

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



MEGEP

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

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

METAL MODELLEME

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	iii
GİRİŞ	1
1. BLOK MALZEMELERDEN METAL MODELLEME YAPMAK.....	3
1.1. Gereç.....	3
1.1.1. Dökme Demirler	4
1.1.2. Alüminyum Alaşımları	4
1.1.3. Çelik ve Çelik Alaşımları	4
1.2. Standart Makine Elemanları.....	4
1.2.1. Pimler.....	4
1.2.2. Cıvatalar ve Somunlar	5
1.2.3. Saplamalar	5
1.3. CAM (Takım Yolları Oluşturma)	6
1.4.1. CNC Tezgâhında İş Yüklenmesi ve İş Bağlama	13
1.4.2. Programlama.....	14
1.4.3. Programların Yapısı.....	14
1.4.4. Blok'un Yapısı	15
1.4.5. Ana Program - Alt Program.....	15
1.4.6. Koordinat Sistemi	16
1.4.7. CNC Tornalarda Koordinat Sistemleri	16
1.5. Gerece Uygun Kesici Seçme.....	17
1.5.1. Takım Malzemeleri.....	17
1.5.2. Takım Kontrolü	18
1.6. Soğutma Sıvıları ve Kullanımı.....	18
1.6.1. Soğutma Sıvıları	18
1.6.2. Soğutma Sıvıları Kullanımı	20
1.7. CNC Tezgâhların Bakımı ve Yağlanması.....	20
1.7.1. CNC Tezgâhların Bakımı	20
1.7.2. CNC Tezgâhlarının Yağlanması.....	22
UYGULAMA FAALİYETİ	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	25
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	27
2. ANA MODELLEME YÖNTEMİ İLE METAL MODELLEME YAPMAK.....	27
2.1. Malzeme	29
2.2. Malzemenin İşlenmesi	29
2.3. Ölçme, Markalama ve Kontrol Aletleri	29
2.3.1. Çelik Cetveller.....	30
2.3.2. Kumpaslar.....	30
2.3.3. Kumpasların Okunması	32
2.3.4. Mikrometreler	34
2.3.5. Komparatörler.....	35
2.3.6. Masterlar	36
2.3.7. Gönyeler	36
2.3.8. Pergeller.....	37
2.3.9. Mihengirler	38
2.4. Standart Makine Elemanları.....	38

2.5. İşleme, Çekme, Eğim ve Koniklik	38
2.5.1 İşleme Payı	38
2.5.2. Çekme Payı.....	38
2.5.3. Eğim ve Koniklik.....	39
2.6. Genel Kalıplama	39
2.7. Maliyet Hesapları.....	40
2.7.1. Gereç.....	41
2.7.2. İşçilik	41
2.7.3. Genel ve Özel Giderler	41
UYGULAMA FAALİYETİ	43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	44
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	45
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	47
3. MONTAJ METAL MODELLEME YAPMAK.....	47
3.1. Malzeme.....	47
3.2. Ölçme, Markalama ve Kontrol Aletleri	47
3.3. Standart Makine Elemanları.....	47
3.4. Standart Birleştirme Elemanları.....	47
3.5. Talaşlı Üretim Tezgâhlarında Çalışma.....	47
UYGULAMA FAALİYETİ	52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	53
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	54
MODÜL DEĞERLENDİRME	56
CEVAP ANAHTARLARI.....	57
KAYNAKÇA	58

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI016
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme
MODÜLÜN ADI	Metal Modelleme
MODÜLÜN TANIMI	Blok malzemelerden, ana modelleme yöntemi ve montaj modelleme yöntemleri ile metal modelleme ile ilgili bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	10.Sınıf alan ortak modülleri ile Üç Boyutlu Katı ve Yüzey Modelleme modüllerini almış olmak.
YETERLİK	Metal modelleme yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile modelleme teknolojisine uygun olarak CAD-CAM laboratuvarlarını ve metal modelleme atölyelerini kullanarak blok malzemedan, ana model yöntemi ve montaj metal modelleme yöntemleri modellemesini yapabileceksiniz. Amaçlar ➤ Blok malzemeler kullanarak metal modelleme yapabileceksiniz. ➤ Ana modelleme yöntemi ile metal modelleme yapabileceksiniz. ➤ Metal malzeme kullanarak montaj metal modelleme yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Talaşlı üretim tezgâhları, (Torna, Freze, matkap, CNC dik işleme merkezi, CNC torna ve CAD-CAM programı) ölçme kontrol ve markalama aletleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme soruları ile 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,

Bilgisayar destekli endüstriyel modellemenin seri üretim modelleme modülü olan Metal Modelleme, seri olarak dökülecek modellemelerde, seri kalıplamadan dolayı ölçülerde değişikliğe sebebiyet vermemek için modellemeler metal alaşımdan dökülür.

Günümüzde endüstrinin gelişmesi ile CNC tezgâhlarının yaygın biçimde kullanılması ile metal modellemelerinin üretimi daha kolay gerçekleştirilmektir.

Metal modelleme yapımında metal malzemesi olarak dökme demir, alüminyum ve alüminyum alaşımları, çelik ve çelik alaşımları kullanılır. Bu malzemelerin seçiminde dayanım, yüzey hassasiyeti, ve döküm sayısı gibi özellikler dikkate alınarak modelleme malzemesi olarak tercih edilir.

Bu modül ile gerekli ortam, araç ve gereçler sağlandığında modellemeyi istenen sayıda çoğaltabileceksiniz. Bu modülde başarılı olduğunuz takdirde, sahip olacağınız bilgi ve beceri ile başarılı ve verimli çalışma imkanı bulabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Blok malzemeler kullanarak metal modelleme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Metal modelleme yapımında kullanılan gereçleri internetten, kütüphaneden, üniversitelerden ve firmalardan yararlanarak araştırma yapınız.
- Metal modelleme yapımında kullanılan standart makine elemanlarını firmalara giderek araştırma yapınız.
- Bilgisayar kontrollü tezgâhların kullanımı, takım yolları oluşturma ve bakımı ile ilgili bilgileri, internette, üniversitelere ve firmalara giderek araştırınız.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor haline getiriniz ve hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

1. BLOK MALZEMELERDEN METAL MODELLEME YAPMAK

1.1. Gereç

Metal modelleme yapımında kullanılan başlıca metal gereçleri; dökme demir, alüminyum ve alüminyum alaşımları, çelik ve çelik alaşımlarıdır. Saf metaller metal modelleme yapımında pek az kullanılır.

Metal modelleme yapımında, modellemeye uygun olan hazır blok malzeme seçilebileceği gibi modellemenin ölçülerine uygun olarak dökülecek bir metal malzemeden de modellemeyi yapabilecek, blok malzeme temin edilebilir.

1.1.1. Dökme Demirler

Dökme demirin en büyük özelliği, basılmaya ve eğilmeye karşı dayanıklı oluşudur. Yalnız, alaşımlı dökme demirden yapılması gerekir. DDL 22 ve DDL 26 normlarında dökülen dökme demir blok modelleme malzemesi olarak kullanılır.

Dökme demir modelleme gereci olarak büyük avantajlara sahiptir. Çünkü döküme elverişlidir. Aynı zamanda birim fiyatı diğer gereçlere göre daha ucuzdur. Bu özelliklerine karşın gevrek ve onarımı zordur. Bilhassa kaynakla doldurma ve eklenme yapılamaz. Çünkü ısı ile biçim değişikliğine uğrar. Paslanmaya karşı önlem alınmalıdır.. Bu nedenle ölçüsü büyük işlerin yapılması uygun değildir. Basınç ve aşınmaya karşı olan dayanımından dolayı maça sandıklarının yapımına elverişlidir. Dezavantajı ise ağır olmasıdır.

1.1.2. Alüminyum Alaşımları

Bu alaşımların polisaj özelliği vardır. Sertlikleri yüksektir ve döküm maliyetleri düşüktür. Bu alaşımlardan sertliği, yüzey parlaklığı ve işlenme özelliği iyi olanlardan metal modelleme yapılır. Alüminyum alaşımları şunlardır:

Alaşım adı	Gösterimi	Bileşimi	Ergime derecesi
Dökme alüminyum	G AlSi	%10Si%5Mn%85 Al	700 C
Dökme alüminyum	G AlCuSi	%11Si%1Cu%88 Al	730 C
Dökme alüminyum	G AlMg	%3Mg%97Al	750 C

1.1.3. Çelik ve Çelik Alaşımları

Dayanım yönünden çeliklerden yapılacak metal modellemeler çok sayıda kalıplanacak işler için tercih edilir. Basınç ve aşınmaya karşı en dayanıklı gereç olduğu için ömürleri çok uzundur. Ancak işlenmesi zor ve maliyeti yüksektir.

Metal modelleme yönünden çelikler en fazla modelleme plakaları ve kalıplamada çok aşınan yerlerin yapımında kullanılır. Modelleme yapımında biçimsel durumu karışık olan parçaların metal modellemeleri çelik döküm ile yapılır. İşleme güçlüğü nedeni ile çok sayıda kalıplanacak modellemelerin yapımında tercihen kullanılır.

1.2. Standart Makine Elemanları

1.2.1. Pimler

Birbirlerine takılan makine parçalarının, karşılıklı konumlarının sağlanmasında kullanılan sökülebilir birleştirme elemanlarıdır. Mala yüzeyinden parçalı olarak yapılan metal modellemelerde, modelleme parçalarının merkezlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Metal modelleme pimleri TS 3189 / 1 ve St 37'ye göre yapılmakta ve piyasada da buna göre satılmaktadır. Modelleme pimlerinin dışında çeliklerden (St 37) pimleri yapılabilir. Ya da piyasadan hazır olarak temin edilebilir

Pimler kullanım amaçlarına göre çeşitli ebat ve şekillerde yapılmıştır. Ancak modelleme birleştirmelerinde genellikle silindirik pimler kullanılır. Bu pimler yerlerine alıştırılarak takılır. Takma esnasında modellemeye zarar vermeden dikkatli bir şekilde takılması gerekir.

1.2.2. Cıvatalar ve Somunlar

Cıvatalar ve somunlar, teknikte en çok kullanılan ve çözülebilen bağlantılar yapılmasına yarayan makine elemanlarıdır. Cıvata esas itibarıyla silindirik bir gövde ve bu gövde üzerine belirli kurallara göre açılmış girinti ve çıkıntılardan (Vida) meydana gelir. Cıvata bağlantısında karşı parçayı oluşturan somunda aynı kurallara göre bir delik içine açılmış vidadan ibarettir.

Cıvata ve somunların biçim ve ölçüleri normlaştırmıştır. Cıvatalar ve somunlar makinaların montajında, dişli kutularında, yatakların ve makinaların temele tespitinde Kullanım yerine göre somunlu ya da somunsuz olarak kullanılır.

Bağlantılarda, cıvata kuvvetinin tam olarak ölçülmesi ve verilmiş olan önerilmenin işletme sırasında zamanla azalma miktarının tespiti çok zordur. Cıvata bağlantılarının zamanla gevşemesinin önüne geçmek de mümkün değildir. Cıvatanın şeklinden ötürü malzemedeki çentik etkisi büyüktür. Vida dişleri arasındaki boşluklar nedeniyle vida bağlantıları ile çok iyi bir merkezleme yapılamaz. Bu gibi hallerde merkezlemenin başka konstrüksiyonlarla sağlanması gerekir.

Cıvatalar vida olarak tanımlanmasına karşın kullanım alanlarının farklılaşmasından dolayı da birbirinden ayrılır. Cıvata ve vidalar kullanma amacına göre; bağlantı (tespit) cıvataları ve hareket cıvataları olarak iki ana gruba ayrılabilir. Cıvata ve somunlar DIN 13 normuna göre üretilir.

Bağlantı cıvatalarının görevi, yapı ve konstrüksiyon elemanlarını birbirine bağlamaktır. Hareket cıvatalarının görevi ise vidanın hareketi sırasında kuvvetleri cıvata somuna veya somundan cıvataya iletmektir. Bu farklı görevleri yerine getirmek için kullanılacak vida profilleri de farklı özellikte olur.

Cıvata ve somun ile birleştirmelerde gerekirse, cıvata ve somun arasına rondela da yerleştirilerek birleştirme yapılmaktadır.

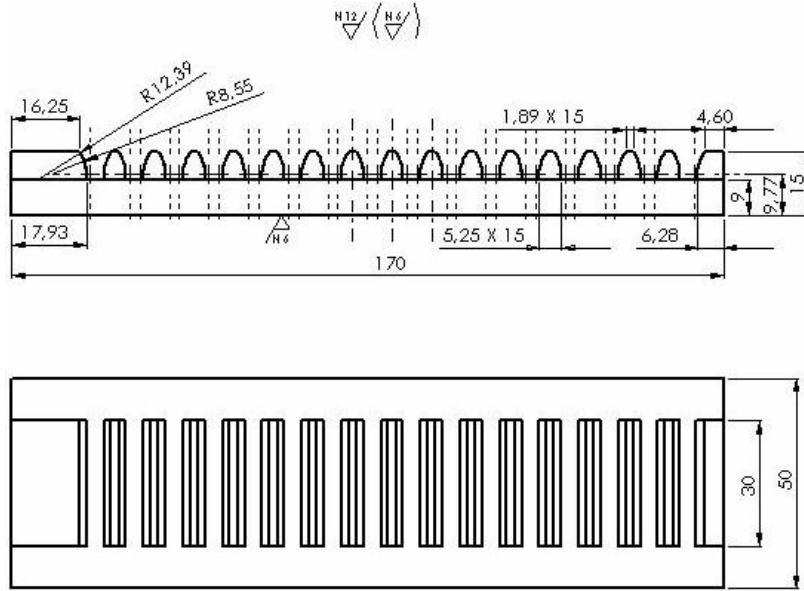
1.2.3. Saplamlar

Cıvata ve somunla birleştirmelerin yapılamadığı yerlerde iki parçayı birleştirmek için saplamalar kullanılır. Saplamları mala yüzeyinden parçalı metal modellemelerin birleştirmesinde kullanabiliriz. Ancak birleştirme işlemi için saplamanın tek tarafında vida nın olması diğer tarafının da ise olmaması gerekir.

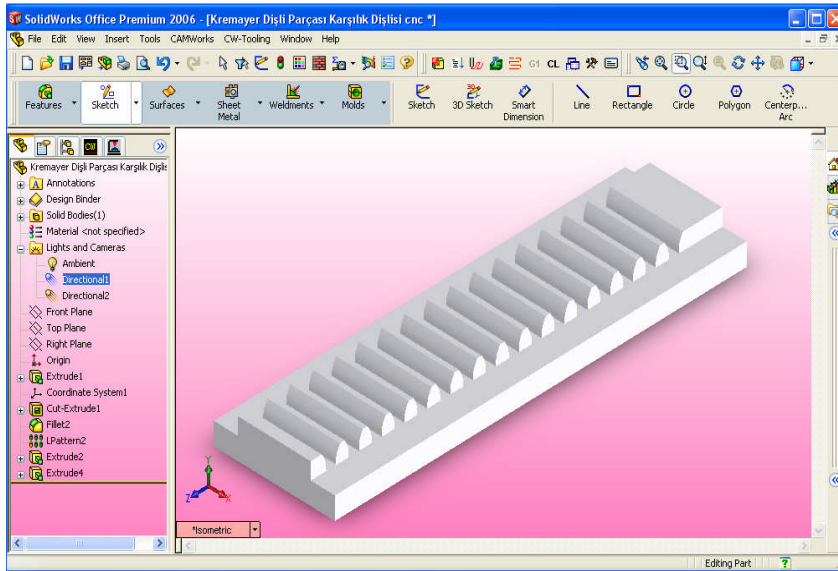
Saplamlar da cıvata ve somunlar gibi standart olarak yapılmıştır. Vida adımı ve diğer ölçüleri cıvatalar ile aynı olduğunda kullanış özelliklerine bakıldığından hemen hemen cıvatalar ile aynı işleve sahiptir. Aradaki tek fark cıvata, cıvata başının olması saplamada ise olmamasıdır.

1.3. CAM (Takım Yolları Oluşturma)

- Kremayer dişli parçası karşılık dişlisi imalat resmi resmine göre (**Resim 1.1**) bilgisayar ortamında kramayer dişlisinin, CAD programı kullanılarak üç boyutlu katı modelleme resmi çizilir. (**Resim 1.1.1**)



Resim 1.1: Kremayer dişli parçası karşılık dişlisi imalat resmi



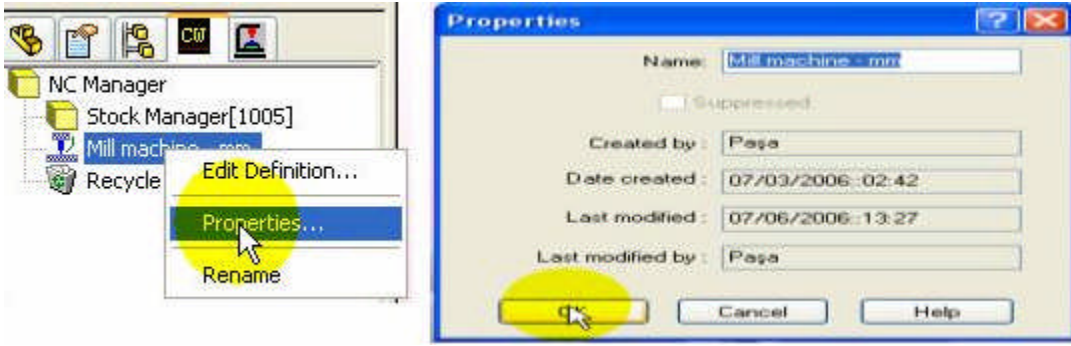
Resim 1.2: Kramayer karşılık dişlisi modellemesi

- Makine parçasına ait çizilen resim sayfasındaki tasarım ağacından takım yollarının oluşturulması için **CAMWorks Feature Tree** seçeneği tıklanarak CAMWorks menüsüne çevrilir (**Resim 1.3**).



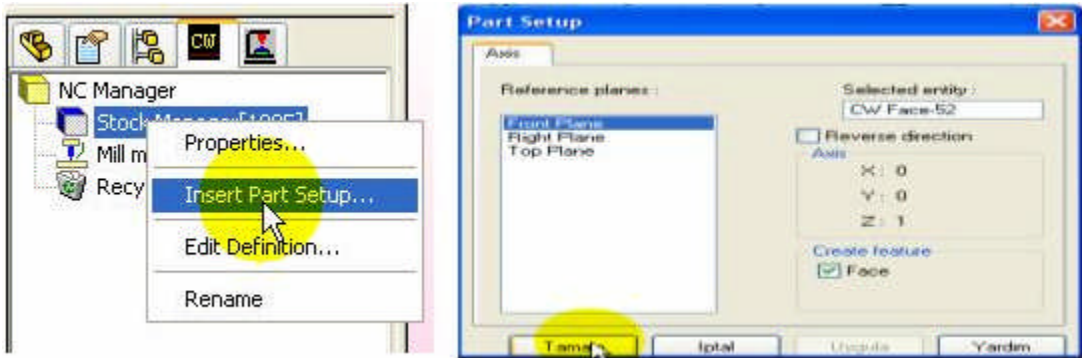
Resim 1.3.3: CAMWorks feature tree

- CAMWork menüsü seçildikten sonra açılan sayfadan makine tipinin seçilmesi ve kontrol parametrelerinin tamamlanması için **Mill Machine – mm** menüsü ve ardından da açılan panodan **Properties** seçeneği tıklanır ve properties panosundan aktif olan makine tipi onaylanır (**Resim 1.4**).



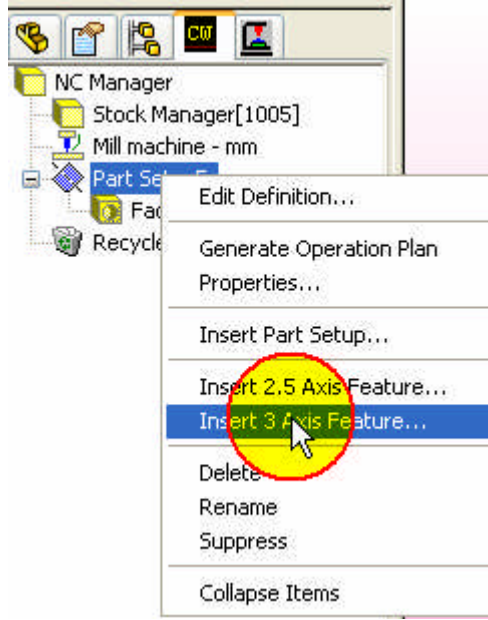
Resim 1.4: Makine tipinin seçimi

- Makine tipinin seçimi yapıldıktan sonra stok (ham parça) değerlerini düzenlemek için **Stok Manager [1005]** menüsü ve açılan panodan **Insert Part Setup** seçeneği tıklanır. Çizilen resmin üst yüzeyi seçilir ve part setup panosundan onaylanır (**Resim 1.5**).



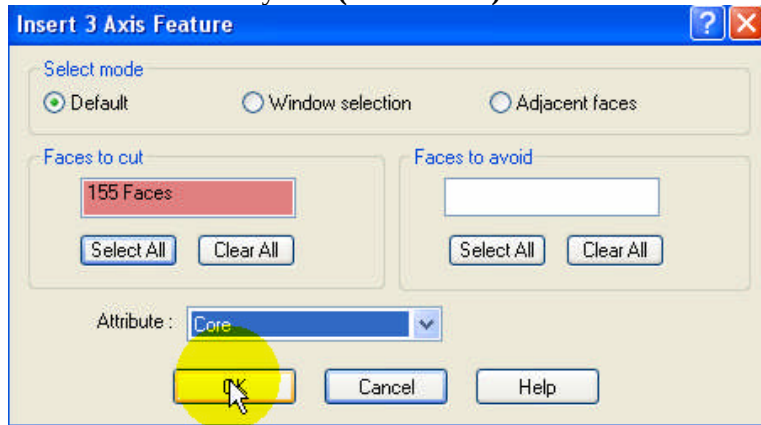
Resim 1.5: Stok değerlerinin ayarlanması

- İşlenecek yüzeylerin tanımlanması ve yüzey parametrelerinin ayarlamasını yapmak için stok değerlerinin düzenlenmesi ile açılan Part Setup menüsü ve ardından da Insert 3 Axis Feature seçeneği tıklanır (**Resim 1.3.6**).



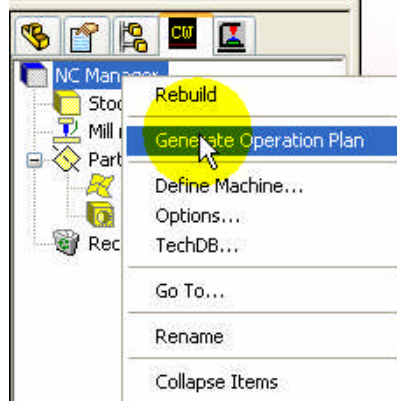
Resim 1.6: İşlem ağacı

- Insert 3 Axis Feature seçeneği tıklanmasıyla **Insert 3 Axis Feature** panosu açılır. Bu panodan önce **Select All** ardından **Attribute** menüsünün içindeki **Core** komutu tıklanır ve onaylanır (**Resim 1.3.7**).



Resim 1.7: Parça yüzelerinin tanımlanması

- Yüzeyin tanımlanması yapıldıktan sonra takım yolunun oluşturulması için NC manager menüsü ve açılan panodan Generate operation plan seçeneği tıklanır. bu seçeneğin tıklanması ile ekranda işlemlerin yapıldığını gösteren mesaj penceresi görünecektir. (**Resim 1.8**)



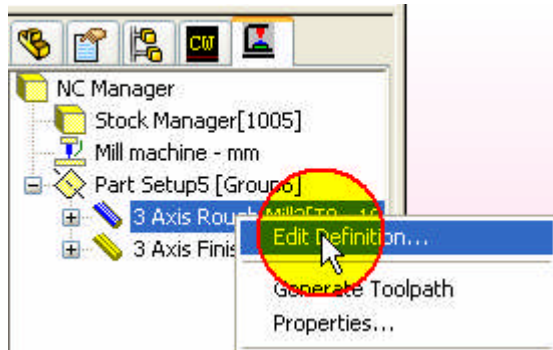
Resim 1.8: Takım yolunun oluşturulması

- Bu işlem yapıldıktan sonra tasarım ağacının üst sağ kısmında yer alan **CAMWorks Operation Tree** seçeneği tıklanarak operasyon işlemleri için işlem basamakları hazır hale getirilir. (Resim 1.9)



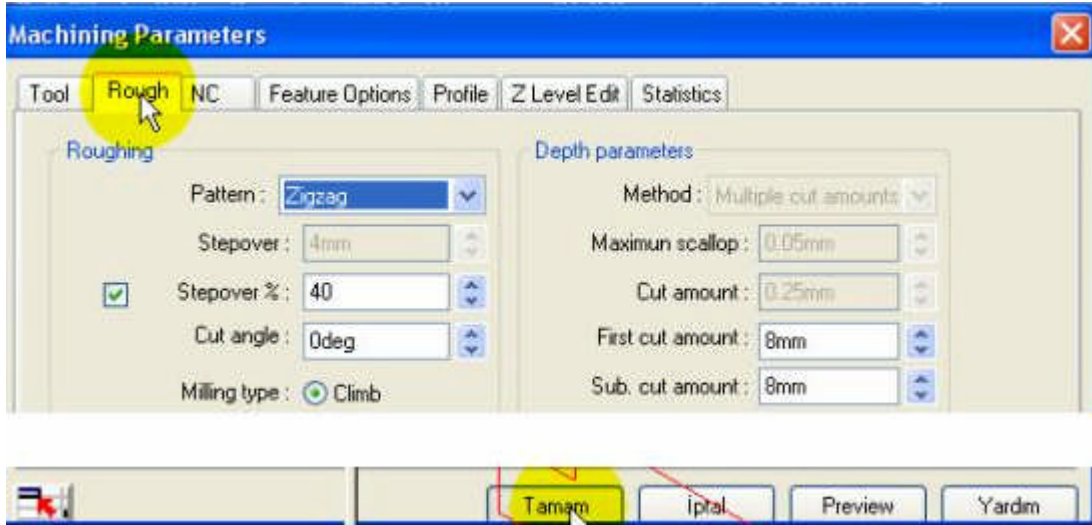
Resim 1.9: CAMWorks operation tree

- Makine tipi, takım seçimi, stok değerlerinin ayarlanması veya parametrelerin düzenlenmesi gerekiyorsa **Edit Definition** seçeneği, menü seçeneklerinden yapılabilmektedir.
- Kaba talaş (**Rough**) düzenleme operasyonu için dizayın ağacı üzerindeki **3 Axis Rough Mill** ve **Edit Definition** seçenekleri tıklanarak **Machining Parameters** panosu açılır. (Resim 1.10)



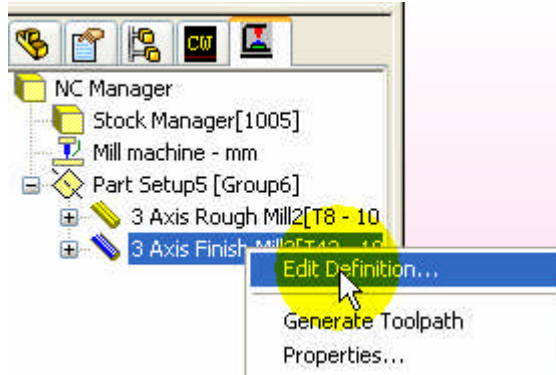
Resim 1.10: Kaba talaş düzenleme operasyonu

- **Machining Parameters** panosundan **Rough** seçeneği ile operasyonun kaba talaş kaldırma işlemleri ayarlanır. **Zigzag** seçeneği ile zigzag çizerek kaba talaş kaldırma işlemi, **First cut amount** ile başlangıç kesme miktarı, **Sub. cut amount** ile her tur için kesme miktarı belirlenir ve tam am tıklanarak onaylanır (Resim 1.11).



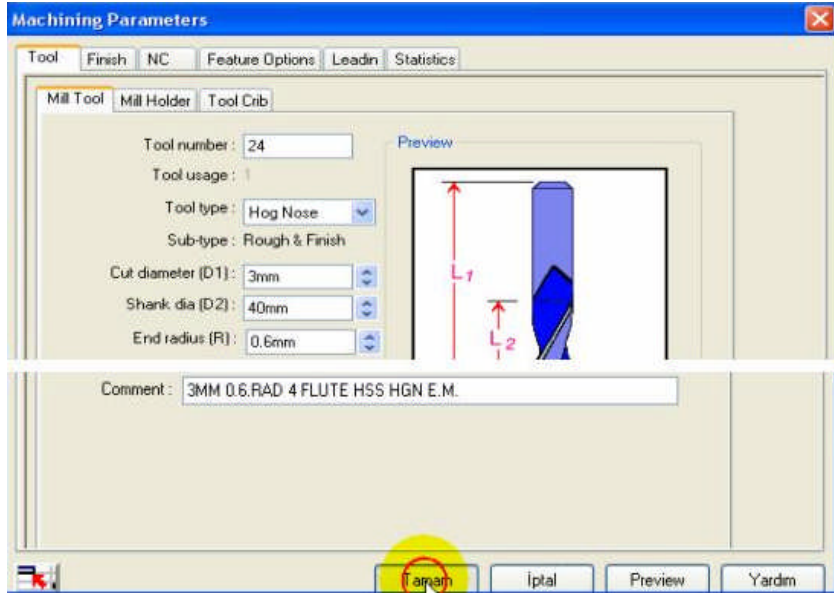
Resim 1.11: Kaba talaş operasyonu

- İnce talaş (**Rough**) düzenleme operasyonu için dizayn ağacı üzerindeki **3 Axis Rough Mill** ve **Edit Definition** seçenekleri tıklanarak **Machining Parameters** panosu açılır (Resim 1.12).



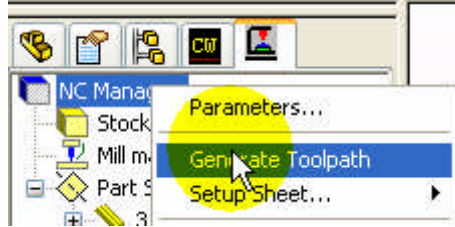
Resim 1.12: İnce talaş düzenleme operasyonu

- **Machining Parameters** panosu içindeki **Tool Crib** seçeneği tıklanarak kesici için istenen kesici tipi seçilir ve **Select** menüsü ile onaylanır. Bu işlemden sonra istenirse **Machining Parameters** panosu içinden **Hog Nose** aktif iken kesicinin radiusü ayarlanır. İstenirse **Machining Parameters** panosu içindeki **Finish** seçeneği ile ince ayar seçenekleri tercih edilebilir ve tamam tıklanarak onaylanır (Resim 1.13).



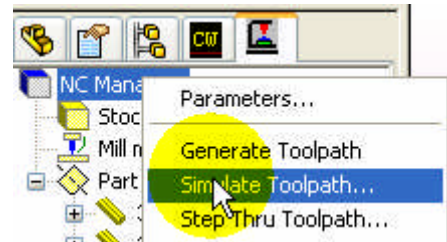
Resim 1.13: Kesici tanımlama penceresi

- **NC Manager** simgesi ve **Generate Toolpath** seçenekleri sırası ile tıklanır. Bu işlem yapıldıktan ekranda CAMWork mesaj penceresi görüntülenir ve işlemlerin yapıldığı gözlenir (**Resim 1.4**).



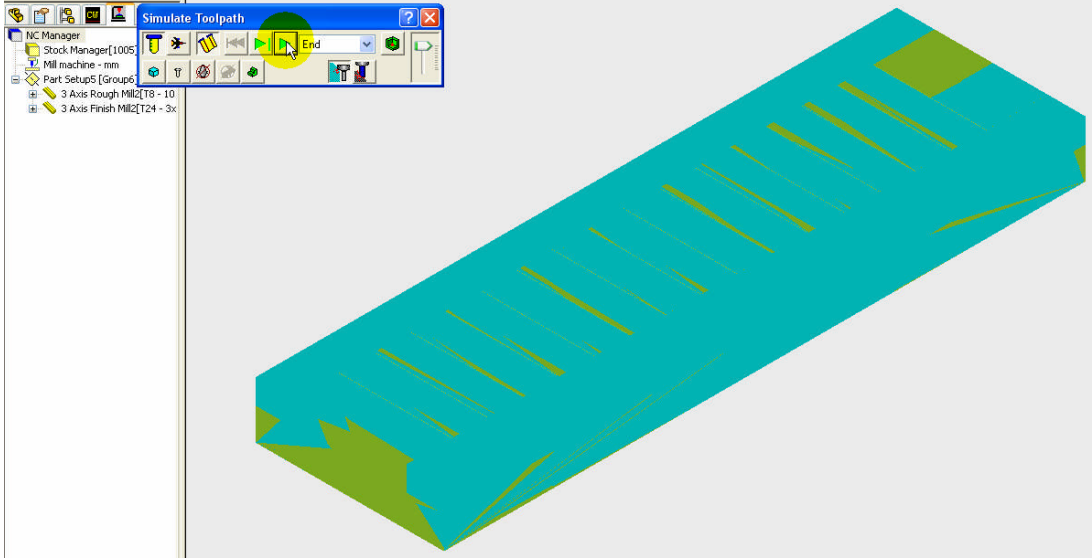
Resim 1.14: Takım yolları tanımlama

- **NC Manager** simgesi ve **Simulate Toolpath** seçenekleri sırası ile tıklanır (**Resim 1.15**).



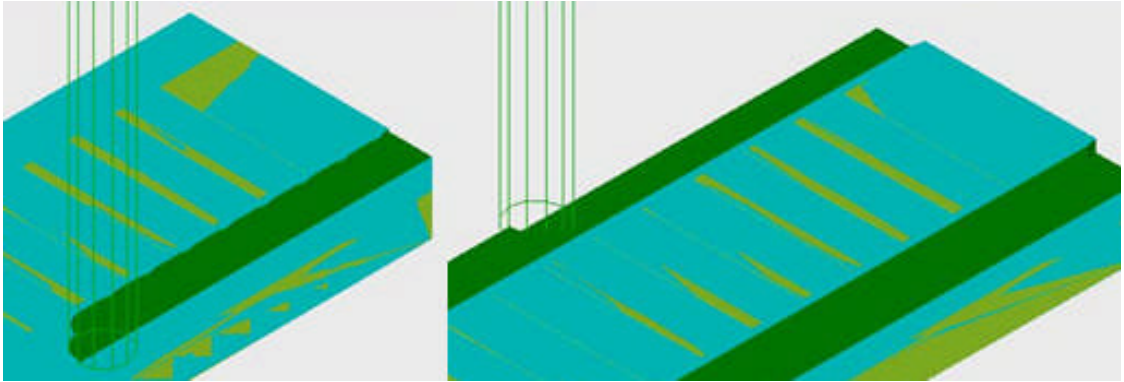
Resim 1.15: Simülasyon operasyonu

- Simülasyon operasyonu için işlem aktif hale geldiğinde aşağıdaki ekrandaki görüntü meydana gelir. **SimulateToolpath** panosundan **Run** seçeneği tıklandığında işlem başlatılır (**Resim 1.3.16**).



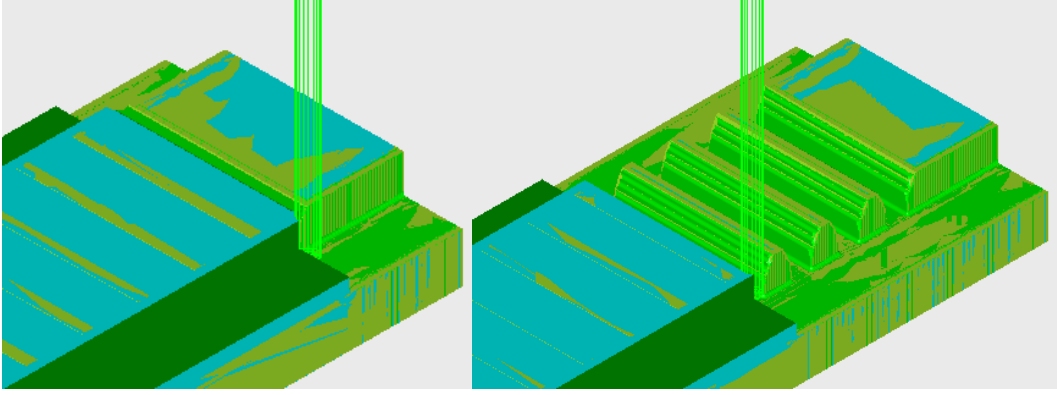
Resim 1.16: İşleme operasyonu

- Run düğmesine basıldıktan sonra tanımlanan operasyon gereği ilk işlem basamağı olan kaba talaş kladırma işlemi yapılmaktadır (**Resim 1.17**).



Resim 1.17: Kaba talaş işleme operasyonu

- Kaba talaş kaldırma işleminden sonra operasyon ince talaş kaldırma işlemi bitinceye kadar devam eder (**Resim 1.18**).



Resim 1. 3.18: İnce talaş işleme operasyonu

CAD ve CAM programları ile yapılan üç boyutlu çizim ve takım yolu hesaplamaları ve simülasyonundan sonra CNC tezgâhına DNC sistemi, Diskete yükleme ya da oluşturulan CNC bilgilerinin manuel olarak aktarımı sağlanır ve blok metal işlenerek modelleme yapımı gerçekleştirilir.

1.4. Bilgisayar Kontrollü Tezgâhların Kullanım Bilgisi

Bilgisayar destekli endüstriyel modelleme bölümü, CNC tezgâhının en yaygın biçimde kullanıldığı alandır. Metal modelleme yapımında CNC tezgâhları kullanmak standart makinelerden çok daha kolay ve seri olmaktadır. CAD ortamında çizilen makine parçalarına ait iki ya da üç boyutlu resimler CAM ortamında takım yollarının oluşturulması ile modelleme hassasiyetleri klasik yöntemlerle üretilen modellemelerden daha fazla olmaktadır. (Şekil 1.19) ve (Şekil 1.20)



Resim 1.19: CNC freze



Resim 1.20: CNC torna

1.4.1. CNC Tezgâhında İş Yüklmesi ve İş Bağlama

Herhangi bir iş bağlama düzeneği aşağıdaki şartları yerine getirmelidir:

- İş sıklı olarak bağlamalıdır.
- Pozitif yerleştirme sağlamalıdır.
- Hızlı olmalı ve kolay kullanılmalıdır.

İş bağlama düzenekleri, mekanik, hidrolik veya pnömatik. Mekanik olarak çalışanlar, iş parçasının yüklenmesi ve sıkılmasında el becerileri gerektirir. Bu nedenle, hidrolik ve pnömatik sıkma tercih edilir.

Hidrolik ve pnömatik sıkma, kolaylıkla kontrol edilir ve hızlı bir çalışma ve düzgün sıkma basıncı sağlar. Bu çeşit geleneksel iş bağlama düzenekleri;dikdörtgen, köşeli, hegzagonal gibi üniform şekilli stok malzemesi veya iş parçasının işlenmesinde daha uygundur.

Düzensiz şekiller, bazen pnömatik veya hidrolik sıkılama düzenlemeleriyle birlikte özet tasarlanmış kolaylıklar ile geleneksel işlemeye uyarlanabilir. Genel bir uygulama olarak, iş parçası işleme sırasında hareket etmeyecek şekilde pozitif yerleştirilmelidir. Her iki durumda, iş parçası sabit çenelere karşı yerleştirilir. Herhangi bir işleme sürecinde iş parçasının hareket olanağı, etmesi istenmez.

1.4.2. Programlama

1.4.2.1. İş Akışı

CNC tezgâhı kullanarak parça işlemek için parçanın NC programını yapmak ve bu programdaki komutlara göre tezgâhı çalıştırmak gerekir.

- Parçanın teknik resmi tezgâh koordinatlarına göre hazırlanır.
- Parçanın teknik resmine göre operasyon planı yapılır.
- Operasyon planı ve resme göre parça programı yazılır.
- Program direk kablo bağlantısı ya da elle tezgâhın kontrol ünitesinin hafızasına aktarılır.
- İş parçası ve takımlar tezgâha bağlanır.
- İş parçası ve takımların ölçümleri yapılır.
- Programdaki komutlara göre tezgâh çalıştırılır ve parça işlenir.

1.4.3. Programların Yapısı

- Tezgâhı çalıştırmak için CNC üniteye verilen komutlara Program denir. Programda verilen komutların sırasına göre takımlar hareket eder, yardımcı fonksiyonlar çalışır.
- Bir işlemi yapmak için verilen komutlar dizisine Blok denir.

Bazı kontrol sistemlerinde CNC programlarına sayı ile isim verilerek kaydedilir. Program numarası O harfi ile birlikte 4-rakamlı bir sayıdan meydana gelmiştir ve programların birbirlerinden ayırdılmasına yarar.

Her programın sonunda ise Program Sonu Komutu olan M30 veya M02 bulunur. Hafızaya yüklenebilecek program sayısı kullanılan kumanda ünitesine ve hafızanın kapasitesine bağlıdır.

1.4.4. Blok'un Yapısı

- N : Blok (sıra) numarası
- G : G-(hazırlık) fonksiyonu
- X, Y, Z : Pozisyon komutları
- M : M-(yardımcı) fonksiyonu
- S : S-(hız) fonksiyonu
- T : T-(takım) fonksiyonu
- ; : Blok sonu kodu (işareti)

Bir blok diğerlerinden BLOK SONU KODU (işareti) ile ayrılır. Blok sonu kodu için (E.O.B.=End of the block) " ; " işareti kullanılır. Ancak bu işaret bazı normlarda değişir.

Blok numarası, bloklar için sadece referans numaralarıdır. N harfi ve dört rakamlı bir sayıdan meydana gelmiştir. Blok numaralarının parça işleme sırası üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Blok numaraları tam sayı ve artarak verilir. İstenirse blok numarası yazılmayabilir. Blok numarasının kullanılmasının amacı; programda komutla istenilen bloğa atlama yapılabilmesi ve bloğun aranabilmesidir.

1.4.5. Ana Program - Alt Program

Aynı işlemler bir programın değişik yerlerinde aynen tekrarlanıyorsa Alt Subprogram (Programlar = Subroutine) kullanılır.

Alt programın başında ana programda olduğu gibi O harfi ve 4 rakamlı sayıdan meydana gelmiş bir program numarası, sonunda ise Alt Program Sonu Komutu olan M99 bulunur. Ana programda işlemler yapılırken M98 P--ALT Program Çağırma Komutu okununca, alt programların işlemleri yapılmaya başlanır. Alt program işlenip bitirilince M99 komutu ile ana programa dönülür. Ana programın işlemlerine kalındığı yerden devam edilir.

I- M98 P- - Q - - L- -;

- Komutunda P : Alt programın numarası
- Q : Alt programın blok numarası
- L : Alt programın tekrarlanma sayısı

Bu komut ile P alt program numarası çağrılır. Alt program Q numaralı bloktan itibaren işlenmeye başlanır. Alt program L defa işlendikten sonra ana programa dönülür. Burada P değerine birşey yazılmazsa, ana programdaki alt program çağırma bloğundan sonra gelen blok numarası alt program numarası olarak alınır.

Q değerine birşey yazılmazsa, alt program başından itibaren çalıştırılır.

L değerine birşey yazılmazsa, alt program bir defa çalıştırılır.

II - M99 P--;

Alt program sonunda bu komut kullanılırsa, ana programdan blok numarası P olan bloğa dönülür.

III - M99 ;

Komutu ana programda kullanılırsa, ana programın başına dönülür.

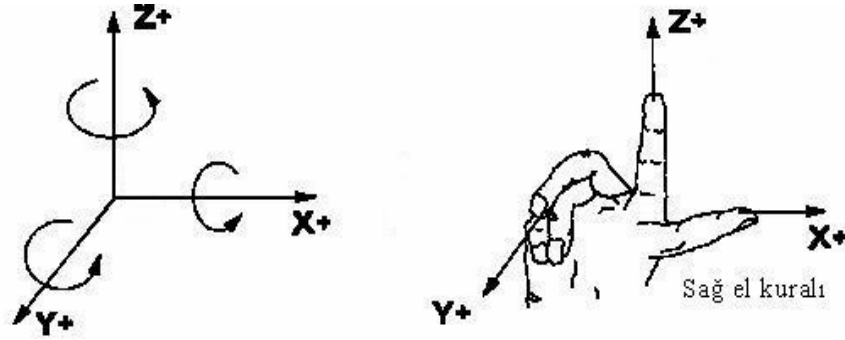
IV - M99 P-- ;

Bu komut ana program içerisinde kullanılırsa, ana programda P numaralı bloğa dönülür.

V- Bir alt program işlenirken başka bir alt program çağrılabilir. Aşağıda görüldüğü gibi dördüncü kademeye kadar alt program çağırarak mümkündür.

1.4.6. Koordinat Sistemi

Koordinat kelimeleri (X, Y, Z) CNC tarafından koordinat sistemlerinin tanımlanmasına yarayan ve takımların, eksenler boyunca ilerlemesini sağlayan komutlardır. Koordinat kelimeleri, eksenlerin adreslerini bildiren harfler ile ilerlemenin yön ve miktarını bildiren sayılardan meydana gelmiştir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21: Koordinat sistemi

1.4.7. CNC Tornalarda Koordinat Sistemleri

CNC Tornalarda iki çeşit koordinat sistemi vardır:

- Tezgâh koordinat sistemi
- İş parçası koordinat sistemi

1.4.7.1. Tezgâh Koordinat Sistemi

Tezgâh koordinat sistemi, üretici firma tarafından tezgâh referans noktasına yerleştirilerek tanımlanır. Operatör tarafından bu nokta değiştirilemez.

Tezgâh, referans noktasına iki şekilde gönderilebilir:

- Elle referans noktasına gönderme işlemi, tezgâh kumanda şalteri, referansa gitme (Zero Return) modunda (Konumunda) eksen tuşlarına basılarak yapılır. Genellikle tezgâha enerji verilip çalışmaya başlanacağı zaman kullanılır.
- Otomatik referans noktasına gönderme ise G28 program koduyla yapılır. Tezgâh bir defa referans noktasına gönderildiğinde, tezgâh koordinat sistemi kumanda ünitesi tarafından tanınmış olur. Bu tanıma tezgâhın enerjisi kesilinceye kadar devam eder. Yani Reset veya iş parçası koordinatlarının tanımlanması gibi işlemlerle değişmez.

1.4.7.2. İş Parçası Koordinat Sistemi

Parçanın teknik resminin koordinatlarını kullanarak hazırlanan program komutları ile kontrol ünitesi takımları hareket ettirir. Bunun sonucunda da iş parçası teknik resme göre işlenir.

CNC tornalarda, iş parçası koordinat sistemi genellikle iki şekilde seçilir:

- İş parçasının koordinat sisteminin sıfır noktası, tezgâhın ayna yüzeyinde olabilir. Yani aynanın (iş milinin) merkezi $x = 0.0$, aynanın alın yüzeyi ise $z = 0.0$ alınır.
- İş parçasının sıfır noktası olarak parçanın alın yüzeyi alınır. Yani ayna merkezi $X = 0.0$, iş parçasının işlenmiş alın yüzeyi $Z = 0.0$ alınır.

1.5. Gerece Uygun Kesici Seçme

İş parçasını işleyebilmek için uygun kesicinin seçilmesi gerekir. Önce işlenecek geometriye göre kesici tipi seçilir. Daha sonra iş parçası malzemesine uygun kesici malzemesi seçilir. Operasyon tipi kesici tipi seçimini etkiler. Kesici seçimi için kesici firmalarının hazırladığı kataloglardan yararlanılabilir.



Resim 1.22: Kesiciler

1.5.1. Takım Malzemeleri

Küçük çaplı delik delme, kılavuz çekme, raybalama, punta deliği ve kama kanalı açma gibi işlemlerde yüksek-hız çeliği (HSS) takımlar kullanılmasına rağmen, CNC ile işlemede, genellikle sementit karbür takımlar kullanılır.

Bu tezgâhlarda kullanılacak takımlarda aranan fiziksel özelliklerin başında, 600°C'ye kadar çıkabilen metal kesme sıcaklığındaki malzemenin sertliği ve tokluğu gelmektedir. Yüksek- hız çelikleri, karbürlerden daha tok olmasına karşın onun kadar sert değildir. Bu nedenle, bunlar yüksek hızlardaki talaş kaldırma tekniklerinin şartlarını yerine getirebilecek yeni karbür türlerinin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bu araştırmaların ne kadar başarılı olduğunu anlayabilmek için, CNC tezgâhlarını çalışırken izlemek yeterlidir.

1.5.2. Takım Kontrolü

Pahalı olan CNC tezgâhlarının verimli kullanımı, oldukça metodik takım kullanımı yaklaşımını gerektirir. Tezgâhtaki orijinal veya yedek takımın parça programındaki takıma karşılık gelmesi gerekir. Bu nedenle programlamada çalışan kişiler arasında yakın bir iş birliği sağlanmalıdır.

Etkili bir takım kontrolü, aşağıdaki fonksiyonları sağlamalıdır

- Aşınmış, hasarlı uçların değiştirilmesi, uygun olduğunda bileme yapılmasını içeren iyileştirilmelidir.
- Boyutlandırma, ön-ayarlamayı içeren hazırlık yapılmalıdır.
- Kullanıma kadar stoklama yapılmalıdır.
- Taşıma
- Tezgâhta koruma sağlanmalıdır.

Takımların bileme yöntemleriyle iyileştirilmesi oldukça fazla dikkat ister. Uzun süreli yüksek hızlarda talaş kaldırma işleminin verimi, tam bir takım geometrisini gerektirir.

Takımlar kullanılmadıklarında, raflarında tanım kartlarıyla birlikte depolanmalıdır. Depolanan takımlar özel iş veya genel amaçlı olabilir. Hangisi olursa olsun, bu takımlar boyutsal özellikleri, uygulamaları vs. içeren bilgileri ile belirlenmelidir. Aynı zamanda hem parça programcısına hem de operatöre referans sağlayacak şekilde, mevcut takımların listesinin çıkarılması oldukça faydalıdır. Takım listesi genellikle takım kütüphanesi olarak adlandırılır.

1.6. Soğutma Sıvıları ve Kullanımı

Metaller işlendikleri zaman, ana metalden talaşın kopması ve kesici uçtan bu talaşın sıkışarak kayması neticesi bir ısı meydana gelir. Ulaşılan sıcaklık, meydana gelen ısı ile soğutulma hızının oranına dayanır. Soğutma sıvısı, sıcaklık ve sürtünme katsayısını düşürür dolayısıyla kalem veya kesicinin ömrünü uzatır.

1.6.1. Soğutma Sıvıları

Soğutma sıvıları çalışma sırasında istenen performansları elde edebilmek için değişik özelliklerde formüle edilir. Bu ürünlerin kullanım alanları çok geniştir. Bazen yağlayıcılık ön plandadır, bazen soğutuculuk daha önemlidir ve ince talaş oluşan operasyonlarda da kaynağı önleme özelliği daha önemlidir. **(Resim 1.23)**



Resim 1.23: Soğutma sıvısının kullanılması

Soğutma sıvıları bütün bu gereksinimlere cevap verebilecek şekilde neat yağlar, emülsiyonlar (Bor yağları), yarı sentetik ürünler ve tam sentetik ürünler olarak değişik gruplarda üretilir.

1.6.1.1. Neat Soğutma Sıvıları

Bu yağlar yağlayıcılık ihtiyacının soğutuculuk ihtiyacından daha fazla olduğu uygulamalarda suyla karıştırılmadan oldukları gibi kullanılan ürünlerdir.

Petrol, hayvan, deniz veya bitkisel kaynaklı yağların biri veya birkaçının kombinasyonundan oluşur. Mineral yağ soğutma yağlarının formülasyonunda en çok kullanılan yağdır. Öte yandan mineral yağ katıksız olduğu gibi kullanılma alanları yüksek işlenebilirlikteki metallerle (Alüminyum, pirinç, magnezyum gibi...) ve çelik üzerindeki bazı hafif işlemlerle sınırlanmıştır. Mineral yağ katıksız olarak kullanıldığı durumda sadece hidrodinamik yağlayıcılık sağlar. Öte yandan mineral yağlarla birlikte polar katıklar kullanıldığında yağın polar yağlayıcılığı artar ve daha zor şartlı operasyonlarda kullanılabilir. Aynı şekilde daha da zor şartlarda çalışabilmek için bu yağların formülasyonuna aşırı basınç (EP) katıkları ilave edilebilir.

1.6.1.2. Emülsiyonlar (Bor Yağları)

Bu ürünler %60 dan daha fazla mineral yağ içerir. Emülsiyon, yağın emülsiyon yapıcı ajanlarla ve diğer katıklarla birlikte suda karıştırılmasıyla yağ taneciklerinin su içinde askıda kalmasıyla oluşan bir karışımdır. Hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağların ya da esterlerin ilavesi emülsiyonların yağlayıcılığını artırır. Sülfürlü, klorlu ve fosforlu katıkların ilavesi ise emülsiyona daha yüksek yağlayıcılık ve aşırı basınç (EP) özellikleri verir. Su, yüksek spesifik ısı, yüksek termal iletkenliği ve yüksek buharlaşma ısı ile en etkili soğutma ortamıdır. Emülsiyonlarda, suyun mükemmel soğutma özellikleri yağlayıcılık sağlayan katıklarla birleştirilmiştir.

1.6.1.3. Taşlama Sıvıları

Genel taşlama işlemleri için nitrit içermeyen soğutma maddeleri bakterilere karşı dirençli, iyi yıkayıcı özellikleri sayesinde taşlama taşının dolmasını önler. Saydam, köpürmeyen çözeltilerdir. Korozyona karşı iyi bir koruma sağlar. Sert suyla kullanılabilir. Ayrıca sert kauçuk, sentetik malzemeler ve seramiklerin taşlama işlemleri için uygun türleri de vardır.

1.6.2. Soğutma Sıvıları Kullanımı

Soğutma sıvılarından çalışma arasında yüksek performans ve uzun efektif ömür alabilmek için düzenli aralıklarla bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Günlük konsantrasyon testleri kolayca refraktometre kullanılarak yapılabilir. Öte yandan emülsiyonlar kullanıldıkça yabancı maddelerle kontamine olur ve bu refraktometre okumasında sapmalara neden olabilir. Bu nedenle en az ayda bir konsantrasyon testi asitle ayırıştırma metodu ile yapılmalıdır.

Günlük yapılması gereken PH ve konsantrasyon testleri kullanıcı tarafından kolayca yapılabilir. Fakat bu testler emülsiyonun stabilitesini ve kullanıma uygunluğunu test etmek için yeterli değildir ve en az ayda bir alınacak numunenin üretici firmanın laboratuvarında daha detaylı testleri yapılmalı, alınan sonuçlar olması gereken ideal sonuçlarla karşılaştırılmalı ve gerekiyorsa emülsiyonu düzeltici yönde müdahaleler yapılmalıdır.

Günlük yapılan PH ve konsantrasyon testlerinden başka en az ayda bir emülsiyonun iletkenlik, pas, bakteri, köpürme, koku gibi testleri yapılmalı ve sonuçlara göre emülsiyonun kullanılabilirliğine karar verilmeli ve gerekiyorsa düzeltici müdahaleler yapılmalıdır.

Emülsiyonların kullanım sırasındaki performansları ve efektif ömürleri direk olarak kullanılan sudan etkilendiği için, emülsiyonların hazırlanmasında kullanılan sularında düzenli aralıklarla test edilmesi gerekir.

1.7. CNC Tezgâhların Bakımı ve Yağlanması

1.7.1. CNC Tezgâhların Bakımı

CNC tezgâhlardan ideal verim almak ve ömrü uzatmak için çalışma ortamı, bakım en önemli konudur. Ayrıca meydana gelen basit arızaların giderilmesi ve bunların nedenlerinin araştırılıp önlem alınması tezgâhın uzun süre hassas ve verimli çalışmasını sağlar. Belirli periyodik aralıklarla tezgâh ve ekipmanlarının gözden geçirilmesi gerekir. CNC takım tezgâhlarında kullanılan elektronik devre elemanları konvansiyonel tezgâhlarda kullanılanlarla kıyaslandığı zaman fazla sayıda olduğu görülür. Elektronik elemanlar için titiz kullanım ve sağlıklı çalışma ortamları gerekir.

Tezğâh ve sistemlerinin bu kadar gelişmelerine paralel olarak bakım ve onarımları ile ilgili bazı kolaylıklar da geliştirilmiştir. Tezğâhta meydana gelebilecek herhangi bir arıza (Motorun aşırı yüklenmesi, yağlamanın yetersizliği, filtrelerin pis oluşu, aşırı ısınmalar vb.) anında tezğâh kontrol panelinde sinyal ya da mesaj şeklinde operatöre bildirilir.

Her konuda olduğu gibi bakım konusunda da inisiyatif operatöre bırakılmıştır. En kısa zamanda bakımın yapılması ve olumsuzlukların giderilmesi gerekir. Aksi halde böyle bir tezğâhta her hangi bir programı çalıştırarak parça imalatı mümkün değildir.

1.7.1.1. Periyodik Bakımlar

1.7.1.1.1. Günlük Bakım

- Tezğâhın enerjisinin kesilmesi
- Tezğâhta birikmiş talaşların temizlenmesi
- Tezğâhların uzak gibi çalışan kısımlarının koruyucu yağ ile yağlanması. Bu işlem özellikle suda çözünen soğutma sıvısı kullanıldığında önemlidir.
- Yağlama tankındaki yağ seviyesi
- Operatör paneli ve elektrik panosunun temizliği
- Yağ ve hava kaçakların olup olmadığı
- Tezğâhın aynası (torna için),taşpaleti ve takım magazininin temizliği
- Hidrolik tankındaki yağ seviyesi
- Hidrolik basınçların
- Elektrik panosundaki havalandırma fanlarının çalışıp çalışmadığı
- Anormal ses ve titreşim olup olmadığı
- Kumanda ünitesinin ekranında alarm olup olmadığı
- Takımların bağlantılarının sağlamlığı,konturoledilmelidir.

1.7.1.1.2. Haftalık Bakım

Bu tür periyodik bakımda kısa test programları çalıştırılır. Tezğâh miline verilecek devir sayısı ve ilerleme hızları minimum ve maksimum değerler arasında girilerek denenir. Bu testlerde elde edilen bulgular not edilir, nedenleri araştırılıp giderilmeye çalışılır. Tezğâh ve çevre ekipmanları üzerinde bulunan bütün fanların yeterli hava sirkülasyonunu sağlayıp sağlamadığı araştırılır.

1.7.1.1.3. Aylık Bakımlar

Aylık periyodik bakımda bir iş parçası programı talaş kaldırmadan çalıştırılarak test edilir ve eksen hareketleri izlenir. Manuel olarak yağlanması gerekli olan yerler yağlanır. Bütün devre bağlantılarının uygun şekilde takılı olup olmadığı kontrol edilir. Ölçme sistemlerinin muhafazalar çıkarılır, varsa pislik ve yağlar temizlenir.

1.7.1.1.4. Altı Aylık Bakımlar

Birbirleriyle karşılıklı bağımlılığı olan hız, voltaj ve bunları izleyen hatalar ölçülür. Elde edilen veriler ilk montajda ölçülen değerlerle kıyaslanır. Hava ve yağ filtreleri vb. elemanların kontrolü yapılır, temizlenir ve gerekirse yenisi ile değiştirilir.

1.7.1.1.5. Yıllık Bakımlar

CNC sistemlerindeki her bir devre ve devre elemanının mükemmel olup olmadığına bakılır. Kontak noktalarının temizliği gözden geçirilir. Kapılar ve sızdırmazlık elemanları, bağlantı vidalarının sıkılığı olup olmadığı kontrol edilir. Tezgâh konsolu vakumlu temizleyici veya yumuşak fırçalarla temizlenir. Power Supply (Güç kaynağı) voltaj çıkışının uygun olup olmadığına bakılır. Bir parça programı test edilerek tüm fonksiyonların doğrulukları araştırılır.

1.7.1.1.6. Bilyalı Mil ve Sistemlerinin Korunması

CNC takım tezgâhlarında kullanılan hareket iletme elemanlarından olan Ball Screws (bilyalı miller) ile kayıt-kızak sistemleri kapalı muhafazalar içine alınmıştır. Bu muhafazalar vinylex ya da metal koruyuculardır. Bunlar tablanın hareketlerine göre açılıp kapanabilir özelliklere sahiptir.

1.7.1.1.7. Hidrolik ve Pnömatik Ekipmanların Bakımı

Hidrolik ve pnömatik ekipmanlarında bakımlarının periyodik aralıklarla yapılması gerekir. Genellikle bu elemanlar basınçlı kuvvet uyguladıkları için sürekli çalışma basınçlarının ideal değerlerde olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa arızalar giderilmelidir. Aksi halde tezgâh, operatör ve çevrede çalışanlar için büyük tehlike oluşturur. Pnömatik tezgâh aynasının iş parçasını yeterince sıkmadığını, kesicilerin emniyetli takılmadıklarını ve sonuçta olabilecek kazaları tahmin ediniz.

1.7.2. CNC Tezgâhlarının Yağlanması

CNC tezgâhlarında bakım yapılması gereken sistemlerden bir diğeri yağlama sistemin sağlıklı çalışmasına bağlıdır.

En sık yapılan bakım işlemi periyodik süreleri dolduğunda yağların değiştirilmesi, eksilen yağların tamamlanması ve filtrelerin temizlenmesi ya da değiştirilmesidir. Tezgâhın kapalı iç sistemleri ile ilgili elemanların yağlama işlemleri otomatik olarak yapılır. Bazı küçük boyutlu eğitim amaçlı CNC tezgâhlarında kayıt-kızak sistemlerinin yağlanması manuel olarak yapılır.

Yağlamada dikkat edilecek bir nokta da aşırı yağlamadan kaçınmaktır. CNC tezgâhlarında aşırı yağlama yağ israfı ile birlikte özellikle hassas elektronik devre elemanlarının dış yüzeylerini kaplar, sağlıklı çalışmalarını engeller. Bu nedenle eksilen yağların tamamlanmasında seviye çizgileri kesinlikle aşılmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Modelleme gerecini seçiniz.	➤ Modellemeyi CNC tezgâhında işlemek için metal blok malzeme seçiniz.
➤ Kaba ölçülerde hazırlanmış Modelleme gerecini tezgâha bağlayınız.	➤ CNC tezgâhını kullanıma hazır hale getiriniz. ➤ Blok malzemeyi mengeneye işlemeye uygun şekilde bağlayınız.
➤ Takım yollarını oluşturunuz.	➤ CAD ortamında üç boyutlu olarak çizilen resmi CAM ortamına aktarınız. ➤ Takım yolu hesaplamalarını aşamalarını sistematik olarak yapınız.
➤ İşleme simülasyonu yapınız.	➤ Takım yolu hesaplamalarını ve işleme şeklini görmek için simülasyon yapınız. ➤ Hata varsa geri dönerek düzeltme yapınız. ➤ Tekrar simülasyon yapınız. ➤ Parçayı işlemek için tezgaha aktarınız.
➤ Tezgâh sıfırlamasını yapınız.	➤ Tezgâhı referansına gönderiniz.
➤ İş parçası sıfırlamasını yapınız.	➤ Parçayı X, Y ve Z koordinatlarında işlenecek parça ile kesici arasına kağıt koyarak sıfırlama işlemini yapınız.
➤ Parçayı işleyerek modellemeyi ve maça sandığını oluşturunuz.	➤ CNC tezgâhında parçayı işleyiniz. ➤ Soğutma sıvısının aktif olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ İşleme durumunu takip ediniz. ➤ CNC tezgâhından parçayı çıkarınız. ➤ Ölçme ve kontrolünü yapınız.
➤ Maliyet analizi yapınız.	➤ Parça, işleme zamanı, işçilik ve genel giderleri hesaplayarak maliyet hesabını yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

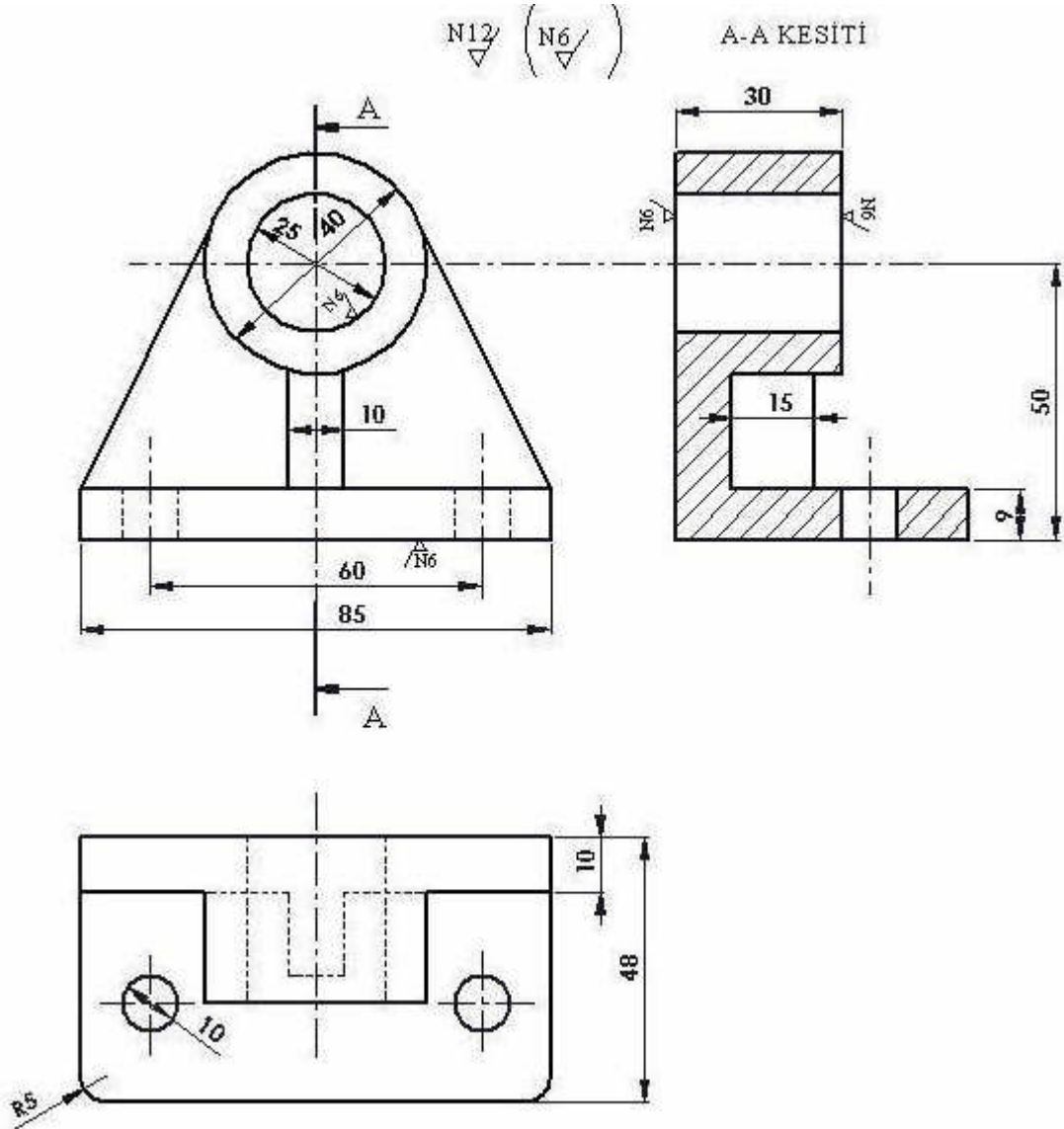
1. Aşağıdakilerden hangisi metal modelleme yapımında kullanılan malzeme **değildir**?
A) Gümüş
B) Alüminyum
C) Dökme demir
D) Çelik
2. CAM ortamında aşağıdakilerden hangisi yapılır?
A) İki boyutlu çizim yapılır.
B) Takım yolları oluşturulur.
C) Üç boyutlu çizim yapılır.
D) Teknik resim çizilir.
3. Aşağıdakilerden hangisi metal modellemede birleştirme elemanıdır?
A) Kavela
B) Çivi
C) Ağaç vidası
D) Pim
4. CNC tezgahında dikey işleme merkesi aşağıdakilerden hangisidir?
A) X eksen
B) Y eksen
C) Z eksen
D) Hiçbiri
5. Aşağıdakilerden hangisi CNC tezgâhının periyodik bakımlarından **değildir**?
A) Günlük bakım
B) Haftalık bakım
C) Aylık bakım
D) İki yıllık bakım

DEĞERLENDİRME

Verdiğiniz cevapları modülün sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız, verdiğiniz cevapların hepsi doğru ise diğer teste geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

İmalat resmi verilen Dik Yatak parçasının metal modellemesini, CNC tezgâhını kullanarak blok malzemeden yapınız.



Alan Adı	Makine Teknolojisi	Tarih	
Modül Adı	Metal Modelleme	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı	Blok Malzemelerden Metal Modelleme Yapmak.	Adı Soyadı	
		Nu	
Faaliyetin Amacı	Blok malzemeler kullanarak metal modelleme yapabileceksiniz.	Sınıfı	
		Bölümü	
Açıklama	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki testi doldurunuz. (Hayır) olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Modelleme yapım gerecini belirlediniz mi?		
2	CAD ortamında üç boyutlu resmini çizdiniz mi?		
3	CAM ortamına takım yollarını oluşturdunuz mu?		
4	Takım yolu simülasyonunu yaptınız mı?		
5	CNC tezgâhını çalışır pozisyona getirdiniz mi?		
6	G kotlarını DNC ya da manuel olarak CNC tezgâhına aktardınız mı?		
7	Kesici takımlarını sırasına göre taktınız mı?		
8	Referans noktasına aldınız mı?		
9	Blok malzemesini tezgâh tablasına bağladınız mı?		
10	Parça sıfır noktalarını (X,Y,Z Koordinatlarına göre) tespit ve kayıt ettiniz mi?		
11	Blok malzemeyi işleyerek metal modelleme yapımını gerçekleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “Hayır” olarak cevapladığınız bölümleri bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız ilgili bölümleri tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Ana modelleme yöntemi ile metal modelleme yapabileceksiniz.

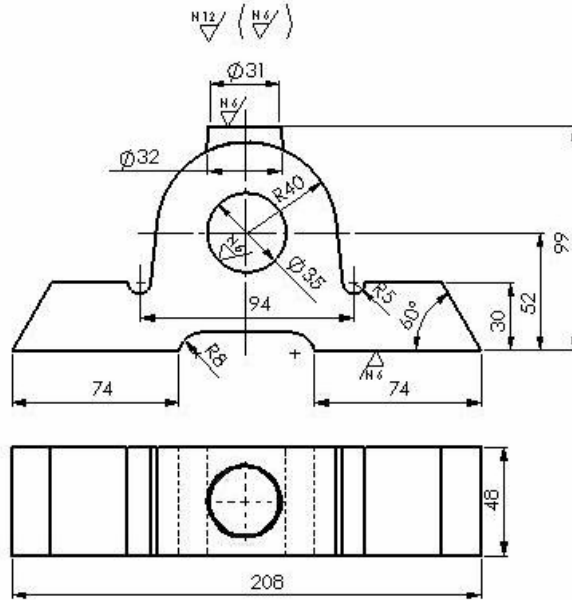
ARAŞTIRMA

- Ana modelleme yöntemi ile metal modellemede ilk modelleme yapım yöntemlerini firmalara giderek araştırınız.
- Ana modelleme malzemelerinin özellikleri hakkında internetten ve kütüphaneden ilgili kaynaklara ulaşarak bilgi toplayınız.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor haline getiriniz ve hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

2. ANA MODELLEME YÖNTEMİ İLE METAL MODELLEME YAPMAK

- İşlenmesi kolay bir malzemeden ana modelleme yapılır.
- Ana modelleme kalıplanarak, kalıba metal modelleme malzemesi dökülür.
- Dökülen metal modelleme işlenerek çalışma modellemesi elde edilir.

Ana modelleme yönteminin uygulama şekli aşağıda gösterilmiştir. Modellemenin öncelikle imalat resmi çizilir (**Resim 2.1**).



Resim 2.1: İmalat resmi

Resme veya numuneye göre yapılan modelleme, kalıplama için bir veya birkaç metal modellemenin hazırlanmasında kullanılacaksa buna ana modelleme denir. Çok sayıda kalıplamada kullanılacaksa veya plak modellemelere ait birden fazla çalışma modellemesi kullanılacaksa bu hallerde ana modelleme yapılması uygulanan yöntemlerden biridir.

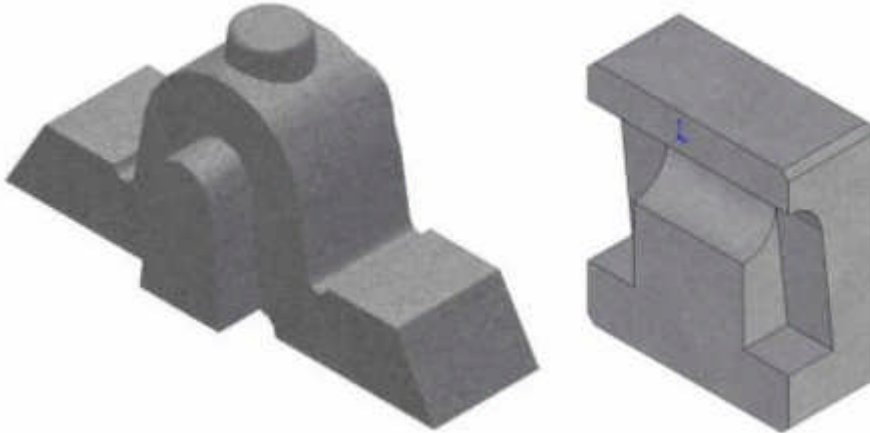
Ana modelleme işlenmesi kolay strafor, ahşap vb. malzemelerden teknolojisine uygun olarak yapılır (**Resim 2.2**).



Resim 2.2: Ana modelleme ve maça sandığı

Ana modelleme çift işleme ve çift çekme paylı olur. Ana modelleme dökülecek parçanın kalıplanmasında kullanılmaz. Yalnızca çalışma modellemesi kullanılamaz duruma gelince çalışma modellemesi yapımında kullanılır.

Ana modellemenin kalıplanarak bu kalıptan elde edilen döküm parçasının modelleme yapım resmine uygun olarak işlenmesi ile çalışma modellemesi elde edilir. Çalışma modellemesi uygun konikliğe, işleme payına ve dökülecek parçanın gerecinin çekmesine sahiptir. Ana modellemeden istenen sayıda çalışma modellemesi dökülür ve işlenir (**Resim 2.3**).



Resim 2.3: Çalışma modellemesi ve maça sandığı

2.1. Malzeme

Ana modelleme yöntemi ile metal modelleme yapımında, bir önceki faaliyette anlatılan gereçler çalışma modellemesinin yapımında kullanılır. Ancak ana modelleme yapımında temel modelleme modülünde anlatılan ahşap malzemeler kullanılır.

Ana modelleme yapımında çoğunlukla çam, gürgen, ıhlamur gibi ahşap malzemeler kullanılmasına karşın; genellikle MDF ve kontraplak tercih edilir. Bunların haricinde strafor veya epoksi blok modelleme malzemeleri de kullanılır.

2.2. Malzemenin İşlenmesi

İşenecek malzemenin cinsi ve özelliğine göre uygun kesici seçilir. Kesme hızı ve ilerleme sayısı katalogtan ayarlanır.

2.3. Ölçme, Markalama ve Kontrol Aletleri

Bilinen bir değer bilinmeyen bir değerle birimsel olarak karşılaştırılmasına ölçme denir. Makine parçalarının yapımında ölçme, markalama ve kontrol aletleri önemli bir yer tutmaktadır. Parçaların istenen ölçme ve özellikle yapılması şüphesiz ölçme ve markalama sisteminin mükemmel olması ile değerlendirilir. Her parçanın kalifiye eleman tarafından belirtilen ölçüde yapılabilmesi mümkün değildir. Ancak parçaların iki ölçme sınırı arasında yapılmasını gerçekleştirebilmek için bu parçayı yapan kişiye gerekli ölçme, markalama ve kontrol aletlerinin verilmesi gerekir.

Ölçme, markalama ve kontrolün sıhhatli yapılabilmesi için de kalifiye elemanın ölçme, markalama ve kontrol aletlerini kullanılmasını çok iyi bilmesi ile mümkün olur. Günümüzde ölçme, markalama ve kontrol aletlerinin gelişmesi ile hatalar minimuma indirilmiştir.

Markalama, verilen imalat ya da yapım resminin 1/1 ölçeğinde iş parçası üzerine aktarılması denir. Markalama ve kontrol aleti olarak genellikle gönyeler, Mihengirler, Pergeller ve mastarlar kullanılır. Ayrıca modellemede kullanılan ölçü aletleri de markalama ve kontrol aletleri olarak kullanılır.

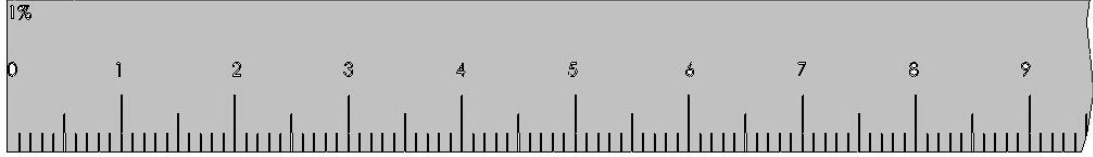
Modelleme yapımında ölçme ve kontrol aletleri diğer dallarda kullanılan ölçü aletleri ile aynı olmasına rağmen; modelleme ölçme ve kontrol aletlerini diğerlerinden ayıran fark bu ölçme ve kontrol aletlerine metallerin çekme miktarlarının ölçü aletlerine ve cihazlarına ilave edilmesidir.

Modelleme ölçme ve kontrol alet ve cihazlarına ilave edilen çekme miktarları:

- Dökmedemir için :% 1
- Kurşun için :% 1
- Alüminyum :% 1,2
- Pirinç(Sarı) :% 1,5

2.3.1. Çelik Cetveller

Ahşap modelleme yapımında ölçme ve markalama amaçlı olarak kullanılan bu cetveller paslanmaz çeliklerden özel amaçlı olarak üretilmiştir (**Resim 2.4**).



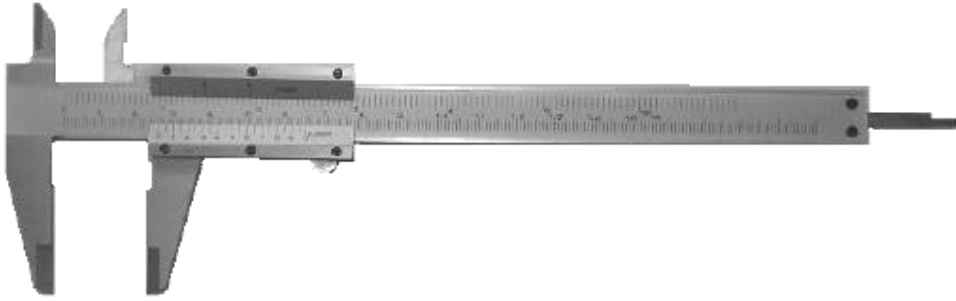
Resim 2.5: Çekme paylı çelik cetvel

2.3.2. Kumpaslar

Kumpaslar uzunluk ölçmelerde, dış çap, iç çap, derinlik ve kanal ölçmelerde kullanılır. Kumpaslar paslanmaz çelikten yapılmış olup cetvel ve verniyer (Sürgü) gibi iki esas parçadan meydana gelir. Sabit çene cetveli, hareketli çene ise verniyer kısmını oluşturur. Kumpaslar genellikle 1/10, 1/20, 1/50 hassasiyette yapılırlar.

2.3.2.1. Verniyer Bölüntülü Sürmeli Kumpas

Metrik ve inc (Parmak) sisteme göre ölçme yapabilen bu kumpaslar, modellemelerin uzunlukların, iç ve dış çapların ölçülmesinde kullanılan ölçme ve kontrol aletleridir (**Resim 2.6**).

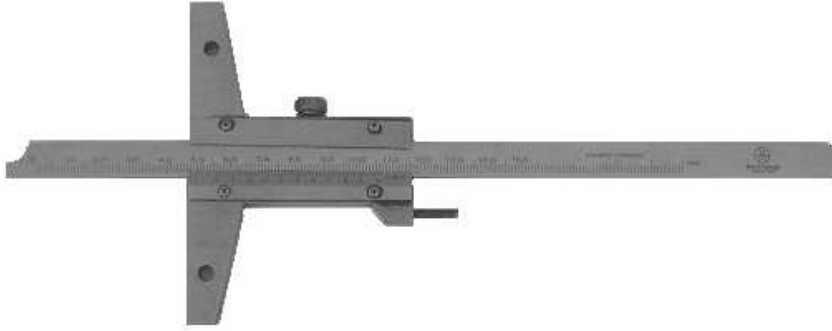


Resim 2.6. Verniyer bölüntülü sürmeli kumpas

2.3.2.2. Derinlik Kumpası

Modelleme üzerindeki delikleri, kanalları, kademeleri ve derinlikleri ölçmek için yapılmış kumpaslardır.

Bu kumpasların ölçü cetveli ile sürgü üzerindeki bölüntüleri sürmeli kumpasların aynısıdır. Cetvel kısmı çelikten yapılmıştır (**Resim 2.7**).

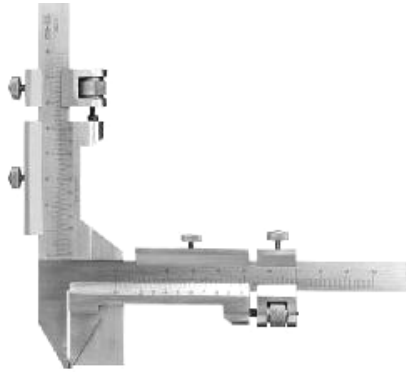


Resim 2.7 Derinlik kumpası

2.3.2.3. Modül Kumpası

Modülü bilinmeyen dişli çarkların modellemelerinin modüllerinin bulunması veya modülü bilindiği halde modellemenin, diş genişlik değerlerinin kontrol edilmelerinde kullanılan ölçme ve kontrol aletleridir.

Modül kumpasları 90° gönye biçiminde, iki ölçü cetvelinden meydana gelmiştir.ölçme ve kontrolünde kullanılan modül kumpaslarındaki yatay cetvel bölüntüsü üzerindeki verniyer bölüntüleri genellikle 1/20 ve 1/50 mm hassasiyetlerinde yapılır (**Resim 2.8**).



Resim 2.8: Modül kumpası

2.3.2.4. Saatli Kumpaslar

Sürmeli kumpaslardan tek farkı, sürgü üzerindeki verniyer taksimatı yerine bir saatin yerleştirilmiş olmasıdır. Kumpasın cetvel bölüntüleri, milimetrik veya parmak ölçü bölüntülü olarak hazırlanır. Ölçü cetvel bölüntüsü hangi ölçü sistemine göre hazırlanmış ise saatlerde o ölçü sistemine uygun hazırlanır. Parmak ölçü sistemine uygun 0,001" hassasiyetinde saatli kumpaslarda mevcuttur.

Saatli kumpaslarda ölçü, verniyer yerine, saat şeklinde bir ekrandan okunmaktadır. Böylece verniyerli kumpaslarda çok sık yapılan ölçü okuma hataları ortadan kalkmıştır. (**Resim 2.9**)



Resim 2.9: Saatli kumpas

2.3.2.5. Dijital Kumpaslar

Bu kumpasın dijital ekranı çok küçük bir pil ile elektronik olarak çalışır. Modelleme üzerinde ölçülen değer doğrudan doğruya ekran üzerinden okunur. Kumpasın çenelerine fazla bastırılmadıkça ölçüleri hatalı göstermez. Şayet çenelere fazla bastırılırsa 0,02 mm kadar bir hata oluşabilir. Bu kumpaslarda hem milimetrik ve hem de parmak sisteme göre ölçüm yapmak mümkündür. Parmak düğmesine basınca göstergeye gelen ölçü parmak olur.

Kumpas üzerindeki ekranda ölçü değerleri ekran üzerinde okunaklı ve büyük rakamlarla yazıldığı için ölçme hatası ortadan kalkmış ve zaman kaybı en aza indirilmiştir. Bu kumpasların hassasiyeti 1/100 mm, 1/1000 ve 0,0005" hassasiyetlerindedir (**Resim 2.10**)



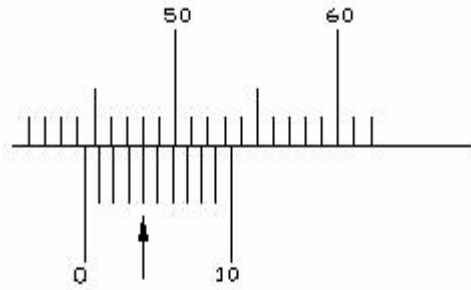
Şekil 2.10: Dijital kumpas

2.3.3. Kumpasların Okunması

2.3.3.1. 1/10 Hassasiyetli Kumpas

Bu kumpasta cetvel üzerindeki 9 mm'lik ölçü, verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüştür. Bu kumpasla 0.1 mm hassasiyetinde bir ölçüm yapılabilir.

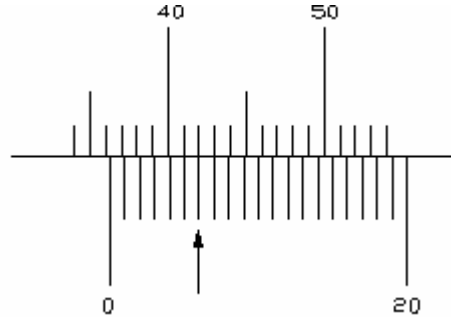
(**Şekil 2.11**) de verniyerin 0 çizgisi cetvel üzerinde 44 ve 45 arasındadır. O halde tam sayı 44 mm'dir. Verniyer üzerindeki çizgi aralıkları, cetvel üzerinde çakışan çizgiye kadar sayılır ve kumpasın hassasiyeti ile çarpılır. $(4 \times 0.1) = 0.4$ mm'dir. Kumpastaki tam sayıya ilave edildiğinde okunan ölçü bulunur. $44 + 0.4 = 44.4$ mm olur.



Şekil 2.11: 1/10 Hassasiyetli kumpasın okunması

2.3.3.2. 1/20 Hassasiyetli Kumpas

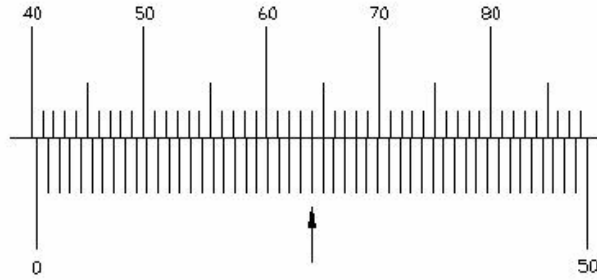
Bu kumpasta cetvel üzerindeki 19 mm'lik ölçü, verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür. Bu kumpasla 0.05 mm hassasiyetinde bir ölçüm yapılabilir. (Şekil 2.12)'de verniyerin 0 çizgisi cetvel üzerinde 36 ve 37 arasındadır. O halde tam sayı 36 mm'dir. Verniyer üzerindeki çizgi aralıkları, cetvel üzerinde çakışan çizgiye kadar sayılır ve kumpasın hassasiyeti ile çarpılır. $(6 \times 0.05) = 0.3$ mm'dir. Kumpastaki tam sayıda ilave edildiğinde okunan ölçü bulunur. $36 + 0.3 = 36.3$ mm olur.



Şekil 2.12: 1/20 Hassasiyetli kumpasın okunması

2.3.3.3. 1/50 Hassasiyetli Kumpas

Bu kumpasta cetvel üzerindeki 49 mm'lik ölçü, verniyer üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüştür. Bu kumpasla 0.02 mm hassasiyetinde bir ölçüm yapılabilir. (Şekil 2.13) te verniyerin 0 çizgisi cetvel üzerinde 40 ve 41 arasındadır. O halde tam sayı 40 mm'dir. Verniyer üzerindeki çizgi aralıkları, cetvel üzerinde çakışan çizgiye kadar sayılır ve kumpasın hassasiyeti ile çarpılır. $(25 \times 0.02) = 0.5$ mm'dir. Kumpastaki tam sayıda ilave edildiğinde okunan ölçü bulunur. $40 + 0.5 = 40.5$ mm olur.



Şekil 2.13: 1/50 Hassasiyetli kumpasın okunması

2.3.4. Mikrometreler

Kumpaslara nazaran daha hassas ve okuma kolaylığı sağlayan ölçü aletleridir. Genellikle daire kesitli parçaların çaplarını ve düz parçaların kalınlıklarını ölçme işleminde kullanılır. Mikrometreler genellikle 0,01 ve 0,001 hassasiyetlerinde metrik sisteme göre imal edilir.

Mikrometreler, 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm ve 75-100 mm ölçü aralıklarında ölçüm yapar. (Resim 2.14)



Şekil 2.14: Mikrometre

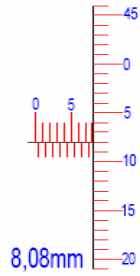
2.3.4.1. Mikrometrelerin Okunması

Mikrometrelerle elle tutularak ölçme yapılabildiği gibi, bunlar genel olarak da hem hassas olarak ölçebilmek, hem de seri ölçmelerde zamandan kazanmak için özel sehpa-larına bağlanarak da kullanılabilir.

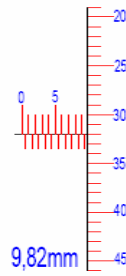
Mikrometre ile ölçerken, önce kovan üzerindeki rakamların tamburun kenarına kadar olan mm ve 0,5 mm değerleri okunur. Sonra bunlara kovanın yatay çizgisiyle karşılaşmış olan tambur üzerindeki 0,01 mm'nin katlarını gösteren miktarlar eklenir.

(Şekil 2.15) de kovan üzerinde tam 8 mm. değeri vardır. Tambur üzerindeki 8. bölüntü çizgisi, kovanın yatay çizgisi ile üst üste gelmiştir. Buna göre $8 + 0,08 = 8,08$ mm değeri okunur.

(Şekil 2.16) de ise, kovan üzerinde 9 mm ve bundan sonra 0,5 mm değerleri görülmektedir. Ayrıca tambur üzerindeki 32. Bölüntü çizgisi kovanın yatay çizgisiyle çakışmıştır. Buna göre mikrometre $9 + 0,5 + 0,32 = 9,82$ mm açılmıştır.



Şekil 2.15



Şekil 2.16

2.3.5. Komparatörler

Komparatör yayla çalışan ve 1°in binde biri veya onbinde birini göstermeye yarayan bir alettir. Komparatörlerin iki çeşidi vardır. İki yönlü bölüntülü komparatörlerde, bölüntüler sıfırdan başlayarak her iki yönde yürütülmüştür. Tek yönlü bölüntülü komparatörlerde ise bölüntüler sıfırdan başlar ve yalnız saat akrebi yönünde devam eder. İki yönlü bölüntüleri olan komparatörler daha çok kullanılır. Küçük komparatörlerin bölüntüleri genellikle 0,01ve 0,001 i gösterecek şekilde yapılmıştır. **(Resim 2.17)**

Komparatörler kaldıraç düzeniyle çalışan ölçü aletleridir. İş parçasına değen komparatör tuşunun hareketi, kaldıraç sistem ile büyütür hata ve salgının 0,01veya 0,001mm değerinde görülmesini sağlar.



Resim 2.17: Komparatörler

2.3.5.1. Komparatörü Kullanma Tekniği

Bir iş tornalanırken çapının tolerans sınırları içinde tornalanması, bir milin darbe tesirleriyle eğilme miktarı, bir prizmatik iş parçasının karşılıklı kenarları arasındaki paralellik durumu, tornalarda ve diğer talaşlı üretim makinelerinde aksel kaçıklıkların kontrolü ve benzer işlerin ölçülmesi ve sıfırlanması komparatörlerle yapılır.

Komparatör saatinin bir kadranı ve kadranın merkezinde dönen bir ibresi vardır. Kadranın çevresi 100 eşit parçaya bölünmüştür. İbre bir tam devir yaptığı zaman, uç aşağı veya yukarı doğru 1 mm hareket eder. İbre sağa dönünce uç yukarıya, sola dönünce aşağıya doğru harekete geçer.

Kadranın alt tarafında ayrıca küçük bir ibre ile 10 eşit parçaya bölünmüş bir de mm göstergesi vardır. Büyük ibre hareket edince küçük ibre de harekete geçer. Büyük ibrenin bir tam devrinde, küçük ibre 1'den 2'ye gelir. Küçük ibrenin 1'den 0'a kadar hareket etmesi; yani bir tam devir yapması ile komparatör ucu 10 mm hareket eder.

2.3.5.2. Komparatörün Okunması

Komparatörün saati üzerindeki büyük ibrenin bir tam devri sonunda uç 1 mm ilerlediğine göre ve kadran çevresi de 100 eşit parçaya bölünmüş olduğundan çevredeki iki çizgi arası $1/100 = 0,01$ mm olarak elde edilir. Buna göre örneğin; ibre kadran çevresinde 12 çizgi ilerlerse, uç 0,12 mm hareket etmiş olur.

2.3.6. Masterlar

Parça boyutlarının, geometrik biçimlerin ve bazen parça yüzey kalitesinin kontrolünde kullanılan genel olarak modellemenin profiline uygun olarak hazırlanan kontrol aletlerine master denir (**Tablo 2.18**)

Radius Masteri

No Ölçü

No: 1 = 1 - 7.5 x 0.5 mm

No: 2 = 7.5 - 15 x 0.5 mm

No: 3 = 15.5 - 25 x 0.5 mm

Filler Çakısı

Ebat 0,05 - 1,0 x 100 mm 20 Ad / Takım

Işıklı ve Sesli Prop

D	d1	d2	L	L1	L2
20	18	10	160	79	34

Sesli Prop

D	d1	d2	L	L1	L2
20	18	10	160	79	34

Diş Tarağı

52 Yaprak

withworth ve metrik birlikte

Çelik Metreler

Ebat

300 x 25 mm

500 x 30 mm

1000 x 30 mm

Dilli Prop

d1	d2	L	L1
10	5	90	8

Düz Prop

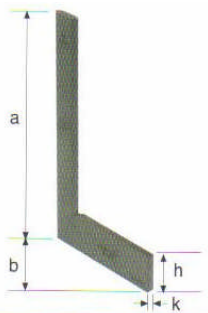
d1	L	L1
10	83	10

Resim 2.18: Master çeşitleri

2.3.7. Gönyeler

Düzlem yüzeylerin kontrolünü komşu yüzeylerle olan açılal durumlarını kontrol etmeye ve çeşitli açılalrın çizimini yapmaya yarayan aletlere denir.

Gönyeler sabit, ayarlı gönyeler ve üniversal gönyeler olmak üzere üçe ayrılır. Gönyelerle markalama ve kontrol ederken gönyenin dayama kenarının parça kenarına temas etmesi sağlanmalıdır. (**Resim 2.19**)



Kıl Gönyeler			
a (mm)	b (mm)	h (mm)	k (mm)
50 x 40		15 x 6	
75 x 50		15 x 6	
100 x 70		20 x 6	
150 x 100		25 x 7.5	
200 x 130		30 x 6	

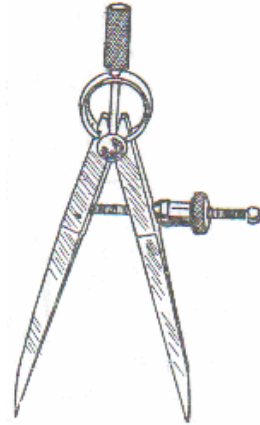
Düz Gönyeler			
a (mm)	b (mm)	h (mm)	k (mm)
100 x 70		20 x 5	
150 x 100		25 x 5	
200 x 130		30 x 6	
250 x 160		30 x 6	
300 x 175		30 x 6	
400 x 200		40 x 8	

T Gönyeler			
a (mm)	b (mm)	h (mm)	k (mm)
100 x 70		20 x 5	
150 x 100		25 x 5	
200 x 130		30 x 6	
250 x 160		30 x 6	
400 x 200		40 x 8	

Resim 2.19: Gönye çeşitleri

2.3.8. Pergeller

Daire ve yayların markalanmasında ve ölçülerin taşınmasında kullanılır. Çeşitli biçim ve şekillerde yapılır. Tek merkez etrafında açılabilen ayaklı pergeller ve paralel ayaklı pergeller olmak üzere iki çeşidi vardır (**Resim 2.3.8**).



Resim 2.20: Pergel

2.3.9. Mihengirler

Markalama ve kontrol aleti olarak kullanılan mihengirler yapısal durumları bakımından çok çeşitlidirler. Markalamada en fazla kullanılanları bölüntülü ve hassas ayarlı olanlarıdır. Kumpaslar gibi 1/10, 1/20, 1/50 hassasiyet değerlerine sahiptir.

Mihengirler genellikle silindirik, yükseklik ve diğer markalama ve kontrol aletleri ile mümkün olmayan kısımların markalanmasında ve kontrolünde kullanılır. Mihengir düzgün bir pleyt üzerine yerleştirilerek ve ölçüsü ayarlanarak, çizici ucu vasıtası ile işlem yapabilir. (Resim 2.21).



Resim 2.21: Mihengir

2.4. Standart Makine Elemanları

Bir önceki faaliyetteki standart makine elemanlarına ilaveten ana modelleme ahşap malzemelerden yapıldığı durumlarda ağaç cıvataları da kullanılmaktadır. Ağaç cıvataları sökülebilir bağlantılarda sağlamlaştırma maksadıyla ve sökülmesi istenmeyen bağlantılarda kullanılır.

2.5. İşleme, Çekme, Eğim ve Koniklik

2.5.1 İşleme Payı

İşlenecek yüzeylere yüzey ölçülerine ve kalitesine bağlı olarak modellemeye verilen fazlalığa işleme payı denir.

2.5.2. Çekme Payı

Kalıba yüksek ısıda dökülen metaller soğuma esnasında hacimce küçülmeye maruz kalır, buna çekme denir. Dökülecek metalin cinsi ve ölçülerine göre modellemeye verilen ilaveye de çekme payı denir.

Çekmeyi ölçülerde meydana gelen küçülme ve kütlede meydana gelen küçülme olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Her malzemenin çekme oranı farklıdır bu oran % de olarak 100 mm`de mm cinsinden ilave edilir.

2.5.3. Eğim ve Koniklik

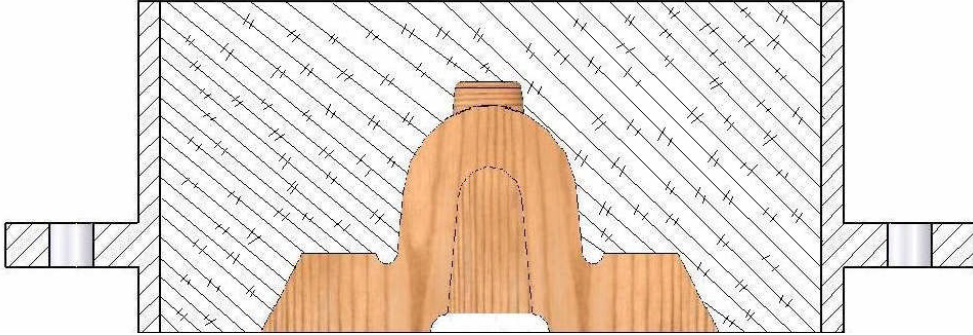
Modellemenin kalıplandıktan sonra kalıbı bozmadan kalıbın içerisinden çıkarılabilmesi için mala yüzeyine dik olan yüzeylere verilen açıdır. Bu açı tek yüzeylere verildiğinde eğim karşılıklı (Silindirik) yüzeylere verildiğinde ise koniklik adını alır.

- Modele üç türlü eğim verilebilir:
 - Eğim açısı veya % miktarı modelin üzerine fazlalık olarak verilirse artı eğim
 - Açısı veya % miktarı model ölçüsünden eksilterek verilirse eksi eğim
 - Model yüzeyine yüksekliğin yarısında ilave yarısından sonra eksilterek verilirse ortalama eğim

2.6. Genel Kalıplama

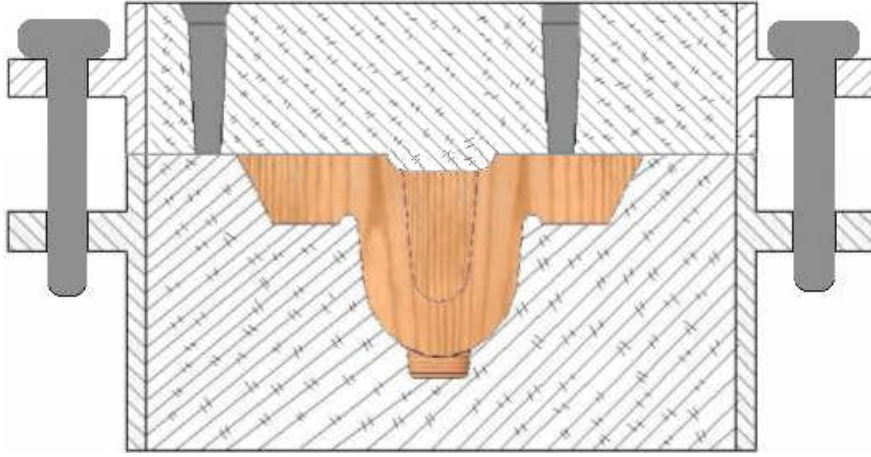
Ana modelleme ahşap veya köpük gibi malzemelerden elde edildikten sonra ana modellemeyen de çalışma modellemesi elde etmek amacı ile kalıplama yapılması ve çalışma modellemelerinin metal gereçten elde edilmesi için kalıplama yapılmaktadır.

Ana modelleme, düzgün bir yüzeye yerleştirilen kalıplama derecesi içerisine yerleştirilir. İnce elenmiş kalıp kumu modelleme üzerine serpilir ve kalıp kumu sıkıştırılır. Modelleme yüzeyinin ince elenmiş kum ile kapandığından emin olunduktan sonra kalıp kumun elenmemiş olanı, derece üst seviyesine kadar dolacak şekilde sıkıştırılarak derece yüzeyi düzeltilir ve alt derecenin kalıplanması tamamlanmış olur (**Resim 2.22**).



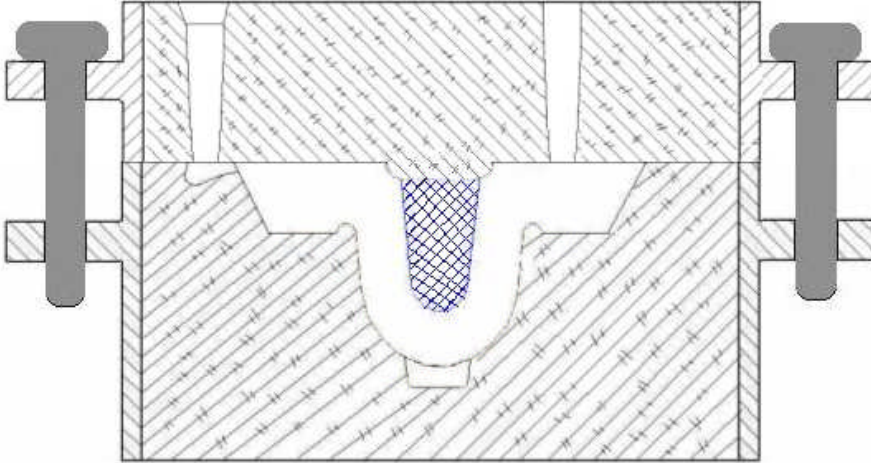
Resim 2.22: Ana modellemenin alt derecede kalıplanması

Alt derece çevrilir ve üzerine her iki kalıbın yapışmaması için silis kumu orantılı bir şekilde alt derece kalıp yüzeyine serpilir. Alt derece üzerine üst derece yerleştirildikten sonra yolluk ve çıkıcı yerleri tespit edilir ve ayarlanır. Elenmiş kalıp kumu, modellemenin varsa diğer yarısı da yerleştirildikten sonra modelleme yüzeyini kapatacak şekilde serpilir. Kalıp kumun elenmemiş olanı, derece üst seviyesine kadar dolacak şekilde sıkıştırılarak derece yüzeyi düzeltilir ve üst derecenin de bu şekilde kalıplanması tamamlanmış olur, (**Resim 2.23**).



Resim 2.23: Üst Derecenin kalıplanması ve yolluk sisteminin ayarlanması

Üst derece açılır, yolluk ve çıkıcı kum içinden çıkarılır. Alt dereceden modelleme çıkarılır. Topuk, gidici gibi işlemler kum kalıp üzerinde yapıldıktan sonra maça kalıp boşluğundaki yerine yerleştirilir. Üst derece kapatılır ve kalıp döküme hazır hale bu şekilde getirilmiş olur. **(Resim 2.6.3)**



Resim 2.24 Kalıbın, dökülmeye hazır hale getirilmesi

2.7. Maliyet Hesapları

Yapılan modellemelerin maliyet hesapları, yapılacak modellemenin türüne göre değişir. Ahşap modelleme, plastik modelleme ve seri üretim amaçları için hazırlanan metal modellemelerin yapımları değişiktir. Değişik tipte yapılan bu modellemelerin malolma fiyatları da değişiktir.

Maliyet hesabı bir makina veya parçasının dökülerek meydana getirilinceye kadar kaç mal oluşunu gösteren hesaba denir. Mal olma hesabını veren faktörler başlıca üç bölüme ayrılır.

2.7.1. Gereç

Modellemenin yapılmasında kullanılan gereçler gerek el iş çiliği ile gerekse makine ve tezgâhlarda işlenerek imalat resmine uygun olarak işlenir ve ölçülerine getirilir. Modellemenin işlenmesi esnasında gerecin verdiği fire ortalama %20 - % 30 kadardır. İşlenecek olan malzemenin cinsi ister ahşap isterse metal olsun maliyet hesaplarında fire, kullanılan gerecin maliyet hesabına dahil edilmelidir.

Gereçler, üzerine fireleri ilave ederek bulunduktan sonra, cinslerine göre sırasıyla gereç listesi adıyla düzenlenerek yazılır. Daha sonra gereçlerin tutarları toplanıp genel olarak o işe harcanan gereç tutarı bulunur.

2.7.2. İşçilik

Bir iş üzerinde çalışan usta, kalfa, çıraklara saat veya gündelik üzerinden ödenecek ücretler işçilik ücreti olarak belirlenir. İşçilik, makina ve tezgâh işçiliği olmak üzere iki türdür. Siparişi alınan bir modellemenin makina veya tezgâhta işlenme, kesilme, temizleme, yapıştırma, zımparalama, macunlama, boyama ve vernikleme gibi işlemlerinin süreleri ayrı ayrı hesaplanarak çalışan işçilerin ücreti üzerinden işçilik tutarı bulunur.

İş yerinin ve değişik gereçlerin işlenmesinin değişik olacağı bir gerçektir, işçilik hesabı evvelce yapılan işlerden edinilen bilgi göre % 35 - % 50 arasındadır.

2.7.3. Genel ve Özel Giderler

Gereç tutarları ve işçilikten sonra, bir iş yerinin başlıca giderleri de vardır. Bunlara küçük atölyelerde topluca genel giderler denir. Büyük işletmeler de bu giderler işletme masrafları genel ve özel giderler olarak ayrı ayrı bölümlendirilip hesaplanır. Bu giderlerden başlıcaları:

- Kiralar: Atölye, depo, vardiyelerin aylık veya senelik kiralrı, iş yeri sahibininse, kiraya verebileceği ücret üzerinden amortisman alınır ve vergileri konur.
- Makina Amortismanı: Atölyede bulunan makinelerin topluca aşınma paylarıdır.
- Elektrik ve ısıtma giderleri: Aydınlatma ve güç (Motor) için harcanan elektrik giderleri bu gruba girer. Isıtma da, çeşitli yakıtlara ödenen paradır.
- Memur ve müstahdem ücretleri: Büyük işletmelerde çalışan ressam, katip, muhasip, hademe vs. için ödenen aylık ücretlerdir.
- Taşıt giderleri: İş yerine ait taşıma ücretleridir.
- Kırtasiye ve reklam giderleri: Kağıt, kalem, mürekkep vb. gibi gereçlerin giderleri ile yapılan eşyaların kolayca satılmasını sağlayan reklamlara yatırılan giderler bu bölüme girer.
- Büyük işletmelerde bütün bu giderlerin yıllık tutarları bilinerek, ay ve gün üzerinden yapılan, işler üzerine denemiş belirli bir oranla konur. Bu oran yüksek olursa işin mal olma hesabını yükselir ve satış imkanını azaltır. Az konursa giderleri karşılamayarak zararına çalışılmış olunur.

Okullarımız sipariş atölyelerinde bu giderler (İşletme masrafları) adı altında, gereç ve işçilik tutarları toplamının % 15 - % 30 olarak konur.

Maliyet hesabından sonra karşımıza çıkan rakam, o işin satış fiyatı değildir. Atölye veya firmalar yaptığı işlerden kâr almak zorundadır. Bu nedenle maliyet hesabına kâr eklenerek satış fiyatı bulunmalıdır. Kâr genel olarak % 15 - % 30 arasında eklenir. Bu rakamların azalması, atölyenin az kâr etmesine, çoğalması yüksek fiyat çıkararak rekabet gücünü azaltmasına sebep olur.

Müşteri ile firma sahibi arasında yapılan karşılıklı anlaşma için sözleşme yapılmalıdır. Sözleşme yazılı olarak yapılır. Modelleme yapılmadan önce sözleşme hazırlanması ve tarafların imzalanması her iki tarafın da faydasıdır. Anlaşmazlığı önlemek için bütün detaylar sözleşmeye eklenir.

- Sözleşmeye önemli hususlar yazılır. Bu önemli hususlar şunlardır:
 - Modellemenin gereci:
 - Ahşap
 - Plastik
 - Metal
 - Strafor
 - Modelin yapımında kullanılacak gerecin kalitesi ve ayrı ayrı cinsleri
 - Modellemenin konstrüksiyonu
 - Modellemenin ne kadar zamanda yapılacağı ve teslim tarihi
 - Modellemenin fiyatı, peşin ve kalan miktarları
 - Modellemenin teslim yeri ve şekli.
 - Sözleşmeye uyulmadığında, uymayan tarafın ödeyeceği tazminat miktarı ve şekli

Sözleşme iki nüsha olarak hazırlanır. Biri sipariş veren müşteride, diğeri firma sahibinde kalır. ileride anlaşmazlık çıkmaması için sözleşme titizlikle hazırlamalı ve ifadeler kesin olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Modelleme resimlerini çiziniz.	➤ Modellemenin kalıp ayırma yüzeyini belirleyiniz. ➤ Maça başlarını çızınız. ➤ Maça sandığı resmini çiziniz. ➤ Modelleme kalıplama resimini çiziniz.
➤ Ana modelleme gerecini seçiniz.	➤ Modelleme için MDF blok malzeme ya da ahşap malzeme seçiniz.
➤ Ana modellemeye çift işleme ve çift çekme payı veriniz.	➤ Modelleme gereğine göre çekme ve işleme payı veriniz. ➤ Döküm gereğine göre çekme ve işleme payı veriniz.
➤ Ana modellemeyi yapınız.	➤ Modellemeyi uygun tezgâhlar kullanarak yapınız.
➤ Modelleme gerecini seçiniz.	➤ Modelleme gereci için metal malzeme seçiniz.
➤ Ana modelden istenilen sayıda ön model elde ediniz.	➤ Seri üretimi gerçekleştirmek için ana modellemeyi istenilen sayıda kalıplayınız.
➤ Dökülen ön modellemeleri uygun tezgâhta işleyerek modellemeyi oluşturunuz.	➤ Elde edilen modellemeleri uygun tezgâhlar kullanarak yapınız.
➤ Ölçme ve kontrol aletleri ile son kontrolünü yapınız.	➤ Modellemede tolerans dışı ölçü hatası varsa düzeltiniz.
➤ Modelleme üst yüzey işlemlerini yapınız.	➤ Modellemeyi zımparalayınız. ➤ Gerekliyse boyayınız. ➤ Yüzeylerini parlatınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

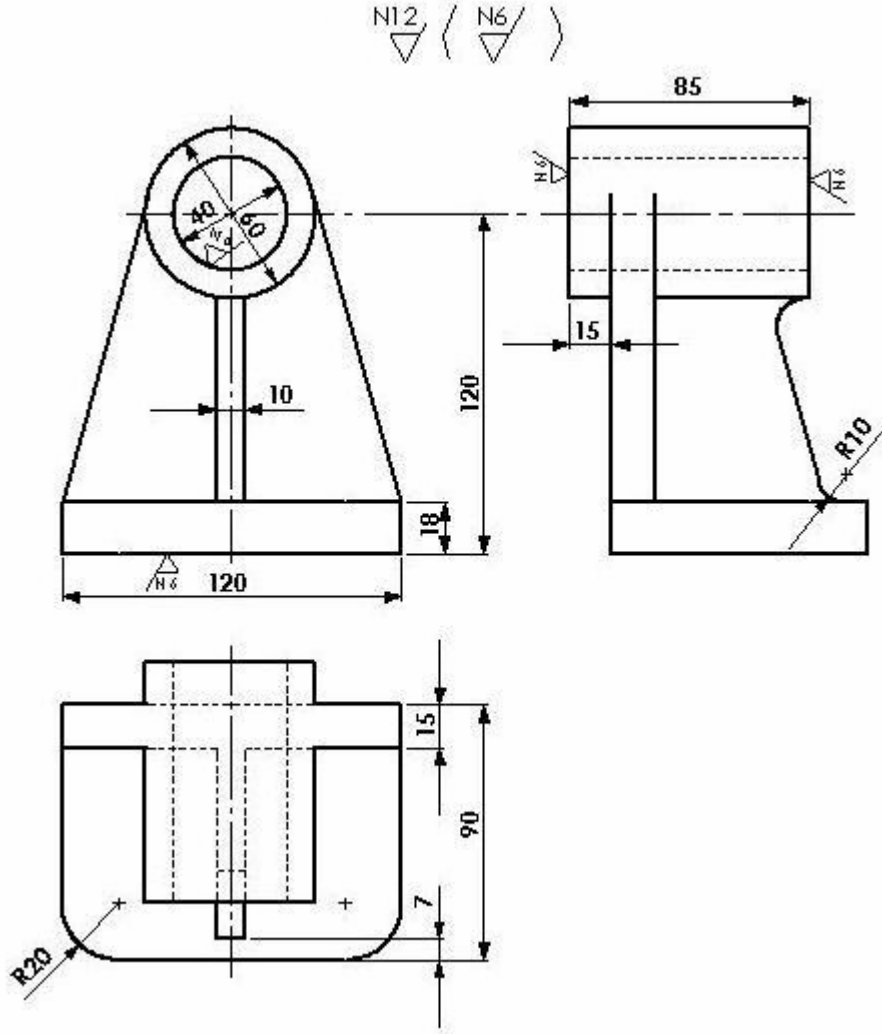
1. Aşağıdakilerden hangisi diğerlerine göre daha hassas ölçme yapar?
A) Çelik cetvel
B) Mikrometre
C) Şerit metre
D) Kumpas
2. Aşağıdakilerden kumpaslardan hangisi uzunluk ölçme de **kullanılmaz**?
A) Modül kumpası
B) Saatli kumpas
C) Sürmeli kumpas
D) Dijital kumpas
3. Aşağıdakilerden hangisi dişli çarkların diş ölçülerinin kontrol edilmesinde kullanılan kumpas çeşididir?
A) Derinlik kumpasları
B) Modül kumpası
C) Saatli kumpaslar
D) Dijital kumpaslar
4. Aşağıda verilenlerden hangisi ana modelleme için doğrudur?
A) Tek çekme ve tek işleme payı verilir.
B) Eğim ve koniklik verilmez.
C) Çift çekme ve tek işleme payı verilir.
D) Çift çekme ve çift işleme payı verilir.
5. Modellemeyi hareketli olmak kaydı ile birbirine birleştirmek için gerekli olan gereç türü nedir?
A) Vida
B) Yüksük
C) Pim
D) Aparat

DEĞERLENDİRME

Verdiğiniz cevapları modülün sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız, verdiğiniz cevapların hepsi doğru ise diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

İmalat resmi verilen Yatak Gövdesi parçasının metal modellemesini, ana modelleme yöntemi ile yapınız.



Alan Adı	Makine Teknolojisi	Tarih	
Modül Adı	Metal Modelleme	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı	Ana Modelleme Yöntemi İle Metal Modelleme Yapmak	Adı Soyadı	
		No	
Faaliyetin Amacı	Ana modelleme yöntemi ile metal modelleme yapabileceksiniz.	Sınıfı	
		Bölümü	
Açıklama	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki testi doldurunuz. “Hayır” olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Modelleme gerecini belirlediniz mi?		
2	Modellemeye ait konstrüksiyonu çizdiniz mi?		
3	Ana modellemeyi yapım tekniklerine göre yaptınız mı?		
4	Ana modellemeyi kalıpladınız mı?		
5	Ana modellemeden istenilen sayıda çalışma modellemesi elde ettiniz mi?		
6	Çalışma modellemelerini işlediniz mi?		
7	Modelleme parçalarını birleştirdiniz mi?		
8	Ölçme ve kontrolünü yaptınız mı?		
9	Üst yüzey işlemlerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “Hayır” olarak cevapladığınız bölümleri bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız ilgili bölümü tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Metal malzeme kullanarak montaj metal modelleme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Montaj metal modelleme yöntemlerini firmalara giderek araştırınız.
- Montaj modelleme ile ilgili yapım resimlerini internetten araştırarak inceleyiniz.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor haline getiriniz ve hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

3. MONTAJ METAL MODELLEME YAPMAK

3.1. Malzeme

Blok malzemelerden metal modelleme yapmak faaliyetindeki malzemeler montaj metal modelleme için de kullanılmaktadır. Öğrenme Faaliyeti -1`e bakınız.

3.2. Ölçme, Markalama ve Kontrol Aletleri

Ana modelleme yöntemi ile metal modelleme yapmak faaliyetindeki ölçme, markalama ve kontrol aletleri montaj metal modelleme için de kullanılmaktadır. Öğrenme Faaliyeti -2`ye bakınız.

3.3. Standart Makine Elemanları

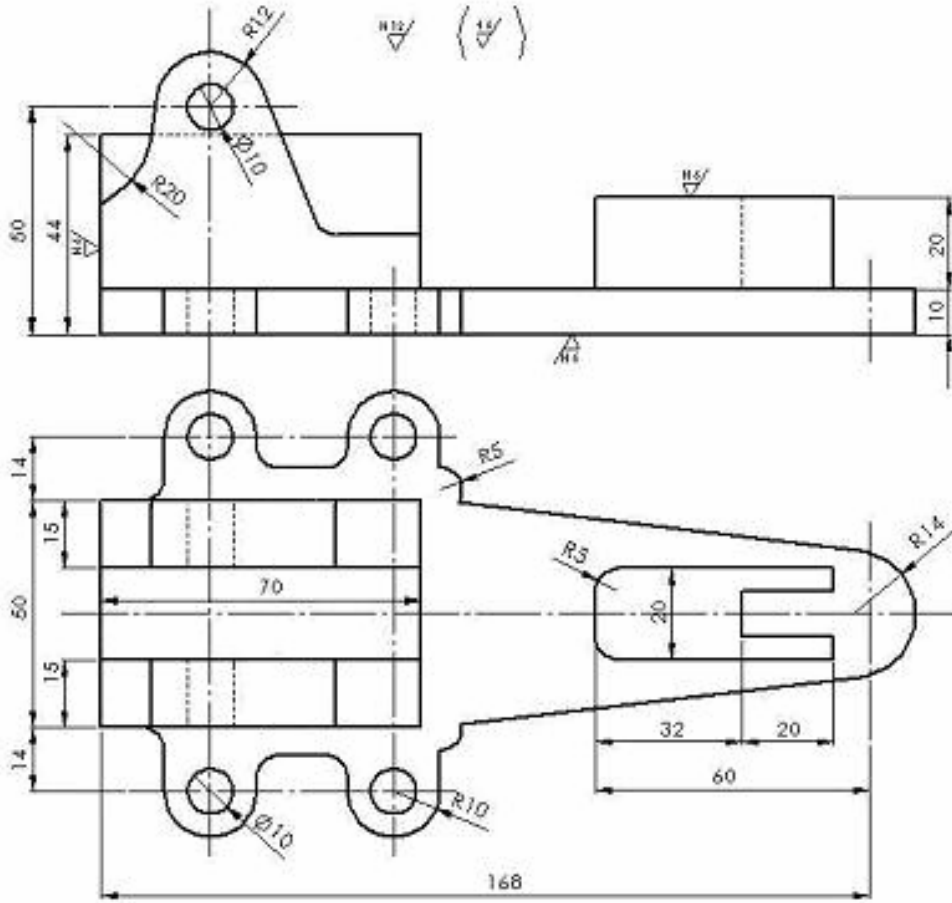
Blok malzemeden metal modelleme faaliyetindeki standart makine elemanları montaj metal modelleme için de kullanılmaktadır. Öğrenme Faaliyeti -1 `e bakınız.

3.4. Standart Birleştirme Elemanları

Standart makine elemanlarındaki, birleştirme elemanları montaj metal modelleme te faaliyetinde kullanılmaktadır. Öğrenme Faaliyeti -1 `e bakınız.

3.5. Talaşlı Üretim Tezğâhlarında Çalışma

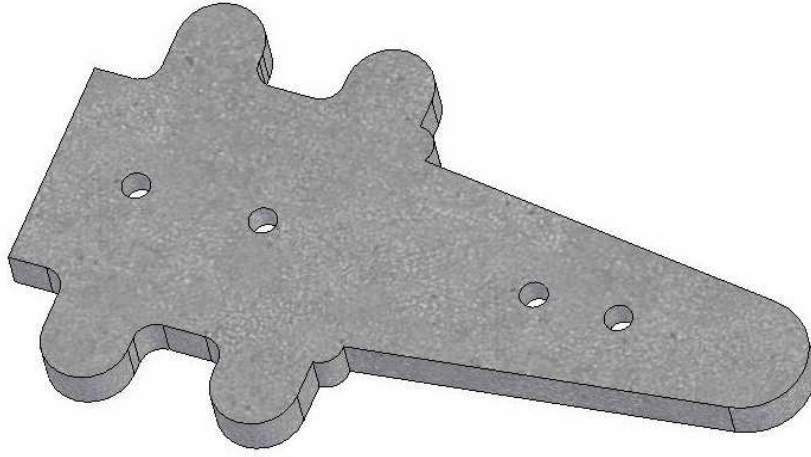
Montaj metal modelleme yapımında CNC tezğâhı dışında ayrıca metal modelleme yapımında kullanılan makine ve tezğâhlarda vardır. Bu tezğâh veya makineler kullanılarak montaj metal modelleme yapabiliriz (Resim 3.5).



Resim 3.1: Ayarlı altlık imalat resmi

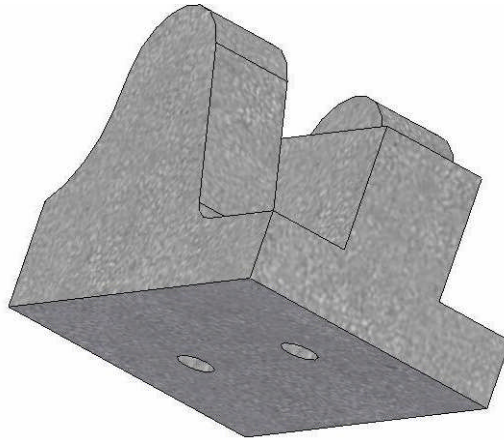
Ayarlı altlık parçasının montaj modellemesini, gövde parçası, kanat parçaları ve diğer üst parça olmak üzere üç parçaya ayırarak ve daha sonra birleştirmek şartı ile talaşlı üretim tezgâhlarında yapabiliriz.

Bunun için öncelikle gövde kısmını imalat resmini dikkate alarak freze tezgâhı, vargel, matkap tezgâhı kullanarak yapabiliriz. Öncelikle imalat resmine göre gövde parçası kalınlık ölçüsüne getirilir. Daha sonra gövde parçası imalat resmi ölçülerine göre markalanır ve marka çizgilerine göre gövdenin kenar kısımları tezgâhta işlenir. İşlenen gövde parçasına, matkap tezgâhında montajlamak için delikler açılır. (Resim 3.5.2)



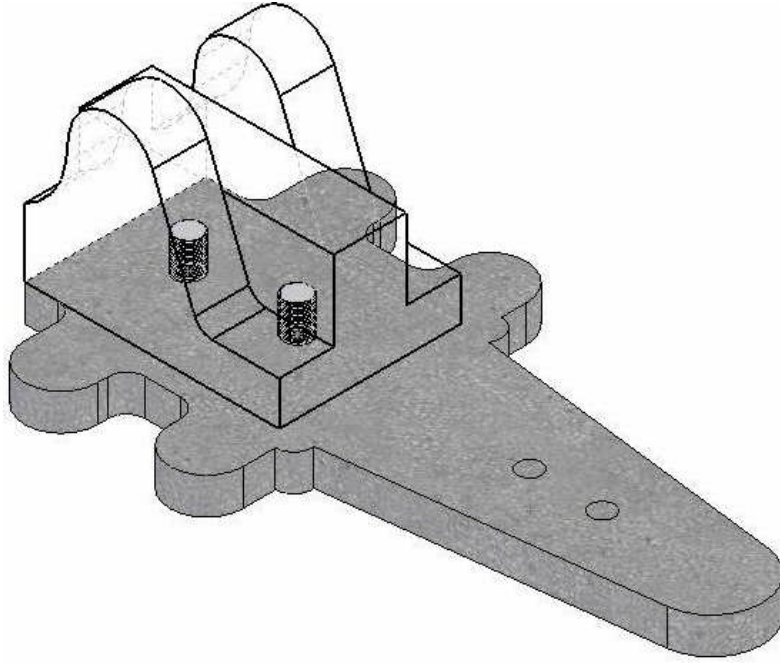
Resim 3.5.2: Ayar tablası gövde

Gövde parçası ile ilgili çalışma bittikten sonra kanat parçalar kullandığınız tezgâhda imalat resmi ölçüleri dikkate alınarak ve uygun kesiciler kullanılarak işlenir. Kanat parçasının gövdeye montajlanması için önce uygun bir matkap ile cıvata dış dibi çapında delinir (**Resim 3.3**).



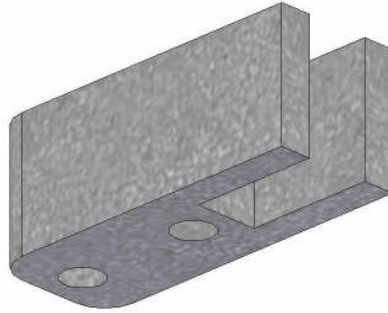
Resim 3.3: Ayar tablası kanat

Daha sonrada kılavuz çekilerek vida açılır ve montaja hazır hale getirilir. Montajlamak için genellikle alyen başlı cıvata kullanılır (**Resim 3.4**).



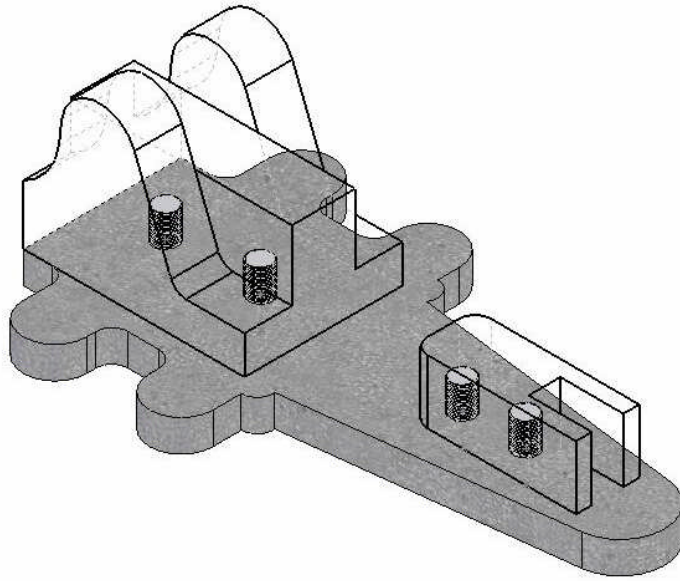
Resim 3.4. Ayar tablası kanat montaj

Kanat parçasının gövdeye nontajlanması bittikten sonra gövde üzerindeki diğer üst parçanın işlenmesine geçilir. Yine parçanın cinsine göre uygun tezgâhlar kullanılarak parça işlenir. Parçaya matkapla bir önceki işlemde olduğu gibi delik delinir. Daha sonra da kılavuz çekilerek montaja hazır hale getirilir (Resim 3.5).



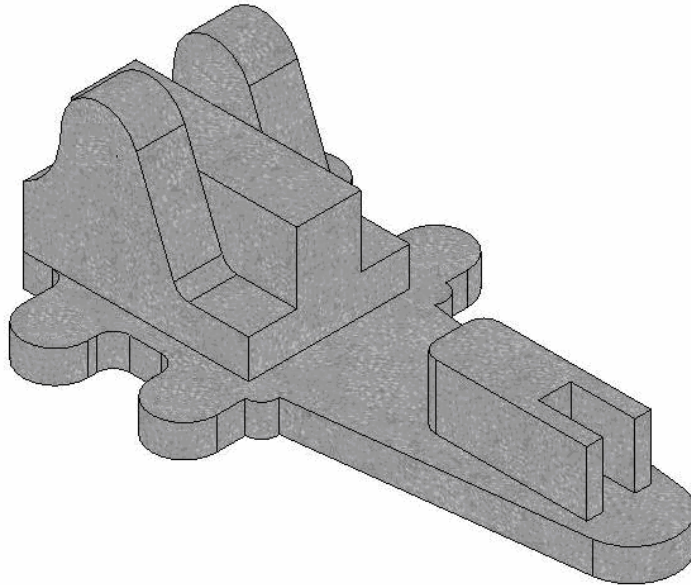
Resim 3.5. Ayar tablası üst parça

Üst parçanın işlenmesi bittikten sonra montajlama işlemi cıvatalar ile yapılır ve montaj metal modellemenin birleştirme işlemi bitirir (Resim 3.6).



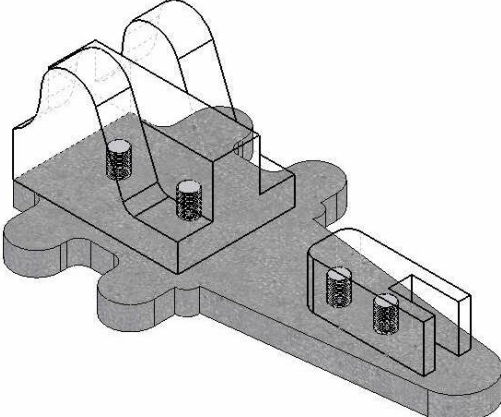
Resim 3.6. Üst parçaların montajı

Montajlama işlemi bittikten sonra eğim, koniklik ve üst yüzey işlemleri ile ilgili eksiklikler ve ölçme-kontrolleri yapılır ve modelleme kullanıma hazır hale gelir (Resim 3.7).



Resim 3.7: Montajı bitmiş model

UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Modelleme resimlerini çiziniz.	➤ Modellemenin kalıp ayırma yüzeyini belirleyiniz. ➤ Modelleme imalat ve yapım resimlerini çiziniz. ➤ Modelleme kalıplama resimini çiziniz.
➤ Modelleme gereç seçimini yapınız.	➤ Döküm sayısına göre malzeme seçimini yapınız.
➤ Modelleme parça sayısını tespit ediniz.	➤ İmalat ve yapım resmine göre modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ediniz.
➤ İşleme paylarını veriniz.	➤ İmalat resminde işleme işareti olan yerlere işleme paylarını veriniz. ➤ İşleme payını verirken işlenecek yüzeyin büyüklüğü, döküm sayısı, işleyecek tezgâh ve döküm gerecini göz önüne alınız.
➤ Parçaları uygun tezgâh ve makinelerde işleyiniz.	➤ Modellemenin hangi parçaların hangi tezgâhlarda işleneceğini belirleyiniz. ➤ Tezgâhlar için uygun kesicileri ve avadanlıkları ayarlayınız. ➤ Tezgâhlarda güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Devir ve kesme hızı hesaplamalarını yapınız.
➤ Modelleme parçalarını birbirine monte ederek modeli oluşturunuz.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

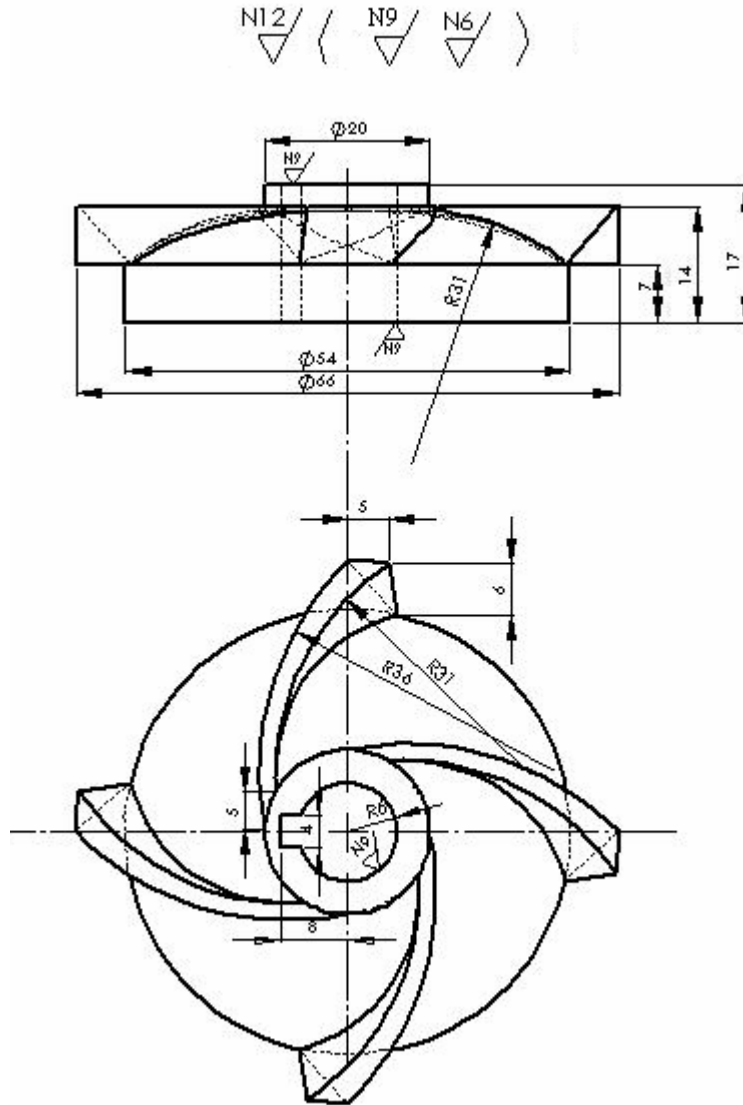
1. Aşağıdakilerden gereçlerden hangisi ile ölçme yapılmaz?
A) Gönye
B) Çelik cetvel
C) Kumpas
D) Mikrometre
2. Montaj metal modelleme yapmak için aşağıdaki birleştirme elemanlarından hangisi kullanılır?
A) Ağaç vidası
B) Kavela
C) Perçin
D) Cıvata
3. Aşağıdaki değerlerden hangisi 1/50 hassasiyetli kumpasa eşdeğerdir?
A) 0,1
B) 0,01
C) 0,02
D) 0,05
4. Montaj modellemede aşağıdakilerden hangisi parçaya iç vida açmada kullanılır?
A) Matkap
B) Kılavuz
C) Mihengir
D) Kumpas
5. Montaj metal modellemede, modelleme parçalarını delmek için hangi tezgâhtan faydalanılır?
A) Matkap
B) Planya
C) Freze
D) Pim

DEĞERLENDİRME

Verdiğiniz cevapları modülün sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız, verdiğiniz cevapların hepsi doğru ise Performans testine geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

İmalat resmi verilen Helezon parçasının metal modellemesini, montaj metal modelleme yöntemi ile yapınız.



Alan Adı	Makine Teknolojisi	Tarih	
Modül Adı	Metal Modelleme	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı	Montaj Metal Modelleme Yapmak.	Adı Soyadı	
		No	
Faaliyetin Amacı	Metal malzeme kullanarak montaj metal modelleme yapabileceksiniz.	Sınıfı	
		Bölümü	
Açıklama	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki performans testini doldurunuz. “Hayır” olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	Teknik resmini incelediniz mi?		
2	Döküm sayısı ve gerecini belirlediniz mi?		
3	Mala yüzeyini belirlediniz mi?		
4	Modellemeye ait imalat resmini çizdiniz mi?		
5	Modelleme gerecini belirlediniz mi?		
6	Modellemeyi hangi tezgâhlarda yapacağınıza karar verdiniz mi?		
7	Montaj parçaları işlem sırasına göre işlediniz mi?		
8	Montaj parçalarını birleştirmek için matkap tezgâhında uygun bir şekilde deldiniz mi?		
9	Birleştirilecek parçalara kılavuz çektiniz mi?		
10	Modelleme parçalarını birleştirdiniz mi?		
11	Modellemenin ölçme ve kontrolünü yaptınız mı?		
12	Modelleme üst yüzey işlemlerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan modül değerlendirmesi sonunda “Hayır” olarak cevapladığınız bölümleri bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	C
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	B
4	D
5	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	B
5	D

KAYNAKÇA

- EKMEKÇİ Nurettin, **Makine Model Meslek Resmi**, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 2001.
- YILDIZELİ Yakup, **Modelleme Teknolojisi Notları ve CAD-CAM Çizimleri**, İstanbul, 2005.
- **Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme, Makine Teknolojisi Notları**, İstanbul, 2005.
- FİLİZER Ziya, Orhan Ziya İRKİN, **Genel Makine Modelciliği 2**, İstanbul, 1979.
- www.makinetesviye.com
- www.makineteknolojisi.com