

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



MEGEP

**(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

BAĞLAMA İŞ KALIPLARI 3

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. BAĞLAMA İŞ KALIBINI TEST ETME	3
1.1. İş Parçasının Özelliğine Uygun Operasyon (İşleme) Biçimini Belirleme	3
1.2. Bağlama İş Kalıbını Uygun Makineye Bağlama	4
1.3. Kalıp ve Makine Ayarlarını Yapma	4
1.3.1. Yükseklik Ayarı	4
1.3.2. Eksen Ayarı	5
1.3.3. Devir Ayarı	5
1.3.4. İlerleme Ayarı (Otomatik İşlemde)	5
1.3.5. Talaş Derinliği Ayarı	5
1.3.6. Bağlantı ve İş Emniyeti	5
1.4. İşleme (Kesici) Elemanını İşe Uygun Seçme ve Bağlama	6
1.4.1. Malafa ile Bağlama	6
1.4.2. Pens ile Bağlama	6
1.4.3. Özel Tutucu (Adaptör) ile Bağlama	7
1.5. Parçanın Kalıba Yerleştirilmesi	8
1.6. Seri Bağlama Elemanları ile Parçayı Bağlama	8
1.7. Tezgâhı Çalıştırma ve İşlemi Yapma	8
1.8. İş Parçasının Ölçme ve Kontrol İşlemlerini Yapma	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	10
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. BAĞLAMA İŞ KALIP PARÇALARINI ISIL İŞLEME TABİ TUTMAK	13
2.1. Isıl İşlemde Meydana Gelen Hatalar ve Çareleri	13
2.2. Malzeme Soğutma Ortamları	14
2.2.1. Yağ	15
2.2.2. Su (Sodali Su, Tuz Banyosu)	15
2.2.3. Hava	15
2.2.4. Gaz (azot, hidrojen, helyum)	16
2.3. Isıl İşlemde Uyulması Gereken Emniyetli Çalışma Kural ve Yöntemleri	16
2.3.1. Muhtemel Elektrik Kaçaklarına Karşı Tedbirler Alma	16
2.3.2. Yüksek Sıcaklığa Karşı Koruyucu Elbiseler, Araç ve Gereçler Kullanma	16
2.3.3. Soğutma Anında Buharlaştan Zehirli Gazlara Karşı Özel Maskeler Kullanma ...	17
2.3.4. Koruyucu Elemanlar (Kısaç, Özel Eldivenler, Önlük, Gözlük, Maske, vb.)	18
2.4. Kalıp Parçalarının Isıl İşlemlerinin Yapılması	18
2.4.1. Sertleştirilecek Parçaların Belirlenmesi	18
2.4.2. Isıl İşlem Metodunu Belirleme	19
2.4.3. Tav Fırını ve Malzemeleri Isıl İşleme Hazırlama	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	25
CEVAP ANAHTARLARI	26
KAYNAKÇA	27

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI159
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Endüstriyel Kalıp
MODÜLÜN ADI	Bağlama İş Kalıpları 3
MODÜLÜN TANIMI	Bağlama iş kalıplarını uygun makineye bağlayıp test etme ve kalıp parçalarının ısıtma tutma becerisini kazandırmaya yönelik öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Temel imalat işlemleri dersi modüllerini ve ilk modülü almış olmak.
YETERLİK	Kalıbı makineye bağlamak test etmek ve gerekli parçalarını ısıtma tutma tabi tutmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli bilgileri alıp, uygun ortam araç ve gereçler sağlandığında bağlama iş kalıplarını makineye emniyetli ve tekniğine uygun biçimde bağlayıp test edebilecek; gerek görülen parçaların ısıtma işlemlerini tekniğine uygun yapabileceksiniz. Amaçlar ➤ Bağlama iş kalıbını, üretim tekniğine uygun makineye bağlayıp test edebileceksiniz. ➤ Bağlama iş kalıbı parçalarının ısıtma işlemlerini tekniğine uygun şekilde yapabilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Tablolar, çizim araç-gereçleri, bilgisayar, CAD. programları vs.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme soruları ile ayrıca kendinize ilişkin gözlem ve değerlendirmeleriniz yoluyla kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak bilgisayar teknolojisi de gelişmektedir. Bilgisayarların, üretim makinelerine bağlanması ve bilgisayar kontrollü üretim makinelerinin makine sanayi ve üretim sektöründe kullanılması, üretim sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesini sağlamıştır. Alışıla gelmiş üretim teknikleri, yerini artık teknolojik gelişmeler sayesinde “bilgisayar destekli üretimlere” bırakmıştır.

Bir üretim sektöründe çalışan yetişmiş teknik elemanların, kendi alanlarında iyi derecede temel bilgisayar bilgisi, temel çizim ve modelleme, bilgisayar destekli üretim bilgisine ihtiyaçları vardır. Bu alanlarda yeterli bilgiyi alan ve kendini yetiştiren teknik elemanlar, hemen bütün üretim sektörlerinde istihdam olanağına sahip olabilmekte ve iş hayatına başlayabilmektedir.

Elinizdeki bu modülle bağlama iş kalıbı parçalarını “test etme” ve gerekli olan parçalarını “ısıl işleme” tabi tutmayı öğreneceksiniz. Test etme işlemi ile kalıp parçaları ve kalıpta işlenecek işin ne derece doğru ve güvenilir olduğunu analiz edip, bir sonraki aşama olan kalıp parçalarını ısıl işleme tabi tutma aşamasına geçeceksiniz.

Kalıpçılık veya diğer üretim faaliyetlerinde temel kural, ısıl işlemten önce test etme aşamasıdır. Böylece ısıl işlem boşuna yapılmış olmayacaktır. Zira ısıl işlem sırasında da kalıp parçalarının ölçü ve boyutlarında meydana gelebilecek değişimler unutulmamalı ve gerekli yerlerde hesaba katılmalıdır.

Çalışıp, araştırıp geliştirmeniz dileklerimle.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Öğrenci, bağlama iş kalıbını üretim tekniğine uygun makineye bağlayıp test edebilecektir.

ARAŞTIRMA

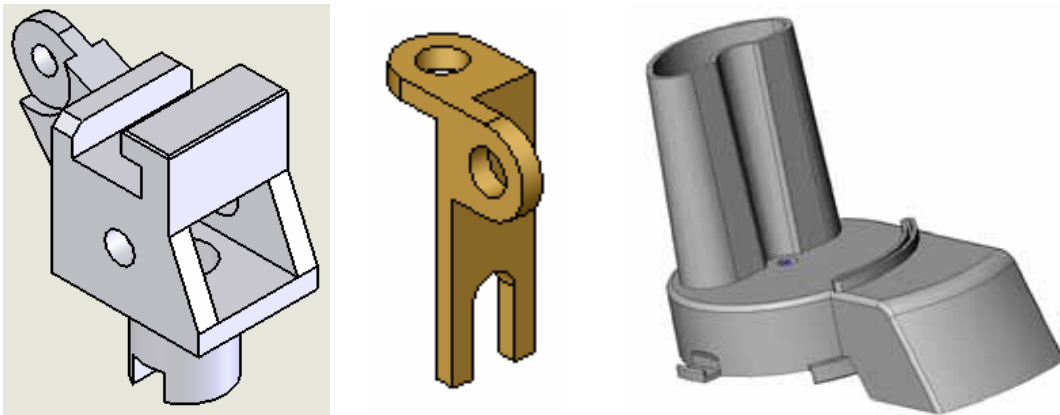
- Hangi üretim alanlarında test ve analiz işlemlerinin yapıldığını ve önemli olduğunu araştırınız. Varsa çevrenizde bu tür üretim yerleri, buraları uygun bir zamanda gezip bilgi edininiz.

1. BAĞLAMA İŞ KALIBINI TEST ETME

1.1. İş Parçasının Özelliğine Uygun Operasyon (İşleme) Biçimini Belirleme

Bağlama iş kalıpları tasarlanırken hangi tür tezgâhta imalat gerçekleştirilecekse o tezgâha uygun tasarım yapılır (Talaşlı imalat tezgâhları, torna, freze vb.). Buna göre iş parçasının özelliğine uygun işleme biçimi belirlenir.

Bazı iş parçaları için değişik tezgâh seçmek gerekse de, bağlama iş kalıpları genellikle matkap, freze ve torna tezgâhlarında kullanılır. İş parçasının özelliğine uygun operasyon (işleme) belirlemede; iş parçasının **şekil, konum ve biçimi** etkili olur (Resim 1.1).



Resim 1.1: Bağlama iş kalıplarında işlenebilecek değişik iş parçaları

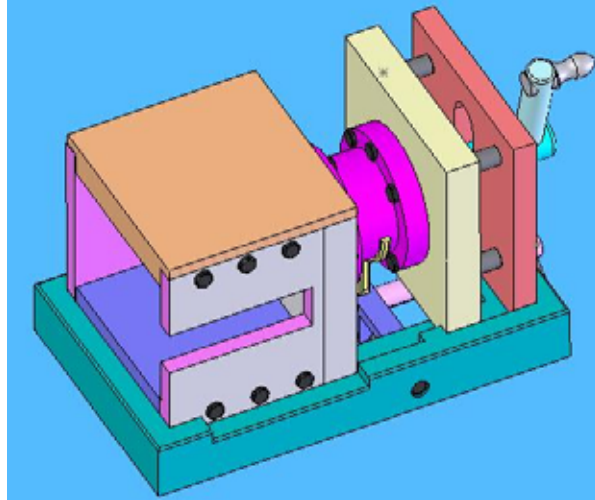
1.2. Bağlama İş Kalıbını Uygun Makineye Bağlama

Bağlama iş kalıpları uygun tezgâhlara bağlanarak kullanılır. Bağlama aparatlarından uygun biri seçilerek tezgâha bağlanır. İş parçasının takılı olduğu kalıp üzerinde, işleme boşluklarından freze akısına göre merkezleştirilerek tabla üzerine sabitlenir veya tornada işlenecek yere göre bağlama iş kalıbının yerine montajı yapılır (Resim 1.2).

1.3. Kalıp ve Makine Ayarlarını Yapma

Bağlama iş kalıbı, hangi makine veya tezgâhta kullanılmak için tasarlanmış ise o makine veya tezgâh, aşağıdaki ayar çeşitlerine göre ayarlanır. **Makine ve tezgâhın** ayarları **bağlama iş kalıbının** tezgâha bağlanmasıyla sona erer.

Örneğin; aşağıdaki resimde iş parçası üzerinde kanal açmak için kullanılacak bağlama iş kalıbını elimize alalım (Resim 1.2). İş parçalarını seri bir şekilde bağlayarak kanal açma işlemini güvenli bir şekilde yapabilmek için uygun olan **freze tezgâhını** seçelim ve bu tezgâh üzerinde gerekli ayarları yapalım.



Resim 1.2: Frezeleme yapmak için tasarlanmış bağlama iş kalıbı

1.3.1. Yükseklik Ayarı

Bağlama iş kalıbına, tezgâhında yükseklik ayarı yaparken izlenecek işlem sırası:

- Bağlama iş kalıbını, tezgâhın tablasına uygun bağlama aparatları kullanarak güvenli bir şekilde bağlarız.
- Daha sonra işlenecek veya üzerinde işlem yapılacak iş parçasını, bağlama iş kalıbına yerleştirip bağlarız.
- Kanal açma işleminde kullanacağımız kesiciyi, uygun ölçülerde seçer ve gerekiyorsa bileyerek yeniden oluştururuz.
- Kesiciyi, uygun bir bağlama aparatı ile tezgâha bağlarız.
- İş parçasına açılacak kanalı, dikkate alarak tezgâh tablasını güvenli bir yüksekliğe ayarlarız. Eğer otomatik işlemeyi tercih edeceksek tezgâh üzerindeki hareket sınırlayıcı anahtarları uygun bir biçimde konumlandırırız.

1.3.2. Eksen Ayarı

Bağlama iş kalıbının üzerindeki kanal boşluğunun işlenebilmesi için tezgâha bağlı olan freze çakısına göre ayarlanarak **eksen ayarı** yapılır. Eksen ayarı uygun yapılmaz ise test aşaması olduğundan iş parçası ve kalıba zarar verebiliriz.

Eksen ayarı dikkatli yapılmalı ve kullandığımız kesici takımın parça merkezini ortalamasına özen göstermeliyiz.

1.3.3. Devir Ayarı

Bağlama iş kalıbında işlenecek parçanın özelliğine uygun freze tezgâhının devir sayısı ayarı yapılır. Bu işlem için önceki modüllerde öğrendiğiniz bilgilerinizi kullanınız (Temel İmalat İşlemleri dersi). **Devir ayarı**, genel olarak iş parçasının malzemesi, takımın çapı, takım malzemesi, kesme hızı vb. kriterlere göre seçilir.

1.3.4. İlerleme Ayarı (Otomatik İşlemde)

Eğer parça üzerine yapılacak işlem için otomatik ilerlemesi olan bir tezgâh kullanacaksak (örneğin freze tezgâhı, torna tezgâhı gibi) ilerleme ayarını yapmalıyız. İlerleme ayarına etki eden faktörler; iş parçası malzemesi, kesici takımın malzemesi, takımın çapı, kesme hızı vs. olarak bilinir.

Uygun ilerleme hızı ayarını yapamazsak ya zaman kaybına neden oluruz ya da aşırı ısınma sonucu kesici takımın ve iş parçasının bozulmasına yol açarız. Bu gibi sorunlarla karşılaşmamak için kesicinin ilerleme ayarını, tezgâhın devir ayarını ve eksen ayarını çok iyi yapmalıyız. Ayrıca ilerleme ayarı, iş parçasını işleme süresini direkt olarak etkiler.

1.3.5. Talaş Derinliği Ayarı

Talaşlı imalat tezgâhlarında yapılacak işlemin özelliğine göre kesici ve iş parçası arasındaki kesmenin gerçekleşebilmesi için verilecek olan talaş derinliğinin önemi büyüktür. Bu işlem için tezgâhın kataloglarında verilen değerlere bağlı kalınmalıdır. Bunun yanı sıra kesici cinsi ve ebatları, işlenecek parçanın özellikleri ve diğer kesme ayarlarının (devir sayısı, ilerleme, soğutma sıvısı vb.) doğru seçilmesi gerekir.

1.3.6. Bağlantı ve İş Emniyeti

İş emniyeti, her şeyden önce gelir. Bu nedenle bağlantı ve iş emniyeti konusu oldukça önemlidir. Gerek **iş parçasını kalıba** ve gerekse **kalıbı tezgâha** güvenli bir şekilde bağlamak gerekir.

UYARI: İş parçasını tezgâhta işleme esnasında hem kendimizi hem de işimizi emniyete almalıyız.

1.4. İşleme (Kesici) Elemanını İşe Uygun Seçme ve Bağlama

İş parçamızda yapacağınız işlemenin özelliğine uygun kesici (freze çakısı, torna kalemi, matkap vb. gibi) takımlar seçeriz. Bu takımları aşağıdaki bağlama yöntemlerinden biri ile kullanacağımız tezgâha bağlarız. Bunlar:

- Malafa ile bağlama,
- Pens ile bağlama,
- Özel tutucu (adaptör) ile bağlama.

1.4.1. Malafa ile Bağlama

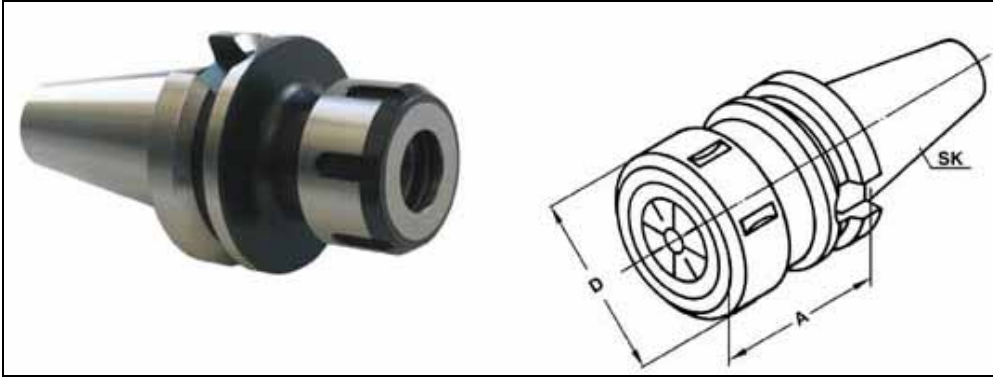
Malafalar; kesici takımları (kanal freze çakısı, testere freze çakısı, modül freze çakısı vb.) freze tezgâhı veya diğer tezgâhlara bağlamada kullanılan en önemli **bağlama aparatlarıdır**. Genellikle standart çaplarda imal edilen malafalara kesiciler, bilezikler ve somun yardımı ile bağlanırlar. İhtiyaca göre değişik tip ve çeşitlerde piyasadan temin edilebilir.



Resim 1.3: Çeşitli çap ve boylarda malafalar

1.4.2. Pens ile Bağlama

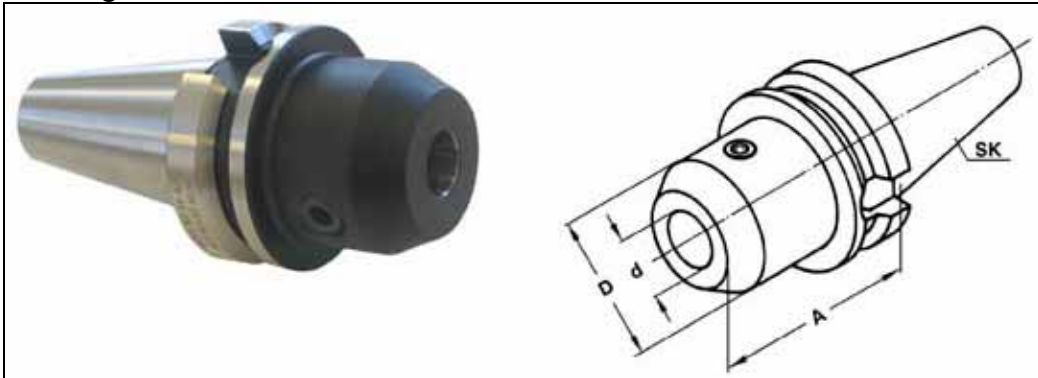
Torna ve freze tezgâhlarında seri ve hassas olarak bağlanmasında kullanılmaktadır. Genellikle CNC freze tezgâhlarında parmak frezeleri, matkapları veya silindirik saplı kesicileri bağlamak için kullanılmaktadır. CNC torna tezgâhlarında ise silindirik, kare ve altıgen vb. kesitli iş parçasının bağlanmasında kullanılmaktadır. Genellikle işlenecek iş parçasının biçimlerine göre seçilmektedir. Hassas ve özel matkap tezgâhlarında da bu bağlama tipi kullanılmaktadır.



Resim 1.4: Pensler ve bağlama şekli

1.4.3. Özel Tutucu (Adaptör) ile Bağlama

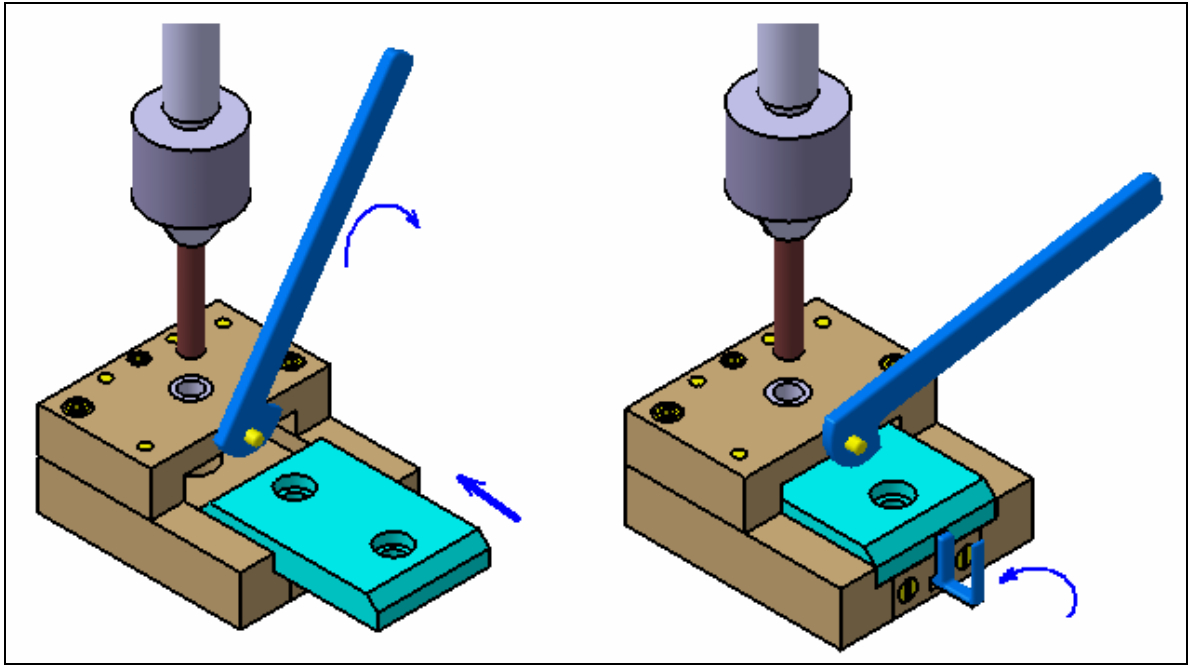
Genellikle CNC tezgâhlarda kullanılmak üzere üretilen özel takım tutucu (adaptörler), dik işlem tezgâhlarında veya diğer tezgâhlarda takım bağlama işlemlerinde kullanılırlar. Tercih nedenleri ise seri bağlama ve çözmeye imkân vermesidir. Aşağıdaki resimde bir takım tutucu görülmektedir.



Resim 1.5: Silindirik saplı kesicileri bağlamak için adaptör

1.5. Parçanın Kalıba Yerleştirilmesi

Bağlama iş kalıplarında en çok zaman kaybı, parçaların kalıba yerleştirilip çıkarılması sırasında olur. Bunu önlemek için amaca uygun en ideal yerleştirme yöntemini düşünüp tasarlamak gerekir. Zaten bağlama iş kalıbı tasarlamaktan maksat; **markalama**, işlenecek parçayı **tezgâha bağlama** ve **ayar işlemleri** yaparken harcadığımız zamandan tasarruf ederek iş parçalarını daha seri ve hassas bir şekilde işleyebilmektir. Aşağıda örnek bağlama iş kalıbımıza parçanın yerleştirilmesi görülmektedir (Resim 1.6).



Resim 1.6: İş parçasının kalıba yerleştirilmesi

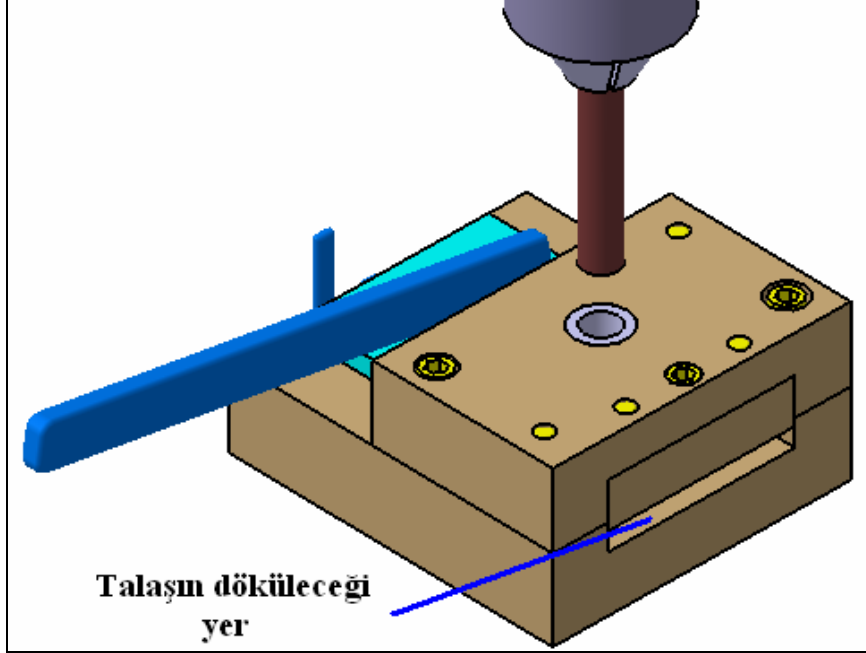
1.6. Seri Bağlama Elemanları ile Parçayı Bağlama

İş parçasının kalıba seri bir şekilde bağlanmasını sağlayan elemanlar, **seri bağlama elemanlarıdır**. Bu elemanlar; yay kuvveti, eksantrik veya hızlı sıkılıp açılabilen somunlar ile C – Rondelaları kullanılarak tasarlanırlar. Temel görevleri, iş parçasını kalıp içerisinde sabitlemektir. Yukarıdaki resimde hem eksantrik kullanılıp iş parçasının tabana oturması sağlanmış hem de yay kuvveti ile çalışan bir kol tasarlanıp parça, kalıp içerisine doğru itilmiştir (Resim 1.6).

1.7. Tezgâhı Çalıştırma ve İşlemi Yapma

İş parçasının kalıp içerisine yerleştirilip bağlanmasından sonra tezgâh çalıştırılarak iş parçasının işlenmesi işlemi veya diğer işlemler (kanal açma, tornalama gibi) yapılır. İş parçasının işlenmesi sırasında çıkan talaşın sıkışıp sıkışmadığı, kesici takımın zorlanıp zorlanmadığı da kontrol edilir.

Örnek kalıbımızda, iş parçasının kalıba yerleştirildiği kısmın tam arkasında işleme sırasında oluşan talaşların boşaltılması için boşluk bırakılmıştır. İlk parça işlenip çıkarılarak ikinci parça takıldığında, bu boşluktan kalıp içerisindeki talaşlar boşalır (Resim 1.7).



Resim 1.7: Bir iş kalıbında talaş boşaltma yeri

1.8. İş Parçasının Ölçme ve Kontrol İşlemlerini Yapma

İş parçasını kalıpta işledikten sonra ölçme ve kontrol işlemine tabi tutarız. Kalıbımızın iş görebilmesi için iş parçasının tam istenilen ölçü ve doğrulukta olması gerekir. İş parçası üzerine açılan delik ve havşanın, iş parçası imalat resmindeki ölçü ve özelliklere uyması durumunda bağlama iş kalıbının test işlemi tamamlanır. Bu aşamadan sonra kalıbın sürekli kullanılabilmesi için ısıl işleme tabi tutulması gerekmektedir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. İş parçasının özelliğine uygun operasyon (işleme) belirlemede; iş parçasının ve etkili olur.
2. Bağlama iş kalıpları, genellikle talaşlı imalat tezgâhlarında kullanılır. (**Doğru / Yanlış**)
3. Bağlama iş kalıplarında işlenecek iş parçasının üzerindeki kanalların işlenmesi tasarlanabilir. (**Doğru / Yanlış**)
4. Bağlama iş kalıplarının bağlanacağı tezgâhın ayarlarıyla ilgili olarak aşağıdakilerden kaç tanesi **yanlıştır**?
 - I. Yükseklik ayarı
 - II. Eksen ayarı
 - III. Devir ayarı
 - IV. İlerleme ayarı (otomatik işlemede)
 - A) I
 - B) II
 - C) I ve III
 - D) Hiçbiri
5. Bağlantı ve iş emniyeti oldukça önemlidir. Gerek **iş parçasını kalıba** ve gerekse **kalıbı tezgâhına** güvenli bir şekilde bağlamak gerekir. (**Doğru / Yanlış**)
6. Kesici takımlar, tezgâha aşağıdaki bağlama yöntemlerinden hangisi ile **bağlanamaz**?
 - A) Malafa ile bağlama
 - B) Pens ile bağlama
 - C) Pabuçlar ile bağlama
 - D) Özel tutucu (adaptör) ile bağlama
7.
 - I. Malafalar; kesici takımları, frezeye bağlamada kullanılan en önemli **bağlama aparatlarıdır**.
 - II. Genellikle değişik çaplarda imal edilirler.
 - III. Bileziklerle ve somun ile kullanılırlar.Malafalar ile ilgili yukarıdakilerden kaç tanesi **doğrudur**?
 - A) Yalnız I
 - B) I ve II
 - C) Yalnız III
 - D) Hepsi

8. Bağlama iş kalıbı yapmanın amacı aşağıdakilerden hangileridir?

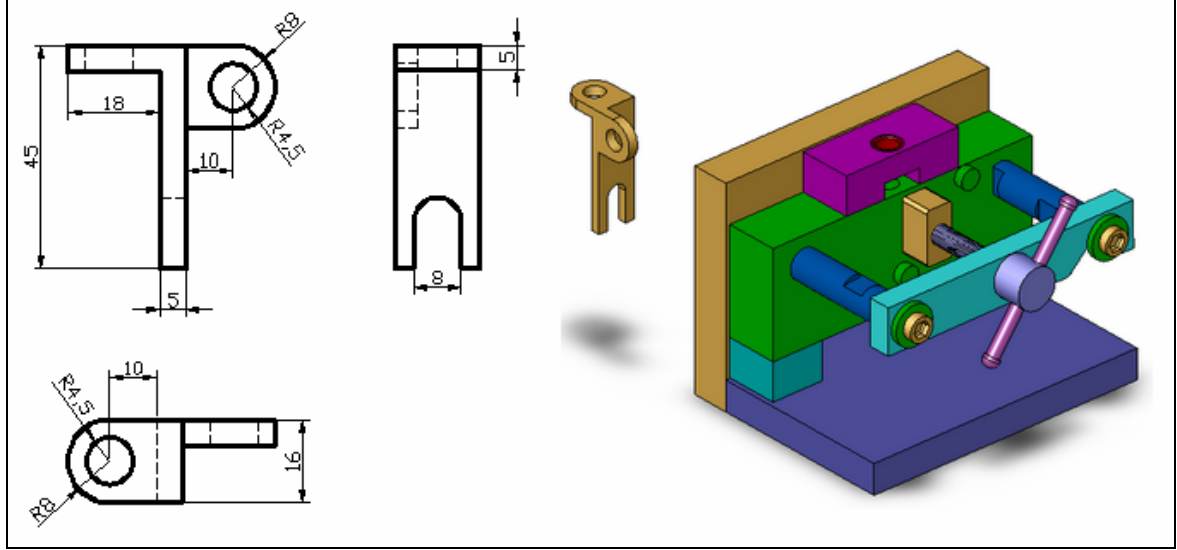
- I. Markalamadan kurtulmak
 - II. Her parçayı ayrı ayrı tezgâha bağlama işlemini kolaylaştırmak
 - III. Tezgâh ayarı yaparken harcanan zamandan tasarruf etmek
- A) Hepsi
 - B) Yalnız I
 - C) I ve II
 - D) Yalnız III

9. İş parçasının kalıba seri bir şekilde bağlanmasını sağlayan elemanlar, **seri bağlama elemanlarıdır. Bu elemanlar; yay kuvveti, eksantrik veya hızlı sıkılıp açılabilen somunlar ile C–rondelaları kullanılarak tasarlanırlar. (Doğru / Yanlış)**

10. Aşağıdakilerden hangileri **yanlıştır?**

- A) Bağlama iş kalıplarını, imalattan sonra ısıl işleme tabi tutmak gerekir.
- B) Bağlama iş kalıplarında iş parçasının işleme süresini azaltmak için seri bağlama elemanları kullanılır.
- C) Tezgâh ayarının, işleme süresine etkisi yoktur.
- D) Hepsi

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Sınav resmi-1

Yukarıdaki resimde görülen iş parçasındaki çeşitli işlemleri yapacak olan iş kalıbı yanda verilmiştir. Buna göre bu kalıbı, uygun tezgâha bağlayarak test ediniz. Test aşamasında takip edeceğiniz işlem basamakları nelerdir? Yazınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bağlama iş kalıp parçalarının ısıtılma işlemlerini tekniğine uygun şekilde yapabilecektir.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan sanayiye gezerek ısıtılma işlemi yapan işletmelerden bilgi toplayınız. Varsa yeni gelişmeler hakkında bilgi edininiz. Ayrıca sanal ortamda (internet) bu işi yapan kuruluşlara e-mail atarak bilgi isteyiniz.

2. BAĞLAMA İŞ KALIP PARÇALARINI ISITILMA İŞLEMİ TABİ TUTMAK

2.1. Isıtılma İşleminde Meydana Gelen Hatalar ve Çözümleri

Metallerin özelliklerini belirleyen ve özellik değişimlerinin meydana geldiği yer; iç yapılarıdır. Bir bakıma özellik değişimlerine, iç yapı değişimleri sonucunda varılır. Bütün ısıtılma işlemlerinin amacı, malzemenin özelliklerini istenilen şekilde değiştirmektir. Bu durumda malzemede istenilen özellik değişimlerinin iç yapı özellik değişimi olduğu sonucuna varılır.

Metalleri ısıttıktan sonra hızlı veya yavaş olarak soğutulması ile sertliğini veya dokusunu değiştirme işlemine ısıtılma işlemi adı verilir. Isıtılma işlemi, malzemenin dış yapısında değişime yol açmaz. Hazırlanmış ya da yarı hazırlanmış parçalarda, ısıtılma işlemi gördüğü için işlem sonunda parçaların dış şekli değişmemelidir. Ancak istenirse de birtakım hatalar meydana gelebilir. Önemli olan bu hataların olabileceğini unutmadan gerekli tedbirleri almak ve sonrasında da çözüm üretebilmektir.

Belli başlı hatalar şunlardır:

➤ Sertleşme çekmesi ve sertleşme çatlağı

Sert olarak yapılan sertleştirme işleminde sertleştirilen iş parçaları; ölçü ve şekil değişiklikleri, sertleşme çekmesi veya sertleşme çatlakları gösterirler. Bunun meydana gelişini iki faz (aşama) hâlinde oluşur. Sertleştirme maddesine daldırma esnasında yüzey tabakası çok çabuk soğur ve bu nedenle büzülür (1. faz). Henüz sıcak olan çekirdek, kendi esas boyutuna sahiptir ve yüzey tabakasının büzülmesine engel olur. Çevresinde gerilmeler veya çatlaklar meydana gelir. İşleme devam edildiğinde çekirdek de soğur ve büzülme ister (2. faz). Bu esnada iç büzülme, rijit olan yüzey tabakası tarafından engellenir. Çekirdek ile yüzey tabakası arasında gerilmeler ve çatlaklar meydana gelir. Buna ilave olarak martenzit oluşumu nedeniyle gerilmeler meydana gelir. Çünkü martenzit hacim olarak ferritten % 1 daha büyüktür.

Çözümü: Çekmesiz ve çatlaksız sertleşme

- Uygun sertleştirme maddesinin kullanılma suretiyle
- Kesintili sertleştirme suretiyle: İş parçası, suyun içine kısa bir süre daldırılır ve sonra dışarıya alınarak yağ banyosunun içinde soğutulur.
- Kademeli sertleştirme: İş parçasına sıcak bir tuz banyosunun içinde su verilir ve sonra havada soğutulur.
- **Alaşım elemanlarının etkisi**

Krom, volfram, mangan ve nikel gibi birçok alaşım elemanları, martenzitin oluşumunda kritik soğutma hızını düşürür. Yani daha yavaş soğutma hâlinde dahi sertleşme meydana gelir. Bundan dolayı alaşımlı çeliklerin, su verme maddesi olarak suyun içinde değil; bilakis sadece yağ içinde sertleştirme ihtiyacı vardır. Yüksek alaşım payı olan bazı çeliklerde havada soğutma bile martenzit oluşumuna yol açar.

Alaşımsız çelikler su ile sertleştirilir. Düşük alaşımlı çelikler yağ ile sertleştirilir ve yüksek alaşımlı çelikler yağ ve/veya hava ile sertleştirilir.

2.2. Malzeme Soğutma Ortamları

Tavllanmış çelik, uygun zamanda ve uygun bir ortamda soğutulursa mikro yapısında meydana gelen değişiklikler tüm yapısının dayanıklı ve sert olmasına neden olur. Ayrıca çeliği meydana getiren ve iki ana madde olan demir ve karbon dışında çeliğin sahip olduğu element ve metaller de bulunmaktadır. Bu maddelerin bulunması çeliğe her zaman aynı zamanda ve aynı ortamda mikro yapısının değiştirilmesine neden olmaz. Bir bakıma çeliklerin bu özellikleri, soğutma araçlarının farklılıklar göstermesi anlamına gelmektedir.

Su, yağ, hava ile tuz ve maden banyoları, çeliklerin sertleştirilmesinde kullanılan soğutma araçlarıdır. Bunlar konusunda teknolojik bilgilere geçmeden önce genel olarak soğutma araçlarının ortak özellikleri üzerinde duracağız.

- Çeliklerin soğutulmasında kullanılan tüm araçlar, kullanma süreleriyle bağlantılı olarak zaman içerisinde sıcaklıklarında önemli değişiklikler olmasına meydan verirler. Bir bakıma soğutma için iç yapılarına alınan çeliğin yaydığı ısıyı bünyelerinde sıcaklık yükselmesi olarak gösterirler. Bu durum, soğutma araçlarının belli bir süreç içerisinde sıcaklıklarında önemli değişiklikler olacağı anlamına gelmektedir. Sıcaklık değişimi, çoğunlukla yükselme şeklinde kendini gösterir. Bu nedenle sıcaklıklarının (sürekli kullanımlarda) kontrol edilmesi şarttır.
- Sertleştirilecek çeliğin özelliklerine uygun tav ve soğutma araçları kullanılmalıdır.
- Soğutma ortamına götürülecek iş parçaları; soğumayı geciktirmeyecek yapıdaki ince ağızlı kısıkaçlar, tel kafesler ya da çeşitli askılar kullanılarak tutulmalıdır.
- Soğutma araçlarına konulmadan önce iş parçası üzerindeki tüm yabancı maddelerin temizlenmesi gerekir. Bu durum, özellikle tuz ve maden banyoları için daha önemli bir husustur.

- Parçaların soğutma banyolarına daldırılmaları ve hareket ettirilmeleri, biçimlerine göre farklılık gösterir.

2.2.1. Yağ

Yağ olarak adlandırılan kimyasal bileşiklerin üstün fiziksel özellikleri, soğutma sıvısı olarak kullanılmalarını ön plana çıkarmaktadır. Özellikle ısı işlemlerde kullanılmak amacıyla geliştirilmiş yağ bileşimlerinin düzenli soğutma ve korozyon yapmama nitelikleri, bunların kullanımı için yeterli nedendir. Soğutma aracı olarak yağ kullanılan banyolarda sıcaklık 25° C – 60° C' arasında olmalıdır. Diğer yandan soğutma işleminde kullanılacak yağın tutuşma sıcaklığının mümkün olduğunca yüksek olması tercih sebebidir.

Soğutma ortamı olarak tek başına yağ kullanımı dışında, yağın su ile yaptığı karışımlar da kullanılmaktadır. Bunun için seçilen yağın, su ile karışabilecek nitelikte olması ön koşul olarak aranmalıdır. Bu tarzdaki karışımların amonyak ile nötralize edilmemiş tarzda olması gerekmektedir. Aksi taktirde çalışma esnasında açığa çıkacak zararlı gazlar, çalışanları olumsuz yönden etkiler.

2.2.2. Su (Sodali Su, Tuz Banyosu)

Metallere uygulanan ısı işlemlerde en çok kullanılan soğutma ortamları su aracılığıyla sağlanır. Birçok uygulamada işletmenin su tesisatından sağlanan su ya bir kap içerisine alınır ya da yüzey sertleştirme yöntemlerinde olduğu gibi püskürtülerek kullanılır. Her durumda suyun aşırı soğuk ya da sıcak olmasından kaçınılmalıdır. Bu durum özellikle kış aylarında daha dikkate değer bir konudur. Bunun için su sıcaklığının 15°C - 20°C' nin altına düşmesine izin verilmez. Diğer yandan soğutma aracı olarak su kullanılan banyolarda sıcaklığın 20°C-25°C' yi geçmesine izin verilmemelidir.

Bazı durumlarda özellikle yüzey sertleştirmede su sisi (pülverize) kullanılması mümkündür. Bunun için suyu sis ya da başka bir deyişle toz hâline getiren bir lüleden yararlanılır. Su sisi, basınçlı hava ya da ıslak su buharı kullanılarak da sağlanabilir.

2.2.3. Hava

Başta şunu belirtmek gerekir ki; hava, soğutma aracı olarak tek başına kullanılmaz. Yani tavllanmış iş parçaları birçok uygulamada hava ortamına bırakılıp soğutulmaz. Çok özel şartlar dahilinde iş parçasının oda sıcaklığında soğutulması söz konusu olursa bu gibi özel durumlar özellikle belirtilir. Bunun dışında kalan ve çoğunluğu temsil eden uygulamalar öncesinde iş parçası, su ve yağ ortamlarında belli oranlara kadar soğutulduktan sonra havada soğumaya bırakılır.

Doğal olarak soğutma işleminde kullanılan havanın da belli şartları taşıması gerekmektedir. Her tarafı kapalı bir atölye ortamı ile kapı ya da pencereleri açık atölye ortamında bulunan havanın aynı şartları taşınmayacağı bilinmelidir. Bu açıdan pencereleri açık bir atölyede bir hava akımı olacağı, bunun da soğutmayı etkileyeceği bilinmelidir.

2.2.4. Gaz (azot, hidrojen, helyum)

Çelikler fırın atmosferinde sertleştirilir. Fırın içindeki hava, austenit yapının oluşması ve kontrollü soğuma için yeterli bir atmosfer oluşturur. Fırın atmosferi, sadece havadan meydana gelebildiği gibi bazı gazlar ilave edilerek de kullanılabilir. Bu durumda fırın atmosferine **koruyucu atmosfer** denir. Argon, helyum, azot ve hidrojen koruyucu atmosfer oluşumunda kullanılan gazlardır. Bu tür bir işlem yapılırken malzemenin korozyon dayanımını düşürmemesi için gazların kuru (su buharından arındırılmış) olması gerekir. Bu işlem ile sertleştirilen yüzeyler temiz ve parlak bir görünüm alır. Yapılan bu işleme **yüzey sertleştirme metodu** da denir.

2.3. Isıl İşlemlerde Uyulması Gereken Emniyetli Çalışma Kural ve Yöntemleri

Sıcak parçalara elle dokunulmamalıdır, bir maşa veya kıskaçla tutulmalıdır. Isıl işlem yaparken aşağıdaki güvenlik kurallarına uymalıyız.

2.3.1. Muhtemel Elektrik Kaçaklarına Karşı Tedbirler Alma

Elektrik kaçaklarına karşı yalıtımı iyi yapılmış eldiven, ayakkabı vs. kullanmak gerekir. Elektrikle ısıtmalı tavlama fırınlarına, ısıl işlem görecektir parçaları koyup çıkarırken dikkatli olmak gerekir. Fırının gövdesinde elektrik kaçağı olabilir. Ayrıca elektrikli tav fırınları, iyi bir şekilde topraklanarak; gövdesine elektrik kaçırıldığında çalışan eleman korunmalıdır. Bilindiği gibi topraklanmış olan elektrikli aletlerin gövdelerine kaçan elektrik, direkt toprağa verildiğinden temas eden kişiye zarar vermez. Çünkü elektrik, kolay yolu tercih eder.

2.3.2. Yüksek Sıcaklığa Karşı Koruyucu Elbiseler, Araç ve Gereçler Kullanma

Yüksek sıcaklığa karşı genellikle amyanattan yapılan önlük, eldiven vs. kullanılır. Ayrıca sıcaklığın yüze gelme riskine karşı özel maskeler kullanılmalıdır. Bilindiği gibi üzerimizdeki elbiseler yanan türdendir. Yüksek sıcaklığa karşı ise yanmaz elbise ve koruyuculara ihtiyaç vardır (Resim 2.1).



Resim 2.1: Koruyucu elbise ve amiyant eldiven

2.3.3. Soğutma Anında Buharlaşan Zehirli Gazlara Karşı Özel Maskeler Kullanma

Gerek parçaların tavlama anında ve gerekse soğutma anında buharlaşma ile ortaya çıkan zararlı gazlara karşı özel maskeler kullanarak korunmalıdır. Bu gazlar, genellikle tavlama sonrası parçayı soğutma banyolarına daldırdığımız sırada çıkar. Aşağıda örnek maske çeşitleri gösterilmiştir (Resim 2.2).



Resim 2.2: Zehirli gazlara karşı koruyucu maskeler

2.3.4. Koruyucu Elemanlar (Kıskaç, Özel Eldivenler, Önlük, Gözlük, Maske, vb.)

Koruyucular, sağlığını tehdit eden etkenlere karşı bizi korur. Ancak doğru kullanım gerekmektedir. Kıskaçlar ve maşalar, fırına malzemeleri koyup çıkarırken yardımcı olur. Özel eldiven ve giysiler ise ısıtılmış parçaların üzerimize dokunması durumunda zarar vermesini önler. Bu ve benzeri koruyucular, bizim işimizi daha güvenli yapmamızı sağlamak içindir.

DİKKAT: Koruyucu elemanları, önemsemeyip kullanmamak sağlığını tehlikeye atmak demektir. Eğer biz varsak her şey var ve önemli; yoksak hiçbir şeyin önemi yoktur.



Resim 2.3: Koruyucu gözlükler

2.4. Kalıp Parçalarının Isıl İşlemlerinin Yapılması

İmalatı yapılan makine ve aletler; kullanım şekli ve yerine göre belirli bir süre sonra aşınır, kendilerinden beklenen görevleri yerine getiremezler. Bu durum ise istenmez. Makine ve aletlerin daha uzun ömürlü olmaları ve parçalarının kısa sürede aşınmaması istenir. Bu nedenle makine ve aletlerin en çok aşınmaya maruz kalan kısım ve parçaları **ısıl işleme** tabi tutularak sertleştirilirler.

2.4.1. Sertleştirilecek Parçaların Belirlenmesi

Bağlama iş kalıbımız, test edildikten sonra sökülerek parçalara ayrılır. Ayrılan parçalar, sertleştirme işlem çeşidine göre gruplandırılır. Gruplandırılan bu parçalar, ayrı ayrı ısıl işleme tabi tutularak sertleştirilir. Sertleştirmede imalat resminde gösterilen malzeme ve sertlik değerleri dikkate alınmalıdır.

Bağlama iş kalıplarında ilk önce iş parçasının kalıba temas ettiği yüzeylerin sertleştirileceği akla gelir. Ancak bu elemanlar, hazır olarak da alınır ve kullanılırlar. Bu parçaların sertlikleri ile diğer parçaların sertlikleri birbirinden farklıdır.

Bağlama iş kalıplarında genellikle **zorlamaya maruz kalan, sürtünerek çalışan ve belirli bir yük altında kalan** parçalar sertleştirme işlemi görürler.

2.4.2. Isıl İşlem Metodunu Belirleme

Çeliğin iç yapı değişikliklerinin meydana gelmesi için **ısıl işlem** uygulanır. İç yapı değişikliği ihtiyaca göre değişebilir. Bazı makine parçalarının sert bir iç yapıya sahip çeliklerden olması istenir. Bazı makine parçalarının biçimlendirilmesi, iç yapılarının biçimlendirmeye engel olmayacak şekilde olmasıyla gerçekleşir. Böyle olunca karşımıza çok değişik ısıl işlem seçenekleri çıkmaktadır. Bu durumda çeliğe uygulanacak ısıl işlemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Sertleştirme
- Yüzey sertleştirme
- Normalleştirme tavlı,
- Yumuşatma tavlı
- Gerginlik giderme tavlı

Çeliklerin sertleştirilmesi, önceden belirlenen bir sıcaklığa kadar tavlaniıp daha sonra soğutulmasıyla olur. Çeliğin kristal yapısı, kaymalara karşı mukavemet kazanır. Yapacağımız ısıl işlemi, kalıbımızda kullandığımız çelik malzemelerin özelliği belirler.

2.4.3. Tav Fırını ve Malzemeleri Isıl İşleme Hazırlama

Tavlama; yavaş ısıtma, tav sıcaklığında tutma ve yavaş soğutma işlemlerinden meydana gelen bir ısıl işlemdir. Daha sonraki aşamalarda çeliğin işlenebilir olmasını sağlayan süreçlerin tümünü kapsar. Tavlama amacı ile kullanılan ısıtma araçları tav fırınlarıdır. Sıcaklık kontrol ünitesine sahip tav ve sertleştirme fırınları katı, sıvı, gaz yakıtlarla ve elektrik enerjisi ile çalışır. Bölgesel tavlamalarda asetilen-hidrojen-hava gazı benzol gazı gibi gaz yakıtlı hamlaçlar, pürmüzler, kömür ocakları, muhtelif biçimli elektrik ocakları ve buna benzer manuel kontrollü ısı araçları da kullanılmaktadır. Ayrıca tavlama soğutma işlemlerinde fırın, kil, kuru kum, kireç ve kül gibi unsurlarda kullanılmaktadır (Resim 2.4’de tav fırınları gösterilmiştir).



Resim 2.4: Tavlama fırınları

Isıl işlem uygulanan çeliklerin kimyasal bileşimlerine göre tavlama sıcaklıkları değişmektedir. Bunlar aşağıda açıklanmıştır.

- **Normalleştirme tavlı:** Çelik, dış ve içi arasında sıcaklık farkı olmayacak şekilde 600°C–750 °C arası yavaş olarak ısıtılır. 723 °C’deki dönüşüm bölgesi sıcaklığının 30–50°C üzerine hızlı ısıtılır. Bu sıcaklıkta malzemenin her 1mm’si için 2 dakika bekletilir.
- **Yumuşatma tavlı:** Gereç birkaç saat süre ile 723 °C civarında tavllanır. Ardından 600°C’ye kadar yavaş soğuma yapılır.
- **Gerginlik giderme tavlı:** Parçalar, 550–600 °C sıcaklıklar arasındaki bölgede yavaş ısıtılır ve burada yaklaşık olarak 4 saat süre ile tavllanır.
- **Meneviş:** 150 °C – 650 °C arasındadır.
- **İslah tavlı:** Su verilerek sertleştirilmiş çeliğin 400 °C – 675 °C sıcaklıklara kadar ısıtılıp havada soğutulması ile gerçekleşir.

2.4.3.1. Isıl İşlem Görecek Parçaları Özelliklerine Göre Gruplama

Bir bağlama iş kalıbı, değişik malzemelerden yapılmış olabilir. Kullanılan çelik türleri farklı olduğunda ısıt işlemleri de farklılık gösterecektir. Bu nedenle kalıbı parçaladıktan sonra parçaları özelliklerine göre sınıflandırmak gerekir. Aynı çelik malzeme kullanılmış olsa bile sertlik dereceleri farklı olacak parçalar vardır ve bu durum da dikkate alınmalıdır.

Örneğin; parça oturma yüzeylerinin sertliği ile bağlama plakasının sertliği aynı değildir. Destek parçaları daha sert olmalıdır. Çünkü sürekli iş parçasının yüzeyi ile temas hâlinindedir. Dolayısıyla aşınma fazla olacaktır.

2.4.3.2. Malzemeleri Tav Fırınına Tekniğine Uygun Biçimde Yerleştirme

Isıl işlem görecek parçalar fırına yerleştirilirken:

- Isıl işlem görecek parçalar, fırına yerleştirilirken birbiri ile temas etmemelidir.
- Her parça, tüm yüzeylerinden ısınacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Uzun parçalar, dik bir şekilde yerleştirilmelidir.
- Küçük parçalar, bir tele bağlanarak fırın içinde bir yere asarak sallandırılmalıdır.
- Büyük ve ağır parçalar, altlık yardımı ile yerleştirilmelidir.

2.4.3.3. Fırın Isı Değerini Malzeme Özelliklerine Uygun Ayarlama

Yapacağımız ısıt işleme göre fırının ısı değerini ayarlarız. Isı değerine malzemenin özelliğinin de etkisi vardır. Zira ısıt işlemler, malzeme özelliklerine göre belirlenir ve ısı değerleri ona göre seçilir. Tavlama sıcaklığı (ısı değeri), soğutma ortamı ve gerginlik giderme ısı değeri malzeme özelliklerinden alınır. Her çeliğin ısıt işlem bilgileri kataloglarında yer alır.

2.4.3.4. Malzeme Soğutma Ortamını Hazırlama

Yapacağımız ısıl işleme en uygun soğutma ortamını, parça ısınmadan önce hazırlamamız gerekir. Soğutma ortamları, parçaların sertlik durumunu belirleyen ortamlar olduklarından önemlidir. Metallere uygulanan ısıl işlemlerde en çok kullanılan soğutma ortamı sudur. En çok sertlik, **su ortamında** soğutmakla sağlanır. **Yağ ortamında** soğutmada ise korozyon olmaz ve daha düzenli soğutma sağlanır.

2.4.3.5. İstenen Sıcaklığa Ulaşan Malzemeleri Uygun Ortamda Soğutma

İstenilen sıcaklığa gelen parçaları uygun bir soğutma ortamına alarak soğutmak gerekir. Soğutma ortamına da rastgele bir şekilde değil yan taraftaki resimde de görüldüğü gibi belirli bir şekilde daldırılmalıdır. Daldırma hızı, soğutma ortamında bekletme süresi ve şeklinin parçaların sertliği üzerinde etkisi vardır. Ne kadar teorik bilgiye dayansa da pratik yapmakta oldukça önemlidir.



Resim 2.5: Malzeme daldırma şekilleri

2.4.3.6. Parçaları Meneviş İşlemine Tabi Tutma

Sertleştirilmiş çeliğin yapısı, doğal olarak serttir. Bu da beraberinde kırılganlığı getirir. Darbeli çalışmayan makine parçalarında kırılgan yapı sorun olmazken; darbeli çalışan makinelerde kırılganlık olumsuz bir özelliktir. Bu nedenle sertliklerini menevişleme işlemine tabi tutarak azaltır ve kırılganlıklarını ortadan kaldırırız.

Menevişlemenin bir diğer adı da **temperlemedir**. Temperleme, sertleştirdikten sonra tekrar ısıtmadır. Menevişleme sıcaklıkları 150 – 650 °C arasındadır ve çelik çeşidi ile çeliğin kullanım amacına bağlıdır.

Parçalar, sertleştirme işleminin hemen ardından şekil ve büyüklüklerine göre hava, maden banyosu, tuz banyosu, kum banyosu ya da sıcak tepsiler içinde ısıtılır ve yaklaşık 2 saat süreyle menevişleme sıcaklığında tutulur. Menevişleme, aslında bir difüzyon olayı olduğundan hem sıcaklık hem bekletme süresi menevişlemeyi etkiler. Daha yüksek sıcaklıkta kısa süre bekletmek ya da daha düşük sıcaklıkta uzun süre bekletme aynı neticeyi verir.

2.4.3.7. Isıl İşlem Görmüş Parçaların Sertliğini Ölçme

Sertleştirme işlemine tabi tutulan kalıp elemanlarının sertliği; “bağlama iş kalıpları – 1” modülünde de anlatılan sertlik ölçme yöntemlerinden biri ile ölçülebilir. Sertleştirdiğimiz parçaların sertliğini Rockwell sertlik ölçme yöntemi ile ölçelim.

Rockwell (rokvel) sertlik ölçme yönteminde, batıcı uç olarak tepe açısı 120° olan basık elmas konik ya da 1,59 mm çapındaki çelik bilye kullanılır. Kullanılan batıcı ucun türü, yöntemin simgesinde belirtilir. Elmas uç kullanıldığında yöntem HRC ve HRA olarak ifade edilir. Çelik bilyede ise HRB ve HRF ifadeleri kullanılır. Bunlar arasındaki fark, deney esnasında uygulanan kuvvet değerlerinden kaynaklanmaktadır. Buna göre:

$$\begin{array}{ll} \text{HRC} = 1373 \text{ N} & \text{HRA} = 490 \text{ N} \\ \text{HRB} = 883 \text{ N} & \text{HRF} = 490 \text{ N}' \text{ dur.} \end{array}$$

Rockwell ölçme işlemi, 4 kademededir yapılır. Ancak işleme başlamadan önce ölçümü yapılacak malzemenin ölçme cihazına konulduğu yüzeyin (basma tepsisi) temiz olmasına ve parça yüzeyinin yükleme yönüne dik olmasına dikkat edilmelidir. Bunlar sağlandıktan sonra ölçme işlemine başlanır.

- Batıcı uç muayene ön yüküyle ölçüm yapılacak parça üzerine etki eder ve bu durumda ölçü saati sıfıra ayarlanır. Böylelikle ölçü bazı elde edilerek ölçü aleti ile temas hâlinde olan yüzeyin ve ölçü aletinin toleranslarının etkisi ortadan kaldırılır.
- Basma tepsisi üzerindeki malzeme ile birlikte döndürülerek yükseltilir. Bu yükseltme işlemi, malzeme batıcı uca değip ucu yükselterek ölçme saatini sıfıra getirene kadar devam eder. Ölçme aletleri, bu durumda bir manivela sistemi üzerinden batıcı uca muayene ön yükü etki edecek şekilde ayarlanmıştır.
- Batıcı ucun malzeme içerisine batmasını sağlayacak muayene yükü etki ettirilir. Ölçme saati üzerinden bu durum takip edilir. İbre, sakın duruma geldiğinde ölçme saati iz derinliğini gösterir. İz derinliği üç parçadan oluşur:
 - Malzemenin plastik şekil değişimi
 - Malzemenin elastik şekil değişimi
 - Cihazın (tepsi ayağının yaylanması) elastik şekil değişimi
- Muayene yükünün kaldırılması sonucunda batıcı uç, muayene ön yükünün etkisiyle belirli bir miktar gömülü kalır. Ölçme saatinde batıcı ucun biraz yükseldiği görülür. Elastik şekil değişimleri eski hâllerine döner. Ölçme saati, bu anda sadece kalıcı iz derinliğini gösterir.

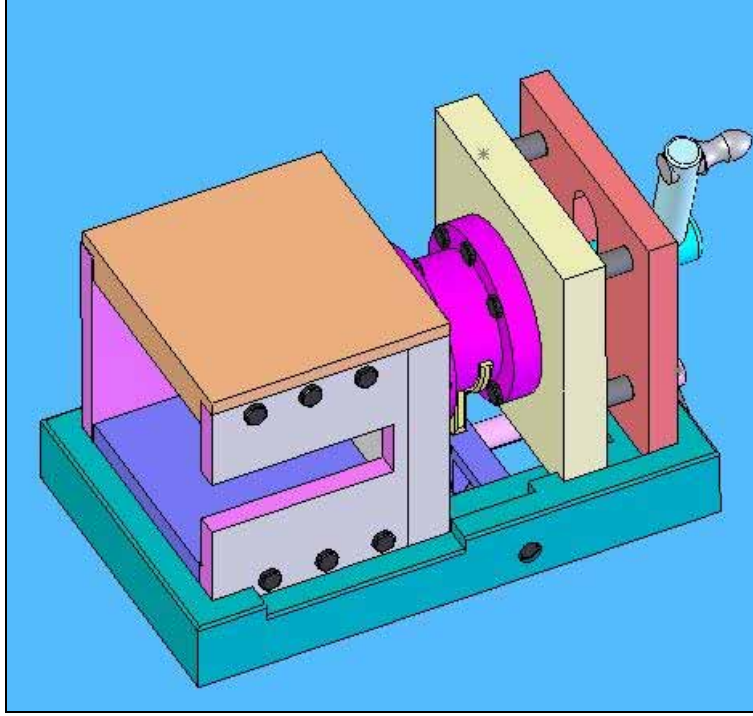
İz derinliğine ait uzunluk ölçülerinin karşılığı olan rockwell sertlik değerleri skala üzerinde gösterildiği için sertlik doğrudan doğruya okunur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Çeliğin iç yapı özelliklerini değiştirmek amacıyla yapılan, ısıtma ve soğutma işlemleriyle yüzeye alaşım elementi verilmesi ya da çekilmesi işlemlerinin tümüne adı verilir.
2. Bütün ısıtma işlemlerinin amacı, malzemenin özelliklerini istenilen şekilde değiştirmektir. (Doğru / Yanlış)
3. Aşağıdakilerden hangileri yanlıştır?
 - I. Sertleştirme maddesine daldırma esnasında yüzey tabakası, çok çabuk soğur ve bu nedenle büzülür.
 - II. Krom, volfram, mangan ve nikel gibi birçok alaşım elemanları, martenzitin oluşumunda kritik soğutma hızını düşürür.
 - III. Alaşımsız çelikler su ile sertleştirilir. Düşük alaşımlı çelikler yağ ile sertleştirilir ve yüksek alaşımlı çelikler yağ ve/veya hava ile sertleştirilir.
 - A) Hiçbiri
 - B) Hepsi
 - C) Yalnız II
 - D) II ve III
4. Aşağıdakilerden hangisi ısıtma işleminde malzeme soğutma ortamı değildir?
 - A) Hava
 - B) Su
 - C) Yağ
 - D) Polimer
5. Metallere uygulanan ısıtma işlemlerinde en çok kullanılan soğutma ortamları su aracılığıyla sağlanır. Birçok uygulamada işletmenin su tesisatından sağlanan su ya bir kap içerisine alınır, ya da yüzey sertleştirme yöntemlerinde olduğu gibi püskürtülerek kullanılır. Her durumda suyun aşırı soğuk ya da sıcak olmasından kaçınılmalıdır. (Doğru / Yanlış)
6. Elektrikle ısıtmalı tavlama fırınlarına ısıtma işlemi görecektir parçaları koyup çıkarırken dikkatli olmak gerekir. Fırının gövdesinde elektrik kaçağı olabilir. Ayrıca elektrikli tav fırınları, iyi bir şekilde topraklanarak gövdesine elektrik kaçırdığında, çalışan eleman korunmalıdır. Bilindiği gibi topraklanmış olan elektrikli aletlerin gövdelerine kaçan elektrik, direkt toprağa verildiğinden temas eden kişiye zarar vermez. (Doğru / Yanlış)
7. ve ise ısıtılmış parçaların üzerimize dökülmesi durumunda zarar vermesini önler. Bu ve benzeri koruyucular, bizim işimizi daha güvenli yapmamızı sağlamak içindir.

8. **Tuz ve maden banyoları**, iyi bir soğutma aracı değildir. Çünkü ısısını uygun donanım ile kontrol altına alınabilmek mümkün değildir. **(Doğru / Yanlış)**
9. Isıl işlem görecekt parçaların fırına yerleştirilmesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- A) Isıl işlem görecekt parçalar fırına yerleştirilirken birbiri ile temas etmemelidir.
 - B) Her parça, tüm yüzeylerinden ısınacak şekilde yerleştirilmelidir.
 - C) Uzun parçalar, yatay bir şekilde yerleştirilmelidir.
 - D) Küçük parçalar, bir tele bağlanarak fırın içinde bir yere asarak sallandırılmalıdır.
10. Makine ve aletlerin daha uzun ömürlü olmaları ve parçalarının kısa sürede aşınmaması istenir. Bu nedenle makine ve aletlerin en çok aşınmaya maruz kalan kısım ve parçaları **ısıl işleme** tabi tutularak sertleştirilirler. **(Doğru / Yanlış)**

PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Sınav resmi 2

Yukarıdaki resimde görülen bağlama iş kalıbının parçalarını ayırarak ısıtılma tabi tutmak gerekirse:

- Isıl işlem görececek parçaların tespitini
- Bu parçalara uygulanması gereken ısıtılma türlerini
- Bir parçanın ısıtılma basamaklarını yazınız ve uygulamasını yapınız.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Şekil ve konumu
2	Doğru
3	Doğru
4	D
5	Doğru
6	C
7	D
8	A
9	Doğru
10	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Isıl işlem
2	Doğru
3	A
4	D
5	Doğru
6	Doğru
7	Özel eldiven ve giysiler
8	Yanlış
9	C
10	Doğru

KAYNAKÇA

- UZUN İbrahim, Yakup ERİŞKİN, **Sac Metal Kalıpcılığı**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1983.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Malzeme Bilgisi**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 2000.
- YELBEY İbrahim, Barış YELBEY, **Kalıp Konstrüksiyonu ve Kalıp Yapımı**, Irmak Ofset Bursa 2002.
- Çeviri yapanlar: KULAKSIZ Mak. Müh. Özcan, Mak. Müh. Ömer ÇAKIR, Yük. Mak. Müh. Oğuz ULUSOY, **Metal Meslek Bilgisi** Ajans – Türk Matbaacılık Sanayi AŞ., Ankara 1995.