğinin temel uygulamalarından biri olarak kabul edilmektedir.

### a) Kavelalı Köşe Birleştirmeleri

İki ahşap parçanın genellikle 90° açıyla birleştirilmesinde kullanılan, bağlantının dayanımını artıran bir birleştirme yöntemidir. Bu teknikte birleştirilecek parçaların temas yüzeylerine karşılıklı delikler açılır ve bu deliklere **kavela** adı verilen silindirik ahşap pimler yerleştirilir. Daha sonra deliklere tutkal sürülerek parçalar bir araya getirilir ve sıkıştırılır (Görsel 8.95).

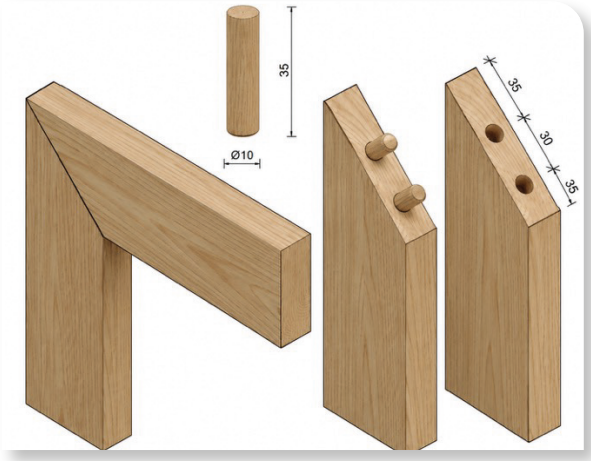


**Görsel 8.95:** Kavelalı ayak kayıt köşe birleştirmesi

Kavelalar, parçaların doğru konumda birleşmesini sağlarken bağlantı yüzeyini artırarak köşe birleşiminin dayanımını yükseltir. Bu nedenle kavelalı köşe birleştirmesi, mobilya ve ahşap yapı elemanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kavelalı gönye burun köşe birleştirmesi, iki ahşap parçanın uçlarının 45° açıyla kesilerek (gönye kesim) bir araya getirilmesi ve bağlantının içine yerleştirilen kavelalar yardımıyla güçlendirilmesiyle oluşturulan bir köşe birleştirme yöntemidir (Görsel 8.96).

Kavelalı birleştirmede parçaların görünen yüzeylerinde uç damarlar görünmez. Köşe birleşimi 45° açıyla kapandığı için estetik bir görünüm elde edilir. Açılan deliklere yerleştirilen kavelalar ise parçaların hizalanmasını sağlar ve bağlantının dayanımını artırır. Deniz ortamında dayanımın artırılması amacıyla genellikle suya dayanıklı tutkallar veya epoksi yapıştırıcılarla birlikte uygulanır.




**Görsel 8.96:** Kavelalı gönye burun köşe birleştirmesi

#### Kavelalı Köşe Birleştirmenin Özellikleri

- Köşe bağlantılarında kullanılır.
- Birleşme dayanımını artırır.
- Parçaların kaymasını önler.
- Görünmeyen bağlantı oluşturur.
- Estetik bir görünüm sağlar.
- Tutkallı bağlantılar için uygundur.

#### Avantajları

- Sağlam ve dayanıklı bağlantı sağlar.
- Bağlantı elemanları dışarıdan görünmez.
- Ahşap parçaların düzgün hizalanmasını sağlar.
- Estetik görünümü iyidir.
- Sökülmeyen köşe birleşimleri için uygundur.

#### Dezavantajları

- Deliklerin hassas ölçülerde açılması gerekir.
- Üretimi düz köşe birleştirmeye göre daha uzun sürer.
- Hatalı delik yerleşimi montajı zorlaştırır.
- Özel kavela delme aparatları gerekebilir.

Tekne ve yat yapımında kavelalı köşe birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılır.

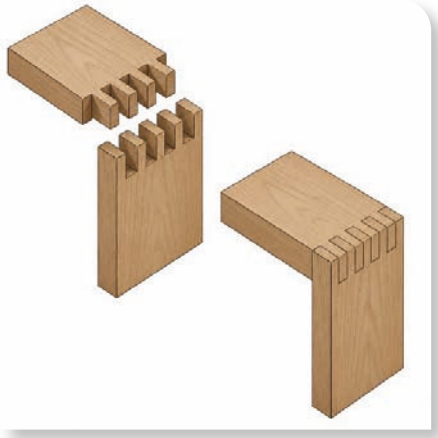
- Kamara dolapları
- Çekmece sistemleri
- İç mekân mobilyaları
- Masa ve oturma grupları
- Ahşap bölme panelleri
- Dekoratif ahşap uygulamalar

### b) Düz Dişli Köşe Birleştirmesi

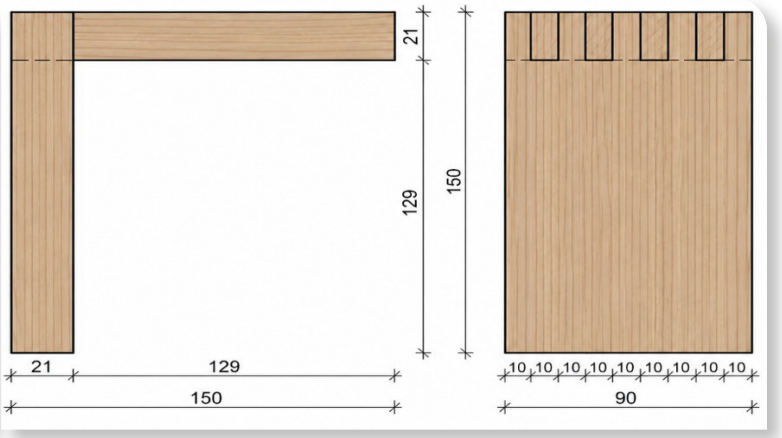
İki ahşap parçanın köşe oluşturacak şekilde birleştirilmesinde kullanılan ve uç kısımlarına açılan birbirine geçen düz dişler yardımıyla yapılan bir birleştirme yöntemidir. Bu teknikte her iki parçanın uç kısmında eşit aralıklarla hazırlanan dişler karşılıklı olarak birbirine geçirilir ve genellikle tutkalla yapıştırılarak birleştirilir (Görsel 8.97).

Düz dişli köşe birleştirmelerinin dişlerine açı verilerek **açık dişli**, **yarım açık dişli** ve **tam gizli gönye burun kırlangıç kuyruğu** birleştirmeleri de yapılmaktadır.

Dişlerin birbirine geçmesiyle birleşme yüzeyi önemli ölçüde artar. Bu durum bağlantının dayanımını yükseltir ve köşenin sağlamlığını artırır (Görsel 8.98).



**Görsel 8.97:** Düz dişli köşe birleştirmesi




**Görsel 8.98:** Düz dişli köşe birleştirmesi detayı

### Düz Dişli Köşe Birleştirmenin Özellikleri

- Birden fazla diş ve yuvadan oluşur.
- Birleşme yüzeyi geniştir.
- Dayanıklı köşe bağlantısı sağlar.
- Yapıştırıcı ile yüksek mukavemet elde edilir.
- Simetrik ve estetik bir görünüm oluşturur.

### Kullanım Alanları

- Ahşap kutular
- Çekmeceler
- Dolap köşeleri
- Sandıklar
- Ahşap kasalar
- Dekoratif ahşap ürünler
- Tekne ve yat iç mekân mobilyaları

### Avantajları

- Geniş yapışma yüzeyi sağlar.
- Köşe dayanımı yüksektir.
- Estetik görünüm sunar.
- Parçaların doğru hizalanmasını kolaylaştırır.
- Yapıştırıldığında uzun ömürlü bağlantı oluşturur.

### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- El işçiliği ile üretimi zaman alabilir.
- Hatalı diş ölçülerinde boşluk oluşabilir.
- Özel freze veya makineler gerekebilir.

Tekne ve yat yapımında düz dişli köşe birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara çekmeceleri
- Ahşap saklama kutuları
- Dolap köşeleri
- İç mekân mobilyaları
- Dekoratif ahşap donanımlar

### c) Kinişli Köşe Birleştirme

İki ahşap parçanın köşe oluşturacak şekilde birleştirilmesinde, parçalardan birinin veya her ikisinin birleşme yüzeyine **kiniş (omuz veya kademe)** açılarak yapılan bir birleştirme yöntemidir.

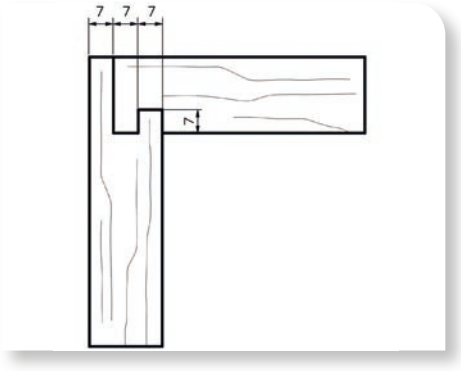
Açılan kinişle parçalar birbirine daha geniş bir yüzeyden temas eder ve bağlantının dayanımı artırılır. Birçok kinişli birleştirme çeşidi olmakla birlikte tekne ve yatlarda en sık kullanılan **kinişli paylı köşe birleştirme ve lambalı kinişli köşe birleştirme** tekniğidir (Görsel 8.99 ve 8.100).



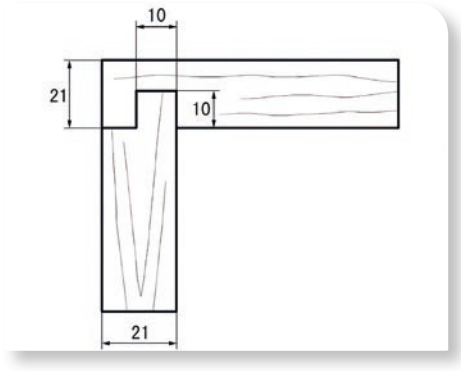
**Görsel 8.99:** Kinişli paylı köşe birleştirme



**Görsel 8.100:** Kinişli lambalı köşe birleştirme




**Görsel 8.101:** Kinişli paylı köşe birleştirme detayı




**Görsel 8.102:** Kinişli lambalı köşe birleştirme detayı

Kinişli köşe birleştirme yöntemleri, düz köşe birleştirmesine göre daha sağlam bir bağlantı sağladığı gibi parçaların doğru konumda birleşmesine de yardımcı olur. Genellikle tutkalla birleştirilir, gerektiğinde vida veya kavelayla desteklenebilir (Görsel 8.101 ve 8.102). Özellikle iç mekân marangozluk işlerinde hem estetik hem de dayanıklı bir bağlantı sağladığı için tercih edilir.

### Kinişli Köşe Birleştirmenin Özellikleri

- Köşe bağlantılarında kullanılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Parçaların kaymasını önler.
- Düz köşe birleştirmeye göre daha dayanıklıdır.
- Uygulaması nispeten kolaydır.
- Estetik ve düzgün bir görünüm sağlar.

### Avantajları

- Birleşme dayanımını artırır.
- Yapıştırıcı için daha geniş temas yüzeyi oluşturur.
- Parçaların montaj sırasında hizalanmasını kolaylaştırır.
- Üretimi nispeten kolaydır.
- Ek bağlantı elemanları ile güçlendirilebilir.

### Dezavantajları

- Kesitin bir kısmı kaldırıldığı için parça zayıflayabilir.
- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Çok yüksek yüklere maruz kalan elemanlarda ilave bağlantılar gerekebilir.

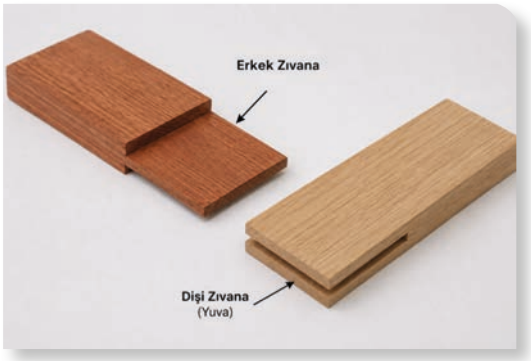
Tekne ve yat yapımında kinişli köşe birleştirmeleri aşağıdaki alanlar için yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara dolapları
- Raf sistemleri
- Bölme panelleri
- Çekmece ve saklama kutuları
- İç mekân mobilyaları
- Dekoratif ahşap uygulamalar

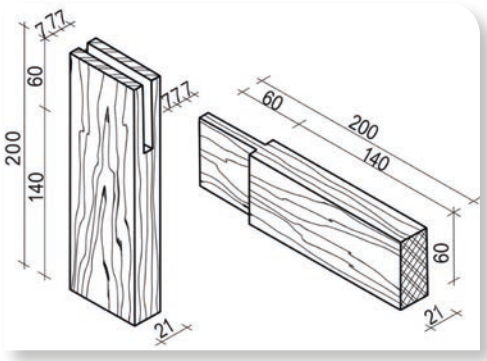
### ç) Zıvanalı Köşe Birleştirmesi

Bir ahşap parçanın ucuna açılan zıvana (erkek parça) ile diğer parçaya açılan zıvana yuvasının (dişi parça) birbirine geçirilmesiyle oluşturulan köşe birleştirme yöntemidir. Ahşap işlerinde en sağlam ve en yaygın kullanılan geleneksel birleştirme tekniklerinden biridir (Görsel 8.103).

Zıvanalı köşe birleştirme yönteminde zıvana, parçaların birbirine mekanik olarak kenetlenmesini sağlar. Tutkalla desteklendiğinde oldukça yüksek dayanım elde edilir. Özellikle taşıyıcı özellik gerektiren kapı, pencere, masa ve sandalye yapımında tercih edilmektedir (Görsel 8.104). Deniz ortamında dayanımın artırılması amacıyla genellikle suya dayanıklı tutkal veya epoksi yapıştırıcılarla desteklenmektedir.




**Görsel 8.103:** Zıvanalı köşe birleştirmesi




**Görsel 8.104:** Zıvanalı köşe birleştirmesi detayı

### Zıvanalı Köşe Birleştirmenin Özellikleri

- Sağlam ve dayanıklı bir köşe bağlantısı oluşturur.
- Mekanik olarak kilitlenme sağlar.
- Geniş yapışma yüzeyi sunar.
- Geleneksel marangozlukta yaygın olarak kullanılır.
- Görünür bağlantı elemanı gerektirmez.
- Uzun ömürlü bir birleşim sağlar.

### Avantajları

- Yüksek dayanım sağlar.
- Çekme ve eğilme kuvvetlerine karşı dirençlidir.
- Estetik görünümü iyidir.
- Tutkallı bağlantılarda uzun ömürlüdür.
- Geleneksel ve güvenilir bir yöntemdir.

### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Üretimi diğer basit birleştirmelere göre daha uzun sürer.
- Hatalı açılan zıvana ve yuvalar bağlantı dayanımını azaltır.
- El işçiliğinde deneyim gerektirir.

### Zıvanalı Köşe Birleştirme Çeşitleri

- Açık zıvanalı köşe birleştirmesi
- Gizli zıvanalı köşe birleştirmesi
- Yarı gizli zıvanalı köşe birleştirmesi
- Tek zıvanalı köşe birleştirmesi
- Çift zıvanalı köşe birleştirmesi
- Kamalı zıvanalı köşe birleştirmesi
- Gönye zıvanalı köşe birleştirmesi

Tekne ve yat yapımında zıvanalı köşe birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara mobilyaları
- Masa ve oturma grupları
- Ahşap kapak ve çerçeveler
- Bölme panelleri
- Dekoratif iç mekân elemanları
- Ahşap konstrüksiyon detayları



**Görsel 8.105:** Yabancı çıtalı gönye burun köşe birleştirmesi

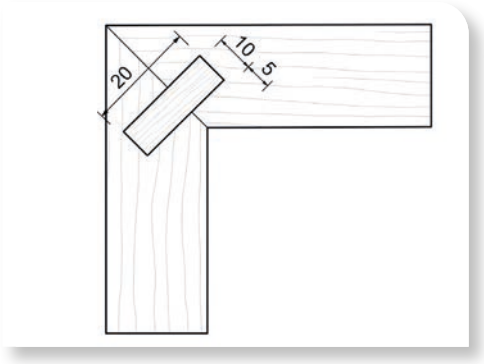


**Görsel 8.106:** Yabancı çıtalı kinişli köşe birleştirmesi

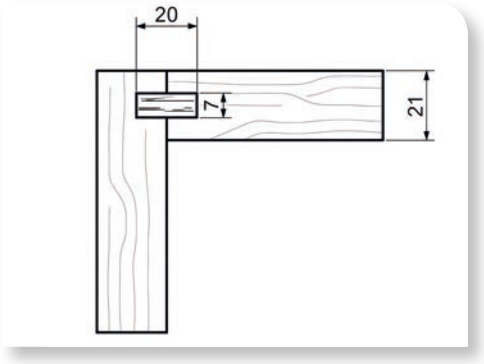
### d) Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirme

İki ahşap parçanın köşe oluşturacak şekilde birleştirilmesinde parçalara açılan kanallara ayrı bir ahşap çıtanın yerleştirilmesiyle yapılan bir birleştirme yöntemidir. Birleştirmede kullanılan çıta, ana parçalardan ayrı olarak hazırlandığı için yabancı çıta olarak adlandırılır. En yaygın olarak kullanılanı yabancı çıtalı gönye burun ve yabancı çıtalı kinişli burun köşe birleştirmelerdir (Görsel 8.105 ve 8.106).

Yabancı çıtalı köşe birleştirme yönteminde parçaların birleşme yüzeylerine uygun ölçülerde kanal açılır. Hazırlanan çıta bu kanallara tutkallanarak yerleştirilir ve parçalar bir araya getirilir. Çıta, parçaların hizalanmasını sağlarken birleşme yüzeyini artırarak bağlantının dayanımını yükseltir (Görsel 8.107, 8.108).




**Görsel 8.107:** Kinişli paylı köşe birleştirme detayı




**Görsel 8.108:** Kinişli lambalı köşe birleştirme detayı

### Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirmenin Özellikleri

- Köşe bağlantılarında kullanılır.
- Ayrı bir ahşap çıta ile yapılır.
- Birleşme yüzeyini artırır.
- Bağlantının dayanımını yükseltir.
- Parçaların hizalanmasını kolaylaştırır.
- Estetik bir görünüm sağlar.

### Avantajları

- Köşe dayanımını artırır.
- Geniş yapışma yüzeyi oluşturur.
- Parçaların montajını kolaylaştırır.
- Gizli bağlantı oluşturur.
- Estetik görünüm sağlar.

### Dezavantajları

- Kanal ölçülerinin hassas hazırlanması gerekir.
- Ek bir parça (çıta) hazırlanmasını gerektirir.
- Üretim süresi düz köşe birleştirmeye göre daha uzundur.
- Hatalı kanal açılması bağlantı dayanımını azaltabilir.

Tekne ve yat yapımında yabancı çıtalı köşe birleştirmesi aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara dolapları
- Ahşap çerçeveler
- Çekmece sistemleri
- İç mekân panelleri
- Dekoratif mobilyalar
- Ahşap depolama bölmeleri

### 8.2.2.4. Ahşap Malzemelerde Kızaklı Birleştirmeler

Kızaklı birleştirmeler, iki ahşap parçanın üzerinde açılan özel kanal ve profiller yardımıyla birbirine geçirilerek birleştirildiği sökülemez bir birleştirme türüdür. Bu yöntemde parçalar birbirine kaydırılarak (kızaklanarak) monte edilir ve geniş temas yüzeyi sayesinde sağlam bir bağlantı elde edilir. Kızaklı birleştirmeler özellikle ahşap yapı ve mobilya elemanlarında parçaların düzgün hizalanmasını sağlar, bağlantı dayanımını artırır ve estetik bir görünüm oluşturur. Bağlantı yüzeyinin geniş olması nedeniyle yapıştırıcı ile kullanıldığında oldukça güçlü birleşimler meydana getirir. Ahşap malzemelerde kullanılan başlıca kızaklı birleştirmeler **düz T kızaklı birleştirme ve kırlangıç kuyruğu kızaklı birleştirme** olarak sınıflandırılmaktadır.

#### a) Düz T Birleştirmesi

Bir ahşap parçanın diğer ahşap parçaya **T harfi** şeklinde bağlanmasını sağlayan geçmeli bir birleştirme yöntemidir. Bu yöntemde bir parçaya T biçiminde bir çıkıntı, diğer parçaya ise buna uygun bir kanal açılır. Parçalar birbirine kaydırılarak geçirilir ve mekanik olarak kilitlenir (Görsel 8.109).

T kızaklı birleştirmeler, parçaların sökülmeden sağlam bir şekilde bir arada tutulmasını sağlar. Geniş temas yüzeyi sayesinde yükleri daha dengeli dağıtır ve bağlantı dayanımını artırır (Görsel 8.110).

**T Kızaklı Birleştirmenin Özellikleri**

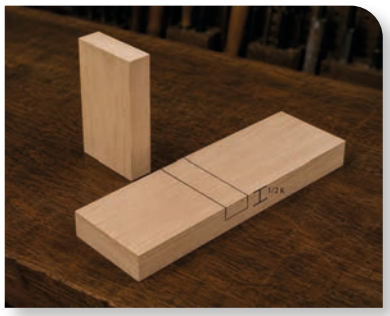
- Geçmeli bir birleştirme yöntemidir.
- T şeklinde profil kullanılır.
- Parçalar kaydırılarak birleştirilir.
- Geniş temas yüzeyi oluşturur.
- Sağlam ve hassas bağlantı sağlar.
- Gizli bağlantı oluşturabilir.



**Görsel 8.109:** T kızak birleştirmesi

**Avantajları**

- Yüksek bağlantı dayanımı sağlar.
- Vidalı bağlantıya ihtiyaç duymadan kullanılabilir.
- Parçaların hizalanmasını kolaylaştırır.
- Estetik görünüm sunar.
- Yükleri geniş bir yüzeye dağıtır.



**Görsel 8.110:** T kızak birleştirme detayı

**Dezavantajları**

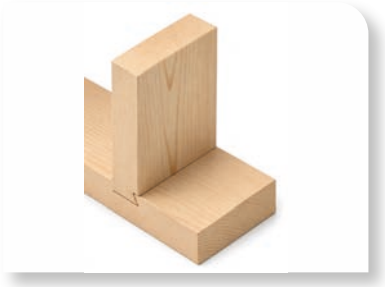
- Hassas ölçü ve işçilik gerektirir.
- Kanal ve profil açılması zaman alır.
- Üretimi basit geçmelere göre daha zordur.
- Yanlış ölçüler montajı zorlaştırır.

Tekne ve yat yapımında T kızaklı birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

- Kamara bölme panelleri
- Dolap içi raf sistemleri
- Sökülebilir iç mekân elemanları
- Ahşap kaplama taşıyıcıları
- Servis ve bakım panelleri

### b) Kırlangıç Kuyruğu Kızaklı Birleştirmeler

Bir ahşap parçaya açılan kırlangıç kuyruğu şeklindeki çıkıntının, diğer parçaya açılan aynı formdaki kanala kaydırılarak geçirilmesiyle yapılan bir birleştirme yöntemidir. Kırlangıç kuyruğu formu, üst kısmın alt kısımdan daha geniş olmasıyla parçaların birbirinden ayrılmasını önleyen mekanik bir kilitleme oluşturur. Genelde tek taraflı kırlangıç kuyruğu ve çift taraflı kırlangıç kuyruğu birleştirmesi olarak kullanılmaktadır (Görsel 8.111 ve 8.112).



**Görsel 8.111:** Tek taraflı kırlangıç kuyruğu birleştirmesi

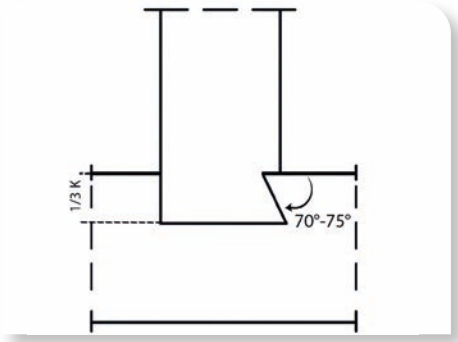


**Görsel 8.112:** Çift taraflı kırlangıç kuyruğu birleştirmesi

Kırlangıç kuyruğu yöntemi hem yüksek dayanım sağlaması hem de görünür bağlantı elemanı gerektirmemesi nedeniyle ahşap işlerinde ve kaliteli mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 8.113 ve 8.114). Özellikle yat iç mekânlarında hem dayanıklılık hem de estetik görünüm sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir.

#### Kırlangıç Kuyruğu Kızaklı Birleştirmenin Özellikleri

- Geçmeli ve kızaklı bir birleştirme yöntemidir.
- Mekanik kilitleme özelliğine sahiptir.
- Çekme kuvvetlerine karşı dayanıklıdır.
- Geniş temas yüzeyi oluşturur.
- Estetik ve gizli bağlantı sağlar.
- Vida veya çivi kullanılmadan uygulanabilir.



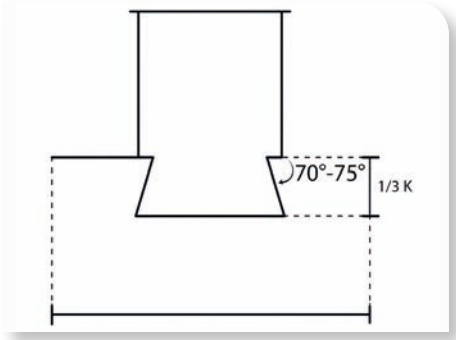

**Görsel 8.113:** Tek taraflı kırlangıç kuyruğu birleştirmesi detayı

#### Avantajları

- Sağlam bir bağlantı oluşturur.
- Parçaların ayrılmasını engeller.
- Estetik görünüm sağlar.
- Geniş yapışma yüzeyi oluşturur.
- Uzun ömürlüdür.

#### Dezavantajları

- Hassas ölçü ve dikkatli işçilik gerektirir.
- Üretimi diğer kızaklı birleştirmelere göre daha zordur.
- Özel freze bıçakları veya makineler gerektirebilir.
- Hatalı ölçüler montajı zorlaştırır.




**Görsel 8.114:** Çift taraflı kırlangıç kuyruğu birleştirmesi detayı

Tekne ve yat yapımında kırlangıç kuyruğu kızaklı birleştirme aşağıdaki alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

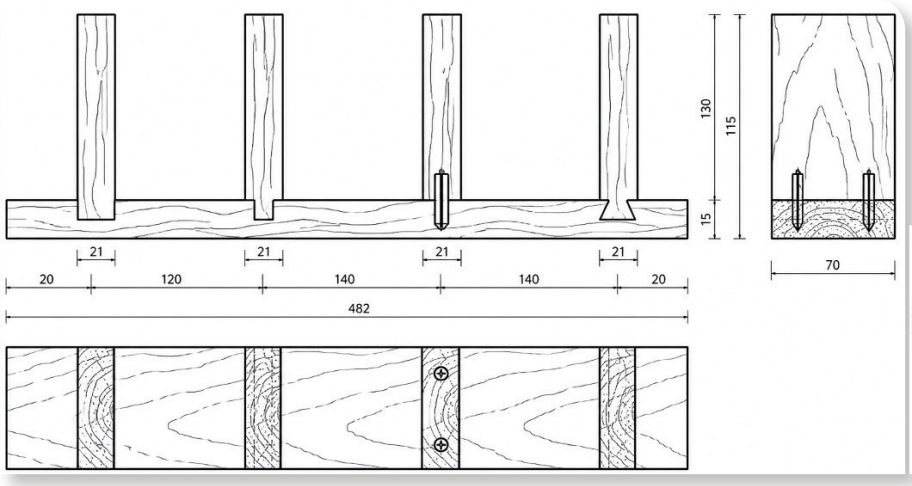
- Kamara dolapları
- Çekmece sistemleri
- Sökülebilir panel uygulamaları
- Ahşap raf sistemleri
- İç mekân mobilyaları
- Dekoratif marangozluk uygulamaları

## 8.11. UYGULAMA

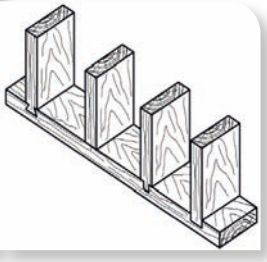
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Birleştirme İşlemi** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde birleştirme yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 482x70x15 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, testere, iskarpela, tokmak, delici matkap, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iş parçasının Görsel 8.115'e göre markalamasını yapınız.
4. Markalama çizgilerine göre kesimleri yapınız.
5. İskarpela ve tokmakla kesilen bölgeleri boşaltınız.
6. Rendeleme gereken yerleri rendeyle düzeltiniz.
7. Erkek ve dişi parçalar ile birleştirmeyi yapınız (Görsel 8.116).
8. Görevi verilen süre içerisinde tamamlayınız.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.115:** Ham hâlinde verilmiş parçanın markama ölçüleri



**Görsel 8.116:** Birleştirmesi yapılmış parçanın son hâli

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

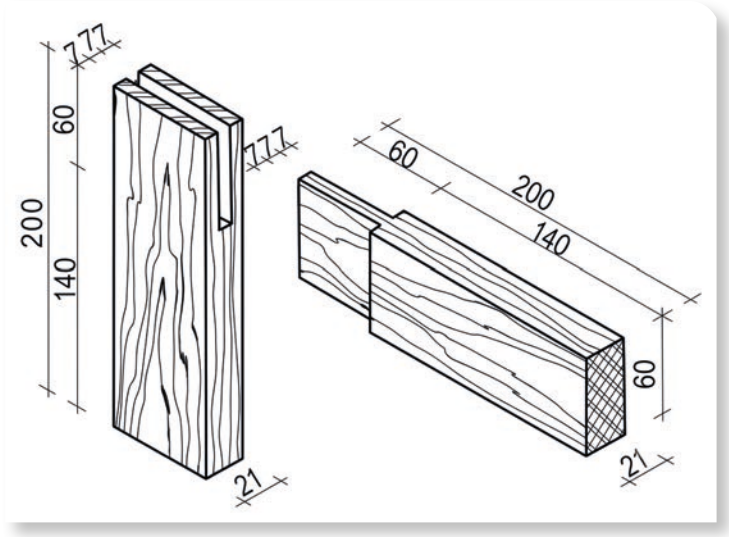
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 8.12. UYGULAMA

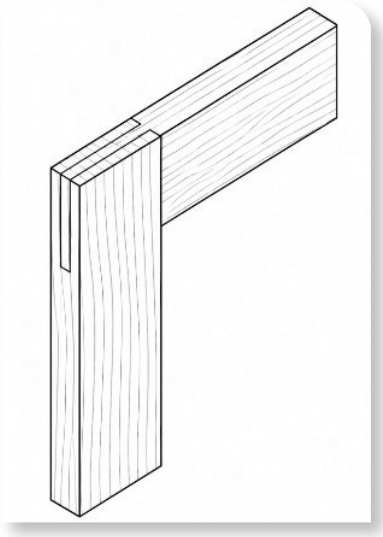
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Birleştirme İşlemi** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerde zıvanalı köşe birleştirme yapmak |
| **Süre** | 6 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | 450x80x30 ölçülerinde ham şekilde verilen iş parçası, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, testere, iskarpela, tokmak, kurşun kalem, mastar |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iş parçasının Görsel 8.117'e göre markalamasını yapınız.
4. Rende ile markalama çizgilerine getiriniz.
5. Markalama çizgilerine göre kesimleri yapınız.
6. İskarpela ve tokmakla kesilen bölgeleri boşaltınız.
7. Erkek ve dişi parçalar ile birleştirmeyi gerçekleştiriniz. (Görsel 8.118).
8. Görevi verilen süre içerisinde tamamlayınız.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 8.117:** Ham hâlinde verilmiş parçanın markama ölçüleri



**Görsel 8.118:** Birleştirmesi yapılmış parçanın son hâli

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

# 8. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde şablon ve model imalatında kullanılan araç gereç ve malzemeler verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kaynak makinesi (a) | Pafta (b) | Pim (c) | Somun (ç) |
| Cıvata (d) | Perçin (e) | Kaynak (f) | Kama (g) |
| Elektrot (ğ) | Kaynak pensesi (h) | Rondela (ı) | Kılavuz (i) |

**1. Sadece sökülebilir birleştirme elemanları hangileridir?**

.....

**2. Sadece sökülemeyen birleştirme yöntemleri hangileridir?**

.....

**3. Vida dişi açma işlemlerinde kullanılan araçlar hangileridir?**

.....

**4. Elektrik ark kaynak ekipmanları hangileridir?**

.....

**5. Cıvatalı bağlantı oluşturulurken birlikte kullanılan elemanlar hangileridir?**

.....

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**6. Parçalara zarar vermeden istenildiği zaman ayrılabilen birleştirme yöntemlerine verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kaynaklı
B) Perçinli
C) Sökülebilen
D) Sökülemeyen
E) Yapıştırma

**7. Sökülebilir birleştirmeler <u>en çok</u> hangi durumlarda tercih edilir?**

A) Parçaların ömür boyu ayrılmayacağı durumlar
B) Bakım, onarım ve parça değişimi gerektiren yerler
C) Sadece estetik görünüm istenen yerler
D) Malzeme maliyetinin düşürülmek istendiği durumlar
E) Sıvı sızdırmazlığının çok kritik olduğu yüksek basınçlı tanklar

**8. Aşağıdakilerden hangisi sökülebilir bir birleştirme elemanıdır?**

A) Cıvata
B) Kaynak
C) Lehim
D) Perçin
E) Yapıştırıcı

**9. Silindirik veya konik parçaların üzerine açılan helis şeklindeki kanallara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Havşa
B) Kanal
C) Muylu
D) Rayba
E) Vida dişi

**10. Miller üzerindeki dişlilerin ve kasnaklarin mille birlikte dönmesini saglayan sökülebilir baglanti elemani asagidakilerden hangisidir?**

A) Kama
B) Perçin
C) Pim
D) Rondela
E) Somun

**11. İki veya daha fazla parçayı sökülemeyecek şekilde ısı veya basınç yardımıyla bir ek malzeme kullanarak veya kullanmadan birleştirme işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kamalı
B) Kaynaklı
C) Muylu
D) Pimli
E) Vidalı

**12. Metrik vidalarda diş açısının derecesi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 45°
B) 55°
C) 60
D) 90°
E) 120°

**13. Küçük kuvvetlerin iletilmesinde veya parçaların birbirine göre konumlandırılmasında kullanılan silindirik veya konik metal parçalara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?**

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

**14. Aşağıdakilerden hangisi bir vida ölçü sistemidir?**

A) Amper
B) Kilogram
C) Litre
D) Metrik
E) Newton

**15. Aşağıdakilerden hangisi sökülemeyen birleştirme yöntemlerinin bir avantajıdır?**

A) İstenildiğinde kolayca ayrılabilmesi
B) Parçaların tekrar tekrar kullanılabilmesi
C) Yüksek sızdırmazlık ve mukavemet sağlaması
D) Bakımının çok kolay olması
E) Montaj için özel bir uzmanlık gerektirmemesi

**16. Kaynak sonrası parçalarda görülen çarpılma sorununun ana nedeni nedir?**

A) Ani ve dengesiz ısıtma-soğuma döngüsü
B) Kaynak akımının çok düşük olması
C) Kullanılan gazın yüksek basıncı
D) Elektrodun çok kalın olması
E) Parçaların çok soğuk olması

**17. Kaynaklı birleştirmelerde kök pasonun görevi nedir?**

A) Kaynak hatalarını kapatmak
B) Kaynak dikişini parlatmak
C) Kaynak dikişinin kalınlığını artırmak
D) Birleştirmenin tam bir nüfuziyetini sağlamak
E) Sadece dikişi sabitlemek

**18. Kaynak dikişinde oluşan gözeneklilik hatasının en yaygın sebebi nedir?**

A) Parçaların ön ısıtmaya tabi tutulması
B) Kaynak bölgesindeki nem, yağ veya pas kalıntıları
C) Kaynak akımının çok düşük olması
D) Elektrodun çok yavaş hareket ettirilmesi
E) Kaynak ağzı açılmaması

**19. Kaynak dikişinin kenarlarında oluşan ve yanma çentiği olarak adlandırılan hata aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Dikişin parçadan ayrılması
B) Kaynak dikişinin renginin kararması
C) Dikişin olması gerekenden daha yüksekte kalması
D) Dikişin yüzeyinde küçük delikler oluşması
E) Dikiş kenarında ana metalin eriyerek oyuk oluşturması

**20. Ahşap malzemelerde kullanılan sökülebilir birleştirmelerin temel özelliği aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Parçaların tutkallanarak birleştirilmesi
B) Parçaların zarar görmeden ayrılabilmesi
C) Su geçirmez olması
D) Ahşabın rengini değiştirmesi
E) Birleştirmenin kalıcı hâle gelmesi

**21. Aşağıdakilerden hangisi ahşap malzemelerde kullanılan sökülebilir birleştirme çeşitlerinden biri değildir?**

A) Vidalı
B) Somunlu-civatalı
C) Saplamalı
D) Minifixli
E) Kırlangıç kuyruğu köşe

**22. Vidalı birleştirmelerde vidanın ahşabın içinde tutunmasını sağlayan kısım aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Havşa boşluğu
B) Rondela
C) Somun
D) Vida başı
E) Vida dişleri

**23. Somunlu-civatalı birleştirmelerde rondelanın temel görevi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Civatanın boyunu uzatmak
B) Ahşabı renklendirmek
C) Sıkma kuvvetini daha geniş alana yaymak
D) Ahşabı yapıştırmak
E) Delik açmak

# 9. ÖĞRENME BİRİMİ

# ŞABLON VE MODEL İMALATI



## KONULAR


9.1. ŞABLON ÇIKARMA

9.2. MODEL İMALATI


Öğrenme Birimine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- ahşap model
- form kontrolü
- form verme
- kesit
- Kontrplak
- kontrol mastarı
- model
- mukavva şablon
- ölçek
- sac şablon
- simetri
- şablon

## BEKLENTİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

- şablon hazırlamanın gemi yapımındaki önemini açıklamanız
- şablon çıkarmada kullanılan malzemeleri tanımanız
- model resmine uygun şablon hazırlayabilmeniz
- şablon üzerinden model imalatı yapabilmeniz
- metal ve ahşap model uygulamalarını ayırt edebilmeniz
- ölçü alma, markalama ve kontrol işlemlerini doğru uygulamanız
- model imalatında uygun araç-gereç seçimi yapabilmeniz
- iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışmanız
- malzemeleri tasarruflu kullanmanız
- atölye çalışmalarında düzen, sabır, dikkat ve iş birliği becerisi göstermeniz

**beklenmektedir.**

## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

**Aşağıda montaj elemanlarıyla ilgili bir durum verilmiştir. Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

Bir tersanede aynı ölçülerde çok sayıda metal bağlantı parçasının üretilmesi istenmektedir. Usta, her parçanın tek tek ölçülüp markalanmasının hem zaman kaybına neden olacağını hem de ölçü farklılıkları oluşturabileceğini söyler. Bunun yerine, bütün parçalarda kullanılabilecek özel bir yardımcı parça hazırlayacaklarını ifade eder. Ancak bu yardımcı parçanın nasıl hazırlanacağı ve ne amaçla kullanılacağı hakkında bilgi vermez.

**Verilen metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

1. Sizce ustanın hazırlamayı düşündüğü yardımcı parça ne amaçla kullanılabilir?
2. Aynı parçanın her defasında yeniden ölçülüp markalanması yerine böyle bir yardımcı parçanın kullanılması üretimi nasıl etkileyebilir?
3. Bu yardımcı parçanın hazırlanması ve kullanılması sırasında iş sağlığı ve güvenliği açısından hangi önlemlerin alınması gerektiğini düşünüyorsunuz?

## KONUYA BAŞLARKEN

Gemi ve yat inşa sektöründe üretim işlemlerinin doğru, hızlı ve güvenli şekilde gerçekleştirilebilmesi için şablon ve model uygulamaları önemli bir yere sahiptir. Özellikle aynı parçaların tekrar üretildiği çalışmalarda ölçü doğruluğunu sağlamak, malzeme kaybını azaltmak ve üretim sürecini kolaylaştırmak amacıyla şablonlardan yararlanılır. Şablonlarla ölçme, markalama, kesme ve kontrol işlemleri daha düzenli yapılabilirken model imalatı çalışmaları da gerçeğe uygun şekilde hazırlanabilmektedir. Günümüzde şablon ve model uygulamaları; gemi yapımı, ahşap yat yapımı, otomotiv, mobilya ve metal üretimi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

## 9.1. ŞABLON ÇIKARMA

Gemi ve yat inşa alanında, üretim işlemlerinin daha düzenli, hızlı ve aynı ölçülerde yapılabilmesi amacıyla şablonlardan yararlanılır. **Şablon;** ölçme, kontrol etme, işaretleme, yönlendirme gibi işlemlerde kullanılan yardımcı araçtır. Şablonların yapısı ve biçimi, kullanılacağı işe göre farklılık gösterir. Bazı şablonlar el işçiliğiyle hazırlanırken bazıları ise bilgisayar destekli çizim programları kullanılarak lazer kesim ve CNC plazma tezgâhlarında üretilir. Kullanım amacına göre farklı şekil ve yapılarda hazırlanabilir. Şablonların hafif, kolay taşınabilir, dayanıklı ve ekonomik olması tercih edilir.

Şablon kullanımı üretim sürecinde birçok kolaylık sağlar. Özellikle aynı parçaların tekrar üretildiği işlemlerde ölçü doğruluğunu artırır ve çalışma süresini kısaltır. Ayrıca iş gücünü azaltarak üretimin daha verimli yapılmasına katkı sağlar.

### BİLGİ KUTUSU

**CNC**

**(Computer Numerical Control-Bilgisayarlı Sayısal Kontrol)**

Metal, plastik, ahşap vb. malzemeleri önceden programlanmış bilgisayar yazılımlarıyla (G-kodu) yüksek hassasiyette otomatik olarak işleyen üretim makineleridir.

Şablon kullanımının sağladığı başlıca avantajlar şunlardır:

- İş gücü ihtiyacını azaltır.
- Malzeme kaybını ve fireyi düşürür.
- İş güvenliğinin artırılmasına katkı sağlar.
- Seri üretimi kolaylaştırır.
- Üretim maliyetlerini azaltır.
- Aynı ölçü ve özelliklerde ürün elde edilmesini sağlar.

Şablonlar kullanım alanına göre ahşap, kontrplak, plastik, ince sac veya sert metal gibi farklı malzemelerden hazırlanabilir. Şablon kullanılması zamandan tasarruf sağlanmasına, malzeme firesinin azaltılmasına ve iş güvenliğinin artırılmasına katkı sağlar. Bu nedenle hazırlanan şablonların dayanıklı, düzgün yüzeyli ve şekil değiştirmeye karşı dirençli olması gerekir.

## 9.1.1. Metal Malzemelerden Şablon Çıkarma

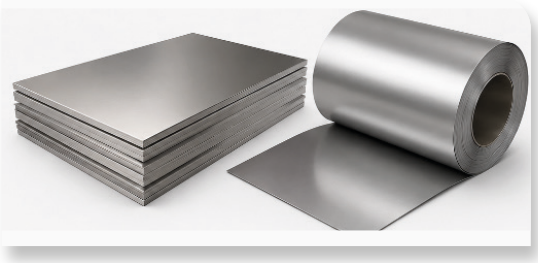
İş resminde verilen ölçü ve şekillerin iş parçasına doğru şekilde aktarılabilmesi için metal malzemeler üzerinde şablon çıkarma işlemleri yapılır. Bu işlemlerde uygun ölçme, markalama ve kesme araçları kullanılarak parçanın sınırları belirlenir ve parça üretime hazır hâle getirilir.

### 9.1.1.1. Metal Malzemelerden Şablon Çıkarmada Kullanılan Araçlar

Metal malzemelerden şablon çıkarma işlemlerinde çeşitli ölçme, markalama ve kesme araçlarından yararlanılır. Kullanılan araçlar yapılacak şablonun ölçüsüne, şekline ve kullanılacak malzemenin özelliklerine göre değişiklik gösterebilir.

#### Metal (İnce Levha) Malzeme

Metal malzemelerden şablon hazırlanırken genellikle ince sac levhalar ve paslanmaz çelik malzemeler tercih edilir. Bu malzemeler dayanıklı olmaları, kolay şekil verilebilmeleri ve uzun süre kullanılabilmeleri nedeniyle yaygın olarak kullanılır. Metal levhalar piyasada farklı kalınlık ve ölçülerde üretilir. Genellikle rulo hâlinde veya belirli ebatlarda satışa sunulur (Görsel 9.1).

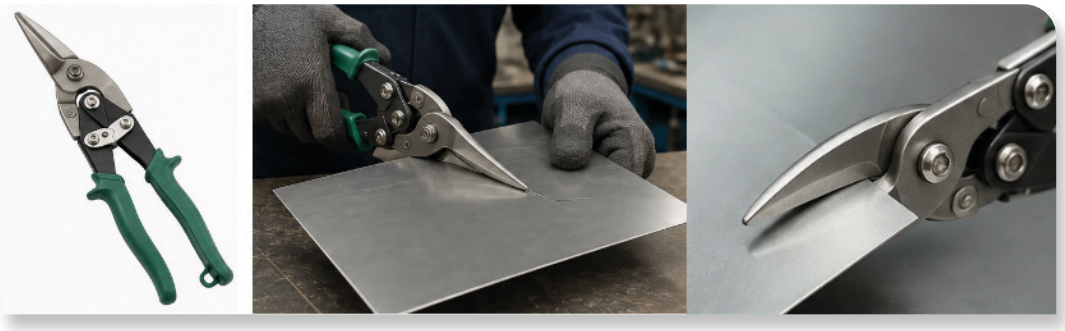


**Görsel 9.1:** Metal ince levha ve rulo malzeme

#### Sac Makasları

İnce sac malzemelerin kesilmesinde kullanılan el aletleridir. Sac makasları genellikle 1 mm kalınlığa kadar olan ince sac malzemelerin kesiminde kullanılır (Görsel 9.2).

Kesim işlemi sırasında sac makası kontrollü şekilde kullanılmalı ve malzemeye gereğinden fazla kuvvet uygulanmamalıdır. Aşırı zorlanma hem kesim kalitesini düşürür hem de sac makasının zarar görmesine neden olabilir. Ayrıca kesilen sac yüzeylerde oluşabilecek keskin kenarlara karşı dikkatli çalışılmalıdır.



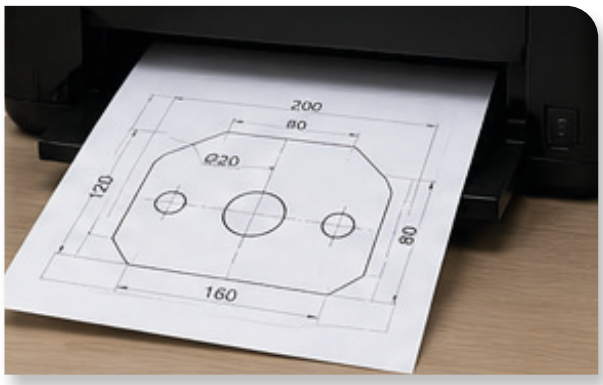
**Görsel 9.2:** Sac makası ve kesme işlemi

### 9.1.1.2. Metal Malzemelerden Şablon Hazırlama

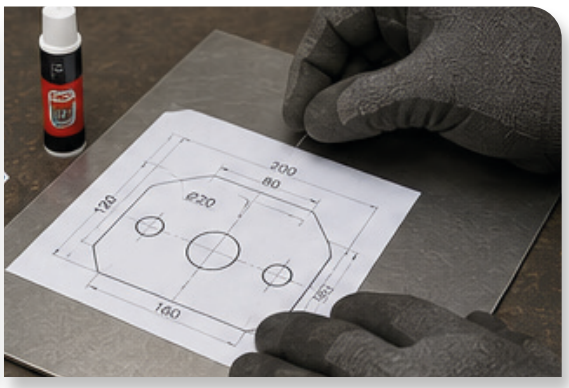
Metal malzemelerden şablon hazırlama işlemine başlamadan önce iş resmi dikkatlice incelenmeli ve işlem sırasında uygulanacak çalışma basamakları planlanmalıdır. Ölçülerin doğru değerlendirilmesi ve işlem sırasının belirlenmesi, hazırlanacak şablonun hatasız olması açısından önemlidir.

**a)** Metal şablon hazırlanırken ilk olarak iş resminin çıktısı alınır (Görsel 9.3). Daha sonra kesim yapılacak bölgelerin belirlenebilmesi için iş resmindeki şekil ve ölçüler malzemenin üzerine aktarılır ve sınırlar oluşturulur.

**b)** Hazırlanan iş resmi, şablon yapımında kullanılacak paslanmaz sac veya uygun görülen başka bir malzeme üzerine gerekli ölçülerde kesilerek yapıştırılır (Görsel 9.4). Kullanılacak malzemenin türü ve ölçüleri; şablonun kullanım alanına, dayanım ihtiyacına ve yapılacak işe göre belirlenir.




**Görsel 9.3:** İş resmi




**Görsel 9.4:** İş resminin kesilerek yapıştırılması

**c)** Şablon, sac makası yardımıyla dikkatli şekilde kesilir. Kesim işlemi tamamlandıktan sonra çizim dışında kalan pürüzlü yüzeyler eğe kullanılarak düzeltilir ve düzgün hâle getirilir (Görsel 9.5).



**Görsel 9.5:** Şablon parçasının kesilip hazır hâle getirilmesi

Hazırlanan şablonlar; seri üretim işlemlerinde ölçü kontrolü, hiza alma, düzeltme, kopyalama gibi uygulamalarda kullanılabilir. Metal malzemelerden üretilen şablonlar, özellikle üretim tesislerinin kalite kontrol bölümlerinde mastar olarak değerlendirilir. Üretilen parçaların istenen ölçü ve özelliklerde olup olmadığı kalite kontrol görevlileri tarafından bu mastarlar yardımıyla belirli aralıklarla kontrol edilir.

### 9.1.1.3. Şablon İmalatında Kullanılacak Malzemelerin Maliyetinin Önemi

Üretim sürecinde hem ekonomik hem de verimli çalışmak önemlidir. Şablon hazırlanırken kullanılacak malzemenin kullanım amacı, dayanıklılığı, tekrar kullanılabilirliği ve maliyeti birlikte değerlendirilmelidir. Gereğinden pahalı bir malzeme kullanılması üretim maliyetini artırırken çok dayanıksız bir malzeme seçilmesi ise şablonun kısa sürede bozulmasına ve yeniden üretim yapılmasına neden olabilir.

Maliyet dikkate alınarak doğru malzeme seçimi yapılmasının avantajları şunlardır:

- Gereksiz malzeme kullanımını önler.
- Üretim maliyetlerini azaltır.
- Malzeme israfını ve fireyi düşürür.
- İşe en uygun ve ekonomik malzemenin seçilmesini sağlar.
- Seri üretimde zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.
- Kaynakların verimli kullanılmasına katkı sağlar.
- Gerçek üretim ortamındaki planlama ve bütçe anlayışını geliştirir.

Örneğin kısa süreli ve tek kullanımlık uygulamalarda karton veya mukavva yeterli olabilirken uzun süre kullanılacak şablonlarda metal sac veya kontrplak tercih edilmesi daha uygun olur. Bu nedenle amaç, işe uygun olan en ekonomik ve dayanıklı malzemeyi seçebilmektir.

## SIRA SİZDE

**Bir atölyede yıldız modeli üretimi yapılacaktır. Üretimde kullanılacak şablonun uzun süre kullanılabilmesi, ölçü doğruluğunu koruması ve ekonomik olması istenmektedir.**

**Buna göre aşağıda verilen ahşap malzemeleri inceleyerek en uygun şablon malzemesini seçiniz. Yaptığınız seçimlere ilişkin numaralandırılmış boşlukları doldurunuz.**

**MALZEME KARŞILAŞTIRMA TABLOSU**

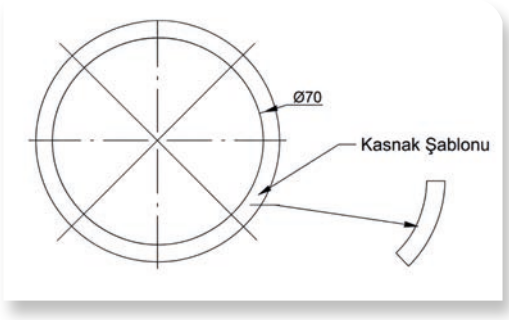
| MALZEME | YAKLAŞIK MALİYET | DAYANIKLILIK | TEKRAR KULLANIM | İŞLENEBİLİRLİK |
|---|---|---|---|---|
| KARTON | DÜŞÜK | ★ | Az | Çok kolay |
| MUKAVVA | ÇOK ORTA | ★ ★ | Orta | Kolay |
| KONTRPLAK | ORTA | ★ ★ ★ | Yüksek | Orta |
| GALVANİZ SAC | YÜKSEK | ★ ★ ★ ★ ★ | Çok yüksek | Zor |
| ALÜMİNYUM SAC | YÜKSEK | ★ ★ ★ ★ | Çok yüksek | Orta |

1. **Seçtiğim malzeme: .....**
2. **Seçim nedenim: .....**
3. **Kısa süreli kullanım için uygun malzeme: .....**
4. **Seri üretim için uygun malzeme: .....**
5. **En ekonomik malzeme: .....**
6. **En uzun ömürlü malzeme: .....**

## 9.1.2. Ahşap Malzemelerden Şablon Çıkarma

**Şablon imalatı;** ahşap tekne ve yat yapımında kullanılacak parçaların gerçek ölçülerine uygun olarak hazırlanması işlemidir. Şablonlar; üretilecek parçaların şekil, ölçü ve eğrilerini doğru şekilde aktarmak amacıyla hazırlanır. Böylece her parçanın aynı ölçülerde üretilmesi sağlanır, ölçü hataları en aza indirilir ve üretim süreci hızlanır.

Şablonlar genellikle kontrplak, MDF, suntalam veya ince ahşap levhalardan hazırlanır. Öncelikle teknik resim veya tam boy resim üzerinden parçanın ölçüleri şablon malzemesine aktarılır (Görsel 9.6 ve 9.7).

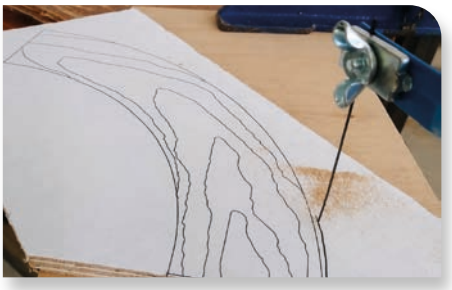



**Görsel 9.6:** İstenen şablon örneği



**Görsel 9.7:** İstenen şablon örneğinin çizimi

Çizilen şablon, yapıştırma veya çizim yöntemiyle şablon olarak çıkarılacak parçanın üzerine aktarılır. Aktarılan şablon çizimi kıl testeresi, dekubaj testeresi veya şerit testere makinesiyle kesilir. İstenen şekilde bozukluk olmaması için kesim istenen şekil dışından yapılır ve gerçek ölçüsüne zımpara veya törpüyle getirilir (Görsel 9.8).

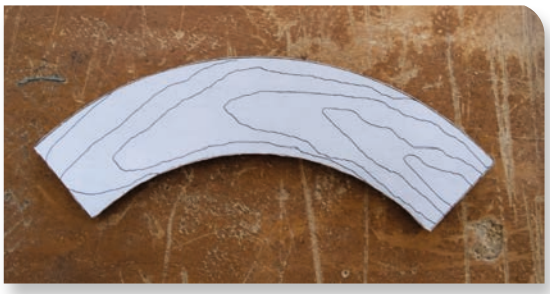


**Görsel 9.8:** Şablonun kıl testeresiyle kesimi

Kesimi yapılan şablon, zımpara veya törpü vb. araçlarla temizlenip markalama çizgisine getirilerek kullanıma hazır hâle getirilir (Görsel 9.9 ve 9.10).



**Görsel 9.9:** İstenen şablon örneği



**Görsel 9.10:** İstenen şablon örneğinin çizimi

Hazırlanan şablonlar, üretilecek ahşap parçaların üzerine yerleştirilerek markalama yapılır ve aynı formda çok sayıda parçanın kolayca üretilmesine imkân sağlar.

Ahşap tekne yapımında postalar, omurga elemanları, baş ve kıç bodoslamalar, güverte elemanları ve çeşitli bağlantı parçalarının üretiminde şablonlardan yaygın olarak yararlanılır. Özellikle birbirinin aynı olması gereken simetrik ve eğrisel parçalarda şablon kullanımı önemlidir (Görsel 9.11).



**Görsel 9.11:** Tekne ve yat imalatında kullanılan şablon örnekleri

Şablon imalatının amaçları şunlardır:

- Parçaların doğru ölçülerde üretilmesini sağlamak
- Seri üretimde ölçü birliğini oluşturmak
- İşaretleme işlemlerini hızlandırmak
- Malzeme israfını azaltmak
- Kesim ve montaj hatalarını en aza indirmek
- Eğrisel parçaların doğru formda üretilmesini sağlamak

Şablon imalatında kullanılan malzemeler şunlardır:

- Mdf
- Kontrplak
- Suntalam
- İnce Masif Ahşap Levhalar
- Pleksi (Özel Uygulamalarda)

Şablon imalatında kullanılan araç gereç şunlardır:

- Çelik Cetvel
- Gönye
- Pergel
- Eğri Cetvel
- Kurşun Kalem
- Dekupaj Testere
- Şerit Testere
- Zımpara
- Freze (Gerektiğinde)
- Cnc Tezgâhı (Endüstriyel Üretimde)

Şablon imalatı yapılırken uygulanması gereken işlem basamakları şunlardır:

**a)** Teknik resim veya tam boy resim incelenir.

**b)** Ölçüler şablon malzemesine aktarılır.

**c)** Kesim çizgileri kontrol edilir.

**ç)** Şablon uygun makine ile kesilir.

**d)** Kenarlar zımparalanarak düzeltilir.

**e)** Ölçü kontrolü yapılır.

**f)** Şablon numaralandırılır ve kullanıma hazır hâle getirilir.

**KARAR ANI**

Şablon veya model hazırlamaya başlamadan önce üretilecek parçanın ölçülerini, kullanım amacını ve üretim miktarını değerlendirerek uygun şablon veya model türünü seçmek için karar vermelisiniz.

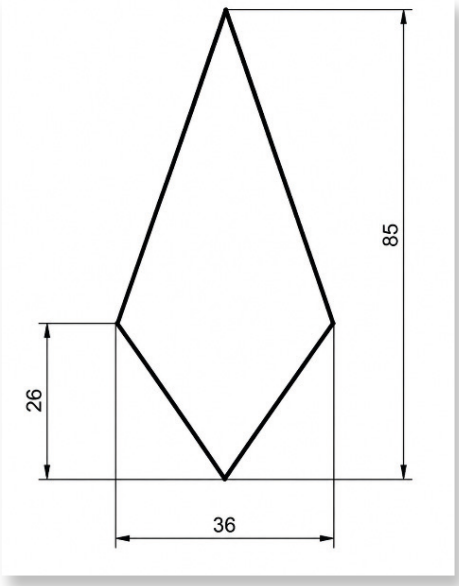
**! Unutmayın:** Doğru hazırlanan bir şablon veya model, ölçü hatalarını azaltır, üretimi hızlandırır ve parçaların birbirine uygun üretilmesini sağlar.

## 9.1. UYGULAMA

| | |
|---|---|
| **Konu** | **Metal Yıldız Kolu Şablonu Yapımı** |
| **Amaç** | Teknik resme uygun ölçülerde yıldız kolu şablonu hazırlamak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | karton, sac malzeme, sac makası - kollu makas, çelik cetvel, markalama kalemi, mengene, eğe, taşlama makinesi |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. İş resmini inceleyerek yıldız koluna ait ölçüleri kontrol ediniz (Görsel 9.12).
4. Teknik resimde verilen ölçüleri kartonun üzerine aktarınız.
5. Karton şablonu makas yardımıyla dikkatli şekilde kesiniz.
6. Hazırlanan karton şablonun ölçü ve simetri kontrolünü yapınız.
7. Kontrol edilen karton şablonu sac malzemenin üzerine yerleştiriniz.
8. Karton şablonun dış sınırlarını markalama kalemi veya çizici yardımıyla sacın yüzeyine aktarınız.
9. Sacın üzerine aktarılan şablon çizgilerini metal sac makasıyla dikkatli şekilde kesiniz.
10. Kesim sonrası oluşan çapakları eğe veya taşlamayla temizleyiniz.
11. Hazırlanan sac şablonu ölçü ve kenar kontrollerini yaparak kullanıma hazır hâle getiriniz.
12. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
13. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 9.12:** Yıldız kolu

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

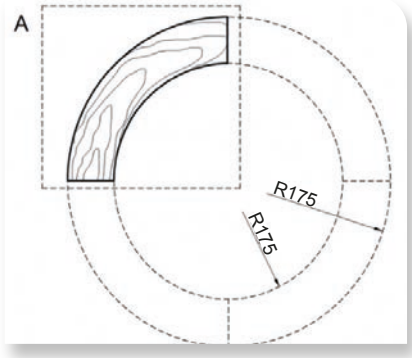
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 9.2. UYGULAMA

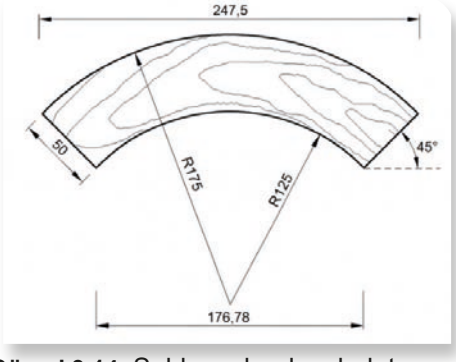
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Şablon İmalatı** |
| **Amaç** | Ahşap malzemelerden teknik resme uygun ölçülerde dümen simidi şablon imalatı yapmak |
| **Süre** | 4 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | şablon çizimi için kâğıt, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, kurşun kalem, mastar, şablon için 10 mm kontrplak, pergel |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

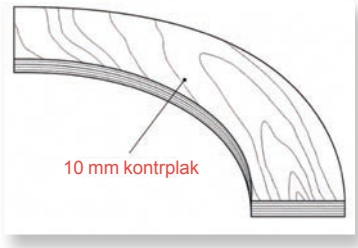
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Şablonun çizimini yapınız (Görsel 9.13).
4. Çizimden şablon için kullanılacak detayı çıkarınız (Görsel 9.14).
5. Çıkarılan detayı 10 mm kontrplak üzerine yapıştırınız.
6. Yapıştırılan şablon parçasının kesimini yapınız.
7. Kesilen şablon parçasını temizleyerek hazır hâle getiriniz (Görsel 9.15).
8. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz




**Görsel 9.13:** Dümen simidi şablon çizimi




**Görsel 9.14:** Şablon çıkarılacak detay çizim (A-DETAYI)




**Görsel 9.15:** İstenen şablon örneğinin çizimi

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 9.2. MODEL İMALATI

Gemi ve yat inşa sektörünün yanı sıra otomotiv, havacılık, mobilya vb. birçok üretim alanında kullanılan önemli uygulamalardan biridir. Üretim işlemlerinde modellerden yararlanılması hem zamandan tasarruf sağlar hem de üretim maliyetlerinin azaltılmasına katkı sunar. **Model,** yapılan modelleme çalışması sonucunda ortaya çıkan örnek ürünü ifade eder.

### 9.2.1. Metal Malzemelerde Model İmalatı

Metal malzemelerden model imalatı işlemleri, seri üretimin daha hızlı ve düzgün şekilde yapılabilmesi amacıyla gerçekleştirilir. Bu işlemlerde daha önceden hazırlanan şablonlardan yararlanılarak ölçü doğruluğu artırılır ve üretim hatalarının azaltılması sağlanır.

#### 9.2.1.1. Metal Malzemelerden Model İmalatı Yapımında Kullanılan Araçlar

Metal malzemelerden model imalatı çalışmalarında farklı ölçme, kesme, şekillendirme ve sabitleme araçları kullanılır. Bu araçlar ölçme, markalama, kesme, delme, düzeltme ve montaj işlemlerinin doğru şekilde yapılmasına yardımcı olur. Kullanılan başlıca araçlar şunlardır:

- biz
- çekiç
- çelik cetvel
- gönye
- işkence ve mandallar
- kollu makas
- kumpas
- küçük pense
- mengene
- metal el testeresi
- mini eğe takımı
- sütunlu matkap tezgâhı
- taşlama tezgâhı
- tornavida

#### 9.2.1.2. Metal Malzemelerden Model İmalatı Yapımı

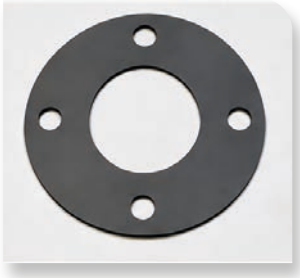
Otomasyon sistemlerinin kullanılmasının maliyeti artırdığı bazı üretimlerde, şablonlar yardımıyla model imalatı yapılmaktadır. Hazırlanan şablonlarla parçaların ölçüleri daha doğru şekilde belirlenebilir ve üretim işlemleri daha kolay gerçekleştirilebilir.

Özellikle flanş delik şablonları, henüz delinmemiş flanş parçalarında delik yerlerinin doğru belirlenmesini sağlar. Böylece delme işlemleri daha hızlı yapılır ve ölçü hatalarının oluşması büyük ölçüde önlenir.

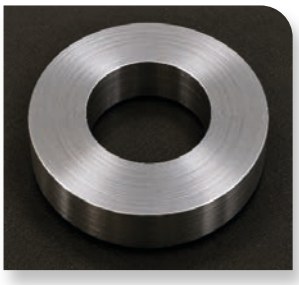
**a)** 1 veya 2 mm kalınlığındaki DKP sac malzemeden hazırlanmış olan flanş delik şablonu kullanılır (Görsel 9.16).

**b)** Delinmemiş veya delik çapı büyütülecek flanşın ayna yüzeyi temizlenir ve işlem için hazırlanır (Görsel 9.17).

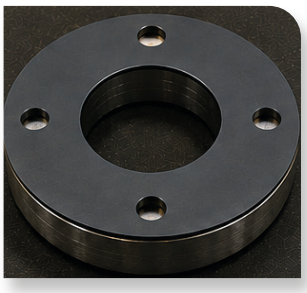
**c)** Hazırlanan şablon, flanşın üzerine dikkatlice yerleştirilir ve delik merkezleri hizalanır (Görsel 9.18).



**Görsel 9.16:** Delik şablonu



**Görsel 9.17:** İş parçasının hazırlanması



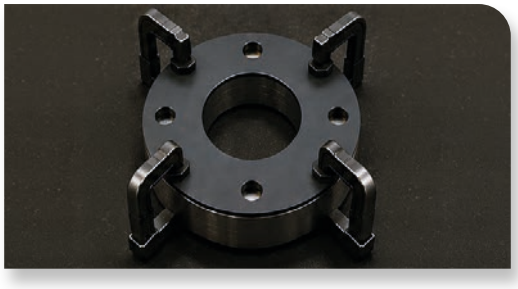
**Görsel 9.18:** Şablonun iş parçasına yerleştirilmesi

**ç)** Şablon; işkence, cıvata veya uygun bağlama elemanları kullanılarak flanşın üzerine sağlam şekilde sabitlenir (Görsel 9.19).

**d)** Şablondaki delik merkezleri, nokta zımba yardımıyla işaretlenir. Böylece matkap ucunun kayması önlenir (Görsel 9.20).

**e)** Matkap yardımıyla delme işlemi yapılır ve delikler istenen ölçülerde açılır (Görsel 9.21).

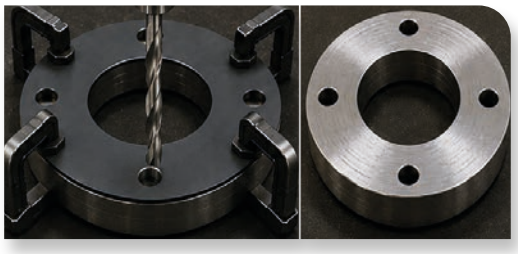
**f)** Delme işlemi tamamlandıktan sonra parçanın delik ölçüleri ve hizaları kontrol edilir.



**Görsel 9.19:** Şablonun iş parçasına sabitlenmesi



**Görsel 9.20:** Şablon delik merkezlerinin belirlenmesi



**Görsel 9.21:** İş parçasının delinmesi

### Model İmalatı İşlemlerinde Uyulması Gereken Kurallar

- Çalışma alanı, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun şekilde düzenlenmeli ve çalışma öncesinde gerekli güvenlik kontrolleri yapılmalıdır.
- Model imalatında kullanılacak malzemelerde kusur bulunmamasına dikkat edilmelidir.
- Kullanılacak tezgâhlar ve el aletleri çalışma öncesinde kontrol edilmeli, gerekli malzemeler tezgâhın üzerine düzenli ve güvenli şekilde yerleştirilmelidir.
- Kıl testere kullanılmadan önce testere laması doğru yönde takılmalı ve kesim işlemi sırasında kesme yönüne dikkat edilmelidir.
- Kesim, delme ve yüzey düzeltme işlemleri sırasında iş parçası uygun şekilde sabitlenmeli ve işlem kontrollü biçimde uygulanmalıdır.
- Çalışma sırasında dikkat dağıtacak davranışlardan kaçınılmalı, kullanılan araç ve makineler güvenli kullanım kurallarına uygun şekilde kullanılmalıdır.

## 9.2.2. Ahşap Malzemelerde Model İmalatı

Şablon kullanılarak üretilen modeller, ahşap tekne ve yat yapımında gerçek parçaların doğru ölçü ve formda hazırlanmasını sağlayan yardımcı elemanlardır. Bu modeller, teknenin başta gövde formunu oluşturacak parçaların ölçülerini ve eğriliklerini doğru şekilde elde etmek amacıyla kullanılır. Şablon kullanılarak hazırlanan modellerle tüm parçalar aynı ölçü ve şekilde üretilir. Böylece montaj sırasında uyumsuzluklar önlenir, üretim süresi kısalır ve malzeme kaybı azalır.

Öncelikle üretilen şablon kullanılarak istenen şekil, iş parçasının üzerine aktarılır. Bu aktarımsı yaparken şablonun kaymamasına ve markalamanın doğru yapılmasına dikkat edilmelidir (Görsel 9.22).

Şablondan şekil aktarıldıktan sonra iş parçası kesim için hazırlanır. Kesim için genellikle kıl testeresi, dekubaj makinesi veya şerit testere makinesi kullanılmaktadır.



**Görsel 9.22:** İstenen şeklin şablondan parçanın üzerine aktarımı

Kesim yaparken geri dönülmez hatalar yapmamak için şablondan aktarılan markalama çizgisinin dışından kesilmesine dikkat edilmelidir. Daha sonra zımpara veya törpü yardımıyla parça hem temizlenir hem de istenen ölçüye getirilmiş olur (Görsel 9.23).



**Görsel 9.23:** Markalanan modelin kıl testeresiyle kesimi

Yeterli sayıda model üretildikten sonra birleştirme işlemine geçilir. Oluşturulan modeller sırayla tutkallanır. Tutkalların biraz çekmesini bekledikten sonra yapıştırma işlemine geçilir (Görsel 9.24).

İş parçası sıkılırken katlar arasında modellerin birleştirme yerlerinin aynı yere gelmemesine dikkat edilmelidir. İşkencelerden iş parçasının zarar görmemesi için destek parçaları kullanılmalıdır. Sıkıştırma esnasında parçaların aynı hizada olmasına ve kayma yapmamasına dikkat edilmelidir (Görsel 9.25).



**Görsel 9.24:** Oluşturulan modellerin tutkallanması

Tutkal tam kuruduktan sonra işkenceler sökülür. Parçalar kontrol edilir ve rende, zımpara veya törpü vb. araçlarla parça tutkallardan temizlenir ve yüzey temizliği yapılır (Görsel 9.26).

Şablon ile üretilen başlıca modeller şunlardır:

**Posta Modelleri:** Teknenin enine kesit formunu oluşturmak amacıyla hazırlanır.

**Omurga Modeli:** Teknenin ana taşıyıcı elemanının formunu belirlemek için kullanılır.

**Baş Bodoslama Modeli:** Teknenin baş kısmındaki eğrisel yapının oluşturulmasını sağlar.

**Kıç Bodoslama Modeli:** Teknenin kıç bölümünün doğru formda hazırlanmasına yardımcı olur.

**Güverte Kirişi Modelleri:** Güverte eğimini ve kavisini oluşturmak amacıyla hazırlanır.

**Küpeşte Modelleri:** Küpeşte elemanlarının doğru eğrilikte üretilmesini sağlar.

**Lamine Parça Modelleri:** Eğrisel lamine parçaların kalıba uygun olarak hazırlanmasında kullanılır.

**Kamara ve İç Donanım Modelleri:** İç yapı elemanlarının doğru ölçülerde üretilmesini sağlar.



**Görsel 9.25:** Tutkallanan modellerin işkenceyle sıkılması

### Şablon ile Model Kullanmanın Avantajları

- Parçaların aynı ölçü ve şekilde üretilmesini sağlar.
- Eğrisel formların doğru oluşturulmasına yardımcı olur.
- Üretim hatalarını azaltır.
- Montaj işlemlerini kolaylaştırır.
- Seri üretimde zaman kazandırır.
- Malzeme israfını önler.
- Kalıp hazırlama sürecini hızlandırır.



**Görsel 9.26:** Tutkalı kuruyan modelin temizlenip son hâline getirilmesi

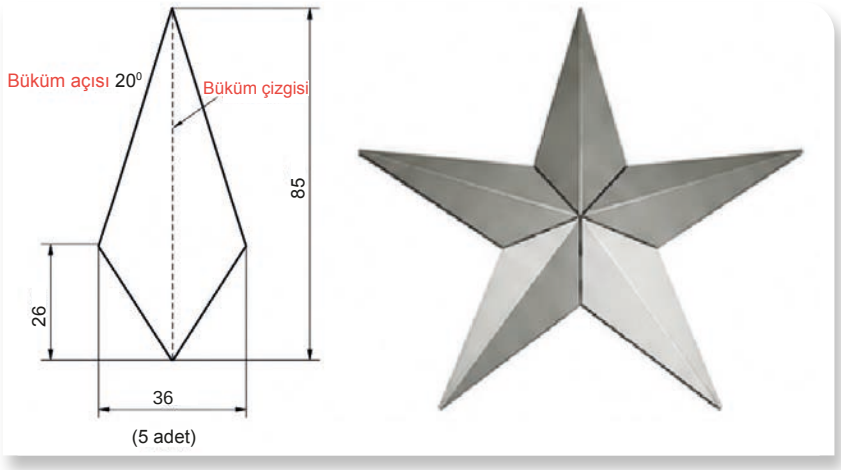
Şablon modeller, özellikle ahşap tekne ve yat yapımında gövde formunun doğru oluşturulması ve birbirinin aynı parçaların üretilmesi açısından önem taşımaktadır.

## 9.3. UYGULAMA

| Konu | Yıldız Modeli Yapımı |
|---|---|
| **Amaç** | Teknik resme uygun ölçülerde yıldız modeli hazırlamak |
| **Süre** | 10 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | sac malzeme, sac makası-kollu makas, çelik cetvel, markalama kalemi, mengene, eğe, taşlama makinesi, caka, kaynak makinesi, kaynak maskesi, elektrot, eldiven |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

1. Sınıf mevcudu durumuna göre beşer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
3. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
4. İş resmini inceleyerek yıldız koluna ait ölçüleri kontrol ediniz (Görsel 9.27).
5. Daha önceden hazırlanan metal yıldız kolu şablonunu sac malzemenin üzerine yerleştiriniz.
6. Parça sınırları ve büküm hattını sacın üzerine markalayınız.
7. Markalanan parçaları sac makasıyla kesiniz.
8. Kesilen parçaların çapaklarını temizleyiniz.
9. Parçaların orta ekseninden (büküm çizgisi) cakada 20° büküm yapınız.
10. Hazırlanan beş adet parçayı merkezi etrafında hizalayınız.
11. Parçaları uygun kaynak yöntemiyle birleştiriniz.
12. Oluşturulan yıldız modelinin son kontrolünü yapınız.
13. İş bitiminde kullanılan araç ve gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
14. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.




**Görsel 9.27:** Yıldız şablonu

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.
Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

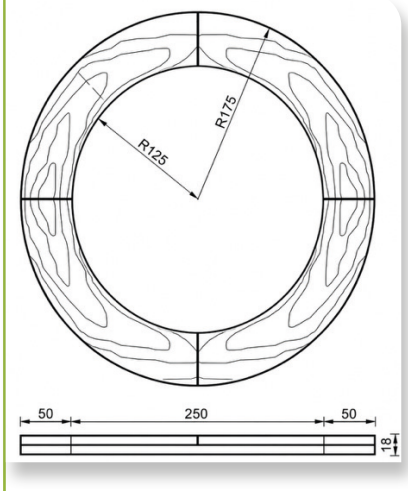
Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

## 9.4. UYGULAMA

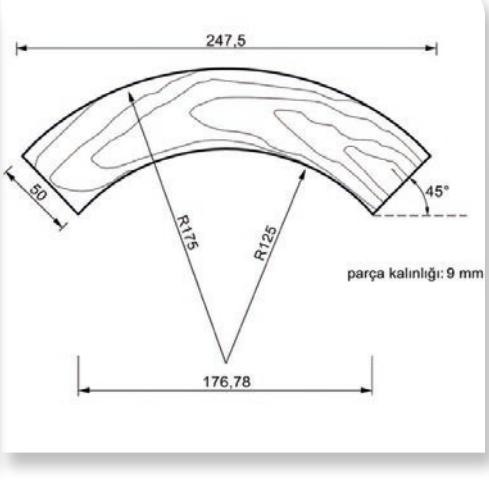
| | |
|---|---|
| **Konu** | **Ahşap Malzemelerde Model İmalatı** |
| **Amaç** | Teknik resme uygun ölçülerde ahşap malzemelerden dümen simidi modeli hazırlamak |
| **Süre** | 8 ders saati |
| **Kullanılacak Araç Gereç** | şablon çizimi için kâğıt, marangoz tezgâhı, şerit metre, gönye, rende, kurşun kalem, mastar, şablon için 10 mm kontrplak, pergel |
| **Görev** | Öğretmeninizin gözetiminde aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. |

**İşlem Basamakları**

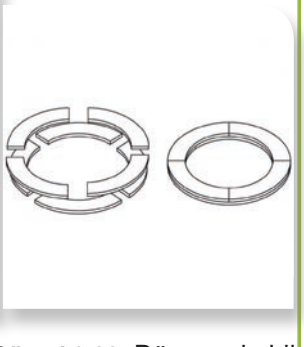
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Gerekli araç gereç seçimini yapınız.
3. Ham şekilde verilen iş parçasını şablonla markalayınız (Görsel 9.28).
4. Şablonla markalanan modelleri yeterli sayıda kesiniz (Görsel 9.29).
5. Tüm parçaları tutkallayıp yapıştırma işlemini işkence yardımıyla yapınız.
6. Yapıştırma esnasında katlar arasında parça birleşim yerlerinin aynı hizaya gelmemesine dikkat ediniz.
7. Tutkal tam kuruduktan sonra parçayı temizleyip hazır hâle getiriniz (Görsel 9.30).
8. Temrin çalışmasını verilen süre içinde bitirip teslim ediniz.
9. İş bitiminde kullanılan araç gereci takımhanedeki yerlerine koyunuz.
10. Çalışma ortamınızı ve talaş tozlarını temizleyiniz.




**Görsel 9.28:** Temrin parçalarının ölçüleri




**Görsel 9.29:** Şablon ile oluşturulmuş model



**Görsel 9.30:** Dümen simidi parçası

**Değerlendirme:** Çalışmanız karekodda verilen derecelendirme ölçeği kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız.

Dijital yayınlara karekodun üstüne tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Derecelendirme ölçeğine ulaşmak için karekodu okutunuz.

# 9. ÖĞRENME BİRİMİ ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde şablon ve model imalatında kullanılan araç gereç ve malzemeler verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız (Aynı kutucuk numarasını birden fazla cevap için kullanabilirsiniz.).**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sac makas (a) | Kıl testere (b) | Mengene (c) | Gönye (ç) |
| Sac levha (d) | Çelik cetvel (e) | Kontrplak (f) | Zımpara (g) |

**1. Kesme işlemlerinde kullanılan araç gereç hangileridir?**

……

**2. Şablon yapımında kullanılan malzemeler hangileridir?**

……

**3. Ahşap ve kontrplak malzemelerin kesiminde kullanılan araç gereç hangisidir?**

……

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.**

**4. Aşağıdakilerden hangisi şablon kullanımının üretim sürecine sağladığı avantajlardan biridir?**

A) İş gücü ihtiyacını artırması
B) Parça kalınlığını artırması
C) Üretim maliyetlerini azaltması
D) Üretim süresini uzatması
E) Malzeme firesini artırması

**5. Metal şablon hazırlanırken iş resmindeki ölçü ve şekillerin malzeme üzerine aktarılmasının temel amacı nedir?**

A) Sac kalınlığını artırmak
B) Kesim yapılacak bölgeleri belirlemek
C) Malzemeyi boyamak
D) Kaynak işlemini kolaylaştırmak
E) Yüzey parlaklığını artırmak

**6. Kesim işleminden sonra şablon yüzeyindeki pürüzlerin giderilmesi için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?**

A) Eğe
B) Matkap
C) Mengene
D) Pense
E) Tornavida

**7. Model imalatında kullanılan şablonların en önemli faydası aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Ölçü doğruluğunu azaltmak
B) Üretim hatalarını azaltmak
C) Kesim işlemini zorlaştırmak
D) İş güvenliğini azaltmak
E) Maliyeti artırmak

**8. Bir öğrenci, model imalatında parçaları teknik resme göre hazırlamış ancak montaj sırasında parçaların birbirine tam oturmadığını fark etmiştir. Bu durumun oluşmasını önlemek için aşağıdaki uygulamalardan hangisinin yapılması en uygundur??**

A) Parçaları montaj sırasında zorlayarak birleştirmek
B) Parçaları yeniden markalamadan kesmek
C) Yapıştırıcı miktarını artırmak
D) Kesim işleminden sonra ölçü kontrolü ve yüzey düzeltme yapmak
E) Modeli daha kalın malzemeden üretmek

## KAYNAKÇA

Askeland, D. R. (2001). Malzeme bilimi ve mühendislik malzemeleri. (M. Erdoğan, Çev.; 3. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Bozkurt, A. Y., & Erdin, N. (1997). Ağaç teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Desch, H. E., & Dinwoodie, J. M. (1996). Timber: Its structure and properties. CRC Press.

Efe, H., ve diğerleri. (t.y.). Ahşap boy birleştirmelerde farklı bağlantı tekniklerinin karşılaştırılması.

Ekinci, A. (2011). Ağaç İşleri Temel İşlemleri. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Forest Products Laboratory. (2010). Wood handbook: Wood as an engineering material. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Forest Products Laboratory. (2010). Wood handbook: Wood as an engineering material. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Groover, M. P. (2012). Modern imalatın prensipleri (M. Yurdakul & Y. T. İç, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Hoadley, R. B. (2000). Understanding wood: A craftsman's guide to wood technology (2nd ed.). Newtown, CT: Taunton Press.

Kurtoğlu, A., Kahveci, M., & Dilik, T. (t.y.). Ahşap mobilya ve yapı elemanı üretiminde kullanılan birleştirme şekilleri.

Kurtoğlu, A., Kahveci, M., & Dilik, T. (t.y.). Ahşap Mobilya ve Yapı Elemanı Üretiminde Kullanılan Birleştirme Şekilleri.

Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2026). Gemi yapımı alanı gemi temel işlemleri dersi bilgi formu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ortak metni. Millî Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2026). Gemi Yapımı alanı çerçeve öğretim programı. Millî Eğitim Bakanlığı.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM). (2020). Türkiye orman varlığı raporu. OGM Yayınları.

Özsoysal, R., & Ünsan, Y. (2005). Gemi inşaatı sektöründe çelik kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi.

The Gougeon Brothers. (2005). The Gougeon Brothers on boat construction (6th ed.). Bay City, MI: Gougeon Brothers, Inc.

Türk Dil Kurumu. (2019). Türkçe sözlük. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları.

Türk Dil Kurumu. (2023). Yazım kılavuzu (28. baskı). Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları.

Türk Standartları Enstitüsü. (t.y.). TS ISO Ahşap işleme ve mobilya teknolojisi eğitim materyalleri. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

United States Department of Agriculture, Forest Service. (2010). Wood handbook: Wood as an engineering material (General Technical Report FPL-GTR-190). Madison, WI: Forest Products Laboratory.

Wagenführ, R. (2007). Wood atlas. Hanser Publishers.

## CEVAP ANAHTARLARI KAREKODU



Cevap anahtarlarına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

## GENEL AĞ, GÖRSEL KAYNAKÇASI VE E-İÇERİK KAREKODU



Kitabın görsel kaynakçası, genel ağ kaynakçası ve e-içerik kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.


ROMANYA
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
HAZAR DENİZİ
BULGARİSTAN
KARADENİZ
GÜRCİSTAN
YUNANİSTAN
MARMARA DENİZİ
EGE DENİZİ
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
SURİYE
IRAK
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
AKDENİZ
LİBYA
MISIR
LÜBNAN
İSRAİL
FİLİSTİN
Bükreş
Sofya
Atina
Tiflis
Erivan
Bağdat
Şam
Beyrut
Lefkoşa
Tel Aviv
Sinop
Samsun
Ankara
İstanbul
İzmir
Antalya
Adana
Trabzon
Erzurum
Van
Diyarbakır
Gaziantep
Konya
Eskişehir
Kayseri
Sivas
Malatya
Elazığ
Mersin
Hatay
Kahramanmaraş
Şanlıurfa
Mardin
Batman
Siirt
Hakkâri
Şırnak
Bitlis
Muş
Bingöl
Tunceli
Erzincan
Ağrı
Iğdır
Kars
Ardahan
Artvin
Rize
Giresun
Ordu
Amasya
Tokat
Çorum
Yozgat
Kırşehir
Nevşehir
Aksaray
Niğde
Karaman
Osmaniye
Kilis
Çankırı
Karabük
Bartın
Zonguldak
Kastamonu
Düzce
Bolu
Sakarya
Kocaeli
Yalova
Bursa
Çanakkale
Gökçeada
Balıkesir
Kütahya
Afyonkarahisar
Uşak
Manisa
Aydın
Denizli
Muğla
Burdur
Isparta
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
Ahora Ö.C.
Nahçıvan Ö.C. (Azerbaycan)
Van Gölü
Tuz Gölü
Urumiye Gölü
Tuna N.
Kura N.
Aras N.
Fırat N.
Dicle N.
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Çoruh N.
Meriç N.
Büyük Menderes N.
Küçük Menderes N.
Gediz N.
Seyhan N.
Ceyhan N.
Göksu N.
Nil N.
Süveyş K.
BAŞKENT
İL MERKEZİ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
Ankara
Elazığ
0 50 100 200 300 400
Km
TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI


TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1,000 1,500 2,000 Km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İS
KARADAĞ KD
KOSOVA KS
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SR
RUSYA FEDERASYONU
KAZAKİSTAN
TÜRKİYE
İRAN
AFGANİSTAN
PAKİSTAN
HİNDİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
MOĞOLİSTAN
SAHA (YAKUT) C.
TUVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
UKRAYNA
BELARUS
POLONYA
ALMANYA
FRANSA
İSPANYA
İTALYA
ÖZBEKİSTAN
TÜRKMENISTAN
KIRGIZISTAN
TACİKİSTAN
AZERBAYCAN
GÜRCİSTAN
SURİYE
IRAK
SUUDİ ARABİSTAN
YEMEN
UMMAN
BANGLADEŞ
Norveç Denizi
Barents Denizi
Kara Denizi
Beyaz Deniz
Baltık D.
Kuzey Denizi
Akdeniz
Karadeniz
Hazar Denizi
Aral G.
Ohotsk Denizi
Bering Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi
Kızıldeniz
Moskova
Astana
Taşkent
Bişkek
Aşkabat
Duşanbe
Kabil
Tahran
Bakü
Ankara
Pekin
Yeni Delhi
Islamabad
Riyad
Bağdat
Kahire
Trablus
Tunus
Cezayir
Rabat
Fas
Libya
Nijer
Çad
Sudan
Misir
Filistin
Ürdün
Lübnan
Suriye
Katar
Kuveyt
Birleşik Arap Emirlikleri
Muskat
Sana
Doha
Abu Dabi
Lefkoşa
Atina
Sofya
Bükreş
Budapeşte
Varşova
Kiev
Minsk
Helsinki
Stockholm
Oslo
Kopenhag
Berlin
Paris
Brüksel
Amsterdam
Londra
Madrid
Lizbon
Cebelitarık B.
Tiren Denizi
Adriyatik Denizi
Marmara D.
Ege D.
Dicle N.
Fırat N.
Nil N.
Ganj N.
Lena N.
Yenisey N.
Ob N.
Irtış N.
Ural N.
Volga N.
Don N.
Dinyeper N.
Vistül N.
Tuna N.
Ren N.
Sen N.
Pasvik N.
Ladoga G.
Onega G.
Peipus N.
Balhaş G.
Baykal G.
Hubsugul G.
Torneträsk
İZLANDA
İRLANDA
BİRLEŞİK KRALLIK
HOLLANDA
DANİMARKA
NORVEÇ
İSVEÇ
FİNLANDİYA
ESTONYA
LETONYA
LİTVANYA
BELÇİKA
LÜKSEMBURG
İSVİÇRE
AVUSTURYA
MACARİSTAN
SLOVAKYA
ÇEKYA
SLOVENYA
HIRVATİSTAN
BOSNA-HERSEK
SIRBİSTAN
KOSOVA
ARNAVUTLUK
KUZEY MAKEDONYA
BULGARİSTAN
ROMANYA
MOLDOVA
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
KARADAĞ
30° 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120° 130° 140° 150° 160° 170° 180°
40° 30° 20° 10°
50° 40° 30° 20° 10°
30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120°

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR