T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

GEMİ YAPIMI

MALZEMELERE FORM VERME

521MMI522

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. METAL MALZEMELERE FORM VERMEK 3
1.1. El ile Eğme-Bükme Yapmak 3
1.1.1. Eğme-Bükmenin Tanımı 3
1.1.2. Eğme-Bükmenin Gereği ve Önemi 4
1.1.3. Eğme-Bükme Bölgesindeki Kristal Değişimlerin ve Tarafsız (Nötr) Eksenin Tanımı 4
1.1.4. Eğme Bükmede Açınım Boyu Hesabı 5
1.1.5. El ile Eğme-Bükme Yöntemleri 8
1.2. Makinede Bükme Yapmak 13
1.2.1. Cakada Eğme Bükme Yöntemleri 13
1.2.2. Silindirde Eğme Bükme Yöntemleri 17
UYGULAMA FAALİYETİ 19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 32
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 35
2. AHŞAP MALZEMELERE FORM VERMEK 35
2.1. Masif Malzemeye Form Verme 36
2.1.1. Malzemeleri Ölçüsünde Kesmek 36
2.1.2. Malzemelere El Aletleriyle İstenilen Formu Vermek 38
2.1.3. Malzemelere Buharla İstenilen Formu Verme 54
2.2. Lamine Malzemeye Form Vermek 63
2.2.1. Malzemeyi Ölçüsünde Kesmek 63
2.2.2. Malzemeye Kalıpla İstenilen Formun Verilmesi 68
UYGULAMA FAALİYETİ 73
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 82
MODÜL DEĞERLENDİRME 85
CEVAP ANAHTARLARI 86
KAYNAKÇA 87

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI522**
ALAN	**Gemi Yapımı**
DAL/MESLEK	**Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Malzemelere Form Verme**
MODÜLÜN TANIMI	Malzemelere el aletleri veya makinelerle form kazandırabilmesi ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Markalama, Ölçme-Kontrol, Kesme ve Eğeleme modüllerini almış olmak
YETERLİK	Gemi yapımında kullanılan malzemelerin eğme bükme işlemlerini yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında el ve makine yardımı ile eğme ve bükme yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Metal iş parçasını mengeneye uygun büküm noktalarından bağlayıp çekiçle ya da kol kuvveti ile kuvvet uygulayarak bükebileceksiniz. **2.** Ahşap malzemeleri ölçülerinde keserek bu malzemelere istenilen formu verebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam**: Metal ve ahşap atölyeleri **Donatım:** Mengene, çekiç, markalama takımları, bükülecek gereç, metal kalıplar, işkenceler, kesici kalemler, nişangeç, gönye, zımba
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gemin yapım sektöründe üretim için gerekli malzeme temin edebilmek ve bu malzemeleri gerektiği gibi işlemek temel üretim aşamalarındandır. İmalat için belirleyeceğiniz malzemenin cinsi, yapacağınız gemi inşası türüne göre değişebilir. Bu malzeme metal veya ahşap olabilir.

Metal ve ahşap malzemeleri işleyebilmek, malzemelere istenilen şekli verebilmek için büyük emek vermek gerekebilir. Hangi malzemeye nasıl form verileceğini bilmiyorsanız istediğiniz sonuçları elde edemezsiniz.

Malzemelere form verme çalışmalarında çeşitli el takımlarından ve makinelerden faydalanılmaktadır. Bu aletlerin kullanım tekniklerini bilmeniz, yapacağınız işlemlerde size pratiklik ve kolaylık sağlayacaktır. İmalat sırasında istediğiniz sonuca eksiksiz ulaşabilmeniz için belli işlem sıralarını takip etmeniz gerekmektedir. Çalışmalarınızda imalat resmine uygun hareket ederseniz, kullanılması gereken yöntem ve teknikleri uygularsanız istediğiniz malzemeye istediğiniz formu verebilirsiniz.

Bu modülde yapacağınız öğrenme ve uygulama faaliyetleri size, özellikle metal ve ahşap malzemelere eğme-bükme ve çeşitli uygulamaları yaparak form verme konusunda bilgi ve beceri kazandıracaktır
.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Metal iş parçasını mengeneye uygun büküm noktalardan bağlayıp çekiçle ya da kol kuvveti ile kuvvet uygulayarak bükebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yaşadığınız ortamlarda, eğme bükme işlemi ile imal edilmiş cisimleri araştırınız.
- Eğme bükme konusunda faaliyet gösteren işletmeleri araştırınız.
- Çekiç ile mengenede, eğme-bükme işlemi yapılarak üretilmiş iş parçasının, yüzey düzgünlüğünü, makinelerde yapılmış iş parçası ile karşılaştırınız.
- Caka tezgâhı ile üretim yapan işletmelerin faaliyetlerini araştırınız.
- Caka tezgâhında eğme-bükme işlerini, diğer eğme–bükme yöntemleri ile karşılaştırarak rapor hâline getiriniz.
- Araştırdığınız cisimleri ve işletmeleri rapor hâlinde sınıfa sununuz.

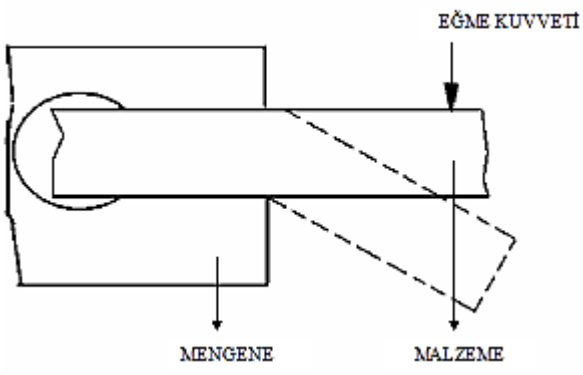
1. METAL MALZEMELERE FORM VERMEK

1.1. El ile Eğme-Bükme Yapmak

El ile eğme bükme, genel olarak mengene, çekiç, markalama takımları, yardımcı araçlar, biçimlendirme parçası ve bazı basit aparatlar kullanılarak gerçekleştirilir.

1.1.1. Eğme-Bükmenin Tanımı

Metal parçaların kalıcı biçim değişimine (plastik şekil değişimine) uğrayacak şekilde, eğme kuvvetleri altında şekil değiştirmesine bükme denir. Şekil 1.1'de, eğme kuvveti uygulanarak bükme işleminin yapılması gösterilmektedir.



Şekil 1.1: Bükme işlemi

1.1.2. Eğme-Bükmenin Gereği ve Önemi

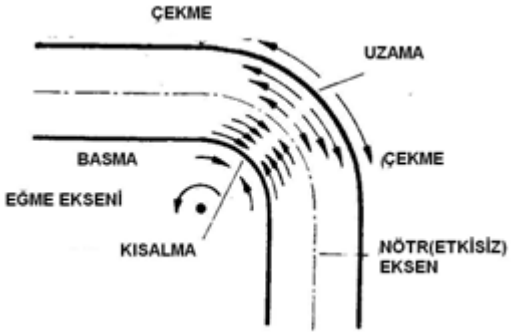
İş parçalarının tasarlanması ve üretilmesinde değişik işlemler uygulanabilir (markalama, kesme, delme, kaynak, vb.). Bu işlemlerden biri de bükme işlemidir. Sacların, içi dolu malzemelerin ve boru profillerin eğme-bükme işlemlerini, gemi sanayisi, çelik eşya, dekoratif demircilik, makine imalat, çelik yapı gibi birçok sektörde görmekteyiz.

Bükme işlemi genel olarak;

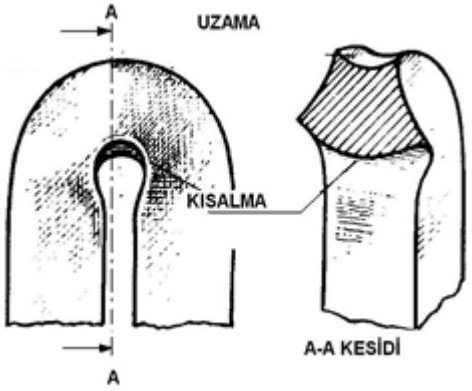
- İş parçasını değişik şekillerde üretmek,
- İnce saclara, şekle bağlı olarak dayanım kazandırmak amacı ile yapılır.

1.1.3. Eğme-Bükme Bölgesindeki Kristal Değişimlerin ve Tarafsız (Nötr) Eksenin Tanımı

Bükme esnasında iş parçasının dış yüzeyi çekme kuvvetleri etkisiyle uzar. İç yüzey basma kuvvetleri etkisi ile kısalır (Şekil 1.2). İkisinin arasında bulunan bir merkez eksen ise sabit kalır (Uzama ya da kısalma meydana gelmez.). Bu uzama veya kısalmanın olmadığı eksen, nötr eksen adını alır. Şekil 1.3'te çekme ve basma bölgesindeki değişim görülmektedir.



Şekil 1.2: Bükme esnasında eksenler



Şekil 1.3: Bükme sonrası malzemede meydana gelen değişimler

1.1.4. Eğme Bükmede Açınım Boyu Hesabı

Eğme bükme işlemleri sırasında işleme maruz kalan malzemenin yapısında yaşanan kristal değişimlerin etkisiyle bir boy değişimi olur. Bunun hesaplanması malzemenin çeşidine ve büküm yarıçapına göre değişmektedir.

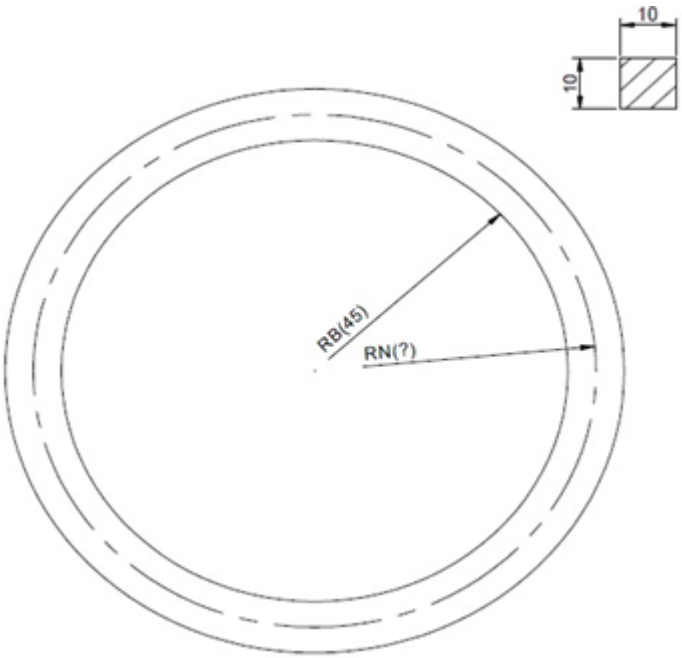
Burada anlatılmakta olan hesaplar genel hesaplamalardır. İşin ölçüsel toleranslarına göre daha detaylı hesaplamalar yapılabilir.

Bu yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan sonuç, malzemenin istenen şekilde üretilmesi için kesilmesi gereken parça boyudur.

- **Dolu malzemelerin açınım boyu hesaplamaları**

Parçalar yay oluşturacak şekilde bükülecekse oluşacak yay boyu hesaplanırken nötr eksen, dolayısıyla nötr yarıçap esas alınır. Aşağıda bununla ilgili iki örnek verilmiştir.

Örnek 1: Şekil 1.4'te, 10x10 kesitli malzemeden, iç yarıçapı 45 mm yarıçapında bir halka yapılmıştır. Malzemenin kaç mm uzunluğunda kesilmesi gerektiğini bulunuz?



Şekil 1.4: Dolu malzemelerin bükülmesine ait örnek

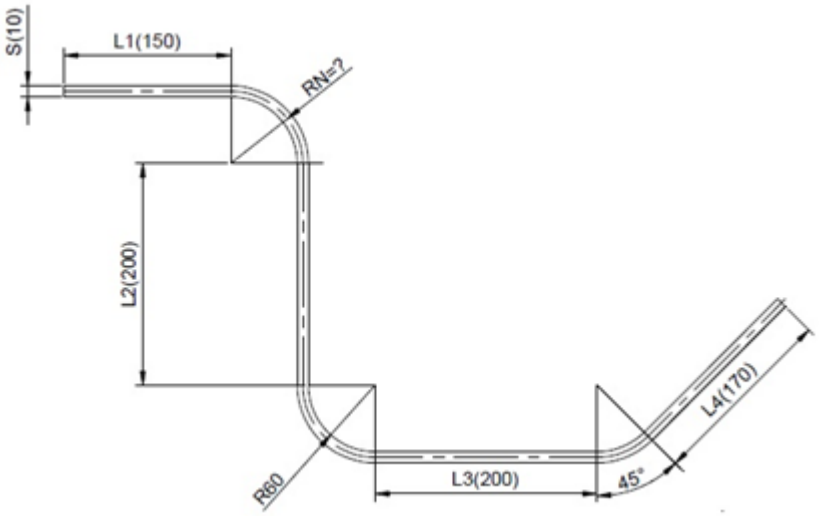
Parçanın iç yarıçapı 45 mm ve kalınlığı 10 mm olduğuna göre nötr yarıçap 50 mm olur. Dolayısıyla kesilecek boy;

L= Açınım boyu (kesilecek parça boyu mm), RB= Bükülen parçanın iç yarıçapı (mm),
RN=Bükülen parçanın nötr ekseni (mm),
RÇ= Bükülen parçanın çekilen ekseni (mm),
a= Bükülen parçanın kalınlığı (mm),
α= Bükme açısı,
$L= 2 \times \Pi \times RN \times \alpha^o/360^o$
olur.

Çözüm:
$L= 2 \times 3{,}14 \times 50 \times 360^o / 360^o$

L= 314 mm (kesilecek parça boyu)

Örnek 2: Şekil 1.5'te, 10x10 kesitli malzemeden, iç yarıçapı 60 olacak şekilde bükme işlemi yapılıyor. Resme göre açınım boyunu (malzemenin kesilecek boy ölçüsü) hesaplayınız.



Şekil 1.5: Dolu malzemelerin bükülmesine ait örnek

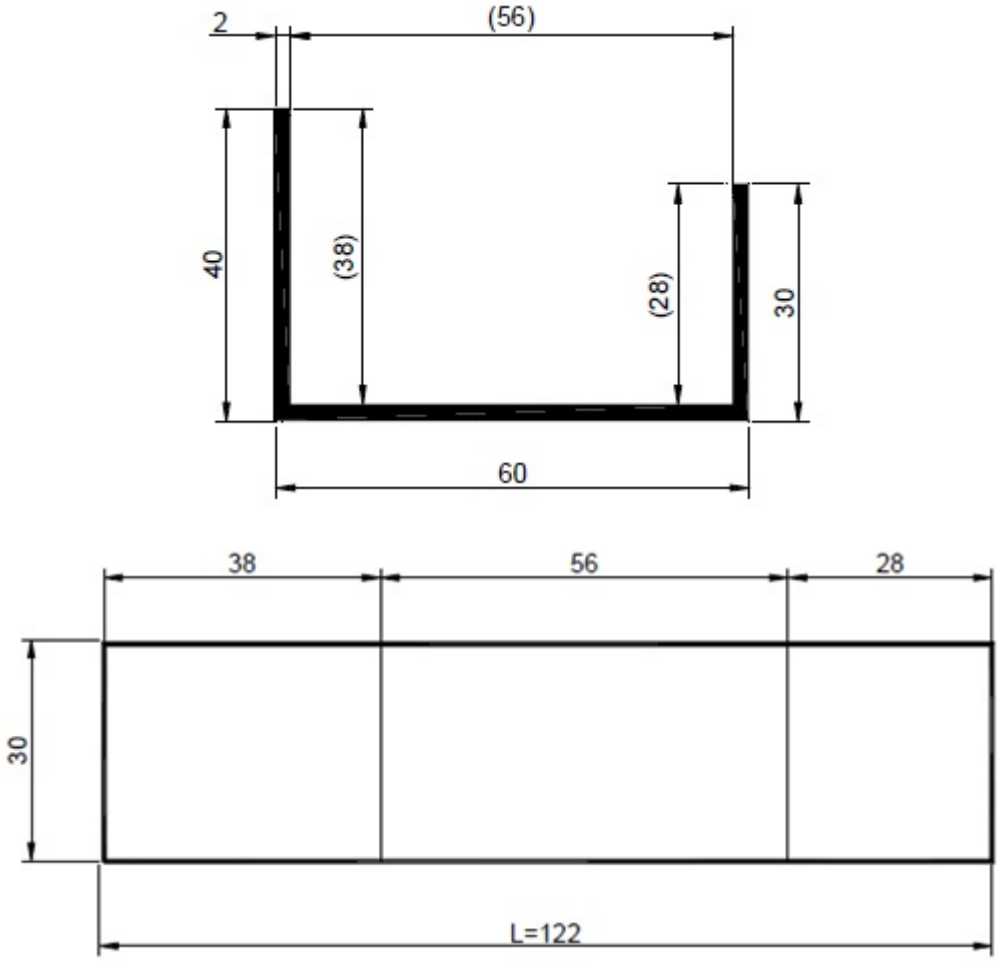
Bükümün iç yarıçapı 60 ve parça kalınlığı 10 mm olduğuna göre nötr yarıçap 65 mm'dir.

Dolayısıyla açınım boyu:

$L=L1+ (2\pi RN90^o) / 360^o + L2+(2\pi RN90^o)/ 360^o +L3+(2\pi RN45^o)/ 360^o +L4$
L=150 +(2 x3,14x65x90) /360 +200+(2x3,14x65x90)/360
+200+(2x3,14x65x45)/360+170
L=975.125 mm (kesilecek boy)

- **Sac malzemelerin açınım boyu hesaplanması**

Sac malzemeler caka tezgâhında köşeli olarak (yay oluşturmayacak şekilde) bükülecekse parçaların iç köşe ölçüleri dikkate alınarak açılmış boy hesabı yapılır. Şekil 1.6'da bükme işlemi yapılan sacların açınım boylarının bulunması verilmiştir.



Şekil 1.6: Sac malzemenin açınım boyu hesabı

L=(40-2)+(60-4)+(30-2)
L=122 mm

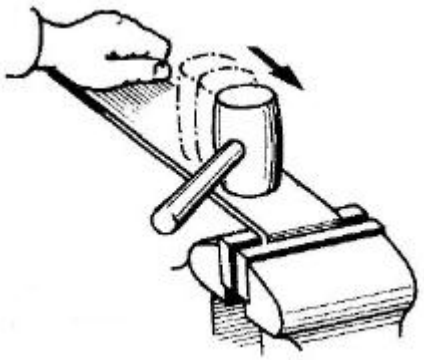
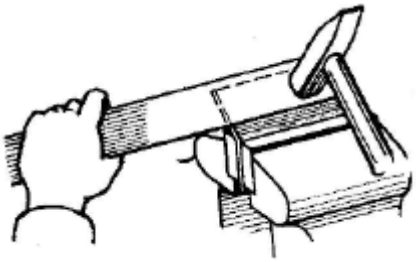
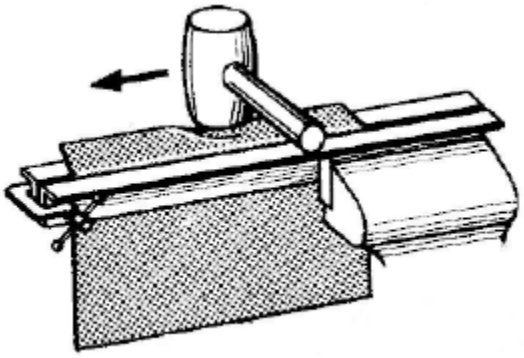
Sacların bükme resimlerinde, ölçülendirme genellikle dış köşelerden yapılır. Hesaplamalarımızı yukarıda örnekte görüldüğü gibi iç köşelere göre yaptığımızda ölçüden sac kalınlığını düşeriz.

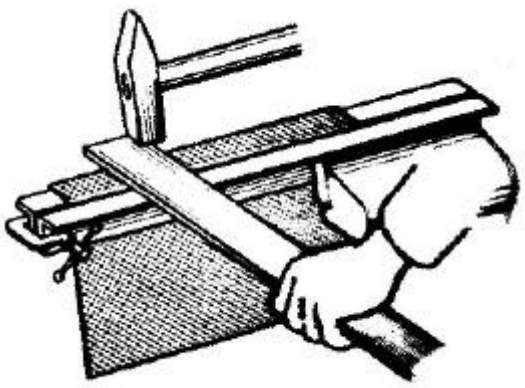
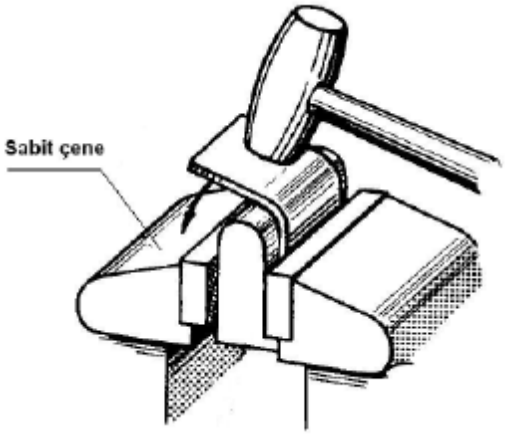
1.1.5. El ile Eğme-Bükme Yöntemleri

El ile eğme-bükme yöntemleri genel olarak aşağıda belirtilmiştir.

- **Çekiçle mengenede eğme-bükme yöntemleri**

Mengenelerde eğme-bükme işlemi, çekiç, tokmak ve yardımcı araçlar ve basit aparatlardan yararlanarak gerçekleştirilir.

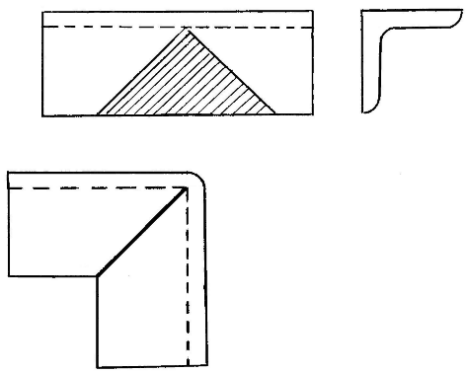
 **Şekil 1.7: Tokmakla eğme-bükme**	➢ Eğilecek ince parçalar tokmak yardımıyla eğilmelidir. Elin baskısı ile ilk gerilim alınır. İlk darbeler eğilme çizgisinin yanına vurulmaz. Tokmak darbeleri baş kısımdan başlayarak eğilme çizgisine doğru yavaş yavaş yakınlaştırılır. ➢ Eğerken darbeler daima sabit çene üzerine indirilir.
 **Şekil 1.8: Düzeltme parçası ile eğme-bükme**	➢ Daha kısa parçalar, mümkün olduğu kadar düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla düzeltme parçası ile bükülür. ➢ Böylece parça yüzeyinde darbe izleri meydana gelmez.
 **Şekil 1.9: Geniş gereçlerin mengenede bükülmesi**	➢ Geniş ve kısa bükümlü malzemeler kademeli olarak birkaç defa yatırılarak istenen açıya getirilir. ➢ Bir defada eğme işlemi yapılmaya çalışılır ise yüzeyde ondüle (katlanma) oluşur.

 **Şekil 1.10: Yüzeyin düzeltilmesi**	➢ Sonunda bir düzeltme takozu ile yüzey düz hâle getirilir (Şekil **1.10).**
 **Şekil 1.11: Biçimlendirme parçası ile bükme**	➢ Bazen parçalara istenilen şekli vermek için biçimlendirme parçası kullanılır. Bükülecek parçalar biçimlendirme parçası ile birlikte mengeneye bağlanır. ➢ Bundan sonra bükülecek parça mengene üzerine yatırılarak bükme yapılır.

➢ **Profil ve sac malzemelerde arasından parça çıkararak eğme bükme**

- Profil malzemelerin arasından parça çıkararak eğme bükme

Profil borularda, yay oluşturacak şekilde veya köşeli bükme yapıldığında bükümün iç kısmında kalan basma bölgesinde ezilme ve yanlara doğru yayılma meydana gelir. Resim 1.1'de bu şekilde bozuk olarak bükülmüş bir profil görülmektedir. Profiller Şekil 1.12'de görüldüğü gibi köşeli bükülecekse söz edilen şekil bozukluklarının oluşmaması için bükme bölgesinin iç kısmında parça çıkarılarak bükme yapılır. Profiller yay oluşturacak şekilde bükülecekse içleri doldurularak bükülür veya bükme makinelerinde kalıplar yardımıyla ezilmeden bükülür.



Şekil 1.12 Profilden parça çıkarılması

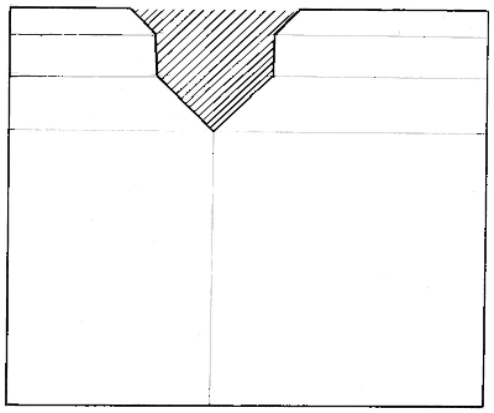
Resim 1.1. Parça çıkarılmadan bükülmüş profil örneği (bozuk bükülmüş iş parçası)

- Sac malzemelerin arasından parça çıkararak eğme bükme

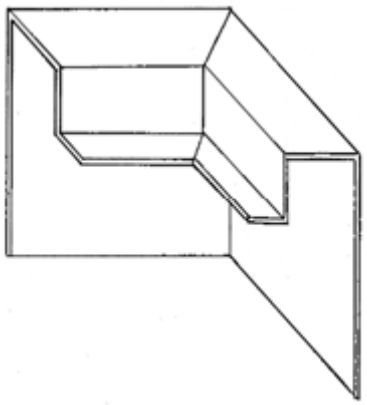
Sac malzemeler kullanılarak özel profil biçimleri elde edilebilir. Bunun yapılabilmesi için gerekenleri şöyle sıralayabiliriz:

- Sac malzemede, kesme yapılacak alan ve büküm yerleri (belirtmek için) markalanır.
- Taranmış bölge, kesilip çıkarılır (Şekil 1.13).
- Parçanın çıkarılmasından sonra sac, profil oluşturacak şekilde bükülür.

Bükme işlemine tabi tutulan sacın Şekil 1.14'teki gibi profil biçimi elde edilmiş olur.



Şekil 1.13: Markalanmış sac malzeme

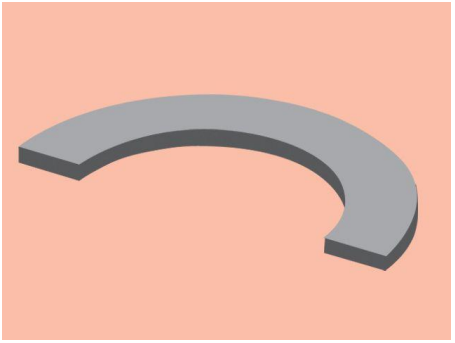


Şekil 1.14: Sac malzemeden oluşturulmuş profil biçimi

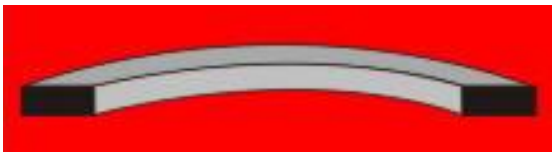
- **Kılıcına bükme**

Kılıcına bükme, bir lama veya profilin malzemenin kesiti düşünüldüğünde küçük olan kenarı boyunca eğme kuvveti uygulanarak bükme işleminin yapılmasıdır. Örnek olarak Şekil 1.15'te lama malzeme, eğme kuvveti kısa kenar (t) olacak şekilde büküldüğünde kılıcına bükme işlemi uygulanmış olur. Şekil 1.16'da kılıcına büküm işlemi yapılmış lama malzemeyi görmektesiniz.

Şekil 1.15: Lama malzemenin kesitinin kısa ve uzun kenarı



Şekil 1.16: Kılıcına bükülmüş lama malzeme



Şekil 1.17: Kılıcına bükülmüş lama malzeme

Şekil 1.18: Kılıcına bükülmüş lama NPI malzeme

Şekil 1.19: Kılıcına bükülmüş NPU malzeme

Kılıcına büküm işlemi (el ile eğme bükme yapılması durumunda) genel olarak mengene, çekiç, markalama takımları, yardımcı araçlar, biçimlendirme parçası ve bazı basit aparatlar kullanılarak gerçekleştirilir.

Çelik gemi imalat sanayiinde kılıcına büküm yöntemleri ile elde edilmiş elemanlar da kullanılmaktadır. Örneğin geminin borda sacına, gelen kuvvetlere karşı ilave mukavemetin gerekli olduğu yerlerde normal (adi) postalar kullanılmaktadır. Normal (adi) postalar eşit kenarlı olmayan köşebent, balblı lama, eşit kenarlı olmayan "T" köşebentleri ile Hollanda profili gibi farklı malzemelerden kılıcına büküm yöntemleri kullanılarak üretilir.

1.2. Makinede Bükme Yapmak

Metal malzemelere form verilmesinde genel olarak caka ve silindir makineleri kullanılmaktadır. Bu makineler kullanılarak metal malzemelere istenilen form pratik olarak verilebilir.

1.2.1. Cakada Eğme Bükme Yöntemleri

Genellikle sacları bükme işleminde kullanılan bir makinedir. Çeşitli kapasitelerde üretilen makine, genellikle 2 mm kalınlıktaki ince ve yassı gereçlerin bükülmesi amacıyla kullanılır.

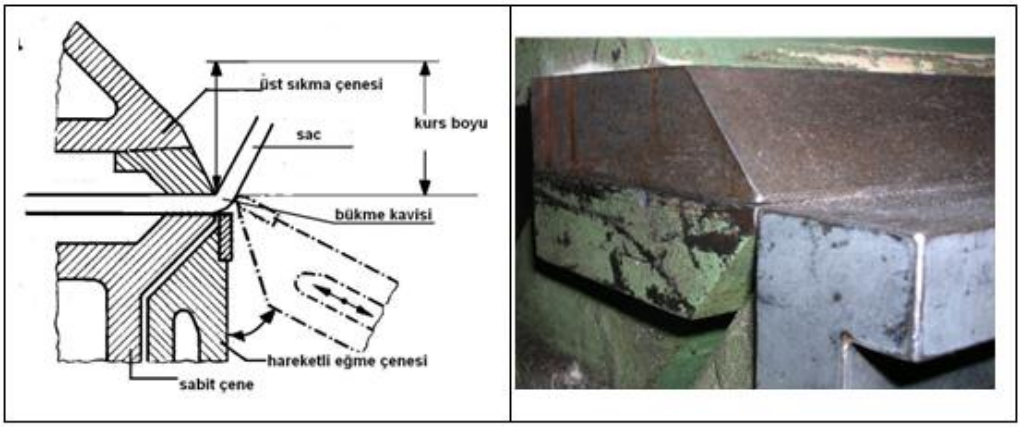
Resim 1.2: Motorlu caka makinesi

Resim 1.3:Manuel caka makinesi

Bu öğrenme faaliyetinin sonunda bu konuyla ilgili uygulama faaliyetini yaptığınız takdirde cakayı ve cakada büküm işleminin nasıl yapıldığını kavramış olacaksınız.

- **Caka makinesinin kısımları**

Caka makinesi üç kısımdan oluşur. Şekil 1.15'te caka makinesinin kısımları görülmektedir.



Şekil 1.20: Caka makinesinin kısımları **Resim 1.4: Caka makinesinin kısımları**

- Sabit çene

Yüzeyi düzgün ve sertleştirilmiş çeliktir. Caka makinesinin döküm gövdesine vidalar ile bağlanmıştır. Malzeme bu kısım üzerine yerleştirilir.

- Üst sıkma çenesi

Bükme kavisini parçaya veren ve sıkma işlemini yapan kısımdır. Yüzeyi düzgün ve sertleştirilmiş çelikten yapılan çene, döküm hareketli gövdeye, vidalı birleştirme ile bağlanmıştır. Aşınma ve bükme kavisinin zedelenmesi hâlinde sökülebilir. Üst sıkma çenesinin aşağı yukarı en fazla hareket ettiği boya, kurs boyu denir. Sıkma hareketi, caka makinesinin tipine göre motorlu ya da bir kolun döndürülmesi ile manuel olarak verilebilir. Yukarıda resimlerde (Resim 1.2 ve Resim 1.3); motorlu ve manuel sıkma ve gevşetme yapan caka makinesi resimleri verilmiştir.

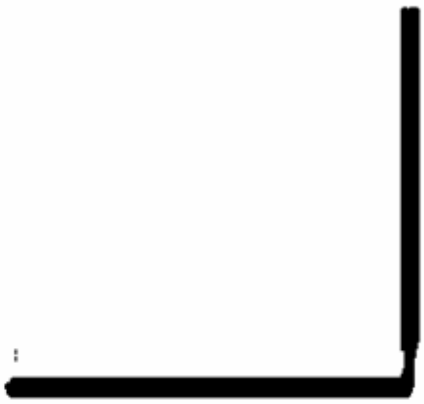
- Hareketli eğme çenesi

Bükme kavisini ekseni etrafında döndürerek parçanın bükülmesini sağlar. Eğme kuvvetini gerece uygulayan kısımdır. Gerecin kalınlığına göre sabit çene seviyesinden aşağı yukarı hareket ettirilir. Sabit çene seviyesinden sac kalınlığı kadar aşağı indirilir.

Hareketli eğme çenesi ayarının yapılmadığı durumlarda, bükme bölgesinde hatalar oluşur. Şekil 1.15 ve Şekil 1.16’ da hatalı bükümler görülmektedir.

Resim 1.5: Eğme çenesi ayarlanması **Resim 1.6: Hareketli eğme çenesi**

Parçanın kalınlığına göre, hareketli eğme çenesinin ayarlanması, yukarıdaki resimlerde gösterilmiştir (Resim 1.5 ve Resim 1.6).



Şekil 1.21: Hareketli eğme çenesi sac kalınlığından düşük iken bükülmüş hatalı parça

Şekil 1.22: Hareketli eğme çenesi sac kalınlığından fazla iken bükülmüş hatalı parça

1.2.2. Silindirde Eğme Bükme Yöntemleri

Silindir makinesi, parçaları silindirik (boru) şekilde bükmek amacıyla kullanılan makinedir.

Makinenin kapasitesi ve büyüklüğüne göre eğme kuvveti, manuel ya da motor ile uygulanabilir.

Silindir makinelerinde, yay şeklinde, tam daire, yarım daire, konik parçalar bükülür. Sac ve yassı gereçlerin büküldüğü silindir makinesi Resim 1.7'de görülmektedir.

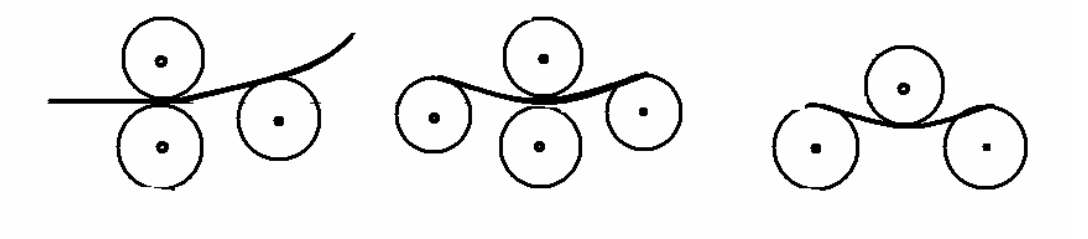
Resim 1.7: Manuel çalışan silindir makinesi

Bu öğrenme faaliyetinin sonunda bu konuyla ilgili uygulama faaliyetini yaptığınız takdirde silindir makinesini ve silindir makinesinde büküm işleminin nasıl yapıldığını kavramış olacaksınız.

- **Silindir makinelerinde kullanılan merdane tipleri**

Sac bükme işleminde kullanılan silindir makinesi 3 merdaneden oluşur. Silindir makinesi merdanelerin düzenlenme şekline göre kendi arasında tek yönlü asimetrik, çift yönlü asimetrik ve simetrik olarak gruplara ayrılır (Şekil 1.18).

I. tip II. tip III. tip



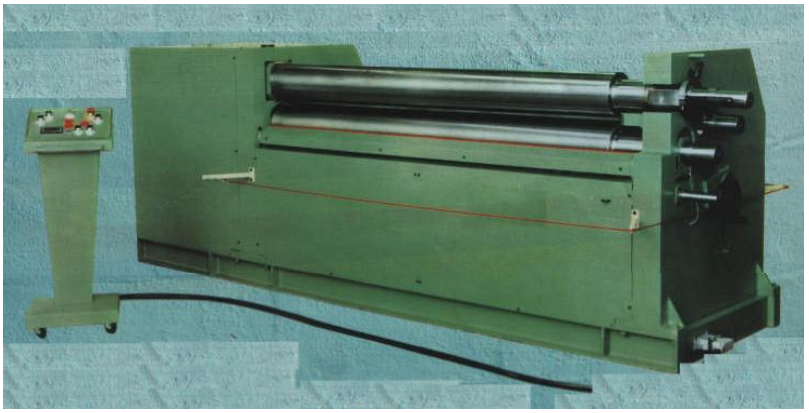
I. Tek Yönlü asimetrik II. Çift yönlü asimetrik III. Simetrik merdaneli silindirler

Şekil 1.23: Merdane tipleri

- I. tip

Genellikle tercih edilen silindir makineleridir. Parça iki merdane ile sıkıştırılır, iki merdane dönme hareketiyle parçayı diğer merdanenin üzerine sürer. Dönme ve sıkıştırma işlemi motorla ya da manuel yapılabilir. Üçüncü merdaneye bükme kavisine uygun yükseklik verilerek istenen çapta bükme işlemi yapılır. Bu merdane eğme işlemini yapar.

Bu tip merdaneli silindir makinelerinde hareket tek yönde, bu yönde eğme yapan silindire doğru olmalıdır. Aksi hâlde parçanın bükme kavisi değişir. Resim 1.8'de tek yönlü, asimetrik merdaneli, hidrolik ve elektrik motorlu silindir makinesi görülmektedir.



Resim 1.8: I. tip silindir makinesi

- II. tip

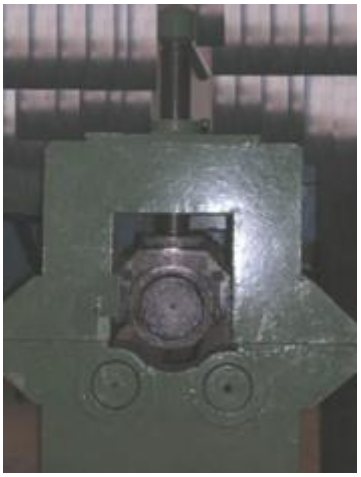
Merdane sayısının fazla olması, üretim maliyetinin artması nedeniyle, tercih edilmez. Tek yönlü asimetrik merdaneli silindire göre farkı, hareketin çift yönde de olabilmesi ve dolayısıyla bükmenin de çift yönlü yapılabilmesidir. Bükme zamanı kısalır.

- III. tip

Simetrik merdaneli silindir makineleri, kalınlıkları fazla, büyük ebatlı ve fazla eğme kuvveti gerektiren bükme işlerinde tercih edilir. Eğme kuvvetini üstteki merdane uygular. Merdane aşağı yukarı hareketi, vidalı sistemi elle sıkıştırarak ya da hidrolik sistem yardımı ile yapar (Resim 1.9 ve 1.10).

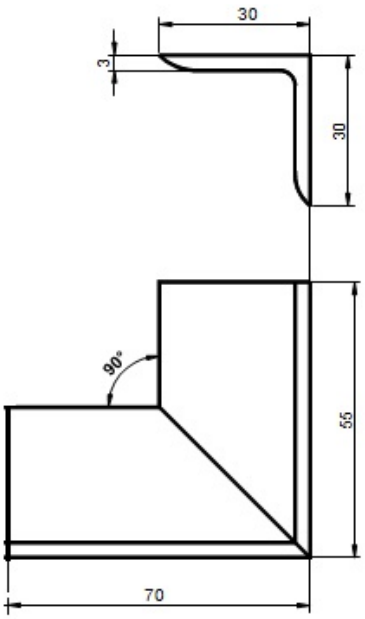
UYGULAMA FAALİYETİ

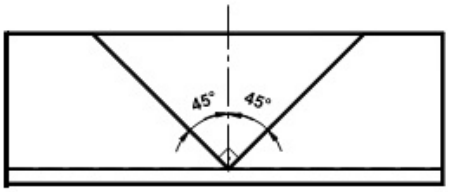
Resim 1.9: III. tip silindir makinesi



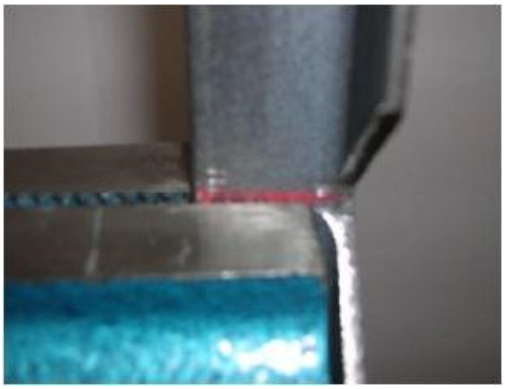
Resim 1.10: III. tip silindir makinesi

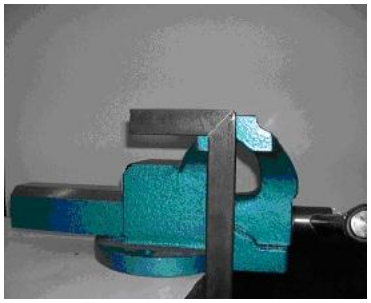
Aşağıdaki yapım resmi ve işlem basamakları verilen köşebent profili, arasından parça çıkararak bükülmesi çalışmasını, öğretmeninizin vereceği talimatları da dikkate alarak yapınız.

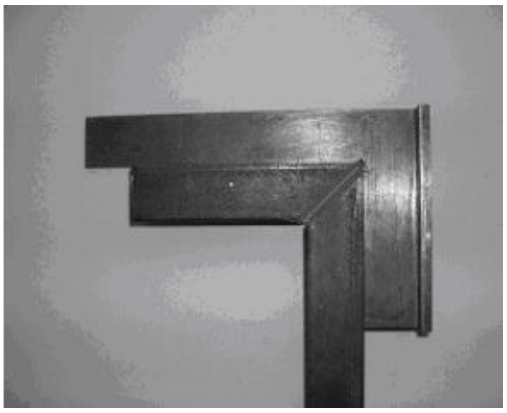




İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yukarıda resmi verilen parçanın açınım boyunu hesaplayınız.	➢ Açınım hesaplarını, eğme-bükmede açınım boyu hesabı konusunu inceledikten sonra dikkatlice yapınız.
➢ Parçayı, hesaplanan açınım boyu ve bükme açısına uygun markalayınız.	➢ Markalama modülünde kazandığınız yöntem ve tekniklere uygun markalama yapınız.
➢ Markalama çizgilerine uygun kesme işlemini yapınız.	➢ Kesme modülünde öğrendiğiniz yöntem, teknik ve güvenlik kurallarını uygulayınız.
➢ Kesme yüzeylerini gönyesinde eğeleyiniz.	➢ Eğeleme modülünde öğrendiğiniz, yöntem ve teknikleri uygulayınız.

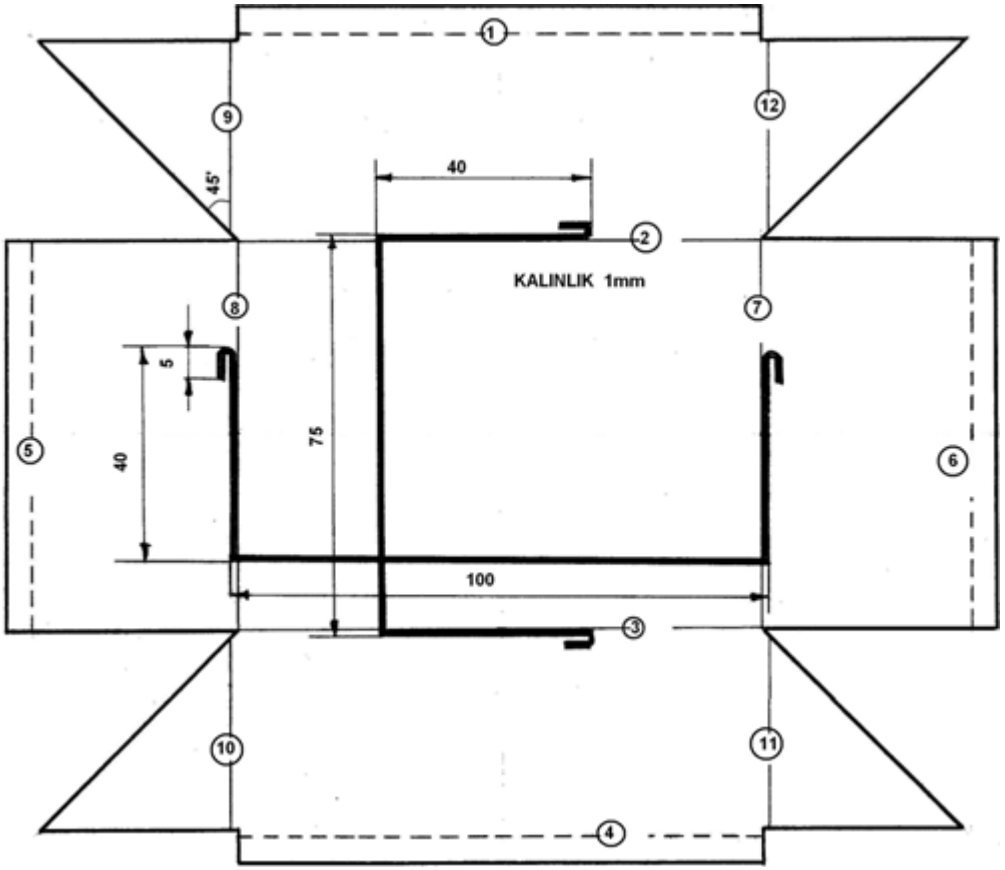
➢ Parçayı, mengeneye gönyede bağlayınız. Şekilde görüldüğü gibi parça ile mengene arasındaki gönyeyi kontrol ediniz. 	➢ Gereç gönyede bağlanmaz ise bükme işleminden sonra parçada çaprazlık oluşur.
➢ Markalama çizgisini, mengene bükme köşesi ile aynı hizada olacak şekilde bağlayınız. 	➢ Markalama çizgisi, mengene bükme köşesi ile aynı hizada mı? ➢ Markalama çizgisi, bükmenin yapılacağı mengene köşesinden düşük ise ölçü kısa, yüksek ise ölçü fazla olur.

➢ Çekiçleme işlemini, mengenenin sabit çenesine doğru yapılacak şekilde parçayı bağlayınız. 	➢ Parça, mengenenin sabit çenesi yönünde, çekiçlenecek şekilde bağlanır. ➢ Parça, hareketli çene yönünde bağlanmış ise parça gevşeyebilir ve mengene içindeki vida dişleri hasar görebilir. ➢ Bükülecek parça, mengene çenesinin yan kenarına mümkün olduğu kadar yakın bağlanmalıdır.
➢ Mengeneye bağlanan parçayı, profiller arasından çıkarılan boşluk kapanacak şekilde, gönyesinde, çekiç ile bükünüz. ➢ Çekiç darbelerini, bükme ekseninden uzağa indiriniz. Bükme işlemi esnasında darbeleri eksene doğru yaklaşınız. 	➢ Çekicin, parça yüzeyinde darbe ve zedelenme izleri bırakmamasına dikkat ediniz. ➢ Çekiç darbeleri parçanın köşesine indirilmelidir. Kenara vurulması hâlinde parçada burulma meydana gelebilir. ➢ Bükme işleminde, çekiç darbeleri parça yüzeyine dik indirilir. Çekicin köşesi, parça yüzeyine indirilirse yüzey zedelenir.
➢ Bükme işlemine, parçanın arasından çıkarılan boşluk kaybolana ve bükme açısı oluşana kadar devam ediniz. 	➢ Bükme işlemi, zayıf çekiç darbeleriyle, bükme açısı aşılmadan tamamlanmalıdır.

➢ Bükme işleminden sonra parçanın ölçü ve gönyesini kontrol ediniz. 	➢ İşlemi Ölçme ve Kontrol modülünde öğrendiğiniz yöntem ve tekniklere uygun tamamlayınız. ➢ Açılı bükme işlemlerinde açılı gönye kullanılmalıdır.

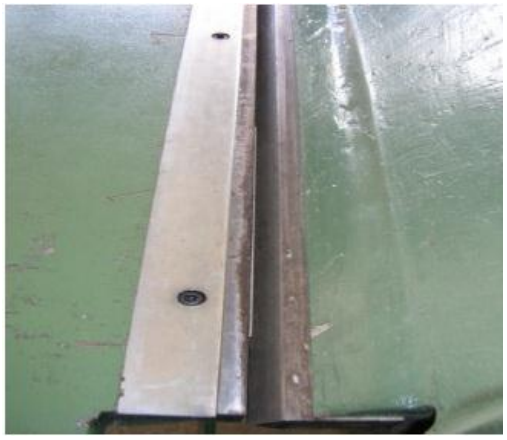
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen kutunun büküm işlemlerini caka makinesinde, öğretmeninizin vereceği talimatları da dikkate alarak yapınız.

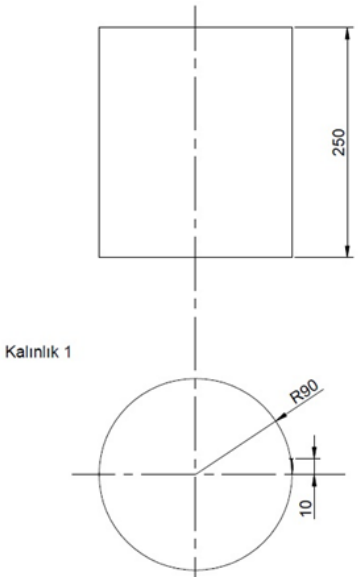


İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Resmi verilen kutunun açınım boyunu hesaplayınız.	➢ Açınım boyunu hesaplamak için sacların açınım boylarının hesaplanması konusunu inceleyiniz.
➢ Parçayı, yukarıda verilen resme uygun markalayınız.	➢ Açınım boylarının hatalı hesaplanması parçanın hatalı ölçüde üretilmesine neden olur.
➢ Resimde gösterilen kesik çizgileri, parçanın arkasından markalayınız.	➢ Markalama modülünde öğrendiğiniz, yöntem ve teknikler kullanılarak markalama işlemini tamamlayınız. Markalama takımlarını tekniğine kullanmak, markalama işleminin doğruluğunu etkiler.

➢ Markalama çizgilerine uygun malzemeyi kesiniz.	➢ Kesme modülünde öğrendiğiniz teknik, yöntem ve güvenlik kurallarını uygulayınız.
➢ Parçayı ölçü ve gönyesinde eğeleyiniz.	➢ Eğeleme modülünde öğrendiğiniz yöntem ve teknikleri uygulayınız. Uygun eğe çeşitlerini kullanınız.
➢ Caka makinesinde bükme işlemine başlamadan önce hareketli eğme çenesini, sac kalınlığına uygun ayarlayınız.	➢ Hareketli eğme çenesinin sac kalınlığına uygun ayarlanmaması hâlinde bükme kavisi ekseni etrafında dönen eğme çenesi uygun bükme işlemi yapmaz. Bükme bölgesinde hatalar oluşur (bk. Şekil 1.21 ve Şekil 1.22).
➢ Markalama çizgileri, üst sıkma çenesi ile aynı hizaya gelecek şekilde, parçayı caka makinesine bağlayınız.	➢ Caka makinesinin üst sıkma çenesi parçanın kalınlığından çok fazla açılmaz. Sacın kalınlığı 1 mm ise caka tezgâhının üst sıkma çenesi 2 mm-2,5mm açılır. ➢ Üst sıkma çenesi, gereğinden fazla kaldırılırsa markalama çizgisinin ayarlanması zorlaşır.

➢ Hareketli eğme çenesini istenilen açıda kaldırarak bükme işlemini yapınız. 	➢ Bükme açısı, hareketli eğme çenesinin üzerindeki açı göstergesi ile belirlenir.
➢ Bükme işlemi gerçekleştirildikten sonra hareketli eğme çenesini aşağı indiriniz ve üst sıkma çenesini gevşeterek parçayı caka makinesinden çıkarınız.	➢ Hareketli eğme çenesi tam olarak aşağı indirilmezse parçanın çıkartılması zorlaşır.
➢ Bükme sırasını dikkate alarak tüm bükme kenarlarını sırası ile bükünüz.	➢ Bükme işlemi belli bir sırada olmalıdır. Bu sıraya uyulmaz ya da sıra yanlış belirlenirse birkaç bükümden sonra parça caka tezgâhının çenelerine yanaşmaz.
➢ Bükme işlemi tamamlanan parçanın ölçüsünü, gönyesini kontrol ediniz.	➢ Ölçme ve Kontrol modülünde öğrendiğiniz yöntem ve teknikleri uygulayınız.

Aşağıda resmi verilen parçayı öğretmeninizin vereceği talimatlara da uyarak silindir makinesinde bükünüz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Resmi verilen iş parçasının açınım boyunu bulunuz.	➢ Açınım boyunu hesaplamak için açınım hesapları konusunu inceleyiniz.
➢ Açınım boyuna, 10 mm nokta kaynağı ile birleştirme payı ekleyiniz. ➢ Parçayı açınım boyuna göre markalayınız. ➢ Markalama çizgilerine uygun malzemeyi kesiniz.	➢ Markalama modülünde öğrendiğiniz yöntem ve teknikleri kullanınız. ➢ Kesme modülünde öğrendiğiniz yöntem, teknik ve güvenlik kurallarını uygulayınız.
➢ Silindir makinesinin merdanelerini, parça girecek şekilde açınız. 	

➢ Merdaneleri sıkıştırınız ve ayar kolunu sıkınız.	➢ Parçanın merdaneler arasında sıkışmış olmasına dikkat ediniz. Genelde yağlı olan merdaneler, parçanın gevşek kalması ile dönme esnasında ilerlemez. ➢ İyi sıkışmayan parçaların gönyesinde sapmalar olur.
➢ Merdaneleri döndürerek sacın ilerlemesini sağlayınız. ➢ Bükme merdanesini kavise göre kademeli olarak arkadaki kol yardımı ile ayarlayınız. 	➢ Parça, gönyesinde sürülmezse bükme merdanesine gönyesiz gelir. Bükme işlemi de gönyesiz olur. ➢ Bükme işlemine başlamadan önce sacın uç kısmına bir miktar kavis verilmesi, başlangıç noktasının düz kalması önlenmelidir.
➢ Merdaneleri döndürerek parçayı silindir şeklinde bükünüz.	➢ Parça bir defada silindir şeklinde bükülmez. Bükme işlemi kademeli yapılır. Önce geniş bir bükme kavisinde bükülür. Daha sonra istenen ölçü ve kaviste işlem tamamlanır.
➢ Üst merdaneyi, resimde görülen kolu kaldırarak sökünüz. 	➢ Bükülen parçayı silindirin merdanesinden çıkarmak (parça boru hâlini almış ise) merdanenin açılması ile mümkün olur. ➢ Yarım silindirik gereçlerin bükme işleminde merdaneyi açmayabiliriz. ➢ Merdaneler ağır ve kaldırılması güç olduğu için çalışma arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.

	➢ Merdaneler yağlı ortamda çalışacağı için yüzeyleri kaygandır. Bunların yüzeyleri kaldırma esnasında temizlenmelidir.
➢ Üst merdane yuvasından açılarak parça alınır.	➢ İhtiyaç duyduğunuz durumlarda çalışma arkadaşlarınızdan ve öğretmeninizden yardım isteyiniz.
➢ Alınan parçanın ölçüsünü ve bükme kavisini kontrol ediniz.	➢ Ölçme ve Kontrol modülünde öğrendiğiniz yöntem ve tekniklere uygun işlemi tamamlayınız.
➢ Markalanan kaynak payını nokta kaynağı ile kaynatınız.	➢ Bu uygulama faaliyetinin amacı silindir makinesinde büküm yapabilmenizin sağlanmasıdır. Dolayısı ile kaynak işlemini konu dâhilinde değildir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Köşebent profili arasından parça çıkararak yapılan bükülme çalışması		
1. İş önlüğü, eldiven vb. kullandınız mı? Güvenlik kurallarına uydunuz mu? Çekiç saplarını ve kamaları kontrol ettiniz mi?		
2. Parçanın açınım (kesilecek ölçü) boyunu buldunuz mu?		
3. Resme uygun markalama yaptınız mı?		
4. Açınım boyu ve resme uygun kesme yaptınız mı?		
5. Kesme yüzeylerini eğelediniz mi?		
6. Parçayı mengeneye gönyesinde bağladınız mı?		
7. Markalama çizgisi ile mengene çenesi ile bükme kenarını hizaladınız mı?		
8. Parça yüzeyinde çekiç izlerinin olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
9. Bükme işleminden sonra gönye ve ölçülerin resme uygunluğunu kontrol ettiniz mi?		
10. Parçanın kesme kenarlarını ve yüzeylerini temizlediniz mi?		
11. Bükme işlemini zamanında tamamladınız mı?		
12. Bükme işleminde kullanılan takımları yerinde kullandınız mı?		
Caka makinesinde yapılan bükülme işlemleri		
13. Resme göre açınım boyunu doğru hesapladınız mı?		
14. Parçayı resme uygun markaladınız mı?		
15. Markalama çizgisine uygun parçayı kestiniz mi?		
16. Parçayı ölçüde eğelediniz mi?		
17. Hareketli eğme çenesini sac kalınlığına göre ayarladınız mı?		
18. Markalama çizgilerini caka tezgâhı çeneleri ile aynı hizada sıkıştırdınız mı?		
19. Bükme sırasına göre bükme yaptınız mı?		
20. Bükme işleminden sonra ölçü ve gönye kontrolü yaptınız mı?		
21. İşi zamanında bitirdiniz mi?		
22. Parçanın kesme kenarları ve yüzeylerini temizlediniz mi?		
23. Kullandığınız takım, makine, araç gereç ve ölçme kontrol aletlerini tekniğine uygun kullandınız mı?		
24. İş önlüğü, eldiven kullandınız mı?		
Silindir makinesinde yapılan bükülme işlemleri		
25. Resmi verilen parçanın açınım boyunu doğru hesapladınız mı?		
26. Açınım boyuna 10 mm puntalama payı eklediniz mi?		
27. Parçayı açınım boyuna uygun kestiniz mi?		
28. Parçayı silindir merdanesine gönyesinde sıkıştırdınız mı?		

29. Parçayı resimde verilen bükme kavisine uygun büktünüz mü?		
30. Merdaneleri doğru ve tek yönde döndürerek bükme yaptınız mı?		
31. Silindir şekline gelen parçayı merdaneden güvenlik kurallarına uygun çıkardınız mı? Merdaneyi yerine yerleştirdiniz mi?		
32. Nokta kaynağı ile ölçü ve gönyesinde birleştirme yaptınız mı?		
33. İşi zamanında tamamladınız mı?		
34. İş önlüğü, eldiven kullandınız mı? Merdanenin takılıp sökülmesinde güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
35. Merdanelerin temizliğini ve yağlamasını yaptınız mı?		
36. Ölçme ve kontrol aletlerini doğru kullanıp doğru ölçme yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

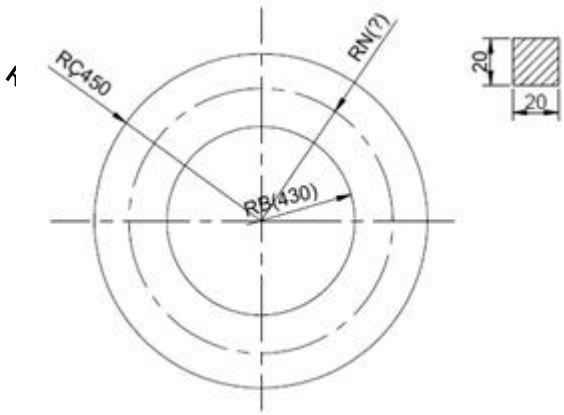
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bükme işleminin amaçlarındandır?
A) İnce saclara dayanım kazandırmak
B) Sacların boylarını kısaltmak
C) Kalın parçalara dayanım kazandırmak
D) Kalın parçaların boylarını kısaltmak

2. Bükme eksenlerinde ne tür değişmeler meydana gelir?
A) Çekme yüzeyi kısalır, nötr eksen uzar, basma yüzeyi değişmez.
B) Çekme yüzeyi uzar, nötr eksen kısalır, basma yüzeyi değişmez.
C) Çekme yüzeyi uzar, nötr eksen değişmez, basma yüzeyi kısalır.
D) Çekme yüzeyi kısalır, nötr eksen değişmez, basma yüzeyi uzar.

3. Parçaların açınım boylarını hesaplarken nötr eksene göre hesaplama yapılır ise bükme işleminde aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?
A) Parçanın boyu ölçüden kısa olur.
B) Parçanın boyu ölçüden uzun olur.
C) Parçanın boyu ölçüde olur.
D) Hiçbiri

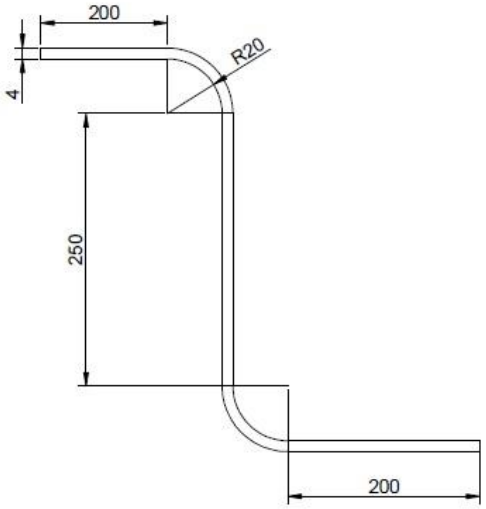
4. Cakada bükme işlemi yapan bir kişi, parçanın ölçüden büyük olduğunu görüyor. Nasıl bir hata yapmış olabilir?
A) Dış ölçülere göre hesaplama yapmıştır.
B) İç ölçüler göre hesaplama yapmıştır.
C) İç ölçülerden sac kalınlığını düşmemiştir.
D) Dış ölçülerden sac kalınlığını düşmüştür.



5. Yukarıda resmi verilen, dış çapı 900 mm olması istenen, 20x20 içi dolu kare parçanın açınım boyu ne olmalıdır?

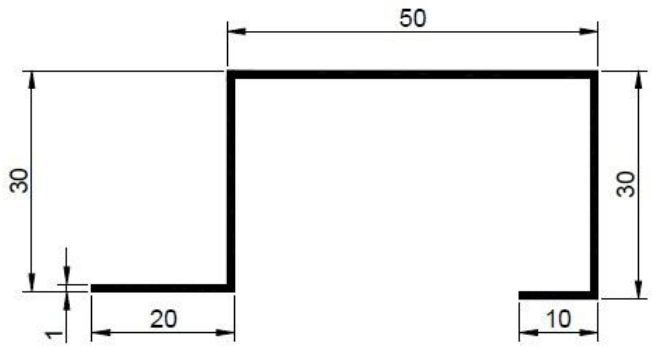
A) 2825.1
B) 2763.2
C) 2700.4
D) 2900.6

6. Aşağıda şekli ve ölçüleri verilen iş parçasının ilkel (açınım) boyu hangisidir?



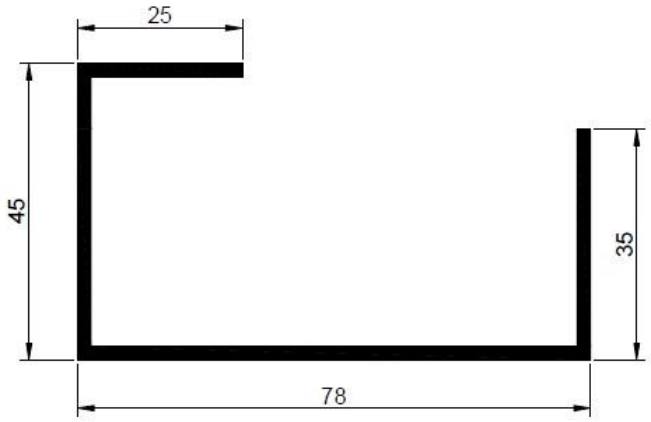
A) 650.75 **B)** 719.08 **C)** 812.03 **D)** 811.75

7. Aşağıdaki resimde, 1 mm kalınlığında sacdan bükülen bir parçanın açınım boyu hangisidir?



A) 133 **B)** 134 **C)** 131 **D)** 132

8. Aşağıdaki resimde, 2 mm kalınlığında sacdan bükülen bir parçanın açınım boyu hangisidir?



A) 169 **B)** 171 **C)** 173 **D)** 175

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Gerekli koşullar sağlandığında ahşap malzemelerin istenilen formlarda bükme işlemlerini yapabileceksiniz. Masif malzemelerde uygulanan yüzey ve kenar şekil terimlerini öğrenecek, malzemelere form verebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yaşadığınız ortamlarda, ahşabı bükme işlemi ile imal edilmiş cisimleri araştırınız.
- Eğilmiş masif malzeme ve lamine malzeme konusunda faaliyet gösteren işletmeleri araştırınız.
- Malzemelere form vermek için hazırlanan şablon ve kalıp örneklerini inceleyiniz.
- Araştırdığınız cisimleri ve işletmelerle ilgili bilgilerinizi rapor hâlinde sınıfa sununuz.

2. AHŞAP MALZEMELERE FORM VERMEK

Ağaç malzemeye form verme işlemleri, ağaç işleri endüstrisinde uzun yıllardan beri uygulanmaktadır. Özellikle mobilya, kemerli kapı pencere, tekne, gemi, tarım araçları, alet sapları, müzik aletleri, spor aletleri, fıçı ve sepet üretiminde form verilmiş ağaç malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaç malzemeye eğri kesme, kertme (çürütme), laminasyon ve bükme yöntemleri kullanılarak form verilebilmektedir. Yüksek direnç gerektirmeyen eğri formlarda ve az kavisli imalatlarda kesme yöntemi uygulanabilmektedir. Fakat direnç özelliklerinin ön planda olduğu kullanım yerlerinde bu yöntemin kullanılması sakıncalıdır ve fire oranı fazladır. Laminasyon tekniğinde ise kullanılacak ağaç türünün bükülme özelliği ne kadar iyi olursa o nispette kalın kat kullanılması mümkün olmaktadır. Bu da gerek işçilik gerekse tutkal maliyeti açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır

Bir kalıp içerisinde masif odunun bükülmesi veya kalıplanması aşağıdaki avantajları sunmaktadır:

- Atık nedeniyle herhangi bir odun kaybı yoktur.
- Şekil verme, ahşap işleme makineleri kullanan yöntemlere göre daha basit ve kolaydır.

- Bükülmüş parçanın direnç ve elastikiyet modülü eğri kesme ile elde edilenlerden daha yüksektir.
- Uygun bir şekilde bükülmüş parçaların yüzeyleri, kesilerek elde edilenlerden daha düzgündür.

Ağaç malzemenin bükülmesi esnasında konkav yüzeylerdeki hücreler basınç, konveks yüzeylerdeki hücreler ise çekme gerilmelerine maruz kalmaktadır. Kırılma genelde çekme etkisinin oluştuğu konveks yüzeyde meydana gelmektedir. Maksimum gerilmeler doğal olarak bükülen parçanın en iç ve dış yüzeyinde meydana gelmektedir.

2.1. Masif Malzemeye Form Verme

Masif malzemeler üzerinde şekillendirme yapmak aslında ahşap üretim işleriyle uğraşan kişileri zorlayan bir durumdur. Bu bakımdan çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve pratik çözümler bulunmuştur. Ancak her uygulamada olduğu gibi hatasız çalışma isteniyorsa malzemeler üzerinde form ve şekil verirken malzemeyi iş resmine uygun işlemek gerekiyor.

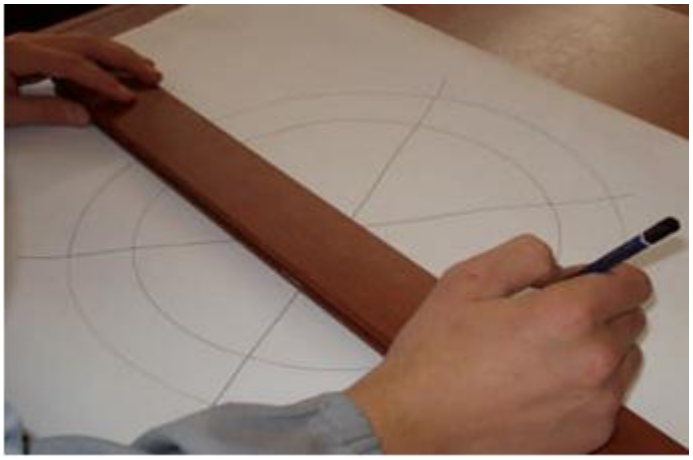
2.1.1. Malzemeleri Ölçüsünde Kesmek

Masif malzemelere form verme uygulamalarında malzemeyi istenilen ölçülerde kesebilmek için ve iş resmine uygun ürün ortaya koyabilmek adına şablon ve mastarlar uygulanır.

- **Şablon çıkarma**

Masif ahşap malzemelerde işlem öncesinde yapılacak en önemli uygulama aşaması, malzemenin istenilen ölçüde kesilebilmesi için bir iş resmi çizilmesidir. Ağaç malzeme üzerinde hangi form işlenecekse çizilen iş resminden bir şablon hazırlanmadır.

Eğmeçli parçalarının kesilmesinde, temizlenmesinde, zıvana yapılmasında, delik delinmesinde vb. işlemlerin yapılmasında şablonlar vazgeçilmez yardımcılardır.



Resim 2.1: Şablon çizimi

Resim 2.2: Ahşap tekne üretiminde kullanılan şablonlar

Resim 2.3: Ahşap teknenin iskeletini oluşturmaya yarayan şablonlar

- **Kesme işlemi**

Öncelikle şablonu yapılacak işin 1/1 detay resmi çizilir. Bu resimden mastarı çıkarılacak parça belirlenir. Resim çizimi bittiğinde eskiz kâğıdının altına şablon yapılacak malzeme konur. Araya karbon kâğıdı konularak mastar yapılmak istenen parça kurşun kalemle çizilerek alttaki şablon çıkarılmış olur. Resim sökülerek şablon yapılacak parça çizime teğet olacak şekilde kesilir. Kesme işlemi bittiğinde testere izleri eğe ve zımpara yardımı ile temizlenerek mastar hazırlanmış olur. Mastarın üzerine işin ve parçanın ismi yazılır. Mastar hazırlamada diğer bir yöntem ise detay resmin fotokopisi çekilerek mastar yapılacak parça üzerine yapıştırılarak temizlenmesidir. Bu yöntem çizimde zaman açısından tasarruf sağlayacaktır.

Mastarlar hangi yöntemle yapılmış olursa olsun asıl önemli konu, bir iş için hazırlanan tüm mastarların delinerek ve üzerlerine hangi işe ve hangi parçaya ait olduğu açık ve anlaşılır olarak yazılarak bir arada bağlanması ve daha sonra kullanılabileceği düşüncesi ile düzenli saklanmasıdır. Böylece aynı işten tekrar üretildiğinde mastarlar hazır olacak ve ürün bütünlüğü sağlanacaktır.

Resim 2.4: Hazırlanan şablonun masif malzemeye aktarılması

2.1.2. Malzemelere El Aletleriyle İstenilen Formu Vermek

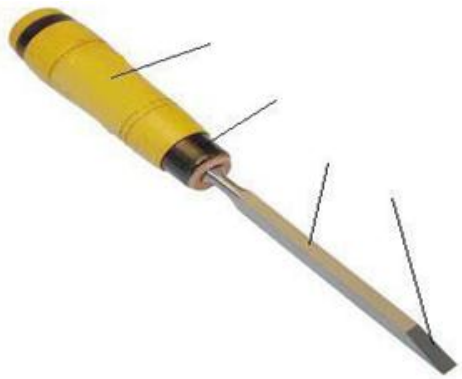
qMasif malzemeleri işlemek için çeşitli el aletleri kullanılır. Malzemeye form verme uygulamalarında hangi aletin işe uygun olup olmadığını bilmek gerekir. Aksi takdirde yanlış bir uygulamaya neden olunabilir.

2.1.2.1. Form ve Şekil Vermede Kullanılan El Aletleri

El aletlerinin ve makinelerin kullanımı, bilenmesi ve bakımı bilinmiyorsa iş kazaları ortaya çıkabilir. Aynı zamanda işe uygun aletleri tanımak uygulamada imalatçıya pratiklik kazandırır.

- **Kesici aletler**

Ahşap endüstrisi yapım işlerinde zıvana, diş, kertik, kiniş, oluk, pah, kızak, balıksırtı,lamba gibi kenar ve yüzey şekillerinin oluşturulmasında ve çeşitli perdah işlemlerinin yapılmasında kullanılan el aletleridir.



Resim 2.5: Kesici kalem bölümleri

- **Gövde:** Kesici kalemin esas kesme görevini yapan bu kısım üstün nitelikli takım çeliğinden üretilmiştir. Kesme işlevini yerine getiren ağız kısmına ise çeşitli şekiller verilmiştir (düz, oluklu eğmeçli vb.). Gövdenin yan kenarları pahlı veya düz olabilir.

Resim 2.6: Kesici kalem gövdesi

- **Sap:** Kesici kalemin tutulmasına ve elle veya bir vurma aletiyle kuvvet uygulanmasına yarayan kısımdır. Saplar sert ağaçtan, plastikten veya metal alaşımdan yapılarak gövdeye sıkıca bağlanır.

Resim 2.7: Plastik sap **Resim 2.8: Ağaç sap**

- **Kesici kalemler**

  - **Düz kalemler**

Düz kalemler, kesici ağızları düz (doğrusal) olan kalemlerdir. Kalemin kama açısı 25 derecedir. Düz kalemler piyasada 3-12 mm arası (1) birer mm arayla; 12-32 mm (ağız genişliği) arası ise (2) ikişer mm aralıklarla bulunur.

Resim 2.9: Düz kalemler

Resim 2.10: Düz kalemler

  - **Delik kalemleri**

Gövde kalınlıkları fazla olan (12-15 mm) ve özellikle zıvana deliği, kiniş, kanal açma, kilit yuvası açma işlemlerinde kullanılan özel yapılı düz kalemlerdir. 30 derece ağız açısı ile bilenir. Ağız genişlikleri 3-16 mm arasında ve ikişer mm aralıklarla değişir. Yapılan işlemlerde sürtünmeyi azaltmak amacıyla gövdeleri arkaya doğru dar yapılmıştır.

Resim 2.11: Delik kalemi

- **Oluklu kalemler**

Eğri ağızlı içbükey kalemlerdir. Çeşitli oyma ve alıştırma işlemlerinde kullanılır.

Resim 2.12: Oluklu kalem

- **Oyma kalemleri**

Ahşap yüzey süsleme işlemlerinde kullanılan çok değişik ağız yapısına sahip kesici kalemlerdir.

Resim 2.13: Oyma kalemleri

Resim 2.14: Oyma kalemleri

- **Marangoz keseri**

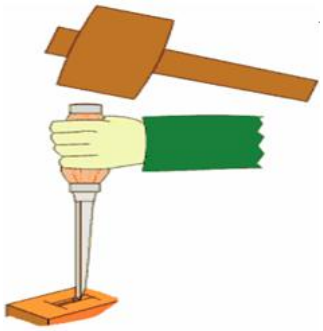
Ahşap malzemeleri yontmaya yarayan, kısa saplı bir tarafı keskin ağızlı diğer yanı çivi çakmaya uygun metal uçlu el aletidir.

Resim 2.15: Keser

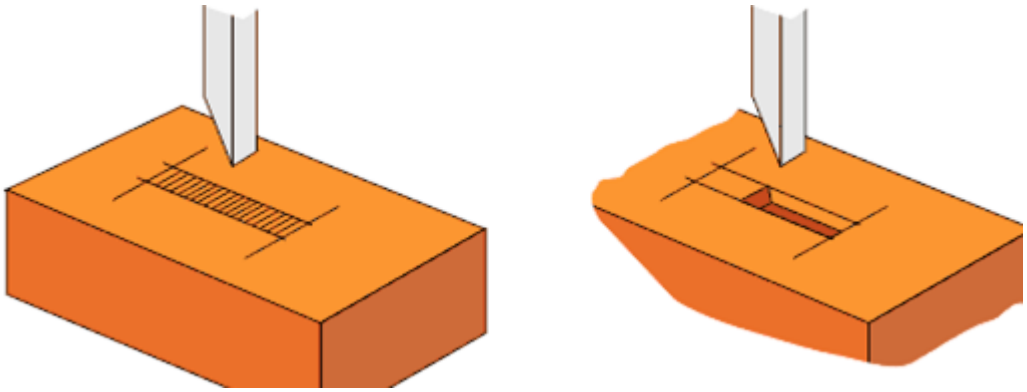
Kesici aletlerin kullanımı ve bilenmesi şu şekillerde yapılır:

- **Kullanımı**

Yukarıda sayılan kesicilerin kullanılış amacı ve biçimi birbirinden farklıdır. Genellikle iş parçalarında diş ve zıvana boşaltma, kilit ve menteşe yuvası açma, çeşitli alıştırma işlemlerinde ve değişik karşılık yuvalarının açılmasında kullanılır.



Şekil 2.1: Kesici kalemin kullanımı



Şekil 2.2: Kesici kalemin kullanımı

- **Bilenmesi**

Düz kalemler 20 derecelik, delik kalemleri ise 30 derecelik açılarla bilenir. Bileme işlemi kaba olarak zımpara taşında, ince olarak yağ taşında ve zımpara kâğıdında yapılır. Taşta bileme esnasında kalem uçlarının yanmaması için suyla sık sık soğutulmalıdır.

Resim 2.16: Zımpara taşı makinesi ve kalem bileme

Yağ taşında bileme işlemi ince bilemedir. Zımpara taşında kaba olarak bilenen kesici kalemler yağ taşında kılağıları alınıncaya kadar taş üzerinde dairesel hareketlerle bilenir.

Resim 2.17: Yağ taşı ve kesici kalemler

Zımpara kâğıtları da aşındırma özellikleri sayesinde ince bilemeye uygundur. Bilemede kullanılacak zımpara kâğıdı su zımparası diye adlandırılan ve 220 numara ve üstü olmalıdır.

Resim 2.18: Zımpara kâğıdında bileme

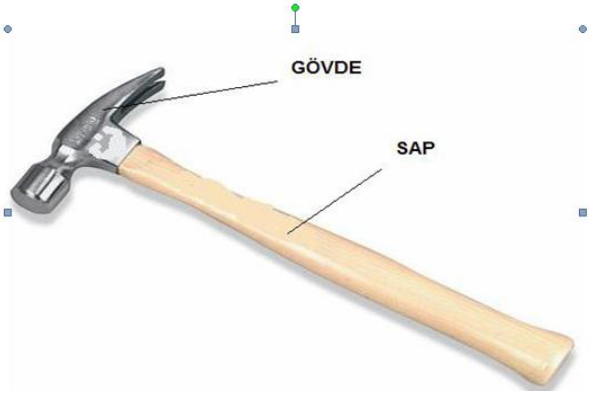
Resim 2.19: Zımpara kâğıdında bileme

- **Vurma ve bağlama aletleri**

Gemi yapım alanında ahşap ve ahşap ürünlerinin yüzey ve kenarlarına istenilen şekillendirme işlemlerinin yapılmasını sağlayan aletlerdir. Bazı çeşitleri vardır.

- **Çekiçler**

Çekiçler çivi çakma ve sökme, keski, rende tığı ve zımba gibi aletlere darbe uygulama gibi işlemlerde kullanılır. Bir çekiçte sap ve gövde olmak üzere iki ana bölüm vardır. Sap genellikle ağaçtan yapılır. Son yıllarda ağacın yanı sıra demir ve plastikten üretilmiş saplara da rastlamaktayız. Gövde ise üstün nitelikli alaşım çeliğinden yapılır. Piyasada çekicin büyüklüğü gövde ağırlığına göre belirlenir. Mesleğimizde kullandığımız çekiçler boyut olarak genellikle 100-800 gram arası büyüklükteki çekiçlerdir.



Resim 2.20: Çekicin bölümleri

- **Tokmaklar**

Tokmaklar, darbe etkisiyle zedelenmemesi gereken işlerde ve yüksek darbe gücü gerektiren durumlarda (kesici kalemler üzerinde darbe yapılması, çeşitli montaj işlemlerinde bağlantı parçalarının birbirine çatılması gibi) vurma aleti olarak kullanılır.

Resim 2.21: Ahşap tokmakla çalışma

Resim 2.22: Plastik tokmak

Resim 2.23: Ahşap tokmak

- **Kerpeten**

Çivi sökme, çivi ve tel kesme işlemlerinde kullanılan kerpeten çelikten mafsallı gövdeli ve keskin ağızlı bir alettir.

Resim 2.24: Kerpeten

- **Pense**

Çeşitli metal parçaları (pim, boru, kama vb.) tutmak, döndürmek, sökmek, tel ve çivi kesmek amaçlarıyla kullanılır. Elektrik işlemlerinde de kullanılacağından dolayı izoleli penseleri kullanmamız gerekir.

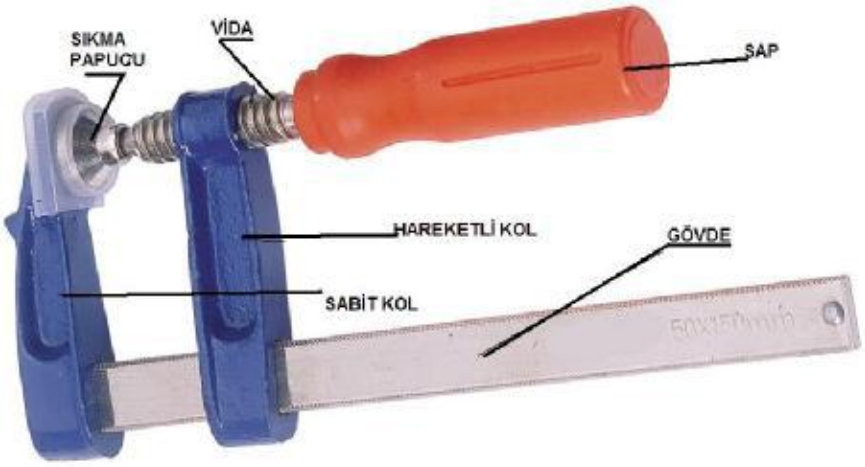
Resim 2.25: Pense

Resim 2.26: Yan keski

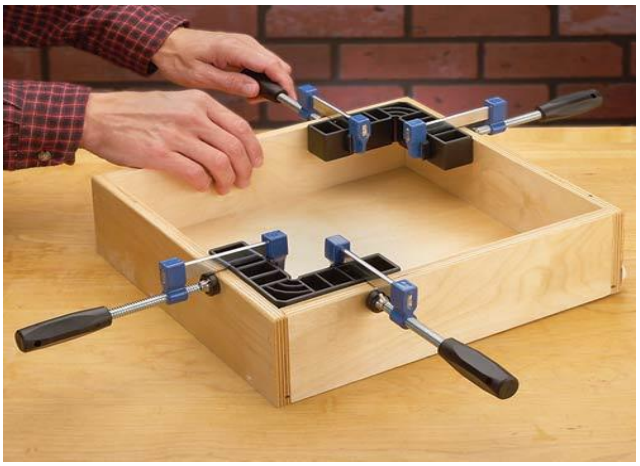
- **İşkenceler**

Tutkallama ve çeşitli iş parçalarını sabitleme işlemlerinde iş parçalarına basınç uygulamamızı sağlayan aletlerdir. Bazı çeşitleri vardır.

  - **Vidalı demir işkence:** Çeşitli sıkma kalınlıklarına göre pratik olarak ayarlanabilen ve mesleğimizde en yaygın kullanılan bir işkence tipidir. Büyüklüğü gövde boyu ile belirlenir.



Resim 2.27: Vidalı demir işkence ve kısımları

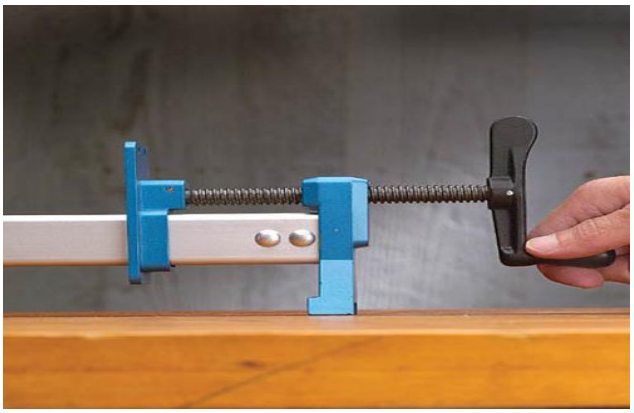


Resim 2.28: Vidalı demir işkence ile sıkma işlemi

Resim 2.29: Mandallı tip demir işkence

- **Ray işkence (putrel):** Geniş tabla, çerçeve, dolap gibi işlerin sıkılmasında, yüksek sıkma gücü sağlayan ray işkenceler kullanılır. Boyları 1–3 metre arasında değişmektedir. İşkencenin hareketli pabucu gövde boyunca istenilen sıkma genişliğinde ayarlanabilir.

Resim 2.30: Ray işkence



Resim 2.31: Ray işkencenin kullanımı

Resim 2.32: Ray işkence

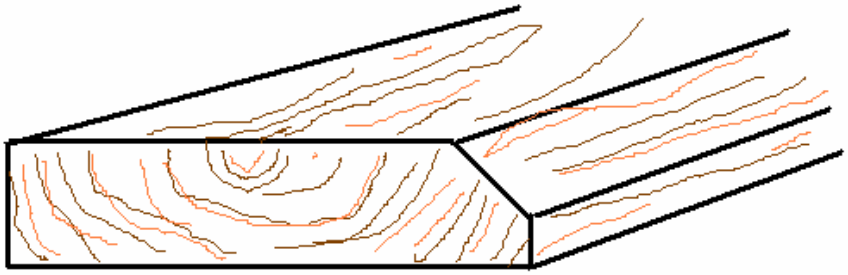
El aletlerinin amacı dışında kullanılması sakıncalıdır. Her alet amacına uygun kullanılmalıdır. Aletler kullanımdan sonra takım dolabına veya uygun yerlere kaldırılmalıdır. Körelen aletler bilenmeli, kırılan ve bozulan takımlar onarılmalı veya kullanılmamalıdır. İşkencelerin vidaları yağsız bırakılmamalı pabuç eksikleri giderilmelidir. Alet ve takımların metal aksamları paslanma ve korozyonu önlemek amacıyla ara sıra hafifçe yağlanmalıdır.

2.1.2.2. Ahşap Yüzey ve Kenar Form Şekilleri

Masif malzemeleri çeşitli şekillerde işlemek mümkündür. Malzemeleri uygun el aletleri kullanarak istediğimiz gibi şekillendirebiliriz. Bu şekiller masif malzemede farklı türde isimlendirilmektedir.

- **Pah**

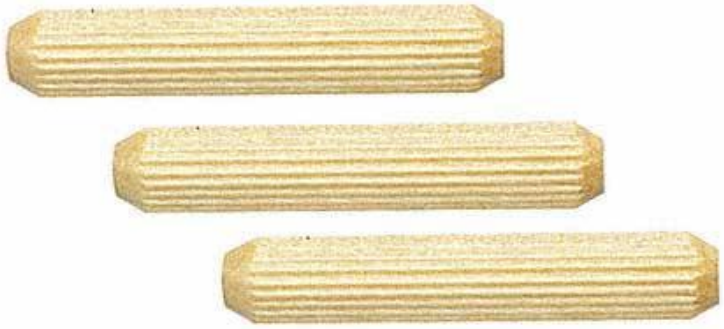
İş parçaları veya ahşap mobilyada dış köşelerin keskinliğini kırmak ve mobilyaya iyi bir görünüm kazandırmak amacıyla yapılan bir işlemdir. Rendelerle, kesici kalemlerle ve makinelerle yapılabilir.



Şekil 2.3: Pah açılmış parça

- **Kavela**

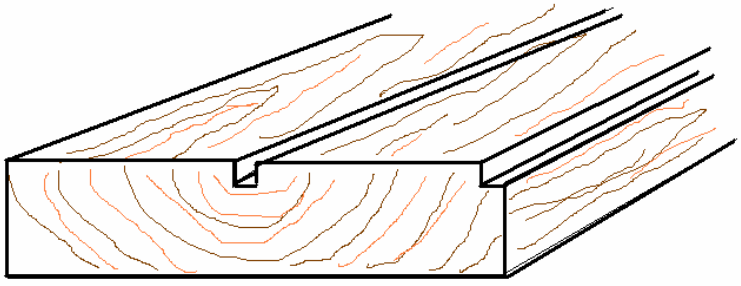
İki parçanın birbirine eklenmesi esnasında birleştirmeyi güçlendiren silindirik biçimli genellikle kayından üretilen elemandır. Çeşitli yöntemlerle kavela yapılabilir. Elde ve makinelerde üretildiği gibi piyasada hazır olarak da bulunur. Kalınlık ölçüsü belirlenirken birleştirilecek parça kalınlığının 1/3'ü dikkate alınır.



Resim 2.33: Kavela

- **Derz**

İş parçalarının kenar veya yüzeylerine el aletleri veya makinelerle açılan küçük girintilerdir. Genellikle geniş görünen bölümlerdeki veya birleştirme ek yerlerindeki hataları gizlemek amacıyla uygulanır.

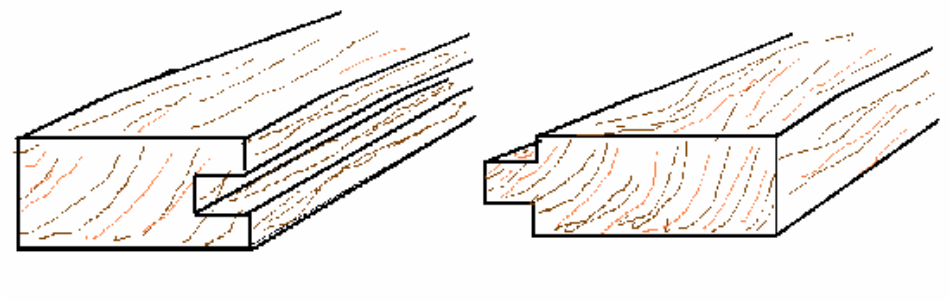


Şekil 2.4: Derz açılmış parça

- **Kiniş**

Ahşap parçaların yan yana birleştirilmesinde uygulanır. Birleştirme erkek ve dişi olmak üzere iki parçadan oluşur.

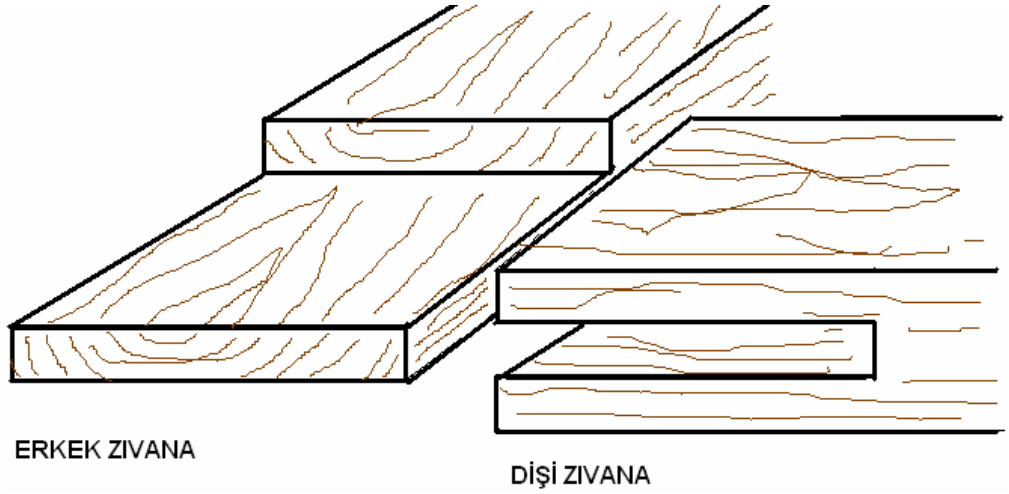
Dişi parça Erkek parça



Şekil 2.5: Kiniş açılmış parçalar

- **Zıvana**

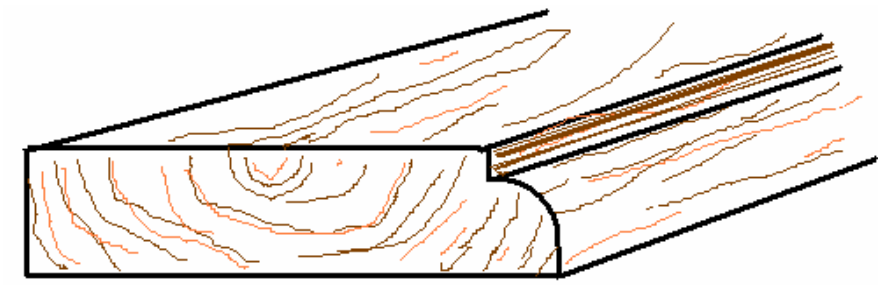
Ahşap çerçevelerde köşe birleştirme işleminde uygulanan bir birleştirme şeklidir. Uygulama el aletleriyle veya ağaç işleme makinelerinde yapılır. Parça kalınlığının 1/3'üne zıvana açılır.



Şekil 2.6: Zıvana açılmış parçalar

- **Kordon**

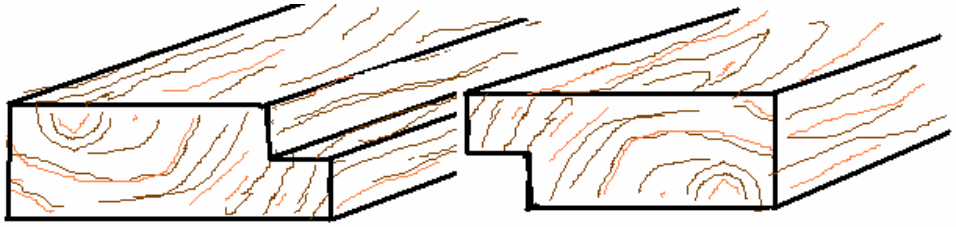
Ahşap parçaların kenar ve yüzeylerine estetik bir görünüm katmak amacıyla uygulanır. Uygulama el aletleriyle yapılabildiği gibi makinelerle de yapılabilir.



Şekil 2.7: Kordon açılmış parça

- **Lamba**

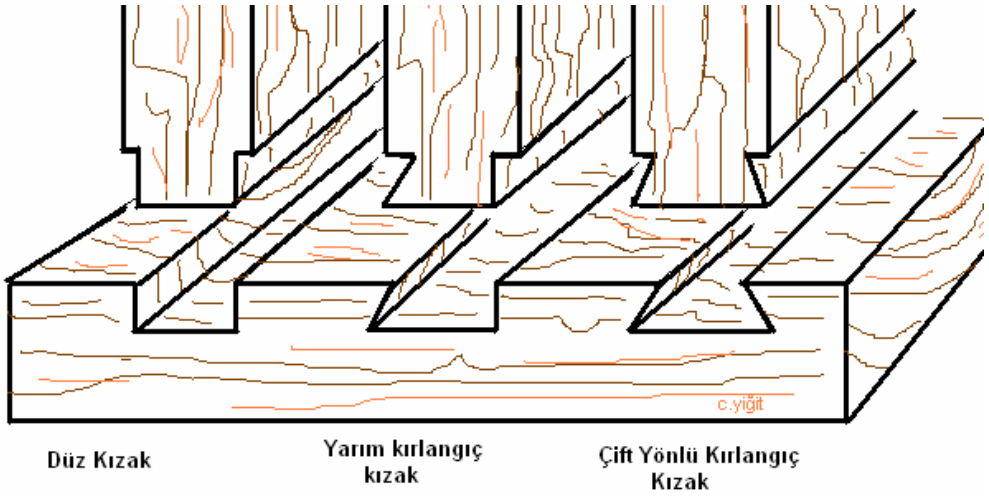
Ahşap parçaların kenarlarına uygulanan ve birleşme yerinde tutkallama yüzeyini artırmak için yapılan bir kenar şeklidir. Ayrıca cam ve tabla takılacak çerçeve kenarlarına uygulanır.



Şekil 2.8: Lamba açılmış parça

- **Kızak**

Bir yüzey ve kenar birleştirme şeklidir. Ahşap yüzeylere kızak parçaları tutturmak için uygulanır. El aletleri veya makinelerle yapılır.



Şekil 2.9: Kızak çeşitleri

- **Balıksırtı**

Ahşap yüzeylerde kenarları yumuşatmak ve ince göstermek amacıyla uygulanır. Uygulama el aletleri veya makinelerle yapılır.

Şekil 2.10: Balıksırtı (radüs)

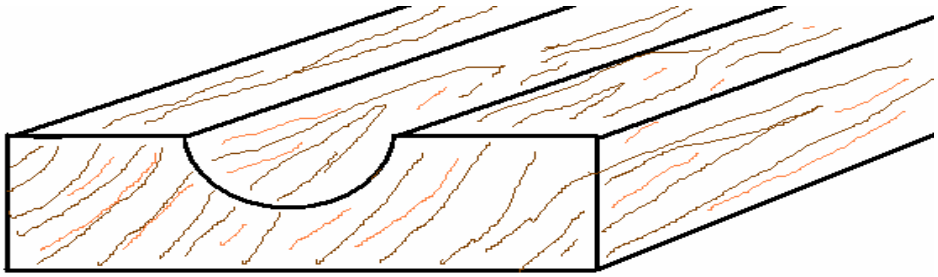
- **Diş**

Ahşap köşe birleştirmelerinde uygulanır. Düz veya kırlangıçkuyruğu şeklinde yapılır. El aletleri veya makinelerle yapılır.

Resim 2.34: Diş açma

- **Oluk**

Ahşap parçaların kenar ve yüzeylerine farklı amaçlarla uygulanır. Uygulama el aletleriyle yapılabildiği gibi makinelerle de yapılabilir.



Şekil 2.11: Oluk

2.1.3. Malzemelere Buharla İstenilen Formu Verme

Ahşap malzemeleri eğme-bükme işlemleri, imalat aşamalarında büyük güçlükler çıkarmaktadır. Masif malzemeler üzerinde bükme işlemi yapılması durumunda kırılma, çarpılma, lif kopukluğu vb. istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle masif malzemeyi yumuşatmadan kırılganlık özelliği yok edilmez. Buharlama işlemleri malzemeye esneklik imkânı verebilmektedir. Buharla yumuşatma uygulamasıyla imalatçılar malzemelere istediği gibi form verme işlemlerini gerçekleştirebilir.

2.1.3.1. Malzemeyi Buharla Bükme İşlemleri

Her ağaç malzemede eğme-bükme yapmak mümkün değildir. Bu sebeple uygun ağacı belirlemek gerekir. Daha sonra kesim ve yumuşatma işlemlerine geçilir.

- **Uygun ağaç türünü seçmek**

Bükülme kalitesine göre ağaç türlerinin sıralanmasıyla ilgili mevcut bilgiler yetersizdir. Genellikle yapraklı ağaç odunları, çoğu iğne yapraklı ağaç odunlarına göre masif hâlde bükmeye daha uygundur. Buna sebep olarak da iğne yapraklı ağaçlarda ilkbahar ve yaz odunu tabakalarında mekanik özelliklerin ani bir şekilde değişmesi gösterilmektedir. Bu nedenle bükme işleminde iğne yapraklı ağaçların (porsuk ve Alaska sediri hariç) kullanımı azdır. Douglas köknarı, güney sarıçamı, Sekoya, kuzey ve Atlantik beyaz sediri gemi ve tekne yapımında kullanılan orta derecede bükülme özelliğine sahip ağaç türleridir. Egzotik ağaç türlerinin de bükülme kabiliyeti daha azdır. Bunun nedeni kısa liflere sahip olması ve kusurların bulunmasıdır. Metal destek şeridi kullanılarak bazı egzotik ağaç türlerinin düşük yarıçaplara kadar bükülebildiği tespit edilmiştir.

Amerikan Orman Ürünleri Laboratuvarı (Forest Products Laboratory) bükme kalitesine göre ağaç türlerini;

Amerikan çitlembiği, beyaz meşe, kırmızı meşe, kestane, manolya, carya alba, kara ceviz, hickory, kayın, Amerikan karaağacı, söğüt, huş, akasya, dişbudak, sığla, yumuşak akçaağaç, kavak, sert akçaağaç, maun, Amerikan çınar yapraklı akçaağacı, ıhlamur, kiraz ve fındık şeklinde sıralamaktadır.

Ahşap tekne ve mobilya üretiminde, arz miktarının yeterli bulunması ve iyi direnç özelliklerine sahip olması ve genellikle mobilya üretiminde çok kullanılması nedeniyle çoğunlukla kayın ve meşe kullanılmaktadır. Bununla birlikte spor malzemeleri üreticileri bükülme özelliklerinin iyi olması yanı sıra dinamik eğilme direnci ve dinamik sertliğinin de yüksek olması nedeniyle genellikle hokey ve lakros (lacross) sopası üretiminde dişbudak ve hickory türlerini kullanmaktadır.

- **Kesim işlemleri**

Başarılı bir form elde edebilmek için malzemenin esaslı ve düzgün şekilde işlenmesi şarttır.

İstenilen enine kesit çoğunlukla dört köşe, bazı hâllerde ise yuvarlaktır. Dört köşe kesitli malzemenin yüzeyleri basit veya dört taraflı rendelenmeli, yuvarlak kesitler ise tornadan geçirilmelidir. Yüzeyler düzgün olmalı, ufak yarıntıları dahi olmamalıdır. Zira hafif girinti çıkıntılar bile özellikle küçük yarıçaplarda bükmede kırılmalara sebep olur. Halkalı büyük traheli ağaçlarda bükme esnasında yıllık halkaların durumu da önemlidir. Bu ağaçlarda yıllık halkalar bükme kalıbı yüzeyine paralel olmalı dik bir durum göstermemelidir. Enine kesitler düzgün malzemenin eksenine dik vaziyette kesilmelidir.

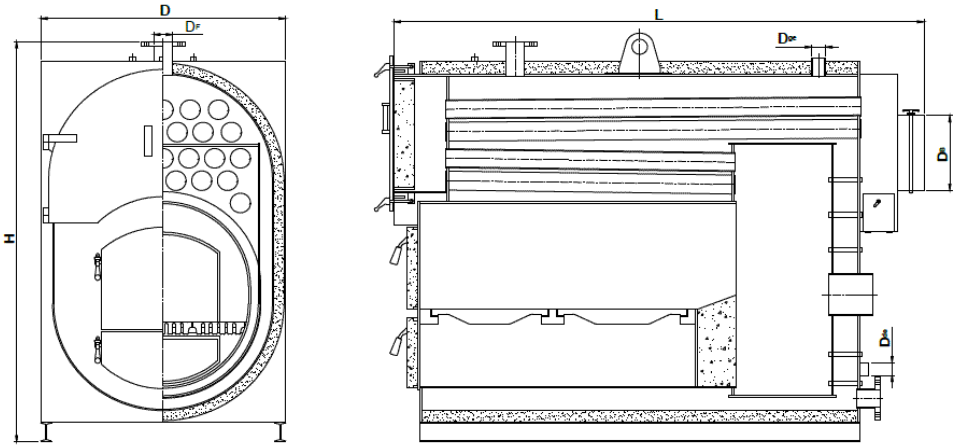
- **Yumuşatma yöntemi ile bükme**

Malzemenin yumuşatılarak bükülme kabiliyetinin artırılması, su buharı ile temas etme, sıcak su içerisinde kaynatma, rutubetli ıslak kum içerisine daldırma ve yüksek frekansla ısıtma olmak üzere çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Bunlardan en fazla uygulananı su buharı ile muamele olup bu hususta normal atmosferik gerilimli ve 100 ısı derecesinde bulunan su buharı kullanılmaktadır. Devamlı surette bu ısı derecesini muhafaza edebilmek için su buharının kâfi miktarda olması gerekmektedir. Pratikte daha yüksek gerilimli su buharı ile çalışmakta ise de su buharının gerilimi hiçbir zaman 2 atmosferi aşmamalıdır. Normal atmosferik gerilimli su buharı ile çalışmanın bir faydası buhar kazanının kapağının her zaman tehlikesizce açılıp kapanabilmesidir. Buhar kazanının dip tarafında bir miktar kondense olmuş buharın yani suyun bulunması, buharlama müddetini kısaltma bakımından faydalıdır. Buharla temas müddeti beher 25 mm malzeme kalınlığı için takriben bir saattir.

Buhar kazanı içerisine konan meşe malzemenin demir veya çelikle temas etmemesine dikkat edilmelidir. Zira demir veya çelikle temas eden meşede koyu renkli lekeler meydana gelmektedir. Taze hâldeki ağaç malzeme su buharı ile muamele edildiği zaman bir kurutma tesiri meydana gelmekte, içerisindeki su miktarı takriben % 25'e inmektedir. Buhar geriliminin ve buharlama müddetinin artırılması ile ağaç malzemede meydana gelen kimyasal etki de artmaktadır. Odun içerisindeki selüloz pentozanlar tamamen muhafaza

edilmekte fakat lignin miktarı azalmaktadır. Çok yüksek ısı dereceli su buharı, odunu fazla kuruttuğundan zararlıdır.

Buharla masif malzemelerin yumuşatılması buhar kazanlarıyla gerçekleştirilir. Buharlama kazanı çelik levhadan yapılmaktadır. Resim 35'te şematik olarak bir buharlama kazanını görülmektedir. Resim 36'da ise içerisi muhtelif bölmeleri ihtiva eden bir buharlama kazanı görülmektedir. Kazan içindeki bölmeler bir kolun çevrilmesi ile eksen etrafında dönmekte ve ön tarafta bulunan pencere hizasına gelen bölme ağaç malzeme ile doldurulduktan sonra kol çevrilerek diğer bölmelere malzeme konulmaktadır. Böylece en önce doldurulan bölmeden başlanmak üzere sıra ile buharlanmış olan ağaçlar çıkarılmakta ve devamlı bir çalışma sağlanmaktadır.



Şekil 2.12: Buhar kazanı kesiti

Resim 2.35: Buhar kazanı

Ağaç malzemenin bükülmesi elle, basit yardımcı vasıtalar kullanmak suretiyle veya bükme makineleri ile olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

- **Elle bükme**

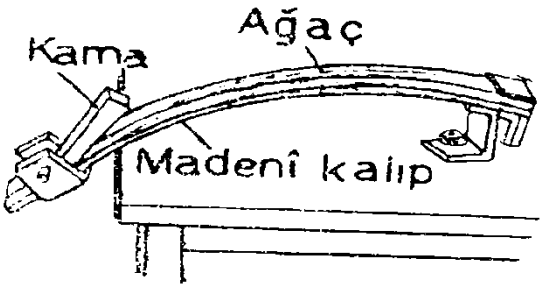
Elle bükme bazı basit tertibata ihtiyaç göstermektedir. Bu tertibat bükülecek kısma göre değişir. Elle bükmenin çok çeşitli şekilleri mevcuttur. Burada ancak en önemlilerine işaret edilmektedir. Motorla hareket ettirilen bükme makineleri faydalı olmakla beraber bir makine çeşitli bükme şekilleri için uygun değildir ve elle bükmeye göre masraflıdır.

- **Soğuk bükme**

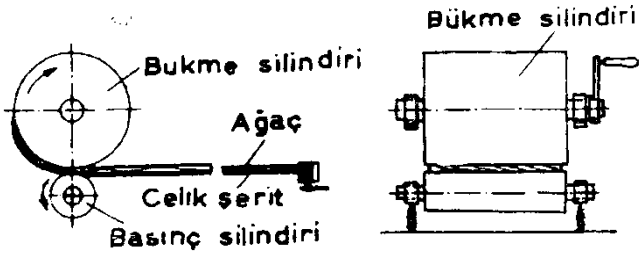
Soğuk bükmede ağaç malzeme daha önce herhangi yumuşatıcı bir uygulamaya tabi tutulmayarak soğuk ve hava kurusu hâlde bükülmektedir. Böylece ancak büyük yarıçaplarla, yatık kavisler elde edilmektedir. Bu gibi malzeme, bükmeden sonra elastikiyet dolayısıyla geri kıvrıldığından bükme işleminden sonra iki ucu sabitleştirilmelidir. Mesela gemi tekneleri kaplama tahtaları, gemi eğrileri üzerine çivilenerek sabitlenir.

- **Çelik şeritsiz sıcak bükme**

Ağaç malzemeyi küçük yarıçaplarla bükmek ve bükük durumda muhafaza etmek istendiği takdirde malzemenin daha önce belirtilmiş olan çeşitli şekillerde yumuşatılmasına gerek vardır. Bükülecek malzemenin dış tarafına koruyucu çelik şerit konmaksızın yapılacak sıcak bükmede çeşitli şekiller mevcuttur. Malzeme, belirli bir kıvrıklığa göre yapılmış iki parçadan ibaret kalıpların arasına sıkıştırıldıktan sonra mengenelerle basınç yapılır. Şekil 2.13'te görüldüğü gibi malzemeyi, madeni bir bükme kalıbı üzerine germek ve kama yardımıyla sıkıştırmak da mümkündür. Şekil 2.14'te gösterildiği şekilde ince tahtalar, kaplama levhaları, fıçı çemberi veya fıçı gövdelerini bükebilmek için elle çevrilen bir bükme silindiri kullanılmaktadır. Bükülecek malzeme silindire bir ucundan sabit olan bir çelik şeritle bükme silindiri arasına yerleştirilir. Daha küçük çaplı diğer bir silindir ise basınç tesiri yapmaktadır. Elle çevrilmek suretiyle bükülecek ağaç malzeme silindir üzerine sarılır. Sonra makineden çıkarılarak aynı çaptaki madenî bir halka etrafına yerleştirilen bükülmüş ağaç malzemenin iki ucu tutkallamak, çivilemek veya kama ile tutturmak suretiyle sabitlenir. Daha sonra madenî halkadan çıkarılır ve kurutulur.



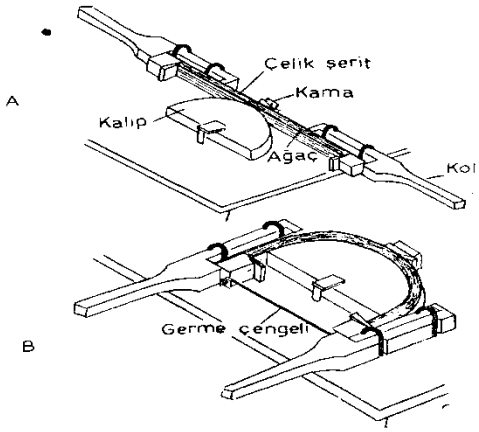
Şekil 2.12: Madenî kalıpla bükme



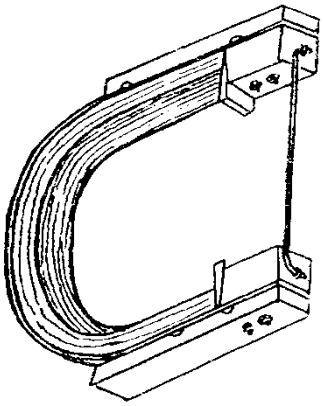
Şekil 2.13: Silindirle bükme işlemi

- **Koruyucu sıcak şeritlerle sıcak bükme**

Yukarıda belirtilmiş olan çeşitli metotlarla yumuşatılmış ağaç malzeme ancak kalınlığın 30 katı bir yarıçapa kadar bükülebilmektedir. Kalınlıkla yarıçap arasındaki oran 30'dan daha aşağı düştüğü takdirde plastikleştirilmiş ağaç malzemede kırılmalar görülür. İlk defa Alman mobilya ustalarından M. Thonet, kırılmanın sebebinin malzemenin teşkil ettiği kavisin dış tarafından liflerin çekilerek genişlemesiyle elastikiyet sınırının aşılması olduğunu anlamış ve bu fazla genişlemeyi önleyebilmek için bükülme esnasında malzemenin dış tarafına çelik bir şeridi koyarak bu şeridin yaptığı basınçtan faydalanmıştır. İşte böylece bugün de çoğunlukla kullanılan Thonet metodu doğmuştur. Kırılmaya karşı koruyan bu çelik şeridin kalınlığı bükülme kavisinin yarıçapına, malzemenin kalınlığına bağlı olarak 0,2-2 mm arasında ve çoğunlukla 0,75-0,8 mm genişliği ise bükülecek malzemenin genişliğinden biraz daha fazladır. Bükme kalıpları istenilen bükme kavisine göre ağaçtan veya metalden yapılmaktadır. Metali bükme kalıpları seri hâlinde imalata daha elverişlidir. Şekil 2.14'te elle U şeklinde bükmelerde kullanılan bir tertibat görülmektedir. A bükmeden önceki; B bükmeden sonraki durumu göstermektedir. Şekil 2.15'te bükme tertibatının kollarının çıkarılması, malzemenin kalıptan çıkarılmasından sonra bir çengelle geriye bükülmesinin önlenmesi ve kurumaya terk edilmesi görülmektedir. Simetrik olmayan bükmelerde ise malzemenin bükme kalıpları üzerinde kurutulması, şeklini muhafaza bakımından şarttır.



Şekil 2.14: U şeklinde bükme tertibatı



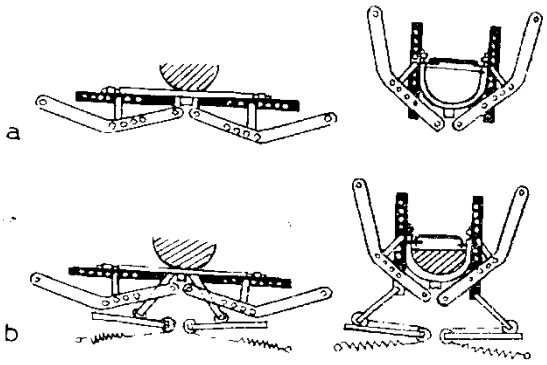
Şekil 2.15: Bükülmüş masif malzeme

- **Makine ile bükme**

Makine ile bükmenin prensibi de aynen elle bükmedekinin aynısıdır. Bu makinelerin motorları 1,5-2 beygir kuvvetindedir. Bazıları kırılmaya karşı koruyucu bir çelik şerit kullanmakta, diğer bazıları ise çelik şeritsiz olarak yalnız bükülecek malzemenin iki ucundan basınç yapmak suretiyle çalışmaktadır. Makine ele nazaran hem daha çabuk hem de kolay bükmektedir. Bükme makineleri çeşitli konstrüksiyonlarla yapılmış olup en önemlileri aşağıda gösterilmiştir:

- **Manivela kolla bükme**

Manivela kollu bükme makineleri madenî kolları olup bu kolların motor kuvveti ile hareket ettirilmesiyle bükülecek malzeme dış tarafta çelik şeritle birlikte kalıp üzerine bastırılmaktadır. Bu makinelerde çeşitli konstrüksiyonlar mevcuttur. Bunlardan ikisi Resim 49'da a ve b'de görülmektedir. Pratikte mevcut makinelerden çoğu Resim 50'de a prensibine göre çalışmaktadır. Resim 50'de 65 mm kalınlık 200 mm genişlik ve 2000 mm uzunluk "a" kadar ağaç malzemeyi U şeklinde büken bir bükme makinesini göstermektedir. Saatte 45-60 bükme yapabilmektedir.



Şekil 2.15: Manivela kolla bükme

- **Çok katlı hidrolik bükme presleri**

Bu presler çok katlı olup gözleri sıcak su veya su buharı ile ısınmaktadır. Fazla kavisli olmayan sandalye ayakları sandalye arkalıkları daha önce su buharı ile muamele edilerek yumuşatıldıktan sonra kavisli kartlar arasına konarak basınçla bükülür. Bu preslerde çok sayıda malzemeyi birlikte bükmek mümkündür. Çelik şeritler kullanılmadığı takdirde bükme kavisinin yarıçapı büyük seçilmelidir.

2.1.3.2. Malzemeye Form Vermeyi Etkileyen Faktörler

Bükülmeye uygun ağaç türünün seçiminde, bükme sonrası malzemenin direnç özellikleri, bükülme özellikleri, malzemenin mevcudiyeti gibi faktörler dikkate alınmaktadır. Bükülecek ağaç malzeme, kusursuz ve düzgün lifli olmalıdır. Ağaç yaşı, büyüme hızı, toprak özellikleri gibi faktörler de kaliteli bükme için ikincil öneme sahiptir. Çok yaşlı ağaçlar, mantar tahribatına uğramış ağaçlar ile çok hızlı veya çok yavaş büyümüş ağaçlar bükme için uygun değildir. Yıllık halkalara paralel uzunlamasına çatlaklar, bükme işlemi esnasında oluşan makaslama gerilmelerinden dolayı kırılmalara neden olur. Öz, benzer özellik gösterir. Yıllık halkalara dik çatlaklar, bükülen malzemenin basınç gerilmelerinin oluştuğu içbükey kısımda olması durumunda kırılmalara neden olmaktadır. Dışbükey kısımda olması durumunda ise aynı oranda etkili olmamaktadır.

Ağaç malzemenin bükülmesi çok sayıda faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörler; bükme yarıçapı, ağaç türü, rutubet miktarı, kalınlık, genişlik, buharlama süresi ve lif açısıdır.

Bükülecek ağaç malzemenin kırılmadan minimum bükme yarıçapına kadar bükülmesi üzerine rutubet miktarının etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar birçok ağaç türünden elde edilen odunların taze hâlde iken bükülebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, karaağaç, kestane ve meşe gibi ağaç türleri taze hâlde iken küçük bir bükme yarıçapına kadar bükülürse suyla dolu hücre çeperleri içerisinde oluşan hidrolik basınçların bir sonucu olarak materyalde kırılma meydana gelebilmektedir. Hava kurusu hâlde bükme, yüzey çatlakları oluşturması, kuru odunun rutubetli ortamda buharlanmasının odunun bükülmeden önce şeklini değiştirmesine neden olması ve elle bükme işlemini zorlaştırması gibi nedenlerle sakıncalıdır. Çok kuru hâldeki bükme işlemi odunun içbükey yüzeyleri üzerinde burkulmaya ve potlaşmaya neden olmaktadır.

Bükme yüzeyine göre yıllık halkaların yönü hafif bükmelerde önemli olmazken fazla bükmelerde pratik bir öneme sahiptir. Bu gibi ahşap parçalarda yıllık halkalar bükme kalıbına paralel olacak şekilde kesilmelidir. Geniş yüzey doğrultusunda bükülen parçalar dar olan kenar doğrultusunda bükülen parçalara göre daha az kırılma göstermektedir.

2.1.3.3. Bükme İşlemi ve Bükme Yarıçapı

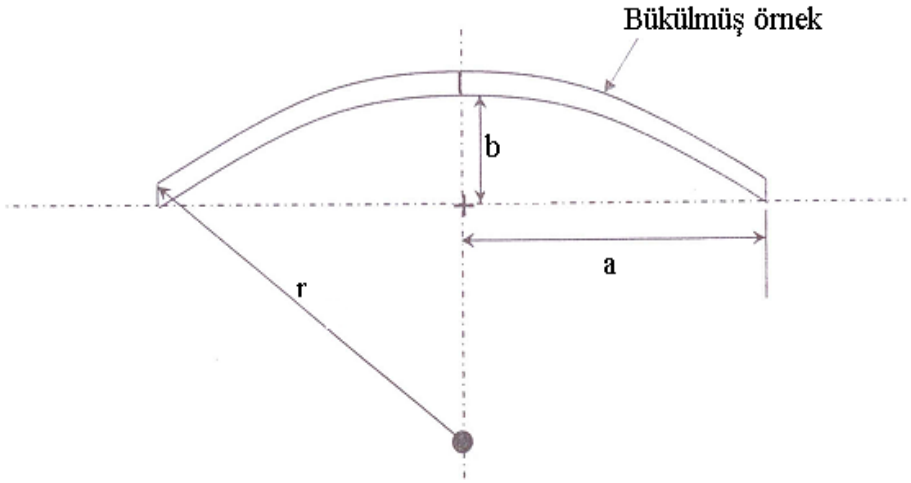
Bükmede başarı elde edebilmek için yumuşatma işleminden sonra fazla zaman kaybetmeden hemen bükme işlemine geçilmelidir. Ağaç malzemenin bükülmesi elle, basit

aparatlar yardımıyla veya bükme makineleri ile yapılabilmektedir. Elle bükme, parçaya şekil vermek üzere levye gibi basit aletlerle insan gücü kullanılarak yapılan bükmedir. Enerji ile çalışan bükme makinelerinin elle bükmeye göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bükme makinelerinin el aletlerine göre daha pahalı oluşu kullanımını sınırlayan en önemli faktördür. Ayrıca, birçok bükme şeklini yapabilen üniversal bükme makinesi sayısı azdır. Buna karşın bükme makinesi ile çok sayıda bükme, bir işlemle yapılabilir. Üretim hızı arttırılabilir. Şekil bozukluğu ihtimali azaltılabilir ve daha az güç sarf edilir. Elle bükme destek şeritli ve destek şeritsiz olarak yapılabilmektedir. Destek şeridi kullanılması durumunda ağaç malzeme daha küçük yarıçaplara kadar bükülebilmektedir. Ağaç malzemede bükülme değeri D/r ile ifade edilmektedir. Burada "D" malzemenin kalınlığı, "r" bükme yarıçapıdır. Plastikleştirme uygulanıp ve uygulanmamasına, destek şeridi kulanılıp kullanılmamasına göre bükülme değerlerinin değişimi Şekil 12'de gösterilmiştir.

Ağaç malzemenin bükme yarıçapı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$r = (a^2 + b^2)/ 2b$$

Burada;
r = Bükme yarıçapı,
a = Düşey uzaklık,
b =Yatay uzaklıktır.



Şekil 2.16: Bükülme yarıçapı parametreleri

Genel olarak sert ağaçların, yumuşak ağaçlara göre yumuşatma dirençleri daha fazladır. Yumuşatma dirençleri bükülme kalitesinin bir göstergesidir. Ağaç malzemelerin yumuşatılmasında amaç, istenilen formda sıkıştırmadan dolayı deformasyonları önlemektir. Ağaç malzemenin yumuşatılması, büküldüğünde oluşan gerilmeleri sınırlamaktadır.

2.1.3.4. Set Etme İşlemi

Bükme, ahşabın kalıcı formunu (bükülmüş hâlini) koruyabilmesi için geri esnemeye sebep olan iç gerilimin düşürülmesi, rijit hâle getirilmesi (eğri bir yüzey üzerine

sabitlenmesi) ya da ikisinin kombinasyonunu kullanmak esastır. Parçanın eğri formunu muhafaza edebilir hâle getirilmesi işlemine set etme denilmektedir ancak bu işlemin tamamını kapsamamaktadır. Set etme aynı zamanda parçanın son hâlini alıncaya kadar kullanım yeri için en uygun kurutma ve şekil verme prosedürünü de kapsamaktadır. Set etme, fazla rutubetin uzaklaştırılması ve malzemenin soğutulması ile tamamlanabilir.

Odun, bükme öncesi rutubetli şartlarda ısıtılarak yumuşatılmakta ve böylece bir miktar rutubeti ve önemli ölçüde de sıcaklığı artmaktadır. Set etme işleminde ise tersi bir uygulama yapılarak bükme sonrasında kurutma ile rutubeti soğutma ile sıcaklığı azaltılmakta böylece verilen şekil kalıcı olmaktadır. Set etme işleminde rutubet bir etken olmasına rağmen bütün rutubet içeriğinin, bükmeden önce tamamen uzaklaştırılmış olması şart değildir. Aslında bükme işlemi için taze kereste kullanıldığında bükme parçasının ortalama rutubeti hâlâ yüksek ve LDN'nin üzerinde olsa bile olması gereken yaklaşık formu elde etmek için set etme soğutmadan sonra uygulanabilir.

Set etme işlemi, bükülecek malzemeyi sıcak kuru havaya maruz bırakarak önemli oranda hızlandırılabilir ve uygulanan sıcaklık 66 °C civarındadır. Bazen sıcaklık 88 °C'ye kadar yükseltilerek malzemeye zarar vermeden işlem yapılabilir. Set etme odaları genellikle buharla ısıtılan boruları içeren basit kurutma odaları biçiminde tasarlanır. Ara sıra set etme odasındaki rutubet miktarını kontrol etmek gerekmektedir. Set etme işlemi boyunca malzeme hangi şekil verilmek isteniyorsa o şekilde sabitlenmelidir. Eğer malzemedeki bükme kalıbı çıkarılacak olursa set etme işlemini hızlandırmak için malzeme, şeritlerle çivileyerek bağlama elemanları veya benzeri materyaller kullanılarak sabitlenmelidir. Bazı durumlarda, bükme işleminden hemen sonra destek şeridinin kaldırılması söz konusu olabilir ama bükülen malzeme sıcak ve ıslak olduğundan çekme kırılmaları meydana gelebilir. Bu durum, özellikle malzemede lif kıvrıklığı varsa bükme kalıbı kaldırıldığında söz konusu olur. Şeritler eğer mümkünse kaldırılmalıdır eğer mümkün değilse soğuma işleminden sonra çıkarılmalıdır.

Set etme işleminin aşamaları kolaylıkla belirlenemez çünkü bu aşamalar oda sıcaklığı, malzeme boyutu, bükme yarıçapı, rutubet gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Genellikle eğer gerekli ise bu aşamalar bazı ön testlerle belirlenebilir. Set etme işleminin ne zaman biteceğinin kesin olarak belirlenmesi için set etme odası aralıklı olarak kontrol edilir ve tutma elemanlarının (bağlama elemanları, ip, metal çubuk, mengene vb.) gerginlikleri (sıkılıkları) incelenir ve eğer gevşeme var ise set etmenin tamamlandığı kabul edilir.

Malzemenin radyo frekans ısıtma kullanılarak kaynama noktasına kadar ısıtılması ile set etme sürelerinde önemli kısalmalar elde edilebilmektedir. Set etme süresindeki kısalma ile birlikte yüksek ısı genellikle hücrelerde buhar oluşmasına sebep olmaktadır. Bu, genel amaçla kullanılan birçok bükme kerestesinde iç çatlaklara ve yarılmalara neden olabilmektedir. Bu durum, bazen kayın odunu normal olarak geçirgen yapıda olsa bile yine de meydana gelebilmektedir. Bundan dolayı set etmede yüksek sıcaklık kullanılması pratik olarak uygun görülmemektedir. Düşük başlangıç rutubetine sahip ve kayın gibi geçirgen malzemeler kullanıldığında boyuna yönde ön basınç uygulanmış ya da esnek (bükülgen) ağaç malzeme kullanılarak yapılmış bükme işleminde daha az kusur meydana gelmesi olasıdır.

2.2. Lamine Malzemeye Form Vermek

Klasik bükme tekniğinde ahşap malzeme buharlandıktan sonra istenilen forma uygun kalıplara yerleştirilerek kurumaya bırakılır. Bu normal oda sıcaklığında haftalarca sürebilir ancak kurutma odalarında bu süre ısı, hava hareketi ve ortamın bağıl nemi ayarlanarak kısaltılabilir. Bu da çok sayıda kalıp ve ek maliyet demektir. Eğer mamul üründe eğri formlar fazla ise maliyet çok daha fazla artmaktadır. Masif ahşabın çok pahalı olduğu günümüzde maliyetlerin azaltılması, ahşabın kusurlarından arındırılması ve çok değişik formlarda ahşap malzemelerin üretimi için laminasyon tekniği en uygun yöntemdir. Laminasyon tekniğinin özü, papel kaplamaların lif yönlerinin birbirine paralel olarak istenilen boyutlarda üst-üste yapıştırılması esasına dayanır.

2.2.1. Malzemeyi Ölçüsünde Kesmek

Lamine malzemelerde form verme çalışmaları masif malzemeye göre daha kolay imkânlar sağlamaktadır. Yine de iş resmine uygun ürün ortaya koymak kesim işlemlerinde ölçülü çalışmalara bağlıdır. Herhangi bir malzemeyi keseceğiniz zaman gerekli olan ölçülerin dışına çıktığınızda bir sonraki işlemler size zorluk çıkaracaktır. Dolayısıyla ürün resmine uygun lamine işlem yapılamayacaktır.

Lamine malzemeleri elde edebilmek ve form uygulamalarını yapabilmek için laminasyon çalışmalarına ayrıca önem verilmelidir. Ölçülü çalışmak çoğu zaman zorluk çıkartabilir. Bu bakımdan belli işlemler sırasını takip etmeniz gerekir. İstediğimiz sonuçlar elde edebilmek adına belli başlı aşamaları sırasıyla açıklayalım.

- **Laminasyon**

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. Lif yönlerinin paralel gelecek şekilde düzenlenmesi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer üretilen ahşap lamine eleman kavisli ise katların lif yönlerinin paralel olarak uygulanması zorunluluğu vardır.

Laminasyonda farklı ağaç türü, değişken katsayısı, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir.

Mobilya endüstrisinde ve tekne imalat sektöründe kullanılan küçük boyutlu ahşap lamine elemanlarının üretiminde 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.

- **Laminasyonda kesim öncesi ağaç malzeme seçimi**

Lamine elemanlarda kullanılacak ağaç malzeme seçimini etkileyen belirli faktörler vardır. Bunlar;

- Seçilecek olan ağaç türünün fazla tanenli, eterik yağlı, ekstraktif maddeli ve reçineli olması tutkalın yapışma dayanımını azaltacağından lamine ağaç malzemenin direnç özellikleri de azalacaktır.
- Üretimin aksamaması ve alış maliyetinin düşük olması bakımından seçilecek ağaç türü kolayca ve bol miktarda temin edilebilmelidir.
- Bükülebilme özelliği kavisli elemanlarda aranan bir niteliktir. Çünkü seçilen ağaç malzeme türünün bükülebilme özelliği, ne kadar iyi olursa laminasyonda o nispette kalın parçaların kullanılması mümkün olur. Bu da gerek işçilik gerekse tutkal maliyeti açısından olumlu bir durumdur.

Genel olarak laminasyon uygulamalarında lamine edilecek ağaç türlerinin bükülme özellikleri farklı olup sert odunla yapraklı ağaçlar, iğne yapraklılara göre daha iyi bükülme özelliğine sahiptir. Çünkü iğne yapraklı ağaçların yaz odunu halkalarında mekanik özellikler ani bir şekilde değişmekte bundan dolayı özgül ağırlığının fazla oluşu bükme için bir sorun teşkil etmektedir. Yapraklı ağaç türlerinden kayın, karaağaç, dişbudak, meşe, carya, alba, huş, akasya, akçaağaç, kiraz ve fındık bükülme özellikleri bakımından en elverişli olanlarıdır.

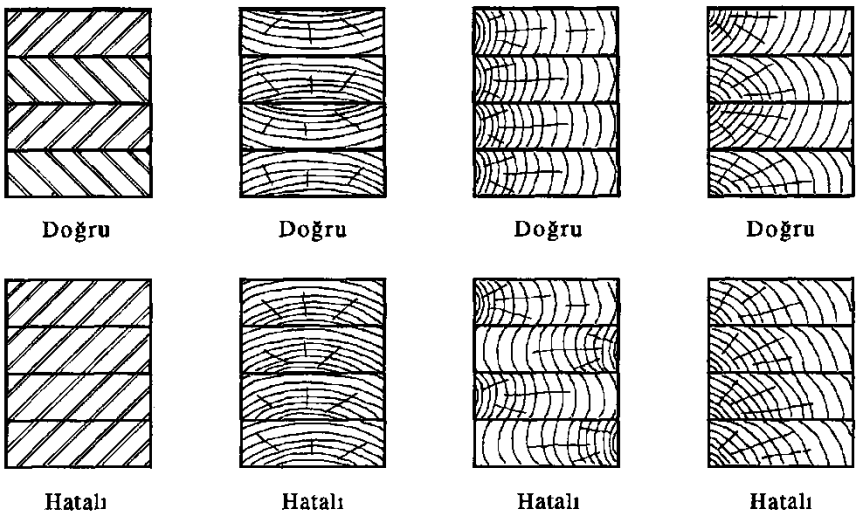
- **Laminasyonda katların düzenlenmesi**

Resim 2.36: Düzgün katlanmış lamine malzemeler

Resim 2.37: Lamine edilmiş eğri ahşap malzemeler

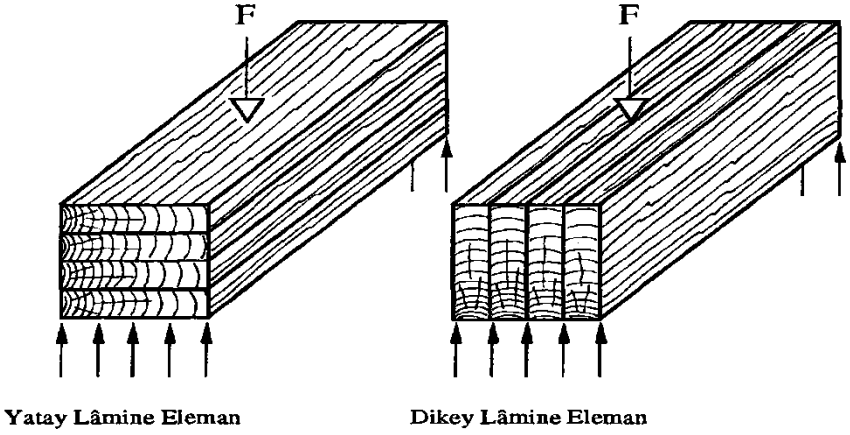
Lamine edilmiş masif ağaç malzemede biçim değişmeleri oluşmaması için lamine katların düzenlenmesinde, yıllık halkaların konumuna dikkat etmek gerekmektedir. Bunun sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır. Ağaç türlerine göre daralma miktarları, yıllık halkalara teğet yönde % 3,5-15, radyal yönde % 2,4-11, liflere paralel yönde % 0,1-0,9 arasında değişir.

Lamine katlarının düzenlenmesinde farklı çalışma sonucu ortaya çıkan gerilmeleri dengeleyecek kat düzenlenmesi yapılmalıdır. Aksi takdirde düzeltilemeyen biçim değişmeleri meydana gelir. Bu maksatla yapılacak kat düzenlenmesi şekilde gösterilmiştir.

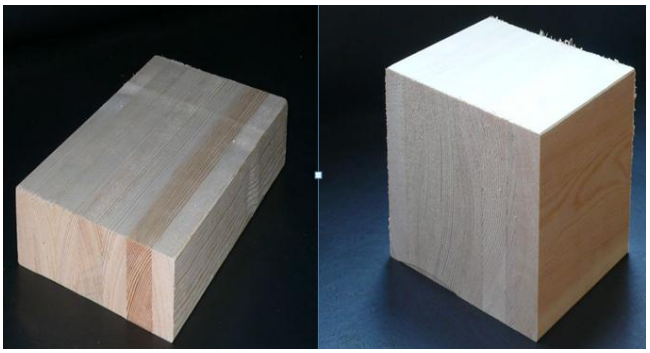


Şekil 2.17: Lamine malzemelerde kat düzenlemeleri

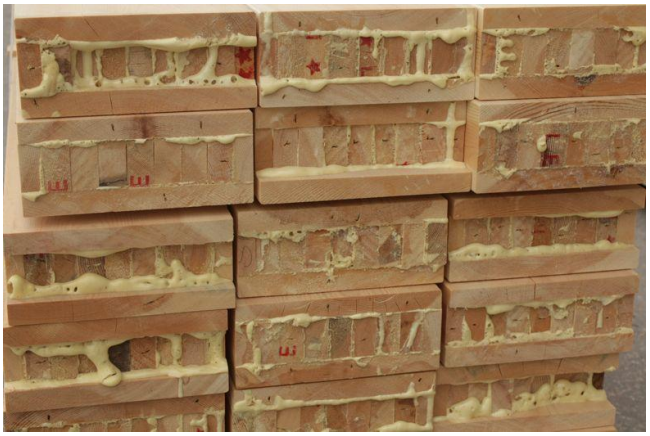
Eğilme kuvvetinin etkisinde kalan lamine elemanlar, uygulanan yükün yönüne göre yatay lamine elemanlar ve dikey lamine elemanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yük tutkal hattına dik uygulandığında yatay, yük tutkal hattına paralel olarak uygulandığında dikey lamine eleman olarak adlandırılmaktadır.



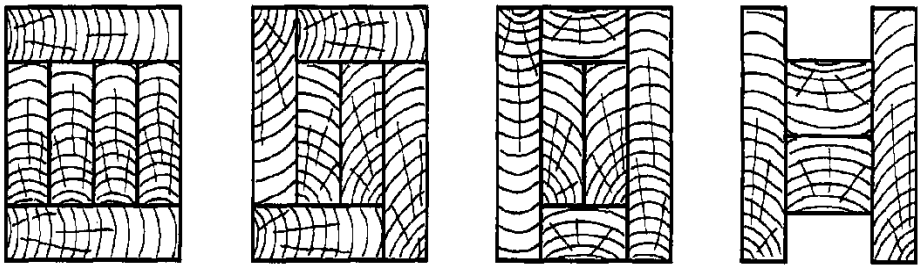
Şekil 2.18: Yatay ve dikey lamine elemanlar



Resim 2.38: Dikey ve yatay düzgün katlar



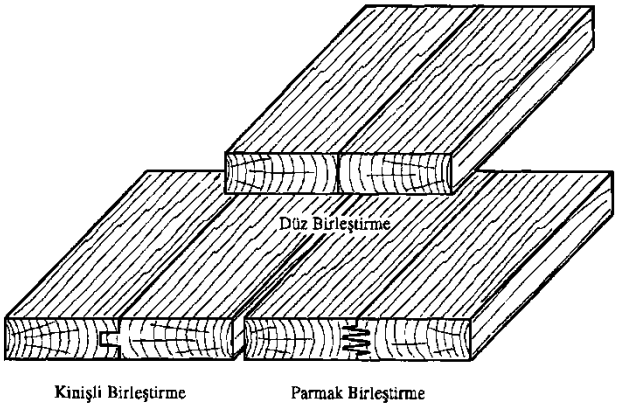
Resim 2.39: Liflere paralel basınç yüküne maruz kalan lamine elemanlarda katların karışık düzenlenmesi



Şekil 2.19: Liflere paralel basınç yüküne maruz kalan lamine elemanlarda katların düzenlenmesi

- **Lamine malzemede birleştirme**

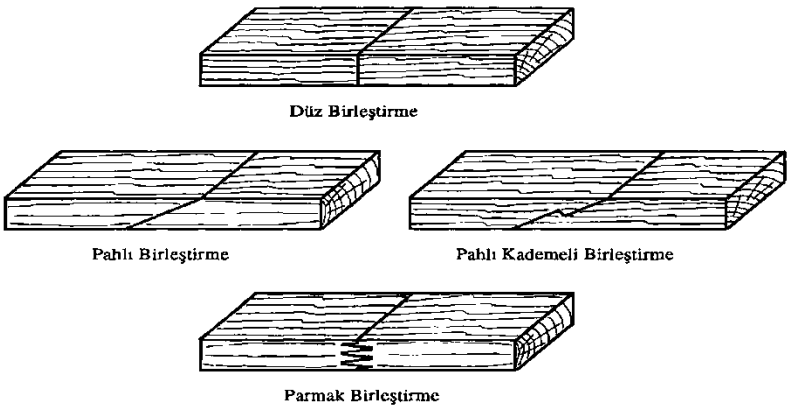
  - **En birleştirmeler:** Laminasyonda düz, kinişli ve parmak birleştirmeler kullanılmaktadır.



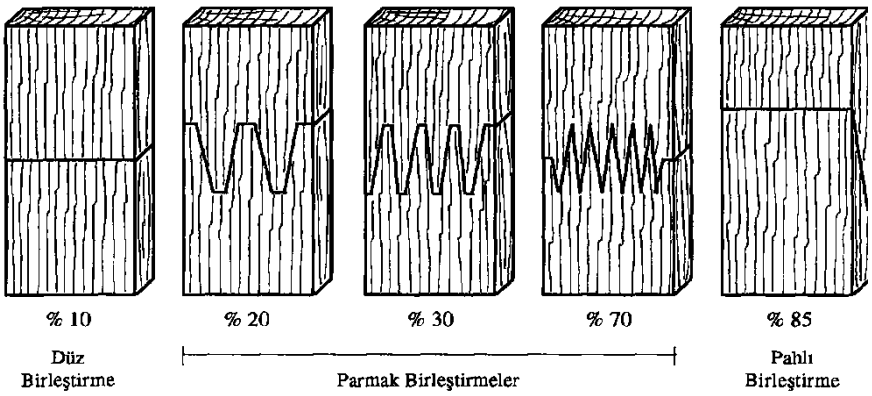
Şekil 2.20: Lamine elemanlarda en birleştirmeler

Resim 2.40: En birleştirilmiş lamine malzemeler

- **Boy birleştirmeler:** Laminasyonda düz, pahlı ve parmak birleştirmeler kullanılmaktadır.



Şekil 2.21: Lamine elemanlarda boy birleştirmeler



Şekil 2.22: Boy birleştirmede yük taşıma yüzdeleri

- **Lamine edilecek parçanın hazırlanması**

Lamine elemanların üretildiği ortamın sıcaklığı en az 15 derece ve bağıl nemi ise % 40-75 arasında olmalıdır.

En ve boy birleştirme uygulanmış parçaların ek yerleri birbirini takip eden katlarda üst üste gelmemeli ve mümkün olduğunca şaşırtmalı olarak düzenlenmelidir. Ayrıca yapıştırıcı firmanın tavsiyelerine uygun olarak yapıştırıcı yeterli miktarda sürülmelidir. Sıkışma, üniform ve emniyetli olarak yayacak şekilde yapışma hattı üzerine uygulanmalıdır.

Resim 2.41: Düzgün lamine edilmiş ahşap tekne elemanı

2.2.2. Malzemeye Kalıpla İstenilen Formun Verilmesi

Lamine elemanların üretiminde ürün formuna göre özel kalıpların kullanılması gerekmektedir. Kullanılan kalıplar seri imalat ilkelerine uygun olmalıdır. Birleştirme anında

kolayca ve pratik şekilde ayarlanabilecek sistemde tasarlanmalıdır. Kalıbı hazırlarken önce lamine edilecek parçanın 1/1 kesit resmi çizilir. Daha sonra lamine tabla kalınlığına yüz kaplamaları yapıştırırken kullanılacak saç veya muşamba kalınlıkları da ilave edilir. Ayrıca ızgara çıtaları kaburga parçalarına gömülecekse bunlarda kesit resminde belirtilir. Sonra kalıbın alt ve üst parça genişlikleri ve çatkı kayıtları çizilerek son şekli verilir.

- **Metal kalıpla form verme**

Lamine malzemenin oluşturulup istenilen forma getirilebilmesi için metal parçalardan kalıplar hazırlanır ve bu kalıplar bir tezgâh üzerine monte edilir. Tekne imalat sektöründe sıklıkla kullanılan bu yöntem sayesinde her türlü eğimli ahşap tekne elemanları kolaylıkla üretilebilir.

Resim 2.42: Metal kalıp

Resim 2.43: Metal kalıpların hazırlanması

Resim 2.44: Metal kalıpla uygulanmış lamine işlem

Resim 2.45: Tezgâh üzerine sabitlenmiş metal kalıplarda ahşap tekne elemanına istenilen formun verilmesi

Resim 2.46: Metal kalıplarda form verme işlemleri

- **Bloklama yöntemi**

Lamine edilecek parçanın genişliği çok fazla değil ise yerde bloklama yöntemi kullanılır.

Bloklama yöntemi genellikle ahşap tekne imalatında lamine edilmiş omurgalar, postalar, bas ve kıç bodoslamalar için kullanılmaktadır. Bu yöntemde lamine edilecek şekil, yere bir kontrplak üzerine çizilmelidir. Bu şekli elde etmek için yeteri kadar stoper kesilmeli ve hazır tutulmalıdır. Bu stoperlerin yere monte edileceğinden kontrplak yeteri kadar mukavemete sahip olmalıdır. Yapıştırıcının kontrplağa yapışmaması için naylon serilmelidir. Daha sonra birinci katman, stoperler arasına konularak laminasyon işlemine başlanır. Her bir laminasyon katmanı arasına epoksi uygulanarak katmanlar yerleştirilir.

Resim 55 ve 56'da ahşap tekne elemanına ait laminasyon gösterilmiştir. Resim 56'da tam olarak nüfuz etmeyen yapıştırıcı görülmektedir. Bu katman yarım olarak açılmış ve yapıştırıcı uygulanmıştır.

Resim 2.47: Bloklama yönteminin uygulanması

Resim 2.48: Yerde bloklama yöntemi

Resim 2.49: Yerde bloklama yönteminde işkencelerle lamine elemanın sıkılması

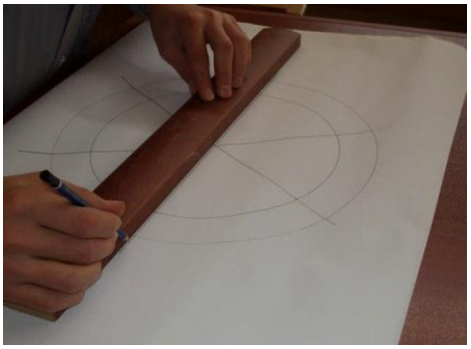
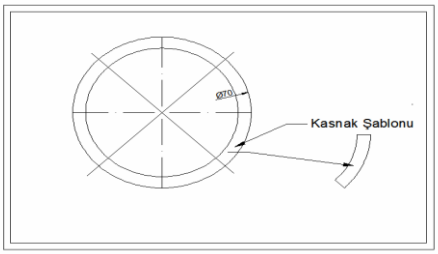
Bazı lamine edilecek parçalar yerde bloklama yöntemiyle hâlledilemeyecek kadar geniştir. Bu gibi durumlarda basit kalıp üretilir. Birinci katman bu kalıp üzerine çivilenerek veya zımbalanarak laminasyon işlemine başlanır ve diğer katmanlar zımbalanarak devam edilir. Burada laminasyonda için kullanılacak olan şerit tahtaların genişliğini tayin etmede yüzey eğriliğine dikkat edilmelidir. Bu laminasyon yönteminde de gerekli olduğu yerlerde işkenceler kullanılmalıdır.

Resim 2.50: Bloklama yöntemi için alt katmanın oluşturulması

Resim 2.51: Alt kalıp üzerine zımba ve işkenceler yardımıyla sıkılmış lamine eleman

UYGULAMA FAALİYETİ

Şablon kullanarak dairesel masif malzemenin ölçüsünde kesme uygulamasını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Malzemenin 1/1 resmini çiziniz. 	➢ Çizim araç gereçlerinizin eksiksiz olması performansınızı olumlu etkileyecektir. ➢ Çizeceğiniz parçanın ölçülerine uygun ➢ resim kâğıdı seçiniz ve resim masasına ➢ bağlayınız. ➢ Çizime ince çizgilerle başlayıp daha sonra kalınlaştırma işlemine geçiniz.
➢ Kasnağı eşit parçalara bölerek şablonu belirleyiniz. 	➢ Eşit parçalara bölerek şablonu belirleyiniz.
➢ Şablonu kesiniz. 	➢ Kesim işlemi için dekupaj makinesi de kullanabilirsiniz. ➢ Kesim işlemini çizgilerin dışından yapınız.

➢ Şablon fazlalıklarını bant zımparada temizleyiniz. 	➢ Zımparalama işlemini çizgilerin dışından yapınız.
➢ Fazlalıkları eğeleyiniz. 	➢ Son temizlik işlerini ince balıksırtı eğe ile elde yapınız. ➢ Çizgileri zımparalamamaya özen gösteriniz.
➢ Şablon kullanarak markalama yapınız. 	➢ Kesim sırasında makineye dar lamalı şerit testere takarak kesme işlemini yapınız. ➢ Markalama sırasında ağacın elyaf yönlerine dikkat ediniz. ➢ Markalama işlemini en az fire verecek şekilde yapmaya özen gösteriniz.
➢ Kesimi yapınız.	➢ Kesimi çizgilerin dışından yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulamaya geçmeden önce verilen işin resmini çizdiniz mi?		
2. Masif malzemenin 1/1 ölçeğinde iş resmini çizdiniz mi?		
3. Kalıp çıkarmak için parça hazırladınız mı?		
4. Uygulama yapacağınız iş için malzeme hazırladınız mı?		
5. Masif malzemeyi üretmek için kalıp hazırladınız mı?		
6. İş resmine göre kontrol yaptınız mı?		
7. Şablonla masif malzemeyi markaladınız mı?		
8. Markalamayı kontrol ettiniz mi?		
9. Kesme işlemi için kullanacağınız ekipmanları kontrol ettiniz mi?		
10. Masif malzemeyi kalıp yardımıyla kestiniz mi?		
11. Kesme işlemini gerekli güvenlik tedbirlerini alarak uygun zemin üzerinde yaptınız mı?		
12. Kesme işleminden sonra şablon fazlalıklarını zımpara ile temizlediniz mi?		
13. İş bitiminde gerekli temizlik ve düzenlemeleri sağladınız mı?		
14. Uygulamayı bitirdiğinizde parçaları düzenli bir şekilde muhafaza etmek için gerekli tedbirleri aldınız mı?		

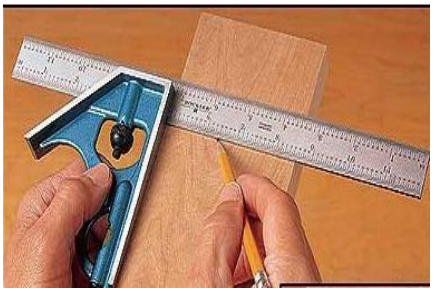
DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise diğer uygulama faaliyetine geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

İş parçalarının kenarlarına masif malzemeye form verme işlemlerinden kiniş açma uygulaması yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ İşe uygun kesici kalem seçiniz.	➢ Kiniş genişliğine uygun delik kalemi seçmek önemlidir.
➢ İşe uygun vurma ve bağlama aleti seçiniz.	➢ Plastik veya ahşap saplı kesici kalem kullanılacaksa ahşap bir tokmak seçmek yararlı olur.
➢ Kesici kalemleri bileyiniz.	➢ Bileme zımpara taşında yapılacaksa koruyucu bir gözlük kullanınız. Kesici kalemin ucunu yakmamaya özen gösteriniz.

➢ İş parçasını tezgâha bağlayınız. 	➢ İş parçalarını tezgâha bağlarken pabuç ile iş parçası arasına uygun bir parça koyunuz.
➢ Markalama yapınız. 	➢ Markalamada kullanılacak aletlerin hassas olmasına özen gösteriniz.
➢ Markalamaya uygun kesici kalemle kinişi açınız. 	➢ Kiniş boşaltma işlemi sırasında iş tezgâhını korumak amacıyla mengeneler üzerinde çalışma yapmayınız.
➢ Gönye ve metre ile doğruluk kontrolü yapınız. 	➢ Gönyenin iş parçası yüzeyine tam oturmasını sağlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Zımpara taşının bilemeye elverişli olduğunu kontrol ettiniz mi?		
2. Zımpara taşının su bölümünde su bulunup bulunmadığına dikkat ettiniz mi?		
3. Koruyucu gözlüğünüzü taktınız mı?		
4. Isınan kesiciyi sık sık soğuttunuz mu?		
5. Yağ taşının yüzeyinin düzgünlüğünü kontrol ettiniz mi?		
6. Yağ taşının yüzeyinde bulunan kılağılarını temizlediniz mi?		
7. Yağ taşında bileme esnasında taşın her noktasında dairesel hareketlerle bileme yaptınız mı?		
8. Bileme makinesinin şalterini kapattıktan sonra durmasını beklediniz mi?		
9. Uygun bir iş önlüğü giydiniz mi?		
10. Nişangeç ayarını yaptınız mı?		
11. İş parçası yüzeyini markalayacak şekilde tezgâha bağladınız mı?		
12. İşlemler sonunda iş parçası yüzeyini gönye ile kontrol ettiniz mi?		
13. Masif malzemeye istenilen şekli verdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise diğer uygulama faaliyetine geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Metal kalıplarla lamine malzemeye form veriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yapılacak işe uygun metal kalıbı belirleyiniz.	➢ Lamine malzemeye uygun ebatlarda olmasına dikkat ediniz.
➢ Metal parçaları formu oluşturacağınız ahşap elemanın şekline göre istenilen sayıda diziniz.	➢ Metal parçaları yan yana dizerken minimum aralıklarla diziniz.
➢ Hazır olan metal elemanın yer zeminine veya ahşap bir tablaya bağlayınız.	➢ Bağlama esnasında yere iyice sabitlendiğinden emin olunuz.
➢ Lamine edilecek ahşap malzemeleri hazırlayınız. ➢ Yüzeye uygulanacak tutkalı hazırlayınız.	➢ Lamine işleminde tutkalın diğer elemanlara yapışmaması için muşamba kullanınız.
➢ Sabitlenen metal parçaları, yüzeyine ahşap malzemelerin yüzü gelecek şekilde üst üste aralarına tutkal sürerek koyunuz.	➢ Tutkalın kurumaması için hızlı hareket ediniz.
➢ Tutkal uygulamasını ahşap katmanların yüzeyine uygularken belli bir sıra takip ediniz. ➢ Metal kalıba birinci katmanı koyduktan sonra yüzeye tutkalı uygulayınız. Sonra	➢ Temiz çalışmaya özen gösteriniz.

ikinci katmanı üzerine koyup yüzeye tutkal uygulamasına devam ediniz. ➢ Lamine malzemenin kalınlığına ulaşıncaya kadar uygulamayı yapınız. 	
➢ İşkencelerle sıkma işlemini yapınız. 	➢ Sıkım işlemi esnasında ahşap malzemenin yüzeyine takoz yerleştirmeyi unutmayınız. ➢ Lamine malzemenin ezilmemesine dikkat ediniz.
➢ Ahşap malzemeyi istediğiniz formda üretimini gerçekleştiriniz. 	➢ İşlemler bittikten sonra pres basımını kontrol için işkenceleri sıkma işlemini tekrarlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Üretimi yapacağınız metal kalıpların yeterli olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
2. İmalat resmini inceleyerek bir üretim sırası planladınız mı?		
3. Hazırladığınız metal kalıpların sabitlenecek yerlerini belirlediniz mi?		
4. Metal kalıplarını sabitlemede kullanacağınız vida veya cıvata **5.** hazırladınız mı?		
6. Formu oluşturacağınız platformun yatay düzleme paralel olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
7. Lamine elemanı sıkacağınız işkenceleri hazırladınız mı?		
8. Lamine elemanın tezgâh yüzeyine veya yer zemine üründen elde edilen kalıpla istenilen formu çizdiniz mi?		
9. Laminasyon işlemine başlamadan önce metal kalıpların form **10.** doğrultusunda sabitleme işlemini yaptınız mı?		
11. Lamine malzemeyi oluşturan ahşap elemanların yüzey düzgünlüğüne dikkat ettiniz mi?		
12. Tutkal sürme işlemine geçmeden lamine malzemenin alt katmanına muşamba serdiniz mi?		
13. Tutkalın ahşap malzemenin tüm yüzeyine sürülmesine özen gösterdiniz mi?		
14. İşkencelerle lamine malzemeyi sıkarken gerekli basıncı uyguladığınızdan emin oldunuz mu?		
15. Lamine malzemenin yüzeyini ezmemek için takoz kullandınız mı?		
16. Lamine elemanın formunu oluştururken gerekli hızda çalıştınız mı?		
17. Ortam temizliğine dikkat ettiniz mi?		
18. İstenilen formun oluştuğunu anlamak için üretim resminden kontrol ettiniz mi?		
19. Çalışma alanınızı düzenleyerek lamine malzemeye form verdiğiniz yerin muhafazasını sağladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Çok sayıda parçanın bir örneğe göre belirli ölçü ve biçimde, kolaylık ve emniyetle makinede işlenebilmesi için yapılan yardımcı aygıtlara ne ad verilir?
A) Kalıp
B) Şablon
C) Markalama
D) Kesici

2. Aşağıdakilerden hangisi kalıp yapımındaki temel prensiplerden biri **<u>değildir</u>?**
A) Yeni olmalı
B) Ekonomik olmalı
C) Pratik olmalı
D) Hafif olmalı

3. Aşağıdakilerden hangisi kalıpla çalışmanın faydalarından **<u>değildir</u>?**
A) Eşit ölçü sağlar.
B) İşçi güvenliğini sağlar.
C) Makine güvenliğini sağlar.
D) Zaman kaybı sağlar.

4. Aşağıdakilerden hangisi kalıp yapımında kullanılan malzemelerden **<u>değildir</u>?**
A) Maun
B) Kayın
C) Kavak
D) Lif levha (MDF)

5. Aşağıdakilerden hangisi kesici kalemlerden **<u>değildir</u>?**
A) Düz kalem
B) Delik kalemi
C) Kumlama kalemi
D) Oluklu kalem

6. Aşağıdakilerden hangisi vurma aletidir?
A) Tokmak
B) Pense
C) Kerpeten
D) İşkence

7. İşkenceler nasıl adlandırılır?
A) Çene ölçüsüne göre
B) Ağırlığına göre
C) Boy ölçüsüne göre
D) Vida boyuna göre

8. Ray işkencelerle hangi sıkma işlemi yapılmaz?
A) Tablaların sıkılması
B) Dolapların sıkılması
C) Çerçeve sıkma
D) Tablaların yüzeyine kaplama sıkma

9. Aşağıdakilerden hangisi kordon açma amaçlarından **değildir?**
A) Birleştirmeyi sağlamlaştırmak
B) Görünümü güzelleştirmek
C) Kenarları yumuşatmak
D) Kalın kenarları ince göstermek

10. Aşağıdakilerden hangi ağaç türü form verme işlemlerinde kullanımı uygun **değildir?**
A) Kestane
B) Meşe
C) Fındık
D) Maun

11. Ağaç malzemenin yumuşatılıp bükülme kabiliyetinin artırılmasında kullanılan yöntemlerden biri aşağıdakilerden hangisi olamaz?
A) Su buharı ile bükme
B) Sıcak su içerisinde kaynatma
C) Açık hava ortamında bekletme
D) Rutubetli ıslak kum içerisine daldırma

12. Aşağıdakilerden hangisi masif malzemeyi bükmede kullanılan yöntemlerden **değildir?**
A) Manivela kolla bükme
B) Soğuk bükme
C) Elle bükme
D) Makasla bükme

13. Masif malzemeye form vermede malzemeyi herhangi bir yumuşatıcı uygulamaya tabi tutmayarak soğuk ve hava kurusu hâlde bükülmesi hangi yöntem sayesinde gerçekleştirilir?
A) Sıcak bükme
B) Soğuk bükme
C) Elle bükme
D) Makine ile bükme

14. Aşağıdakilerden hangisi masif malzemenin bükülerek form almasını engelleyen faktörlerden biri **değildir**?
A) Ağaç türü
B) Lif açısı
C) Buharlama süresi
D) Buhar kazanının hacmi

15. Lamine malzemeye form vermede aşağıdaki birleştirme tekniklerinden hangisi kullanılmaz?
A) Kavelalı birleştirme
B) Kinişli birleştirme
C) Düz birleştirme
D) Parmak birleştirme

16. Lamine malzemeye form verirken uygulanan laminasyon işlemi için ortam sıcaklığı **en az** kaç derece olmalıdır?
A) 5 C
B) 10 C
C) 15 C
D) 20 C

17. Aşağıdakilerden hangisi lamine malzemeye kalıpla form vermek için kullanılan yöntemlerden bir tanesidir?
A) Metal kalıpla form verme
B) Plastik kalıpla form verme
C) Beton kalıpla form verme
D) Hiçbiri

18. Lamine malzemeye form verme esnasında tutkallama işleminin uygulandığı yere yapıştırıcının bulaşmaması için aşağıdakilerden hangisi konulmalıdır?
A) Karton
B) Naylon
C) Kaplama
D) Hiçbiri

19. Aşağıdakilerden hangisi lamine malzemeye form verirken kullanılan malzemelerden biri **değildir?**
A) İşkence
B) Zımba
C) Kalıp
D) Çekiç

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşe başlamadan önce verilen imalat resmini inceleyerek malzeme ve ekipman hazırlıklarını yaptınız mı?		
2. İmalat resmine göre gerekli kesim ve montaj planlamasını yaptınız mı?		
3. Yaptığınız planlamaları, aksaklık olmadan uygulayabildiniz mi?		
4. Yaptığınız kesme, montaj vb. işlemler için uygun zemin hazırlığı yaptınız mı?		
5. Yapacağınız uygulamalar için hazırladığınız elemanları, ölçüleri itibarıyla sorun yaşamadan gerçekleştirdiniz mi?		
6. Uygulamalarınızda işlem sırası planladınız mı?		
7. Tüm üretim esnasında, her işlem sonrasında gerekli ölçü, gönye, temizlik vb. kontrolleri yaptınız mı?		
8. İmalatını yaptığınız elemanları, ölçüleri itibarıyla sorun yaşamadan monte ettiniz mi?		
9. Üretim işlemleri sonrasında, ürünlerin, yüzeyleri ve üzerinde bulunan elemanlar, doğru yerde ve gönyesinde miydi?		
10. Tüm uygulamalar sonrasında temizlik işlemlerini yaptınız mı?		
11. İş bitiminde çalışma ortamınızı ve ekipmanlarınızı düzenleyip ürettiğiniz ürünleri uygun yerlerde muhafaza altına aldınız veya teslim ettiniz mi?		
12. Yaptığınız işlemler sırasında gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	C
4	A
5	B
6	B
7	D
8	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	D
4	A
5	C
6	A
7	C
8	D
9	A
10	D
11	C
12	D
13	B
14	D
15	A
16	C
17	A
18	B
19	D

KAYNAKÇA

- SERFİÇELİ Yeter Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi,** MEB Yayınları, İstanbul, 2002.
- AFYONLU A. Safa, **Ağaç İşleri Takım ve Makine Bilgisi** (Temel Ders Kitabı), MEB**,** İstanbul, 1981.
- ZORLU İrfan, Nazım ŞANIVAR, **Ağaç İşleri Gereç Bilgisi,** MEB Yayınevi,
- 1980.
- BERKEL Adnan, **Ağaç Malzeme Bükme Tekniği ve Kullanış Yerleri**, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2010.
- AS Nusret, Ümit BÜYÜKSARI, **Masif Ağaç Malzemenin Bükülmesi,** İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 60, Sayı 1, İstanbul.