T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

PLASTİK TEKNOLOJİLERİ

ENJEKSİYON 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. ENJEKSİYON 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 7
1.1.5. İş Parçalarını Bağlamak 8
1.1.6. Alın Tornalama 12
1.1.7. Punta Deliği Açma 13
1.1.8. Silindirik Tornalama 14
1.1.9. Kademeli Tornalama 15
1.1.10. Kademelere Pah Kırmak 17
1.1.11. Malafa ile Tornalama 17
1.2. Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıp Boşluklarının Özellikleri 19
1.2.1. Kalıp Çekirdeği Malzemeleri 19
1.2.2. Kalıp Boşlukları ve Özellikleri 21
1.3. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Boşluklarının İşlenmesi 22
1.3.1. Dalma Erezyon Tezgâhı 22
1.4. Kalıp Elemanlarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi 45
UYGULAMA FAALİYETİ 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 53
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 55
2. ENJEKSİYON ŞİŞİRME KALIPLARININ SOĞUTMA KANALLARINI İŞLEMEK 55
2.2. Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının Özellikleri 55
2.2.1. Kalıpların Soğutulması 55
2.3. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının İşlenmesi 57
2.3.1. Enjeksiyon Şişirme Kalıplarının Soğutma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi 58
UYGULAMA FAALİYETİ 60
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 64
MODÜL DEĞERLENDİRME 65
CEVAP ANAHTARI 67
KAYNAKÇA 68

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Plastik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Plastik Kalıpçılığı**
MODÜLÜN ADI	**Enjeksiyon Şişirme Kalıpları 2**
MODÜLÜN TANIMI	Plastik malzeme, plastik kalıp ve plastik makine bilgilerini kullanarak kalıp boşluklarını istenilen hassasiyette ve soğutma kanallarını ürün özelliğine uygun olarak işleyebilme yeterliklerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Alan ortak modüllerini almış olmak Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıpçılığı 1 modülünü almış olmak
YETERLİK	Plastik enjeksiyon şişirme kalıplarını üretmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Plastik enjeksiyon şişirme kalıplarının üretimini istenilen ürün özelliklerine uygun olarak yapabileceksiniz. **Amaçlar** ➢ Plastik enjeksiyon şişirme kalıp boşluklarını istenilen hassasiyette işleyebileceksiniz. ➢ Plastik enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarını ürünün özelliğine uygun olarak işleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Bilgisayar laboratuvarı **Donanım:** Plotter, çizim kâğıdı, tesviyecilik ve bağlama araç gereçleri, markalama gereçleri, talaşlı üretim makineleri
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 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, üretilecek ürüne aynen yansımaktadır. Kalıp imalatında belli bir işlem sırası takip edilmelidir.

Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıpçılığı 2 modülü; bir plastik enjeksiyon şişirme kalıbının kalıp boşluğunu ve soğutma kanallarını yapım resimlerine uygun markalama ve talaşlı üretim makinelerinde kalıbı işleme becerilerini kazandırmak üzere hazırlanmıştır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Plastik enjeksiyon şişirme kalıp boşluklarını istenilen hassasiyette işleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Plastik kalıp imalatı yapan atölyeleri ziyaret ediniz.
- Plastik enjeksiyon şişirme kalıp boşluklarının işlenmesinde kullanılan yöntemleri araştırınız.

1. ENJEKSİYON ŞİŞİRME KALIPLARINDA ÜRÜN BOŞLUĞU İŞLEMEK

1.1. Tornalama

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).

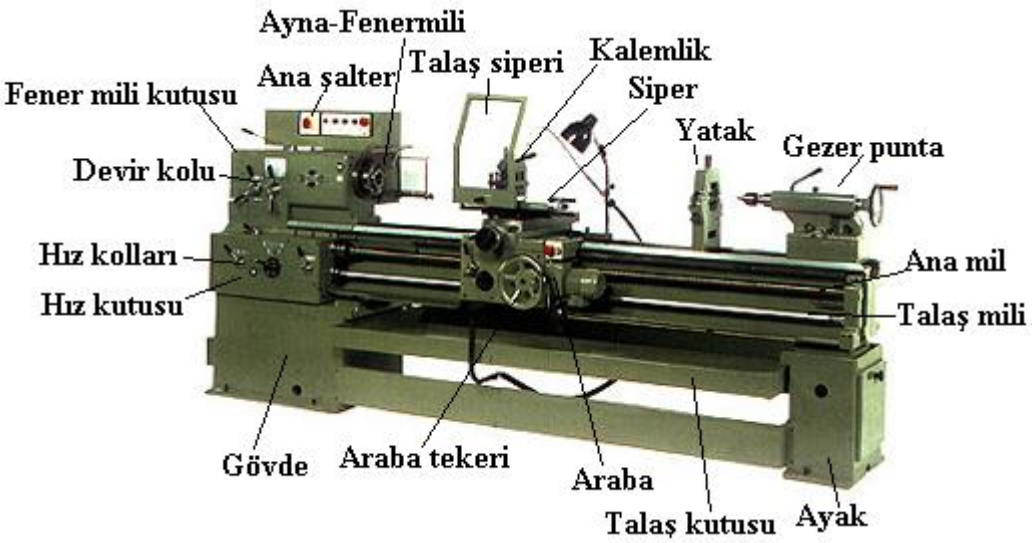
Resim 1.1: Torna tezgâhı

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) tona tezgâhı

1.1.1.2. Üniversal torna tezgâhı ve kısımları

Şekil 1.1'de bir üniversal torna tezgâhının kısımları gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Üniversal torna tezgâhı ve kısımları

- **Gövde:** Dökümden yapılan ve tornanın diğer kısımlarını 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 hızlarını 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 yararlanılır.
- **Sport:** Açı bölüntülü tablasından yararlanıp istenilen açıya 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.
- Tezgâhla çalışırken yanından ayrılmayınız ve başkaları ile tezgâh başında şakalaşmayınız.
- Dikkatinizi işe veriniz.
- Tezgâhla çalışırken aydınlatmanın yeterli olmasına dikkat ediniz.
- Ayna anahtarını kesinlikle ayna üzerinde unutmayınız.
- Uzun malzemeleri işlerken tezgâh dışına çıkan yerlerine dikkat ediniz.
- Talaşlardan korunmak için tezgâh koruyucu kapağı kullanınız.
- Çıkan talaşları elinizle almayınız. Talaş alma kancası kullanınız.
- Tezgâhla çalışırken eğe yapacaksanız eğeyi dikkatli bir şekilde 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 dayanımları yüksektir. Sert malzemelerin işlenmesinde kullanılır. Piyasada en çok kullanılan kalemlerdir. CNC tezgâhlarda bu kalemler kullanılır (Resim 1.2).

Resim 1.2: Çeşitli sert madeni uçlar

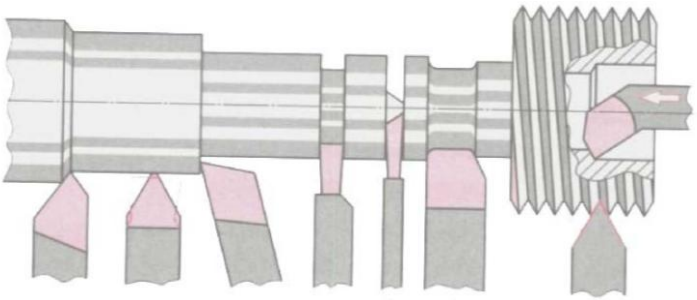
Resim 1.3: Çeşitli sert madeni uç katerleri

- 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 kullanım amacı vardır. Bir iş, basit bir tornalama işlemi ile bitirilebilirken bir başka işin üzerinde birkaç çeşit kalemle işlenecek çeşitli işlemler olabilir. Bu yüzden iş üzerindeki işlemlere uygun kalem seçilmesi gerekir.

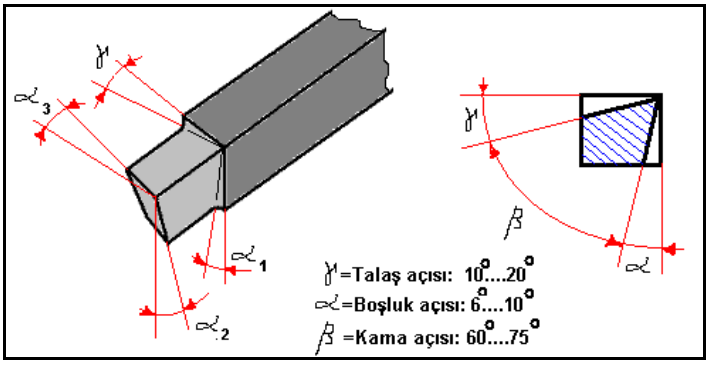
Resim 1.4'te değişik profilde kalemlerin kullanım yerleri gösterilmiştir.



Resim 1.4: Tornalama şekline göre kalem çeşitleri

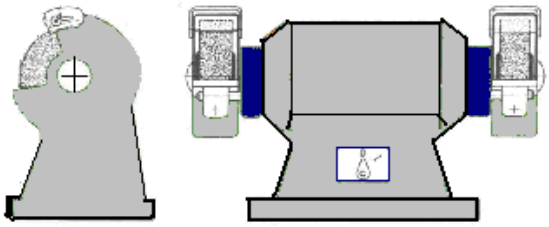
1.1.3.3. Torna Kesicilerinin Bilenmesi

Torna kesicileri kullanıldıkça sürtünmeden, ısınmadan 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 1.5).



Resim 1.5: Torna kalemi açıları

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



Resim 1.6: Ayaklı zımpara taşı tezgâhı

1.1.4. Katerler

Kalemliğe doğrudan bağlanamayan küçük kesicilerin bağlanmasında kullanılan prizmatik veya silindirik şekildeki takımlardır.

1.1.4.1. Kater Çeşitleri

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

1.1.4.2. Kalemin Katere, Katerin Kalemliğe Bağlanışı

Kalem, kesme yaparken esnememesi için katere kısa ve boşluksuz bağlanmalıdır. Kater ise kalemliğe sıkı ve emniyetli bir şekilde, kesici ucu gezer punta yüksekliğinde bağlanmalıdır (Resim 1.7).

Resim 1.7: Kesicinin kalemliğe bağlanışı

1.1.5. İş Parçalarını Bağlamak

1.1.5.1. Bağlama Araçları

- Üç ve dört ayaklı üniversal ayna

Üç ayaklı üniversal aynalarda silindirik üçgen, altıgen ve benzeri parçaların üç noktadan bağlanması için kullanılır (Resim 1.8).

Resim 1.8: Üç ayaklı üniversal ayna

Resim 1.9: Dört ayaklı üniversal ayna

Dört ayaklı üniversal aynalarda dört noktadan merkezlenmesi gereken, genellikle kare kesitli iş parçaları bağlanır (Resim 1.9). Üniversal aynalarda bütün ayaklar aynı anda hareket eder.

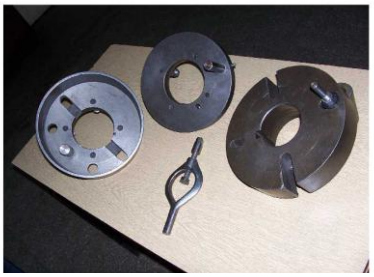
- Mengeneli ayna
- Delikli düz ayna

Yuvarlak, kare ve düzgün olmayan, dökülmüş ya da dövülmüş parçaları bağlamaya yarar (Resim 1.10). Her bir ayak, birbirinden bağımsız hareket eder. Bu bağlama işlemi, istenilen hassasiyette yapılabilir.

Resim 1.10: Mengeneli ayna ve delikli düz ayna

- Fırdöndü aynası

İki punta arasında tornalama yapabilmek için iş parçası üzerine takılan fırdöndüden esinlenerek bu isim verilmiştir (Resim 1.11).



Resim 1.11: Fırdöndü aynası

- Mıknatıslı ayna

Bu aynalar, iş parçalarının mıknatıslanma özelliği ile alın yüzeyine bağlanmasında kullanılır (Resim 1.12).

Resim 1.12: Mıknatıslı ayna

- Pensler

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

Resim 1.13: Pensler

- İş kalıpları

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

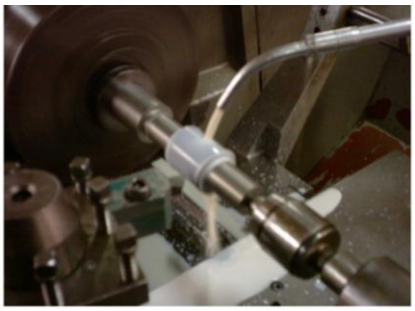
Resim 1.14: İş kalıbı

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 fırdöndünün emniyetli bir şekilde sıkıldığını kontrol ediniz.
- Küçük çaplı iş parçalarını pens ile bağlayınız.
- Delikli aynaya iş kalıplarını dikkatli bir şekilde bağlayınız.
- Ayna ve ayaklar temiz ve yağsız olmalıdır.

1.1.5.3. Kesme Sıvısı

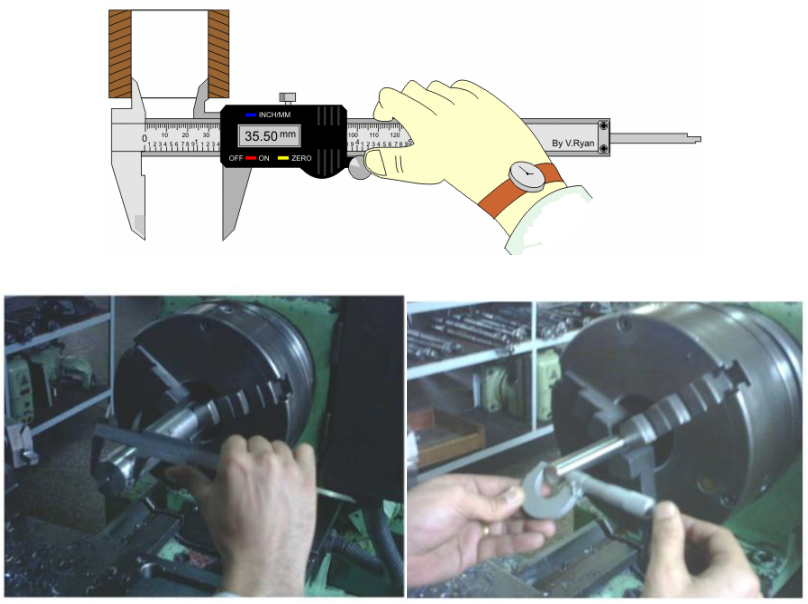
Torna tezgâhlarında kalem ile iş parçası arasında kesme işlemi gerçekleşirken sürtünmeden dolayı meydana gelen ısıyı azaltmak, iş parçasının yüzey kalitesini artırmak, kaliteli ve rahat kesme sağlamak amacıyla kesme sıvıları kullanılır (Resim 1.15).



Resim 1.15: Kesme sıvısının torna tezgâhında kullanılması

1.1.5.4. Tornada Ölçme

İşleme esnasında orta hassasiyetteki işlerde kumpaslar, hassas işlerde ise mikrometreler kullanılır. Resim 1.16'da kumpas ve mikrometrenin tornada kullanılışı gösterilmiştir.



Resim 1.16: Torna tezgâhında kumpas ve mikrometre ile iç - dış çap ölçümü

Tona tezgâhında kumpas ve mikrometre ile ölçme yaparken kumpas ve mikrometre; fener mili eksenine dik, boyuna ölçme işleminde iş eksenine paralel tutularak okunmalıdır (Ancak bu şekilde değerler tam okunabilir.). 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, tablolardan veya kesme hızı formülünden hesaplanarak bulunabilir. Kesme hızı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

V= π.D.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: Çap, alın tornalamada kalemin aldığı yoldan dolayı her defasında değişir. Çapın devamlı değişmesi, devir sayısının da sürekli değişmesini gerektirir. Bu üniversal 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 mm $\qquad$ V= $\pi.D_{ort}$.N /1000

N= 100 dev/dk. $\qquad$ V= 3,14 . 30. 100 /1000

$D_{ort.}$ = D/2 = 60/2 = 30 mm $\qquad$ V = 9.42 m/dk.

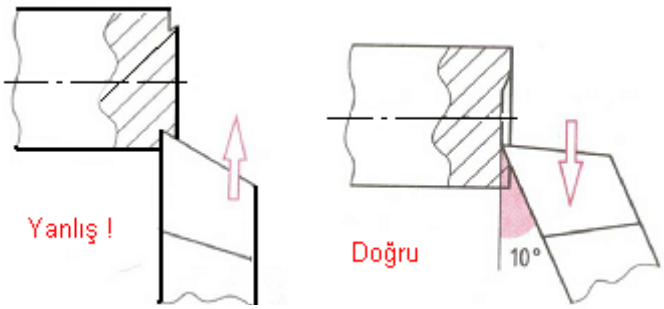
1.1.6.2. Alın Yüzeylerin Kaba ve İnce Tornalamasını Yapma

- 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 verilir, işlem tamamlanır.

- İnce tornalama

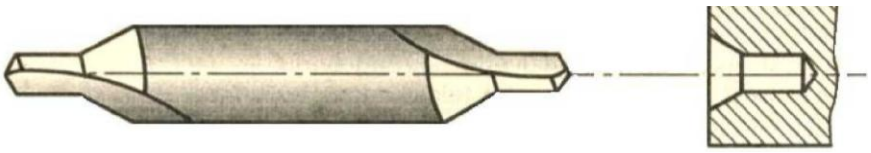
İnce tornalama işlemi kaba tornalama işleminden sonra olduğu için az talaş verilerek yapılmalıdır. İnce tornalama için ince yan kalemi seçilir. Kalem, tornanın kalemliğine punta yüksekliğinde bağlanmalıdır. İşe başlanmadan önce parçanın alın kısmına göre kaleme 7º-8º açı verilmelidir. Kalemle merkezden dışarıya doğru talaş kaldırılarak ince tornalama işlemi bitirilir (Resim 1.17).



Resim 1.17: 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 matkapları kullanılır (Resim 1.18). Punta matkaplarını seçerken iş parçasının çapı dikkate alınmalıdır.

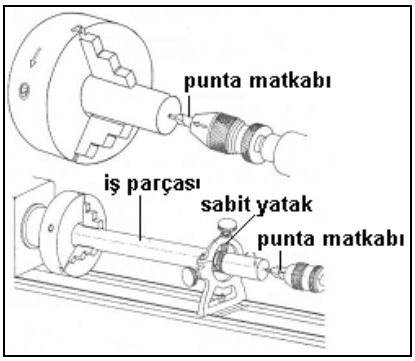


Resim 1.18: Punta matkabı

Punta deliği açma işlemi:

- Punta deliği açılacak parça, torna tezgâhına 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 1.19).

Punta deliği açma, dikkat gerektiren bir iştir. Dikkat ve özen gösterilmezse punta matkabı kırılır ve işin içinde sıkışır.



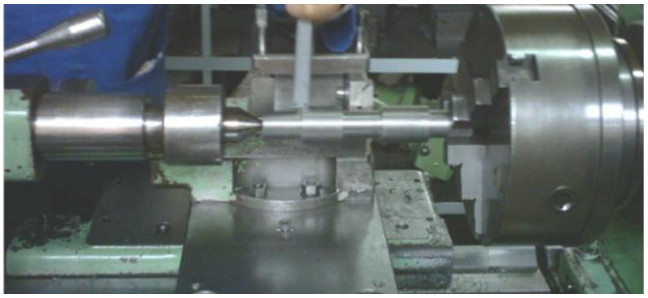
Resim 1.19: Punta deliği açma işlemi

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 çıkarılarak uygun çaptaki matkap takılır. Uygun devir sayısı ile gezer puntadan hareket verilerek torna tezgâhında delik açma işlemi tamamlanır. Delme işleminde Temel Talaşlı Üretim-2 modülünden yararlanılabilir.

1.1.8. Silindirik Tornalama

İş parçasından punta eksenine paralel boyuna talaş kaldırılarak silindirik parçaların elde edilmesi için yapılan tornalamaya silindirik tornalama denir (Resim 1.20).



Resim 1.20: İş parçasının ayna punta arasında

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 1.21).

- İş, torna tezgâhına ayna punta arasına veya fırdöndü yardımıyla iki punta arasına bağlanır.
- Kalem ucu, tona tezgâhında ayarlanıp kalemliğe 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.
- Kaleme istenilen talaş derinliği verilerek ilerletilir.
- Parçanın ucundan belirli bir boy tornalanır. Tezgâh durdurularak işin çapı ölçülür.
- Ölçü tam değerindeyse tornalama işlemi, punta eksenine paralel boyuna hareket ettirilerek silindirik tornalama işlemi tamamlanır.

Resim 1.21: Torna tezgâhında silindirik dış yüzey tornalama

1.1.9. Kademeli Tornalama

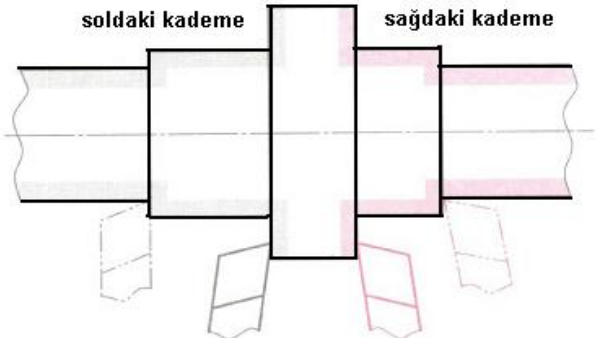
1.1.9.1. Uygun Sağ ve Sol Yan Kalemi Seçmek ve Hazırlamak

İş parçalarının kademelerinin oluşabilmesi için merkezden başlayan sağ alın yüzeylerine sağ yan kalemi, sol taraftaki kademeler arasını işleyebilmek için ise sol yan kalemi kullanılır (Resim 1.22). Kademeli tornalama işlemine başlamadan önce bu kalemler seçilmeli, daha önce anlatılan "Kesicileri Bağlama" konusunda gösterildiği gibi tezgâha bağlanmalıdır.

İşlem basamakları aşağıda açıklanmıştır.

- Tezgâh devri işlem çeşidine göre ayarlanır.
- Parça işleme metodu dikkate alınarak tornaya bağlanır.
- Tornalanacak kademe çeşidine uygun kesici takımlar seçilir ve kalemliğe bağlanır.
- İşin alnı referans alınır, alından kademe boyu kadar açıklık ölçülerek işlenir.

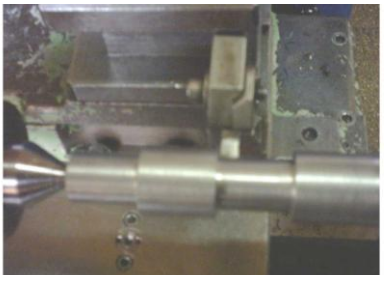
- Araba, kademe boyu kadar ilerletilir. Kalemle parça dönerken çok az bir talaş verilerek parçanın üzeri kademe boyu kadar çizilir. Tezgâh durdurulur, ölçü kontrolü yapılır.
- Parça, kaba olarak kademe çizgisine kadar talaş verilerek işlenir.
- Yan kalemle kademe köşesi işlenerek 1. kademe oluşturulur.
- Sonraki kademe için uygun kalem bağlanarak kademeler işlenir.
- Ölçü kontrolü yapılarak işlem tamamlanır.



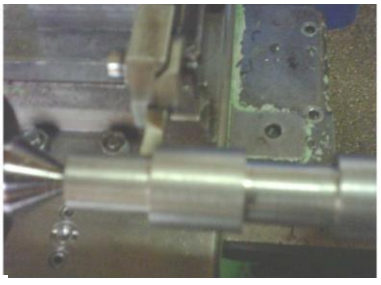
Resim 1.22: Sağ ve sol yan kalemin kademeli tornalamadaki durumu

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.



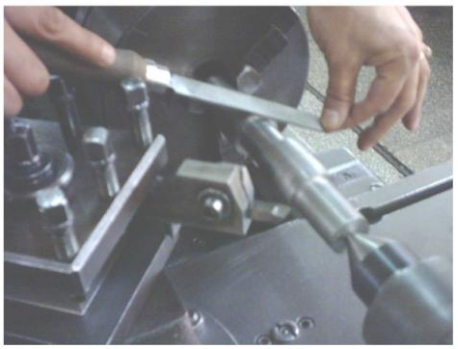
Resim 1.23: Sol dik yan yüzeyleri tornalamak



Resim 1.24: Sağ dik yan yüzeyleri tornalamak

1.1.10. Kademelere Pah Kırmak

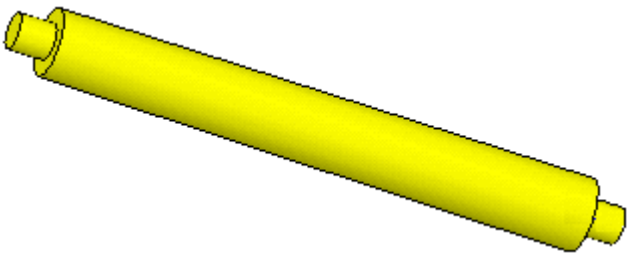
Torna edilerek elde edilen silindirik yüzeyle alın yüzeyin birleştiği yerde keskin kenarlar veya köşeler oluşur. Pah kırma işlemi, kesiciyi iş parçasına göre 30° - 45° - 60° çevirip talaş kaldırarak veya eğe zımpara ve benzeri takımlarla yapılır (Resim 1.25).



Resim 1.25: Eğe ile tornada kademelere pah kırma

1.1.11. Malafa ile Tornalama

İş parçasının merkezinde bulunan delik, matkapla açılır, tornalanır veya raybalanır. Sonra genellikle malafa bir mile takılarak diğer tornalama işlemleri tamamlanır. Malafa üzerinde tornalama işlemi, merkezinde hassas deliği bulunan dişli çarklar, kasnaklar, kavramalar, diğer makine parçalarının ve işlenmesi zor olan ince parçaların dış kısımlarını işlemek için uygulanır.



Resim 1.26: 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 tornalanır ve üstlerinde düz bir yüzey meydana getirilir. Bu düz yüzey, fırdöndü vidasının kaymasını engeller. Malafanın alın yüzeylerinde koruyucu havşalı birer punta deliği bulunur.

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

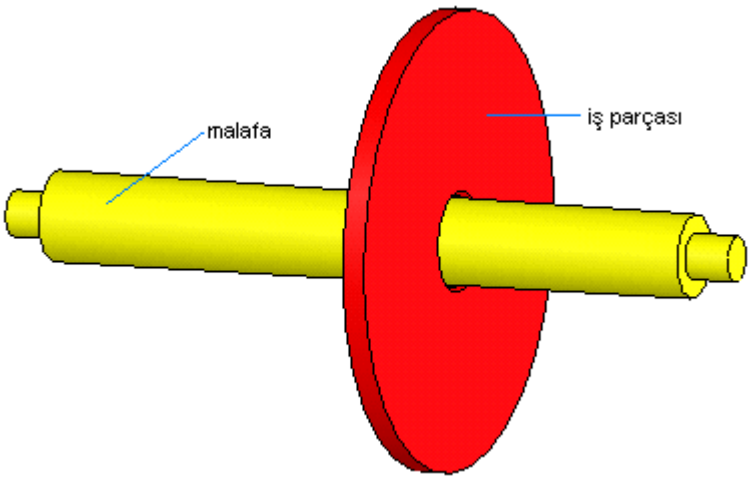
Düz malafalar, bütün standart çaplarda yapılır. Malafanın küçük ucu eksi (-), büyük ucu artı (+) ile belirtilir. Malafanın çapı, daima büyük çap tarafına yazılır.

Malafanın geçeceği delik çapı, standartlara uygun değilse ayarlı malafa kullanılır. Çok kullanılan 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 işlem basamakları

- 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 çekiçle vurularak malafa, deliğine takılır.



Resim 1.27: İş parçasının malafaya alınması

1.2. Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıp Boşluklarının Özellikleri

Plastik enjeksiyon şişirme kalıplarında nihai ürün, kalıp boşluklarında meydana gelir. İstenildiği gibi iyi bir ürün elde edebilmek için kalıp boşluklarında olması gereken bazı özellikler vardır. Bu özellikler, bize imalat sürecinde yardımcı olacaktır.

1.2.1. Kalıp Çekirdeği Malzemeleri

Resim 1.28: Şişirme kalıbı malzemesi ve işlenmesi

Üretim süreci içinde kalıbın ömrü ve ürün kalitesi yönünden malzeme seçimi önemli yer tutar. Malzeme seçiminde aranan özellikler, kalıptan beklenen özellikleri karşılamalıdır. Kalıbın servis ömrü ve malzeme kalitesi arasındaki ilişki genellikle aşağıdaki gibidir.

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 kalıbı; üretilecek ürün sayısına ve hacmine göre dökme demir, çelik, alüminyum, çinko alaşımı ve berilyumlu sert bakır alaşımlarından yapılır. Çelikten dört kat daha fazla ısıl iletkenliği olan, düşük yoğunluğu nedeniyle kalıpların üçte bir oranında hafif olmasını sağlayan kalıplık alüminyum malzemesi, çok 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 ısıl iletkenliği vardır.
- Düşük yoğunluğu nedeniyle kalıplar üçte bir oranında daha hafif olur, daha kolay taşınır.
- Hızlı talaş kaldırılabilme özelliği ile 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, ısıl iletkenliği 130 W/m.K'dir.
- Yoğunluk 2.80 kg/dm^3, elastikiyet modülü 72.10^3 N/mm^2 dir.
- Yüksek sıcaklıklara dayanımı kısa süreli max. 160 °C, uzun süreli max. 120 °C'dir.
- Kimyasal bileşimi; Cu 1.2-2, Mn 0.30, Mg 2.1-2.9, Cr 0.18-0.28, Zn 5.1-6.1, Si 0.4, Fe 0.5, Ti 0.2, Ti+Zr 0.25, kalanı Al'dur.

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, kalanı Cu'dur.
- Çökelme sertleşmesi ile sertleştirilmiş, yüksek sıcaklığa dayanımı olan yüksek sertlikte bakır alaşımıdır. Islah işlemine ve nitrasyona uygun değildir. Yüksek ısıl iletkenliği vardır. Tel veya dalma erezyonla şekillendirilebilir.
- Sertlik 220 – 260 HB arasındadır.
- Isıl iletkenliği 300 W/m.K, yoğunluk 8.8 g/cm^{3}tür.

Bu malzemelerin dışında dökme demir, yüksek basınç gerektiren üretimlerde de alaşımlı çelikler kullanılmaktadır. Özellikle çabuk sertleşen, yüksek çekirdek mukavemeti ve iyi parlatılma özelliği olan 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 işlemde en küçük boyut değişikliği
- İyi parlatılabilirlik
- Yüksek baskı mukavemeti
- Yüksek aşınma dayanımı
- Yeterli korozyon dayanımı

Resim 1.29: Şişirme kalıbı elemanları

1.2.2. Kalıp Boşlukları ve Özellikleri

Bir enjeksiyon şişirme kalıbı, birkaç elemandan meydana gelmiştir. Bunlar, ürünün şeklini tayin edecek olan iki dişi plaka ve bir tabandır. Bu iki dişi plaka ürünün dış kısmına, taban kalıbı da ürünün dip kısmına biçim verir.

Kalıbın en önemli elemanları olan iki dişi plaka ve taban kalıbı, diğer elemanlara göre imalat aşamasında daha fazla özen gösterilmesi gereken parçalardır. Çünkü bu elemanlardaki her türlü kusur ve eksiklik, ürüne aynen yansıyacaktır.

Enjeksiyon şişirme kalıpları, çok yüksek bir kapama basıncına maruz kalmadığından ve plastik kalıp içinde çok yüksek bir basınçla şişirme yapılmadığından kalıp malzemeleri hafif malzemelerden yapılır.

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı şişirme enjeksiyon kalıp dişi yarımları ve taban kalıbı genelde sert alüminyum malzemelerden yapılır.

Kalıbın hafif olması ve kolay işlenebilmesi alüminyum malzemenin tercih sebeplerinden bazılarıdır. Çünkü şişirilen parçaların geometrik özellikleri enjeksiyonla üretilen parçalara göre çok daha kavislidir. Böyle geometrisi zor olan parçaların işlenmesi zor olduğundan daha önceleri şişirme kalıpları ya alüminyum ya da alüminyum alaşım malzemeden (zamak) dökerek yapılıyordu. Daha sonra ya kopya frezede ya da üç boyutlu pantograf tezgâhlarında işleniyordu. Şimdi teknolojinin gelişmesiyle kalıplar CNC tezgâhlarında istenilen geometride ve istenilen hassasiyette işlenebilir. Fakat yine de işleme süresinin kısalığı ve parlatma kolaylığı, enjeksiyon şişirme kalıplarının sert alüminyum (duralüminyum) malzemelerden yapılmasına sebep olmaktadır. Eğer gerek duyulursa kalıp yüzeyi nikel kaplama yapılabilmektedir.

Alüminyum malzeme, çeliğe göre daha pahalıdır. Bu kalıp maliyetlerine de yansır ancak işleme sürecinin kısalması ile maliyet dengelenmektedir.

Kalıplarda yapılacak seri üretim miktarı ve tezgâh kapasitesine göre kalıp boşluğu sayısı artırılabilir. Yani kalıpta bir seferde birden çok (parçanın boyutuna bağlı olarak) ürün üretilir (Resim 1.30).

Resim 1.30: Çoklu enjeksiyon şişirme kalıbı

Kalıp boşluğu mümkün olduğu kadar parlak olmalı ve birleşme yüzeyleri taşlanmış olmalı ayrıca ürünü oluşturan kalıp boşlukları birbirini karşılamalıdır. Aksi hâlde bu kaçıklık, üründe çizgi ve kademeli yüzey oluşturarak istenilen kalitede ürün elde edilmesini engeller.

1.3. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Boşluklarının İşlenmesi

Plastik enjeksiyon şişirme kalıbı ürün boşluklarının islenmesi amacıyla genel olarak freze tezgâhları ve (EDM) elektroerozyon makineleri kullanılmaktadır.

1.3.1. Dalma Erezyon Tezgâhı

1943 yılında Rus araştırmacılar hangi sertlikte olursa olsun kıvılcım atlaması ile metallerin birbirlerini aşındırabildiklerini tespit ettiler. İş parçasının yüzeyine uygulanan kıvılcım, noktasal olarak erime ve buharlaşmaya neden olur ve bir miktar talaş kopartır. Bu esnada iş parçasına herhangi bir mekanik kesme kuvveti uygulanmaz. Elektroerozyon işlemin keşfedilmesi, bu işlemin sanayide kullanılır hâle gelmesine yetmedi. 1960'ların sonunda elektronik kontrol sistemlerinin gelişmesi ile bu işlem, güvenilir ve hassas bir talaş kaldırma metodu olarak kabul edildi ve elektroerozyon tezgâhları üretilmeye başlandı.

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

Elektroerezyon tezgâhı ile metallerin işlenmesi, çeşitli endüstriyel dallarda farklı bir işleme yöntemi olarak genişleyerek kullanılmaktadır (Resim 1.31). 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**) diğer işleme metotları ile yapılamayan iç yüzey şekillendirmelerini gayet mükemmel yapabilmektedir. 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 1.31: Elektroerozyon makinesi

1.3.1.2. Elektroerozyon İşleminin Tanımlanması

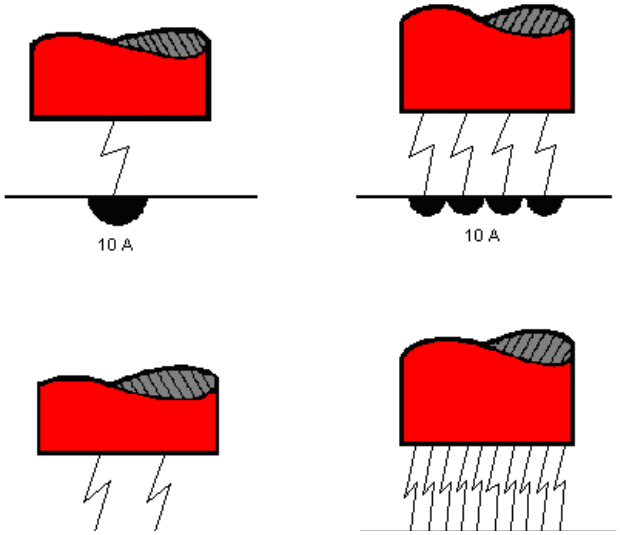
Kıvılcımla aşındırma metodu ile işleme olarak bilinen, kısaca elektroerozyon diye adlandırılan metal işleme metodu, bir iş parçası ve bir elektrot arasında kontrollü zaman aralıklarında yüksek akım şiddeti ve bir kısa süreli elektriksel kıvılcım deşarj etkisi ile doğrudan metal talaşı kaldırmak için 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 koparılarak şekillendirme gerçekleştirilir. İş parçası ve 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 ve 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 başlanması tavsiye edilmektedir. Bu deşarj, her zaman bir dielektrik sıvı ortamında yapılmalıdır. Sabit ve periyodik elektriksel kıvılcım deşarjı ile iş parçasında aşınma gerçekleşmesi genellikle elektrodun eksensel (dik) gidip gelmesi, periyodik olarak iş parçasına mekaniksel teması ve elektriksel darbe ile başlar ve gerçekleşir. Resim 1.32'de

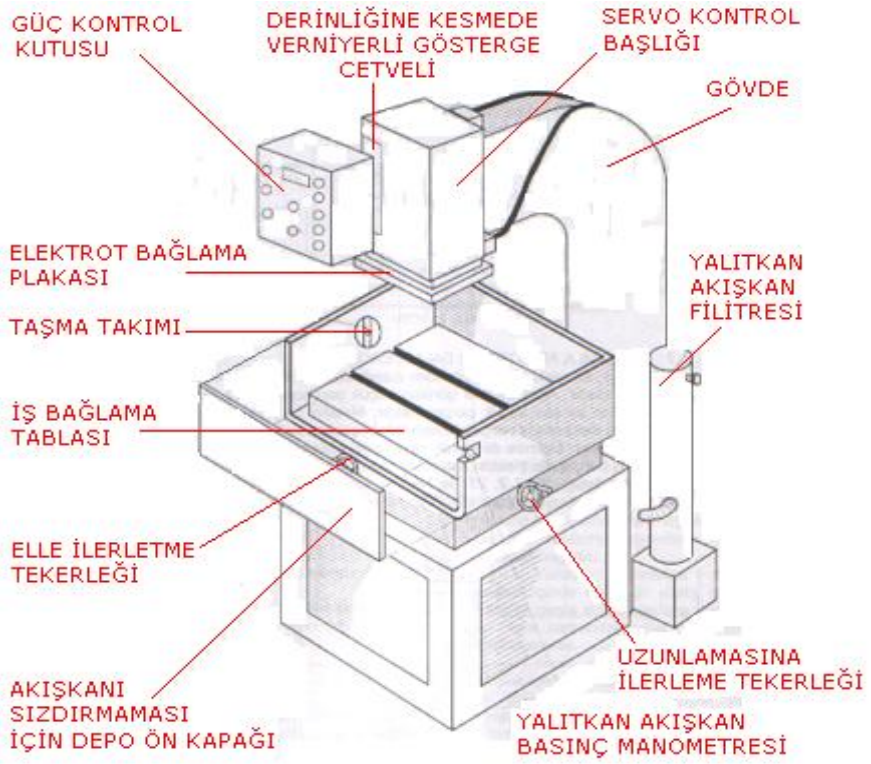
elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanılması ile iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler görülebilir.



Resim 1.32: Elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanımında iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler

1.3.1.3. Elektroerozyon Tezgâhının Kısımları

Resim 1.33'te bir elektroerozyon tezgâhının kısımları gösterilmiştir.



Resim 1.33: Elektroerozyon tezgâhının kısımları

1.3.1.4. Elektroerozyon ile 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 kalıpçılığında 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 yöntemlerine göre önemli üstünlüklere sahiptir. Bunlar:

- Elektriksel iletkenliğe sahip herhangi bir malzeme, sertliği dikkate alınmadan işlenebilir. Özellikle aşırı sert dokuya sahip, geleneksel yollarla işlenemeyen ve sertleştirilmiş malzemelerin işlenmesinde çok iyi sonuç verir.
- 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 oluşturmaz.
- İşleme, çapaksız bir yöntemdir.

- İş parçası üzerinde istenilen ince ve kırılgan kesitler, deformasyonsuz olarak kolayca oluşturulabilir.
- Pek çok iş için ikinci bir bitirme elektrodu kullanılması gerekmeyebilir.
- Elektrot, servo mekanizma ile iş parçası üzerinden talaş kaldırmak amacıyla iş parçasına otomatik gönderildiğinden ölçü ve hassasiyet belirlenen sınırlar içinde gerçekleştirilebilir.
- Aynı anda bir kişi 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 üstünlüklerine karşın EDM yöntemi, aşağıda ifade edilen olumsuzluklara da sahiptir.

Elektroerozyon ile işlemenin dezavantajları

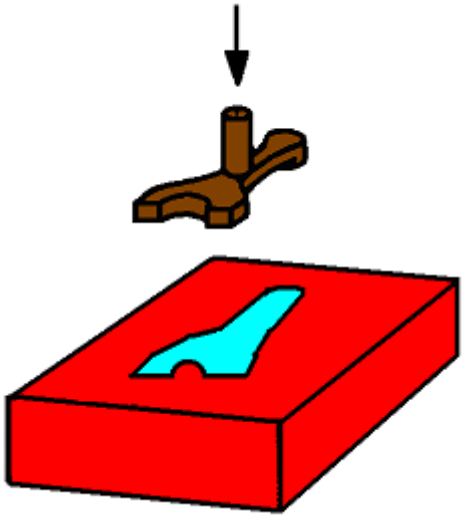
- İş parçasından talaş kaldırma miktarı azdır.
- İşlenen metal malzemenin elektrik iletkenliği olmalıdır.
- Üretilen oyuklar, boşluklar ve delikler, çok az koniktir fakat pek çok uygulama göstermiştir ki bu koniklik her 6,35 mm için 0,002 mm kadar küçük olacak şekilde kontrol edilebilir.
- Bazı EDM tezgâh tiplerinde masraflı hızlı elektrot aşınması olabilir. Bu şekilde 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. Bununla birlikte 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 mm^3 metal talaş kaldırmak için frezeye göre 150 misli daha fazla enerji tüketilmektedir.

1.3.1.5. Elektroerezyon ile İşlemenin Sınıflandırılması

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

EDM ile oyma - delme işlemi

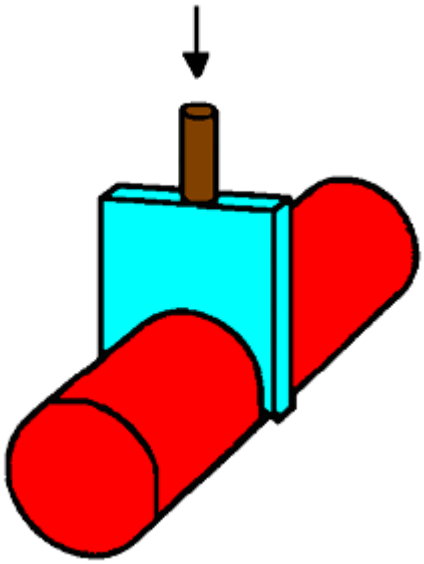
EDM ile oyma, elektrot ile iş parçası arasındaki ortalama bağıl hızın iş parçasına dalma hızı ile çakıştığı bütün elektroerozyon ile işleme operasyonlarını içine alır (Resim 1.34).



Resim 1.34: EDM ile oyma işlemi

EDM ile kesme işlemi

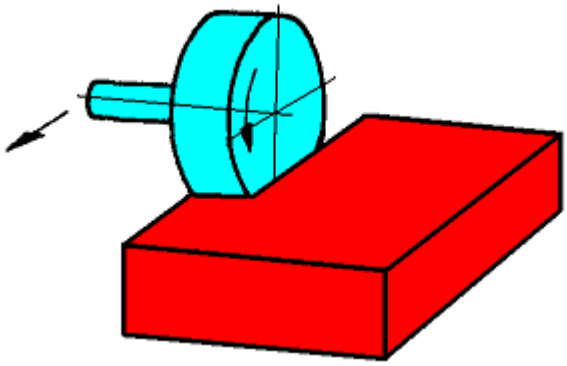
EDM ile kesme işlemi, iş parçasının çeşitli profilde kesilip koparıldığı veya çentiklendiği bütün işleme operasyonlarını kapsamaktadır (Resim 1.35).



Resim 1.35: EDM ile kesme işlemi

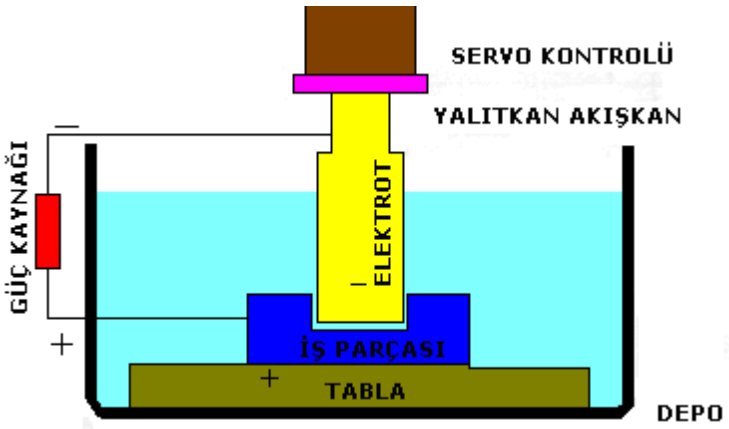
EDM ile taşlama işlemi

EDM ile taşlama işlemi, ekseni etrafında dönen elektrotla yapılan bütün kesme, işleme operasyonlarını kapsamaktadır (Resim 1.36).



Resim 1.36: EDM ile taşlama işlemi

Elektrot, arzu edilen biçimde delinerek veya oyuk açılarak biçimlendirilir ve bir servo mekanizması iş parçası ile elektrot arasındaki mesafeye göre (kıvılcım boşluğu) ilerletilir. Resim 1.37'de negatif kutuplu elektrodun bir kıvılcım aşındırma makinesinde kullanılışı şematik olarak gösterilmiştir.



Resim 1.37: Negatif kutuplu elektrodun kullanılışı

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

1.3.1.6. Elektroerozyonda Kavramlar

Devreler

Kıvılcım aşındırması devreleri iki genel tiptedir:

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

Akım şiddeti

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

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

Alçak potansiyel; değişik boşluk içinde iyi dokulu yüzeyi olan, aşınan miktarı az, 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 mm² 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 tip akışkanlar da kullanılır. Bunlar; gaz yağı, parafin, silikonlu yağlar, iyonsuzlaşmış sularda erimiş etilen alkolleridir. Bu akışkanların birçok fonksiyonları vardır. Bunlardan önemli olanları şunlardır:

- 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

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

Kutuplar

Kutuplar, akımın akış yönünü belirler. Akımın elektrottan iş parçasına akmasının sebebi, elektrodun negatif kutuplu olmasıdır. Genel olarak elektrot, 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 operasyon esnasındayken iş parçası ile elektrot arasındaki boşluğa kıvılcım boşluğu denir. Aynı zamanda baştan başa kesmelerde başvurulan boşluktur. Kıvılcım boşluğu, iş parçası ile elektrot arasındaki yalıtkan sıvının akışını kolaylaştırır. Elektrodun kesiğinden daha büyük bir boşluk meydana gelmesine sebep olur.

Kıvılcım boşluğu ölçüsünü belirlemede 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 arasında 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.

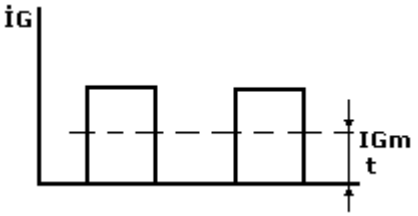
- Elektrot takımından üretilen negatif yüklü parçacıklar yani elektronlar, aralıkta bulunan dielektrikten çıkan nötr parçacıklarla çarpışır. Yeni pozitif ve negatif parçacıklar üretmek üzere parçalanır. Şarjlı parçacıkların oluşumu yüzünden dielektrik akışkanın izolasyon etkisi bozulur ve voltaj düşmeye 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 şeklinde düşünülür.
- Deşarj tüneli, yanlamasına genişlemeye başlar ve akım akışı maksimuma ulaşır. Voltaj seviye dışına düşer. Sıcaklık yükselirken bir buhar bölgesi oluşur ve bu buhar habbesinin (kümesi) içinde basınç yükselmesi olur.
- Kıvılcım, şimdi en kuvvetli durumundadır ve azami (8000 ila 12000°C) ısı üretebilmektedir. Buhar habbesi, hızlı biçimde genişlemeye devam eder. Voltaj ve akım aynı seviyede kalır. Elektriksel güç, kendiliğinden kesilir. Bu sürecin sonu gelir ve elektrik pulsu biter.
- Elektriksel güç kesilirken akımda ani bir düşme vardır ve 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 habbesi söner ve malzeme çifti (elektrot - iş parçası) yüzeyleri hızla soğutulur. Dilektrik 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 veya iş parçası üzerinde olduğu zaman talaş kaldırma diye adlandırılır. Uygun elektrot takım malzemesi seçimiyle kutup, akım şiddeti, deşarj süresinin değiştirilerek kontrolü ile iş parçası üzerinde % 99,5; elektrot üzerinde % 5 aşınma elde etmek mümkündür.

1.3.1.8. Elektroerozyon / EDM Terminolojisi

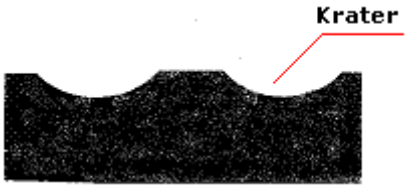
EDM'de en çok kullanılan teknolojik terimlerin tanımları:

- **Anormal deşarj**: Zamanından önce ark yapan deşarja denir.
- **Etkin elektrot uzunluğu (kolon):** Silindirik biçimdeki kaba işlenmiş bir deliği işlemek için kullanılacak elektrodun minimum uzunluğudur.
- **Ark:** Düzgün deşarjların bir serisidir. Arklar, tahrip edici (talaş kaldırıcı) bir etkiye sahiptir.
- **Ortalama çalışma akımı - IGm:** İşlem süresince ark aralığından geçen akımın aritmetik ortalamasıdır (Resim 1.38).
- **Kapasite:** Jeneratörde deşarj enerjisini belirler.
- **Kirlenme:** Aşındırılmış talaş parçacıkları ve termik (ısısal) çatlamalar yüzünden kıvılcım (ark) aralığındaki dielektrik sıvının kirlenmesidir.

- **Krater:** Bir kıvılcımla aşındırılmış metal yüzey üzerinde bir tek kıvılcım tarafından bırakılan oyuk (Resim 1.39)tur.

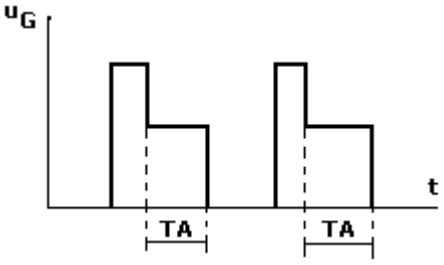


Resim 1.38: Ortalama çalışma akımı



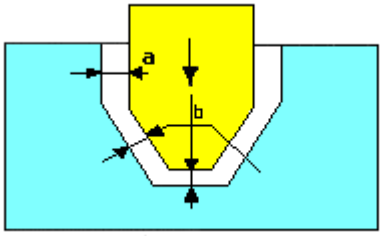
Resim 1.39: Krater

- **Gecikme süresi**: Voltajın boşluğa uygulanması ile deşarjın ateşlemesi arasında geçen zaman aralığı (Resim 1.40).



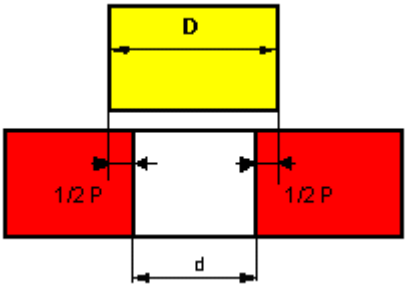
Resim 1.40: Gecikme süresi

- **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 ederkenki en yüksek akımdır. Bu akım, şiddet seviyeleri ile ayarlanabilir.
- **Deşarj süresi TA (Açık zaman):** Bir zaman aralığıdır. Bu zaman aralığı süresince boşluktan akım geçer.
- **Deşarj voltajı - UGe:** 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 boşluk yani elektrotla iş parçası arasındaki aralıktır.
- **Kenar aralığı (a):** Elektrodun girdiği istikamete dik olan boşluk yani elektrodun yan yüzeyi ile iş parçası arasındaki aralıktır (Resim 1. 41).



Resim 1.41: Kenar aralığı

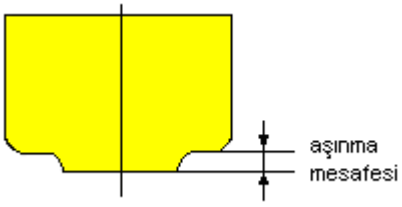
- **Ön aralık (b):** Elektrotla iş parçası arasındaki boşluktur. Elektrodun girdiği istikamete dik değildir (Resim 1.41).
- **Sürekli veya aralıklı püskürtme**: Atmosferik basınçla dielektrik sıvının basıncı arasındaki farktır. Dielektrik sıvının sirkülasyonudur.
- **İyanizasyon:** Açık voltaj aralığının 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:** Eğer işlemenin ilerleyişi düzenli ve kısa devre ile anormal deşarjlardan uzak ise işleme düzenliliği iyidir.
- **Talaş kaldırma miktarı:** İş parçasından kaldırılan mm^3 / dk. cinsinden talaş miktarıdır.
- **Kesme payı:** İşleme elektrodunun çapı ile kabaca işlenmiş olan delik veya boşluğun çapı arasındaki farktır (Resim 1.42; P=D-d).



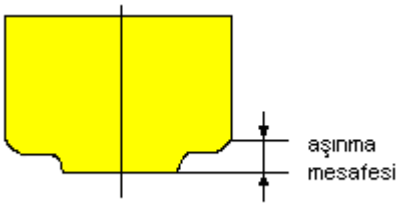
Resim 1.42: Kesme payı

- **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 mm^3 / dk. A cinsinden kaldırılan talaş miktarıdır.
- **Vakumlu (emmeli) temizleme:** Boşlukta atmosferik basınçtan daha düşük bir basınçta dielektrik sıvısının sirkülasyonudur.
- **Bitirme yüzeyi:** Kıvılcımla aşındırılmış yüzeyin pürüzlülüğüdür.
- **Ölçü farkı:** Kıvılcım 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 1.43).
- **Doğrusal aşınma:** Elektrodun boyunda doğrusal meydana gelen aşınmadır (Resim 1.44).



Resim 1.43: Ön yüzey aşınma



Resim 1.44: 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 (Resim 1.45). Geleneksel işleme metotlarındaki gibi bazı elektrot malzemeleri, diğerlerinden daha iyi kesme ve aşındırma kalitelerine sahiptir. 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 takımında aşınma en düşük miktarda 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 ile işleme metodunda üretilen bir parçanın maliyetinin % 50'sini elektrot takımı masrafı oluşturur. Bu nedenle elektrotların büyük bir dikkatle kullanılması gereği kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Resim 1.45: Çeşitli tip elektrotlar

Tungsten, karbit, bakır tungsten, gümüş tungsten, sarı pirinç, bakır, krom kaplanmış malzemeler, grafit ve çinko alaşımları, elektrot takım malzemesi olarak kesin uygulamaları bulunmuş malzemelerinin hiçbiri genel amaçlı uygulamalar için değildir; her işleme operasyonu, elektrot takım malzemesinin seçimini kendisi belirler.

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

- Metal olan 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 bir işlem arasında ECu'nun tavlanması 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 olarak üretimi mümkündür. Her bir işlem arasında tavlama işlemi yapıp ayrıntılı elektrot takımı 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 esnasında % 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 yıllardır 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 etkilerden uzak tutulmalıdır. Bu elektrotlar, daha çok ince ve hassas alın işlemelerde 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, aşağıda açıklanmıştır.

- 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 kısımlarına en az % 1º koniklik verilmelidir.
- Elektrot modelinden bir veya birden fazla kalıp yapılmalıdır. Bunlar, elektrot yapımının temelini oluşturan 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 karıştırarak model üzerine 10 mm kalınlıkta tabaka oluşturacak şekilde dökülür. Daha fazla kalınlık isteniyorsa karışım daha fazla dökülür. Sertleşme gerçekleştikten sonra model kalıptan çıkarılır.

1.3.1.10. Dielektrik Sıvı

Elektroerozyon takım tezgâhı ile metallerin işlenmesinde dielektrik sıvının önemi büyüktür. Dielektrik sıvının bu fonksiyonlarını aşağıda belirtildiği şekilde ifade etmek mümkündür.

- 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 gibi etki eder.

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, iyonsuzlaşma (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

olarak yeni ve daha iyi dielektrik sıvılar aramaktadır. EDM ile işlemeyi geliştirmek için kullanılan pek çok yeni dielektrik sıvı birbirine oldukça benzer. Dielektrik sıvıları piyasada bol miktarda bulmak mümkündür.

EDM'de kullanılan temizleme sistemleri

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

- 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 emek için kullanılıyorsa sabit basınç altında sirkülasyon yapılmalıdır. Ayarlanan basınç değeri, genellikle 5 psi (34,4 kPa) ile başlar ve optimum işleme şartlarına ulaşıncaya kadar artırılır.

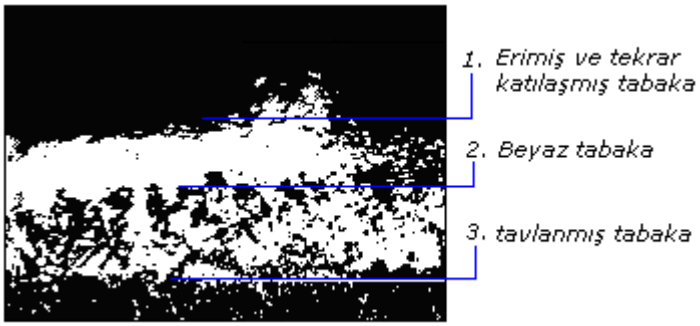
Dielektrik sıvı, işleme ve kesme eylemine yardımdan önce çoğu kez metal talaş partiküllerini uzaklaştıracak ve bu sebeple daha düşük işleme miktarlarına sebep olacaktır. Çok küçük basınçlar, metal talaş partiküllerini krater yüzeyinden uzaklaştıramayacak ve kısa devrelere (anormal deşarjlara) sebep olacaktır.

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. Deşarj 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 daha büyük veya daha küçüktür, bütün yapılarda bu etkinin değişmediği görülür. Sık sık farkına varılmıştır ki kıvılcımla aşındırmayla işlenmiş bir takım uzun ömre sahiptir.

Eğer EDM'de işlenmiş sert bir çelik parçasının metalürjik yapısı incelenirse üç süper impozif tabaka belirlenebilir (Resim 1.46).



Resim 1.46: Kıvılcımla aşındırılmış yüzeylerin yapısı

- **Erimiş ve tekrar katılaşmış metal tabakası:** 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 değildir, karbon içeriği ve sertleşme etkisi yüzünden çok serttir.
- **Tavlanmış tabaka:** İçinde çelik yapısının modifiye edilmiş olduğu ısısal tavlanma yüzünden zayıf bir sertliği olan tavlanmış tabakadır.

Bu üç bölgeye ilave olarak 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. Tavlanmış tabaka bölgesi bir de deşarjın biçimi tarafından etkilenir.

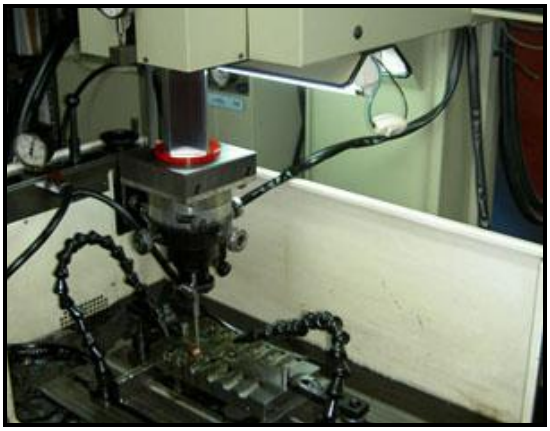
EDM ile işleme nedeniyle meydana gelen olumsuz etki, aşağıdaki yöntemlerle de engellenebilir.

- İlerde kaldırmak üzere fazladan bir kalınlık bırakılır (Böylece önceki işlemler tarafından etkilenen bölge tamamen yok edilecektir.).
- 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.

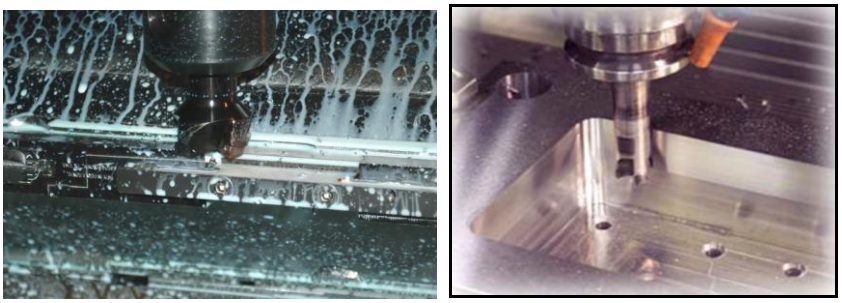
1.3.1.12. Elektro Erezyon Tezgâhında İşlem Sırası

Elektroerozyon tezgâhında kalıp boşluklarının oluşturulması değişik işlemlerle (delme, oyma, kesme vb.) gerçekleştirilmektedir (Resim 1.47). Burada genel olarak bir iş parçasının elektroerozyon tezgâhında işlenme basamakları anlatılacaktır.



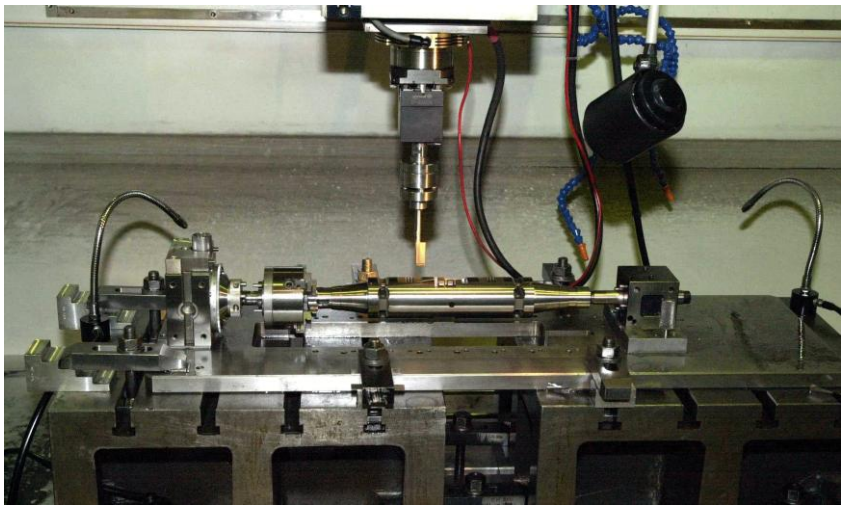
Resim 1.47: Elektroerozyon makinesinde işleme

- İş parçası oyuğunun kabalığı uygun makinelerle boşaltılır.



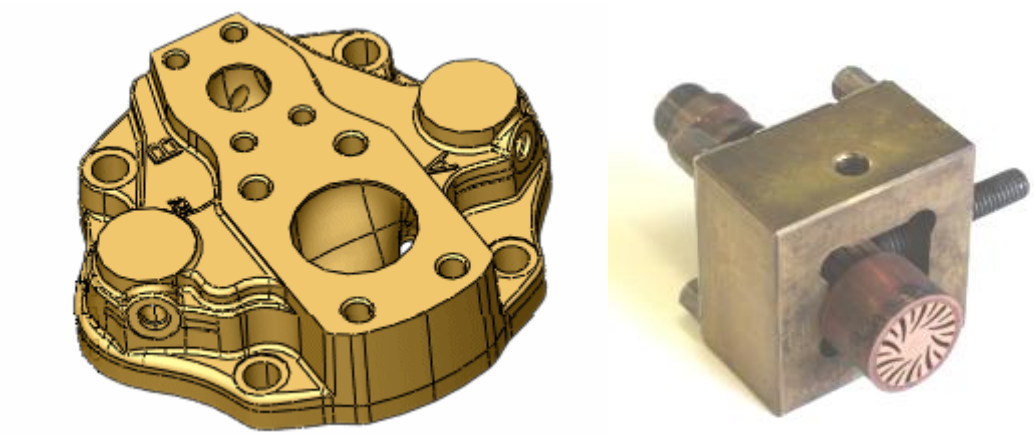
Resim 1.48: İş parçasının kabaca işlenmesi

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



Resim 1.49: İş parçasının tablaya bağlanması

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



Resim 1.50: İşe uygun olarak hazırlanmış elektrot

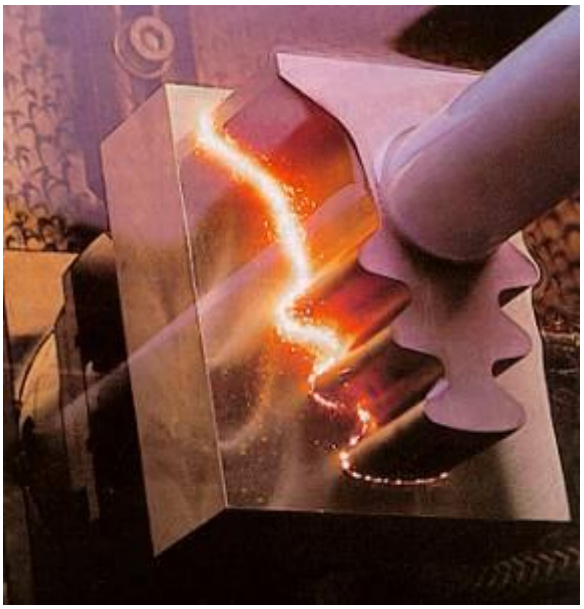
- Elektrot ve iş parçasının paralelliği ve dikliği komparatörle kontrol edilir (Resim 1.51).

Resim 1.51: Komparatörle dikliğin ayarlanması

- Tezgâhın ana şalteri açılır.
- İşlem şekli, tezgâh kapasitesi, elektrot, 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 1.52: Elektrot ve iş parçasının merkezlenmesi

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



Resim 1.53: Elektrot ve iş parçasının teması

Resim 1.54: Komparatörün sıfırlanması

- Starta basılarak işlem başlatılır. Hidrolik ve dielektrik pompası otomatik olarak devreye girer ve iş haznesi dolar. Dielektrik sıvısı gereken seviyeye ulaşınca işlem başlar.

Resim 1.55: Elektroerozyonda çalışma

- Temizleme sistemi çalıştırılır.
- İşlem bitince dielektrik sıvı boşaltılır, tezgâh kapatılır ve iş parçası bağlı olduğu yerden çıkarılarak işlem tamamlanır.

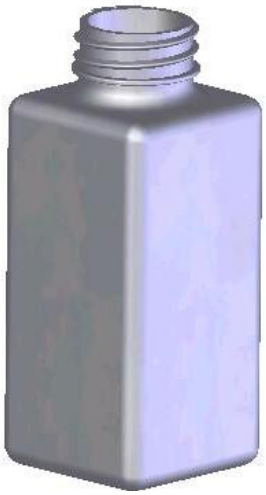
Resim 1.56: Temizleme işlemi bitmiş elektroerozyon tezgâhı

1.4. Kalıp Elemanlarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi

Preformdan şişirilmiş parçayı enjeksiyon şişirme kalıplarında elde etmek için cıvata ve vidalar hariç en az yedi ana parçadan oluşan bir enjeksiyon şişirme kalıbına ihtiyaç olacaktır. Kalıp elemanlarından kalıp yarımlarının tutucu plakalarının yapım resimlerinin çizilmesi ve

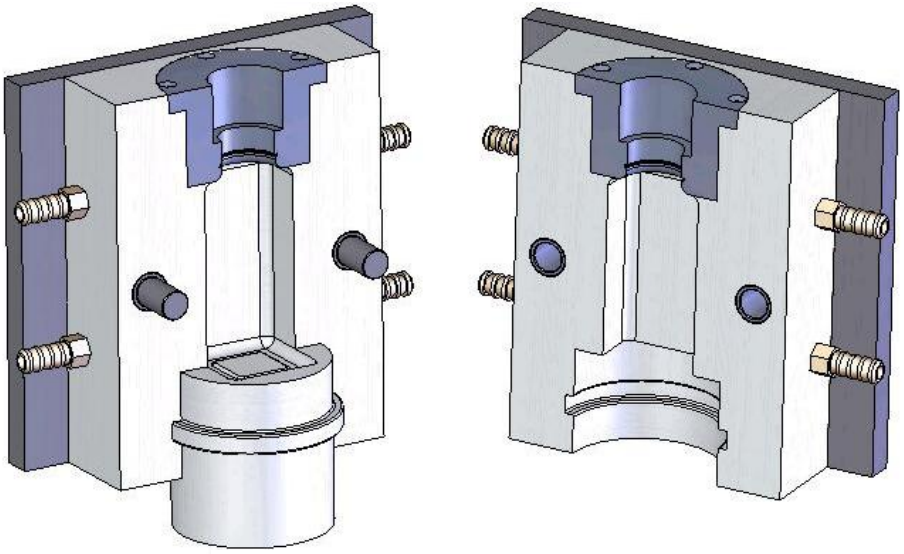
referans yüzeylerinin işlenmesi, bağlantı ve kolon deliklerinin delinmesi işlemleri bir önceki modülde anlatılmıştır.

Bu modülde kalıp yarımlarının ve taban kalıbının takım tezgâhlarında işlenmesi konusu anlatılacaktır.



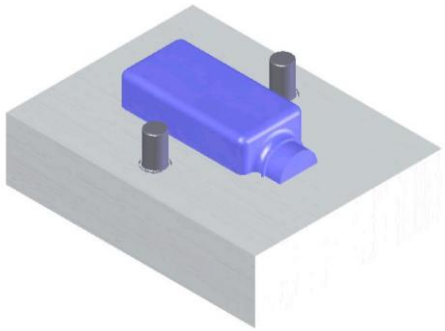
Resim 1.57: Preformdan şişirilmiş parça

Şekilde görülen tipte bir preformdan şişirilmiş plastik şişenin üretilebilmesi için basit olarak aşağıdaki gibi bir kalıbın imalatı gerekir.



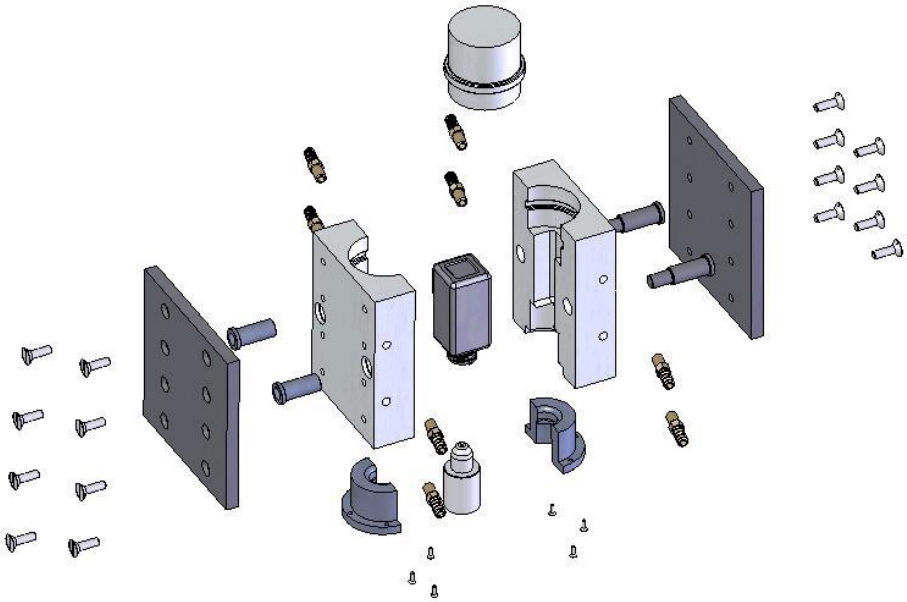
Resim 1.58: Enjeksiyon şişirme kalıbı

Bu tipte preformdan şişirilmiş bir plastik şişenin kalıbını yapmaya başlamadan önce plastik şişenin ve kalıp parçalarının tasarımının yapılması gerekir (Resim 1.59).



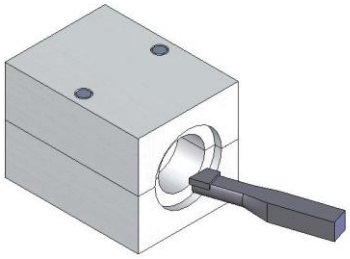
Resim1. 59: Kalıp yarımının ölçüsünün belirlenmesi

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

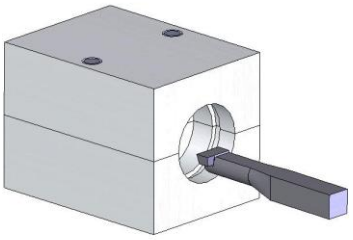


Resim 1.60: Enjeksiyon şişirme kalıbı parçaları

Bir önceki modülde anlatılan bu işlemden sonra kolon deliklerine uygun çapta ve boyda iki adet kılavuz pim ile kalıp birleşme yüzeylerinden iki kalıp yarımının montajı yapılır. Daha sonra kalıp gövdelerinin çene kalıbı boşluğuna delik tornalama işlemi yapılır (Resim 1.61). Taban kalıbı boşluğu ise delik tornalama ve ayrıca delik içi kanal tornalama yapılarak işlenir (Resim 1.62).

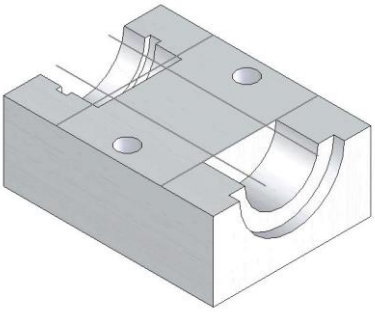


Resim 1.61: Delik tornalama

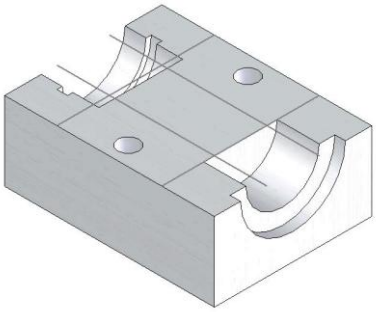


Resim 1.62: Kanal tornalama

Tornalama işlemlerini bitirdikten sonra çene kalıbı boşluğu ve taban kalıbı boşluğu bulunan iki adet kalıp yarımı elde edilir (Resim 1.63-64).

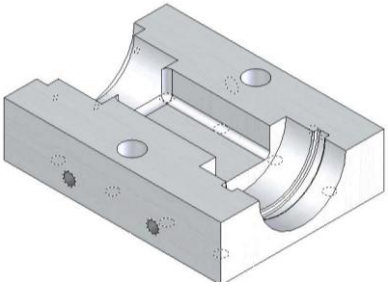


Resim 1.63: Kalıp yarımı 1



Resim 1.64: Kalıp yarımı 2

Bir sonraki basamakta ise kalıp boşlukları gövde üzerine uygun tezgâhta işlenir. Şekildeki gibi parçanın kalıp boşluğunun kabası uygun bir parmak freze çakısı ile işlendikten sonra ucu radyüslü bir parmak freze çakısı ile bir kalıpçı freze tezgâhında işlenebilir (Resim 1.65).



Resim 1.65: Ürün boşluğu freze tezgâhında işlenmiş kalıp yarımı

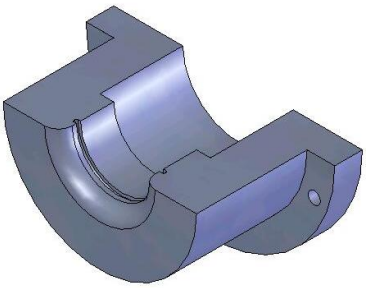
Taban kalıbına şişirilecek parçanın dip kısmını oluşturacak kalıp boşluğu, aynı radyüslü parmak freze çakısı ile işlenir (Resim 1.66).

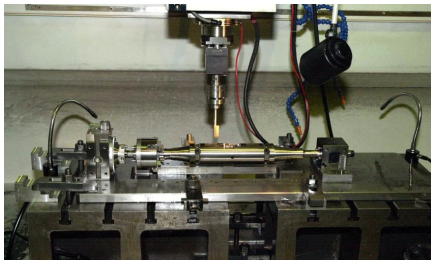
Resim 1.66: Ürün boşluğu frezede işlenmeden önceki ve sonraki taban kalıbı

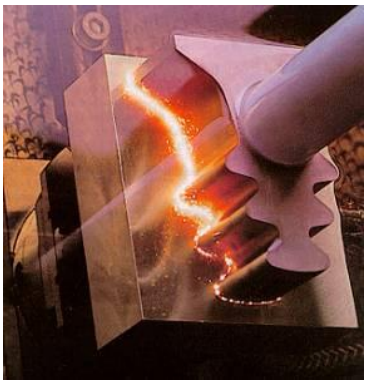
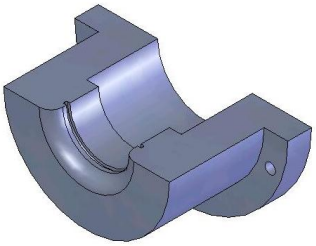
Kalıp boşluğu yapımında işlenmesi gereken diğer bir kısım da çene kalıbında şişenin boğaz kısmına gelen yüzeyleridir. Çene kalıbı torna tezgâhında iki kalıp yarımı olarak dış ve iç yüzeyleri beraber işlenir. Eğer gerekirse kalıp boşluğundaki kanallar elektroerezyon tezgâhında işlenebilir. Bu şekilde kalıp boşluğu ile ilgili beş parçanın işlenmesi tamamlanmış olur. Bunlar iki kalıp gövdesi yarımları, bir taban kalıbı ve iki çene kalıbı olarak sayılabilir.

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 malzemenin cinsine 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 okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kendi ekseni etrafında dönen, sıkı ve emniyetli bir şekilde bağlanmış iş parçaları üzerinden uygun açıda bilenmiş kesiciler yardımıyla talaş kaldıran tezgâhlara ne ad verilir?
   A) Freze tezgâhı
   B) Matkap tezgâhı
   C) Torna tezgâhı
   D) Elektro erezyon tezgâhı
2. Aşağıdakilerden hangisi gereçlerine göre torna kalemlerinin sınıflandırmasında yer almaz?
   A) Takım çeliği
   B) Seri çelik
   C) Sert maden uçlar
   D) Matkaplar
3. Çapı 100 mm olan bir deliği V=30 m/dk. kesme hızında işlemek için tezgâha verilecek devir kaç olmalıdır? (Л= 3 alınacak)
   A) 150 dev/dk.
   B) 100 dev/dk.
   C) 250 dev/dk.
   D) 300 dev/dk.
4. Aşağıdakilerden hangisi enjeksiyonla şişirme kalıplarında kullanılan kalıp gövdesi malzemelerinden değildir?
   A) Dökme demir
   B) Çelik
   C) Alüminyum
   D) Sunta
5. Aşağıdakilerden hangisi elektroerozyon tezgâhının temizleme sistemlerindendir?
   A) Emmeli (vakumlu) sistem tabla
   B) Sürekli püskürtme
   C) Aralıklı (nefesli) püskürtme sistemi
   D) Hepsi
6. Enjeksiyon şişirme kalıbınının kalıp boşluğu hangi işleme metoduyla işlenmez?
   A) Tornalama ile
   B) Frezeleme ile
   C) Boyama ile
   D) Elelektro erozyon ile

7. EDM'de işlenmiş sert bir çelik parçasının metalürjik yapısı incelenirse üç süper impozif tabaka belirlenebilir. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan biri <u>değildir</u>?
   A) Erimiş ve tekrar katılaşmış metal tabakası
   B) Beyaz tabaka
   C) Tavlanmış tabaka
   D) Meneviş tabakası
8. Elektroerozyon takım tezgâhı ile metallerin işlenmesinde dielektrik sıvının önemi büyüktür. Dielektrik sıvının bu fonksiyonlarını, aşağıdakilerden hangisi belirtir?
   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 kıvılcım boşluğu ölçüsünü belirlemede başlıca etkenler aşağıdakilerden hangisidir?
   A) Akım şiddeti
   B) Tespit edilen akım
   C) Elektrot ve iş parçası malzemeleri
   D) Hepsi
10. Kalıp gövdesindeki taban kalıbı ve çene kalıbı boşluğunu işlerken hangi tezgâh <u>kullanılmaz</u>?
   A) Tornalama
   B) Oksi-gaz
   C) Elelektroerozyon
   D) Frezeleme

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 enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarını ürün özelliğine uygun olarak işleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Plastik kalıp imalatı yapan atölyeleri ziyaret ederek plastik enjeksiyon şişirme kalıpları soğutma kanallarını ürün özelliğine göre işleyebilmek için kullanılan yöntemleri araştırınız.

2. ENJEKSİYON ŞİŞİRME KALIPLARININ SOĞUTMA KANALLARINI İŞLEMEK

2.2. Plastik Enjeksiyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının Özellikleri

Enjeksiyon 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 soğutulmasını eşit bir şekilde sağlayarak deformasyonu engellemektir.

2.2.1. Kalıpların Soğutulması

Plastik kalıpları genellikle su veya basınçlı hava ile soğutulur. Su ile yapılacak soğutma işleminde kalıp yarımları içine açılan soğutma kanallarının birbirine bağlantılarındaki ve dönüş yerlerindeki delikler, kör tapa ile kapatılır. Kalıp takviye plakaları arasındaki su sızıntıları da dairesel kesitli salmastralar veya oringler ile önlenir. Bu salmastralar, oring yumuşak bakır, alüminyum ve 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

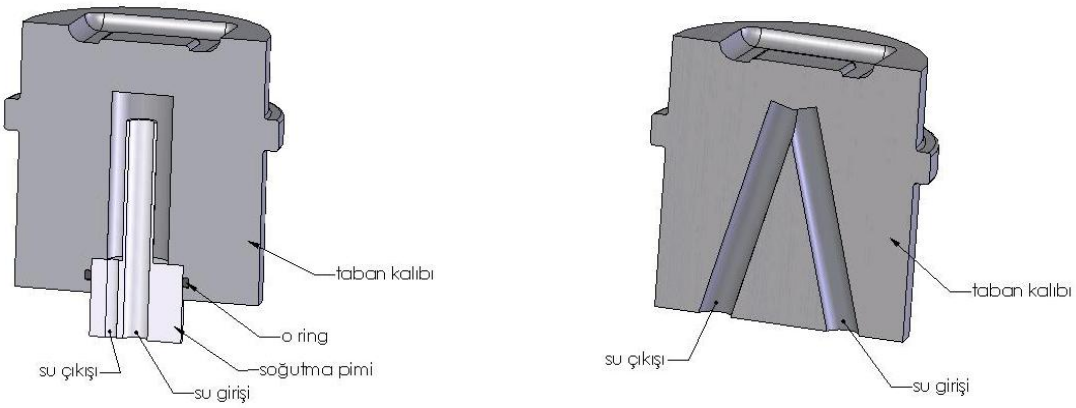
daha hızlı olur. Bu da parçanın kalıptan çıktıktan sonra şekil değiştirmesine sebep olabilir. Bu ve benzeri zararlar göz önünde bulundurulduğunda doğrudan kalıp yarımlarına açılan soğutma kanalları, kalıplama yüzeyinden uygun uzaklıkta ve ölçüde olmalıdır. Resim 2.1'de soğutma kanallarına örnekler gösterilmiştir.

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 ve destek plakaları, kalıp yarımları içinden geçerek kalıbı terk edecek şekilde tasarlanır.

Su soğutmalı kalıp tasarımında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

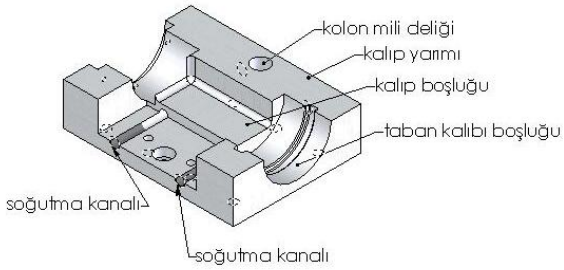
- Soğutma kanalları, kalıplama yüzeyine çok yakın olmamalıdır. Ani değişen ısı farkından dolayı kalıplama yüzeyinde çatlamalar meydana gelebilir.
- Kalıp içinde dolaşan soğutma sıvısının miktarı, üretimi maksimum düzeyde ve kalıbı da arzu edilen sıcaklıkta tutmalıdır.
- Soğutma sıvısının giriş ve çıkışlarını 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.



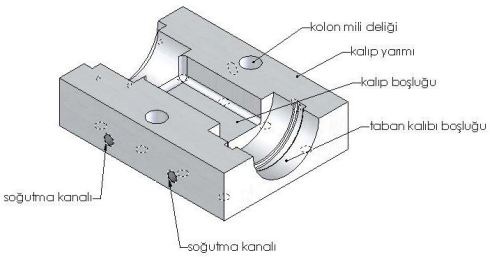
Taban kalıbı borulu sistem soğutma

Taban kalıbı çapraz delikli sistem soğutma

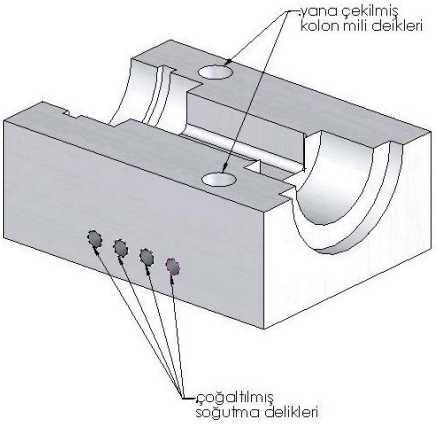
Resim 2.1: Taban kalıbı soğutma



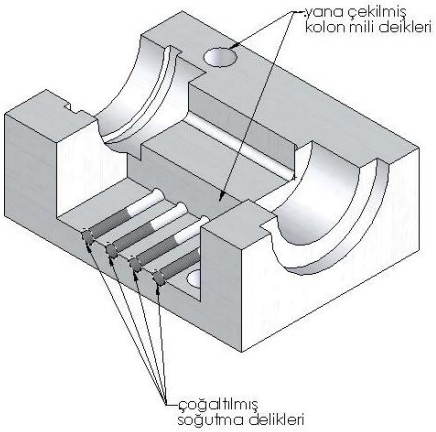
Kalıp yarımı iki kanallı soğutma



Kalıp yarımı iki kanallı soğutma kesit görünüş



Kalıp yarımı çok kanallı soğutma



Kalıp yarımı çok kanallı soğutma kesit görünüş

Resim 2.2: Kalıp gövdesi soğutma

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.

2.3. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Soğutma Kanallarının İşlenmesi

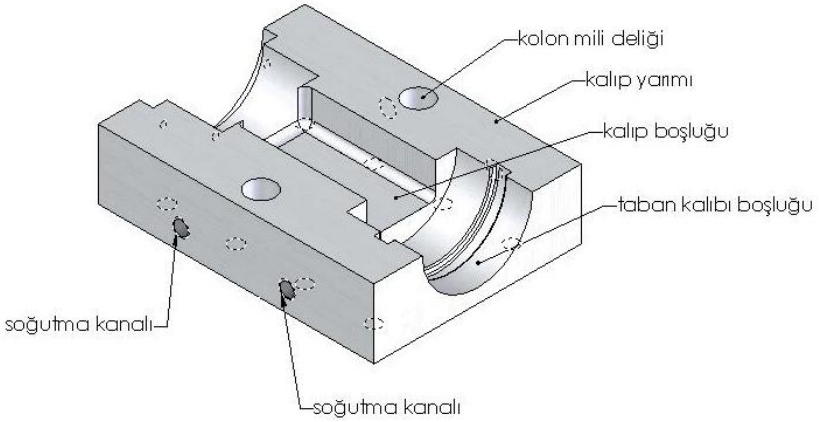
Plastik hacim kalıplarında soğutma, bütün enjeksiyon kalıplarında özellikle termoplastik malzemelerde kullanılan yerlerde, kalıbın içine malzeme gönderildikten sonra sertleşmesini sağlamak için gereklidir. Soğutma işlemi, kalıbın çeşitli kısımlarına açılan

deliklerden ve kanallardan devamlı su akımı sağlamak suretiyle yapılır. Bu delik ve kanallar çok çeşitli usullerle işlenebilir.

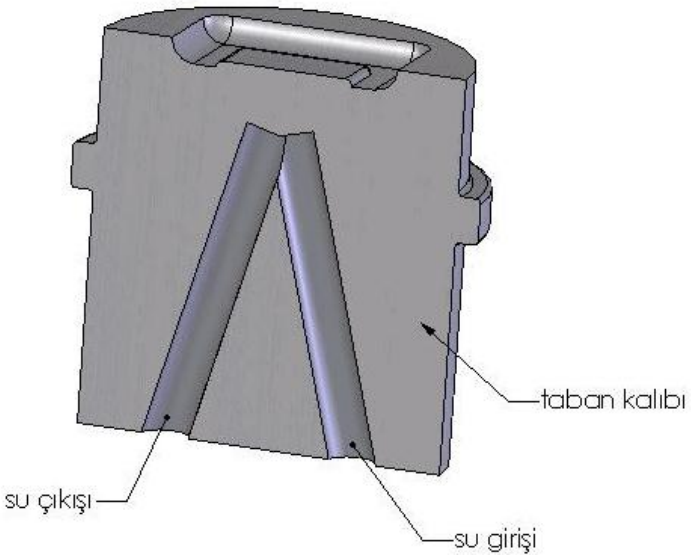
2.3.1. Enjeksiyon Şişirme Kalıplarının Soğutma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarında İşlenmesi

Soğutma kanalları işlenirken modülde verilen kalıba uygun olan işlem basamakları burada açıklanacaktır. Farklı kalıp tasarımlarında soğutma kanaları oluşturulurken daha değişik yöntemler uygulanabilir. Fakat enjeksiyon 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 enjeksiyon şişirme kalıplarında basit soğutma işlemleri yeterli olmaktadır.

Resim 2.3'te soğutma kanalları açılmış bir kalıp yarımı ve Resim 2.4'te soğutma kanalları açılmış bir taban kalıbı gösterilmiştir.



Resim 2.3: Soğutma kanalı açılmış kalıp yarımı



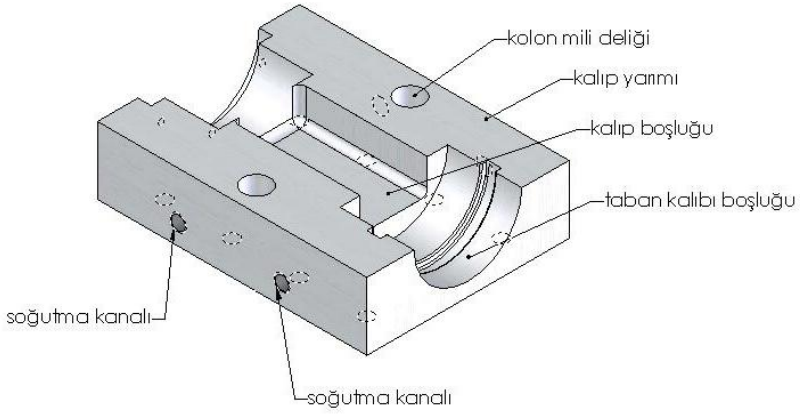
Resim 2.4: Soğutma kanalı açılmış taban kalıbı

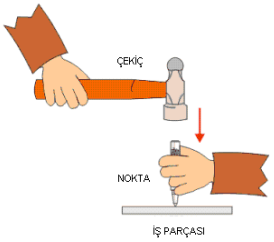
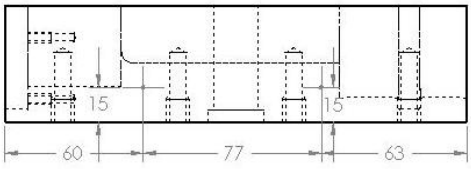
Örnekte verilen kalıptaki soğutma kanallarının oluşturulmasında uygulanması gereken işlem basamakları aşağıda açıklanmıştır.

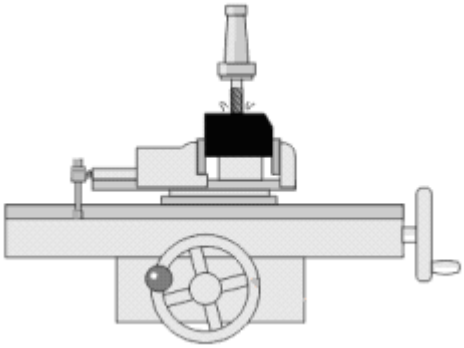
- Kalıp yarımının yapım resmine uygun olarak markalama işlemini yapınız.
- Kalıp yarımı soğutma kanallarını uygun matkapla deliniz (Kör deliklerin delinmesinde delik derinliklerine dikkat ediniz.).
- Taban kalıbının yapım resmine uygun olarak markalama işlemini yapınız.
- Taban kalıbı soğutma kanallarını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

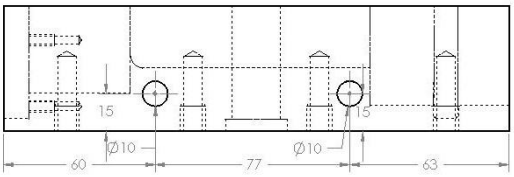
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen kalıp yarımının soğutma kanallarını açınız ve rekor vidalarını oluşturunuz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Soğutma kanallarının delik merkezlerini resme uygun olarak markalayınız.   	➢ 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. ➢ Markalama aletlerini işe uygun olarak 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 boydan boya deliniz.

➢ Rekorlara uygun şekilde kılavuz çekiniz.	➢ Deliğin çapı diş dibi çapına uygun değilse önce diş dibi çapına uygun matkap ile diş 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 diş açınız.
➢ Parçayı 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

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

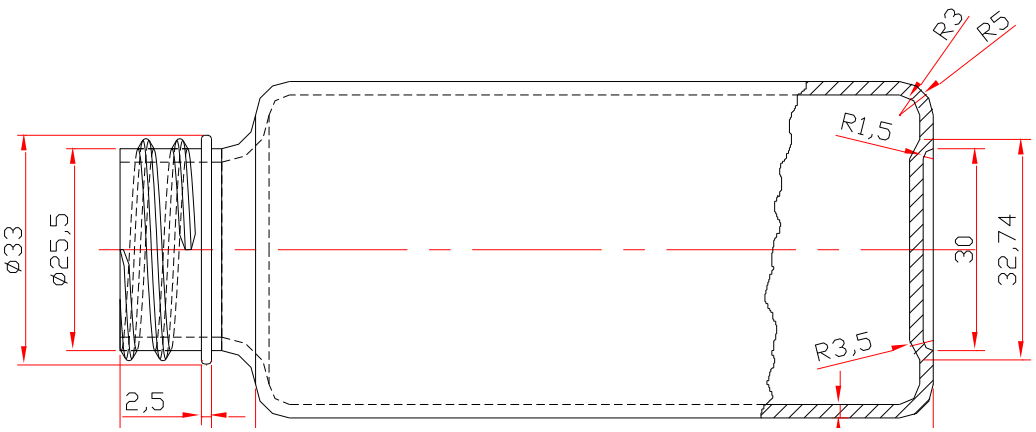
1. Plastik kalıpları genellikle su veya basınçlı hava ile soğutulur. ( )
2. Soğutma kanallarının görevi, ürünün soğutulmasını eşit bir şekilde sağlayarak deformasyonu engellemektir. ( )
3. Soğutma kanalları, ürün boşluğuna ne kadar yakın olursa o kadar iyi olur. ( )
4. Derinliği fazla olmayan kalıplama işlemlerinde kalıp yarımlarına açılacak soğutma kanalları içine bakır borulu soğutucu sistem yerleştirilir. ( )
5. Enjeksiyon şişirme kalıplarında sızdırmazlık elemanı olarak cam elyafı kullanılır. ( )
6. Enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanalları elektrik ark kaynağı ile delinir. ( )
7. Rekorlar enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanallarına vidalanarak takılır. ( )
8. Enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanalı deliklerine vida pafta ile açılır. ( )
9. Enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanalı delikleri delinmeden önce markalama ve noktalama işlemi mutlaka yapılır. ( )
10. Enjeksiyon şişirme kalıplarının soğutma kanalı delikleri el bireyzi ile delinir. ( )

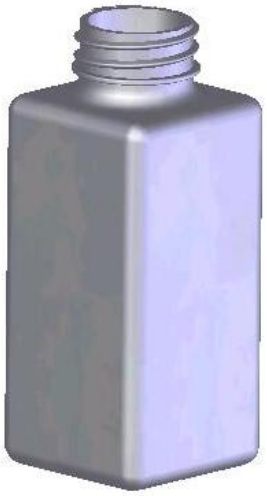
DEĞERLENDİRME

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 TESTİ

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 ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 ‘İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 ‘NİN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- AKYÜZ Ö. Faruk, Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş, PAGEV Yayınları, İstanbul, 2001.
- ERİŞKİN Yakup, İbrahim UZUN, Hacim Kalıpçılığı, Millî 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, Enjeksiyon Kalıplar İmalatı, PAGEV Yayınları, İstanbul, 2000.
- YELBEY İbrahim, Barış YELBEY, Kalıp Konstrüksiyon ve Kalıp Yapımı, Irmak Ofset, Bursa, 2003.