

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

PLASTİK TEKNOLOJİSİ

EL ENJEKSİYON KALIPÇILIĞI-1
543M00239

Ankara, 2011

- 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. PLASTİK EL ENJEKSİYON KALIPLARININ YAPIM RESİMLERİNİ ÇİZMEK.....	3
1.1. El Enjeksiyon Kalıpları.....	3
1.1.1. Kalıp Elemanları.....	3
1.2. El Enjeksiyon Kalıplarının Yapım Resimlerinin Çizimi	4
1.2.1. Yapım Resminde Bulunması Gereken Unsurlar.....	5
1.2.2. Yapım Resminin Çizilmesinde İşlem Sırası	6
UYGULAMA FAALİYETİ	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	17
2. PLASTİK KALIP ELEMANLARININ FREZELENMESİ	17
2.1. Frezeleme ve Freze Tezgâhları	17
2.1.1. Freze Tezgâhı Çeşitleri.....	17
2.1.2. Freze Tezgâhının Önemli Kısım ve Parçaları.....	21
2.1.3. Freze Çakılarının Tanıtılması ve Kullanıldığı Yerler	22
2.1.4. Freze Çakılarının Tezgâha Bağlanması	25
2.1.5. İş Parçasının Tezgâha Bağlanması	30
2.2. Düzlem Yüzey Frezeleme	33
2.2.1. Düzlem Yüzeyin Durumu ve Büyüklüğüne Göre Freze Çakısı Seçmek	34
2.2.2. Çakısı Dönüş Yönüne Göre Tabla İlerleme Yönünün Açıklanması.....	34
2.2.3. Uygun Talaş Derinliği ve İlerleme Ayarı	35
2.2.4. Referans Düzlem Yüzeylerin Freze Tezgâhları ile İşlenmesi.....	36
2.3. El Enjeksiyon Kalıp Elemanlarının Markalanması.....	45
2.4. Ana Ölçülerin Freze Tezgâhları ile Oluşturulması	48
UYGULAMA FAALİYETİ	51
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	55
MODÜL DEĞERLENDİRME	57
CEVAP ANAHTARLARI.....	60
KAYNAKÇA	61

AÇIKLAMALAR

KOD	543M00239
ALAN	Plastik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Plastik Kalıpcılığı
MODÜLÜN ADI	El Enjeksiyon Kalıpcılığı 1
MODÜLÜN TANIMI	Plastik malzeme, plastik kalıp ve plastik makine bilgilerini kullanarak plastik el enjeksiyon kalıplarının üretimini yapma yeterliğinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Plastik el enjeksiyon kalıplarını üretmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında el enjeksiyon kalıplarının üretimini istenilen ürün özelliklerine uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Plastik el enjeksiyon kalıplarının yapım resimlerini imalata uygun olarak çizebileceksiniz. 2. Plastik el enjeksiyon kalıplarının frezeleme yöntemi ile işleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Bilgisayar laboratuvarı Donanım: Çizici (plotter), çizim kâğıdı, tesviyecilik araç gereçleri, markalama gereçleri, matkap tezgâhı, matkap ucu, talaşlı üretim makineleri, el enjeksiyon makinesi, bağlama araç gereçleri
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,

Plastik makinelerinde, plastik ürünlerin istenilen kalite ve standartlarda elde edilebilmesinde, sadece kullanılan makinenin değil, makinede kullanılan plastik kalıbının da büyük etkisi vardır. Kullanılan plastik kalıbındaki tüm hatalar üretilen ürüne aynen yansımaktadır. Kalıp imalatında istenilen ürün özelliklerini sağlamak için belli bir işlem sırası takip edilmelidir.

El Enjeksiyon Kalıpcılığı 1 modülü, sizlere bu yöndeki becerileri kazandırmak üzere hazırlanmıştır. Bu modül ile sizler bir el enjeksiyon kalıbının imalatına yönelik beceriler kazanacaksınız.

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edindiğinizde plastik teknolojisi alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetişeceğinizi hatırlatıyor, başarılar diliyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Plastik el enjeksiyon kalıplarının yapım resimlerini imalata uygun olarak çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizdeki plastik kalıp imalatı yapan iş yerlerini ziyaret ederek plastik el enjeksiyon kalıplarının imalata uygun yapım resimlerinin çizilmesinde dikkat edilecek ölçütleri araştırınız.

Gözlemlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. PLASTİK EL ENJEKSİYON KALIPLARININ YAPIM RESİMLERİNİ ÇİZMEK

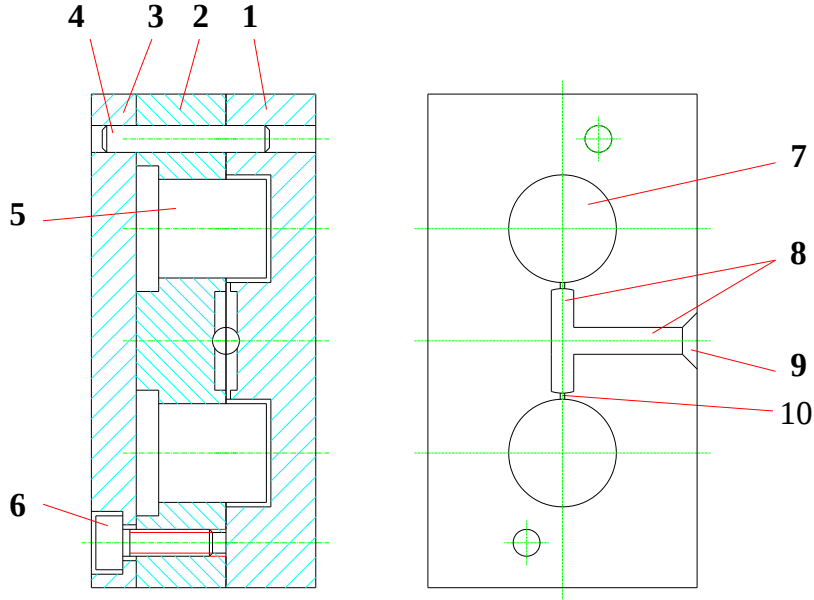
1.1. El Enjeksiyon Kalıpları

El enjeksiyon kalıpları basit ve hassas olmayan plastik parçaların üretiminde kullanılır. Kalıplama basıncı genellikle kol kuvveti ile sağlanır ve üzerinde gelişmiş sistemler bulunmaz. Bununla beraber üretimindeki pratiklik ve üretim maliyetlerinin az oluşu nedeni ile tercih edilir.

1.1.1. Kalıp Elemanları

Kalıp elemanları denildiğinde bir kalıbın üzerinde bulunan bütün parçalar akla gelmektedir. Bunlar:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Dişi kalıp | 6. Cıvata (çevrede dört adet) |
| 2. Erkek kalıp plakası | 7. Kalıp boşluğu |
| 3. Erkek kalıp destek plakası | 8. Dağıtıcı kanal |
| 4. Merkezleme pimi (çevrede iki adet) | 9. Plastik malzemenin kalıba aktarıldığı yer |
| 5. Erkek kalıp (zımba) | 10. Giriş kanalı |



Şekil 1.1: El enjeksiyon kalıbı ve elemanları

Yukarıdaki maddelerde 1 ile 6 arası kalıp elemanlarını ifade eder, 7 ile 10 arası ise kalıptaki bölgelerin adlandırılmasıdır.

- **Dişi kalıp:** Ürünün dış kısmına biçim verir.
- **Erkek kalıp plakası:** Erkek zımbaların yataklanmasında kullanılır.
- **Erkek kalıp destek plakası:** Erkek zımbaların desteklenmesinde kullanılır.
- **Merkezleme pimi:** Kalıp yarımlarının aynı ekseninde çalışmasını sağlar.
- **Erkek kalıp:** Ürünün iç kısmına (delik vb.) biçim verir.
- **Cıvata:** Erkek kalıp plakası ile erkek kalıp destek plakasının birbirine montajında kullanılır.
- **Kalıp boşluğu:** İçine dolan eriyik plastik malzemeye son şeklini verip ürün olmasını sağlayan boşluktur.
- **Dağıtıcı kanal:** Eriyik plastik malzemenin kalıp boşluğuna kadar dağıtılmasında kullanılan kanaldır.
- **Giriş kanalı:** Dağıtıcı kanaldan gelen eriyik plastik malzemenin kalıp boşluğuna aktarılmasında kullanılan kanaldır.

1.2. El Enjeksiyon Kalıplarının Yapım Resimlerinin Çizimi

Bir iş parçasının üretilmesi için gerekli bütün bilgileri içeren teknik resimdir. Yapım resmi çizimi, kalıp üretiminin önemli aşamalarından biridir. Kalıp parçalarının üretimini yapacak kişiler yapım resimlerini okuyarak üretimi gerçekleştirebilirler. İyi çalışan bir kalıp imalatı eksiksiz, anlaşılır, herhangi bir tereddüde gerek bırakmayan yapım resimlerinin çizimi ile mümkün olmaktadır.

Yapım resmi teknik resim kurallarına uygun olarak çizilmelidir. Yapım resmi, iş parçasının yeterli görünüşlerini, ölçülerini, toleranslarını, malzemesini, yüzey işlemlerini, yüzey kalitesini ve varsa iş parçasının üretimi ile ilgili diğer bilgileri (örneğin krom kaplanacak, sertleşecek, birlikte işlenecek) kapsamalıdır. Böylece bu iş parçasını üretecek kişinin kafasında hiçbir soru işareti kalmayacaktır.

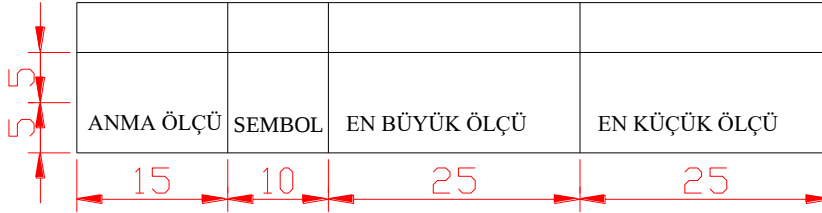
1.2.1. Yapım Resminde Bulunması Gereken Unsurlar

Bir yapım resmiyle istenilen özellikte bir ele enjeksiyon kalıbı yapılabilmesi için yapım resminin bazı özellikleri taşıması gerekir. Bu özellikler şunlardır:

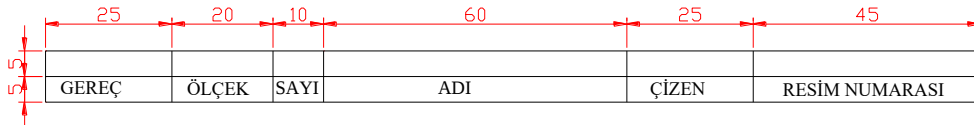
- Yeterli sayıda görünüş
- Ölçülendirme
- Gerekli durumlarda kesit alınması
- Toleranslar
- Yüzey kalitesi sembolleri
- İş parçası ile ilgili açıklamalar
- Antet

Yapım resimlerinin çiziminde belli bir sıra izlemek, resmin daha kolay ve hatasız çizilmesini sağlayacaktır.

Aşağıdaki şekillerde tolerans anteti (Şekil 1.2), detay resmi anteti (Şekil 1.3) ve montaj anteti (Şekil 1.4) gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Tolerans anteti



Şekil 1.3: Detay resmi anteti

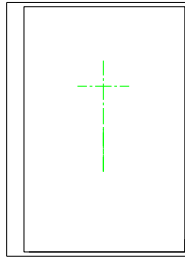
TOPLAM PARÇA SAYISI							
15	80			15	25	25	15
10							
SAYI	PARÇANIN ADI VE BOYUTLARI			MONNR	RESİM VE STAN.NUM.	GEREÇ	AÇIKL.
SINIF NO	TARİH	İSİM	İMZA	MAZHAR ZORLU PLASTİK E.M.L. PLASTİK İŞLEME BÖLÜMÜ			
ÇİZEN							
KONTROL	25	35	25				
ST.KONT.							
ÖLÇEK	MONTAJ ANTETİ				RESİM NR.	SAYI	
						-	
20	100				55	10	

Şekil 1.4: Montaj anteti

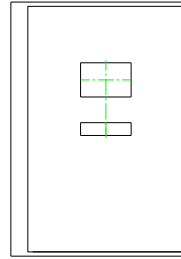
1.2.2. Yapım Resminin Çizilmesinde İşlem Sırası

Yapım resmi çizilmesi aşağıdaki işlem sırasına göre yapılır.

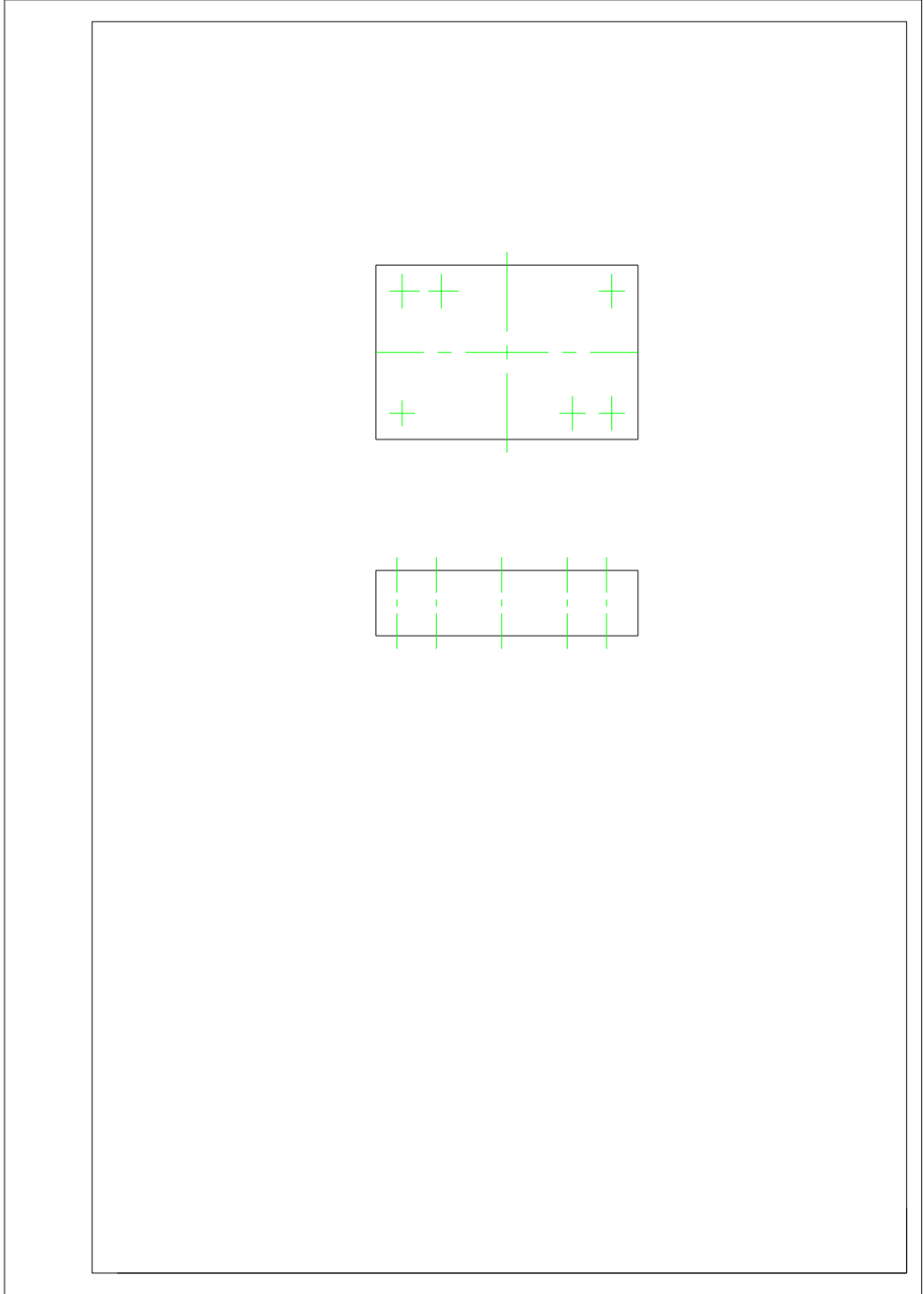
- Çizim tasarımı yapılır (örneğin hangi parçaların tek olarak çizileceği, hangi parçaların birlikte aynı kâğıda çizileceği, ölçeklerinin ne olacağı vs.).
- Uygun kâğıt boyutunun seçimi yapılır (örneğin A4,A3).
- Simetrik parçalarda iki temel eksen öncelikle çizilir. Simetrik olmayan parçalarda öncelikle bir temel eksenle referans yüzeyi çizilir (Şekil 1.5).
- Görünüşlerin çizimi (ana çizgiler) yapılır (Şekil 1.6).
- Diğer eksen çizimleri çizilir (Şekil 1.7).
- Resim bütünlüğünü sağlayacak diğer çizimler çizilir (Şekil 1.8).
- Ölçülendirme yapılır (Şekil 1.9).
- Yüzey işaretleri ve toleranslar oluşturulur (Şekil 1.10).
- Varsa diğer bilgiler yazılır.
- Antet oluşturulur (Şekil 1.11).



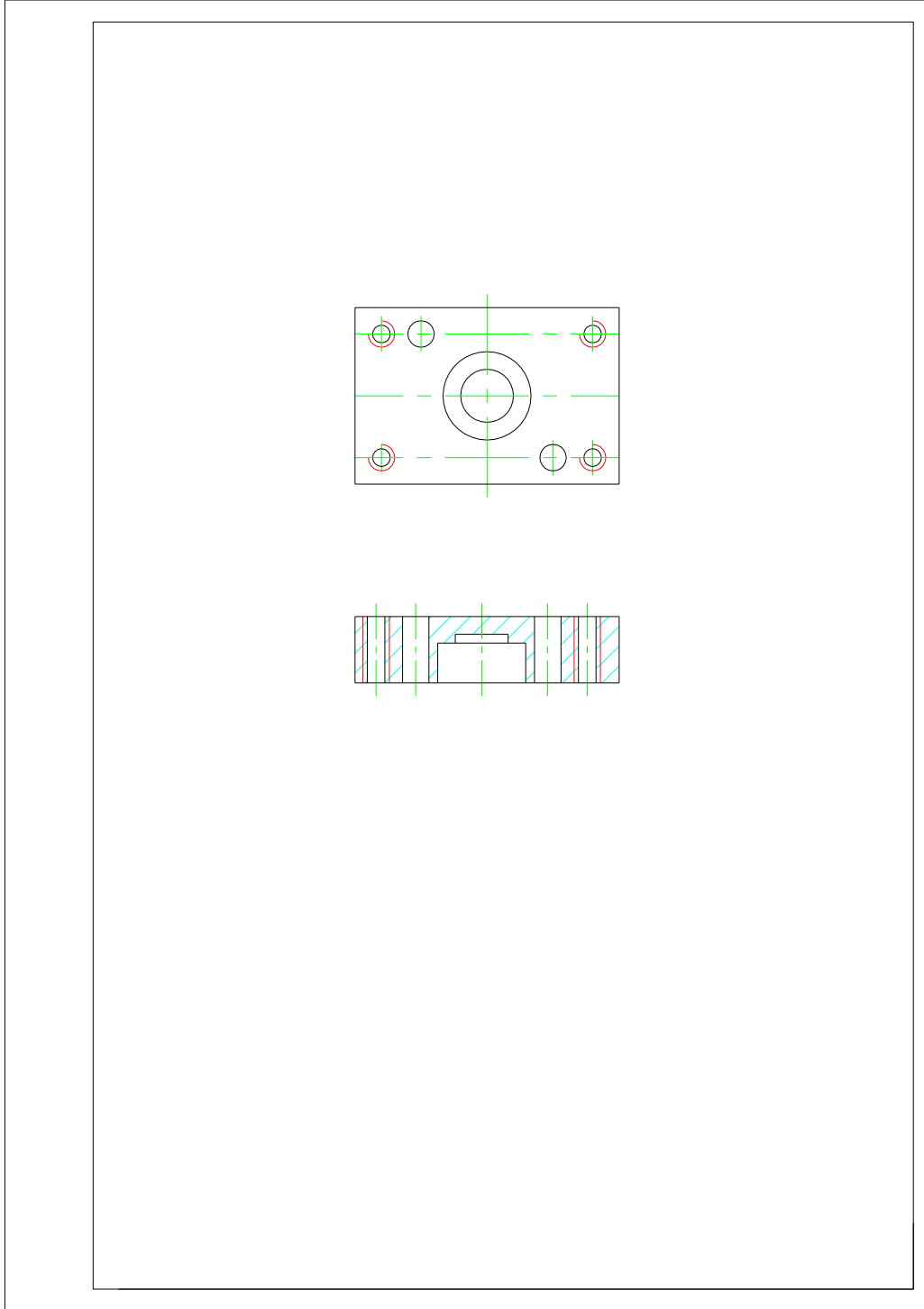
Şekil 1.5: Ana eksenlerin çizilmesi



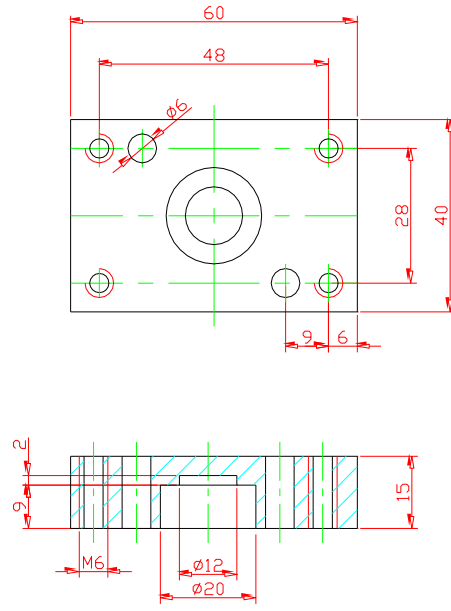
Şekil 1.6: Ana çizgilerin çizilmesi



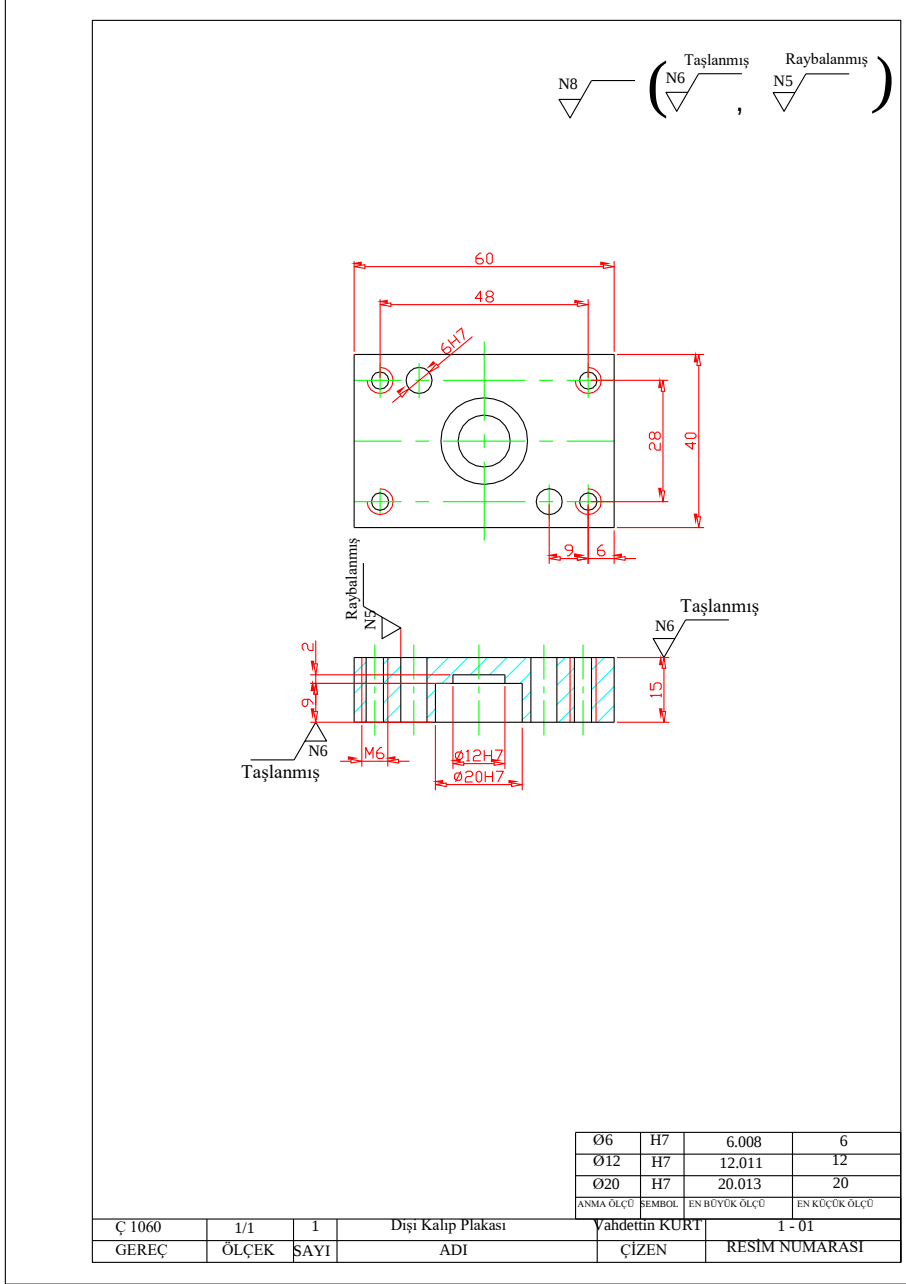
Şekil 1.7: Diğer eksen çizgilerinin çizilmesi



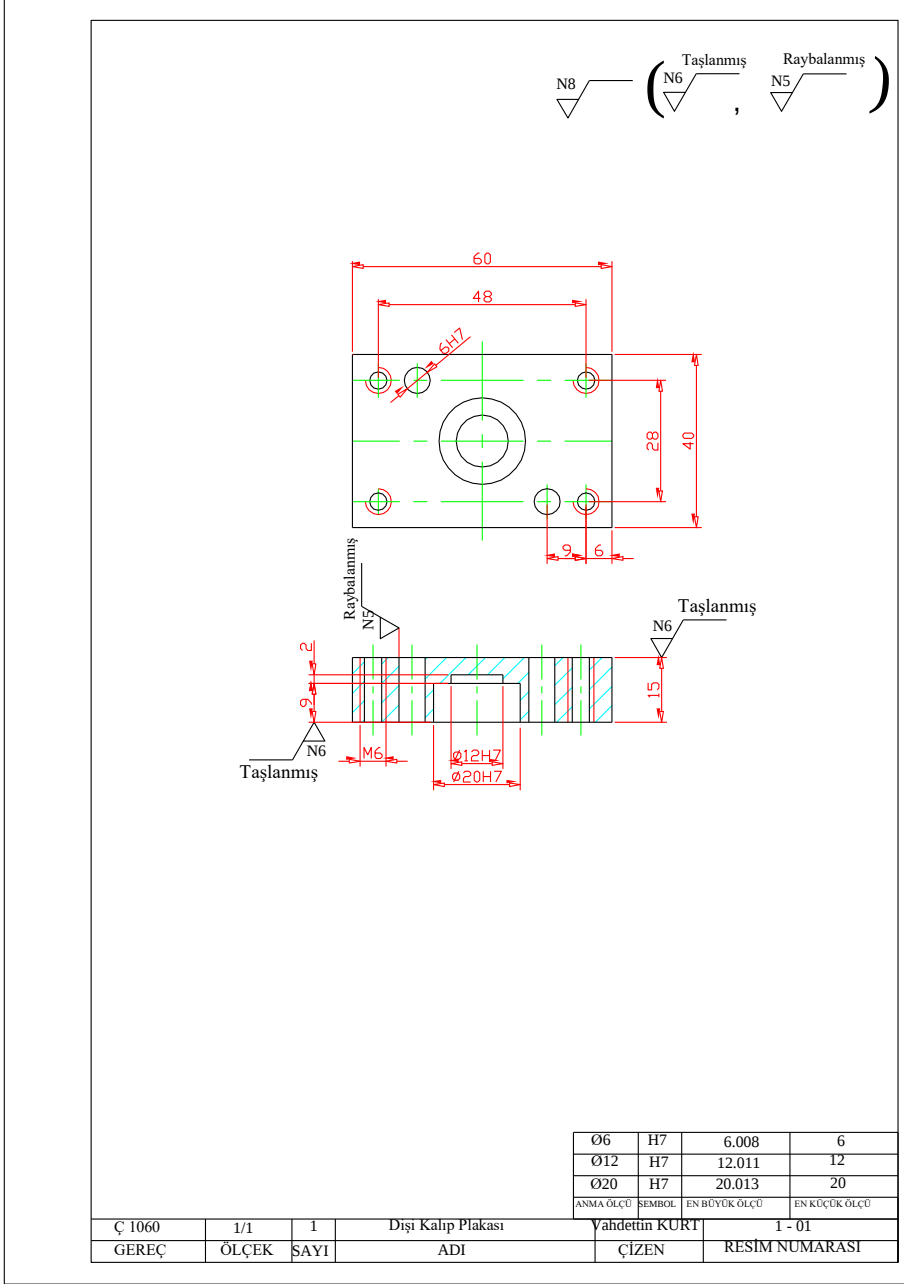
Şekil 1.8: Resim bütünlüğünü sağlayacak diğer çizgilerin çizilmesi



Şekil 1.9: Ölçülendirmenin yapılması



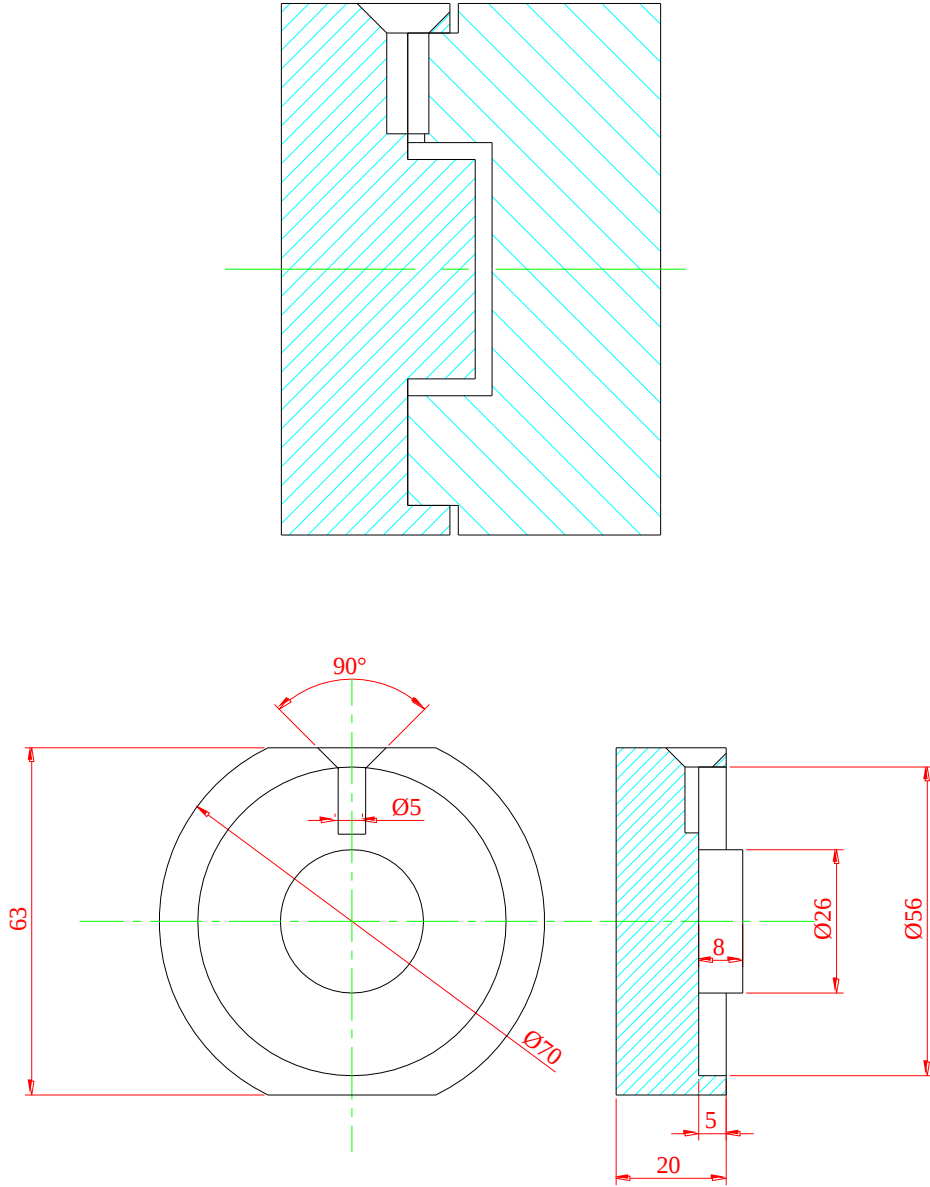
Şekil 1.10: Ölçülendirmenin yapılması

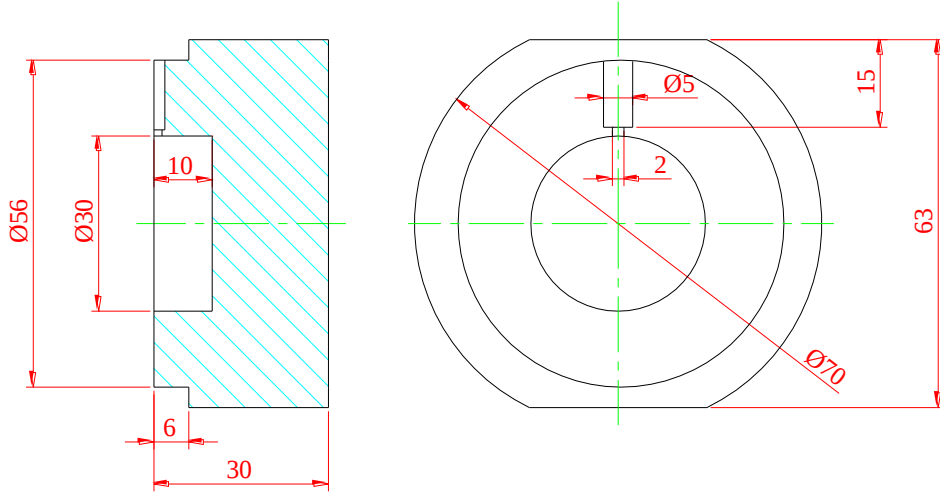


Şekil 1.11: Antetin oluşturulması

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda montaj ve detay resimleri verilen bir el enjeksiyon kalıbını teknik resim kurallarına uygun olarak çiziniz, gerekli olan yüzey işaretlerini ve toleransları veriniz.





İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çizim alanını hazırlayınız.	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çizilecek projedeki maksimum yükseklik ve maksimum genişlik ölçülerini tespit ediniz. ➤ Tespit edilen değerlere göre çalışma sayfası limit ayarlarını yapınız.
➤ Montaj resmini çiziniz.	➤ Çizime eksen çizgilerinden başlayınız. ➤ Çizime başlarken en büyük ölçü değerlerine sahip parçanın çiziminden başlamanız çiziminizin daha kolay olmasını sağlar. ➤ CAD program komutlarını kullanarak montaj resmini bilgisayar ortamında çiziniz.
➤ Detay resimlerini çiziniz.	➤ Çizime eksen çizgilerinden başlayınız. ➤ Bilgisayar Destekli Çizim modülünden faydalanarak tolerans ve yüzey işleme işaretlerini oluşturunuz.
➤ Antet oluşturunuz.	➤ Bilgisayar Destekli Çizim modülünden antet çizimi konusunu inceleyiniz. ➤ Antedi oluşturulacak çizimin montaj ya da detay resmi oluşuna dikkat ediniz. ➤ Antet içi özelliklerin çizilen resme göre doğru değerlerde (gereç, ölçek, montaj sırası vb.) olmasına dikkat ediniz.
➤ Çıktı alınız.	➤ Çıktı oranlarına dikkat ediniz. ➤ Çalışılan çizim dosyasındaki çizgi kalınlıklarını PRINT komutundaki kalem ayarları bölümünden ayarlayınız.

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. Çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Çizim alanını hazırladınız mı?		
3. Montaj resmini çizdiniz mi?		
4. Detay resimlerini çizdiniz mi?		
5. Antet oluşturdunuz mu?		
6. Çıktı aldınız mı?		
7. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
8. Süreyi iyi kullandınız 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 el enjeksiyon kalıbının elemanlarından birisidir?
A) Kalıp boşluğu
B) Giriş kanalı
C) Dişi kalıp
D) Dağıtıcı kanal
2. Kalıp yarımlarının aynı ekseninde çalışmasını sağlayan kalıp elemanına ne ad verilir?
A) Merkezleme pimi
B) Dişi kalıp
C) Erkek kalıp
D) Erkek kalıp plakası
3. Kalıplarda üretilen ürünün dış kısmına biçim veren kalıp elemanına ne ad verilir?
A) Erkek kalıp
B) Merkezleme pimi
C) Kalıp boşluğu
D) Dişi kalıp
4. Kalıplarda üretilen ürünün iç kısmına biçim veren kalıp elemanına ne ad verilir?
A) Erkek kalıp
B) Merkezleme pimi
C) Kalıp boşluğu
D) Dişi kalıp
5. Bir iş parçasının üretilmesi için gerekli bütün bilgileri içeren teknik resme ne denir?
A) Montaj resmi
B) Komple resim
C) Ara kesit
D) Yapım resmi
6. El enjeksiyon kalıbında aşağıdakilerden hangisi bağlantı elemanı olarak kullanılır?
A) Dişi kalıp
B) Erkek kalıp plakası
C) Cıvata
D) Merkezleme pimi
7. El enjeksiyon kalıbında zımbaların yataklanmasında kullanılan eleman aşağıdakilerden hangisidir?
A) Dişi kalıp
B) Erkek kalıp plakası
C) Erkek kalıp destek plakası
D) Merkezleme pimi

8. El enjeksiyon kalıbında içine dolan eriyik plastik malzemeye son şeklini verip ürün olmasını sağlayan boşluğa ne ad verilir?
- A) Dişi kalıp
 - B) Kalıp boşluğu
 - C) Erkek kalıp destek plakası
 - D) Merkezleme pimi
9. El enjeksiyon kalıbında kalıp yarımlarının aynı ekseninde çalışmasını sağlayan kalıp elemanına ne ad verilir?
- A) Dişi kalıp
 - B) Kalıp boşluğu
 - C) Erkek kalıp destek plakası
 - D) Merkezleme pimi
10. El enjeksiyon kalıbında erkek zımbaların desteklenmesinde kullanılan kalıp elemanına ne ad verilir?
- A) Dişi kalıp
 - B) Kalıp boşluğu
 - C) Erkek kalıp destek plakası
 - D) Merkezleme pimi

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

Plastik el enjeksiyon kalıp elemanlarını freze tezgâhı ile işleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde plastik kalıp imalatı yapan iş yerlerini ziyaret ederek plastik el enjeksiyon kalıplarının merkezleme ve bağlantı konumlarının istenilen hassasiyette işlenebilmesi için gerekli olan ölçütleri araştırınız.
- Gözlemlerinizi ve yaptığınız görüşmeleri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. PLASTİK KALIP ELEMANLARININ FREZELENMESİ

2.1. Frezeleme ve Freze Tezgâhları

Kendi eksenini etrafında dönen freze çakısının altından iş parçasının ileri geri hareketi sayesinde yapılan talaş kaldırma işlemidir. Kesme hareketi takım tarafından, ilerleme hareketi ise iş parçası tarafından yapılır. Freze ile düz yüzeyler, eğrisel yüzeyler, dişli çarklar ve kanallar açılır. Frezeleme işlemini iki grupta toplayabiliriz.

- **Çevresel frezeleme:** Freze çevresindeki kesici dişler talaş kaldırır ve meydana gelen yüzey, çakının dönme yüzeyine paraleldir. Bu yöntemle düzlemsel ve profilli yüzeyler elde edilir.
- **Alın frezeleme:** Freze çakısının alnındaki ve çevresindeki kesici dişlerin ortak etkisiyle elde edilen yüzey, çakının dönme eksenine dikeydir. Özellikle kesme işleminin büyük bir kısmı çevredeki dişler tarafından yapılır ve alındaki dişler de ince işleme etkisi yapar.

2.1.1. Freze Tezgâhı Çeşitleri

Çeşitli tip ve ölçülerde pek çok freze tezgâhı varsa da bunların çoğu birbirine benzer. Sütunlu ve konsollu olanlar çoğunlukla okul ve endüstri atölyelerinde kullanılır. Sütunlu ve konsollu denilmesinin sebebi, fener milinin bir sütun içine yerleştirilmiş olmasıdır. Freze tezgâhları yapılarına göre dört grupta incelenir.

➤ Sütunlu ve konsollu tip freze tezgâhları

- Yatay freze tezgâhı
- Düşey freze tezgâhı
- Üniversal freze tezgâhı

İmalat ve gövde tipi freze tezgâhları

Planya tipi freze tezgâhları

Özel freze tezgâhları

- Kopya freze tezgâhları
- Elektronik ve hidrolik kumandalı freze tezgâhları

2.1.1.1. Sütunlu ve Konsollu Tip Freze Tezgâhları

Üzerinde konsol ya da sütun bulunan freze tezgâhlarıdır.

- **Yatay freze tezgâhı:** Freze çakılarının takıldığı malafa mili yataya paraleldir. Bunlar tek tek işlenen parçaların yapımında olduğu kadar seri imalat için de elverişli tezgâhlardır. Tezgâhın tablası el veya otomatik olarak ilerletilir. Tabla aşağı yukarı ve sağa sola hareket ettirilir. Elektrik motorundan aldığı hareket, hız kutusu vasıtası ile malafa miline iletilir ve çeşitli devir sayılarında işlemler yapılır. Büyük yapıli tezgâhlarda tablanın rahat hareketi için ayrıca bir elektrik motoru daha vardır.



Resim 2.1: Yatay freze tezgâhı

- **Düşey freze tezgâhı:** Bu tezgâhlarda, freze çakısının takıldığı başlık ve konumu yataya dik durumdadır. Ayrıca başlığı çeşitli açı altında dönebilen tezgâhlarda açılı işlemler yapmak mümkün olmaktadır. Başlığın dönmesiyle yatay ve düşey konumdaki bütün işlemler yapılabilir. Tezgâhın tablası yatay frezede olduğu gibi hareket ettirilir.



Resim 2.2: Düşey freze tezgâhı

- **Üniversal freze tezgâhı:** Bu tezgâh, yatay ve düşey freze tezgâhlarının bir arada düşünülmüş ve geliştirilmiş hâlidir. Bu tezgâhlarda tablanın sağa ve sola 45° dönmesi, sağ ve sol helis dişlerin otomatik bir şekilde açılması en önemli özelliklerindendir. Tablanın elle veya otomatik olarak hareketi sağlanabilir. Tablanın eğiklik konumunun rahatlıkla temini için açılı bölüntüler yapılmıştır.



Resim 2.3: Üniversal freze tezgâhı

2.1.1.2. İmalat ve Gövde Tipi Freze Tezgâhları

Yalnız seri üretim yapan fabrikalarda kullanılır. Tezgâhın sabitleştirilmiş bir tabla desteği veya gövdesi vardır. Tabla yatay olarak ileri geri hareket edebilir. Fener mili, özel kutu biçimindeki bir araba içine bağlanmıştır. Freze çakısının içeri veya dışarıya doğru ayarları fener milinin hareketi ile sağlanır. Tezgâh bir kere hazırlandıktan sonra işlem kısmen veya otomatik olarak yapılır. Bundan sonra tezgâhta yalnız iş parçasının bağlanması ve sökülmesi gibi hazırlıklar yapılır.

2.1.1.3. Planya Tipi Freze Tezgâhları

Bu tip freze tezgâhı, en ağır cinsten işler için kullanılır. Bu bir dereceye kadar planya tezgâhına benzer. Fakat bunun yatay ve yan sütunları üzerinde bağlanmış freze tezgâhı başlıkları vardır. Büyük veya oldukça uzun iç parçaları üzerine aynı zamanda birçok işlemi uygulamak için kullanılır.

2.1.1.4. Özel Freze Tezgâhları

Talaşlı imalat işlemlerinde bazı özel imalat talepleri için bazen özel amaçlı freze tezgâhları kullanılır. Bu freze tezgâhlarından yaygın olanları aşağıda açıklanmıştır:

- **Kopya freze tezgâhı:** Freze çakısı, bir şablon veya mastar kalıbı özel hazırlanmış bir pimle, hidrolik güç yardımıyla izlemektedir. Kopya tezgâhlarında düzenli ve güçlü ilerleme, sonsuz ayar imkânı ancak hidrolik güçle sağlanabilir. Endüstride belirli profilde çok sayıdaki iş parçasını özdeş olarak işleyebilmek için kopya tezgâhlarından yararlanılır. Dikiş makinesi, silah ve çeşitli makine parçaları, kalıp parçaları ve kalıp yapımında elverişlidir.

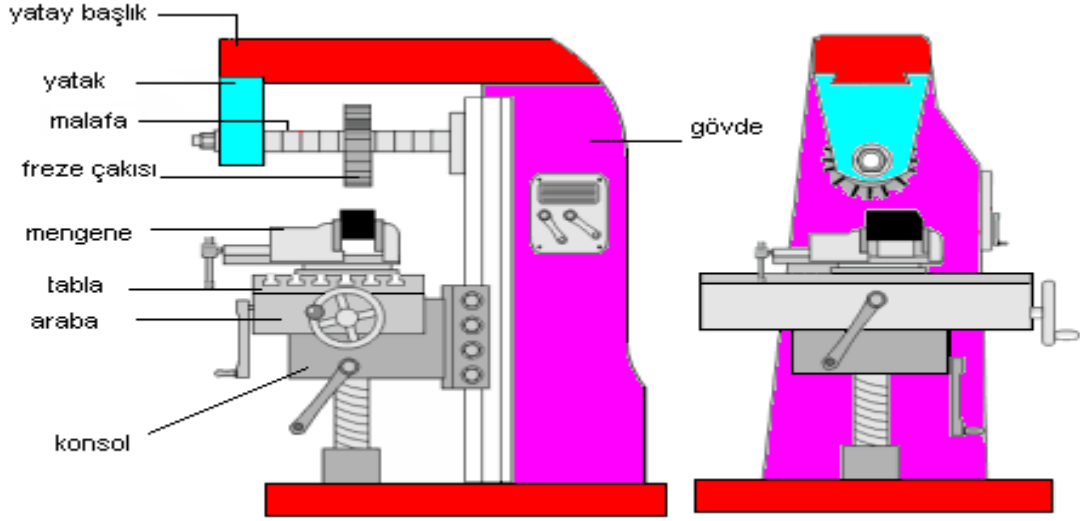


Resim 2.4: Kopya freze tezgâhı

Elektronik ve hidrolik kumandalı freze tezgâhları: Dişli çark sistemlerinin büyük ölçüde kalktığı bu tezgâhlarda, kumanda elektronik ve hidrolik olarak yapılmaktadır. Çalışma sistemleri tamamen hidrolik olarak donatılmıştır. Bu tezgâhlarda kumanda kolaylığı ve zaman tasarrufu ile çok düzgün ve hassas işler elde etme imkânı vardır.

2.1.2. Freze Tezgâhının Önemli Kısım ve Parçaları

Şekil 2.1’de bir freze tezgâhı ve kısımları gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Freze tezgâhının kısımları

- **Gövde:** Büyük iş parçalarının zorlanmasına dayanabilecek şekilde imal edilir. Tezgâhın en büyük kısmını teşkil eder. Font dökümden yapılır.
- **Konsol:** Üzerinde arabayı ve tablayı taşıyan destekli, dik doğrultuda aşağı ve yukarı hareket eden bir freze elemanıdır. Fonttan yapılır.
- **Araba:** Tezgâhın enine hareketini sağlayan elemandır. Yatay ve düşey freze tezgâhlarında bulunur.
- **Tabla:** Konsolun üzerine yerleştirilmiş, sağa sola hareket eden, iş parçasının üzerine bağlandığı tabladır. İş parçasını ve çeşitli aygıtları bağlayabilmek için tablanın üzerine T kanalları açılmıştır. Alt tarafına da hareketini sağlayabilmesi için kırılmaçkuyruğu kanalları açılmıştır. Fonttan yapılır.
- **Başlık:** Özel bir şekilde hazırlanan başlıklar, gövdenin başlık bağlanan kısmına bağlanarak tezgâhın kapasitesini yükseltir. Ayrıca farklı işlere göre değişik biçimli başlıklar geliştirilmiştir.
- **Döner tabla:** Sonsuz vida ve çark sistemi ile 360° döndürülebilen döner tablalar, tezgâhın en önemli kısımlarından biridir. Büyük yapılı döner tablaların, hız kutusundan aldığı hareketi otomatik olarak döndürme imkânı vardır. Üzerine iş parçasının bağlanabilmesi için tablada olduğu gibi T kanalları vardır. Döner tabla, işlerin döndürülerek açılması ya da açılı işlemlerin yapılması için elverişlidir.

- **Malafalar ve yatakları:** Malafalar, üzerine freze çakılarının bağlandığı millerdir. İşin tabladaki konumuna göre çakının nereye bağlanacağını tespit için kısa boyda ve çok sayıda içi boş silindirik parçalardan ibaret olan bileziklerle tespit edilir. Bu bilezikler standart yapılmışlardır. Yan yana takılarak freze çakısı aralarına kamalanır. Freze tezgâhı üzerinde iki adet malafa yatağı bulunur ve tezgâhın sarsıntısız, düzenli çalışmasını temin eder.
- **Divizör:** İş parçasının çevresine eşit bölüntülü kanallar veya yüzeyler işlemek için hem tespiti hem de döndürmeye yarayan aygıttır. Bunun bir bölme başlığı ve karşılık puntası vardır. İş parçası iki punta arasına bağlanır ve işlem yapılır. Bu aygıt, bir mil veya cıvatanın ucuna kare veya altıgen baş işlemek, rayba veya kılavuz olukları ve her çeşit dişli çarkların dişlerini açmak için kullanılır.



Resim 2.5: Divizör

2.1.3. Freze Çakılarının Tanıtılması ve Kullanıldığı Yerler

Kendi eksenini etrafında dönen ve genellikle çok dişli ağızlarıyla talaş kaldırma işlemi yapan kesiciye freze çakısı adı verilir.

2.1.3.1. Silindirik Freze Çakıları

Adından da anlaşıldığı gibi silindirik biçimli olarak yapılır. Dişler çevre dış yüzeyi üzerinde olup düz ve helis kanallar şeklindedir. Helis kanallı frezeler birkaç diş birden kesme yaptığı için düz kanallı freze çakılarına göre daha rahat ve sessiz keser. Bir freze çakısının ucundan bakıldığı zaman eğer diş kanalı saat akrebi yönünde bükülerek uzaklaşıyorsa buna **sağ helis**, ters yöne doğru ise buna da **sol helis** denir. Makine parçalarının yüzeylerinin frezelenmesinde kullanılır.



Resim 2.6: Sağ ve sol helis silindirik frezeler

2.1.3.2. Kanal Freze akıları

Bu tür freze Çakılarının silindirik freze akılarından farkı sadece dar olmalarıdır. Bu akıların bazılarının evre yüzleri, bazılarının hem evre hem de alın yüzleri keser. İsminden de anlaşıldığı gibi kanal açmak veya mevcut kanalları genişletmek için kullanılır.



Resim 2.7: Kanal freze akısı

2.1.3.2. Alın Freze akıları

Hem evre hem de alın yüzeyinde kesici dişleri vardır. Alın frezeleri ile düzlem yüzeyler ve kanallar açılabilir. Ayrıca aynı anda birbirine dik iki yüzeyi işlemek mümkündür.



Resim 2.8: Alın freze akısı

2.1.3.2. Aı Frezeleri

Uçları açılı olarak sivriltilmiş freze akılarıdır. Genellikle 30°- 45°- 60°-75°-90° vb. açılarda bulunur. Tek tarafı veya çift tarafı açılı olarak bulunur. Büyük çaplı olanlar ortadan delikli, küçük çaplı olanları ise saplı olarak imal edilir. Kırılacağıkuyruğı ve benzeri profiller bu aı freze çakıları ile açılır.



Resim 2.9: Açı freze çakısı

2.1.3.5. Parmak Freze Çakıları

Hem çevrelerinde hem de alın yüzeylerinde iki veya daha fazla kesici ağızları vardır. Silindirik veya konik saplı olarak imal edilir. İnce ve küçük parçaların kenarlarını dik işlemek, kama kanallarını açmak gibi işlemlerde kullanılır.



Resim 2.10: Değişik parmak freze çakıları

2.1.3.6. “T ” Freze Çakıları

Hem çevresinde hem de alın yüzeyinde kesici dişler bulunur. Silindirik veya konik saplı olarak imal edilir. Düz ve helis kanallı olarak yapılır. “T” ve kama kanalları gibi kanalları açmak için kullanılır.



Resim 2.11: “T” freze çakısı

2.1.3.7. Modül Freze Çakıları

Standart dişli çark profillerini açmak için kullanılır. Bu freze çakıları diş büyüklüklerine göre normlaştırılır. Her seride 8 veya 16 freze çakısı bulunur. Modül freze çakısı 1'den 8'e veya 16'ya kadar numaralandırılmış olup her numaranın hangi sayılardaki dişli çarkları açacağı üzerinde yazılmıştır.



Resim 2.12: Modül freze çakısı

2.1.3.6. Biçim (Profil) Freze Çakıları

Çeşitli profillerin işlenmesi için kullanılan freze çakılarıdır. En çok kullanılanları iç ve dış bükey olanlardır. İhtiyaca göre özel olarak değişik profillerde imal edilir.



Resim 2.13: Profil freze çakısı

2.1.4. Freze Çakılarının Tezgâha Bağlanması

Freze çakıları, çakının ve işlenecek parçaların özelliğine göre tezgâha farklı şekillerde bağlanır. Çakıların bağlanması aşağıda açıklanmıştır.

2.1.4.1. Freze akılarının Fener Miline Bağlanması

Ortası delikli freze çakıları uzun ve kısa malafa milleriyle, saplı freze Çakılarının büyükleri özel sıkma düzenleriyle, küçükleri de pens-mandren tertibatı ile freze tezgâhı fener miline bağlanır. Delikli freze çakıları, malafa adı verilen bir milin üzerine takılır. Bu milin üzerindeki konik kısım, tezgâh fener milinin uygun konik yuvasına sokulup arkasından bir vida ile çektirilerek tespit edilir.



Resim 2.14: Malafa milinin fener miline takılması

2.1.4.2. Freze akılarının Malafalara Bağlanması

Uzun malafayı fener miline bağlamak için üst başlık vidaları gevşetilerek malafa boyu kurtaracak kadar çekilir ve gövdeye tespit edilir. Arka destek yatağı üst kızağa geçirilerek başlığa monte edilir. Malafa somunu sökülür. Freze akısı mümkün olduğu kadar tezgâh gövdesine yakın bağlanacak şekilde malafa bileziklerinin bir kısmı çıkartılır. Freze akısı kesme yönüne göre malafa somununu sıkacak şekilde malafaya takılır. Üzerine malafa bilezikleri ve yatak bileziği silinerek takılır. Ön destek yatağı temizlenerek malafa mili üzerindeki yatak bileziğine yerleştirilir. Üst başlığa monte edilir. Daha sonra malafa mili somunu uygun bir anahtarla sıkıştırılır.



Resim 2.15: Mors konik saplı malafa ve freze akısı

Freze akısı malafa miline takılırken malafa üzerinde serbestçe kaymalı, asla akıya çekiçle vurulmamalıdır. Aksi hlde malafa mili bozulur. akı da kırılır.



Resim 2.16: Freze tezgâhı st başlık ve aparatları

Malafa somunu n yatak çıkarılmadan gevşetilmelidir. Aksi hlde malafa mili eğilir.



Resim 2.17: Malafa miline takılan freze akısı

Freze çakısını sökmek için tezgâh motoru durdurulur ve devir düşürülür. Malafa somunu anahtarla gevşetilir. n yatak tespit vidası gevşetilerek dışarı alınır. Malafa somunu elle sökülür. Bilezikler elle dışarı alındıktan sonra freze akısı çıkarılır.

Kısa malafalar da fener miline monte edildikten sonra freze çakısının kalınlığına göre bilezikler kullanılarak malafa vidası alından sıkıştırılır.



Resim 2.18: Kısa malafa mili ve uç vidasının dik başlığa takılışı

2.1.4.3. Saplı Freze Çakılarının Pens Adaptörü ve Tutucularla Bağlanması

Mors konikli freze çakısının fener miline mors koniği ile bağlanması ve silindirik saplı freze çakısının fener miline bağlanması, genellikle özel sıkma düzenleri ile yapılır.



Resim 2.19: Parmak freze çakısının pense takılışı ve sıkılması



Resim 2.20: Pens takımı

Küçük çaplı saplı freze çakıları pens-mandren tertibatıyla bağlanır. Adaptör adı da verilen bu yöntemde delik çapları, değişik ölçülerde yapılmış bir seri pens takımı ile kullanılır. Bu takımdan bağlanacak freze çakısı çapına uygun olan pens seçilerek adaptöre takılır. Daha sonra freze çakısı pens içine yerleştirilir ve adaptör somunu aynı anahtarla sıkılır.



Resim 2.21: Pens adaptör takımı ve malafa mili

2.1.4.4. Mengenenin Tezgâha Bağlanması

İşlenen parçaların hassasiyetinin istenilen değerde çıkması, mengenenin tezgâh tablasına çok iyi bağlanmasına bağlıdır. Mengene çeneleri komparatörle kontrol edilerek tezgâh tablasına bağlanır.

- Tablanın üzeri temizlenir.
- Mengenenin alt yüzeyi temizlenir.
- Mengene, tabla üzerine ağızlar gövdeye paralel gelecek şekilde konur ve cıvata hafif sıkılır.
- Komparatör malafaya bağlanır.
- Komparatör ucunun mengene hizasına gelmesi için tabla hareket ettirilir.
- Komparatör ucu mengenenin sabit çenesine dayatılır, birkaç devir yaptırılarak sıfıra ayarlanır.

- Tabla sağı sola hareket ettirilerek ağızların gövdeye paralellikleri kontrol edilir.
- Paralelliklerini sağlamak için mengeneye hafifçe vurulur.
- Çenenin her iki tarafında komparatörden okunan değer aynı olmalıdır.
- Cıvata ve somunlar sıkılır.



Resim 2.22: Mengene ağızlarının komparatörle gövdeye paralellik ve diklik kontrolü

Mengene çenelerinin gövdeye dikliği paralellik kontrolünde takip edilen adımlarda olduğu gibi yapılır. Sadece tabla enine hareket ettirilir.

2.1.5. İş Parçasının Tezgâha Bağlanması

İş parçası özelliğine göre tezgâha en çok mengene ya da bağlama pabuçları ile bağlanır. İş parçasının tezgâha bağlanması yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.5.1. Mengeneyle Bağlama

Mengene, tablaya mengene gövdesinden geçen uygun cıvatalarla tabla üzerindeki T kanallarından yararlanılarak bağlanır. Mengene vidası döndürüldüğü zaman hareketli çene kızak üzerinde sağı ve sola hareket ederek iş parçasının bağlanıp sökülmesini sağlar. İş parçası bağlanırken iş parçasının altına uygun bir altlık konur. İş parçasının altlık üzerine iyi oturmasını sağlamak için pirinç bir malzemeyle iş parçası üzerine vurulurken iş parçası kuvvetlice sıkılır.



Resim 2.23: Vidalı mengene ve işin bağlanması

2.1.5.2. Cıvata ve Pabuçlarla Bağlama

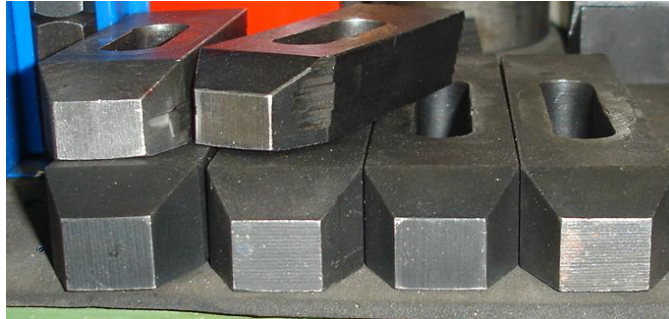
Pabuç uygun şekilde yerleştirilmeli ve altına konacak takozun yüksekliği tam olmalıdır. Cıvata iş parçasına mümkün olduğu kadar yakın bağlanmalıdır. Pabuç iş parçası üzerine ve takozla oldukça geniş bir yüzeyle ve iyice oturtulmalıdır. Takozun yüksekliği, pabucu iş parçası yüzeyine paralel bastıracak bir değerde olmalıdır. Basınç altında esneyecek olan iş parçaları alttan yeterince desteklenmeden pabuçla bağlanmamalıdır.



Resim 2.24: Bağlama elemanları

Freze tezgâhlarında bulunan “T ” kanallarına uyan ölçülerde yapılmış olan cıvataların başları genellikle kare olarak yapılır. Rondela ve somunlarla birlikte sıkma işleminde kullanılır.

Bağlama pabuçları işlenecek parçayı tezgâh tablasına bağlayan makine parçalarıdır. Bu parçaların yassı, çatal, başlı ve özel amaçlı olmak üzere birçok çeşidi vardır.



Resim 2.25: Bağlama pabuçları



Resim 2.26: Komparatörle iş parçasının gövdeye paralel bağlanması

2.1.5.3. Cıvata ve Pabuçlarla Bağlama Kuralları

- Pabuçlar uygun şekilde yerleştirilmeli ve altına konacak takozun yüksekliği tam olmalıdır.
- Takoz yüksek veya alçak olursa pabuç tam sıkma yapmaz.
- Cıvata iş parçasına yakın olmalıdır.
- Pabuç, iş parçası ve takozun üzerine geniş yüzeyle oturmalıdır.



Resim 2.27: İş parçasının cıvata ve pabuçlarla bağlanması

2.1.5.4. Özel Bağlama Kalıp ve Araçlarıyla Bağlama

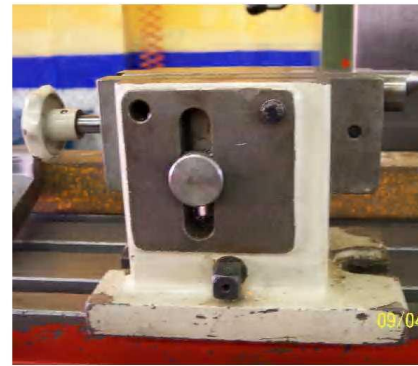
Özel geometrik şekillere sahip iş parçalarını tezgâh tablasına bağlamak için kullanılan aparatlardır. Özel bağlama kalıplarına iş kalıpları da denilmektedir. Parça sayısı çok fazla olan işler için düşünülür.

Sinüs tablaları prizmatik bir kısımla uçlardaki iki silindirden meydana gelir. Çeşitli eğiklikteki parçaların tezgâh tablasına bağlanması için kullanılır.

2.1.5.5. Divizöre Bağlama

Gerekli temizlik yapıldıktan sonra uygun üç ayaklı üniversal ayna divizör miline takılır. Ayna, anahtar ile iş parçası çapından biraz fazla açılır. İş parçası ayaklar arasına konur ve ayaklar ile yaklaştırılır. İş parçası kuvvetle sıkılır. İş parçasının çok kolay bağlanmasına imkân veren bu aynalara silindirik, üçgen, altıgen biçimli işler bağlanabilmektedir.

- **Amerikan aynasıyla:** Genellikle kısa parçaları bağlayıp işlemek için kullanılır.
- **Ayna–punta arasında:** Freze tablasının ortasına gelecek şekilde gezer punta ve divizör yerleştirilir. Divizör ve punta yatay konumda değilse ayarlanır. Gezer punta ve divizörün punta yükseklikleri kontrol edilir. Divizöre üç ayaklı üniversal ayna takılır. İş parçası ayna ayakları arasına alınır. Gezer punta iş parçasının diğer ucuna uygun mesafede tespit edilir.
- **Firdöndü aynası ve punta (iki punta arasında)bağlama:** İş parçasının her iki ucuna punta deliği açılmış olması gerekir. Parçanın bir ucuna firdöndü bağlanır. Bu uç divizör tarafına denk getirilerek bağlanır.Firdöndü, iki punta arasına bağlanan iş parçalarının divizörle beraber dönmesini sağlar. İş parçası veya malafa üzerine bağlanır. Firdöndünün kıvrık kuyruğu divizörün punta çatalı arasına girer.



Resim 2.28: Divizör ve punta

2.2. Düzlem Yüzey Frezeleme

Freze tezgâhının çalıştırılmasından önce yapılacak işlemler şöyle sıralanabilir:

- Freze milinin devir sayısı, tezgâhın gövdesi üzerindeki kolların uygun konuma getirilmesi suretiyle sağlanır.

- İş parçasının konumu ve talaş derinliği, konsolun yükseltilmesi veya alçaltılması ile düzenlenir. Düşey ilerleme için el tekerinden veya otomatik koldan yararlanılır.
- Enine hareket için enine ilerletme el tekerinden yararlanılır. İş parçası bu ayarlamayla frezenin altında istenilen konuma getirilir.
- Tablanın boyuna hareketi için tabla el tekerinden yararlanılır. Tablanın hareketi otomatik olarak da sağlanır.

2.2.1. Düzlem Yüzeyin Durumu ve Büyüklüğüne Göre Freze Çakısı Seçmek

Bir düzlem yüzeyi frezelemek için en çok kullanılan iki metot vardır: Birincisi çevresel frezeleme, ikincisi alın frezeleme yöntemidir.

Çevresel frezeleme, malafaya takılan silindirik bir freze çakısı ile yapılır. Alın frezeleme işleminde genellikle sert maden uçlu kesici takımlar kullanılır. İşlenecek parçanın yüzey genişliğinden çok az büyük olan freze çakısı seçilir. Seçilen freze çakısı çapı iş parçasının genişliğinden mümkün olduğu kadar az büyük olmalıdır.

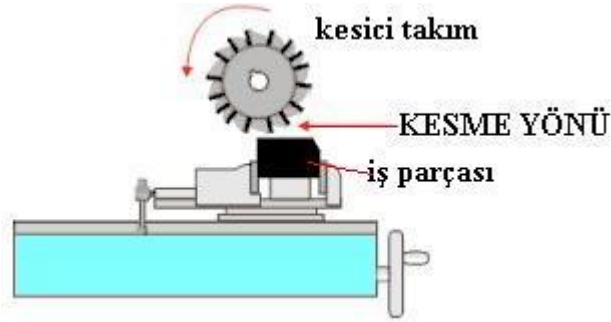


Resim 2.29: Düzlem yüzey frezeleme

Uçları körelmiş çakıları seçmeyiniz. Gereğinden büyük çapta freze çakısı kullanmayınız. Bu hem iş gücü hem de zaman kaybına neden olur.

2.2.2. Çakısı Dönüş Yönüne Göre Tabla İlerleme Yönünün Açıklanması

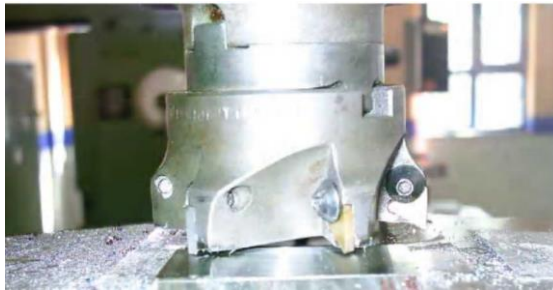
Freze çakısının dönüş yönüne göre kaldırılan talaşın üzerimize fırlamayacağı şekilde tabla ilerlemesi seçilir ya da koruma sacı kullanılır. Aynı yönlü veya zıt yönlü frezeleme seçilebilir. En çok zıt yönlü frezeleme tercih edilir. Aynı yönlü frezelemede kesici ağızlar kırılabilir. Freze çakısının kesici ağızları ters yönde dönmemelidir. Aksi takdirde frezeleme esnasında uçlar kırılır.



Resim 2.30: Freze çıkısının yönü tayin edilerek düzlem frezelemenin yapılması

2.2.3. Uygun Talaş Derinliği ve İlerleme Ayarı

Kesici takım iş parçası üzerine değinceye kadar konsol kaldırılır. Sıfırlama işlemi yapılır. Kesici takım ve iş parçası cinsine göre uygun talaş derinliği (1-3 mm) verilir. İlerleme hızı seçilerek konsol üzerinden ayarlanır. Talaş derinliği ve ilerleme hızı gibi değerler işlenecek parçaya ve freze çıkısına göre değişeceğinden ilgili kataloğlardan bakılabilir. Hata yapma riski göz önünde bulundurularak ilk talaş elle verilmelidir ve ölçme kontrol yapılmalıdır.



Resim 2.31: İnce talaş verilmiş düzlem yüzey frezeleme

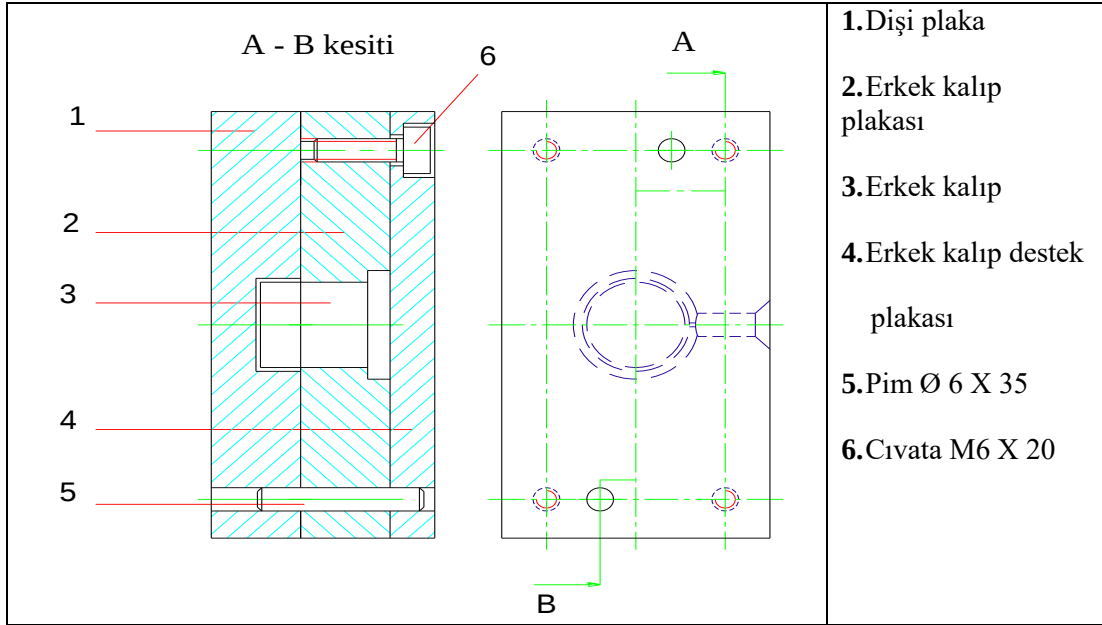
2.2.4. Referans Düzlem Yüzeylerin Freze Tezgâhları ile İşlenmesi

Kalıp elemanlarını işlemeye başlamadan önce iş planı yapılması gerekir. Örneğin hangi parçalardan başlanacağı, hangi tezgâhların kullanılacağı, hazır temin edilecek parçaların belirlenmesi, hangi parçaların birlikte işleneceği gibi.

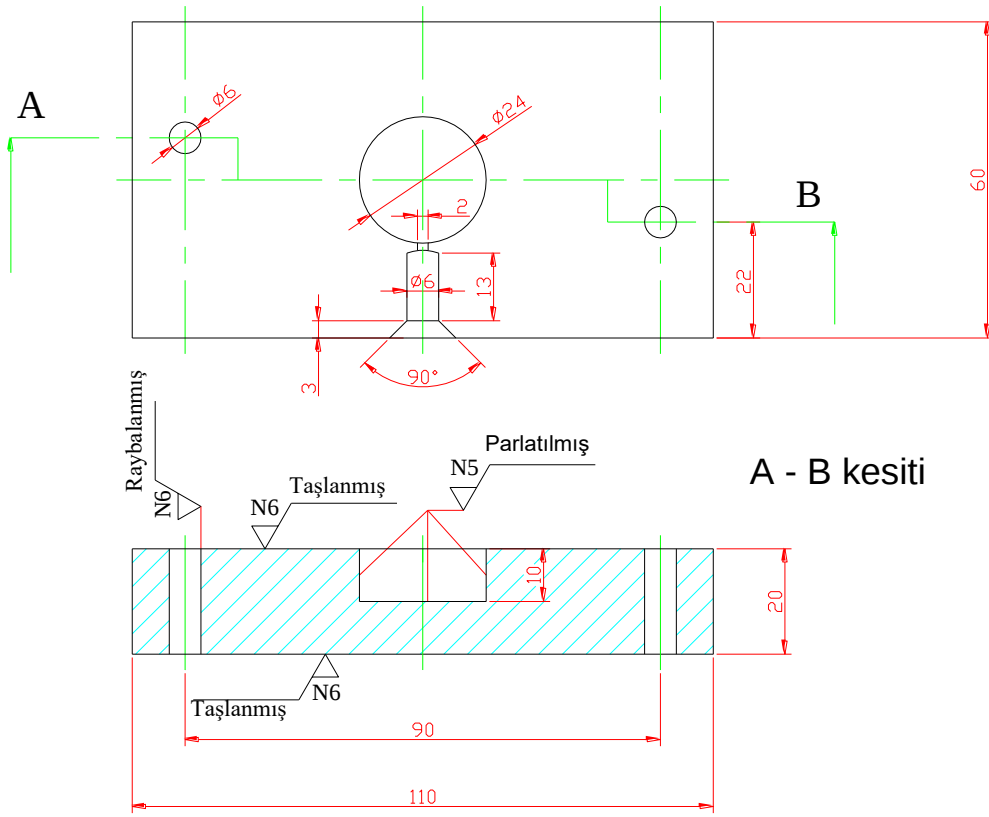
Plastik kalıp elemanlarının takım tezgâhlarında işlenmesi ve kalıbın oluşturulması kalıp imalatının önemli aşamalarından birisidir. Plastik kalıpları birçok parçanın birleşmesinden meydana gelmiştir. Bu kalıp elemanlarının birbiriyle uyum içerisinde çalışması gerekmektedir. Kalıp elemanlarının işlenmesinde oluşacak hataların ürüne daha büyük oranda yansıtacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle kalıp elemanları işlenirken bir işlem sırası takip edilmelidir. Bu işlem sırası şu şekilde sıralanabilir:

- Referans düzlem yüzeylerin takım tezgâhları ile işlenmesi
- El enjeksiyon kalıp elemanlarının markalanması
- Ana ölçülerin takım tezgâhları ile oluşturulması
- Kalıp elemanlarının öpüşme yüzeylerinin taşlanması
- Bağlantı ve merkezleme deliklerinin işlenmesi
- Kalıp boşluklarının işlenmesi

Şekil 2.2’de bir el enjeksiyon kalıbının komple resmi gösterilmiştir. Şekil 2.3-4-5-6-7’de el enjeksiyon kalıp elemanlarının detay resimleri gösterilmiştir. 6 numaralı kalıp elemanı olan M6 cıvata standart olduğundan hazır alınacaktır. Bu kalıp elemanlarının referans düzlem yüzeylerinin freze tezgâhı ile işlenmesi detaylı olarak anlatılmıştır.



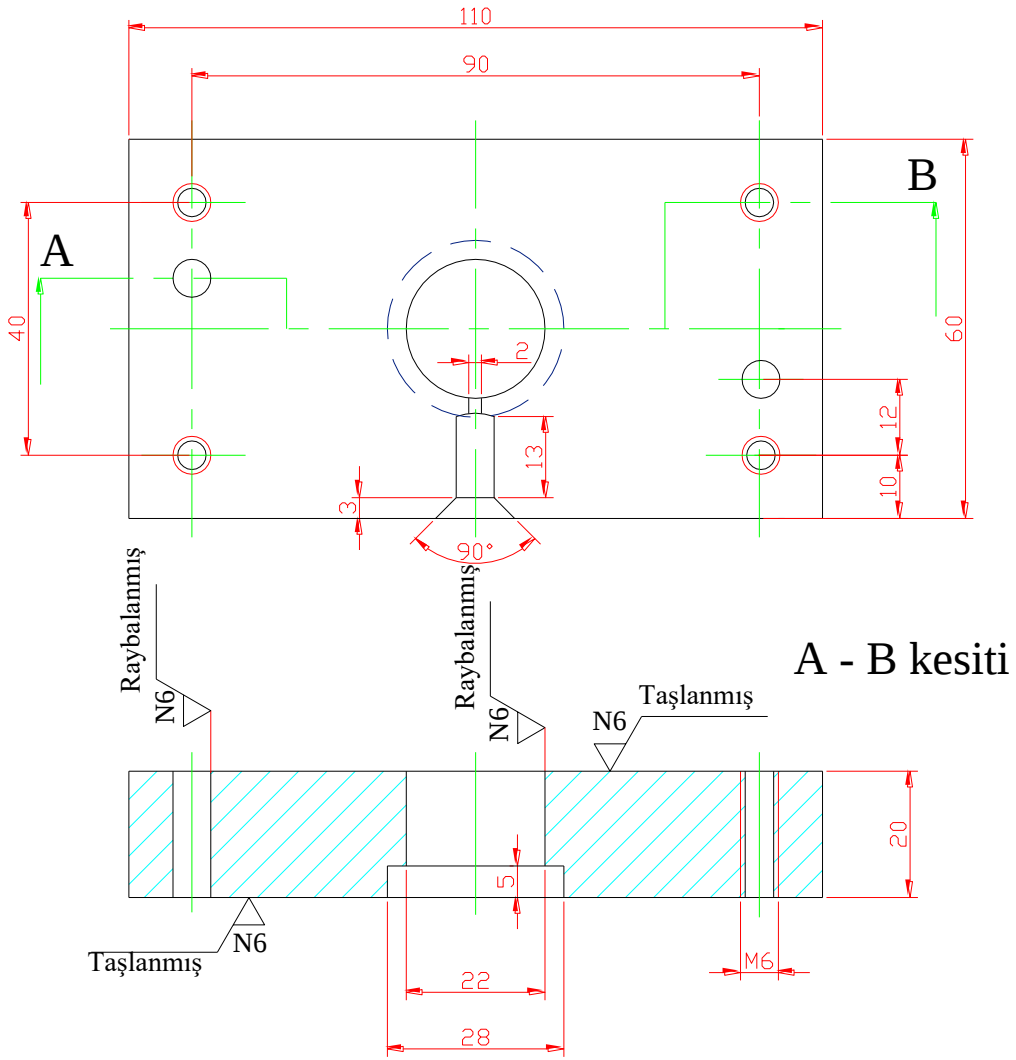
Frezelenmiş N8 (Raybalanmış N6, Taşlanmış N6, Parlatılmış N5)



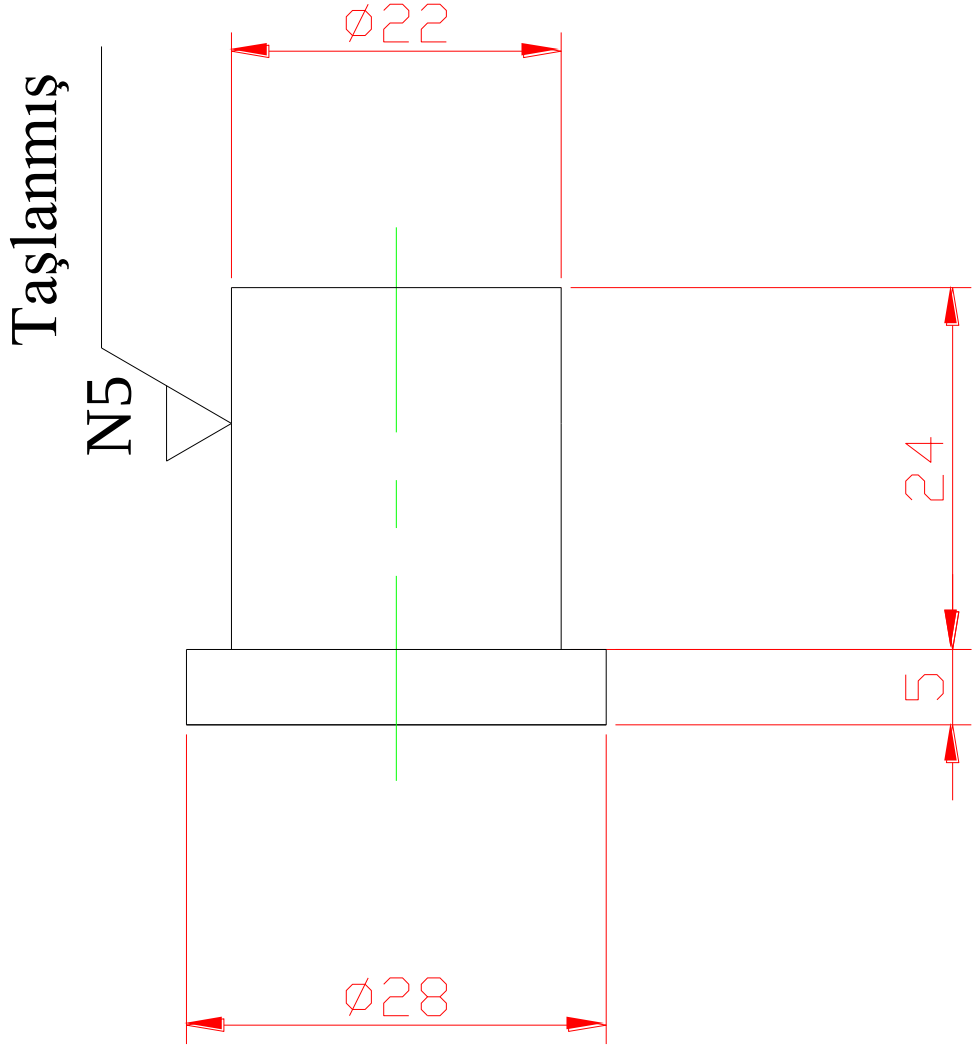
Şekil 2.3: Dişi plaka

Frezelenmiş (Raybalanmış , Taşlanmış)

N8 N6 N6



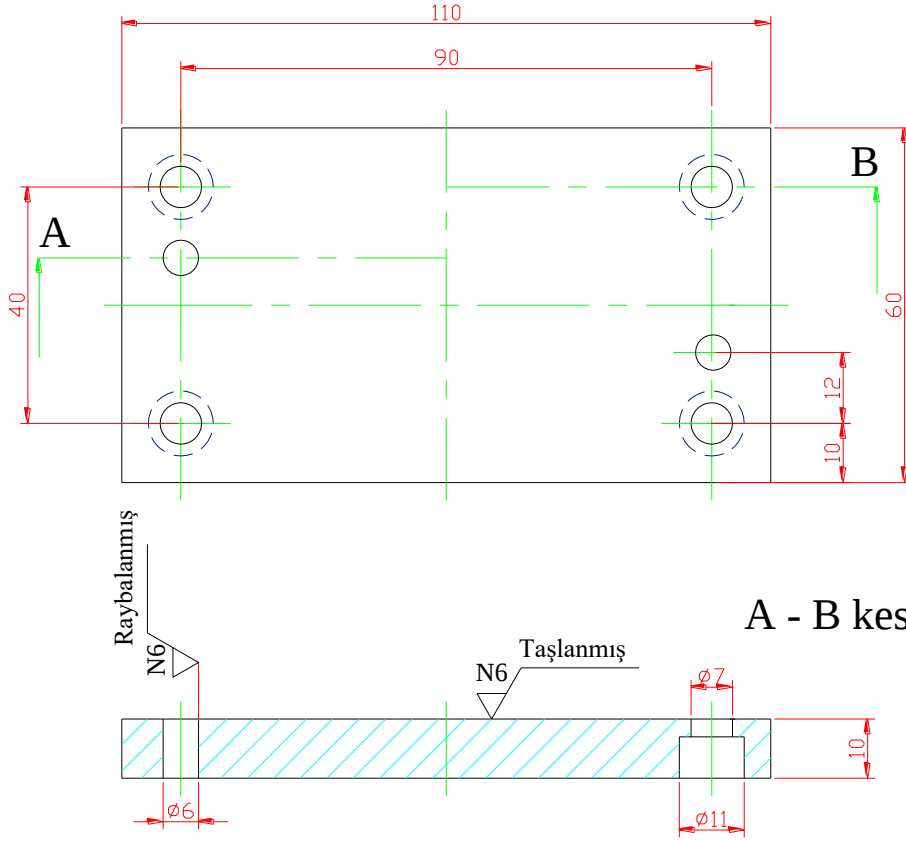
Şekil 2.4: Erkek kalıp plakası



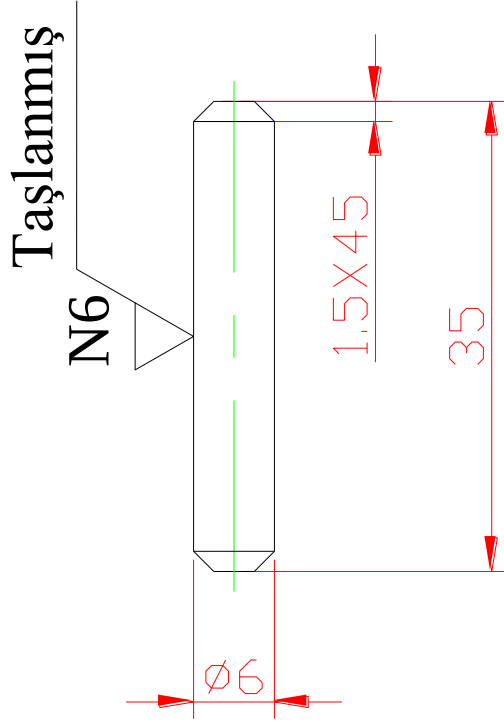
Şekil 2.5: Erkek kalıp (maça-zımba)

Frezelenmiş (Raybalanmış , Taşlanmış)

N8 (N6 , N6)



Şekil 2.6: Erkek kalıp destek plakası

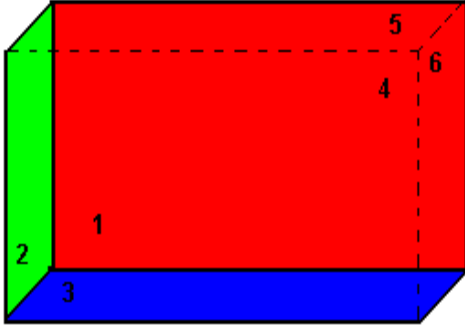


Şekil 2.7: Pim

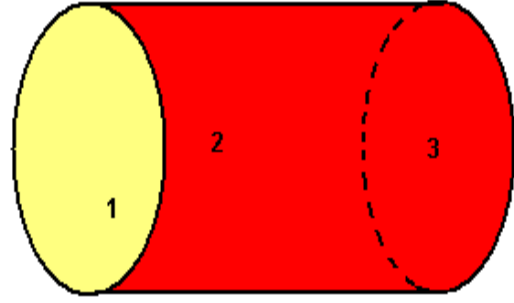
2.2.4.1. İş Parçasını İşlemek İçin Oluşturulacak Referans Yüzeylerini Belirleme

Referans yüzeyleri iş parçasının ilk olarak işlenecek yüzeyleridir. Diğer yüzeyler ve iş parçasının detayları bu kenarlara bağlı olarak markalanır ve işlenir. Bu nedenle referans yüzeylerinin doğru seçilmesi çok önemlidir. Referans yüzeyleri belirlenirken iş parçasının geometrik şekli ve kullanılacağı yer dikkate alınmalıdır. Referans yüzeyinde genellikle prizmatik iş parçalarında altı yüzeyden birbirine komşu üç yüzey, silindirik iş parçalarında en büyük çap ve en geniş alın yüzeyi seçilir.

Şekil 2.7'deki prizmatik iş parçasında 1,2 ve 3 numaralı yüzeyler referans yüzeyi olarak alınabilir. Şekil 2.8'deki silindirik iş parçasında 1 ve 2 numaralı yüzeyler referans yüzeyi olarak alınabilir.



Şekil 2.8: Prizmatik iş parçası



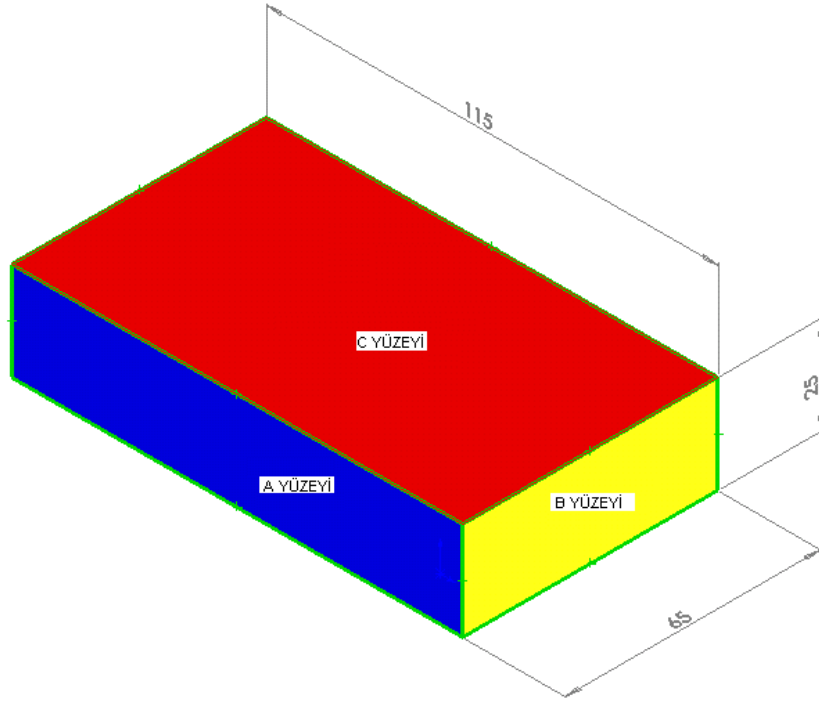
Şekil 2.9: Silindirik iş parçası

Kalıp elemanlarının hazır olarak temin edilecek olanları belirlenip temin edilirken işlenecek elemanların da referans yüzeyleri uygun takım tezgâhlarında işlenir. Genellikle silindirik iş parçalarının referans yüzeylerini işlemek için torna tezgâhı, prizmatik iş parçalarının referans yüzeylerini işlemek için de freze tezgâhı seçilir.

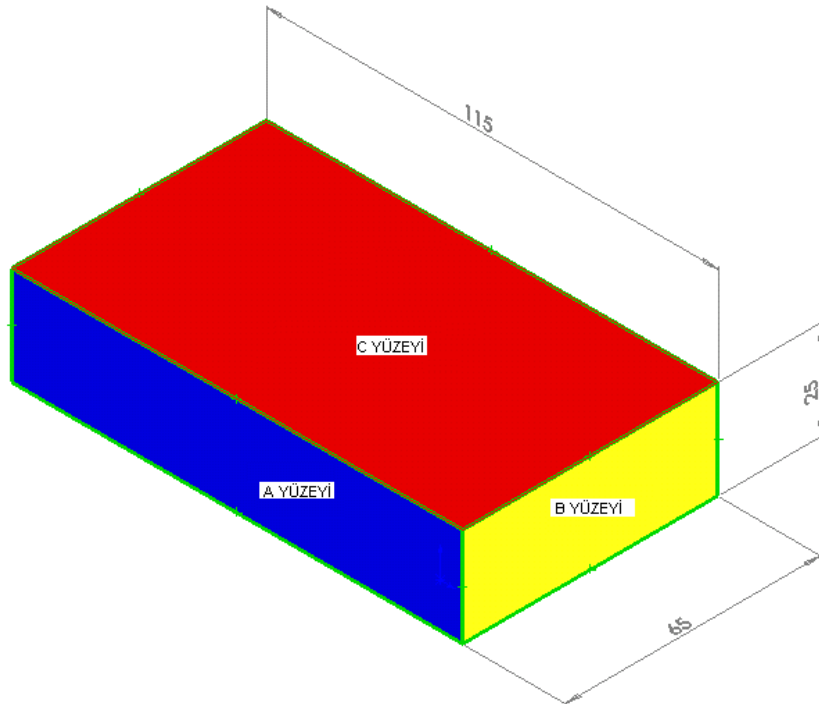
Şekil 2.2’de komple resmi verilen el enjeksiyon kalıbının detay resimleri Şekil 2.2-5’te verilmişti. Bundan sonraki aşamalarda detay resimleri verilen bu parçaları teknolojik kurallara ve işlem basamaklarına uygun olarak takım tezgâhlarında işleyerek el enjeksiyon kalıbını imal edeceğiz.

Şekil 2.3’te verilen dişi plakayı ve Şekil 2.4’teki erkek kalıp plakasını 110 x 60 x 20 ölçüsünde işleyebilmek için talaş paylarını da hesaba katarak 115 x 65 x 25 ölçülerinde iki adet ham malzeme gerekmektedir. Şekil 2.6’daki erkek kalıp destek plakasının 110 x 60 x 10 ölçüsünde işlenebilmesi için de 115 x 65 x 15 ölçülerinde bir ham malzeme gerekmektedir.

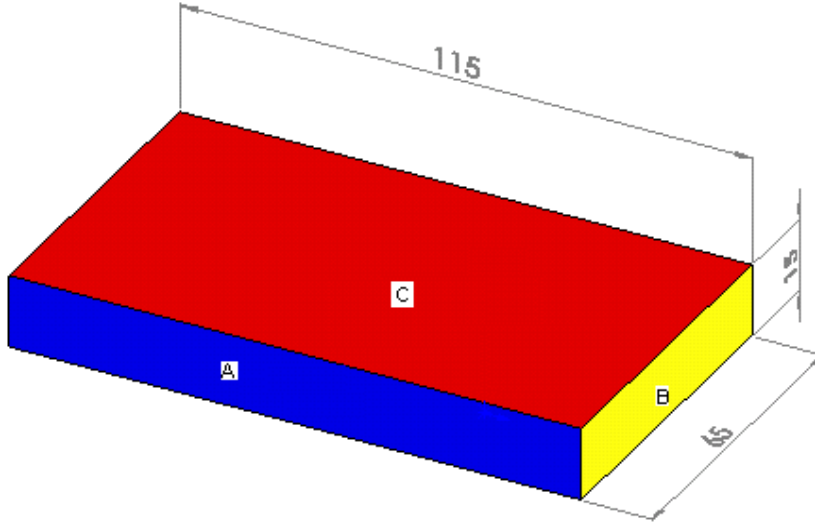
Şekil 2.10, Şekil 2.11 ve Şekil 2.12’deki iş parçalarının A, B ve C referans yüzeyleri freze tezgâhında birbirine 90° ve istenen yüzey kalitesinde olacak şekilde işlenmelidir. Bu referans yüzeyleri işlenirken ölçü dikkate alınmaz, en az talaş kaldırma işlemi ile referans yüzeylerinin 90° olması sağlanır. Ölçüye getirme işlemi, işlenen referans yüzeylerine göre markalama yapıldıktan sonra tam ölçüsünde işlenecektir. Burada yüzeylerin birbirine tam 90° olması son derece önemlidir. Gerekirse 90° dikliği sağlamak için komparatör kullanılmalıdır.



Şekil 2.10: Dişi plakanın ham malzeme ölçüleri



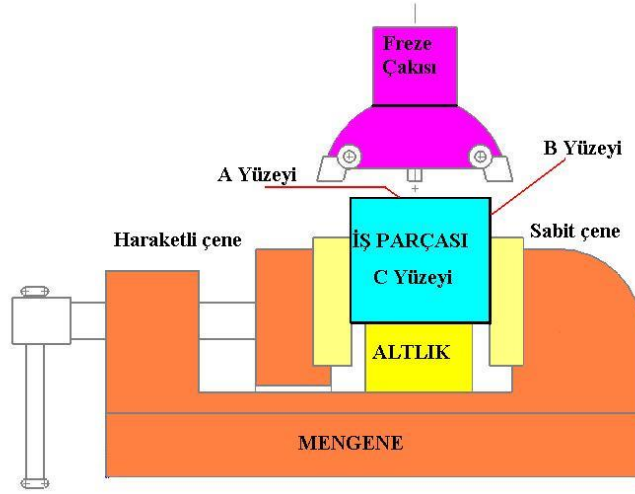
Şekil 2.11: Erkek kalıp plakasının ham malzeme ölçüleri



Şekil 2.12: Erkek kalıp destek plakası ham malzeme ölçüleri

Dişi, erkek kalıp ve erkek kalıp destek plakasının referans yüzeylerinin (A-B-C yüzeyleri) işlenmesindeki işlem sırası aşağıda açıklanmıştır:

- Mengeneyi, freze tezgâhının tablasına gönyesinde bağlayınız.
- Freze çakısını tezgâha bağlayınız.
- Parçayı A yüzeyi üstte, mengine yüzeyine paralel olacak şekilde bağlayınız.
- Tezgâhın devir sayısını ve ilerleme hızını ayarlayınız.
- Yüzeyi önce kaba, daha sonra ince talaş vererek frezeleyiniz.
- İş parçasını mengeneden sökünüz.
- İş parçasını B yüzeyi üstte olacak şekilde, gönye yardımıyla B yüzeyini A yüzeyine 90° dik olacak şekilde bağlayınız.
- Yüzeyi önce kaba, daha sonra ince talaş vererek frezeleyiniz.
- İş parçasını mengeneden sökünüz.
- B yüzeyinin A yüzeyine 90° dik olup olmadığını kontrol ediniz.
- İş parçasını C yüzeyi üstte olacak şekilde, gönye yardımıyla C yüzeyini A ve B yüzeyine 90° dik olacak şekilde bağlayınız.
- Yüzeyi önce kaba, daha sonra ince talaş vererek frezeleyiniz.
- İş parçasını mengeneden sökünüz.
- C yüzeyinin A ve B yüzeyine 90° dik olup olmadığını kontrol ediniz.
- A, B, C yüzeylerinin birbirleriyle 90° olup olmadığını kontrol ediniz.



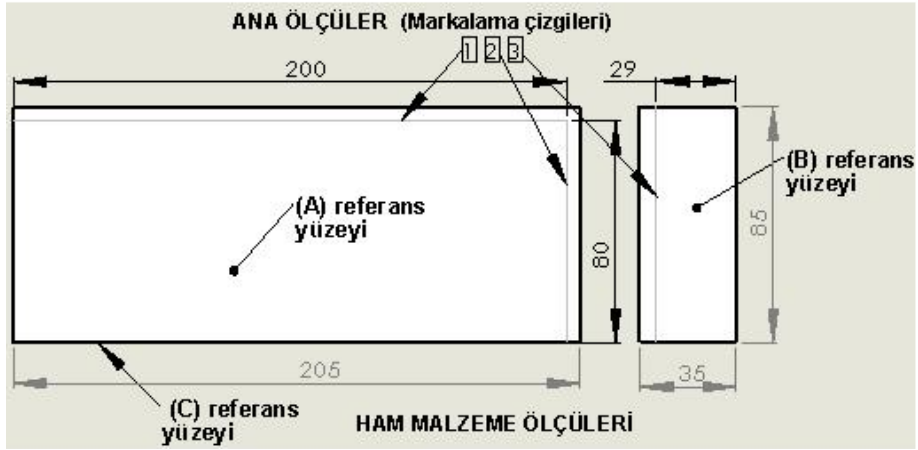
Şekil 2.13: İş parçasının mengeneye bağlanması

2.3. El Enjeksiyon Kalıp Elemanlarının Markalanması

Dişi plaka, erkek kalıp plakası ve erkek kalıp destek kalıp plakasının, A-B ve C referans yüzeyleri birbirlerine 90° olarak işlenmiştir. Teknik resmi verilmiş olan bu kalıp elemanlarının dış ana ölçüleri, referans yüzeylerinden faydalanılarak markalanmalıdır. Markalama işlemini yaparken Temel Talaşlı Üretim modülündeki markalama bilgilerinden yararlanabilirsiniz.



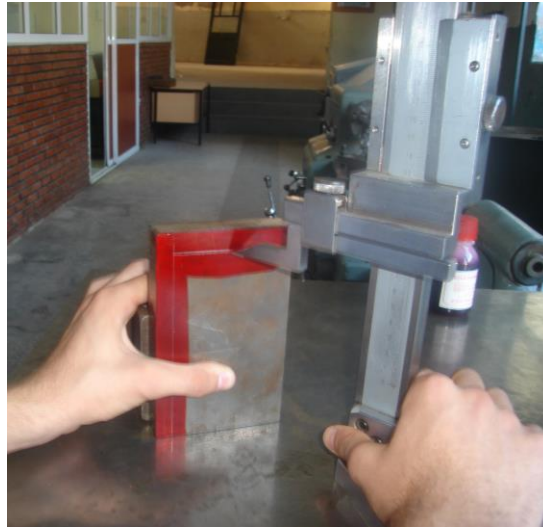
Resim 2.32: Markalama aletleri



Şekil 2.14: Markalama işlemi yapılmış iş parçası

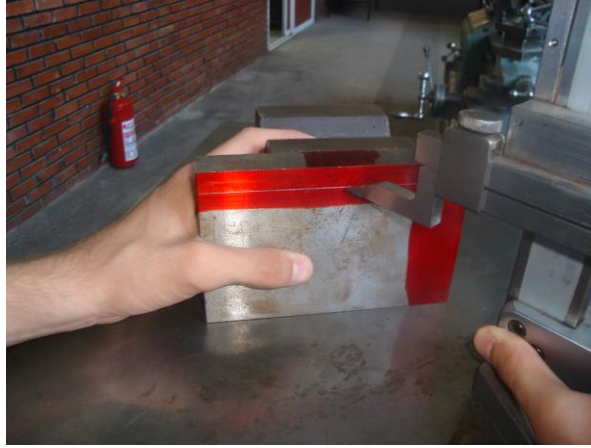
Dişi, erkek kalıp ve erkek kalıp destek plakasının referans yüzeylerine göre markalanmasındaki işlem sırası aşağıda açıklanmıştır:

- Parça A yüzeyi üzerinde pleyte yerleştirilir ve arkasına V yatağı dayanarak 60 mm ölçüsünde mihengir yardımıyla çizilir.



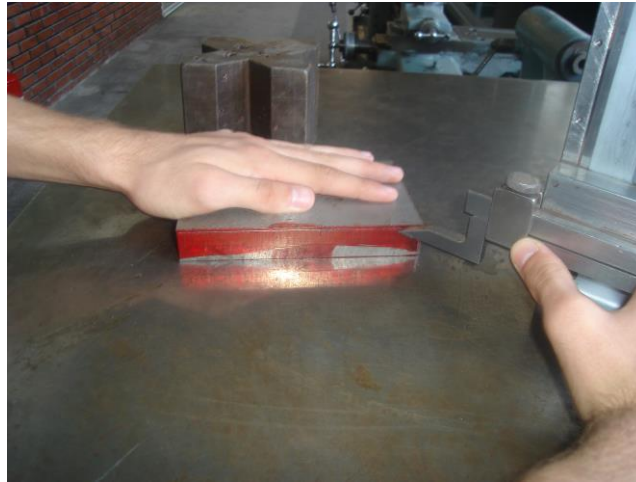
Resim 2.33: Markalama

- Parça B yüzeyi üzerinde pleyte yerleştirilir ve arkasına V yatağı dayanarak 110 mm ölçüsünde mihengir yardımıyla çizilir.



Resim 2.34: Markalama

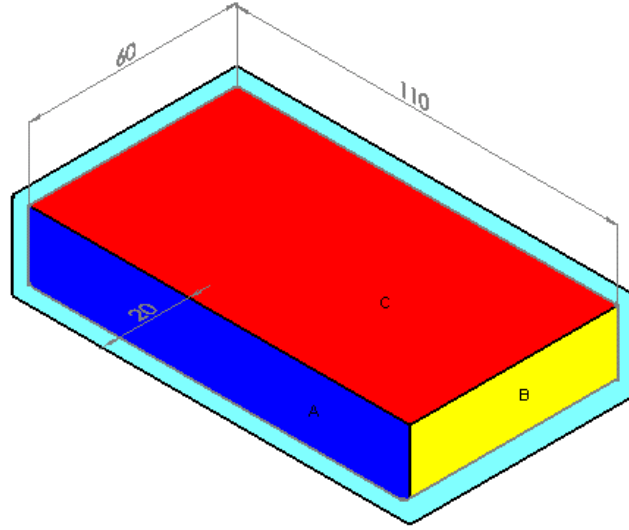
- Parça C yüzeyi üzerinde pleyte yerleştirilir ve arkasına V yatağı dayanarak 20 mm ölçüsünde mihengir yardımıyla çizilir.



Resim 2.35:Markalama

- Marka çizgileri ortalanacak şekilde noktalama işlemi yapılır.

Şekil 2.15’de markalama işleminden sonra talaş kaldırma işleminin yapılacağı yerler açık mavi renkte gösterilmiştir.

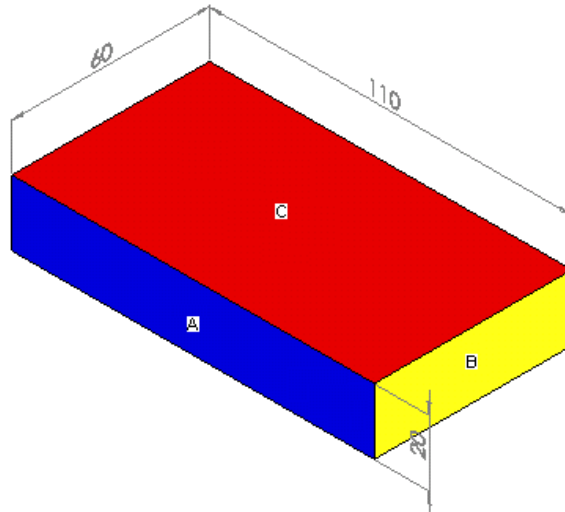


Şekil 2.15: Markalanmış plaka

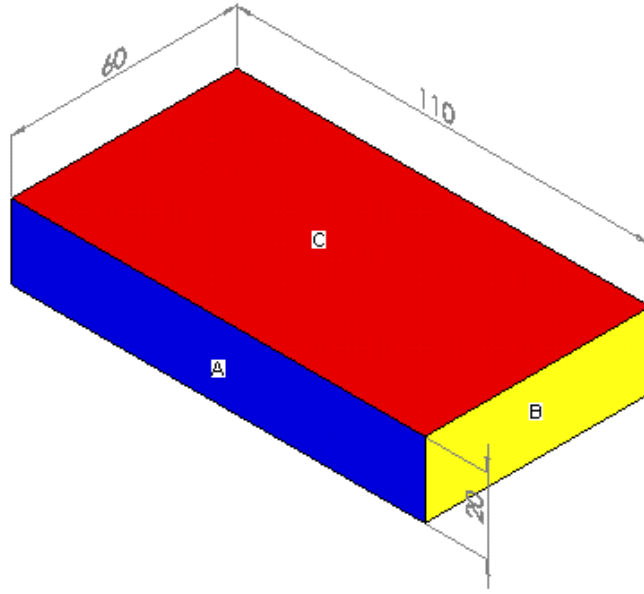
2.4. Ana Ölçülerin Freze Tezgâhları ile Oluşturulması

Dişi plaka, erkek kalıp plakası ve erkek kalıp destek plakasının geniş olan yüzeyleri taşlanacağı için bu yüzeyler istenilen ölçülerden % 15-20 daha büyük yapılarak taşlama payı bırakılır.

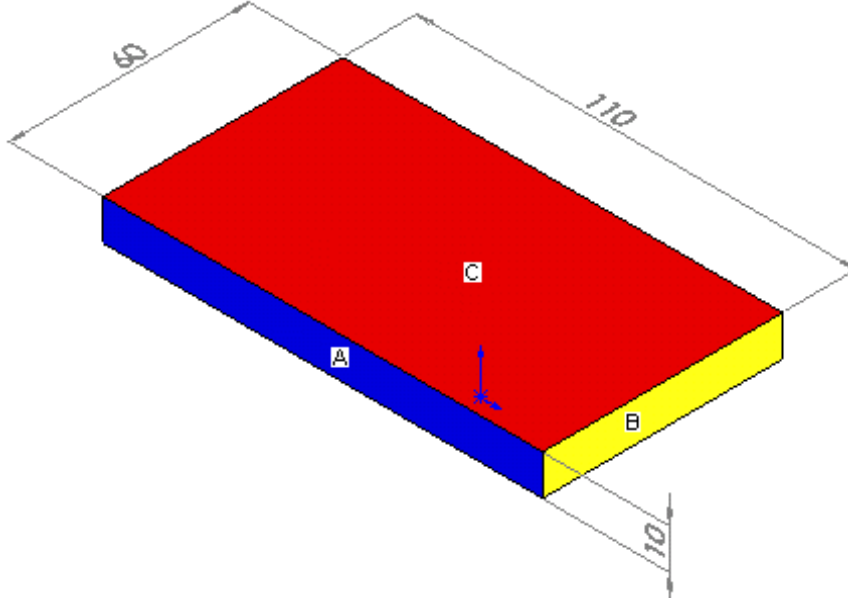
Şekil 2.16, 2.17 ve 2.18’de ana ölçüleri işlenmiş dişi, erkek kalıp ve erkek kalıp destek plakaları gösterilmiştir.



Şekil 2.16: Dişi kalıp ölçüleri



Şekil 2.17: Erkek kalıp plakası ölçüleri



Şekil 2.18: Erkek kalıp destek plakası ölçüleri

Dişi, erkek kalıp ve erkek kalıp destek plakasının referans yüzeylerine (A,B,C yüzeyleri) göre ana ölçülerin işlenmesindeki işlem sırası aşağıda açıklanmıştır:

- Mengeneyi, freze tezgâhının tablasına gönyesinde bağlayınız.
- Freze çakısını tezgâha bağlayınız.
- İş parçasını A yüzeyine oturtarak mengene tablasına bağlayınız.
- Tezgâhın devir sayısını ve ilerleme hızını ayarlayınız.
- Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.
- Frezelenen yüzeyin B referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
- İnce talaş veriniz, frezeleyerek 60 mm ölçüsüne getiriniz.
- İş parçasını mendenen sökünüz.
- İş parçasını B yüzeyine oturtarak 90° olacak şekilde mengene tablasına bağlayınız.
- Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.
- Frezelenen yüzeyin A referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
- İnce talaş veriniz, frezeleyerek 110 mm ölçüsüne getiriniz.
- İş parçasını mendenen sökünüz.
- İş parçasını C yüzeyine altlık kullanarak oturtunuz, A ve B yüzeyine 90° olacak şekilde mengene tablasına bağlayınız.
- Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.
- Frezelenen yüzeyin A ve B referans yüzeylerine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
- İnce talaş veriniz, frezeleyerek 20 mm ölçüsüne getiriniz.
- İş parçasını mendenen sökünüz.
- İş parçasının bütün yüzeylerinin birbirleriyle 90° olup olmadığını kontrol ediniz.
- Bütün kenarların ölçülerinde olup olmadığını kumpas ile kontrol ediniz.

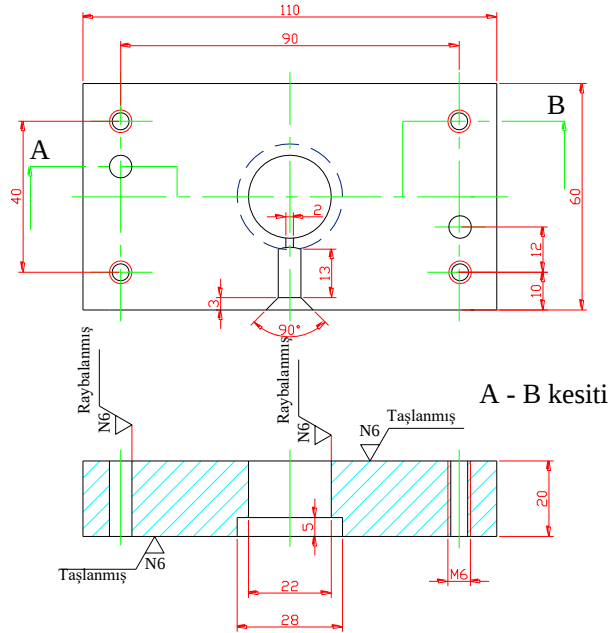
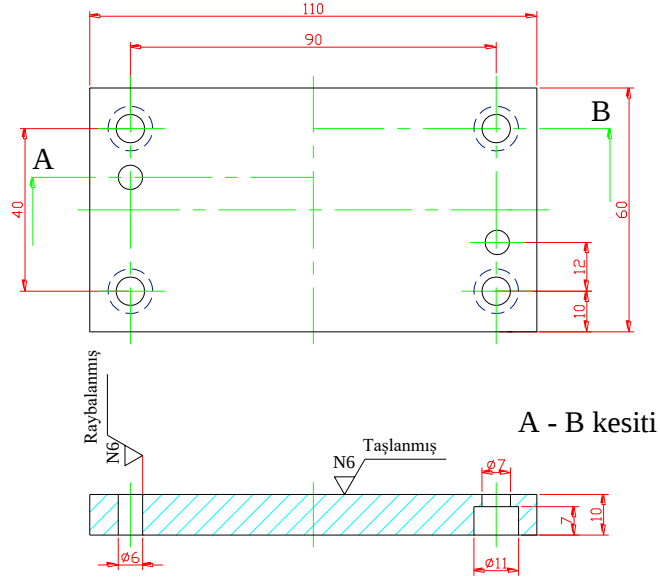
Şekil 2.17'deki erkek kalıbı Ø28 x Ø22 x 29 ölçüsünde işleyebilmek için Ø30 x 35 ölçülerinde bir ham malzeme gerekmektedir.

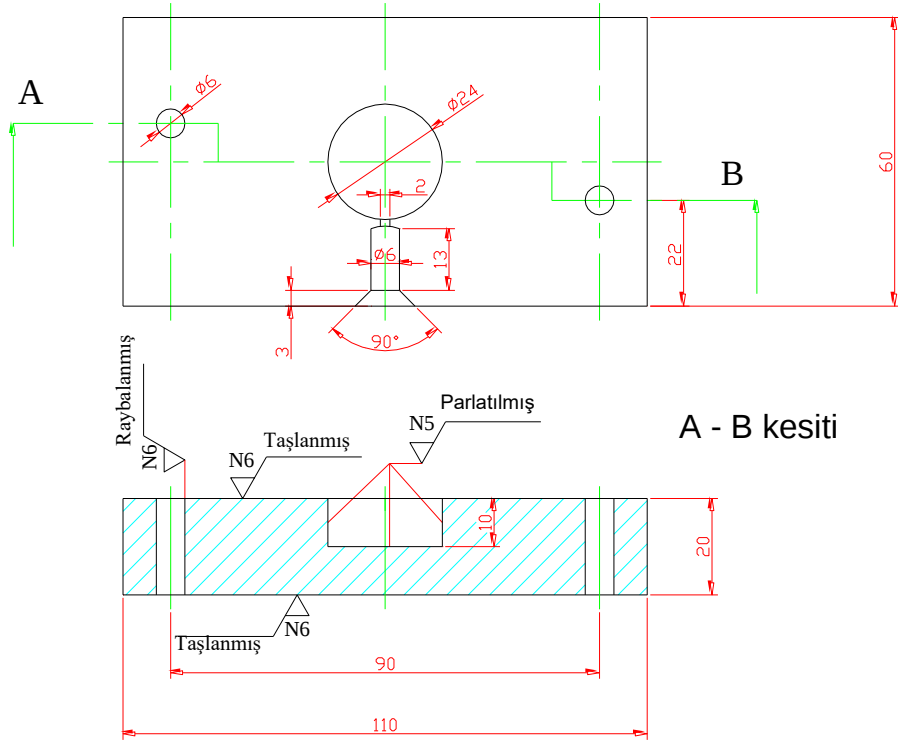
Şekil 2.17'deki iş parçasının A, C yüzeyleri torna tezgâhında birbirine paralel, B yüzeyine 90° dik ve istenen yüzey kalitesinde olacak şekilde işlenmelidir.

Burada A, C yüzeylerinin birbirine paralel, B yüzeyine 90° dik olması son derece önemlidir. Gerekirse 90° dikliği sağlamak için komparatör kullanılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda teknik resmi verilmiş olan referans yüzeylerini freze tezgâhı ile oluşturunuz.





İşlem Basamakları	Öneriler
➤ El enjeksiyon kalıp elemanlarının düzlem referans yüzeylerini ve diğer elemanları markalamaya hazır hâle getiriniz.	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Teknik resmi verilmiş olan plakaları markalamaya hazır hâle getirebilmek ve istenilen ölçülerde frezelemek için düzlem yüzey frezeleme bilgi konularından faydalanınız.
➤ El enjeksiyon kalıp elemanlarının merkezleme konumlarını yapım resmine göre markalayınız.	➤ Markalama yapmak için seçilen referans yüzeylerinin birbirine komşu yüzeyler olmasına dikkat ediniz. ➤ Markalamayı referans yüzeylerden yararlanarak yapınız. Aksi takdirde istenilen ölçü aralıklarını elde edemezsiniz. ➤ Markalama aletlerini işe uygun olarak seçiniz. ➤ Delik merkezlerini noktalarken merkezden kaçık olmamasına dikkat ediniz.
➤ Freze çıkısını tezgâha bağlayınız.	➤ Uygun freze çıkısını seçiniz.
➤ Mengeneyi freze tezgâhının tablasına gönyesinde bağlayınız.	➤ Mengeneyi uygun bağlama elemanları ile güvenli olarak bağlayınız.

➤ İş parçasını A yüzeyine oturtturarak mengene tablasına bağlayınız.	➤ İş parçasının düzgün bağlanıp bağlanmadığını komparatörle kontrol ediniz.
➤ Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.	➤ Devir ve ilerleme sayısını iş parçasının özelliklerine uygun olarak hesaplayınız.
➤ İnce talaş veriniz, frezeleyerek 60 mm ölçüsüne getiriniz.	
➤ İş parçasını mengeneden sökünüz.	➤ Frezelenen yüzeyin ölçülerini kumpasla, referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
➤ İş parçasını B yüzeyine oturtturarak 90° olacak şekilde mengene tablasına bağlayınız.	➤ İş parçasının düzgün bağlanıp bağlanmadığını komparatörle kontrol ediniz.
➤ Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.	➤ Devir ve ilerleme sayısını iş parçasının özelliklerine uygun olarak hesaplayınız.
➤ İnce talaş veriniz, frezeleyerek 110 mm ölçüsüne getiriniz.	
➤ İş parçasını mengeneden sökünüz.	➤ Frezelenen yüzeyin ölçülerini kumpasla ve referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
➤ İş parçasını C yüzeyine altlık kullanarak oturtunuz, A ve B yüzeyine 90° olacak şekilde mengene tablasına bağlayınız.	➤ İş parçasının düzgün bağlanıp bağlanmadığını komparatörle kontrol ediniz.
➤ Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.	➤ Devir ve ilerleme sayısını iş parçasının özelliklerine uygun olarak hesaplayınız.
➤ İnce talaş veriniz, frezeleyerek 20 mm ölçüsüne getiriniz.	
➤ İş parçasını mengeneden sökünüz.	➤ Frezelenen yüzeyin ölçülerini kumpasla ve referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.

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. Çalışma ortamını hazırladınız mı?		
2. El enjeksiyon kalıp elemanlarının düzlem referans yüzeylerini ve diğer elemanları markalamaya hazır hâle getirdiniz mi?		
3. El enjeksiyon kalıp elemanlarının merkezleme konumlarını yapım resmine göre markaladınız mı?		
4. Markalamaya uygun delikleri deldiniz mi?		
5. Markalamaya uygun frezeleme yaptınız mı?		
6. Bağlantı deliklerine uygun kılavuzları çektiniz mi?		
7. İşlenen yüzeylerin ölçme ve kontrolünü yaptınız mı?		
8. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
9. Süreyi iyi kullandınız mı? (30 saat)		

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. Kendi eksenini etrafında dönen freze çakısının altından iş parçasının ileri geri hareketi sayesinde yapılan talaş kaldırma işlemine ne ad verilir?
A) El enjeksiyon kalıbı
B) Yapım resmi çizimi
C) Frezeleme
D) Freze tezgâhı
2. “Freze çevresindeki kesici dişler talaş kaldırır ve meydana gelen yüzey, çakının dönme yüzeyine paraleldir.”
Aşağıdakilerden hangisi bu tanıma uyan frezeleme yöntemidir?
A) Çevresel frezeleme
B) Alın frezeleme
C) Eğik frezeleme
D) Konik frezeleme
3. “Freze çakılarının takıldığı malafa mili yataya paraleldir. Bunlar tek tek işlenen parçaların yapımında olduğu kadar seri imalat için de elverişli tezgâhlardır.”
Aşağıdakilerden hangisi bu tanıma uyan freze tezgâhı çeşididir?
A) Yatay freze tezgâhı
B) Düşey freze tezgâhı
C) Üniversal freze tezgâhı
D) Kopya freze tezgâhı
4. Aşağıdakilerden hangisi freze tezgâhının kısımlarından birisi değildir?
A) Konsol
B) Kalıp
C) Araba
D) Tabla
5. Üzerinde arabayı ve tablayı taşıyan destekli, dik doğrultuda aşağı ve yukarı hareket eden freze tezgâhının kısmına ne ad verilir?
A) Araba
B) Tabla
C) Konsol
D) Gövde

6. Konsolun üzerine yerleştirilmiş, sağa sola hareket eden, iş parçasının üzerine bağlandığı freze tezgâhının kısmına ne ad verilir?
- A) Araba
 - B) Tabla
 - C) Konsol
 - D) Gövde
7. Freze tezgâhında üzerine freze çakılarının bağlandığı bir mile ne ad verilir?
- A) Divizör
 - B) Döner tabla
 - C) Gövde
 - D) Malafa
8. “Hem çevrelerinde hem de alın yüzeylerinde iki veya daha fazla kesici ağızları vardır. Silindirik veya konik saplı olarak imal edilir. İnce ve küçük parçaların kenarlarını dik işlemek, kama kanallarını açmak gibi işlemlerde kullanılır.”
- Aşağıdakilerden hangisi bu tanıma uyan freze çakısı çeşididir?**
- A) Açık frezeleri
 - B) Alın freze çakıları
 - C) Kanal freze çakıları
 - D) Parmak freze çakıları
9. Hem çevresinde hem de alın yüzeyinde kesici dişler bulunur. Silindirik veya konik saplı olarak imal edilir. Düz ve helis kanallı olarak yapılır.”
- Aşağıdakilerden hangisi bu tanıma uyan freze çakısı çeşididir?**
- A) Açık frezeleri
 - B) “T” freze çakıları
 - C) Kanal freze çakıları
 - D) Parmak freze çakıları
10. Aşağıdakilerden hangisinde iş parçasının freze tezgâhına cıvata ve pabuçlarla bağlama kurallarından biri yanlış ifade edilmiştir?
- A) Pabuçlar uygun şekilde yerleştirilmeli ve altına konacak takozun yüksekliği tam olmalıdır.
 - B) Takoz, yüksek veya alçak olursa pabuç tam sıkma yapmaz.
 - C) Cıvata iş parçasına uzak olmalıdır.
 - D) Pabuç, iş parçası ve takozun üzerine geniş yüzeyle oturmalıdır.

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

Bir el enjeksiyon kalıbının yapım resimlerini çizerek freze tezgâhı ile işlenebilir yüzeylerini işleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çizim alanını hazırlayınız.	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çizilecek projedeki maksimum yükseklik ve maksimum genişlik ölçülerini tespit ediniz. ➤ Tespit edilen değerlere göre çalışma sayfası limit ayarlarını yapınız.
➤ Montaj resmini çiziniz.	➤ Çizime eksen çizgilerinden başlayınız. ➤ Çizime başlarken en büyük ölçü değerlerine sahip parçanın çiziminden başlamanız çiziminizin daha kolay olmasını sağlar. ➤ CAD program komutlarını kullanarak montaj resmini bilgisayar ortamında çiziniz.
➤ Detay resimlerini çiziniz.	➤ Çizime eksen çizgilerinden başlayınız. ➤ Bilgisayar Destekli Çizim modülünden faydalananarak tolerans ve yüzey işleme işaretlerini oluşturunuz.
➤ Antet oluşturunuz.	➤ Bilgisayar Destekli Çizim modülünden antet çizimi konusunu inceleyiniz. ➤ Antedi oluşturulacak çizimin montaj ya da detay resmi oluşuna dikkat ediniz. ➤ Antet içi özelliklerin çizilen resme göre doğru değerlerde (gereç, ölçek, montaj sırası vb.) olmasına dikkat ediniz.
➤ Çıktı alınız.	➤ Çıktı oranlarına dikkat ediniz. ➤ Çalışılan çizim dosyasındaki çizgi kalınlıklarını PRINT komutundaki kalem ayarları bölümünden ayarlayınız.
➤ El enjeksiyon kalıp elemanlarının yüzeylerini ve diğer elemanları markalamaya hazır hâle getiriniz.	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Teknik resmi verilmiş olan plakaları markalamaya hazır hâle getirebilmek ve istenilen ölçülerde frezelemek için düzlem yüzey frezeleme bilgi konularından faydalanınız.

➤ El enjeksiyon kalıp elemanlarını yapım resmine göre markalayınız.	➤ Markalama yapmak için seçilen referans yüzeylerinin birbirine komşu yüzeyler olmasına dikkat ediniz. ➤ Markalamayı referans yüzeylerden yararlanarak yapınız. Aksi takdirde istenilen ölçü aralıklarını elde edemezsiniz. ➤ Markalama aletlerini işe uygun olarak seçiniz. ➤ Delik merkezlerini noktalarken merkezden kaçık olmamasına dikkat ediniz.
➤ Freze çıkısını tezgâha bağlayınız.	➤ Uygun freze çıkısını seçiniz.
➤ Mengeneyi freze tezgâhının tablasına gönyesinde bağlayınız.	➤ Mengeneye uygun bağlama elemanları ile güvenli olarak bağlayınız.
➤ İş parçasını mengine tablasına bağlayınız.	➤ İş parçasının düzgün bağlanıp bağlanmadığını komparatörle kontrol ediniz.
➤ Yüzeyi önce kaba olarak frezeleyiniz.	➤ Devir ve ilerleme sayısını iş parçasının özelliklerine uygun olarak hesaplayınız.
➤ İnce talaş veriniz, frezeleyerek ölçüsüne getiriniz.	
➤ İş parçasını mengeneden sökünüz.	➤ Frezelenen yüzeyin ölçülerini kumpasla ve referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
➤ İş parçasını mengeneden sökünüz.	➤ Frezelenen yüzeyin ölçülerini kumpasla ve referans yüzeyine 90° olup olmadığını gönye ile kontrol ediniz.
➤ İş parçasının pim ve cıvata deliklerini deliniz.	➤ Temel Talaşlı Üretim 2-3-4-5 modüllerinde açıklanan delme konularını inceleyiniz.
➤ İş parçası rayba ve kılavuzlarını çekiniz.	➤ Temel Talaşlı Üretim 2-3-4-5 modüllerinde açıklanan kılavuz çekme konularını inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Çizim alanını hazırladınız mı?		
3. Montaj resmini çizdiniz mi?		
4. Detay resimlerini çizdiniz mi?		
5. Antet oluşturdunuz mu?		
6. Çıktı aldınız mı?		
7. El enjeksiyon kalıp elemanlarının düzlem referans yüzeylerini ve diğer elemanları markalamaya hazır hâle getirdiniz mi?		
8. El enjeksiyon kalıp elemanlarının merkezleme konumlarını yapım resmine göre markaladınız mı?		
9. Markalamaya uygun frezeleme yaptınız mı?		
10. Bağlantı deliklerine uygun kılavuzları ve raybaları çektiniz mi?		
11. İşlenen yüzeylerin ölçme ve kontrolünü yaptınız mı?		
12. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
13. Süreyi iyi kullandınız 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	C
2	A
3	D
4	A
5	D
6	C
7	B
8	B
9	D
10	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- KARTAL Faruk, **Meslek Teknolojisi 1**, Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa, 2001.
- ÖZKARA Hamdi, **Tesviyecilik Bölümü IX. Sınıf Atölye Dersi İş ve İşlem Yaprakları**, MEB Yayınları, Ankara, 2002.
- ŞAHİN Naci, **Meslek Teknolojisi 1–2–3**, Ankara, 2002.
- TURAÇLI Hasan, **Enjeksiyon Kalıpları İmalatı**, PAGEV Yayınları, İstanbul, 2000.
- KULAKSIZ Özcan, Ömer ÇAKIR, Oğuz ULUSOY, **Metal Meslek Bilgisi**, MEB, Ajans Türk Matbaacılık AŞ, Ankara, 1995.
- ATAV Fethi, **Makinede Çalışma Taşlama Bölümü 1(ABB)**, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1970.
- KARABAY Macit, **Tesviyecilik Teknolojisi**, Ajans Türk Matbaacılık Sanayi, Ankara, 1970.
- ÖZCAN Şefik, Halit BULUT, **Atölye ve Teknolojisi 3**, Gül Yayınevi, Ankara, 2001.
- ÖZKARA Hamdi, **Tesviyecilik Meslek Teknolojisi**, Ankara, 1998.
- ŞAHİN Sami, **Taşlamacılık Teknolojisi**, Güryılmaz Matbaası, Ankara, 1978.
- YELBEY İbrahim, Barış YELBEY, **Kalıp Konstrüksiyonu ve Kalıp Yapımı**, Irmak Ofset, Bursa, 2003.
- ŞEN İ. Zeki, Nail ÖZÇİLİNGİR, **Makine Meslek Resmi-I**, Ege Reklâm Basım Sanatları Ltd.Ş İstanbul, 2000.