

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

PLASTİK TEKNOLOJİSİ

EKSTRÜZYON ŞİŞİRME KALIPLARI 2

Ankara, 2013

- 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. EKSTRÜZYON ŞİŞİRME KALIPLARINDA ÜRÜN BOŞLUĞU İŞLEMEK.....	3
1.1. Tornalama	3
1.1.1. Tornanın Tanımı	3
1.1.2. Torna Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları.....	5
1.1.3. Torna Kesicileri	5
1.1.4. Katerler	8
1.1.5. İş Parçalarını Bağlamak.....	8
1.1.6. Alın Tornalama.....	13
1.1.7. Punta Deliği Açma.....	14
1.1.8. Silindirik Tornalama	15
1.1.9. Kademeli Tornalama	16
1.1.10. Kademelere Pah Kırma.....	17
1.1.11. Malafa ile Tornalama.....	18
1.2. Plastik Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Boşluklarının Özellikleri.....	19
1.2.1. Kalıp Çekirdeği Malzemeleri	19
1.2.2. Kalıp Boşlukları ve Özellikleri	21
1.3. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Boşluklarının İşlenmesi	22
1.3.1. Dalma Erezyon Tezgâhı	22
1.4. Kalıp Elemanlarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi.....	43
UYGULAMA FAALİYETİ	52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	54
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	56
2. EKSTRÜZYON ŞİŞİRME KALIPLARININ SOĞUTMA KANALLARINI İŞLEMEK	56
2.1. Plastik Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının Özellikleri	56
2.1.1. Kalıpların Soğutulması.....	56
2.2. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının İşlenmesi	58
2.2.1. Ekstrüzyon Şişirme Kalıplarının Soğutma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi	58
UYGULAMA FAALİYETİ	61
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	64
MODÜL DEĞERLENDİRME	65
CEVAP ANAHTARLARI.....	67
KAYNAKÇA	68

AÇIKLAMALAR

ALAN	Plastik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Plastik Kalıpcılığı
MODÜLÜN ADI	Ekstrüzyon Şişirme Kalıpcılığı 2
MODÜLÜN TANIMI	Plastik malzeme, plastik kalıp ve plastik makine bilgilerini kullanarak plastik ekstrüzyon şişirme kalıbı yapma yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Alan ortak modüllerini almış olmak Plastik Ekstrüzyon Şişirme Kalıpcılığı 1 modülünü almış olmak
YETERLİK	Plastik ekstrüzyon şişirme kalıplarını üretmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında plastik ekstrüzyon şişirme kalıplarının üretimini istenilen ürün özelliklerine uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Plastik ekstrüzyon şişirme kalıp boşluklarını istenilen hassasiyette işleyebileceksiniz. 2. Plastik ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarını ürün özelliğine uygun olarak işleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Bilgisayar laboratuvarı Donanım: Plotter, çizim kâğıdı, tesviyecilik araç gereçleri, markalama gereçleri, talaşlı üretim makineleri, 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 hacim kalıbının da etkisi vardır. Kullanılan plastik hacim kalıbındaki tüm hatalar, üretilen ürüne aynen yansımaktadır. Kalıp imalatında belli bir işlem sırası takip edilmelidir.

Bu modül ile bir plastik ekstrüzyon şişirme kalıbının kalıp boşluğunu ve soğutma kanallarını, yapım resimlerine uygun markalama işlemlerini yapıp talaşlı üretim makinelerini kullanarak işleyebileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Plastik ekstrüzyon şişirme kalıp boşluklarını istenilen hassasiyette işleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Plastik kalıp imalatı yapan atölyeleri ziyaret ederek plastik ekstrüzyon şişirme kalıp boşluklarının işlenmesinde kullanılan yöntemleri araştırınız.

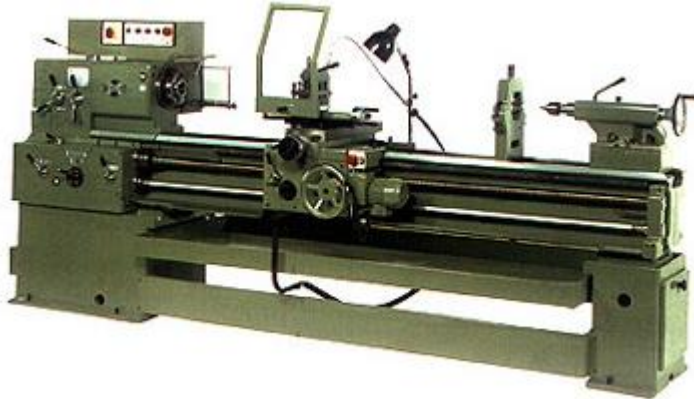
1. EKSTRÜZYON ŞİŞİRME KALIPLARINDA ÜRÜN BOŞLUĞU İŞLEMEK

1.1. Tornalama

Tornada genellikle ekstenel hareketle dış-ış kısımlarda silindirik ve konik yüzeyler işlenir. Ayrıca çeşitli profillerde vida açma, matkapla delik delme, kılavuz salma işlemlerinin yanında taşlama, frezeleme, profil tornalama, yay sarma, demir, çelik, ağaç, plastik alaşımlar ve yumuşak gereçlere istenilen şekil ve biçim verme işlemleri uygulanabilir.

1.1.1. Tornanın Tanımı

Kendi ekseni etrafında dönen, sıkı ve emniyetli bir şekilde bağlanmış iş parçaları üzerinden uygun açıda bilenmiş kesiciler yardımıyla talaş kaldıran tezgâhlara torna tezgâhı denir (Resim 1.1).

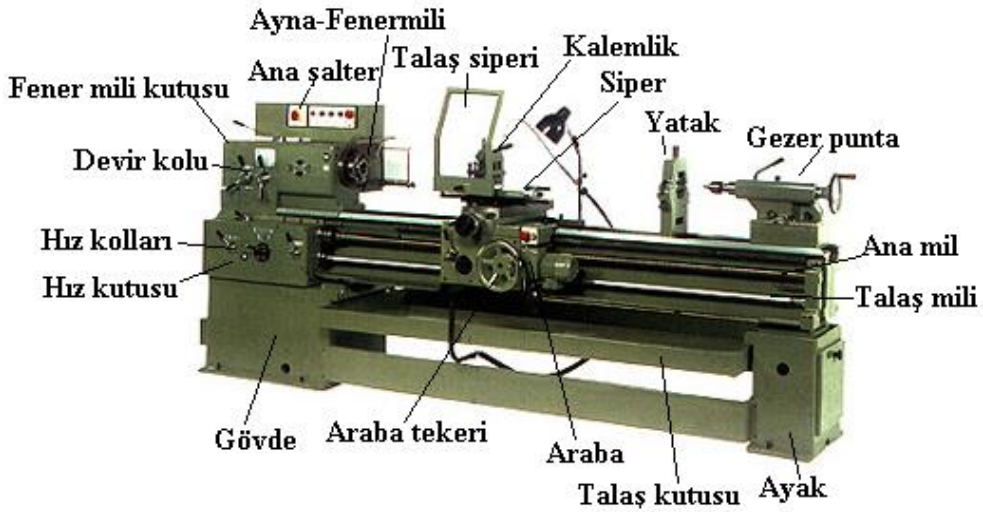


Resim 1.1: Torna tezgâhı

1.1.1.1. Torna Tezgâhı Çeşitleri

- Üniversal torna tezgâhları
- Özel işlem torna tezgâhları
 - Revolver torna tezgâhı
 - Düşey torna tezgâhı
 - Otomat torna tezgâhı
 - Hava torna tezgâhı
 - Kopya torna tezgâhı
 - Bilgisayarlı nümerik kontrollü (CNC) torna tezgâhı
- Üniversal torna tezgâhı ve kısımları

Resim 1.2’de bir üniversal torna tezgâhı ve kısımları gösterilmiştir.



Resim 1.2: Üniversal torna tezgâhının kısımları

- **Gövde:** Tornanın dökümden yapılan ve diğer kısımları üzerinde taşıyan temel organdır.
- **Devir hız kutusu:** İçinde fener milini ve buna hareket veren dişlileri bulundurur. Torna tezgâhının devir sayısı bu dişlilerle değiştirilir.
- **İlerleme hız kutusu:** Tornanın talaş miline ve ana miline çeşitli dönme hızları vermeye yarar. İçinde hızın belirlenmesini sağlayan dişliler vardır.
- **Araba:** Torna üzerinde kayıt kızak aracılığı ile boydan boya ilerleyen kısımdır. Üzerinde tabla, sport, kalemlik bulunmaktadır. Elle veya otomatik olarak hareket etmektedir.
- **Tabla:** Kalemin fener mili eksenine dik olarak ilerlemesini sağlar. Otomatik ilerlemesi için arabanın dişlilerinden yararlanır.

- **Sport:** Açı bölüntülü tablasından yararlanıp istenilen açığa döndürülerek açılı yüzeylerin tornalanmasını sağlar. Ayrıca elle kısa ilerlemelerde kullanılır.
- **Kalemlik:** Kalemin doğrudan veya katerle tornaya bağlandığı kısımdır.
- **Gezer punta:** Tornanın kayıtları üzerine monte edilmiştir ve ileri geri hareket etmektedir. Üzerindeki punta ile iş parçalarını desteklemekte mandrenle de matkabın bağlanmasını sağlamaktadır.
- **Torna yatakları:** Torna dolabında bulunan ve uzun, ağır iş parçalarının desteklenmesini sağlayan elemandır.

1.1.2. Torna Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları

- Çalışma ortamına uygun iş önlüğü giyiniz (Dar veya bol olmayan ve kolları lastikli).
- Tezgâhı iyice tanıyınız ve öğreniniz.
- Tezgâhın bilmediğiniz yerlerini kurcalamayınız.
- Tezgâh çalışırken yanından ayrılmayınız ve başkaları ile tezgâh başında şakalaşmayınız.
- Dikkatinizi işe veriniz.
- Tezgâhta çalışırken aydınlatmanın yeterli olmasına dikkat ediniz.
- Ayna anahtarını kesinlikle ayna üzerinde unutmayınız.
- Uzun malzemeleri işlerken tezgâh dışına çıkan yerlere dikkat ediniz.
- Talaşlardan korunmak için tezgâh koruyucu kapağını kullanınız.
- Çıkan talaşları elinizle almayınız. Talaş alma kancası kullanınız.
- Tezgâh çalışırken eğe yapacaksanız dikkatli bir şekilde eğeyi tutunuz.
- Tezgâhı durdurmadan kesinlikle ölçme yapmayınız.
- Ayna durmadan iş parçasına ve dönen aksama dokunmayınız.
- Torna karşısında dengeli bir şekilde durunuz.

1.1.3. Torna Kesicileri

1.1.3.1. Torna Kesicilerinin Sınıflandırılması

Kendisine özgü açıları ve kesici kenarı olan, talaş kaldırma işlemlerini gerçekleştiren makine gereçlerine **kesici takım** denir. Çeşitleri şunlardır:

- Gereçlerine göre
 - Takım çeliği kalemler
 - Seri çelik kalemler (HSS)
 - Pratikte çok kullanılır. Kalem üzerindeki HSS harfleri ile ifade edilir. Genellikle orta sertlikteki malzemelerin işlenmesinde kullanılır.
 - Sert maden uçlar
 - Kalite ve dayanımı yüksektir. Sert malzemelerin işlenmesinde kullanılır. Piyasada en çok kullanılan kalemlerdir. CNC tezgâhlarda bu kalemler kullanılır (Resim 1.3).



Resim 1. 3: Çeşitli sert maden uçlar



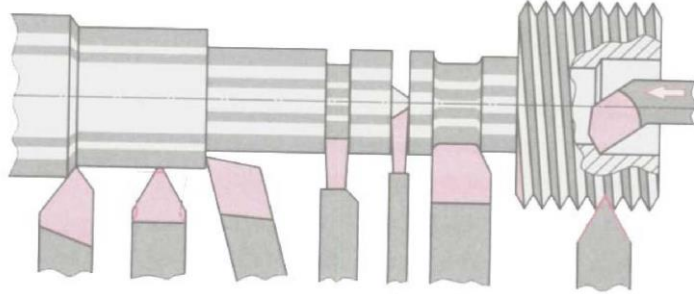
Resim 1. 4: Çeşitli sert maden uçlar katerleri

- Biçimlerine göre
 - Sağ ve sol kaba talaş kalemleri
 - Sağ ve sol yan kalemleri
 - Alın tornalama kalemleri
 - Kanal kalemleri
 - Vida kalemleri
 - Profil kalemleri
 - Delik kalemleri
 - Keski kalemleri

1.1.3.2. Kesicinin Tornalama Şekline Uygun Seçilmesi

Tornalama işlemlerinde her kalemin bir kesme şekli ve buna bağlı olarak da bir kullanma amacı vardır. Bir iş basit bir tornalama işlemi ile bitirilebilirken bir başka işin üzerinde bir kaç çeşit kalemle işlenecek çeşitli işlemler olabilir. Bu yüzden iş üzerindeki işlemlere uygun kalem seçilmesi gerekir.

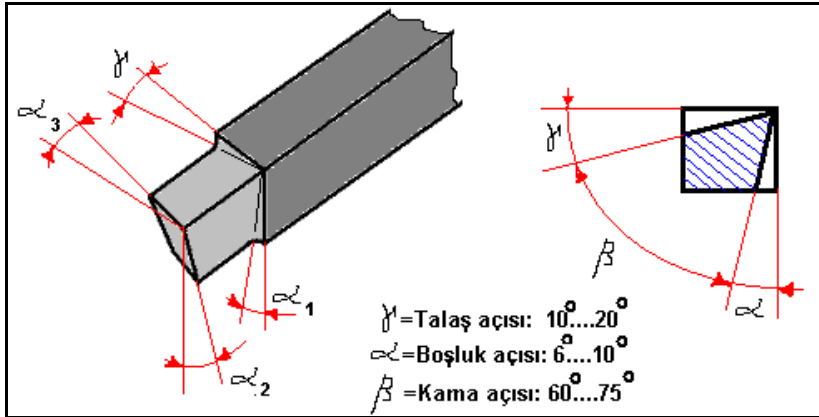
Resim 1.5’te değişik profilde kalemlerin kullanım yerleri gösterilmiştir.



Resim 1.5: Tornalama şekline göre kalem çeşitleri

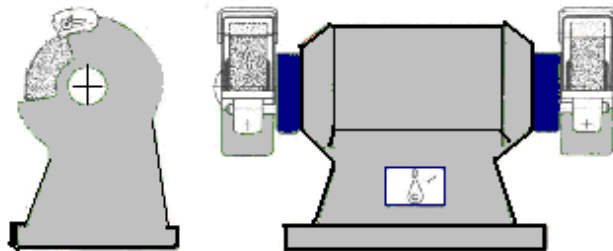
1.1.3.3. Torna Kesicilerinin Bilenmesi

Torna kesicileri kullanıldıkça sürtünme, ısınma ve malzeme sertliğinden dolayı körlenir ve bilenmeleri gerekir. Bileme elde veya aparatla olur. Torna kesicileri işlenecek malzemenin sertliğine ve yüzey kalitesine göre belirli açılarda bilenir (Resim 1.6).



Resim 1.6: Torna kalemi açıları

Torna kesicilerini elde bilemek için kesicinin cinsine göre taş seçimi yapılmalıdır. Pratik olarak sert kesicileri bilenirken küçük taneli, sık dokulu, yumuşak taş; yumuşak kesicileri bilenirken büyük taneli, sert taş seçilmelidir.



Resim 1.7: Ayaklı zımpara taşı tezgâhı

1.1.4. Katerler

Kalemlige doğrudan bağlanamayan küçük kesicilerin bağlanmasında kullanılan prizmatik veya silindirik, şeklindeki takımlardır.

1.1.4.1. Kater Çeşitleri

- Düz saplı katerler
- Sert maden uçlu katerler
- Keski katerleri
- Delik katerleri
- Vida kelemi Katerleri
- Özel katerler

1.1.4.2. Kalemin Katere, Katerin Kalemlige Bağlanması

Kalem kesme yaparken esnememesi için katere kısa ve boşluksuz bağlanmalıdır. Kater ise kalemlige sıkı ve emniyetli bir şekilde, kesici ucu gezer punta yüksekliğinde bağlanmalıdır (Resim 1.8).



Resim 1.8: Kesicinin kalemlige bağlanması

1.1.5. İş Parçalarını Bağlamak

Tornada iş parçaları bağlama sistemleri aşağıda gösterilen sistemlerle yapılmaktadır.

1.1.5.1. Bağlama Araçları

- Üç ve dört ayaklı universal ayna

Üç ayaklı universal aynalar silindirik üçgen, altıgen ve benzeri parçaların üç noktadan bağlanması için kullanılır (Resim 1.9).



Resim 1.9: Üç ayaklı universal ayna



Resim 1.10: Dört ayaklı universal ayna

Dört ayaklı universal aynalarda dört noktadan merkezlenmesi gereken genellikle kare kesitli iş parçaları bağlanır (Resim 1.10). Universal aynalarda bütün ayaklar aynı anda hareket eder.

- **Mengeneli ayna**
- **Delikli düz ayna**

Yuvarlak kare ve düzgün olmayan dökülmüş ya da dövülmüş parçaları bağlamaya yarar (Resim 1.11). Her bir ayak birbirinden bağımsız olarak hareket eder. Bu bağlama işlemi istenilen hassasiyette yapılabilir.



Resim 1.11: Mengeneli ayna ve delikli düz ayna

➤ **Fırdöndü aynası**

İki punta arasında tornalama yapabilmek için iş parçası üzerine takılan fırdöndüden esinlenerek bu isim verilmiştir (Resim 1.12).



Resim 1.12: Fırdöndü aynası

➤ **Mıknatıslı ayna**

Bu aynalar mıknatıslanma özelliği ile alın yüzeyine iş parçalarının bağlanmasında kullanılır (Resim 1.13).



Resim 1.13: Mıknatıslı ayna

➤ **Pensler**

Tam yuvarlak ve düzgün işlenmiş küçük iş parçalarını tornaya bağlamaya yarayan kovanlara pens denir.



Resim 1.14: Pensler

➤ **İş kalıpları**

Seri üretimde işin özelliğine göre oluşturulan aparatlara ve bağlama düzeneklerine iş kalıpları denir.



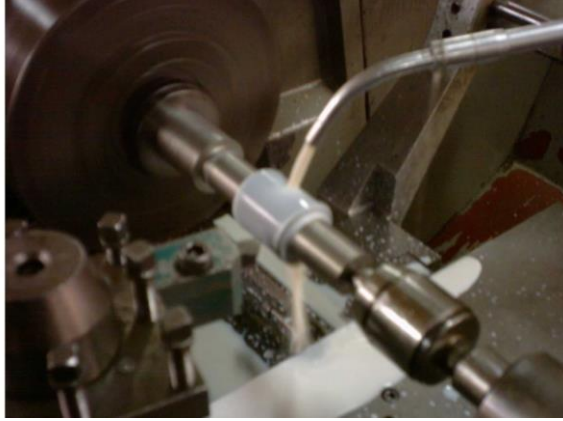
Resim 1.15: İş kalıbı

1.1.5.2. Parçaları Aynalara Emniyetli ve Salgısız Bir Şekilde Bağlama

- İş parçasına uygun ayna seçiniz.
- Ayaklar iş parçasını eşit noktadan sıkacağı için fazla zorlamayınız.
- Uzun bağlanması gereken iş parçalarını punta ile destekleyiniz.
- İş parçası üzerinde bağlanan firdöndünün emniyetli bir şekilde sıkıldığını kontrol ediniz.
- Küçük çaplı iş parçalarını pens ile bağlayınız.
- Delikli aynaya iş kalıplarını dikkatli bir şekilde bağlayınız.
- Aynanın ve ayakların temiz ve yağsız olması gerekmektedir.

1.1.5.3. Kesme Sıvısı

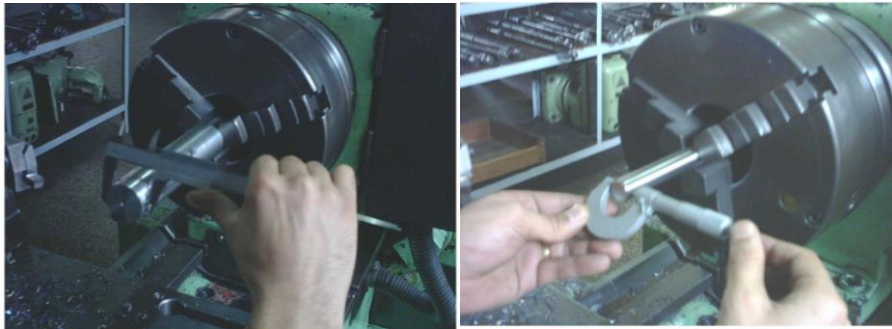
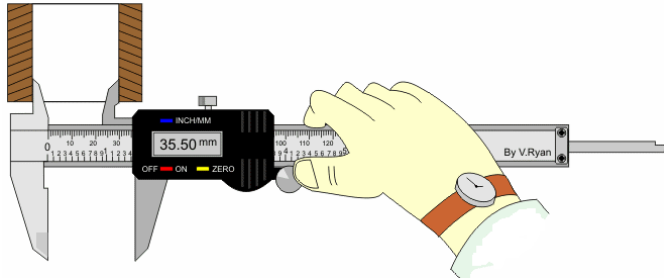
Torna tezgâhlarında kalem ile iş parçası arasında kesme işlemi gerçekleşirken sürtünmeden dolayı meydana gelen ısıyı azaltmak, iş parçasının yüzey kalitesini artırmak, kaliteli ve rahat kesme sağlamak amacıyla kesme sıvıları kullanılır (Resim 1.16).



Resim 1.16: Kesme sıvısının torna tezgâhında kullanılması

1.1.5.4. Tornaada Ölçme

İşleme sırasında orta hassasiyetteki işlerde kumpaslar, hassas işlerde ise mikrometreler kullanılır (Resim 1.17). Kumpas ve mikrometrenin tornada kullanılışı gösterilmiştir).



Resim 1.17: Torna tezgâhında kumpas ve mikrometre ile iç - dış çap ölçümü

Torna tezgâhında kumpas ve mikrometrenin kullanılmasında ölçme değerlerinin tam okunabilmesi için kumpas ve mikrometre fener mili eksenine dik, boyuna ölçme işleminde iş eksenine paralel tutularak okunmalıdır. Tezgâh çalışırken kesinlikle ölçme işlemi yapılmamalıdır.

1.1.6. Alın Tornalama

1.1.6.1. Kesme Hızına Göre Devir Sayısını ve İlerlemeyi Ayarlama

Alın tornalama işleminde kesme hızı bulunurken belirli değerlerin bilinmesi gerekir. Bu değerler, direk tablolardan bulunabildiği gibi kesme hızı formülünden hesaplanarak da bulunabilir. Kesme hızı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$V = \pi \cdot D \cdot N / 1000$$

V= Kesme hızı (m/ dk.)

D= İşlenecek parçanın çapı (mm)

N= Torna tezgâhının devir sayısı (dev/dk.)

π = Sabit sayı (3.14)

1000= sabit sayısı

NOT: Alın tornalamada kalemin aldığı yoldan dolayı çap, her defasında değişir. Çapın devamlı değişmesi devir sayısının da sürekli değişmesini gerektirir. Bu universal tornalarda mümkün olmadığı için ortalama çap alınarak hesaplama yapılır ($D_{ort} = D / 2$).

Hesaplama işlemlerinde kesme hızı;

- Malzeme cinsine,
- Torna kaleminin cinsine,
- Kaba ve ince tornalama durumuna göre tablolardan bulunur.

Örnek: Çapı 60 mm olan malzemenin alın kısmını 100 dev/dk. ile işleyebilmek için kesme hızı ne olmalıdır?

Cevap:

$$D = 60 \text{ mm}$$

$$N = 100 \text{ dev/dak}$$

$$D_{ort} = D/2 = 60/2 = 30 \text{ mm}$$

$$V = \pi \cdot D_{ort} \cdot N / 1000$$

$$V = 3,14 \cdot 30 \cdot 100 / 1000$$

$$V = \underline{9.42 \text{ m/dak}}$$

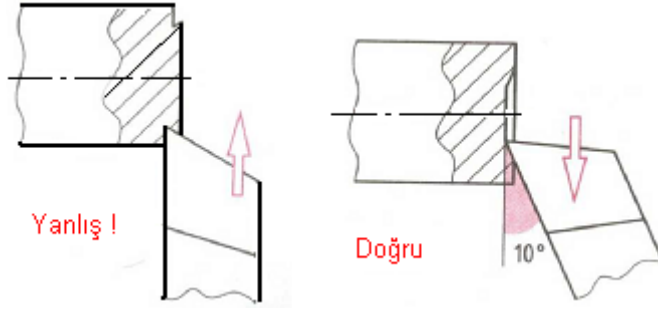
1.1.6.2. Alın Yüzeylerin Kaba ve İnce Tornalamasını Yapma

➤ Kaba tornalama

Kaba tornalama işlemi genellikle fazla talaş verilip dışarıdan merkeze doğru işlenerek yapılır. Kaba tornalama işlemi için kaba talaş kalemleri kullanılır. İlerleme elle veya otomatik olarak verilip işlem tamamlanır.

➤ İnce tornalama

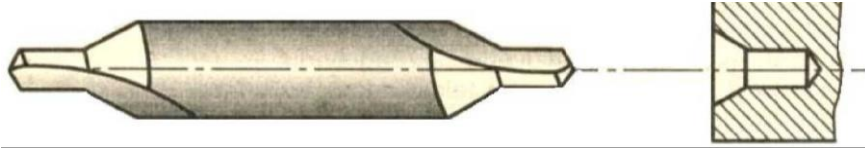
İnce tornalama işlemi, kaba tornalama işleminden sonra olduğu için az talaş verilerek yapılmalıdır. İnce tornalama için ince yan kalemi seçilerek kalem tornanın kalemlğine punta yüksekliğinde bağlanmalıdır. Kaleme işe başlamadan önce parçanın alın kısmına göre 7°-8° açı verilmelidir. Kalemlle merkezden dışarıya doğru talaş kaldırılarak ince tornalama işlemi bitirilir (Resim 1.18).



Resim 1.18: İnce tornalama işlemi

1.1.7. Punta Deliği Açma

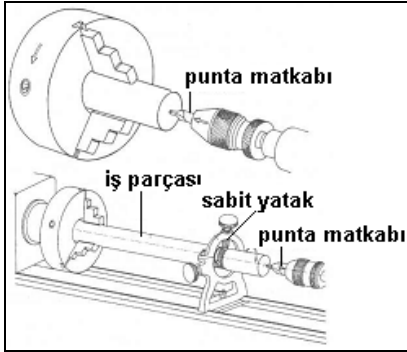
Punta deliği iş parçasının alın yüzeyine açılmış kısa silindirik bir delik ile yanal yüzeyler arasında 60°–90°– 120°lik havşa bulunan konik bir deliktir. Uzun bağlanması gereken (ayna — gezer punta arasına) iş parçasının gezer punta tarafından merkezlenmesi, yataklanması ve desteklenmesi için punta deliği açılır. Böylece tornalama esnasında iş parçası merkezlenerek salgısız dönmesi sağlanır. Bu deliklerin açılmasında özel ölçülerde imal edilmiş punta matkabı kullanılır (Resim 1.19). Punta matkaplarını seçerken iş parçasının çapı dikkate alınmalıdır.



Resim 1.19: Punta matkabı

Punta deliği açmada işlem basamağı aşağıda gösterilmiştir.

- Torna tezgâhına punta deliği açılacak parça, kısa bağlanır ve alın tornalama yapılır.
- Uygun tezgâh devri seçilir ve gezer puntaya mandrenle punta matkabı bağlanır.
- Parça punta matkabı ile punta yuvasına hazır hâle getirildikten sonra çapa uygun punta matkabı ile yavaş ilerleme verilerek iş parçasının merkezine punta deliği açılır (Resim 1.20).
- Punta deliği açma, dikkat gerektiren bir iştir. Dikkat ve özen gösterilmezse punta matkabı kırılır ve işin içinde sıkışır.



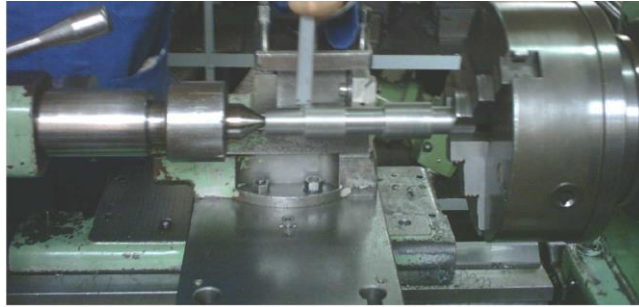
Resim 1.20: Punta deliği açma işlemi

1.1.7.1. Tornada Delme

Tornada delik açma işlemi punta deliği açmak gibidir. Tornada delik açılacak iş parçasının delik merkezine uygun özelliklerde punta deliği açılır. Mandrenden punta matkabı çıkartılarak uygun çaptaki matkap takılır. Uygun devir sayısı ile gezer puntadan hareket verilerek torna tezgâhında delik açma işlemi tamamlanır. Delme işleminde Temel Talaşlı Üretim-2 modülündeki bilgi ve becerilerinizden yararlanınız.

1.1.8. Silindirik Tornalama

İş parçasından punta eksenine paralel boyuna talaş kaldırılarak silindirik parçaların elde edilmesi için yapılan tornalamaya silindirik tornalama denir (Resim 1.21).



Resim 1.21: İş parçasının ayna punta arasında bağlanması

1.1.8.1. Silindirik Dış Yüzey Tornalama İşlem Basamakları

İş parçası torna tezgâhına uygun şekilde bağlandıktan sonra malzemenin cinsine göre kesme hızı seçilir. Seçilen kesme hızına göre de devir sayısı hesaplanarak torna tezgâhı ayarlanır. Aşağıdaki işlem basamaklarına göre silindirik tornalama işlemi yapılır (Resim 1.22).

- İş, torna tezgâhına ayna punta arasında veya firdöndü yardımıyla iki punta arasına bağlanır.

- Kalem ucu tona tezgâhında ayarlanıp kalemlige tespit edilir.
- Kesme hızı devir sayısı ve ilerleme hesaplanarak tezgâh ayarlanır.
- Kalem, iş parçasının başlangıç noktasına getirilir.
- Kalem uç, iş parçasına temas ettirilir. Bu konumda mikrometrik bilezik sıfırlanır.
- Kalem, istenilen talaş derinliği verilerek ilerletilir.
- Parçanın ucundan belirli bir boy tornalanır. Tezgâh durdurularak işin çapı ölçülür.
- Ölçü tam değerindeyse punta eksenine paralel, boyuna hareket ettirilerek silindirik tornalama işlemi tamamlanır.



Resim 1.22: Torna tezgâhında silindirik dış yüzey tornalama

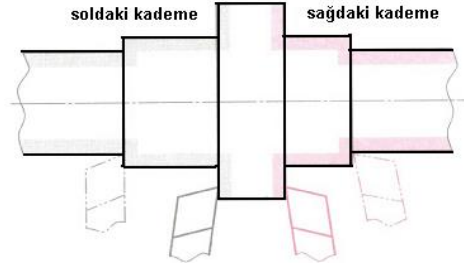
1.1.9. Kademeli Tornalama

1.1.9.1. Uygun Sağ ve Sol Yan Kalemi Seçmek ve Hazırlamak

İş parçalarının kademelerinin oluşabilmesi için merkezden başlayan sağ alın yüzeylerine sağ yan kalemi, sol taraftaki kademeler arasını işleyebilmek için ise sol yan kalem kullanılır (Resim 1.23). Kademeli tornalama işlemine başlamadan önce bu kalemler seçilmeli, daha önce anlatılan kesicileri bağlama konusuna göre tezgâha bağlanmalıdır.

İşlem basamakları:

- Tezgâh devri işlem çeşidine göre ayarlanır.
- Parça işleme metodu dikkate alınarak tornaya bağlanır.
- Tornalanacak kademe çeşidine uygun kesici takımlar seçilir ve kalemlige bağlanır.
- İşin alını referans alınarak alından kademe boyu kadar açıklık ölçülerek işlenir.
- Araba kademe boyu kadar ilerletilerek kalemle parça dönerken çok az bir talaş verilip parçanın üzeri kademe boyu kadar çizilir. Tezgâh durdurulur ölçü kontrolü yapılır.
- Kaba olarak parça kademe çizgisine kadar talaş verilerek işlenir.
- Yan kalemle kademe köşesi işlenerek 1. kademe oluşturulur.
- Sonraki kademe için uygun kalem bağlanarak kademeler işlenir.
- Ölçü kontrolü yapılarak işlem tamamlanır.



Resim 1.23: Sağ ve sol yan kalemin kademeli tornalamadaki durumu

1.1.9.2. Dik Yan Yüzeyleri Tornalamak

Kademelerin dip kısımlarını oluşturabilmek için uygun kalem seçilerek dik yan yüzeyleri alın tornalanır gibi oluşturulur. Kademe keskin köşeli olacak ise yan kalem kullanılır.



Resim 1.24: Sol dik yan yüzeyleri tornalamak



Resim1.25: Sağ dik yan yüzeyleri tornalamak

1.1.10. Kademelere Pah Kırmak

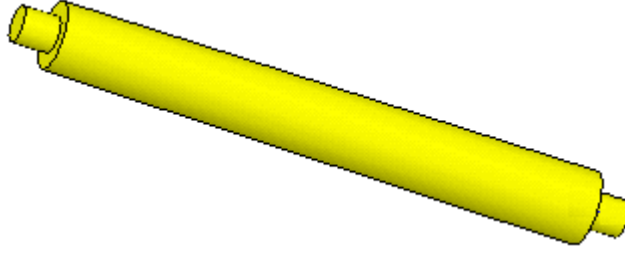
Torna edilerek elde edilen silindirik yüzeyle alın yüzeyin birleştiği yerde keskin kenarlar veya köşeler oluşur. Pah kırma işlemi, kesiciyi iş parçasına göre 30° - 45° - 60° çevirip talaş kaldırarak veya eğe zımpara ve benzeri takımlarla yapılır (Resim 1.26).



Resim 1.26: Eğe ile tornada kademelere pah kırma

1.1.11. Malafa ile Tornalama

İş parçasının merkezinde bulunan delik, matkapla delindikten, tornalandıktan veya raybalandıktan sonra genellikle malafa bir mile takılarak diğer tornalama işlemleri tamamlanır. Malafa üzerinde tornalama işlemi, merkezinde hassa deliği bulunan dişli çarklar, kasnaklar, kavramalar, diğer makine parçalarının ve işlenmesi zor olan ince parçaların dış kısımlarını işlemek için uygulanır.



Resim 1.27: Malafa

Düz, ayarlı ve vidalı gibi çeşitli tipte malafalar vardır.

En çok düz malafa kullanılır. Takım çeliğinden yapılan, sertleştirildikten sonra norm ölçülerine göre hassas olarak taşlanan silindirik bir çubuktur. Malafa gövdesine 1 / 400 oranında bir koniklik verilmiştir. Bu koniklik, parçanın sıkışarak malafa ile birlikte dönmesini sağlar. Malafanın uçları, malafa gövdesinden daha küçük çaplı torna edilir ve üzerlerinde düz bir yüzey meydana getirilir. Bu düz yüzey, firdöndü vidasının kaymamasını sağlar. Malafanın alın yüzeylerinde koruyucu havşalı birer punta deliği bulunur.

Malafanın küçük çapı, genellikle standart ölçüden 0.1mm daha küçük, büyük çapı ise 0.1mm daha büyük olur. Koniklik sebebiyle malafa boyu uzadıkça büyük çapın değeri artar.

Düz malafalar, bütün standart çaplarda yapılır. Malafanın küçük ucu eksi (-), büyük ucu artı (+) ile belirtilir. Malafanın çapı, daima büyük çap tarafına yazılır.

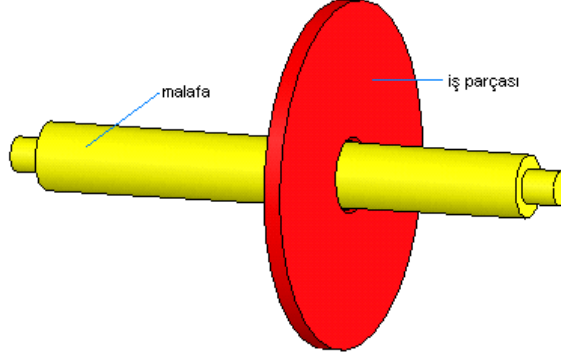
Malafanın geçeceği delik çapı standartlara uygun değilse ayarlı malafa kullanılır. Çok kullanılan bir ayarlı malafa tipi, konik bir malafa üzerine takılan yarıklı bir yüksükten meydana gelir. Konik malafa, yüksük içine girdiği zaman yarıkları açılan yüksüğün çapı büyür. Bu suretle iş parçası malafa üzerine sıkıca takılmış olur. Ayarlı malafaların vidalı tipleri de vardır.

Vidalı malafalar, iş parçasının vidalanarak veya bir fatura ile somun arasında sıkıştırılarak işlenmesini sağlar.

➤ **Parçayı malafaya takma**

- İş parçasının çapına uygun bir malafa seçilir.
- Malafa temizlenir ve üzerine ince bir yağ tabakası sürülür. Yağ sürülmezse iş parçası malafaya sarar, hem delik hem de malafa bozulur.

- Küçük çaplı ucu, girebildiği kadar delik içine sokulur.
- Malafa, iş parçasının içine doğru malafa presinde bastırılır.
- Eğer malafa presi yoksa kurşun veya pirinçten bir çekiçe vurularak malafa deliğine takılır.



Resim 1.28: İş parçasını malafaya alınması

1.2. Plastik Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Boşluklarının Özellikleri

Plastik ekstrüzyon şişirme kalıp boşluklarının işlenmesinde bilinmesi gereken temel özellikler şunlardır:

1.2.1. Kalıp Çekirdeği Malzemeleri



Resim 1.29: Şişirme kalıbı malzemesi ve işlenmesi

Kalıbın fonksiyonunda malzeme seçimi önemli yer tutar. Malzeme seçiminde aranan özellikler, kalıbı kullanırken istenilen özellikleri karşılamalarıdır. Kalıbın servis ömrü ve malzeme kalitesi arasındaki ilişki genellikle aşağıdaki gibi söylenir.

MALZEME	ISI İLETKENLİĞİ	DAYANIKLILIK
Dökme demir	İyi değil	Mükemmel
Çelik	İyi değil	Mükemmel
Alüminyum	Mükemmel	İyi
Çinko alaşımı	Mükemmel	İyi
Berilyum bakır	Mükemmel	Mükemmel

Tablo 1.1: Kalıbın servis ömrü ve malzeme kalitesi arasındaki ilişki

Şişirme kalıpları, üretilecek ürün sayısına ve hacmine göre dökme demir, çelik, alüminyum, çinko alaşımı ve berilyumlu sert bakır alaşımlarından yapılır. Çelikten dört kat daha fazla ısı iletkenliği olan, düşük yoğunluğu nedeniyle kalıpların üçte bir oranında hafif olmasını sağlayan kalıplık alüminyum malzemesi, çok kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Gövde bu malzemeden üretilir. DIN-malzeme numarası 3.4365 kalitede alüminyum (7075) elmadur AZ 15K olarak da isimlendirilen bu malzemenin özellikleri şunlardır:

- Çelikten dört kat daha fazla ısı iletkenliği vardır.
- Düşük yoğunluğu nedeniyle kalıplar üçte bir oranında daha hafif olur, daha kolay taşınır.
- Hızlı talaş kaldırılabilme özelliği yüzünden çok ekonomik işlenebilir.
- Isıl işlem gerektirmez. Gerekirse sert anotlama yapılabilir.
- Alüminyum alaşımları takım çeliklerine göre korozyona daha dayanıklıdır.
- Yüzey sertliği krom veya fosfor-nikel kaplama ile artırılabilir.
- Sertlik değerleri 180 – 190 HB, ısı iletkenliği 130 W/m.K'dir.
- Yoğunluk 2.80 kg/dm³, elastikiyet modülü 72.10³ N/mm²dir.
- Yüksek sıcaklıklara dayanımı kısa süreli max. 160 °C –uzun süreli max. 120 °C'dir.
- Kimyasal bileşimi Cu 1.2-2 Mn 0.30 Mg2.1-2.9 Cr 0.18-0.28 Zn 5.1-6.1 Si 0.4 Fe 0.5 Ti 0.2 Ti+Zr 0.25 Al kalanı.

Şişirme kalıplarında kullanılan bir diğer malzeme de berilyum bakırdır (sert bakır alaşımı).

Elmadur HA isimli bu malzemenin özellikleri şunlardır:

- Kimyasal bileşimi Co 1 Ni 1 Be 0.5 Cu kalanı
- Çökelme sertleşmesi ile sertleştirilmiş, yüksek sıcaklığa dayanımı olan yüksek sertlikte bakır alaşımıdır. Islah işlemine ve nitrasyona uygun değildir. Yüksek ısı iletkenliği vardır. Tel veya dalma erezyonla şekillendirilebilir.
- Sertlik 220 – 260 HB arasındadır.
- Isıl iletkenliği 300 W/mK, yoğunluk 8.8 g/cm³tür.

Bu malzemelerin dışında dökme demir, yüksek basınç gerektiren üretimlerde de alaşımlı çelikler kullanılmaktadır. Özellikle kabuk sertleşen, yüksek çekirdek mukavemeti olan ve iyi parlatılma özelliği bulunan 1.2764, 1.2833, 1.2738, 1.2718, 1.2711 gibi alaşımlı çelik malzemeler kullanılabilmektedir.

Plastik şişirme kalıp malzemesi seçerken göz önünde bulundurulması gereken hususlar şunlardır:

- Ekonomik işlenebilirlik
- Isıl işlemden en küçük boyut değişikliği
- İyi parlatılabilirlik
- Yüksek baskı mukavemeti
- Yüksek aşınma dayanımı
- Yeterli korozyon dayanımı



Resim 1.30: Şişirme kalıbı elemanları

1.2.2. Kalıp Boşlukları ve Özellikleri

Bir ekstrüzyon şişirme kalıbı, enjeksiyon şişirme kalıbına nazaran daha fazla parçalı tasarlanır. Bunlardan ürünün şeklini tayin edecek olan gövde kısmı, duraluminyum malzemeden yapılırken dip ve boğaz kısımlarındaki parisonu kesmek için kesit incilmesi sebebiyle çelik malzeme tercih edilir. Ayrıca ağız kısmında üfleme yapılan bölgenin devamlı şekilde üfleme milinin darbelerine maruz kalmasından dolayı sertleştirilmesi gerekir.

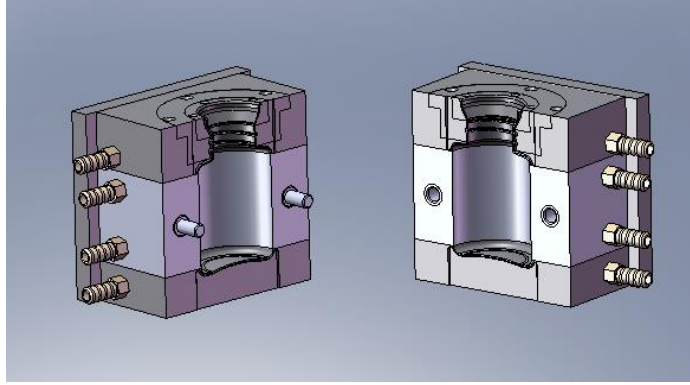
Bu parçalar hassas bir yüzeye sahip olmalıdır. Birleşme yüzeyleri de birbirine tam oturmalıdır. Bunlar arasında olacak en ufak bir uyumsuzluk ürün üzerinde olumsuz izler bırakır.

Ekstrüzyon şişirme kalıpları; çok yüksek bir kapama basıncına maruz kalmadığından ve plastik, kalıp içinde çok yüksek bir basınçla şişirilmediğinden kalıp malzemeleri, enjeksiyon kalıp malzemelerine göre daha hafif malzemelerden yapılır.

Alüminyum malzemenin tercih sebeplerinden bir kaçı kalıbın hafif olması ve kolay işlenebilmesidir. Çünkü şişirilen parçaların geometrik özellikleri enjeksiyonla üretilen parçalara göre çok daha kavislidir ve geometrik şekillerden çok serbest eğrilerden oluşur. Böyle geometrisi zor olan parçaların manuel olarak işlenmesi zor olduğundan daha önceleri şişirme kalıplarını ya alüminyumdan veya zamaktan dökerek yapılmaktaydı. Daha sonra ya kopya frezede veya üç boyutlu pantoğraf tezgâhlarında işlenmeye başlandı. Şimdi teknolojinin gelişmesiyle kalıplar CNC tezgâhlarında istenilen geometride ve istenilen hassasiyette işlenebilmektedir.

Fakat yine de işleme süresinin kısalması ve parlatma kolaylığı sebebiyle ekstrüzyon şişirme kalıplarının sert alüminyum (duralüminyum) malzemelerden yapılması en çok tercih edilenidir. Eğer gerek duyulursa kalıp yüzeyine nikel kaplama yapılması mümkündür.

Alüminyum malzemenin çeliğe göre fiyatı daha pahalı olması nedeni ile kalıp maliyetini artırır.



Resim 1.31: Ekstrüzyon şişirme kalıbı

Kalıp boşluğu mümkün olduğu kadar parlak ve öpüşme yüzeyleri taşlanmış olmalıdır. Ayrıca ürünü oluşturan kalıp boşlukları birbirini karşılamalıdır. Aksi hâlde bu kaçıklık ürün üzerinde çirkin bir görünüm oluşturur.

1.3. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Boşluklarının İşlenmesi

Ekstrüzyon şişirme kalıplarında kalıp boşluklarının işlenmesi genellikle dalma erezyon, freze gibi tezgâhlarda yapılır.

1.3.1. Dalma Erezyon Tezgâhı

Elektriksel kıvılcımla aşındırma prensibi ile çalışan takım tezgâhıdır.

1.3.1.1. Elektroerozyon Yöntemi ile İşleme (Kıvılcımla Aşındırma -Dalma Erozyon)

Elektroerozyon tezgâhı ile metallerin işlenmesi, çeşitli endüstriyel dallarda, farklı bir işleme yöntemi olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır (Resim 1.32). Elektroerozyon ile işleme yönteminin hızla yaygınlaşmasının başlıca nedeni, geleneksel metotlarla işlenemeyen veya işlenmesi zor olan metallerin kolaylıkla işlenmesini mümkün kılmasıdır. Elektriksel kıvılcımla aşındırma metodu (Elektroerozyon – EDM **Elektrical Discharge Machining**) ile diğer işleme metotları ile yapılamayan iç yüzey şekillendirmelerinin gayet mükemmel yapılabilmesidir. Bu özellikler çok sert ve mukavemetli, sıcaklığa karşı dayanıklı malzemelerin işlenmesinde önem arz etmektedir çünkü bu malzemelerden çok karışık şekilli ve hassasiyeti yüksek makine ve kalıp parçaları yapılmaktadır.



Resim 1.32: Elektroerozyon makinesi

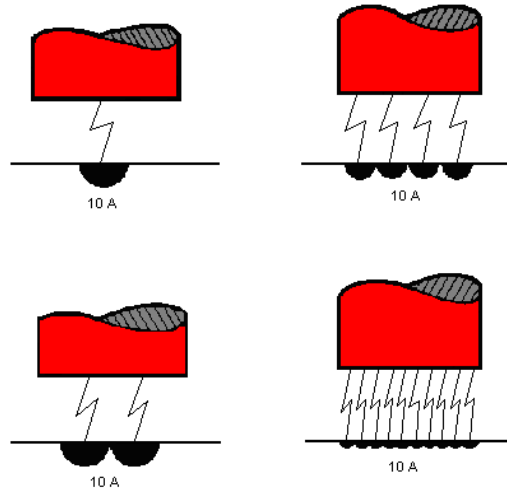
1.3.1.2. Elektroerozyon İşleminin Tanımlanması

Kıvılcımla aşındırarak işleme diye bilinen, kısaca elektroerozyon olarak adlandırılan metal işleme metodu; bir iş parçası ve bir elektrot arasında, kontrollü zaman aralıklarında yüksek akım şiddeti ve kısa süreli elektriksel kıvılcım deşarj etkisi ile doğrudan metal talaşı kaldırmak için kullanılan modern bir işleme metodudur.

Bu yöntemde işleyici takım olarak kullanılan elektrot ile iletken iş parçası arasında meydana gelen elektrikli şarjın oluşturduğu aşırı sıcaklık ile yüzeyden çok küçük parçalar koparılacak şekilde şekillendirme gerçekleştirilir. İş parçası, metal veya grafit katot; çoğunlukla hidrokarbondan oluşan dielektrik bir sıvıya daldırılır. Elektrot seçimi işlenecek malzemeye ve gerçekleştirilecek işleme göre yapılır. Genelde seçilecek takım malzemesinin yüksek ergitme noktalı mükemmel bir elektrik iletkenliğine ve yüksek aşınma direncine sahip olması istenir.

Elektrot, normal olarak makinenin başlığına bağlanır. Akım, iş parçası ile elektrot arasındaki boşluktan geçer. Bu şekilde kıvılcım tesiri ile ark temasında elektrota verilen biçim, iş parçasına aktarılır.

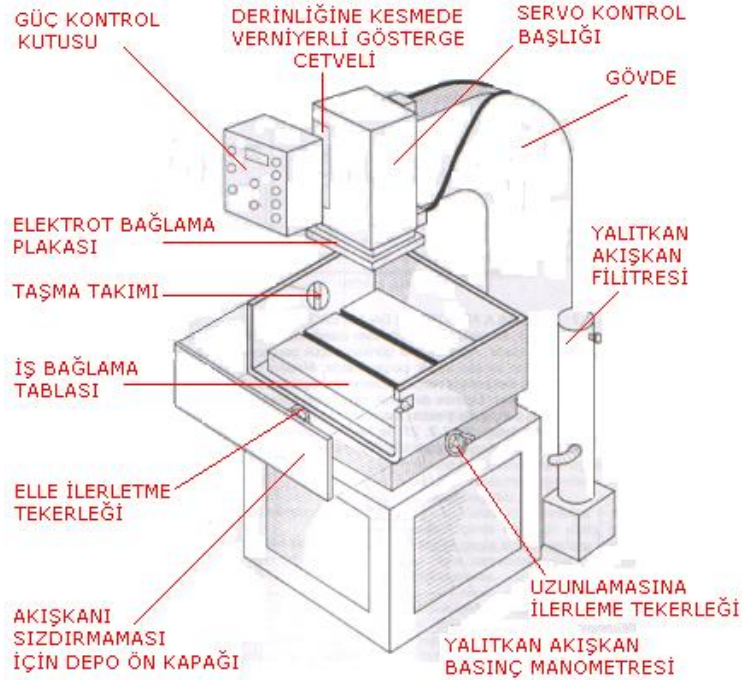
Bu metot için yalnız bir defada bir şarj gerekir. Deşarjın başlangıç değerinin 20 volttan daha büyük bir voltajla başlaması tavsiye edilmektedir. Bu deşarj, her zaman bir dielektrik sıvı ortamında yapılmalıdır. Sabit ve periyodik elektriksel kıvılcım deşarjı ile iş parçasında aşınma genellikle elektrodun eksensel (dik) gidip gelmesi, periyodik olarak iş parçasına mekaniksel teması ve elektriksel darbe ile başlar. Resim 1.33'te elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanılması ile iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler görülebilir.



Resim 1.33: Elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanılması ile iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler

1.3.1.3. Elektroerozyon Tezgâhının Kısımları

Resim 1.34’te elektroerozyon tezgâhının kısımları gösterilmiştir.



Resim 1.34: Elektroerozyon tezgâhının kısımları

1.3.1.4. Elektroerozyonla İşlemenin Avantajları ve Dezavantajları

➤ Elektroerozyon ile işlemenin avantajları

Elektriksel kıvılcımla aşındırma yöntemi, plastik endüstrisinde, çelik hacim kalıplarında herhangi bir hacimsel cismin boşluğunu elde etmede ve sac-metal kalıpcılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca işlenecek olan formun ölçü ve yüzey kalitesinin önceden yapılan elektrotla kontrol edilebilmesi, yapılacak işin kalitesinin daha işlem başlamadan belirlenmesi ve atölyede çalışan uzman personelin zamanını daha iyi değerlendirmesini sağlaması açısından geleneksel işleme yöntemlere göre önemli üstünlüklere sahiptir. Bunlar:

- Elektriksel iletkenliğe sahip herhangi bir malzeme sertliği dikkate alınmadan işlenebilir. Özellikle aşırı sert dokuya sahip ve geleneksel yollarla işlenemeyen ve sertleştirilmiş malzemelerin işlenmesinde çok değerlidir.
- İşlem, sertleştirilmiş durumda yapılabilir. Bu sebeple sertleştirme işlemi ile meydana gelen deformasyon problemi çözülebilir.
- Elektrot ve iş parçası (malzeme çifti) arasında asla tam bir temas olmadığından iş parçası içinde gerilmeler oluşmaz.
- İşleme, çapaksız bir yöntemdir.
- İş parçası üzerinde istenilen ince ve kırılğan kesitler, deformasyonsuz olarak kolayca oluşturulabilir.
- Pek çok iş için ikinci bir bitirme elektrodu kullanmak gerekmez.
- Elektrot, servo mekanizma ile iş parçası üzerinden talaş kaldırmak amacıyla iş parçasına otomatik gönderildiğinden ölçü ve hassasiyet, belirlenen sınırlar içinde gerçekleştirilebilir.
- Bir kişi, aynı anda birçok elektroerozyon tezgâhını çalıştırabilir.
- Geleneksel yöntemle üretimi imkânsız gibi görülen karmaşık biçimli formlar, kolaylıkla işlenebilir.
- Çeşitli kesme ve hacim kalıpları daha düşük maliyetli üretilebilir.
- Bir kalıp zımbası veya dişi kalıp, istenildiğinde bir elektrot gibi kullanılabilir, böylece gerekli kesme boşluğu hazır olarak elde edilebilir.

Bu üstünlüklerle birlikte EDM yöntemi beraberinde aşağıda ifade edilen olumsuzluklara da sahiptir.

➤ Elektroerozyon ile işlemenin dezavantajları

- İş parçasından talaş kaldırma miktarı azdır.
- İşlenen metal malzemenin elektrik iletkenliği olmalıdır.
- Üretilen oyuklar, boşluklar ve delikler biraz koniktir fakat pek çok uygulama göstermiştir ki bu koniklik her 6,35 mm için 0,002 mm kadar küçük olacak şekilde kontrol edilebilir.
- Bazı EDM tezgâh tiplerinde masraflı hızlı elektrot aşınması olabilir. Böylece elektrodun şeklini korumak zordur.
- Elektrotların 0,07 mm'den daha küçük çapta olması mümkün değildir.

- İş yüzeyi, 0,005 mm derinlikte zarar görebilir fakat bu, kolaylıkla ortadan kaldırılabilir.
- Çok az bir yüzey sertleştirmesi meydana gelebilir. Bazı durumlarda bu bir üstünlük de olabilir.
- EDM'nin performansını etkileyen birçok faktör vardır (Gerilim, akım, deşarj ve aralık süreleri, servo performansı, dielektrik sıvısının özelliği vb.). Bu da kontrolü güçleştirmektedir.
- İşleme hızı daha düşüktür. Mesela; torna tezgâhı, EDM'den 50 misli daha hızlıdır.
- İş parçası yüzeyinden kaldırılan talaşı uzaklaştırıp atmak zordur.
- Harcanan enerji fazladır. Mesela, aynı yüzey kalitesine sahip bir işte 1 mm³ metal talaş kaldırmak için frezeyle göre 150 misli daha fazla enerji tüketilmektedir.

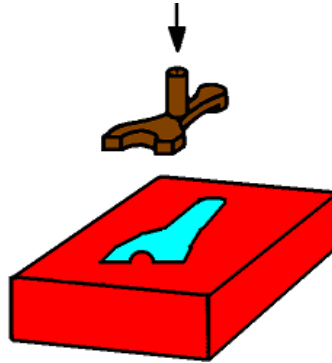
1.3.1.5. Elektroerezyon ile İşlemenin Sınıflandırılması

Elektroerezyon ile işleme üç işlemde oluşur. Bunlar:

- Elektroerezyon ile oyma, delme işlemi
- Elektroerezyon ile kesme işlemi
- Elektroerezyon ile taşlama işlemi

➤ EDM ile oyma - delme işlemi

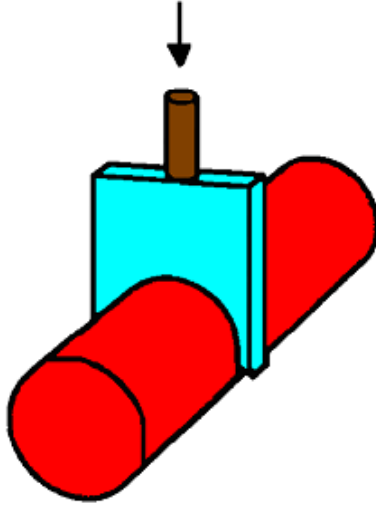
EDM ile oyma, elektrot ile iş parçası arasındaki ortalama bağıl hızın iş parçasına dalma hızı ile çakıştığı bütün elektroerozyon ile işleme operasyonlarını içine alır (Resim 1.35).



Resim 1.35: EDM ile oyma işlemi

➤ EDM ile kesme işlemi

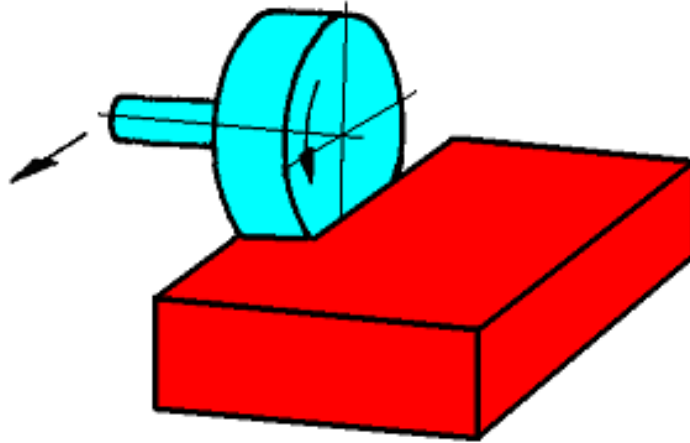
EDM ile kesme işlemi, iş parçasının çeşitli profilde kesilip koparıldığı veya çentiklendiği bütün işleme operasyonlarını kapsamaktadır (Resim 1.36).



Resim 1.36: EDM ile kesme işlemi

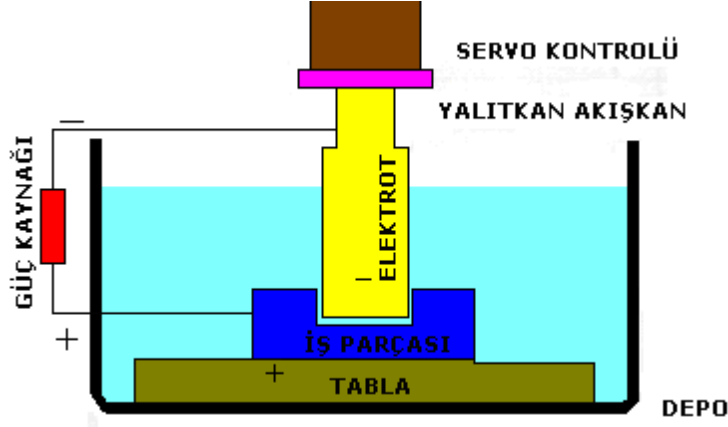
➤ **EDM ile taşlama işlemi**

EDM ile taşlama işlemi, eksenî etrafında dönen elektrotla yapılan bütün kesme, işleme operasyonlarını kapsamaktadır (Resim 1.37).



Resim 1.37: EDM ile taşlama işlemi

Elektrot, arzu edilen biçimde delinerek veya oyuk açılarak biçimlendirilir ve bir servo mekanizması, iş parçası ile elektrot arasında bağlı olan mesafeye göre (kıvılcım boşluğu) ilerletilir. Resim 1.38’de negatif kutuplu elektrodun bir kıvılcım aşındırma makinesinde kullanılışı şematik olarak gösterilmiştir.



İş parçasından koparılan küçük parçacıklar, yalıtkan sıvı tarafından elektrotla iş parçası arasındaki boşluktan soğutulurak akıtılır.

1.3.1.6. Elektroerozyonda Kavramlar

➤ Devreler

Kıvılcım aşındırması devreleri iki genel tiptedir.

- Zayıflatma tipi
- Çarpma tipi
- **Zayıflatma tipi:** Bir direncin önceden hazırladığı kıvılcım devresidir. Kapasitesinin üzerinde güvenilebilir. Bu devrenin elektrot aşındırma oranı çoktur ve çarpma tipinden daha az malzeme aşındırması verir.
- **Çarpma tipi:** Bu bir tüp devresi veya transistör devresi ile olabilir. Bu devre, aralığa kontrollü enerji verebilmek için kullanılır. Bu, her kıvılcım boşluğunun içindeki enerji miktarının tam ölçülmesini kolaylaştırır.

➤ Akım şiddeti

Oyuğun ölçüsü, aşındırılan küçük parçacıkların iş parçası yüzeyinden ayrılması ile meydana gelir. Bu da kıvılcım boşalmasına verilen enerjiye bağlıdır.

Yüksek potansiyel, değişik boşluk içinde kaba bir yüzey dokusu vererek geniş oyuk meydana getirecek; aynı zamanda metal aşındırması hızlı olacaktır.

Alçak potansiyel ise değişik boşluk içinde az miktarda aşınan, iyi dokulu yüzeyi olan küçük oyuk meydana getirecektir. Örneğin; aynı işçilikte 4 amperlik kıvılcımla iş hacminden aşındırılan miktar, bir amperlik kıvılcımla 4 defada aşındırılabilir (Tablo 1.2). Buna göre makine akımı çoğalırken metal aşınması da çoğalır. Akımın ölçülen amper miktarları, nispetler veya kuvvet kontrolleriyle ayarlanabilir. Bu değer, genel kontrol tablosundan direkt olarak alınabilir. Bazı makinelerde akım sayısı transistörlerin kullanılması ile ayarlanabilir.

AMPER MİKTARI	AŞINAN MİKTAR SAATTE mm ² OLARAK	AYAR	KIVILCIM FREKANSI Kcs.
20	31.75	1	2
30	45.72	2	4
40	63.50	3	8
60	91.44	4	16
100	158.75	5	32
120	180	6	64

Tablo 1.2: EDM makine kesme tablosu

➤ **Frekans**

Bağlanmış akım şiddeti ile işin aşınan hacmi sabittir fakat muhtelif kıvılcım frekansları da yüzey dokusuna tesir eder. Son bitirme yüzeyinde kıvılcım frekansı çoğaltılır.

➤ **Yalıtkan akışkan**

Elektroerozyon tezgâhında aşındırma işlemine yardım için yalıtkan bir sıvı akışkan kullanılır. En çok kullanılan akışkan tipi, hidrokarbonlu yağlardır (petroldür). Başka akışkanlar da kullanılır. Bunlar; gaz yağı, parafin, silikonlu yağlar, iyonsuzlaşmış sularda erimiş etilen alkollerdir. Bu akışkanların birçok fonksiyonu vardır. Bunlardan önemli olanları aşağıda verilmiştir.

- Elektrot ve iş parçası arasında bir yalıtkanlık teşkil etmek
- Akışkan iyonları ile kıvılcımın iyi iletimini sağlamak
- Aşındırılan parçaları kıvılcım boşluğundan uzaklaştırmak
- İş parçasının oksitlenmesini önlemek

➤ **Titreyiş sesi**

Titreyiş sesi, bağlantı makinenin ayarlanmasına yardım etmek için hazırlanmıştır. Bağlantıların kullanılışında eğer elektrodun ve iş parçasının yakınlığı kıvılcım boşluğundan az ise görünüşe göre sinyal sesi yükselerek kullanıcıyı haberdar eder.

➤ **Kutuplar**

Kutuplar akımın akış yönünü belirler. Akımın elektrottan iş parçasına akmasının sebebi elektrodun negatif kutuplu olmasıdır. Elektrot genel olarak negatif kutupludur. Bazen elektrodun pozitif olması daha iyi aşındırma sağlayabilir.

➤ **Servo başlığı**

Servo başlığı elektrodun iş parçasına ilerlemesini kontrol eder. Çalışma boşluğu voltajı ile voltaj kaynağı arasındaki denge, servo başlığında oluşan doğru kıvılcım boşluğu ile muhafaza edilir.

➤ **Kıvılcım boşluğu**

Makine işlem sırasında iş parçası ile elektrot arasındaki boşluğa kıvılcım boşluğu denir. Aynı zamanda boydan boya kesmelerde başvuru boşluğudur. Kıvılcım boşluğu, iş parçası ile elektrot arasındaki yalıtkan sıvının akışını kolaylaştırır. Buna ek olarak elektrodun kesiginden daha büyük bir boşluk meydana gelmesine sebep olur.

Kıvılcım boşluğu ölçüsünü belirlemedeki başlıca etkenler şunlardır:

- Akım şiddeti
- Tespit edilen akım
- Elektrot ve iş parçası malzemeleri
- Arzu edilen bitirme yüzeyi kalitesi

Yakın tolerans çalışmaları için kıvılcım boşluğu, tam olarak makine kesme tablosundan veya denenerek bulunabilir. Kıvılcım boşluğu genellikle 0.012 ile 0.5 mm arasındadır. Örneğin; güç ayarı 35 amper, frekans ayarı 3 olan işlemde kıvılcım boşluğu 0.1 mm'dir.

1.3.1.7. Elektroerozyon ile İşlemenin Prensibi

- Elektrot takımı ile iş parçası arasındaki aralığın en küçük olduğu yerde, güç kaynağının çalışma durumuna getirilmesinden sonra voltaj yükselir veya dielektriğin yerel iletkenliğinin en yüksek olduğu yerde bir elektrik alanı gelişir.
- Negatif olarak şarj edilmiş partiküller (talaşlar), negatif olarak yüklenmiş iş parçasının yüzeyinden fırlatılır. Bunlar, malzeme çifti arasında çizgi biçimli bir köprü oluşturur. Voltaj, seviye kaybetmeye başlar fakat akım, sıfır olarak devam eder.
- Elektrot takımından üretilen negatif yüklü parçacıklar, yani elektronlar aralıkta bulunan dielektrikten çıkan nötr parçacıklarla çarpışır; yeni pozitif ve negatif parçacıklar üretmek üzere parçalanır. Şarjlı parçacıkların oluşumu yüzünden dielektrik akışkanın izolasyon etkisi bozulur ve voltaj düşmeye başlar. Deşarjın ilk aşamasına yol gösteren (kılavuzluk eden) akım, akmaya başlar.
- Bir buhar tüneli oluşmaya başlar, aradaki iletkenlik yükselir, akım akışı yükselmeye başlar ve voltaj düşer. Patlama seviyesinde olan negatif ve pozitif parçacık oluşumu devam eder. Pozitif parçacıklar, negatif elektroda; negatif parçacıklar da pozitif iş parçasına taşınmaya başlar. İş parçasına çarpan negatif parçacıkların etkisi, küçük bir alanın erimesine sebep olur.
- Deşarj tüneli, yanlamasına genişlemeye başlar ve akım akışı maksimuma ulaşır. Voltaj, seviye dışına düşer. Sıcaklık yükselirken bir buhar bölgesi oluşur ve bu buhar kümesinin içinde basınç yükselmesi olur.
- Kıvılcım, şimdi en kuvvetli durumundadır ve azami 8000 ila 12000 °C ısı üretebilmektedir. Buhar kümesi, hızlı biçimde genişlemeye devam eder. Voltaj ve akım aynı seviyede kalır. Elektriksel güç, kendiliğinden kesilir. Bu süreç sona erer ve elektrik pulsu biter.
- Elektriksel güç kesilirken akımda ani bir düşme vardır. Bu, şarj edilmiş parçacıkların sayısında ani bir düşüşle sonuçlanır. Artık ısı üretimi de yoktur. Deşarjın kanalı yok olur ve işleme sonucu oluşan talaşlar, dielektrik sıvı içine karışır. Burada sözü edilen dielektrik, sürekli veya aralıklı olarak kıvılcım aralığına talaşların birikmesini önlemek için pompalanmaktadır.
- Buhar kümesi söner ve malzeme çifti (elektrot - iş parçası) yüzeyleri hızla soğutulur. Dielektrik sıvı tarafından temizlenir ve yıkanır.

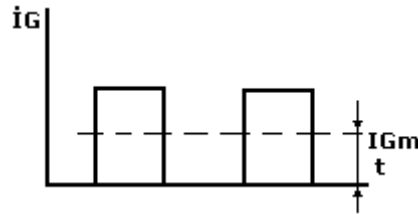
- Yeni bir elektriksel kıvılcım deşarjı üretmek maksadıyla yeniden elektrik tatbik etmeden dielektrikteki iyonların yok olması için zaman tanınır.

EDM’de elektrotlarda meydana gelen aşınma aynı değildir. Bu durum; kutba, malzeme ısı iletkenlik katsayısına, ergime noktasına, deşarjın şiddet ve süresine bağlıdır. Aşınma, elektrot üzerinde olduğu zaman “aşınma”; iş parçası üzerinde olduğu zaman da “talaş kaldırma” diye adlandırılır. Uygun elektrot takım malzemesi seçimiyle kutup, akım şiddeti ve deşarj süresi değiştirilerek kontrolü ile iş parçası üzerinde % 99,5; elektrot üzerinde % 5 aşınma elde etmek mümkündür.

1.3.1.8. Elektroerozyon / EDM Terminolojisi

Bu bölümde, EDM’de en çok kullanılan teknolojik terimlerin tanımları verilmiştir.

- **Anormal deşarj:** Zamanından önce ark yapan deşarja denir.
- **Etkin elektrot uzunluğu (kolon):** Silindirik biçimdeki kaba işlenmiş bir deliği işlemek için kullanılacak elektrodun minimum uzunluğuna denir.
- **Ark:** Düzgün deşarjların bir serisidir. Arklar, tahrip edici (talaş kaldırıcı) bir etkiye sahiptir.
- **Ortalama çalışma akımı - I_{Gm} :** İşlem süresince ark aralığından geçen akımın aritmetik ortalamasıdır (Resim 1.39).
- **Kapasite:** Jeneratörde deşarj enerjisini belirler.
- **Kirlenme:** Aşındırılmış talaş parçacıkları ve termik (ısısal) çatlamlar sebebiyle kıvılcım (ark) aralığındaki dielektrik sıvının kirlenmesidir.
- **Krater:** Bir kıvılcımla aşındırılmış metal yüzey üzerinde bir tek kıvılcım tarafından bırakılan oyuktur (Resim 1.40).

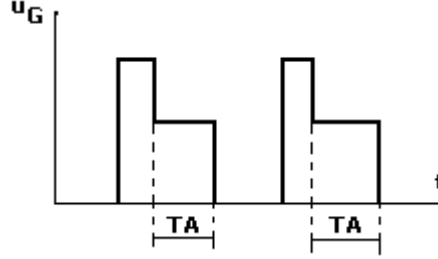


Resim 1.39: Ortalama çalışma akımı



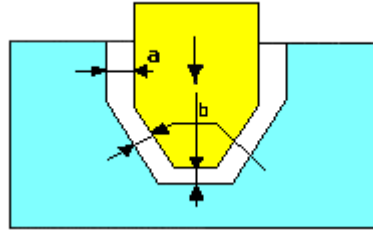
Resim 1.40: Krater

- **Gecikme süresi:** Voltajın boşluğa uygulanması ile deşarjın ateşlemesi arasında geçen zaman aralığıdır (Resim 1.41).



Resim 1.41: Gecikme süresi

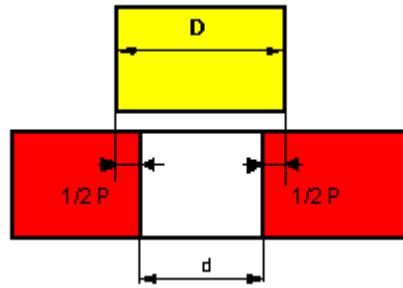
- **İyonsuzlaşma:** Her bir deşarjın neticesinde kıvılcım boşluğunun iletken durumdan iletken olmayan bir duruma geçişidir.
- **Çapsal kıvılcım mesafesi:** Elektrot tarafından üretilen delik veya oyuğun ölçüsü ile arasındaki boşluğun farkıdır.
- **Dielektrik sıvı:** İçinde elektriksel kıvılcım deşarjların oluştuğu iletken olmayan sıvıdır.
- **Deşarj:** Bir puls süresince akımın efektif (etkili) akışıdır.
- **Deşarj tepe akımı:** Deşarj devam ederken meydana gelen en yüksek akımdır. Bu akım, şiddet seviyeleri ile ayarlanabilir.
- **Deşarj süresi TA (Açık zaman):** Bir zaman aralığıdır. Deşarj süresince boşluktan akım geçer.
- **Deşarj voltajı - U_{Ge}:** Deşarj süresince boşluğun uçları arasındaki voltajdır. Malzeme çiftine göre 15 ila 25 V arasında olur.
- **Elektrot:** EDM’de kullanılan aşındırıcı takımdır.
- **Aralık /GAP:** İçinde deşarjların oluştuğu boşluktur yani elektrotla iş parçası arasındaki bölümdür.
- **Kenar aralığı (a):** Elektrodun girdiği istikamete dik olan boşluktur yani elektrodun yan yüzeyi ile iş parçası arasındaki aralıktır (Resim 1.42).



Resim 1.42: Kenar aralığı

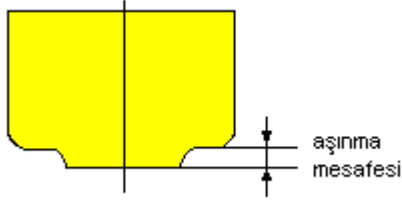
- **Ön aralık (b):** Elektrotla iş parçası arasındaki boşluktur. Elektrodun girdiği istikamete dik değildir (Resim 41).
- **Sürekli veya aralıklı püskürtme:** Atmosferik basınçla dielektrik sıvının basıncı arasındaki farktır, dielektrik sıvının sirkülasyonudur.

- **İyanizasyon:** Açık voltaj aralığının etkisi altında iletken hâle gelen aralıkta deşarjı hazırlayan bir zamandır.
- **Deşarj (plus) aralığı (Ölü/kapalı zaman) TB:** Ardışık pulslar arasındaki süredir. Bu soğuma için gereklidir.
- **İşleme düzenliliği:** İşleme düzenliliği, eğer işlemenin ilerleyişi düzenli ve kısa devre ile anormal deşarjlardan uzak ise iyidir.
- **Talaş kaldırma miktarı:** İş parçasından kaldırılan $\text{mm}^3 / \text{dk.}$ cinsinden talaş miktarıdır.
- **Kesme payı:** İşleme elektrodunun çapı ile kabaca işlenmiş olan delik veya boşluğun çapı arasındaki farktır $P=D-d$ (Resim 1.43).

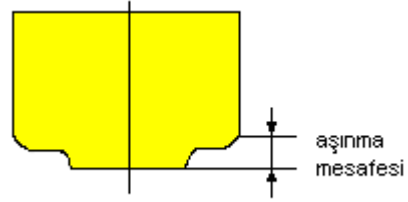


Resim 1.43: Kesme payı

- **Kutup:** Elektroda bağlı voltaj kutbudur.
- **Puls (Darbe):** İş parçası ile elektrot arasında uygulanan voltaj pulsudur.
- **Puls frekansı:** Saniyedeki puls sayısıdır.
- **Puls süresi:** İş parçası ve elektrot arasında uygulanan voltaj puls süresidir. Gecikme süresi ile deşarj süresinin toplamıdır.
- **Emniyetli kesme payı:** Teknolojiye göre hesaplanmış kaba ve orta bitirme elektrotlarının ölçüsü altındaki kesme payıdır. Kaba ve yan bitirme elektrotları ile hassas bitirme elektrotlarının eksenleri arasındaki muhtemel hataların dikkate alınması içindir.
- **Kısa devre:** Elektrot ve iş parçası arasında direkt elektrik kontağı ile oluşturulan durumdur (zararsız bir etkisi vardır).
- **Spesifik talaş kaldırma miktarı:** İş parçasından $\text{mm}^3 / \text{dk.}$ A cinsinden kaldırılan talaş miktarıdır.
- **Vakumlu (emmeli) temizleme:** Boşlukta atmosferik basınçtan daha düşük bir basınçta dielektrik sıvısının sirkülasyonudur.
- **Bitirme yüzeyi:** Kivılcımla aşındırılmış yüzeyin pürüzlülüğüdür.
- **Ölçü farkı:** Kivılcım mesafelerini karşılayabilmek için elektrot ölçüsündeki ölçü farkıdır (daha küçük).
- **Aşınma:** Elektrottan kalkan talaş miktarıdır. İki çeşit aşınma vardır.
- **Ön yüzey aşınma:** Elektrodun ucunda ölçülen aşınmadır (mm) (Resim 1.44).
- **Doğrusal aşınma:** Elektrodun boyunda meydana gelen doğrusal aşınmadır (Resim 1.45).



Resim 1.44: Ön yüzey aşınma



Resim 1.45: Doğrusal aşınma

1.3.1.9. Elektrot Malzemeleri ve Elektrot Takım İmalatı

➤ Elektrot takımı

EDM'de elektrot takımı, yapılmak istenen iş parçasının formuna uygun olarak şekillendirilmiş aşındırıcı elemandır. Geleneksel işleme metotlarındaki gibi bazı elektrot malzemeleri, diğerlerinden daha iyi kesme ve aşındırma kalitesine sahiptir. Bu yüzden elektrot takım malzemesi, aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

- Elektrik ve ısı iletiminde iyi olmalıdır.
- Biçimlendirme için kolay işlenebilir ve makul maliyete oluşturulabilir olmalıdır.
- İş parçasından verimli, metal talaş kaldırmaya elverişli olmalıdır.
- Aşındırma işlemi boyunca deformasyona dirençli olmalıdır.
- Elektrot takımı, düşük aşınma miktarlarını verebilecek özellikte olmalıdır.

➤ Elektrot malzemeleri

EDM ile işlemede kullanılmak üzere elektrot takımı malzemesi üretmek için ekonomik ve iyi bir malzeme bulmak maksadıyla pek çok deney gerçekleştirilmiştir çünkü elektriksel kıvılcımla aşındırma metodunda üretilen bir parçanın maliyetinin % 50'sini elektrot takımı masrafı oluşturur. Bu nedenle elektrotlar, büyük bir dikkatle kullanılmalıdır.



Resim 1.46: Çeşitli tip elektrotlar

Tungsten, karpit, bakirtungsten, gümüştungsten, sarı pirinç, bakır, krom kaplanmış malzemeler, grafit ve çinko alaşımları, elektrot takım malzemesi gibi malzemelerin hiçbiri genel amaçlı uygulamalar için değildir. Her işleme operasyonu, elektrot takım malzemesinin seçimini kendisi belirler.

Piyasada birçok çeşit elektrot takım malzemesi vardır. Elektrot malzemelerini üç ana grupta toplamak mümkündür.

- **Metal elektrot takım malzemeleri**
 - Elektrolitik bakır
 - Bakır tungsten
 - Gümüş tungsten
 - Alaşımlı alüminyum
 - Pirinç
 - Tungsten (genellikle tel biçiminde)
 - Çelik
- **Metal olmayan elektrot takım malzemeleri**
 - Grafitler
- **Metal ve metal olmayan malzeme karışımı elektrot takım malzemeleri**
 - Bakır grafitler

➤ **Elektrolitik bakırın (ECu) biçimlendirilmesi**

ECu'nun biçimlendirilmesi için genellikle iki yol izlenir.

- **Sıcak presleme**

ECu'nun preslenme işi, bakırın 880°C'ye kadar ısıtılması ile gerçekleştirilir. Presleme iki veya üç kez yapılır. Elektrot imalatında şahmerdan kullanılabilir. Her işlem arasında ECu'nun tavlama işlemi önemlidir. Bakırın soğuma süresince çekilme olayı ile karşı karşıya kalacağı da unutulmamalıdır.

- **Soğuk presleme**

Soğuk presleme, bir hidrolik presle gerçekleştirilir. Bu metotla madalya gibi ayrıntılı elektrotların çok hassas bir şekilde üretimi mümkündür. Her bir işlem arasında tavlama işlemi yaparak ayrıntılı elektrot takım malzemesini, ortalama 12 defa prese tabi tutarak istenilen forma getirmek mümkündür.

➤ **Geleneksel işleme metotlarıyla elektrot imalatı**

ECu, torna ve freze tezgâhlarında kolayca işlenebilir. Kesici takımlara sıvanma ve yapışma özelliği yoktur ama ECu'nun işlenmesi sırasında % 50 doymuş yağ ve % 50 diğer petrol ürünü yağ (gaz yağı gibi) karışımı veya özel bir yağ kullanmak gerekir.

➤ **Ekstrüzyon (püskürtme) veya çekme metoduyla elektrot imalatı**

Bu metot, genellikle büyük boyutlu elektrot veya değişmez profilli elektrot üretiminde kullanılır. Özel şekilli veya yuvarlak boru tipi elektrot üretiminde ekstrüzyon çok sık kullanılır.

➤ **Metal kaplamayla elektrot imalatı**

Bu metot, üç boyutlu elektrotların üretiminde yıllardan beri kullanılmaktadır. Eritilmiş bakır tel, metal kalıp üzerine özel dizayn edilmiş bir uç (tabanca) ile püskürtülür. Böylece arzu edilen elektrot şekli elde edilir.

Bu yolla üretilen elektrotlar, çok gözenekli olduğundan kimyasal etkilenebilirlerden uzak tutulmalıdır. Bu elektrotlar, daha çok ince ve hassas alın işlemlerinde kullanılmaktadır.

➤ **Galvoteknik metoduyla elektrot imalatı**

Galvoteknik (elektrokaplama tekniği); üç boyutlu, çok ince teferruatlı elektrotların üretiminde (madalya gibi), otomotiv endüstrisinde kullanılan takımların yapımında veya geniş plastik kalıplarının son yüzey işlemleri için kullanılmaktadır.

Bu işlem, özel bir bilgi gerektirmektedir. Gelişmiş sanayi ülkelerinde galvoteknikle elektrot üretimi üzerine uzmanlaşmış firmalar vardır. Genelde ihtiyaç sahipleri kullanacakları elektrotlar için bu firmalara başvururlar. Ancak belirli ölçülerdeki (100 mm çapında, 20 – 30 mm boyunda) elektrotları kendi imkânları ile üretmek isteyenler için takip edilecek metot, aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

- Yapılmak istenen elektrodun şekline ve boyuna uygun, belirli bir modeline ihtiyaç vardır. Bu model, verniklenmiş ağaçtan veya metalden olabilir. Kalıptan kolayca çıkarılabilmesi için modelin yan kısımlarında en az % 1° koniklik verilmelidir.
- Elektrot modelinden bir veya birden fazla kalıp yapılmalıdır. Bunlar, elektrot yapımının temelini oluşturacak ve epoksi reçineden yapılan aletler olacaktır. Bunun için birçok değişik marka reçine kullanılabilir.
- Çok iyi temizlenmiş model, kalıp ayırıcı malzeme ile ince bir tabaka oluşturacak şekilde kaplanır. Daha sonra sertleştirici ile karışmış hâlde model üzerine fırça ile 1 mm kalınlığında tabaka oluşturacak şekilde sürülür. Yaklaşık 20 – 30 dakika sonra sertleştirici, alüminyum tozuyla karıştırılarak karışım model üzerine 10 mm kalınlıkta tabaka oluşturacak şekilde dökülür. Daha fazla kalınlık isteniyorsa karışım daha fazla dökülür. Sertleşme gerçekleşikten sonra model kalıptan çıkarılır.

1.3.1.10. Dielektrik Sıvı

Elektroerozyon takım tezgâhı ile metallerin işlenmesinde dielektrik sıvının önemi büyüktür. Dielektrik sıvının bu fonksiyonları aşağıda belirtilmiştir.

- İş parçası ve elektrot takımı arasında kıvılcım oluşturulmasına yardım eder.
- Kıvılcım yolunu dar bir kanala dönüştürür. Buna deşarj tüneli denir.
- İş parçası ve elektrot takımı arasında yalıtkan gibi hizmet verir.
- İş parçasından ve elektrot takımından aşınmış parçaları (partikülleri) işlem bölgesinden uzağa sürüklemeye (temizlemeye) çalışır.
- İş parçası ve elektrot takımı için soğutucu etkisi vardır.

➤ **Dielektrik sıvı tipleri ve özellikleri**

EDM ile işlemede çeşitli talaş kaldırma miktarı elde etmek için pek çok sıvı türü, dielektrik gibi kullanılmaktadır. Dielektrik sıvı, süratle iyonlaşmalı yani iyonlara ayrılmalı; buharlaşmalı ve tekrar nötrleşmelidir. Kısaca, iyonсуlaşma (deiyonizasyonlaşma) özelliğine sahip olmalıdır. Bununla birlikte dar işleme aralığına pompalanabilmeye izin verecek düşük bir viskoziteye de sahip olmalıdır. Çok yaygın kullanılan EDM dielektrik sıvıları, dielektrik özellikleri yeterince kanıtlanmamış hafif yağlama yağları, transfarmotor yağlar, silikon esaslı yağlar ve kerosene (gaz yağı) gibi çeşitli petrol ürünleridir. Bunların tamamı, özellikle grafit elektrotlarla iyi sonuç vermektedir ve makul maliyete sahiptir. Bazı durumlarda ise karbon tetraklorid ve bazı sıkıştırılmış (basınç altında) gazlar kullanılmaktadır.

EDM ile işlemede dielektrik seçimi, talaş kaldırma miktarı ve elektrot takımı aşınmasına etkilerinden dolayı önemlidir. Bu işleme metodu için endüstride çalışanlar, sürekli yeni ve daha iyi dielektrik sıvıları aramaktadır. EDM ile işlemeyi geliştirmek için kullanılan pek çok yeni dielektrik sıvıları birbirine oldukça benzer. Dielektrik sıvıları piyasada bulmak mümkündür.

➤ **EDM’de kullanılan temizleme sistemleri**

EDM ile işleme metodunda temizleme/yıkama, dielektrik sıvının sirkülasyonu ile sağlanır. Elektroerozyon ile işlemede temizleme sistemini üç gruba ayırmak mümkündür. Bunlar:

- Emmeli (vakumlu) sistem
- Sürekli püskürtme
- Aralıklı (nefesli) püskürtme sistemi

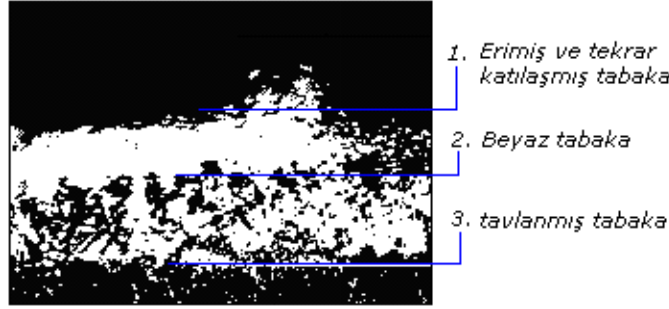
Dielektrik sıvı, eğer metal talaş parçacıklarını (partiküllerini) etkili bir şekilde iş parçası kateri (işleme yüzeyi) üzerinden uzaklaştırmak ve işleme metoduna yardım etmek için kullanılıyorsa sabit basınç altında sirkülasyon yapılmalıdır. Ayarlanan basınç değeri, genellikle 5 psi (34,4 kPa) ile başlar ve optimum işleme şartlarına ulaşmaya kadar artırılır. Dielektrik sıvı, işleme ve kesme eylemine yardımdan önce çoğu kez metal talaş partiküllerini uzaklaştıracak ve bu sebeple daha düşük işleme miktarına sebep olacaktır. Çok küçük basınçlar, metal talaş partiküllerini krater yüzeyinden uzaklaştıramayacak ve kısa devrelere (anormaldeşarjlara) sebep olacaktır.

Dielektrik sıvının sirkülasyonunda metal talaş partiküllerini uzaklaştırmak için sistemde oldukça ince filtreler kullanılmalıdır, aksi takdirde dielektrik sıvı sirkülasyonu yaptırılması zor olacaktır.

1.3.1.11. Kıvılcımla Aşındırılmış Yüzeylerin Özellikleri ve Yapısı

EDM’de talaş kaldırma esası, bir ısısal mekanizmaya tabidir. Deşarjın sıcaklığının 8000°C ila 12000°C arasında olduğu bilinmektedir. Bu yüksek sıcaklık, şüphesiz ki işlenen malzemelerin yapısı üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu etki, malzemenin cinsine göre büyük veya küçüktür, yapılar da bu etkinin değişmediği görülür. Kıvılcımla aşındırmayla işlenmiş bir takım, uzun ömürlüdür.

Eğer EDM’de işlenmiş sert bir çelik parçasının metalürjik yapısı incelenirse üç süper impozif tabaka belirlenebilir (Resim 1.47).



Resim 1.47: Kıvılcımla aşındırılmış yüzeylerin yapısı

- **Erimiş ve tekrar katılaşmış metal tabaka:** Bu erimiş metal tabaka, atılmış ve kısmen küçük küreler biçiminde tekrar birikerek katılaşmış tabakadır.
- **Beyaz tabaka:** Erimiş tekrar katılaşarak yeniden düzenlenmiş metal tabaka, beyaz tabaka diye bilinir. Bu tabakanın kalınlığı sabit olmayıp karbon içeriği ve sertleşme etkisi yüzünden çok serttir.
- **3. Tavlanmış tabaka:** İçinde çelik yapısının modifiye edilmiş olduğu ısısal tavlama yüzünden zayıf bir sertliği olan tavllanmış tabakadır.

Bu üç bölgeye ilaveten bazı hâllerde yüzeyde küçük çatlaklara rastlanır, bunlar zararlıdır. Bu, özellikle tungsten karbiti, uzun deşarjlarla işlerken olur. Bu problem, 7’den aşağıdaki TA değerleri kullanılarak engellenebilir. Üçüncü bölge, bir de deşarjın biçimi tarafından etkilenir.

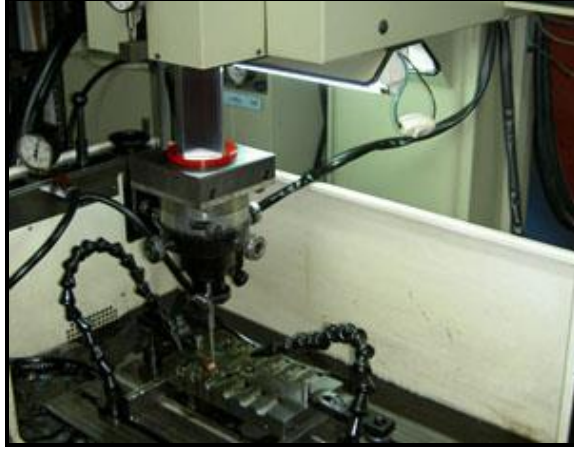
EDM ile işleme yüzünden olan olumsuz etki, aşağıdaki yöntemlerle de engellenebilir.

- İlerde kaldırmak üzere fazladan bir kalınlık bırakılır böylece önceki işlemler tarafından etkilenen bölge tamamen yok edilecektir.
-
- Eğer yüzey işleme ile bırakılan etkilenmiş bölge çok kalınsa kum püskürtme veya lebleme ile son işlemeye tabi tutulur.
-
- Parlatma operasyonu yapılır.

Kaba ve hassas işleme arasında yeterli pay varsa problem genellikle çözülebilir.

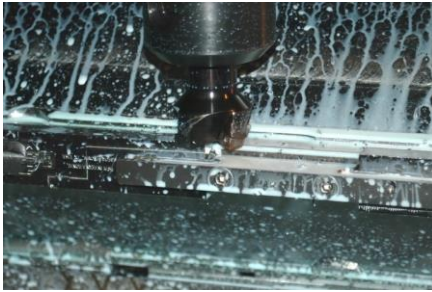
1.3.1.12. Elektro Erezyon Tezgâhında İşlem Sırası

Elektroerozyon tezgâhında kalıp boşluklarının oluşturulması değişik işlemlerle (delme, oyma, kesme vb.) gerçekleştirilmektedir (Resim 1.48). Burada genel olarak bir iş parçasının elektroerozyon tezgâhında işlenmesindeki basamaklar anlatılacaktır.



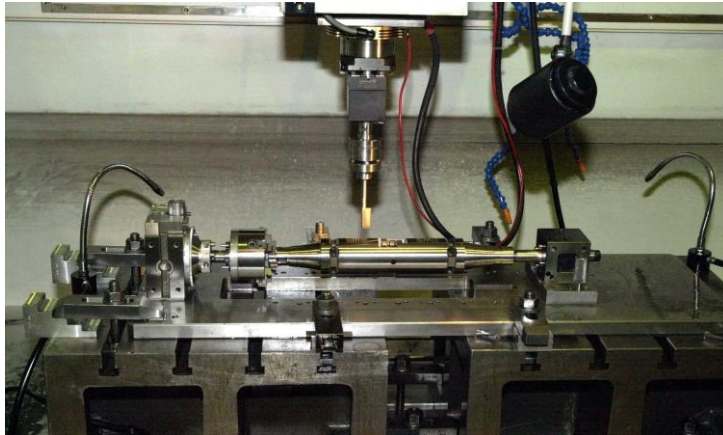
Resim 1.48: Elektroerozyon makinesinde işleme

- İş parçası oyuğunun kabalığı uygun makinelerle boşaltılır.



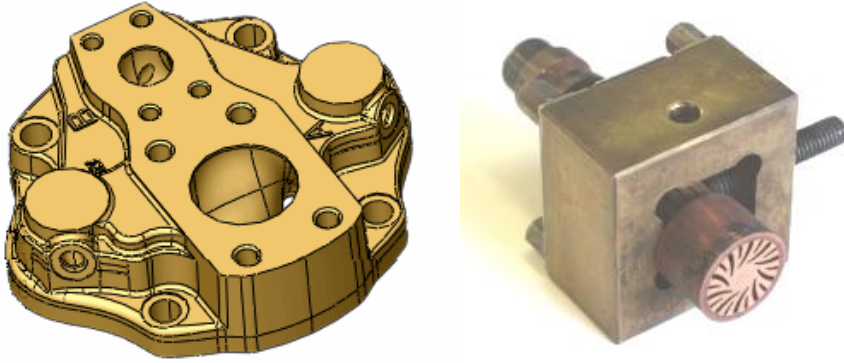
Resim 1.49: İş parçasının kabaca işlenmesi

- İş parçası, tablaya uygun yöntemle (tezgâh mengenesi, cıvata bağlama pabucu, ayna) bağlanır.



Resim 1.50: İş parçasının tablaya bağlanması

- Önceden hazırlanmış elektrot, bağlama başlığına bağlanır; hareketli tabla ile bir hizaya getirilir.



Resim 1.51: İşe uygun olarak hazırlanmış elektrot

- Elektrot ve iş parçasının paralelliği ve dikliği komparatörle kontrol edilir (Resim 1.52).



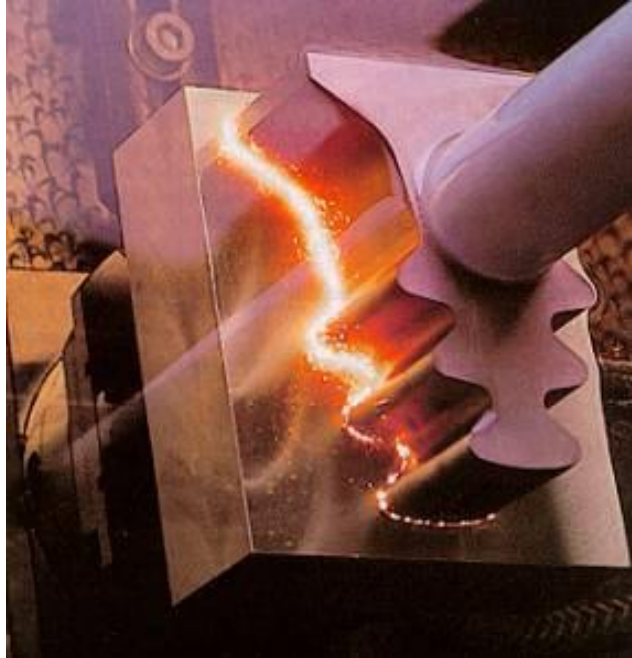
Resim 1.52: Komparatörle dikliğin ayarlanması

- Tezgâhın ana şalteri açılır.
- İşlem şekli, tezgâh kapasitesi, elektrot ve işlenen malzeme cinsine göre tezgâh ayarları (ilerleme hızı, kutup göstergesi değerleri, deşarj aralığı, geri hareket süresi, elektrodun bekleme süreleri, akım şiddeti, frekans değerlerinin seçimi vb.) yapılır.
- Elektrot ve iş parçasının merkezlenmesi sağlanır.



Resim 1.53: Elektrot ve iş parçasının merkezlenmesi

- Elektrodun bağlı bulunduğu iş mili butonla aşağı hareket ettirilerek ön elektrik teması sağlanır; ekran ya da saat sıfırlanır.



Resim 1.54: Elektrot ve iş parçasının teması



Resim 1.55: Komparatörün sıfırlanması

- Starta basılarak işlem başlatılır. Hidrolik ve dielektrik pompası otomatik olarak devreye girer ve iş haznesi dolar. Gereken dielektrik sıvısı seviyesine ulaşıncı işlem başlar.



Resim 1.56: Elektroerozyonda çalışma

- Temizleme sistemi çalıştırılır.
- İşlem bitince dielektrik sıvı boşaltılır, tezgâh kapatılır. İş parçası bağlı olduğu yerden çıkartılarak işlem tamamlanır.

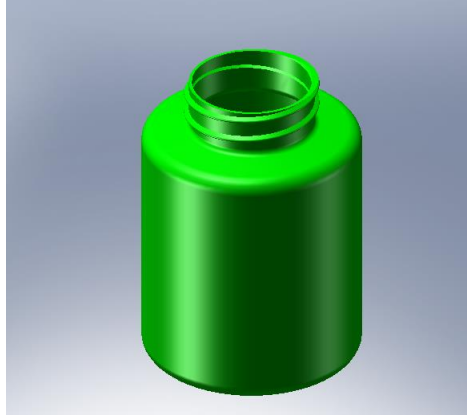


Resim 1.57: Temizleme işlemi bitmiş elektroerozyon tezgâhı

1.4. Kalıp Elemanlarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi

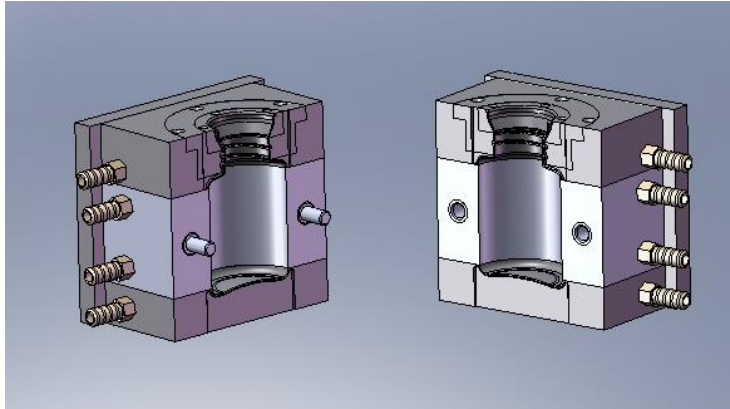
Aşağıdaki resimde görülen preformdan şişirilmiş parçayı ekstrüzyon şişirme kalıplarında elde etmek için cıvata ve vidalar hariç en 10-12 ana parçadan oluşan bir ekstrüzyon şişirme kalıbına ihtiyaç vardır. Kalıp elemanlarından kalıp yarımalarının tutucu plakalarının yapım resimlerinin çizilmesi ve referans yüzeylerinin işlenmesi, bağlantı ve kolon deliklerinin delinmesi işlemleri bir önceki modülde anlatıldı.

Burada ise kalıpta ürün boşluğunu oluşturan parçaların takım tezgâhlarında işlenmesi konusu hakkında bilgi verilecektir.



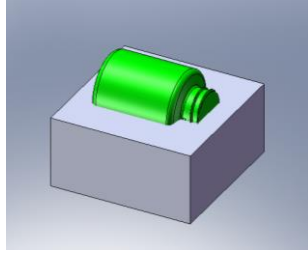
Resim 1.58: Ekstrüzyon şişirme yöntemiyle üretilmiş parça

Şekilde görülen tipte bir ekstrüzyon şişirme yöntemiyle şişirilmiş plastik şişenin üretilebilmesi için basit olarak aşağıdaki gibi bir kalıbın imali gerekir.

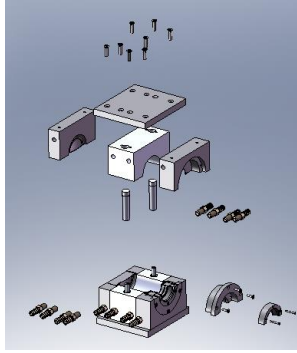


Resim 1.59: Ekstrüzyon şişirme kalıbı

Bu tipte ekstrüzyon şişirme yöntemiyle şişirilmiş bir plastik şişenin kalıbını yapmaya başlamadan önce plastik şişenin ve kalıp parçalarının tasarımının yapılması gerekir (Resim 1.60). Gövde içine şişenin girdiği farz edilerek kenarlarda kolon mili ve boşlukları, altta ve üstte taban boşluğu ile ağız boşluğu için yer bırakılmalıdır.

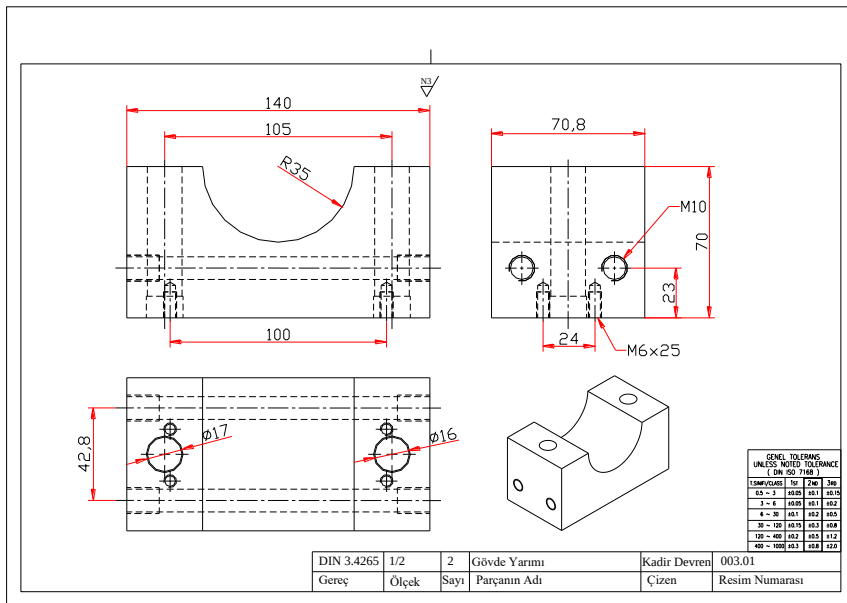


Resim 1.60: Kalıp yarımının ölçüsünün belirlenmesi



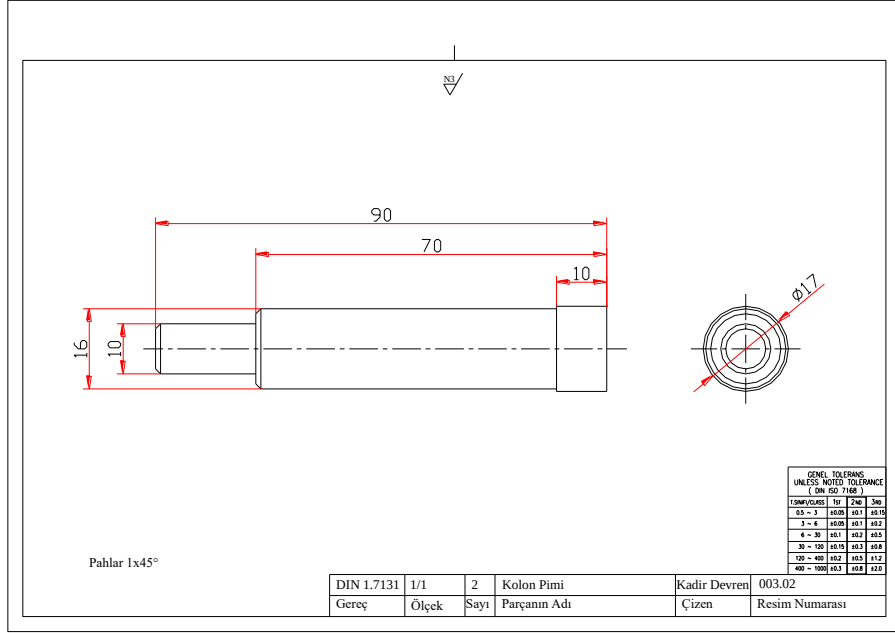
Resim 1.61: Ekstrüzyon şişirme kalıbı parçaları

Bu ölçülere göre kalıp parçalarının yapım resimleri teknik resim kurallarına uygun olarak çizilir. Bu yapım resmindeki ölçülere göre kalıp parçaları, referans yüzeylerine markalanır ve bu ölçülere göre takım tezgâhlarında işlenir. Kalıp öpüşme yüzeyleri taşlandıktan sonra kolon pim delikleri delinir ve raybalanır. Kalıp gövdesini taşıyıcı plakaya bağlayabilmek için bağlantı delikleri delinir ve kılavuz çekilir.

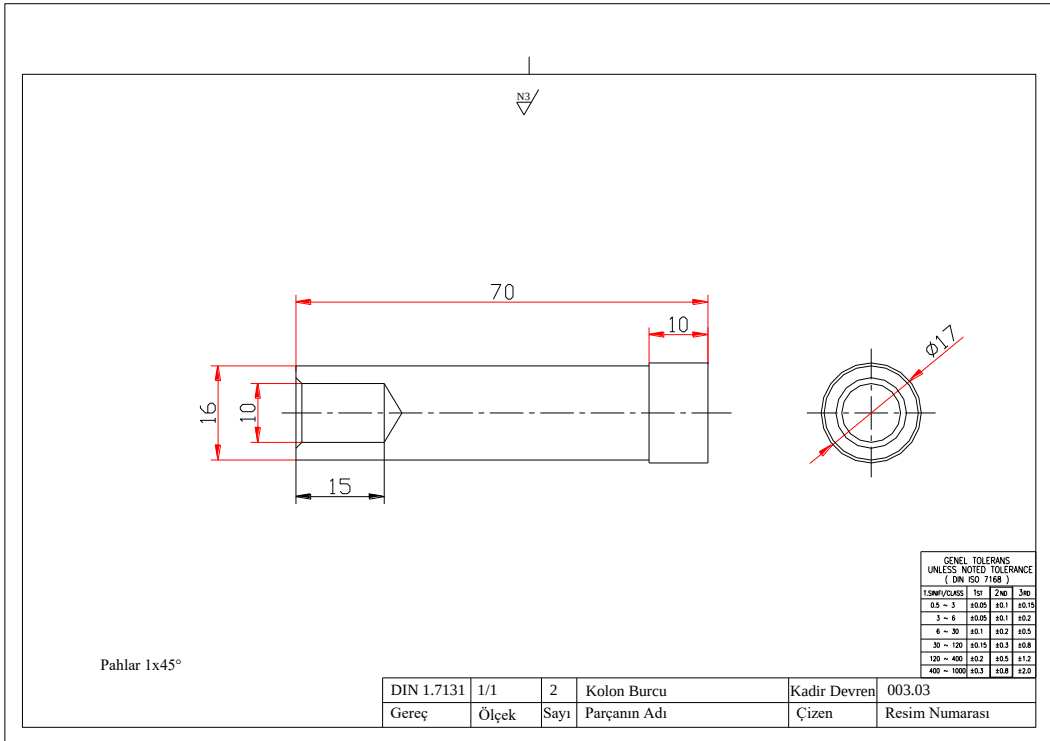


Resim 1.62.a: Gövde

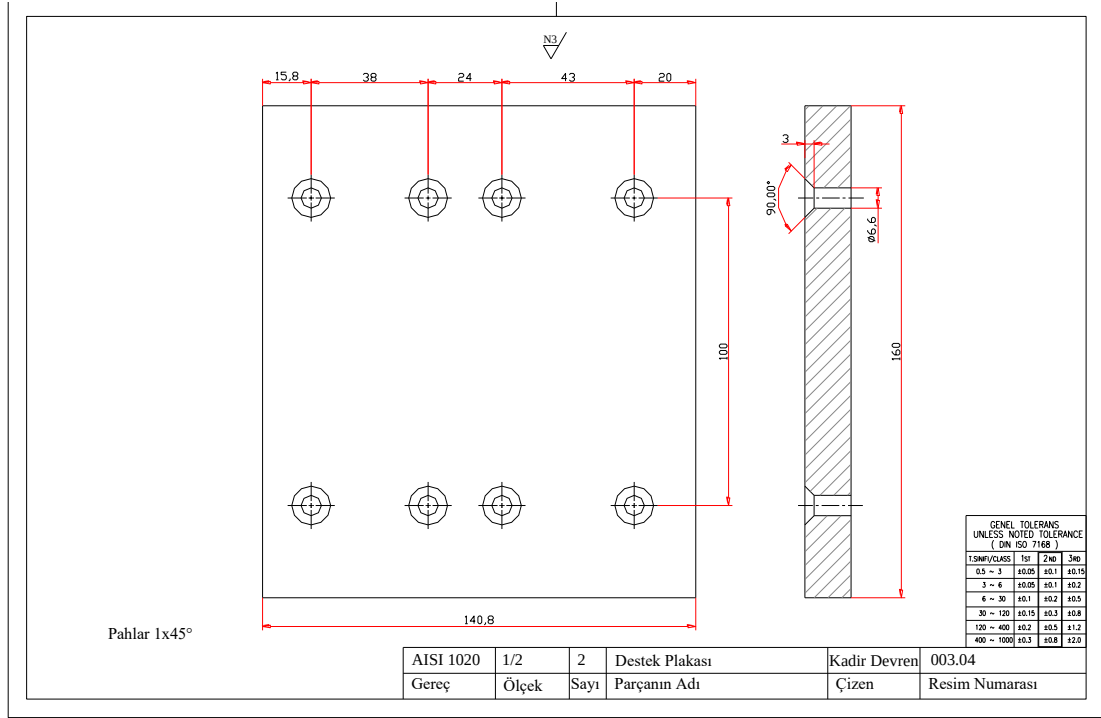
Buraya kadar olan işlemler bir önceki modülde anlatılmıştı fakat bu parçaya ait kalıp parçalarının yapım resimlerini çizdikten sonra kalıp boşluğu işlenmelidir.



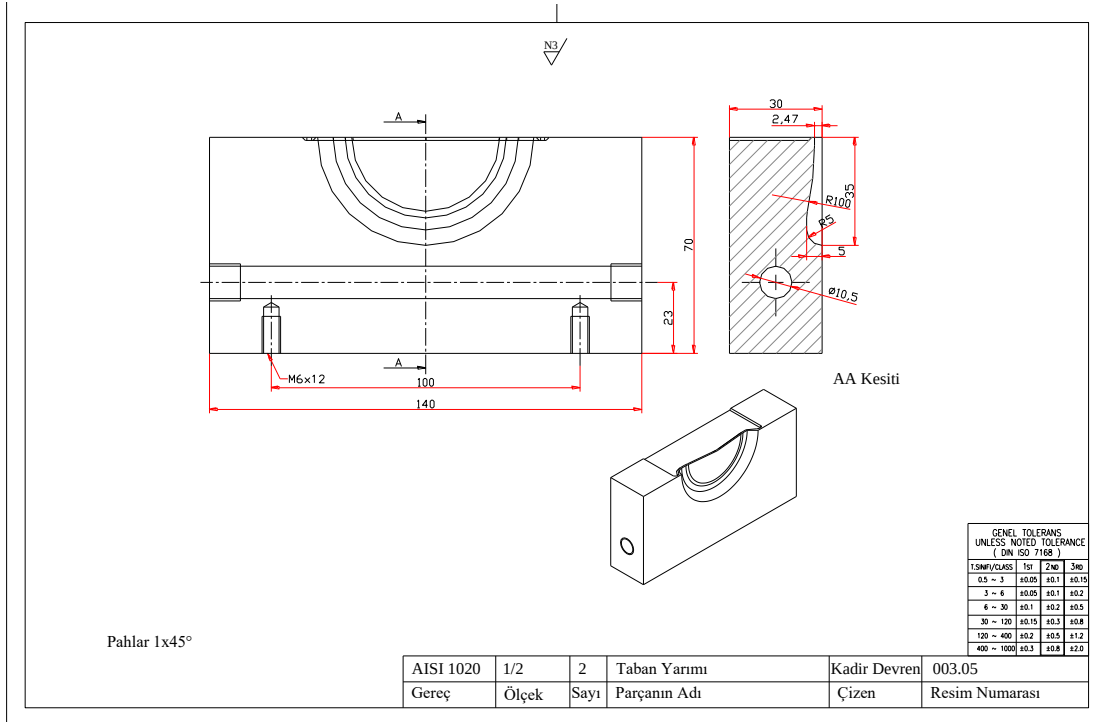
Resim 1.62.b: Kolon



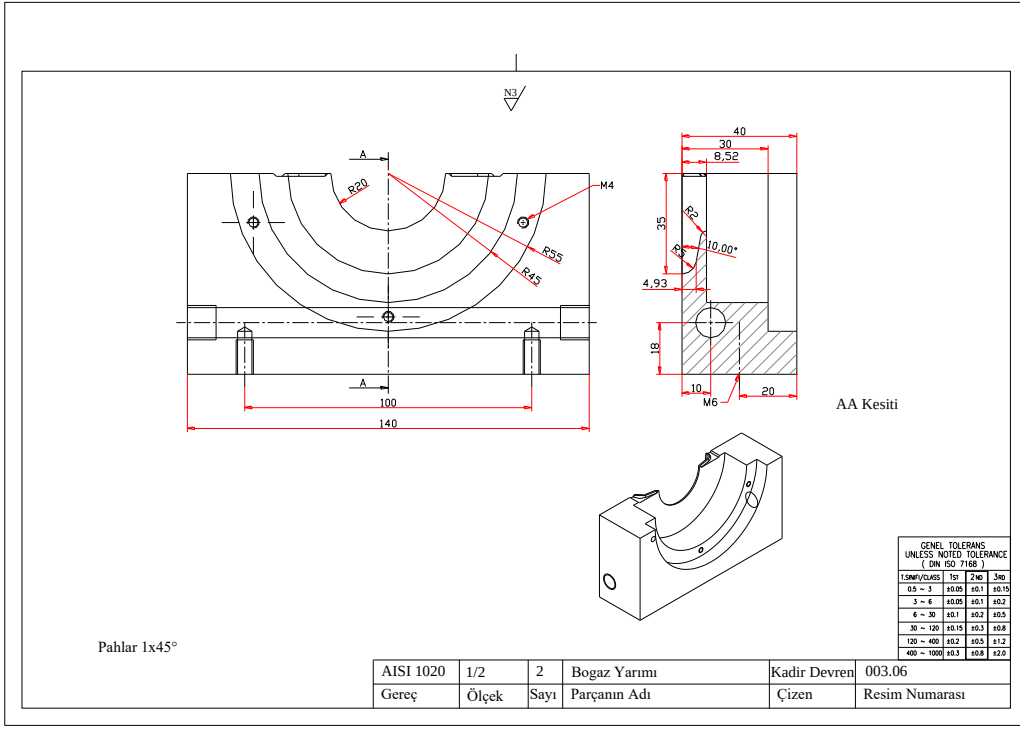
Resim 1.62.c: Burç



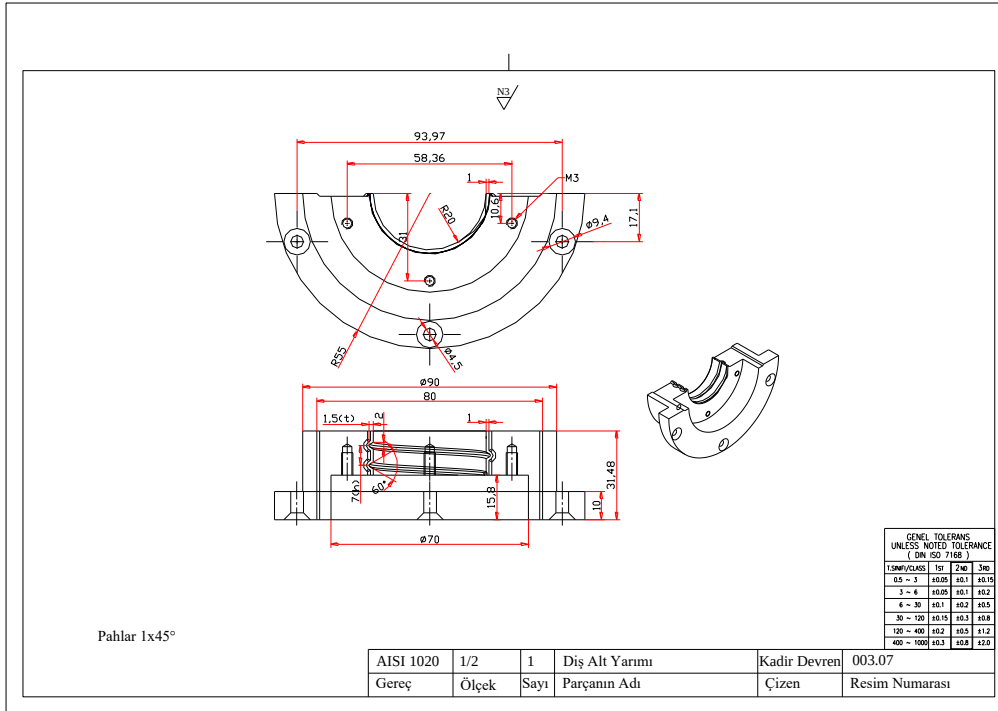
Resim 1.62.d: Destek plakası



Resim 1.62.e: Destek plakası

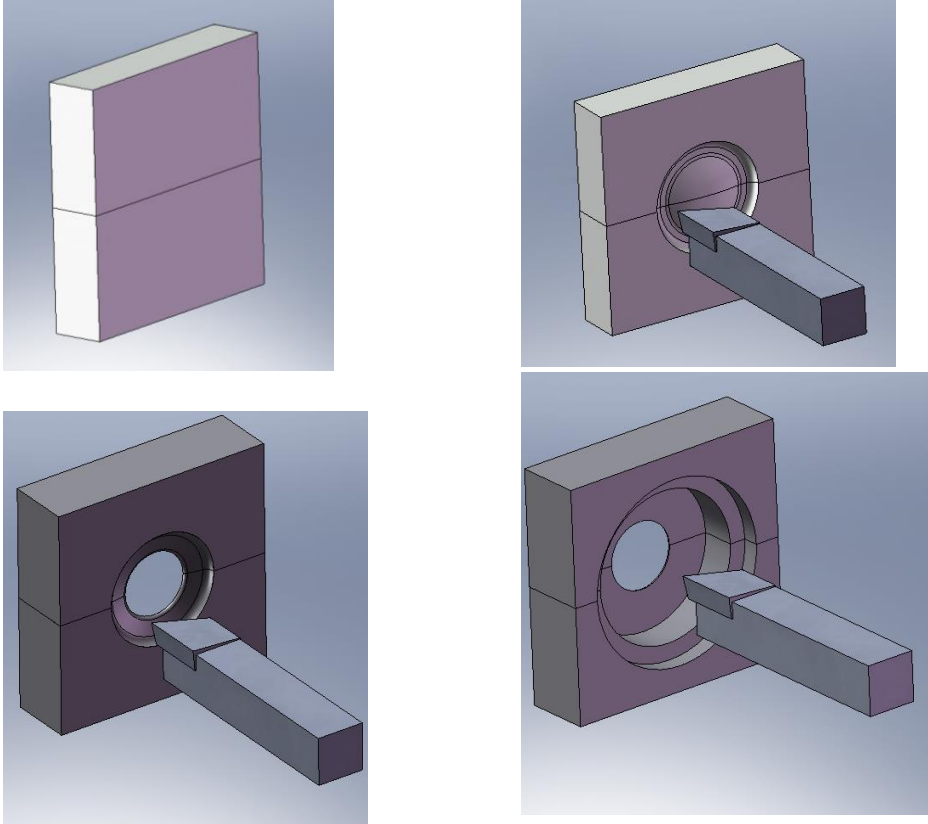


Resim 1.62.f: Boğaz yarımları



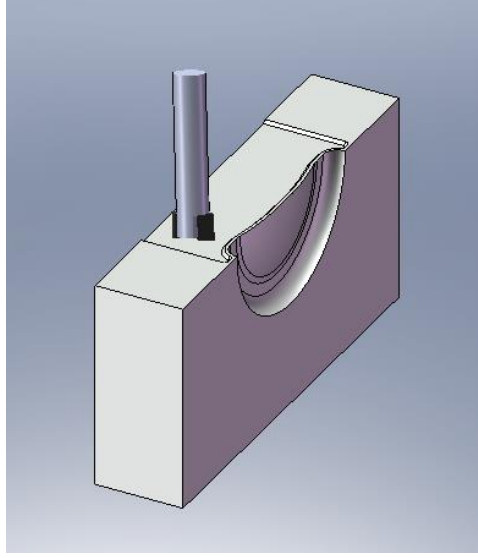
Resim 1.62.g: Diş alt yarımları

Tornalama işlemleri bittikten sonra kalıp boşluğunun orta kısmı işlenmiş iki adet kalıp yarımı elde edilir. Boğaz ve taban kısımlarının gerekli kısımları aynı delik tornalama işlemiyle işlenir.



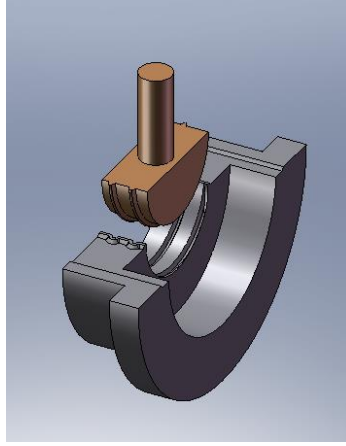
Resim 1.64: Kalıp boşluğunun taban ve boğaz kısımlarının torna ile işlenmesi

Kalıp boşluğunun taban ve boğaz kısımlarının tornada işlenmesi tamamlandıktan sonra parisonun fazlalık kısımlarının kesilmesi için kalıp öpüşme yüzeylerine frezeleme yöntemi ile kesme kenarları ve parisonun fazlalık kısmının hapsedileceği boşluklar oluşturulur.



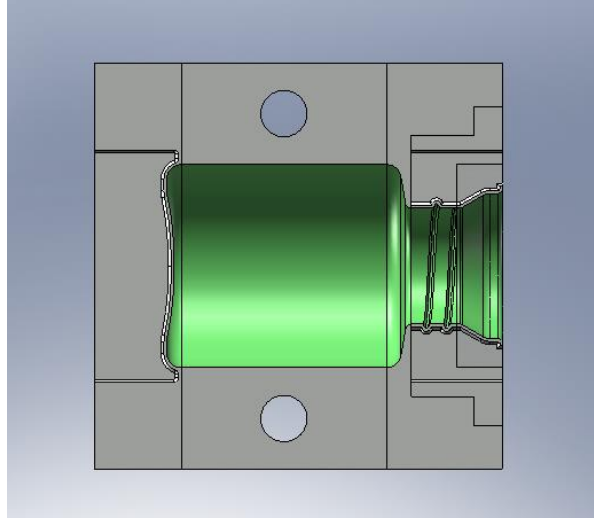
Resim 1.65: Kesme kenarlarının frezede oluşturulması

Bir sonraki basamakta şişenin ağız kısmındaki dış profillerini verecek boğaz kalıbı, tornada işlendikten sonra vida profiline göre hazırlanmış bakır elektrot elektroerozyon tezgâhına bağlanarak şişirilecek parçanın dış kısımları oluşturulur (Resim 1.66).



Resim 1.66: Dış kısımlarının elektroerozyon tezgâhında işlenmesi

Böylece kalıptaki ürün boşluğunu oluşturan tüm parçalar işlenmiş olur (Resim 1.67).



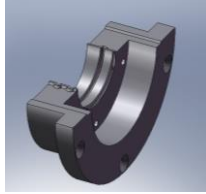
Resim 1.67: Ürün boşluğunu oluşturan elemanlar

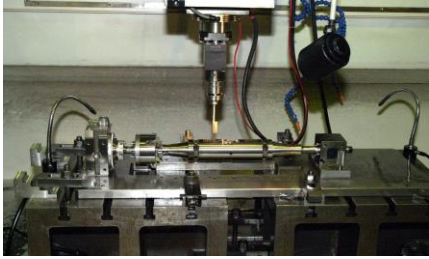
Tornalama işlemiyle üfleme milinin gireceği yuva tornada işlenir. Bu parçanın dış kalıbından ayrı yapılmasının sebebi, yuvanın devamlı üfleme milinin darbelerine maruz kalmasıdır. Yuva, deforme olduğu zaman yalnızca o parçayı değiştirerek kalıptaki aksaklığı gidermek mümkündür. Ayrı ayrı işlenmezse yuvanın deforme olması durumunda dış kısımlarının da işlenmesi gerekecektir. Bu nedenle dış kısmı ile yuva kısmını ayrı ayrı işlemek faydalıdır.

Kalıp boşluğunu üç dört parça olarak işlemenin sebebi işleme kolaylığıdır. Farklı durumlarda kalıp boşluğunu CNC tezgâhlarında tek parça olarak da işlemek mümkündür ve daha kolaydır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Daha önceden markalanmış, torna tezgâhında işlenmiş ve kalıp boşluğuna uygun olarak hazırlanmış elektroda göre çene kalıbının dişi kalıp boşluklarını, elektroerozyon tezgâhında işleyiniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Dişi kalıbı işleme tezgâhına uygun biçimde bağlayınız. 	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş parçasına en uygun bağlama yöntemini seçiniz. ➤ Elektrot ve iş parçasının dikliklerini komparatör ile kontrol ediniz.
➤ Uygun işleme parametrelerini sağlayınız.	➤ Elektrodun ve işlenecek olan malzemenin cinsine göre uygun işleme parametrelerini ayarlayınız.
➤ Parçayı işleyiniz. 	➤ Elektrot ve iş parçasının merkezlenmesini sağlayınız. ➤ Elektrodun elektriksel temasını sağlayarak saati sıfırlayınız. ➤ Dielektrik sıvısını hazneye doldurmayı unutmayınız.
➤ Parçayı kontrol ediniz.	➤ İşleme sonunda iş parçasının istenilen toleranslar içinde olup olmadığını 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 ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Kalıp yarımını işleme tezgâhına uygun biçimde bağladınız mı?		
3. Uygun işleme parametrelerini sağladınız mı?		
4. Parçayı işlediniz mi?		
5. Parçayı kontrol ettiniz mi?		
6. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
7. Süreyi iyi kullandınız mı? (12 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi özel işlem torna tezgâhlarından?
A) Kopya torna tezgâhı
B) Hava torna tezgâhı
C) Revolver torna tezgâhı
D) Hepsi
2. “Tornanın talaş miline ve ana mile çeşitli dönme hızları vermeye yarar. İçinde hızın belirlenmesini sağlayan dişliler vardır.” cümlesinde tanımlanan elman, torna tezgâhının hangi kısmıdır?
A) Ayna
B) Araba
C) İlerleme hız kutusu
D) Gezer punta
3. Çapı 50 mm olan bir mili $V=30$ m/dk. kesme hızında işlemek için tezgâha verilecek devir kaç olmalıdır? ($JI=3$ alınacak)
A) 100 dev/ dk.
B) 150 dev/ dk.
C) 200 dev/ dk.
D) 300 dev/ dk.
4. Aşağıdakilerden hangisi ekstrüzyonla şişirme kalıplarında kullanılan kalıp gövdesi malzemelerinden değildir?
A) Dökme demir
B) Çelik
C) Alüminyum
D) Ahşap
5. Aşağıdakilerden hangisi elektro erozyon tezgâhının temizleme sistemlerindendir?
A) Emmeli (vakumlu) sistem tabla
B) Sürekli püskürtme
C) Aralıklı (nefesli) püskürtme sistemi
D) Hepsi
6. Ekstrüzyon şişirme kalıp boşluğu hangi işleme metoduyla işlenmez?
A) Boyama ile
B) Frezeleme ile
C) Tornalama ile
D) Elektro erozyon ile
7. Aşağıdakilerden hangisi tornada kullanılan kater çeşitlerindendir?
A) Düz saplı katerler
B) Keski katerleri
C) Delik katerleri
D) Hepsi

8. Elektroerozyon takım tezgâhı ile metallerin işlenmesinde dielektrik sıvının önemi büyüktür. Aşağıdakilerden hangisinde dielektrik sıvının fonksiyonları verilmiştir?

- A) İş parçası ve elektrot takımı arasında kıvılcım oluşturulmasına yardım eder.
- B) Kıvılcım yolunu, dar bir kanala dönüştürür. Buna deşarj tüneli denir.
- C) İş parçası ve elektrot takımı arasında yalıtkan gibi hizmet verir.
- D) Hepsi

9. EDM ile işlemede aşağıdaki hangi işlemler yapılabilir?

- A) Elektroerozyon ile oyma, delme işlemi
- B) Elektroerozyon ile kesme işlemi
- C) Elektroerozyon ile taşlama işlemi
- D) Hepsi

10. Ekstrüzyon şişirme kalıbı ve kalıp boşluğu işlenirken hangi tezgâh kullanılmaz?

- A) Torna
- B) Oksi - gaz kaynağı
- C) Elektro erozyon
- D) Freze

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 ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarını ürün özelliğine uygun olarak işleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Plastik kalıp imalatı yapan atölyeleri ziyaret ederek plastik ekstrüzyon şişirme kalıpları soğutma kanallarını ürün özelliğine göre işleyebilmek için kullanılan yöntemleri araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

2. EKSTRÜZYON ŞİŞİRME KALIPLARININ SOĞUTMA KANALLARINI İŞLEMEK

2.1. Plastik Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının Özellikleri

Ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma prensiplerine göre tasarlanmış soğutma kanalları, devamlı akışı sağlayacak şekilde kolon mili boşluklarına, vida deliklerine ve plakalara zarar vermemek koşulu ile boydan boya veya kısmen, uzun delikler delinmek suretiyle özel matkaplar kullanılarak açılır. Burada amaç, ürünün eşit bir şekilde soğutulmasını sağlayarak deformasyonu engellemektir.

2.1.1. Kalıpların Soğutulması

Plastik kalıpları genellikle su veya basınçlı hava ile soğutulur. Su ile yapılacak soğutma işleminde kalıp yarımları içine açılan kanallardan geçiş yapan suyun birleşim yerlerinden kalıp içine dağılmasını önlemek için geçiş yolları üzerindeki delikler kör tapa ile kapatılır. Kalıp takviye plakaları arasındaki su sızıntıları da dairesel kesitli salmastralar veya o ringler ile önlenir. Bu salmastralar; yumuşak bakır, alüminyum veya kauçuk malzemelerden yapılır.

Kalıplanacak parçanın boyutlarına bağlı olarak kalıp içine açılacak soğutma kanallarının özellikleri ve soğutucu etkisi değişmektedir. Doğrudan kalıp yarımlarına açılan soğutma kanallarında, soğutma sıvısı kısa zamanda etkisini göstermekte ve kalıplanan parçanın sertleşmesi (donması) hızlanmaktadır. Ancak kalıp yarımlarının ani soğutulmasıyla kalıpta meydana gelen değişken ısı, kalıbın çatlamasına sebep olabilmektedir. Ayrıca kalıplanan parçanın et kalınlığı fazla ise dış yüzeylerdeki sertleşme hızı iç kısımlara oranla

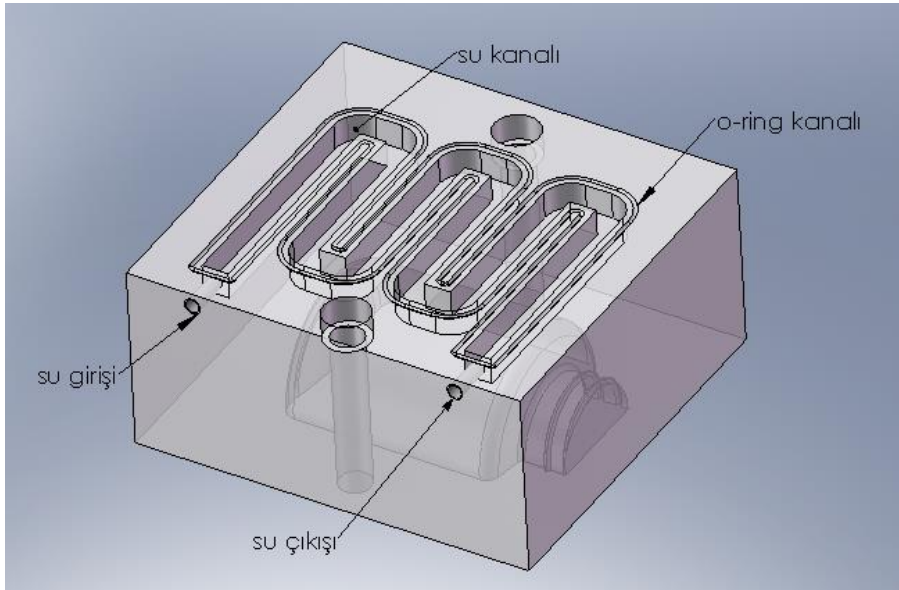
daha hızlı olur. Bu da parçanın kalıptan çıktıktan sonra şekil değiştirmesine sebep olabilir. Bu ve benzeri zararlar göz önünde bulundurulduğunda doğrudan kalıp yarımlarına açılan soğutma kanalları, kalıplama yüzeyinden uygun uzaklıkta ve ölçüde olmalıdır.

Derinliği fazla olmayan kalıplama işlemlerinde kalıp yarımlarına açılacak soğutma kanalları içine bakır borulu soğutucu sistem yerleştirilir ve üzerine düşük sıcaklıkta ergiyen bir madde (kurşun) dökülerek bakır boruların sabitleşmesi sağlanır.

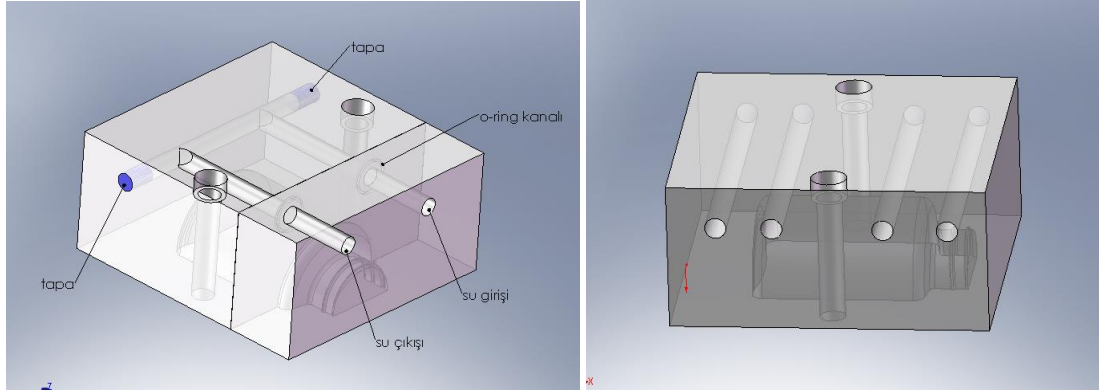
Çok parçalı kalıplarda soğutmanın kısa zamanda etkisini gösterebilmesi için soğutucu kanallar, destek plakaları ve kalıp yarımları içinden geçerek kalıbı terk edecek şekilde tasarlanır.

Su soğutmalı kalıp tasarımında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- Soğutma kanalları, kalıplama yüzeyine çok yakın olmamalıdır. Ani değişen ısı farkından dolayı kalıplama yüzeyinde çatlamlar meydana gelebilir.
- Kalıp içinde dolaşan soğutma sıvısının miktarı, üretimi maksimum düzeyde ve kalıbı da arzu edilen sıcaklıkta tutmalıdır.
- Soğutma sıvısının giriş ve çıkışlarını sağlayan bağlantı borularının ölçüleri, normal basınçlı su dolaşımına uygun olmalıdır.
- Su ile soğutmada suyun kalıba giriş sıcaklığıyla çıkış sıcaklığı arasındaki fark çok fazla olmamalıdır. Isı farkının fazla olması hâlinde kalıplanan parça homojen olarak sertleşmez.



Resim 2.1: Kalıp gövdesi kanallı soğutma



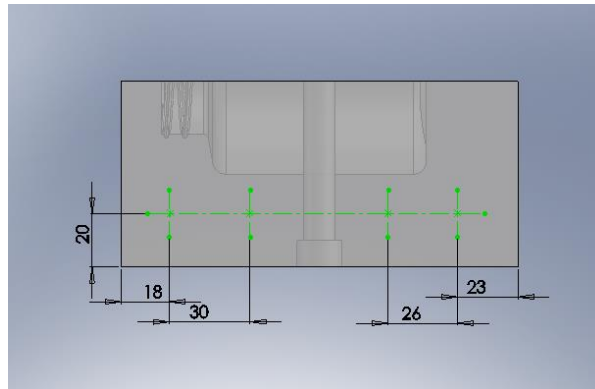
Resim 2.2: Kalıp gövdesi delikle soğutma çeşitleri

Su ile soğutmanın uygun olmadığı veya su ile soğutmanın kalıba ve kalıplanan parçaya zarar verdiği hâllerde kalıp basınçlı hava ile soğutulur. Basınçlı havayla yapılacak kalıp soğutma sisteminde basınçlı hava, kalıp içine açılan kanalları dolaşarak kalıptan ayrılır. Soğutma etkisi, su soğutmalı sisteme oranla daha yavaştır. Bu nedenle genellikle et kalınlığı az ve kalıp sıcaklığının çok fazla değişmesi gerekmeyen kalıplama işlemlerinde basınçlı havalı soğutma sistemi kullanılır.

2.2. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının İşlenmesi

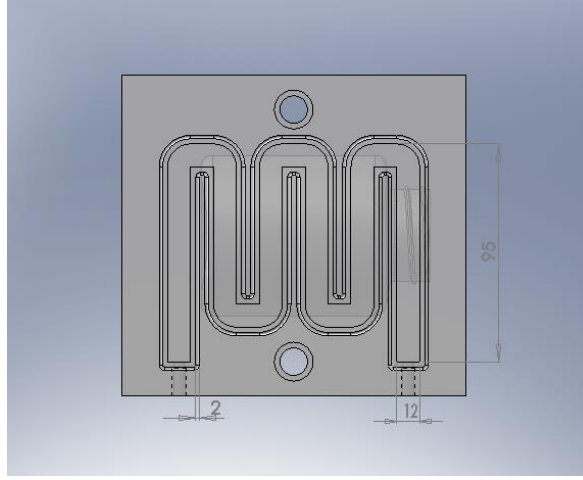
2.2.1. Ekstrüzyon Şişirme Kalıplarının Soğutma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi

Farklı kalıp tasarımlarına soğutma kanalları oluşturulurken daha değişik yöntemler uygulanabilir. Fakat ekstrüzyon şişirme kalıplarında soğutma işlemi enjeksiyon kalıplarına nazaran daha az önem taşır. Çünkü soğutulacak parçanın et kalınlığı daha azdır. Kalıp malzemesi genelde alüminyum olduğundan yapılan soğutma işlemi parçaya çok çabuk etki etmektedir. Bu nedenlerle ekstrüzyon şişirme kalıplarında basit soğutma işlemleri yeterli olmaktadır.



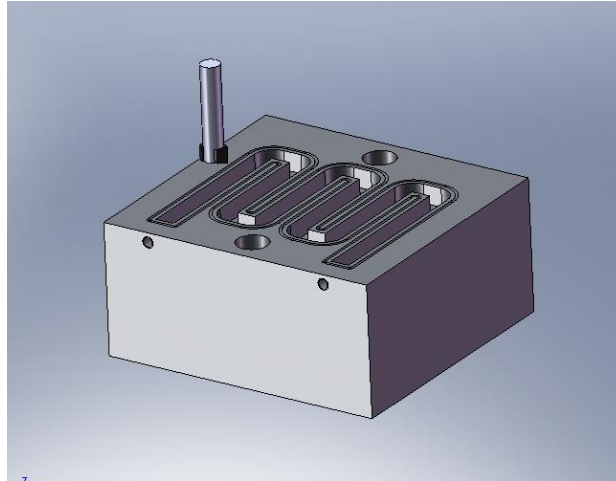
Resim 2.3: Soğutma kanalının delik merkezlerinin markalanması

Eğer ekstrüzyon şişirme kalıbında deliklerle soğutma yapılacaksa delikler delinmeden önce delik merkezlerinin markalanması gerekir. Delik merkezlerini hiza alacağımız noktalarda kalıp bağlantı delikleri, kolon mili delikleri, kalıp boşluğu bulunmamalıdır.



Resim 2.4: Kanallı soğutmanın markalanması

Eğer kalıba kanallı olarak soğutma yapılacaksa kanal ölçülerine göre kalıp arka yüzüne markama yapılmalıdır. Daha sonra kanallar, bu markalama çizgilerine ve ölçüye göre seçilecek parmak freze ile açılmalıdır. Kanallı soğutmada kanal, soğutma kanalının kenarlarına kullanılacak “o-ring”e göre yine uygun çapta bir parmak freze ile açılır. Kanallar gövde dışına patlatılmaz, 10-15 mm kala bırakılır. Gövde dışından kanala rekor vidasının matkap çapına uygun bir matkapla delik delinir ve havşası açılıp kılavuz çekilir.



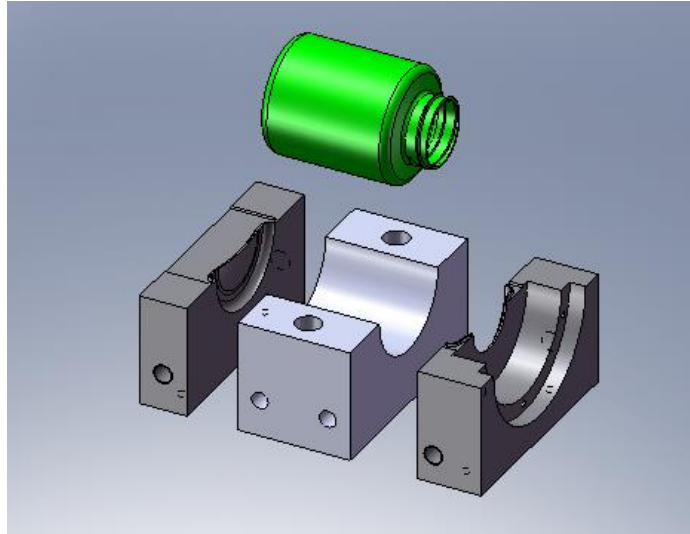
Resim 2.5: Soğutma kanalının parmak freze ile açılması

Örnekte verilen kalıptaki soğutma kanallarının oluşturulmasında uygulanması gereken işlem basamakları aşağıda açıklanmıştır.

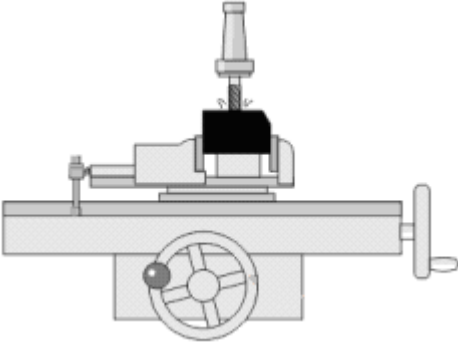
- Kalıp yarımının markalama işlemini yapım resmine uygun bir şekilde yapınız.
- Kalıp yarımı soğutma kanallarını uygun matkapla deliniz (kör deliklerin delinmesinde delik derinliklerine dikkat ediniz).
- Taban kalıbının markalama işlemini yapım resmine uygun bir şekilde yapınız.
- Taban kalıbı soğutma kanallarını uygun matkapla deliniz (kör deliklerin delinmesinde delik derinliklerine dikkat ediniz).
- Su giriş ve çıkış kanalının ağızlarına oring kanalı açınız (gerekliyorsa).
- Kalıp yarımının ve taban kalıbının soğutma deliklerinin ağız kısımlarına rekora ait dişe uygun kılavuz çekiniz.

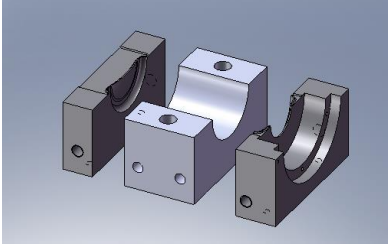
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen parçanın kalıp boşluğuna ait kalıp parçalarının soğutma kanallarını açınız ve rekor vidalarını oluşturunuz.



İşlem Basamakları ➤ Soğutma kanallarının delik merkezlerini resme uygun olarak markalayınız.	Öneriler ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➤ Markalama yüzeylerinin temiz olmasına dikkat ediniz. ➤ Markalama yapacağınız kalıp elemanlarının referans yüzeylerinin aynı olmasına dikkat ediniz. ➤ Markalama ölçülerini kontrol ediniz. ➤ Noktalama işlemini eksenden kaçmayacak şekilde yapınız. ➤ Markalama yapmak için seçilen referans yüzeylerinin birbirine komşu yüzeyler olmasına dikkat ediniz. ➤ Markalamayı referans yüzeylerden yararlanarak yapınız. Aksi takdirde istenilen ölçü aralıklarını elde edemezsiniz. ➤ İşe uygun markalama aletlerini seçiniz.
➤ İş parçasını işleme makinesine uygun biçimde bağlayınız.	➤ İş parçasını en uygun şekilde tezgâha bağlayınız. ➤ İş parçasının kesici takıma göre

	paralel ve dik olmasına dikkat ederek bağlama işlemini yapınız.
➤ Uygun makine işleme parametrelerini sağlayınız.	➤ İş parçasının malzemesine ve kesici takımının özelliklerine uygun olarak makine parametre ayarlarını yapınız. (Devir sayısı, ilerleme hızı vb.)
➤ Parçayı işleyiniz (Soğutma kanallarını deliniz.). 	➤ Tezgâhı, iş parçasının ölçülerine göre X – Y – Z eksenlerinde mikrometrik bilezikten sıfırlayınız. ➤ Sırası ile soğutma kanallarını delme işlemi yaparak boydan boya deliniz.
➤ Rekorlara uygun şekilde kılavuz çekiniz.	➤ Deliğin çapı dış dibi çapına uygun değilse önce dış dibi çapına uygun matkap ile dış boyu kadar deliniz. ➤ Delik ağzına havşa matkabı ile havşa açınız. ➤ Kılavuzu ağızlatınız.

	➤ Kılavuz dikliğini kontrol ediniz. ➤ Yağlama yapınız. ➤ Bir tur ileri yarım tur geri olacak şekilde döndürerek deliklere dış açınız.
➤ Parçaları kontrol ediniz. 	➤ Talaşlı imalat sonunda iş parçasının istenilen ölçüler içinde olup olmadığını ve kalıp boşluğu, vida delikleri ve kolon mili deliğini patlatmadığını 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. Soğutma kanallarını işlemeye uygun olarak markaladınız mı?		
3. İş parçasını işleme makinesine uygun biçimde bağladınız mı?		
4. Uygun makine işleme parametrelerini sağladınız mı?		
5. Parçayı işlediniz mi?		
6. Parçaya uygun şekilde kılavuz çektiniz mi?		
7. Parçayı kontrol ettiniz mi?		
8. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
9. Süreyi iyi kullandınız mı? (8 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

Aşağıda verilen cümleleri doğru - yanlış durumuna göre işaretleyiniz.

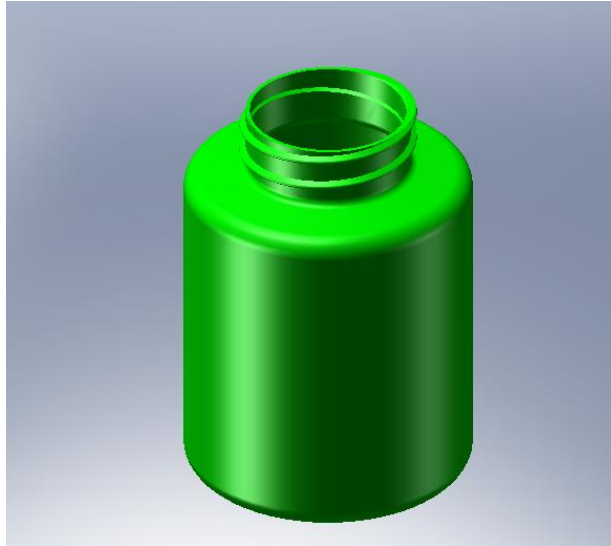
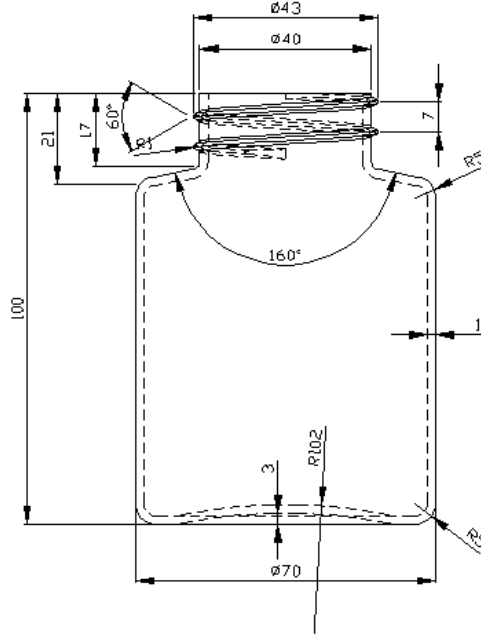
1. () Plastik kalıpları genellikle rezistansla soğutulur.
2. () Soğutma kanallarının görevi, ürünün soğutulmasını eşit bir şekilde sağlayarak deformasyonu engellemektir.
3. () Soğutma kanalları, ürün boşluğuna çok yakın olmamalıdır.
4. () Derinliği fazla olmayan kalıplama işlemlerinde kalıp yarımına açılacak soğutma kanalları içine bakır borulu soğutucu sistem yerleştirilir.
5. () Ekstrüzyon şişirme kalıplarında sızdırmazlık elemanı olarak cam elyafı kullanılır.
6. () Ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanalları elektrik ark kaynağı ile delinir.
7. () Rekorlar, ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarına silikonla yapıştırılır.
8. () Ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanalı deliklerine vida pafta ile açılır.
9. () Ekstrüzyon şişirme kalıplarının soğutma kanalı delikleri delinmeden önce markalama ve noktalama işlemi mutlaka yapılır.
10. () Bakır borulu sistem soğutma kanalına boruları sabitlemek için düşük sıcaklıkta ergiyen bir madde (kurşun) dökülür.

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

Aşağıda teknik resmi verilmiş olan preformdan şişirilmiş parçanın kalıp yarımlarını ve taban kalıbının kalıp boşluğunu oluşturunuz. Ayrıca bu parçaların soğutma kanallarını işleyiniz.



PERFORMANS DEĞERLENDİRME

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Yapım resmine göre markalama yaptınız mı?		
3. Kalıbı işleme tezgâhına uygun biçimde bağladınız mı?		
4. Uygun işleme parametrelerini sağladınız mı?		
5. Parçayı işlediniz mi?		
6. Parçayı kontrol ettiniz mi?		
7. Kalıp yarımına soğutma kanallarını resme uygun olarak markaladınız mı?		
8. İş parçasını işleme makinesine uygun biçimde bağladınız mı?		
9. Uygun makine işleme parametrelerini sağladınız mı?		
10. Parçayı işlediniz mi?		
11. Soğutma kanalı girişine kılavuz çektiniz mi?		
12. Parçayı kontrol ettiniz mi?		
13. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
14. Süreyi iyi kullandınız mı? (16 saat)		

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1’İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2’NİN CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	D
5	Y
6	Y
7	Y
8	Y
9	D
10	D

KAYNAKÇA

- AKYÜZ Ö. Faruk, **Plastikler ve Plastik Ekstrüzyon Teknolojisine Giriş**, PAGEV Yayınları, İstanbul, 2001.
- ERİŞKİN Yakup, İbrahim UZUN, **Hacim Kalıpcılığı**, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 1982.
- ÖZCAN Şefik, Halit BULUT, **Atölye ve Teknolojisi 2**, Gül Yayınevi, Ankara.
- ÖZCAN Şefik, Halit BULUT, **Atölye ve Teknolojisi 3**, Gül Yayınevi, Ankara.
- POYRAZOĞLU Oğuz, **Elektroerozyon Tekniği**, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları, Ankara, 1994.
- TURAÇLI Hasan, **Ekstrüzyon Kalıplar İmalatı**, PAGEV Yayınları, İstanbul, 2000.
- YELBEY İbrahim, Barış YELBEY, **Kalıp Konstrüksiyon ve Kalıp Yapımı**, Irmak Ofset, Bursa, 2003.