T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

PLASTİK TEKNOLOJİLERİ

TRANSFER KALIP ÜRETİMİ- 2

Ankara, 2014

- 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 iv
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. PLASTİK TRANSFER KALIPLARINDA DİŞİ VE ERKEK KALIBIN İŞLENMESİ 3
1.1. Kalıp Çekirdeği Malzemesi 3
1.1.1. Plastik Kalıp Malzemeleri 3
1.1.2. Çelik Normları 5
1.1.3. Plastik Transfer Kalıbı Çekirdeği Malzemeleri 16
1.2. Dişi ve Erkek Kalıpların Özellikleri 20
1.2.1. Dişi ve Erkek Kalıp Yarımlarının Oluşturulma Metotları 22
1.2.2. Kalıp Yarımlarının Açılıp Kapanması 23
1.2.3. Eğim Açısı 23
1.2.4. Büyük kalıplar 24
1.2.5. Kalıpların Sertleştirilmesi 24
1.2.6. Kalıp Malzemesi 24
1.2.7. Kolay Sökülebilen Lokmalar 25
1.2.8. Kalıp Yüzeyleri 25
1.2.9. Çıkıntı ve Girintiler 26
1.2.10. Bölme Yüzeyi 26
1.2.11. Keskin Köşeler 26
1.2.12. Dağıtıcı Kanallar 26
1.2.13. Giriş Kanalları 27
1.2.14. Hava Tahliye Kanalları 28
1.3. Elektro Erozyon Yöntemi İle İşleme (Kıvılcımla Aşındırma -Dalma Erozyon) 28
1.3.1. Elektro Erozyon İşleminin Tanımlanması 29
1.3.2. Elektro Erozyon Tezgâhının Kısımları 30
1.3.3. Elektro Erozyon İle İşlemenin Avantaj ve Dezavantajları 31
1.3.4. Elektro Erozyon İle İşlemenin Sınıflandırılması 32
1.3.5. Elektro Erozyonda Kavramlar 34
1.3.6. Elektro Erozyon İle İşlemenin Prensibi 36
1.3.7. Elektro Erozyon / EDM Terminolojisi 37
1.3.8. Elektrot Malzemeleri ve Elektrot Takım İmalatı 39
1.3.9. Dielektrik Sıvı 41
1.3.10. Kıvılcımla Aşındırılmış Yüzeylerin Özellikleri ve Yapısı 42
1.3.11. Elektro Erozyon Tezgâhında İşlem Sırası 43
1.4. Dişi ve Erkek Kalıpların İşlenmesi 44
1.4.1. Dişi-Erkek Kalıpların ve Boşluklarının Oluşturulması 44
UYGULAMA FAALİYETİ 56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 60
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 63
2. TRANSFER KALIPlarıNDA ısıtma kanallarının oluşturulması 63
2.1. Transfer Kalıpları Isıtma Sistemleri ve Özellikleri 63
2.1.1. Transfer Kalıplarında Isıtma Yöntemleri 64
2.1.2. Elektrikli Isıtma Elemanları 65
2.1.3. Transfer Kalıplarında Isıtma Kanalı Sistemleri 67

2.2. Isıtma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarından İşlenmesi 69
2.2.1. Isıtma Kanallarının Markalanması..... 69
2.2.2. İş Parçasının Makineye Bağlanması 70
2.2.3. Isıtma Kanallarının Takım Tezgâhlarında İşlenmesi 71
UYGULAMA FAALİYETİ 72
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 76
MODÜL DEĞERLENDİRME 78
CEVAP ANAHTARI 81
ÖNERİLEN KAYNAKLAR..... 82
KAYNAKÇA 83

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Plastik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Plastik Kalıpçılığı**
MODÜLÜN ADI	**Transfer Kalıp Üretimi -2**
MODÜLÜN TANIMI	Plastik transfer kalıp malzemeleri, kalıp boşlukları ve özellikleri, kalıp boşluklarının üretim tezgâhlarında işlenmesi, ısıtma kanalı sistemleri ve ısıtma kanallarının üretim tezgâhlarında işlenmesi bilgilerini kullanarak transfer kalıbı yapma yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	-40/32-
ÖN KOŞUL	Temel Beceriler, Teknik Resim, Bilgisayarla Çizim, Transfer Kalıpçılığı–1 modüllerini başarmış olmak
YETERLİK	Bu modülü tamamladığınızda plastik transfer kalıplarını yapabileceksiniz.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Transfer kalıplarının üretimini istenilen ürün özelliklerine uygun olarak yapabileceksiniz**.** **Amaçlar** 1. Transfer kalıpları ürün boşluklarını istenilen hassasiyette oluşturabileceksiniz. 2. Transfer kalıplarının ısıtıcı kanallarını istenilen hassasiyette oluşturabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Tesviyecilik araç gereçleri, markalama gereçleri, talaşlı üretim makineleri vb. araç ve gereçler
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 vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Kalıplar seri üretimin vazgeçilemez unsurlarıdır. Kalıplar, üretimin daha kolay, hatasız ve ürünlerin özdeş olmasını sağlamaktadır. Kalıp imalatı üretim öncesi aşamalardan yani üretime hazırlık aşamalarından biridir ve çok önemlidir. Üretim yapılan kalıbın tasarımı, kalitesi rekabet şartlarını belirlemektedir. Tasarımı iyi yapılmış kaliteli bir kalıpla, kısa zamanda çok sayıda ve kaliteli üretim rekabet avantajlarını kuvvetlendirmektedir.

Ülkemizde plastik sektörünün hızla büyümesi ile beraber plastik kalıp imalatı sektörü de hızla büyümektedir. Kalıp imalatı için bazı büyük plastik firmaları kendi bünyelerinde oluşturdukları kalıp hanelerinden yararlanmakta, kalıp imalatı ve bakımını kendileri yapmaktadır. Bununla beraber birçok plastik firması, kalıplarını plastik kalıp imalatı yapan firmalara yaptırmaktadır. Kalıp imalatının ülkemizde gelişmesiyle birlikte yurt dışında kalıp yaptıran firmalarımızın sayısı gittikçe azalmıştır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Transfer kalıpları dişi kalıp boşluklarını ve erkek kalıbı oluşturabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki plastik transfer kalıp üretimi yapan işyerlerini ve ilgili internet adreslerini ziyaret ediniz.
- Plastik transfer kalıp malzemeleri, çeşitleri ve özellikleri hakkında araştırma yapınız.
- Plastik transfer kalıplarının kalıp boşlukları ve erkek kalıbın işlenme yöntemlerini araştırarak sınıfa sununuz.

1. PLASTİK TRANSFER KALIPLARINDA DİŞİ VE ERKEK KALIBIN İŞLENMESİ

1.1. Kalıp Çekirdeği Malzemesi

1.1.1. Plastik Kalıp Malzemeleri

Genel olarak tüm metal, plastik, lastik, seramik, ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan çeliklere takım çelikleri adı verilir. Kullanım şartlarına ve uygulama alanlarına göre takım çelikleri aşağıdaki biçimde sınıflandırılır.

- Soğuk iş takım çelikleri
- Sıcak iş takım çelikleri
- Plastik takım çelikleri
- Yüksek hız çelikleri

Resim 1.1: Çelik malzemeler

Bu çelikler esas olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Yüksek mukavemet (dayanım)
- Yüksek aşınma direnci
- Yüksek sertleşebilirlik
- Yüksek süneklik
- Yüksek tokluk
- İyi yüksek sıcaklık özelliği
- Yüksek ısıl iletkenlik
- Düşük ısıl genleşme
- Yüksek işlenebilirlik
- İyi kaynaklanabilirlik
- İyi parlatılabilirlik

Bu özelliklerin tamamının aynı çelikte toplanması beklenemez, ancak kullanım yerine bağlı olarak en uygun malzeme, toplam ekonomi yani kalıptan beklenen ömür, performans dikkate alınarak seçilir.

Takım çelikleri, içerdikleri alaşım miktarına bağlı olarak da alaşımsız, düşük alaşımlı, yüksek alaşımlı hız çelikleri olarak ayrıca sınıflandırılabilir.

Kullanma yeri ve özelliklerine göre kalıplar sert ağaçtan, alçıdan, kurşun, pirinç, bakır, çelik ve çelik alaşımlarından yapılmaktadır. Üretim sayısı ve parçanın özelliklerine göre kalıp malzemesi, kalıp tasarımını yapan kişi tarafından belirlenir. Ancak, kalıp malzemesi olarak en çok kullanılan karbonlu ve alaşımlı çeliklerdir.

Plastik kalıpların çoğu aşağıdaki çelik malzemelerin birinden üretilir.

- Ön sertleştirme işlemi yapılmış çelikler
- Yüzeyi sertleştirilmiş çelikler
- Tamamı sertleştirilmiş çelikler
- Berilyum-bakır alaşımlı çelikler

Hazır sertleştirilmiş çelikler, sıkıştırma kalıpları için seyrek olarak, enjeksiyon kalıpları için geniş şekilde kullanılır. Bu çelikler, 32-36 Rockwell C sertlik aralığı civarında temin edilir ve daha sonra herhangi bir ısıl işlem gerektirmez. Keza bu malzemeler, sıkıştırma kalıplamasında, az sayıda üretim yapacak kalıplar için; enjeksiyon kalıplamasında televizyon kasası ve kapı pervazları gibi parçalar üreten geniş kalıplar için kullanılır.

Plastik kalıp malzemelerinin tamamına yakını ısıya, korozyona ve aşınmaya karşı dayanıklı malzemelerdir. Kalıplanacak parçanın büyüklüğü, kalıp çeliği seçiminde önemli bir faktördür. Kalıp çelikleri seçiminde dikkate alınması gereken başka bir ana faktör de kalıp boşluğunun nasıl yapılacağıdır. Dizayn, boşluk şekillendirme yöntemini etkiler. Boşluk şekillendirme yöntemi ise kalıp malzemesi seçiminde göz önüne alınması gereken başlıca faktörlerdendir.

1.1.2. Çelik Normları

Üretilen çelik ve malzemelerin norm hâline getirilmesi, belli özelliklerdeki malzemeleri aynı isim ve simgelerle ifade etmek ve böylece ortak bir dil oluşturmak ihtiyacından doğmuştur. Günümüzde bu alanda çok sayıda standart oluşmuştur. Bunlardan bazıları şunlardır;

1. **SAE**
2. **AISI**
3. **ASTM**
4. **NE**
5. **DIN**

TS (Türk standartları) yurdumuzda kullanılan ve bilinenidir. Bunun yanında yurdumuzda başta MKE olmak üzere çelik üreticileri kendileri de bir norm oluşturmuş veya oluşturmaktadır. MKE normları esas olarak SAE' yi alır.

TS normları kendisine örnek olarak DIN normlarını seçmiş ve onun düzenlemesine paralel bir düzenleme getirmiştir. Çeliklerle ilgili ilk TS, 1972'de kabul edilmiş "Çelikler ve Demir Karbon Döküm Malzemeleri Sınıflar ve İşaretler" isimli TS 1111 'dir. Daha sonra değişik tarihlerde çeliklerle ilgili standartlar geliştirilmiştir.

1.1.2.1. Plastik Kalıplar İçin Takım Çelikleri ve DIN ile AISI Normu Karşılıkları

Çeşitli tipteki plastikler ve farklı üretim metotları takım çeliklerinden farklı özellikler beklenmesine sebep olmaktadır.

Bunlar:

- Ekonomik işlenebilirlik veya frezelenme özelliği
- Isıl işlemde en az boyut değişimi
- İyi parlatılabilirlik
- Çok yüksek baskı mukavemeti
- Yüksek aşınma dayanımı
- Yeterli korozyon dayanımı

Bir takım için çelik seçilirken bu özellikler göz önüne alınır. Kullanılan plastik kalıp çelikleri aşağıdaki listede verilmiştir. Bu çeliklerin bazıları bütün gereksinimleri karşılamaktadır.

Çelik cinsi Kodu		AISI/ SAE	Kimyasal Bileşimi %									
			C	Si	Mn	S	Cr	Mo	Ni	V	Co	Ti
Kabuk sertleşen çelikler												
Thyroplast 2162	21Mn Cr 5	~P2	0.21	---	1.3	---	1.2	---	---	---	---	---
Thyroplast 2341	X6Cr Mo 4	P4	0.04	---	---	---	3.8	0.5	---	---	---	---
Thyroplast 2764	X19 Ni Cr Mo 4	~P21	0.19	---	---	---	1.3	0.2	4.1	---	---	---
Isıl İşlem Çelikleri												

Thyroplast 2311	40 Cr Mn Mo 7	P20	0.40	---	1.5	---	1.9	0.2	---	---	---	---
Thyroplast 2312	40Cr Mn Mo S 8 6	P20+S	0.40	---	1.5	0.05	1.9	0.2	---	---	---	---
Thyroplast 2738	40 Cr Mn Mo 8 6 4	P20+N	0.40	---	1.5	---	1.9	0.2	1.0	---	---	---
Korozyon dayanımlı çelikler												
Thyroplast 2083	X42 Cr 13	420	0.42	---	---	---	13.0	---	---	---	---	---
Thyroplast 2316	X36CrMo 17	---	0.36	---	---	---	16.0	1.2	---	---	---	---
Çekirdeğe kadar sertleşen çelikler												
Thyrotherm 2343	X38Cr Mo V5 1	H11	0.38	1.0	---	---	5.3	1.3	---	0.4	---	---
Thyrodur 2379	X155Cr V Mo 1 2 1	D2	1.55	---	---	---	12.0	0.7	---	1.0	---	---
Thyrodur 2767	X45Ni Cr Mo 4		0.45				1.4	0.3	4.0			
Thyrodur 2842	90MnCr V8	O2	0.90	---	2.0	---	0.4	---	---	0.1	---	---
Nitrasyon çelikleri												
Thyroplast 2307	31CrMoV 9	~4340	0.31	---	---	---	2.4	0.2	---	0.2	---	---
Thyroplast 2391	15CrMoV 5	---	0.15	---	1.0	---	1.4	0.9	---	0.3	---	---
Thyrodur 2891	34CrAlNi 7	---	0.35	---	---	---	1.7	0.2	1.0	---	---	---
Maraging çelikleri												
Thyrodur 2709	X3NiCo MoTi 1895	18MAR300	<0.3	---	---	---	---	5.0	18.0	---	10.0	1.0
Kalıp hamilleri için çelikler												
Thyrodur 1730	C 45 W	SAE 1045	0.45	0.3	0.7	---	---	---	---	---	---	---

Tablo 1.1: Plastik kalıp çelikleri ve kimyasal özellikler

- **Kabuk sertleşen çelikler**

Kabuk setleşen çelikler çok yüksek parlatılabilirlik ve işlenebilirlik özelliklerine sahiptir. Bu çelikler, semente edilmiş şekilde çok tok çekirdeklere ve aşınmaya karşı dayanıklı yüzeylere sahiptir. Karbonlama (karbürizasyon) yapılarak kullanılır. Büyük ebatlı kalıplarda bile yeterli çekirdek sertliği sağlanabilir.

- **Isıl işlemli çelikler**

Plastik kalıplarında, kabuk sertleşen çeliklerin kullanılması ısıl işlem sırasında meydana gelen ölçü değişimleri yüzünden uygun değildir. Bu sebeple önceden ısıl işlem görmüş bir kalıp çeliğini işleyerek kalıp hâline getirmek çok daha kolaydır. Küçük ölçülerdeki kalıplar bile bu metotla üretilebilir. Plastik kalıplarda kullanılacak sertleştirilmiş çeliğin mukavemetinin 1100N/mm² civarında olması yeterlidir. Isıl işlemli çelikler Thyroplast 2311, 2312, 2711 ve 2738 olarak geliştirilmiştir. Thyroplast 2311, 3711 ve 2738 yüksek parlaklık ve desenleme gereken kalıplarda kullanılabilir. Thyropalst 2312 daha iyi işlenebilirlik elde etme amacıyla S (kükürt) ilaveli plastik kalıp çeliğidir. Thyroplast 2738 kalınlığı 400mm'yi geçen tüm plastik kalıplarda tavsiye edilir. Thyroplast 2738'deki %1 Ni ilavesi yüzünden Thyroplast 2311'e göre, daha çok çekirdeğine doğru sertleşebilirlik elde edilir.

- **Nitrasyon çelikleri**

Nitrasyon çeliklerinin aşınmaya dayanıklı yüzeyleri çekirdekleri tok olduğundan cıvatalar ve silindirler için başarıyla kullanılır. DIN.1.2891 alüminyum alaşımlı nitrasyon çeliği DIN.1.2307 gibi alüminyum içermeyen çeliklerle kıyaslandığında daha düşük nitrasyon tabakası derinliklerinde yüksek yüzey setliği gösterir. Nitrasyon tabakası kalınlaştıkça çalışma ömrü arttığından alüminyumsuz nitrasyon çelikleri gittikçe daha çok kullanılmaktadır.

- **Korozyona dayanıklı çelikler**

Kimyasal olarak agresif plastiklerin kalıplanmasında %13 krom içeren Thyroplast 2083 kullanılır. Korozyonun daha yoğun olduğu durumda örneğin PVC ile çalıştığında, %16 krom ve 1.2 Molibden içeren Thyroplast 2316 tavsiye edilir. Yeni geliştirilen Thyroplast 2085 çeliğin Thyroplast 2316'a göre daha iyi talaş kaldırma özelliği vardır. Ayrıca 280-325 HB sertliğe sertleştirilmiş olarak sevk edilir. Tamamıyla paslanmaz olması istenilen kalıplarda, ürün yüzeyinin çok parlak olması istenirse, çekirdeği Thyroplast 2083'ten hamili Thyroplast 2316 veya 2085'ten yapılabilir. Kalıp yüzeyini krom kaplamaya gerek kalmaz. Çok iyi parlatma yapılabilir.

- **Çekirdeğine kadar sertleşen çelikler**

Bu çelikler yüksek sertleşebilirliği basma mukavemetleri ile tanınır. Ayrıca ısıl işlem sırasında çok az ölçü değişikliği olur. Basma mukavemetlerinin yüksek olmasından dolayı, yüksek baskıların olduğu basınçlı plastik kalıplara çok uygundur. Bu çeliklerin bir avantajı da ısıl işlemden sonra gerekirse derinlere kadar işlenme imkânları vardır. DIN 1.2767 takım çeliğinin yüksek tokluğu vardır ve yüksek gerilme altındaki kalıplarda kullanılır. Ayrıca bu çelik çok iyi parlatılabilir, desenleme ve erozyona uygundur. DIN 1.2343 özellikle büyük vidalar ve kalıplarda nitrasyon yapılabilmesi ve yüksek sıcaklık dayanımı sebebiyle daha yüksek ısıl yüklemelere maruz kalan kalıplarda ve vidalarda tercih edilir.

1.1.2.2. DIN Normuna Göre Plastik Kalıp Malzemeleri ve Özellikleri

DIN normuna göre en sık kullanılan plastik kalıp çelikleri şunlardır:

1. DIN 1.1730
2. DIN 1.2312
3. DIN 1.2316
4. DIN 1.2738
5. DIN 1.2083

DIN 1.1730 (C 45 W) (SAE normu karşılığı: 1045)

Kimyasal Analiz	C	Mn	Si	P	S
%	0,45	0,70	0,30	0,015	0,015

Özellikleri :

Suda sertleşebilen bir malzeme olup ihtiva ettiği Mn sayesinde tok bir yapıya sahip çeliktir.

Kullanım alanları :

Genellikle plastik ve metal enjeksiyon kalıplarının en dış tabakasını oluşturan destek elemanı ve kalıp hamili olarak kullanılmaktadır.

DIN 1.2083 (X 42 Cr 13) (AISI normu karşılığı: 420 SS)

Kimyasal Analiz	C	Cr
%	0.42	13.0

Özellikleri :

Korozyona dayanımlı, çok iyi parlatılabilen ve Ca ilavesi nedeni ile çok iyi işlenebilen paslanmaz plastik kalıp çeliğidir.

Kullanım alanları:

Korozyon etkisi olan plastiklerde kalıp olarak kullanılır. Yüksek krom içermesi sebebiyle krom kaplamaya gerek yoktur. Çok iyi parlatılabilir. Daha yüksek derecelerde parlatmanın gerekli olduğu kalıplarda THYROPLAST 2083 SUPRA tavsiye edilir.

DIN 1.2312 (40 CrMnMoS 8 6) (AISI normu karşılığı: P 20+S)

Kimyasal Analiz	C	Mn	Cr	Mo	P	S
%	0,40	1,50	1,90	0,22	0,015	0,05

Özellikleri :

Ön sertleştirilmiş plastik kalıp malzemesi olup teslimat sertliği 32 - 35 HRC' dir. İçerdiği kükürtten dolayı işlenebilirliği rahattır. Parlatılabilirliği 1.2738' den daha azdır.

Kullanım alanları :

Plastik kalıp malzemesi olarak kullanılmasının yanında, kalıp çekirdeklerinin 1.2738' den yapılarak kalıp kasasının 1.2312 yapılması şeklinde de kullanılabilmektedir. Parlaklığın ön planda bulunmadığı plastik kalıplarında, kalıp malzemesi olarak tercih edilebilir.

DIN 1.2738 (40 CrMnNiMo 8 6 4) (AISI normu karşılığı: P 20+Ni)

Kımyasal Analiz	C	Mn	Cr	Nı	Mo	P	S
%	0,40	1,50	1,90	1,00	0,22	0,010	<0,002

Özellikleri:

Ön sertleştirilmiş plastik kalıp çeliğidir. Sertlik değeri 32 - 35 HRC arasında değişmektedir. İşlenebilirliği iyi olmakla beraber % 1 Ni ihtiva ettiği için parlatılabilirliği son derece iyidir. Ayrıca yapısında az miktarda (S < % 0.002) kükürt içermesinden dolayı sürtünme mukavemeti yüksektir.

Kullanım alanları :

Yüksek gerilmelerin bulunduğu büyük plastik kalıplarında, parlaklığın şart olduğu plastik kalıplarında tercih edilmektedir.

DIN 1.2311 (40 CrMnMo 7) (AISI normu karşılığı: P 20)

Kimyasal Analiz	C	Mn	Cr	Mo
%	0,40	1.5	1.9	0.2

Özellikleri:

Sertleştirilmiş plastik kalıp çeliğidir. Sertliği yaklaşık 280-325 HB' dir. Çok iyi işlenebilirliği vardır. Thyroplast 2312'ye göre daha iyi parlatma özelliği vardır. Desenlemeye uygundur.

Kullanım alanları :

Plastik kalıplarda, plastik kalıp ve metal enjeksiyon kalıp hamillerinde başarıyla kullanılır.

DIN 1.2316 (X 36 CrMo 17)

Kimyasal Analiz	C	Mn	P	S	Cr	Mo
%	0,36	0,70	0,015	0,002	16,00	1,10

Özellikleri:

Ön sertleştirilmiş plastik kalıp çeliğidir. Tıpkı 1.2083 ESR malzemesi gibi korozif ortamlara dayanıklıdır. Isıl işleme ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmektedir. Parlatılabilirliği 1.2083 ESR kadar olmasa da iyidir.

Kullanım alanları :

Özellikle paslanmazlığın arandığı kalıplarda 1.2083 ESR malzemesi kalıp çekirdeklerini oluştururken, 1.2316 kalıp hamili olarak kullanılabilmektedir. Ayrıca ısıl işlem sonucunda çarpılma tehlikesi olan ve paslanmazlık istenilen kalıp aparatlarının ve maçalarının yapımında tercih edilir. Kendi sertliğinin yetersiz kaldığı bazı durumlarda şaloma alevi kullanılarak yüzeysel sertlik verilebilmektedir.

DIN 1.2343 SUPRA (X 40 CrMoV 5 1) (AISI normu karşılığı: H 11)

Kimyasal Analiz	C	Si	Cr	Mo	V
%	0,38	1,00	5,30	1,30	0,40

Özellikleri:

Yüksek parlatılabilirliğe sahip olan sıcak iş çeliğidir. Aynı zamanda plastik kalıp çeliği olarak da kullanılır. Malzeme 180-230 HB olarak teslim edildiği için ısıl işlem yoluyla klasik plastik kalıp çeliğinden daha yüksek sertlik basamaklarına kadar sertleştirilebilir.

Kullanım alanları :

Uzun ömürlü ve 35 HRC'nin üstünde sertlik istenilen kalıplarda kullanılır.

DIN 1.2344 (X40CrMoV 5 1) (AISI normu karşılığı: H 13)

Kimyasal Analiz	C	Si	Cr	Mo	V
%	0,40	1,00	5,30	1,40	1,00

Özellikleri:

En belirgin özelliği iyi bir ısıl iletkenliğe sahip olmasıdır. Bunun bir sonucu olarak kalıbın çalışması esnasında, kalıpta biriken ısı kalıptan uzaklaştırılacaktır. İyi bir termal şok dayanımına sahip olduğundan ani sıcaklık değişimlerine dayanıklıdır.

Kullanım alanları:

Bu malzeme üretimde birçok alanda kullanılmaktadır. Ama özellikle tercih edildiği sektörler; metal enjeksiyon, dövme ve hafif metallerin ekstrüzyon kalıplarının yapımıdır. Ayrıca plastik sektöründe özellikle sıcak yolluklu kalıpların yanı sıra bakalit kalıplarında da kalıp malzemesi olarak tercih edilir**.**

DIN 1.2379 (X 155 CrVMo 12 1) (AISI normu karşılığı: D2)

Kimyasal Analiz	C	Cr	Mo	V
%	1,55	12,0	0,7	1,0

Özellikleri:

Yüksek aşınma dayanımı ve tokluk özellikleri vardır. Kesme ve ezme için çok uygundur. Nitrasyon yapılarak kullanılabilir. Bor ve titan kaplama ile yüzey aşınma dayanımı daha da artırılabilir.

Kullanım alanları:

Soğuk şekillendirme kalıplarında, hassas kesme kalıplarında, soğuk zımbalarda, derin çekme kalıplarında, baskı plakalarında, yüksek aşınma dayanımı gereken plastik kalıplarında kullanılır.

DIN 1.2711 (54NiCrMoV 6) (AISI normu karşılığı: P 20 + Ni)

Kımyasal Analiz	C	Mn	Cr	Nı	Mo	V
%	0,55	0,7	0,7	1,7	0,3	0,1

Özellikleri:

Cr-Ni-Mo alaşımlı sertleştirilmiş ve tok bir takım çeliğidir. Çok iyi parlatılabilir. Karbürizasyon özelliği nedeniyle mükemmel bir işleme özelliği vardır.

Kullanım alanları:

Plastik kalıplar için çoğunlukla sertleştirilmiş olarak 1000N/mm² çekme mukavemeti ile teslim edilir.

DIN 1.2764 (X19 NiCrMo 4) (AISI normu karşılığı: ~ P 21)

Kımyasal Analiz	C	Cr	Mo	Ni
%	0,19	1,3	0,2	4,1

Özellikleri:

Kabuk sertleşen çeliktir, yüksek çekirdek mukavemeti vardır ve iyi parlatılabilir.

Kullanım alanları:

Yüksek basınç altındaki plastik kalıplarda kullanılır. Aşındırıcı özelliği olan plastiklerde tercih edilir.

1.1.2.3. UHB Markası Çelikler

- IMPAX SUPREME
- GRANE
- STAVAX
- ELMAX (Toz Metal)
- RAMAX S
- RIGOR
- ORVAR SUPREME
- CALMAX
- HOLDAX
- UHB-11
- PRODAX (Alüminyum Alaşımlı)
- MOLDMAX (Bakır-Berilyum Alaşımı)
- PROTHERM (Bakır-Berilyum Alaşımı)

UHB Markası	DIN Normu	AISI	Ortalama Analizleri %								
			C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	W	Sair
IMPAX SUPREME	~1.2738 ESR 40CrMnMo86 4	Geliştirilmiş P20	0.37	0.30	1.40	2.00	0.20	---	1.00	---	S 0.008
GRANE	~1.2721 50 Ni Cr 13		0.55	0.25	0.50	1.00	0.30	---	3.00	---	---
STAVAX ESR	~1.2083 ESR X42 Cr 13	Geliştirilmiş 420	0.38	0.9	0.50	13.6	---	0.30	---	---	Max 0.005
ELMAX (Toz metal)			1.70	0.80	0.30	18.0	1.00	3.00	---	---	---
RAMAX S	~1.2316 ESR X36 Cr Mo 17	~420 F	0.33	0.30	1.30	16.7	---	---	---	---	S 0.12
RIGOR	1.2363 X100CrMoV 51	A2	1.00	0.20	0.80	5.30	1.10	0.20	---	---	---
ORVAR SUPREME	1.2344 ESR X40CrMoV5 1	H13	0.39	1.00	0.40	5.30	1.30	0.90	---	---	---
CALMAX	PATENT		0.60	0.35	0.80	4.50	0.50	0.20	---	---	+
HOLDAX	1.2312		0.4	0.4	1.5	1.9	0.2	---	---	---	S

	40CrMnMoS 86		0	0	0	0	0				0.07
UHB-11	1.1730 C 45 W	1050	0.5 0	0.2	0.6 0	---	---	---	---	---	S 0.04
Plastik Kalıpları İçin Alüminyum ve Bakır Alaşımları											
PRODAX (alüminyum alaşımlı)	3.4345	---	% Mn 0.1	% Mn 2.60	% Cr 0.13	% Zn 4.3	% Cu 0.70	Al Kalan			
MOLDMAX (Bakır-Berilyum alaşımı)	---	---	%Be1.90		% Co+Ni 0.25		Cu Kalan				
PROTHERM (Bakır-Berilyum alaşımı)	---	---	%Be 0.40		%Ni 1.80		Cu Kalan				

Tablo 1.2: Çeliklerin kimyasal özellikleri

➢ **UHB markası çeliklerin özellikleri**

- Impax supreme (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2738)

Polisaja, foto-dağlamaya (photo-etching/Foto Atzen) çok uygun, geliştirilmiş kalitedir. 30-35 HRc'ye ön setleştirilmiş çok iyi nitrürlenebilen ve çok iyi yüzey parlaklığı veren ımpax supreme yüksek miktarda elyaf takviyeli aşındırıcı plastikler ile PVC benzeri korozif plastikler dışında kalan tüm termoset plastiklerin sıkıştırma, transfer, enjeksiyon, ekstrüzyon ve şişirme kalıplarında kalıp çekirdeği, dalıcı zımba, maça, itici olarak kullanılır. Bölgesel olarak sertleştirilebilir.

- **Grane (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2721)**

Sert ve büyük basınç gerektiren plastik maddelerin preslerde, enjeksiyon makinelerinde basılmasında kullanılan ancak son dönemde yeni malzemelerin ortaya çıkması ile kullanımı giderek azalan parlatılabilirliği, aşınma direnci, sertleşebilirliği ve tokluğu yüksek olan bir takım çeliğidir. Öze doğru sertlik alır. Yumuşak tavlanmış hâlde sevk edilir. Sertleştirme işleminde ölçü ve şekil değiştirmez ve polisajlanma özelliği yüksektir.

- **Stavax ESR (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.208)**

Analiz ve yapı yönünden geliştirilmiş çeliktir. Asit etkisi olan PVC ve benzeri plastik kalıpları, optik mercekleri, oto aydınlatma aksesuar kalıpları için uygundur. Ayna gibi parlatılabilir. Yumuşak tavlanmış olarak sevk edilir. İşleme problemi yoktur. Isıl işlemde sorunsuzdur.

- **Elmax**

Yüksek korozyona dayanıklı toz metalden üretilmiş tek plastik takım çeliği olup özel bir kalitedir. Asit etkili sert ve yüksek sayıdaki üretimler için önerilir. Öncelikle elektrik ve elektronik endüstrisinde kullanılan plastik parçaların üretimindeki kalıplar için aranan nitelikli bir çeliktir. Ayrıca paslanmaz çelik olup iyi yüzey parlaklığı sağlar.

- **Ramax S (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2316)**

Korozyona son derece dayanıklı paslanmaz kalıp çeliğidir. Kalıp taşıyıcısı ve kalıp hamili olarak plastik ve lastik kalıplarında rahatlıkla kullanılabilir. Yüksek parlaklık istenmeyen yerlerde çekirdek malzemesi olarak da kullanılabilir. Esas olarak PVC gibi korozif plastiklerin özellikle ekstrüder ile profil, boru vb. çekilmesinde kalıp, kalıp tutucu, kalibrasyon bloğu olarak kullanılır. Kükürt oranının yüksek olmasından dolayı işlenebilme özelliği fevkaladedir.

- **Rigor (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2363)**

Çok aşındırıcı plastik madde kalıpları için uygundur. Yüksek aşınma dayanımı yanında yeterli tokluk özelliği de vardır. Küçük kalıplar, kesme bıçakları, yüksek devirli parçalama bıçakları için kullanılır. Sertleştirme işleminde sorunsuzdur.

- **Orvar (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2344)**

Çoğunlukla plastik enjeksiyon makinelerinde sevk vidası ve silindiri olarak kullanılır. Çok iyi nitrasyon ve tenifer yapılabilir. Öz direncinin de yüksek oluşu, yüksek basınçlı makineler için tercih nedenidir. Ayrıca, yüksek üretim miktarlarının istendiği her türlü kalıpta rahatlıkla kullanılabilir.

- **Calmax**

Özellikle takviyeli aşındırıcı plastiklerin enjeksiyon kalıplarında ve pres kalıplarında, yüksek üretim miktarlarının istendiği kalıplarda tavsiye edilir. Esnekliği, aşınma direnci, parlatılabilme özelliği ve basınca dayanımı yüksektir. Kendi analizinde özel kaynak elektrodu olması sebebi ile kaynaklanması oldukça kolaydır. Alev ve indüksiyonla yüzey sertleştirilebilir.

- **Holdax (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.2312)**

Impax supreme gerektirmeyen ve yüzeyinde pek parlaklık istenmeyen plastik madde kalıplarında kullanılır. Diğerlerine oranla daha kolay işlenir. Birim fiyatı da daha uygundur. Ayrıca kalıp hamili, kalıp altı olarak da önerilen bir kalitedir. Plastik madde kalıpları dışındaki bütün kalıplar içinde, kalıp altı yahut taşıyıcı olarak kullanılır.

- **UHB–11 (ISO/DIN normu karşılığı : ~ 1.1730)**

Plastik kalıpçılığında öncelikle, geniş ve kaba ölçülü kalıp hamili veya pres alt ve üst tablası olarak kullanılan alaşımsız kalıp çeliğidir. Alaşımına biraz kükürt eklenerek kolay

işlenebilmesi sağlanmıştır. Önemsiz veya büyük altlıklarda ısıl işlemsiz kullanılır. Yüksek basınçlı yerlerde 20-25 RC'ye ıslah edilerek kullanılır.

- **Prodax** **(ISO/DIN normu karşılığı : ~ 3.4345)**

İleri teknoloji ürünü alüminyum alaşımıdır. İşlenebilmesi ve parlatılabilmesi çok kolay ve hızlıdır. Günümüzde plastik vakum, şişirme, enjeksiyon kalıplarında, oto lastik kalıplarında, yağ keçesi vb. üretim ve kauçuk ayakkabı kalıplarında, model sanayinde, prototip uygulamalarda, kalıp altı ve hamili görevi yapan parçalarda kullanılır.

- **Moldmax**

Isıl iletkenliği ve korozyon direnci yüksek, çok iyi parlatılabilen özel bakır-berilyum alaşımıdır. Şişirme kalıplarında, enjeksiyon kalıplarında ve sıcak yollu sistemlerde enjeksiyon nozulları ve manifoldları olarak kullanılır.

- **Protherm**

Çok yüksek ısıl iletkenliğine sahip, ısıl işlemli özel bakır-berilyum alaşımıdır. Enjeksiyon kalıplarında ve şişirme kalıplarında çekirdek malzemesi veya kalıpta aşınan belli bölgelerde kullanılır.

Kalıp Elemanları İçin Tavsiye Edilen Çelikler

Takım	Çelik Cinsi	Çalışma mukavemeti veya sertliği (yaklaşık değerleri)	Notlar
Vida	THYROPLAST 2891	1000 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
	THYROPLAST 2307	1000 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODERM 2343 EFS	1300 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODUR 2379	58RC	Nitrasyon yapılmış
Silindir	THYROPLAST 2891	1000 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
	THYROPLAST 2391	1000 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODERM 2343 EFS	1300 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
Püskürtme burçları	THYRODUR 2379	60RC	
	THYRODUR 2842	60RC	
İtici plaka Tutucu plaka Kalıp hamili	THYRODUR 1730	650 N/mm²	
	THYROPLAST 2312	1000 N/mm²	
	THYROPLAST 2085	1000 N/mm²	
Baskı plakası	THYRODUR 2379	60RC	

	THYRODUR 2842	60RC	
İtici pim	THYRODERM 2344 EFS	1450 N/mm²	Nitrasyon yapılmış
Kılavuz pimi	THYRODUR 2842	60RC	

Tablo 1.3 Bazı kalıp elemanları için uygun çelikler

Plastik Kalıp Çeliklerinin Sertliği ve Mukavemeti

Çelik Cinsi	Çalışma Mukavemeti veya Sertliği (yaklaşık değerleri)
THYROPLAST 2764	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 1200–1400 N/mm²
THYROPLAST 2162	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 1000–120 N/mm²
THYROPLAST 2341	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 800–1000 N/mm²
THYROPLAST 2311	1000 N/mm²
THYROPLAST 2312	1000 N/mm²
THYROPLAST 2738	1000 N/mm²
THYROPLAST 2083	52RC
THYROPLAST 2316	300HB
THYRODUR 2767	52RC
THYRODERM 2343 EFS	50RC
THYRODUR 2767	60RC
THYRODUR 2767	60RC
THYRODUR 2767	56RC (çökelme sertleşmesi ile sertleştirilmiş)

Tablo 1.4: Çelik sertlik ve mukavemetleri

1.1.3. Plastik Transfer Kalıbı Çekirdeği Malzemeleri

Plastik kalıpları değişik koşullar altında çalışır. Üretim metotları, sıcaklık etkisi, basınç, zorlama, korozyon vb. plastik kalıplarını etkileyen faktörlerdir. Plastik kalıplarının bu faktörlerden etkilenmeyecek veya özellikle üretim esnasında değişen koşullardan etkilenmeyecek malzemelerden üretilmeleri gerekir.

Resim 1.2: Bazı çelikler

Transfer kalıp üretiminde, özellikle kalıp ürün boşluklarını oluşturan malzemenin seçimi çok önemlidir. Kalıp tasarımcısının uygun kalıp malzemesini seçebilecek bilgi ve tecrübeye sahip olması gerekir. Kalıplanacak parçanın büyüklüğü, kalıp çeliği seçiminde önemli bir faktördür. Kalıbın tasarımı, boşluk şekillendirme yöntemini etkiler. Boşluk şekillendirme yöntemi ise kalıp malzemesi seçiminde göz önüne alınması gereken başlıca faktörlerdendir.

Transfer kalıpları için, kalıbın açılan yüzeyi çok önemlidir. Bütün termoset malzemeler aşındırıcı etkiye sahiptir. Ancak odun talaşının (çok ince) dolgu maddesi olarak kullanıldığı genel amaçlı plastikler, termoset malzemelere kıyasla, daha az aşındırıcı etkiye sahiptir. Örneğin, asbest, cam tozu, mika gibi dolgu maddesi içeren plastikler, darbelere dayanıklı plastikler ve ısıya dirençli plastikler gibi özel amaçlı plastikler aşırı derecede aşındırıcıdır. Oldukça akıcı olan enjeksiyon – tip plastik malzemeler, benzer aşındırma problemi göstermez. Bununla beraber, bu malzemeler korozif olabilir ve neticede, kalıpların krom kaplanmasını veya özel çeliklerin kullanılmasını gerektirebilir.

Hazır sertleştirilmiş çelikler, transfer kalıpları için seyrek olarak, enjeksiyon kalıpları için geniş şekilde kullanılır. Bu çelikler, 32-36 Rockwell C (302-341 Bhn) sertlik aralığı civarında temin edilir ve daha sonra herhangi bir ısıl işlem gerektirmez. Keza bu malzemeler, transfer kalıplamasında, az sayıda üretim yapacak kalıplar için kullanılır. Bilindiği gibi, geniş kalıpların ısıl işlemi neticesinde çarpılma (distorsiyon) ihtimali büyük oranda artmaktadır.

Ön sertleştirilmiş çelikler, daha çok enjeksiyon kalıplarında ve bazen transfer kalıplarında kullanılır. Bu çelikler 32-36 Rockwell C (brinell 302-341) sertlik değerinde üretildiğinden ısıl işlem gerektirmez. Büyük enjeksiyon döküm kalıplarında ve düşük üretimli transfer kalıplarında kullanılır.

Thyrodur 2379 ve Thyordur 2842 çelikleri de çekirdeğine kadar sertleşen çeliklerdendir. Baskı plakaları ve küçük ölçekli plastik kalıplarda, özellikle termoset gibi

aşındırıcı plastikler basılırken kullanılır. Yüksek çekirdek mukavemeti olduğu için tavsiye edilir.

Thyrodur 2767 EFS supra çelikler yüksek parlatılabilirlik, desenleme ve erozyon dayanımına sahiptir. Bu çeliklerle en ince desenin bile gerçekleştirilebileceği ayna yüzeyli kalıplar oluşturmak mümkündür. Isıl işlemde gösterdiği boyutsal kararlılık diğer çeliklerden daha iyidir.

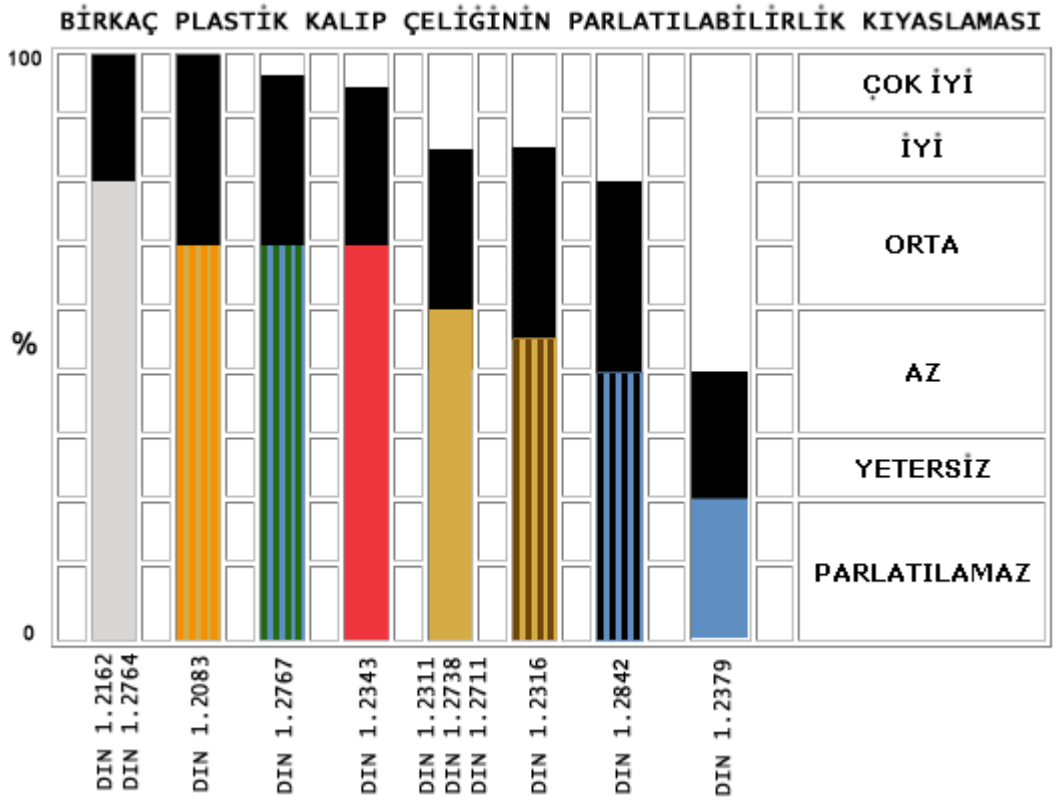
420 tipi paslanmaz çelikler, tüm termoplastik malzemeler için, enjeksiyon kalıp malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Bu malzemelerden yapılan kalıplar, korozif depolama şartlarına ve atmosferik korozyona karşı dirençlidir. 420 tipi paslanmaz çelik, yüksek sertleşebilme kabiliyetine (Kalın kesitler bile 45-50 Rockwell C sertlik aralığına kadar sertleştirilebilir.) ve fevkalade aşınma direncine sahip olması sebebiyle, transfer kalıp üretimi içinde kullanılabilir.

Transfer kalıplarında kalıplama boşluklarının, genellikle sert kromla kaplanması veya yüzeylerinin çok iyi parlatılması gerekmektedir. Bunun içinde dişi ve erkek kalıp elemanlarının yüksek parlatılma özelliğine sahip çeliklerden üretilmesi gerekmektedir.

Çeliklerin parlatılabilirliğine etki eden üç ana etken bulunmaktadır. Bunlar:

- Çelik kalitesi
- Isıl işlem
- Parlatma yöntemi

- **Çelik kalitesi:** Üretim aşamasında çeliğin kimyasal analizi ve üretim yöntemi parlaklığa etki eden faktördür (Örneğin, yapıda metalik olmayan empürütelerin bulunması, çeşitli karbür yığılmaları vs.). Bu yüzden çelik üretiminde ikincil metalürji önemlidir. İkincil metalürjide çelik curuf altı ergitme (ESR - electroslag remelted) yöntemi ile tekrar ergitilir ve yapıdaki S (kükürt) ve empürüteler uzaklaştırılarak yapı temizlenir. 1.2344 ESR (SUPRA), 1.2083 ESR (SUPRA) buna örnek olabilir.
- **Isıl işlem:** Malzeme doğru bir ısıl işlemin ardından iyi bir biçimde parlatılabilir. Ayna parlaklığı elde etmek için sertliğin 50 HRC'den daha üst basamaklarda olması gerekir. Daha düşük sertlik basamaklarında parlatma yapıldığında portakal yüzeyi görüntüsünün çıkma riski bulunmaktadır.
- **Parlatma yöntemi :** En son basamak olarak parlatma gelir. Kaliteli çelik ve uygun ısıl işlemin ardından yapılan uygun parlatma işlemi ile yüksek yüzey kalitesi elde edilir. Parlatma işleminde diğer faktörlerin yanında parlatmayı yapan kişinin de parlatma konusunda tecrübeli olması gerekmektedir.



Tablo 1.5:Çeliklerin parlatılabilirlikleri

Sütunlardaki renkli kısımlar ürünleri temsil etmektedir.

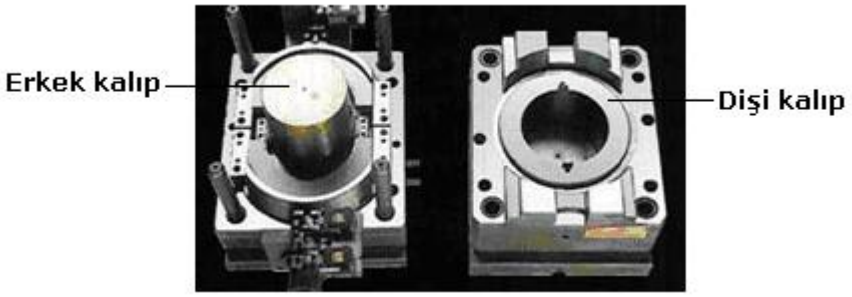
KULLANACAK MALZEME	**İMAL EDİLECEK TOPLAM PARÇA SAYISI**				
	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 ve daha fazla
Transfer Kalıplaması İçin Kalıp Malzemeleri					
Genel maksat plastikleri	L2 (53-57Rc); P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc)	L2,karbürüze edilmiş (53-57Rc); A2 (53-57Rc); P20 karbürüze edilmiş(54-58Rc)	--max.10.000 parça— P20 veya P6,her ikiside Karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6,her ikiside Karbürüze edilmiş (50-55Rc)	

Yüksek pişirme sıcaklığı gerektiren plastikler	H13 (48-52Rc)	H13 (48-52Rc) A2 (53-57Rc)	P20 veya P6, her ikisi d karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6, her ikisi de karbürüze edilmiş.
Kauçuk	Döküm, alüminyum alaşımı, 356-T6 (E); dökme demir sınıf 30	Dökme demir, sınıf 30; 1020,yumuşak, kaplanmış (d);A2 (53-57Rc)	1020,yumuşak, kaplanmış	1020, yumuşak, kaplanmış
Dolgu maddeleri ile birlikte	P20,karbürüze edilmiş (54-53Rc); L2(53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc) veya L2 (53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş, (54-58Rc) veya L2 alevle sertleştirilmiş.	P20,veya P6,her ikisi de karbürüze edilmiş (50-55Rc)

Tablo 1.6: Sıkıştırma kalıplaması için kalıp malzemeleri

1.2. Dişi ve Erkek Kalıpların Özellikleri

Bir kalıp birçok elemandan meydana gelmiş olsa da bir ürünün şeklini tayin edecek olan dişi ve erkek kalıptır. Dişi kalıp istenilen ürünün dış kısmına biçim verirken, erkek kalıp ürünün içi kısmına biçim verir. Bir bakıma kalıbın kalbi olan dişi ve erkek kalıp, diğer elemanlara göre daha fazla özen gösterilmesi gereken parçalardır. Çünkü bu elemanlardaki her türlü arıza ve hata ürüne aynen yansıyacaktır.



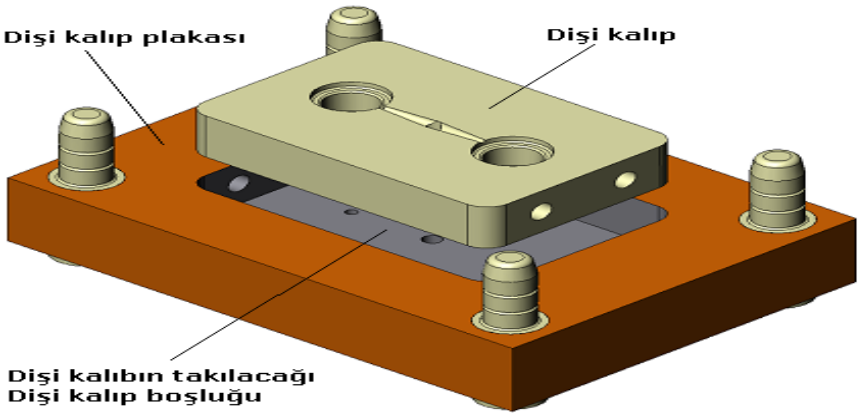
Resim 1.3: Dişi ve erkek kalıp

Çalışan her parçada mutlaka zorlanmalardan dolayı aşınmalar olacaktır. Kalıp yarımları her çevrimde kapanıp kilitlenmekte, bu kilitlenme sırasında ise dişi ve erkek kalıp plakaların yüzeyleri birbirine sıkıca temas etmektedir. Ürünün oluşmasını sağlayan kalıp boşlukları yüksek basınçlara karşı koymalıdır.

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı dişi ve erkek kalıpların daha kaliteli malzemelerden (çelik) yapılması gerekmektedir. Bütün kalıp kaliteli malzemeden yapılması

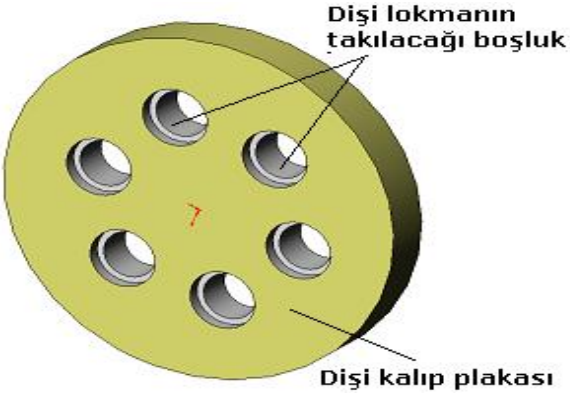
durumda, kalıp çok dayanıklı olur aşınma gibi problemler en aza iner ancak kalıpların yapımı bir maliyet gerektirir ve maliyet arttıkça kar düşer. Bu yüzden özellik gerektirmeyen kalıp elemanları daha düşük kaliteli malzemeden yapılmalıdır. Dişi ve erkek kalıplar ne kadar kaliteli malzemeden yapılsa da bu kalıp elemanlarının sertleştirilmeleri (su verme – ısıl işlem) gerekebilir.

Dişi ve erkek kalıplar bazen doğrudan kalıp plakaları üzerine oluşturulabilir. Bunun bazı sakıncaları bulunmaktadır. Şöyle ki, dişi ve erkek kalıplar özel malzemelerden (mukavemeti yüksek, korozyona dayanıklı vb.) yapıldığı için malzeme maliyeti artacak, kalıp plakasında ki diğer kısımların işlenmesi de zorlaşacaktır. Şekil 1.1'de ikili bir dişi kalıp lokması ve lokma boşluğu bulunan dişi kalıp plakası görülmektedir.



Şekil 1.1: Dişi kalıp plakası ve dişi kalıp

Kalıplarda seri üretim yapıldığı için genellikle kalıplar, çoklu kalıp olarak yapılır. Yani bir seferde birden çok (parçanın boyutuna bağlı olarak) ürün kalıpta üretilir. Çoklu kalıplarda, dişi ve erkek kalıbı tek parça yapmaktansa, bir tane dişi ve erkek kalıp plakası yapılır ve bu plakalara üretilecek ürün sayısı kadar dişi ve erkek lokma yapılır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Dişi kalıp plakası ve lokma yuvaları

Maçalar, ürünün dış kısmını (dişi) ve iç kısmını (erkek) oluşturacak olan kalıp elemanlarıdır. Bu lokmaların kalıp plakalarına montajı için, dişi ve erkek kalıp plakalarına yuvalar açılır ve lokmalar bu yuvalara monte edilir (Şekil 1.2). Böylece dişi ve erkek kalıp için kullanılacak malzemeden tasarruf edilir. Ayrıca bir üründe aşınmadan veya başka bir sebepten dolayı bir problem var ise komple dişi veya erkek kalıbı değiştirmek yerine sadece hatalı üretim yapan lokmayı değiştirerek sorunu ortadan kaldırabilir.

Kalıbın erkek kısmı ürünün iç kısmını oluşturur. Kalıbın erkek kısmı genellikle makinenin hareketli kısmına takılır. Dişi kalıp (ürün boşluğu) ürünün dış kısmını belirler ve genellikle hareketsiz kısma yerleştirilir. Kalıplanacak ham madde ürün boşluğunun olduğu dişi kalıp içine konur.

1.2.1. Dişi ve Erkek Kalıp Yarımlarının Oluşturulma Metotları

Kalıbın her iki yarımının içine erkek ve dişi kalıp parçaları çeşitli metotlarla yerleştirilir.

En çok kullanılan iki metot şunlardır:

- Kalıp plakası üzerine (erkek ve dişi kalıp) parçayı doğrudan işleme
- Parçayı ayrı lokmalara işleyip, bu lokmaları kalıp plakalarında açılmış boşluklara yerleştirme

Kalıp tasarımcıları tarafından kalıp yapım tekniği, çok dikkatli seçilmeli aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

1.2.1.1. Kalıp Plakasına Kalıbın Doğrudan Oluşturulması

Transfer kalıpları yüksek basınç altında çalışır. Eğer bir mahsuru yoksa özellikle dişi kalıp boşluğunun kalıp plakasına işlenmesi kalıp mukavemetini artıracaktır. Böylece yüksek basınçlardan daha az etkilenecektir.

Resim 1.4: Kalıp plakasına işlenmiş kalıplar

1.2.1.2. Kalıbın Lokma Üzerinde Oluşturulması

Dalıcı zımba ve dişi kalıp karmaşık bir yapıya sahipse kalıp plakalarında erkek kalıp ve dişi kalıp boşluğu gerçekçi bir şekilde oluşturulamaz. Bunun yerine dalıcı zımba ve dişi kalıp boşluğunu lokmaların üzerine işlemek bazı avantajlar sağlar. Bunlar kolay ve hassas işleme kolaylığıdır. İyi standartlarda ürün elde etmek için kalıp tasarımı ürün detaylarını erkek ve dişi kalıp boşluğunda olağan bir şekilde işlemeye imkân sağlamalıdır. Erkek ve dişi lokma kullanmak kalıp yapımcısına hassas kalıp yapma imkânı sağlar.

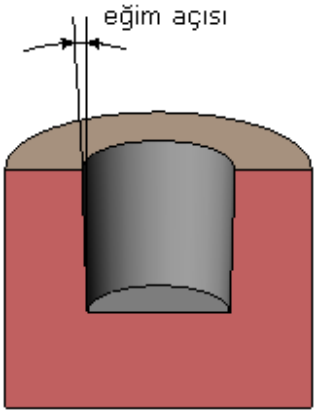
Resim 1.5: Lokmalı kalıp

1.2.2. Kalıp Yarımlarının Açılıp Kapanması

Kalıp parçalarının hassas bir şekilde montajı, kalıp kapama sırasında kalıbın zarar görmemesi için gereklidir. Eğer kalıp kırılmaya müsait lokma özelliğine sahip ise, kalıp içindeki lokmalar öyle ayarlanmalıdır ki bunların kalıp kullanımından zarar görmesi engellenmelidir. Bunun için erkek ve dişi kalıp lokmaları kalıp kapanması esnasında, birbirinin içine girmeden önce merkezleme kolonunun yuvasına girmesi sağlanmalıdır. Bu merkezleme kolonlarının eğimleri kalıp erkek ve dişi lokmalarının eğimlerinden az olmalıdır.

1.2.3. Eğim Açısı

Kalıplanan parçanın dişi kalıp ve dalıcı zımba üzerinden çıkarılmasını kolaylaştırmak için kalıplara eğim açısı verilir. Parça derinliğine bağlı olarak bu açılar, tek taraflı olarak 1/8° ile 4° arasında değişir. Eğer parça dizaynı, kalıp boşluğu eğim açısının maksimum olmasına, özellikle sert polimerler basıldığında müsaade ediyorsa kalıp içi eğim açısını artırmak, kalıp açıldığında parçanın kalıp içine yapışmasını azaltır. Kalıp içine ürünün yapışması kalıbın kapanması sırasında kalıbın erkek ve dişi kısmına zarar verir.



Şekil 1.3: Kalıp içi eğim açısı

1.2.4. Büyük kalıplar

Büyük dişi ve erkek kalıp plakası genellikle klasik kalıp işleme makinelerinde işlenemeyecek kadar büyüktür (örneğin freze, taşlama vb.). Bu özellikle detaylı kalıp işlemede zorluk çıkarabilir. Bu gibi durumlarda lokmalı kalıp kullanmakta fayda vardır.

Resim 1.6: Büyük kalıp

1.2.5. Kalıpların Sertleştirilmesi

Eğer sertleştirme işlemi uygulanacaksa, lokmalı kalıplarda bu daha iyi sağlanabilir. Sertleştirme işlemi kalıbın çekirdeğine kadar kolayca uygulanabilir.

1.2.6. Kalıp Malzemesi

Dişi ve erkek kalıp malzemesinin kısa zamanda deforme olmasını engellemek için kalıp malzemesi çok iyi seçilmelidir. Kalıp malzemesinin seçiminde, üretilmesi hedeflenen parça sayısı çok önemlidir. Az sayıda üretim yapılacak kalıplarda kalıp plakasının çok kaliteli ve sert parçalardan üretilmesi kalıp maliyetini artırır. Bununla beraber uzun ömürlü kalıplar yapmak için sertleştirilmiş kalıp malzemeleri gereklidir. Kalıp (çekirdek) malzemesi seçimi kalıp ömrünü belirleyen en büyük özelliktir. Kalıp malzemesi seçilirken birçok parametre dikkate alınmalıdır. Bunlar:

- Kalıp büyüklüğü
- İşlenebilirlik
- Kaynak edilebilirlik
- Erozyon ile işleme
- Nitrürlenme, yüzey sertleştirme
- Desen uygulamaları
- Korozyon direnci
- Beklenen baskı sayısı
- Parlatılabilirlik
- Hafiflik
- Isıl iletkenlik

1.2.7. Kolay Sökülebilen Lokmalar

Bazı kalıplarda benzer parçaları üretmek için, dalıcı zımba ve dişi kalıp parçaları, kalıbı makineden sökmeden yerinden çıkartılacak şekilde tasarlanabilmektedir. Bu kalıp maliyetini önemli oranda düşürmektedir.

1.2.8. Kalıp Yüzeyleri

Sıkıştırma kalıplarında dişi ve erkek (dalıcı zımba) kalıplarının yüzey kalitesinin genellikle çok iyi ve ayna parlaklığında olması gerekmektedir. Bunun için sıkıştırma kalıbı yüzeylerine parlatma işlemi uygulanmaktadır. Yüzey parlatma işleminin yeterli olmadığı ya da daha sert olması gereken durumlarda kalıp yüzeylerinin sert kromla kaplanması gerekmektedir.

Resim 1.7: Yüzeyi sert krom kaplanmış bir kalıp

Çok parlak yüzeyli ürün elde etmek için, kalıp yüksek kaliteli nikel krom çeliğinden veya çok parlatılabilir krom yüzeyli çeliklerden üretilmelidir. Bu çeşit kalıpların üretilmesi uzun süreli parlatma işleminden dolayı çok pahalıdır ve bunun yapılmasında da boyutsal dengeli olması dikkat edilmesi gereken husustur. Bazı durumlarda kumlu yüzey aranan bir özellik olabilir. Bu belirli bir yüzey elde etmek için kullanılır veya baskıdan oluşan problemleri gizlemek için kumlu yüzey kullanılabilir. Örneğin, kaynak izi, cam fiberli plastikten yapılmış parçalardaki hatayı gizlemek için kalıp yüzeyinin istenilen şekilde

kumlamayarak üretim maliyeti artırılır, fakat bu maliyet artışı basit kumlama şekli kullanılarak azaltılabilir.

1.2.9. Çıkıntı ve Girintiler

Termoset parçalar kalıptan kolayca çıkabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Dış çıkıntılar bulunduğunda kalıbın parçalı yapılması gerekmekte, takım ve parça maliyeti yükselmektedir. İç çıkıntılı parçaların imali hemen hemen imkânsız olduğundan bunlardan kaçınılmalıdır.

1.2.10. Bölme Yüzeyi

Bölme yüzeyinde, kalıpların tam çakışması ve sızdırmazlık sağlanması önemlidir. Burada düz yüzeyler tercih edilmelidir.

1.2.11. Keskin Köşeler

Bölme yüzeyindekiler hariç tüm keskin köşelere kavis veya pah verilir. Bunların malzeme akışı, parça veya kalıbın dayanımı, aşınması, dolması vb. yönlerden olumlu etkileri görülmektedir.

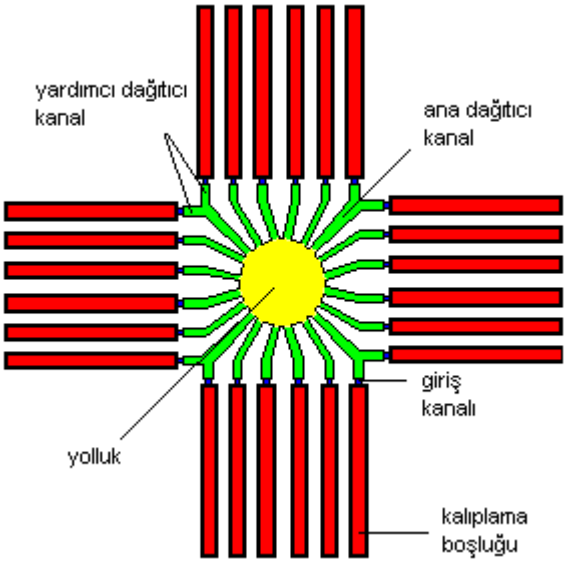
1.2.12. Dağıtıcı Kanallar

Yolluk ile giriş kanalı arasındaki bağlantı kanalına dağıtıcı kanal denir. Transfer kalıplarında dağıtıcı kanalların büyük önemi vardır. Çünkü kalıplanacak plastik maddenin cinsine ve kalıplama hacmine bağlı olarak dağıtıcı kanalların ölçüleri değişmektedir.

Birden fazla kalıplama boşluğu bulunan kalıplarda ana ve yardımcı dağıtıcı kanallar bulunur. Ana dağıtıcı kanallar 6,5 mm ile 8,5 mm genişliğinde ve 3 mm ile 6,5 mm derinliğinde trapez kesitlidir. Diğer yardımcı dağıtıcı kanal ölçüleri, ana dağıtıcı kanal ölçülerinden % 30 daha küçük yapılır.

Yapım kolaylığı bakımından dağıtıcı kanallar, 6,5 mm ile 8,5 mm çapında dairesel kesitli olarak yapılmaktadır. Dağıtıcı kanallar genellikle kalıp açılma çizgisi (KAÇ) üzerine açılır. İyi bir kalıplama yapılabilmesi için dağıtıcı kanal boyları çok kısa olmalı, plastiğe akışkanlık ve hız kazandırmalıdır.

Şekil.1.4'te 24 adet kalıplama boşluğu bulunan bir transfer kalıbındaki 16 dağıtıcı kanalın doğrudan, 4 dağıtıcı kanalın ikişerli kalıplama boşluklarını beslediği gösterilmiştir.



Şekil 1.4: Çoklu kalıplama boşluğunu besleyen ana ve yardımcı kanallar

1.2.13. Giriş Kanalları

Giriş kanalları, plastik maddenin kalıplama boşluğuna belli bir hızda akmasını sağlayan değişik ölçü ve biçimdeki kanallardır. Giriş kanalları, kalıplama boşluğunu dağıtıcı kanallara bağlayan kanallardır. Giriş kanallarının standart boyutları kesin olarak verilemez. Ancak, deneme sonucu bulunan yaklaşık değerler kalıp tasarımında uygulanır.

Giriş kanalı boyutları, genellikle kalıplanacak plastik maddenin cinsine ve kalıplama boşluğunun hacmine bağlı olarak değişir. Kalıplama alanı küçük olan parçaların üretilmesinde, giriş kanalı boyutları 1,5 – 3 mm genişliğinde, 0,4 – 1,5 mm derinliğinde dikdörtgen biçimde açılır. Büyük hacimli kalıplarda üretilecek yapışkan plastik maddenin giriş kanalı boyutları 3 – 12 mm genişliğinde ve 1,5 – 6,5 mm derinliğinde dikdörtgen biçimli açılır.

Transfer kalıplarında kullanılan giriş kanalı çeşitleri aşağıda verilmiştir.

- Keskin kenar giriş kanalı
- Taban veya üst kenar giriş kanalı
- Çıkıntı kenar giriş kanalı
- Bilezik giriş kanalı
- Disk giriş kanalı
- Tekerlek parmağı giriş kanalı
- Basık kenar giriş kanalı
- Pervane giriş kanalı
- Çoklu keskin kenar giriş kanalı

1.2.14. Hava Tahliye Kanalları

Bütün transfer kalıplarında hava tahliye kanalları vardır. Bu kanalların boyutları ve kalıp içindeki konumu, kalıplanacak parça boyutlarına, itici pim ve plastik taşıyıcılarının yerleşim planına bağlıdır. Eğer kalıpta itici pim varsa kalıp içindeki hava, itici pim deliğinden kolayca tahliye edilebilir.

Çok küçük parçaların üretilmesinde kullanılan kalıplar için çoğu kez hava tahliye kanalına gerek duyulmaz. Çünkü kalıp içindeki hava basıncı, ölçüleri verilen parçanın kabul edilebilir hatayla kalıplanmasını pek etkilemez.

Melamin vb. termoset plastiklerden kalıplanacak parçalar yüzeyinde, hava akımından meydana gelebilecek hava tahliye yolu çizgileri istenmez. Bu durumlarda, deneme sonucu bulunan boyutlardaki hava tahliye kanalı kalıba uygulanır.

Büyük hacimli parçaların üretilmesinde kullanılan kalıplara genellikle 0,05 – 0,125 mm derinliğinde ve 3 – 6,5 mm genişliğinde dikdörtgen biçimde yeterli sayıda hava tahliye kanalları açılır. Ancak, kalıplanacak parça boyutlarına ve kalıbın hassasiyetine bağlı olarak hava tahliye kanalı ölçüleri büyütülebilir veya küçültülebilir. Bu ölçüler, birkaç deneme kalıplama işleminden sonra kesin olarak belirlenir.

Hava tahliye kanallarının açılmasında dikkat edilecek noktalar aşağıda belirtilmiştir. Hava tahliye kanalları şuralara açılır:

- Kalıplama boşluğu içindeki en uzak köşelere
- Et kalınlığının azaldığı kesişme noktalarına yakın yerlere
- İtici pimlerin bulunduğu yerlere
- Plastik maddenin kalıp boşluğuna dolduracağı en son kısımlara
- Plastik taşıyıcıların bulunduğu yerlere
- Kalıp açılma çizgisi üzerine

1.3. Elektro Erozyon Yöntemi İle İşleme (Kıvılcımla Aşındırma - Dalma Erozyon)

Elektro erozyon tezgâhı ile metallerin işlenmesi çeşitli endüstriyel dallarda, farklı bir işleme yöntemi olarak genişleyerek kullanılmaktadır. Elektro erozyon ile işleme yönteminin hızla yaygınlaşmasının başlıca nedeni, geleneksel metotlarla işlenemeyen veya işlenmesi zor olan metallerin kolaylıkla işlenmesini mümkün kullanmasıdır. Elektriksel kıvılcımla aşındırma metodu (Elektro erozyon – EDM **elektrical didcharge 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 1.8: Elektro erozyon tezgâhı

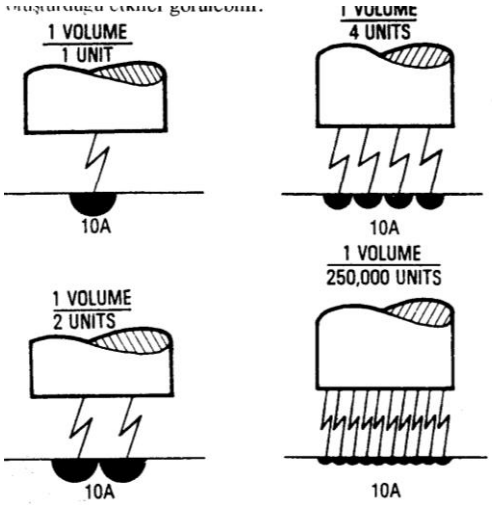
Resim 1.9: Elektro erozyon tezgâhı

1.3.1. Elektro Erozyon İşleminin Tanımlanması

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

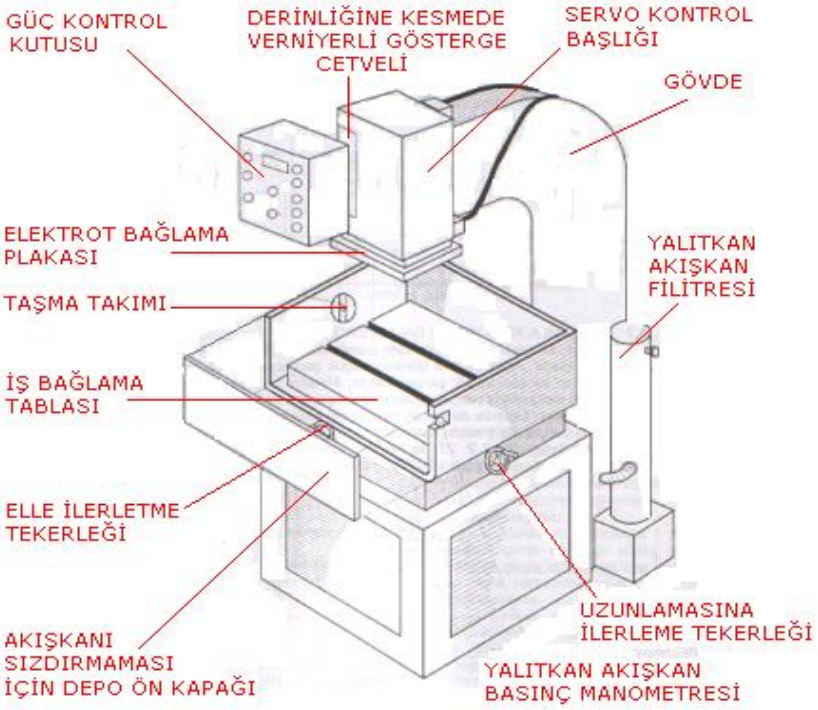
Bu yöntemde işleyici takım olarak kullanılan elektrot ile iletken iş parçası arasında meydana gelen elektrikli şarjın oluşturduğu aşırı sıcaklık ile yüzeyden çok küçük parçalar koparılarak şekillendirme gerçekleştirilir. İş parçası ve metal veya grafit katot çoğunlukla hidrokarbondan oluşan dielektrik 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 bu sebepten kıvılcım tesiri ile ark temasında elektrota verilen biçim iş parçasına aktarılır. Yalnız bu metot için bir defada bir şarj gerekir. Deşarjın başlangıç değerinin 20 volttan daha büyük bir voltajla başlanması tavsiye edilmektedir. Ve bu deşarj, her zaman bir dielektrik sıvı ortamında yapılmalıdır. Sabit ve periyodik elektriksel kıvılcım deşarjı ile iş parçasında aşınma gerçekleşmesi genellikle, elektrodun eksenel (dik) gidip gelmesi ve periyodik olarak iş parçasına mekaniksel teması ve elektriksel darbe ile başlar ve gerçekleşir. Aşağıdaki şekillerde elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanılması ile iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler görülebilir.



Şekil 1.5: Elektriksel kıvılcım deşarjının değişik frekanslarda kullanımında iş parçası yüzeyinde oluşturduğu etkiler

1.3.2. Elektro Erozyon Tezgâhının Kısımları



Şekil 1.6: Elektro erozyon tezgâhının kısımları

1.3.3. Elektro Erozyon İle İşlemenin Avantaj ve Dezavantajları

1.3.3.1. Elektro Erozyon İle İşlemenin Avantajları

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

- Elektriksel iletkenliğe sahip herhangi bir malzeme sertliği dikkate alınmadan işlenebilir. Özellikle aşırı sert dokuya sahip ve geleneksel yollarla işlenemeyen ve sertleştirilmiş malzemelerin işlenmesinde çok değerlidir.
- İşlem, sertleştirilmiş durumda yapılabilir. Bu sebeple sertleştirme işlemi dolayısı 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 malzeme (talaş) kaldırmak amacıyla iş parçasına otomatik gönderildiğinden ölçü ve hassasiyet belirlenen sınırlar içinde gerçekleştirilebilir.
- Aynı anda, bir kişi birçok elektro erozyon 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 ve böylece gerekli kesme boşluğu hazır olarak elde edilebilir.

Bu üstünlüklere karşın, EDM yöntemi beraberinde aşağıda ifade edilen olumsuzluklara da sahiptir.

1.3.3.2. Elektro Erozyon İle İşlemenin Dezavantajları

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

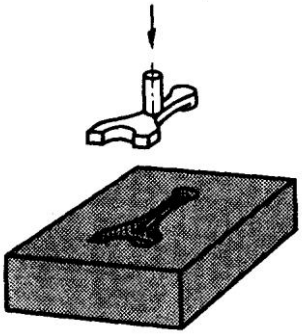
- Çok az bir yüzey sertleştirmesi meydana gelebilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda bu bir üstünlükte olabilir.
- EDM'nin performansını etkileyen birçok faktör vardır. Gerilim, akım, deşarj ve aralık süreleri, servo performansı vb. gibi. Bu da kontrolü güçleştirmektedir.
- İşleme hızı daha düşüktür. 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.

1.3.4. Elektro Erozyon İle İşlemenin Sınıflandırılması

- Elektro erozyon ile oyma, delme işlemi
- Elektro erozyon ile kesme işlemi
- Elektro erozyon ile taşlama işlemi

1.3.4.1. EDM İle Oyma /Delme İşlemi

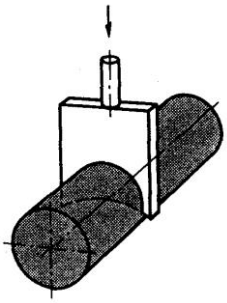
EDM ile oyma, elektrot ile iş parçası arasındaki ortalama bağıl hızın, iş parçasına dalma hızı ile çakıştığı bütün elektro erozyon ile işleme operasyonlarını içine alır.



Şekil 1.7: Elektrotun iş parçasına dalışı

1.3.4.2. EDM İle Kesme İşlemi

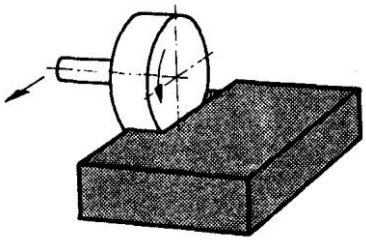
EDM ile kesme işlemi, iş parçasının çeşitli profilde kesilip koparıldığı veya çentiklendiği bütün işleme operasyonlarını kapsamaktadır.



Şekil 1.8: Elektrot ile kesme

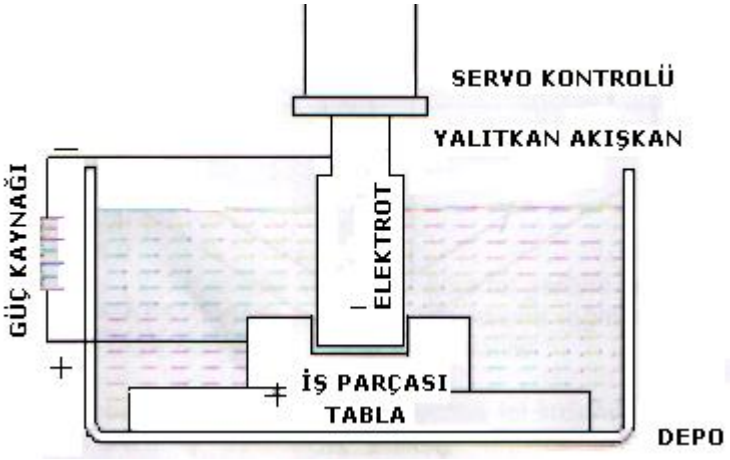
1.3.4.3. EDM İle Taşlama İşlemi

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



Şekil 1.9: Elektrotla taşlama

Elektrot arzu edilen biçimde delinir veya oyuk açılarak biçimlendirilir ve bir servo mekanizması iş parçası ile elektrot arasındaki mesafeye göre (kıvılcım boşluğu) ilerletilir. Aşağıdaki Şekil 1.10'da negatif kutuplu elektrodun bir kıvılcım aşındırma makinesinde kullanışı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. 10: Negatif kutuplu elektrotun bir kıvılcım aşındırma makinesinde kullanışı

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

1.3.5. Elektro Erozyonda Kavramlar

1.3.5.1. Devreler

Kıvılcım aşındırması devreleri iki tiptir.

- Zayıflatma tipi
- Çarpma tipi

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

1.3.5.2. 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 ise değişik boşluk içinde aşınan miktarı az olan iyi dokulu yüzeyi olan küçük oyuk meydana getirecektir. Örneğin, aynı işçilikte 4 amperlik kıvılcımla iş hacminden aşındırılan miktar bir amperlik kıvılcımla 4 defada aşındırılabilir. Buna göre makine akımı çoğalırken metal aşınması da çoğalır. Akımın ölçülen amper miktarları nispetler veya kuvvet kontrolleriyle ayarlanabilir ve bu değer genel kontrol tablosundan direkt 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
		7	130
		8	260

Tablo 1.1: Aşındırma miktarları

1.3.5.3. Frekans

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

1.3.5.4. Yalıtkan Akışkan

Elektro erozyon tezgâhında aşındırma işlemine yardım için yalıtkan bir sıvı akışkan kullanılır. En çok kullanılan akışkan tipi hidrokarbonlu yağlardır (petroldür). Başka tipte akışkanlar da kullanılır. Bunlar; gaz yağı, parafin, silikonlu yağlar, iyonsuzlaşmış sularda erimiş etilen alkolleridir. Bu akışkanların birçok fonksiyonları vardır. Bunlardan önemlileri 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

1.3.5.5. 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.

1.3.5.6. 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.

1.3.5.7. Servo Başlığı

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

1.3.5.8. 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. İlaveten 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.

1.3.6. Elektro Erozyon İle 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 hala sıfır olarak devam eder.
- Elektrot takımından üretilen negatif yüklü parçacıklar, yani elektronlar aralıkta bulunan dielektrikten çıkan nötr parçacıklarla çarpışır ve yeni pozitif ve negatif parçacıklar üretmek üzere parçalanır. Şarjlı parçacıkların oluşumu yüzünden dielektrik akışkanın izolasyon etkisi bozulur ve voltaj düşmeye başlar. Deşarjın ilk aşamasına delalet 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 ve pozitif parçacıklar, negatif elektroda; negatif parçacıklarda 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 içinde basınç yükselmesi olur.
- Kıvılcım, en kuvvetli durumdadır 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 sonunda elektrik etkisi 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/işparçası) yüzeyleri hızla soğutulur ve dilektrik sıvı tarafından temizlenir/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 kat sayısına, ergime noktasına, deşarjın şiddet ve süresine bağlıdır. Aşınma, elektrot üzerinde olduğu zaman, aşınma; iş parçası üzerinde olduğu zaman da, talaş kaldırma diye adlandırılır. Uygun elektrot takım malzemesi seçimiyle, kutup, akım şiddeti,

deşarj süresinin değiştirilerek kontrolü ile % 99,5 iş parçası üzerinde aşınma ve % 5 elektrot üzerinde aşınma elde etmek mümkündür.

1.3.7. Elektro Erozyon / EDM Terminolojisi

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

Anormal deşarj: Zamanından önce ark yapan deşarja denir.

Etkin elektrot uzunluğu (kolon): Silindirik biçimdeki kaba işlenmiş bir deliği işlemek için, kullanılacak elektrodun minimum uzunluğudur.

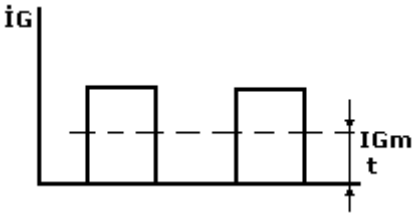
Ark: Düzgün deşarjların bir serisidir. Arklar, tahrip edici (talaş kaldırıcı) bir etkiye sahiptir.

Ortalama çalışma akımı - IGm: İşlem süresince, ark aralığından geçen akımın aritmetik ortalamasıdır (Şekil 1.12).

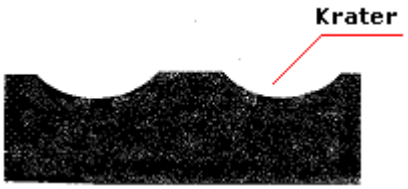
Kapasite: Jeneratörde deşarj enerjisini belirler.

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 oyuktur (Şekil 1.13).

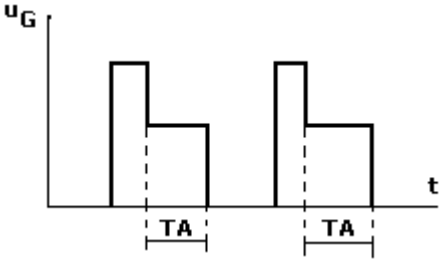


Şekil 1.12: Ortalama çalışma akımı – Igm



Şekil 1.13: Krater

Gecikme süresi: Voltajın boşluğa uygulanması ile deşarjın ateşlemesi arasında geçen zaman aralığıdır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Gecikme süresi

İyonsuzlaşma: Her bir deşarjın neticesinde kıvılcım boşluğunun iletken durumdan, iletken olmayan bir duruma geçişidir.

Dielektrik sıvı: İçinde elektriksel kıvılcım deşarjların oluştuğu iletken olmayan sıvıdır.

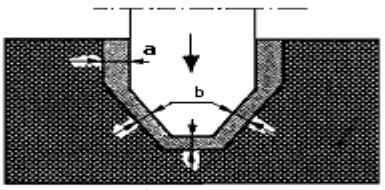
Deşarj: Bir puls süresince, akımın efektif (etkili) akışıdır.

Deşarj süresi TA (açık zaman): Bir zaman aralığı olup, süresince boşluktan akım geçer.

Deşarj voltajı - UGe: Deşarj süresince, boşluğun uçları arasındaki voltajdır. Malzeme çiftine göre 15 ila 25 V arasında olur.

Aralık /GAP: İçinde deşarjların vuku bulduğu boşluk, yani elektrotla iş parçası arasındaki aralıktır.

Kenar aralığı (a): Elektrotun girdiği istikamete dik olan boşluk, yani elektrodun yan yüzeyi ile iş parçası arasındaki aralıktır (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Kenar aralığı

Ön aralık (b): Elektrotla iş parçası arasındaki boşluk olup, elektrodun girdiği istikamete dik değildir (Şekil 1.15) .

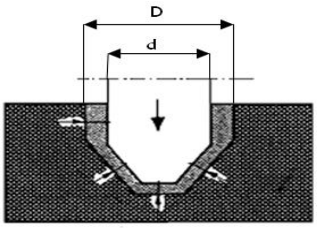
Sürekli veya aralıklı püskürtme: Atmosferik basınçla dielektrik sıvının basıncı arasındaki fark, dolayısıyla dielektrik sıvının sirkülasyonudur.

Elektrot : EDM'de kullanılan elektrot takımıdır.

İyonizasyon: Açık voltaj aralığının etkisi altında, iletken hâle gelen aralıkta deşarjı hazırlayan bir zamandır.

Deşarj aralığı (ölü/kapalı zaman) TB: Ardışık deşarjlar arasındaki süredir. Bu soğuma için gereklidir.

Kesme Payı: İşleme elektrodunun çapı ile kabaca işlenmiş olan delik veya boşluğun çapı arasındaki farktır (Şekil 1.16). P=D-d



Şekil 1.16: Kesme payı

Kutup: Elektrota bağlı voltaj kutbudur.

Puls (darbe): İş parçası ile elektrot arasında uygulanan voltaj etkisidir.

Puls frekansı: Saniyedeki puls sayısıdır.

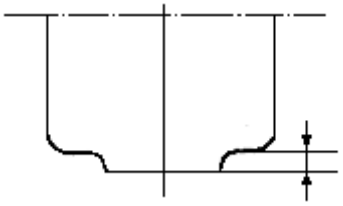
Puls süresi: İş parçası ve elektrot arasında uygulanan voltaj puls süresidir. Gecikme süresi ile deşarj süresinin toplamıdır.

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.

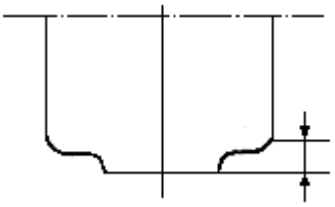
Aşınma: Elektrottan kalkan talaş miktarıdır. İki çeşit aşınma vardır.

Ön yüzey aşınma: Elektrodun ucunda ölçülen aşınmadır (mm) (Şekil.1.17).

Doğrusal aşınma: Elektrodun boyunda doğrusal meydana gelen aşınmadır (Şekil1.18).



Şekil 1.17: Ön yüzey aşınma



Şekil 1.18: Doğrusal aşınma

1.3.8. Elektrot Malzemeleri ve Elektrot Takım İmalatı

1.3.8.1. Elektrot Takımı

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

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

1.3.8.2.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 kullanılmaları gereği kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Resim1.10: Çeşitli tip elektrotlar

Tungsten, karpit, 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 birçok 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

1.3.8.3. 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 yaparak, ayrıntılı elektrot takımı malzemesini, ortalama 12 defa prese tabi tutarak istenilen forma getirmek mümkündür.

1.3.9. Dielektrik Sıvı

Elektro erozyon 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 takımının her ikisi içinde soğutucu gibi etki eder.

1.3.9.1. 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 ve 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 ürünleri olmaktadır. 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, endüstrideki çalışanlar sürekli olarak yeni ve daha iyi dielektrik sıvıları aramaktadırlar. Trietilen glikol, su ve eritilen glikon monietil eterinden ibaret olan bir sıvı, özellikle metalik elektrotlarla araştırmalarda daha üstün sonuçlarla kullanılmaktadır. EDM ile işlemeyi geliştirmek için, kullanılan pek çok yeni dielektrik sıvılar oldukça birbirine benzerdir. Dielektrik sıvıları, çok miktarda piyasada bulmak mümkündür.

Tungsten karpit ile işlemede gaz yağı küçük parçaların işlenmesinde ve iyi bir bitirme yüzeyi istendiği durumlarda **ditto**, normal kalınlıktaki parçaların işlenmesinde 6 ila 12 cst viskozitedeki yağlar önerilmektedir. Büyük ve kalın parçalar için ise, 12 ila 20 cst

viskozitedeki yağlar önerilmekte ve yüzey pürüzlük değerinin daha kaba sonuç verebileceği belirtilmektedir.

1.3.9.2. EDM'de Kullanılan Temizleme Sistemleri

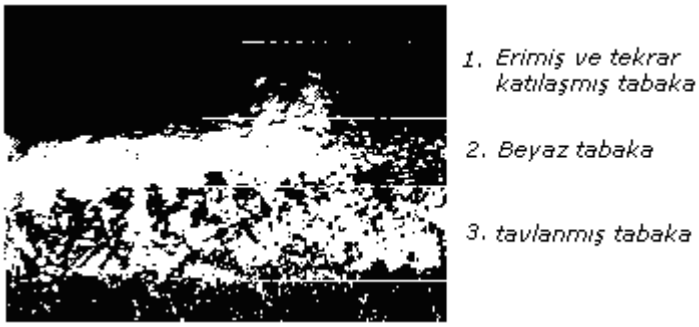
EDM ile işleme metodunda temizleme/yıkama, dielektrik sıvının sirkülâsyonu ile sağlanmaktadır. Elektro erozyon ile işlemede temizleme sistemini;

- Emmeli (vakumlu) sistem
- Sürekli püskürtme
- Aralıklı (nefesli) püskürtme sistemi olarak üç gruba ayırmak mümkündür.

1.3.10. Kıvılcımla Aşındırılmış Yüzeylerin Özellikleri ve Yapısı

EDM'de talaş kaldırma esası, bir ısısal mekanizmaya tabidir. Deşarjın sıcaklığı, 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 ki, bütün yapılarda bu etkinin değişmediği görülür. Kıvılcımla aşındırmayla işlenmiş bir takım uzun ömre sahiptir.

Eğer, EDM'de işlenmiş sert bir çelik parçasının metalürjik yapısı incelenirse, üç impozif tabaka belirlenebilir (Şekil 3.9).



Şekil 1.18: 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 olmayıp, 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 ilaveten, bazı hallerde yüzeyde küçük çatlaklara rastlanır ki, bunlar zararlıdır. Bu, özellikle tungsten karpiti, uzun deşarjlarla işlerken olur, fakat 7'den aşağıdaki TA değerleri kullanılarak engellenebilir. Üçüncü bölge, bir de deşarjın biçimi tarafından etkilenir.

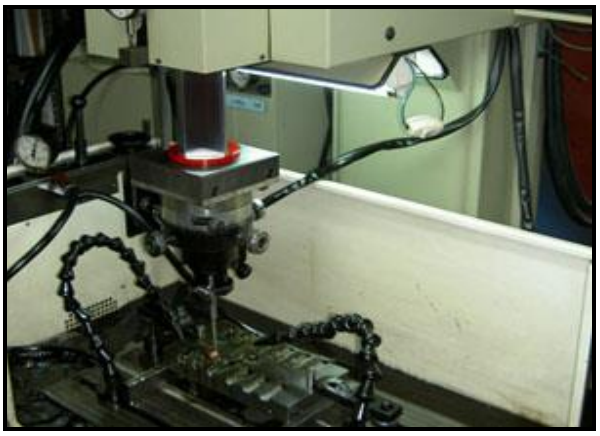
EDM ile işleme yüzünden olan olumsuz etki, aşağıdaki yöntemlerle de engellenebilir.

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

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

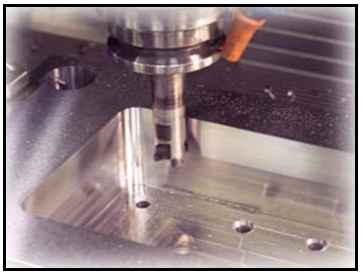
1.3.11. Elektro Erozyon Tezgâhında İşlem Sırası

Elektro erozyon tezgâhında kalıp boşluklarının oluşturulması değişik işlemlerle (delme, oyma, kesme vb.) gerçekleştirilmektedir. Burada genel olarak bir iş parçasının elektro erozyon tezgâhında işlenmesindeki basamaklar anlatılacaktır.



Resim1.11: Elektro erozyon tezgâhında parçanın işlenmesi

- İş parçası oyuğunun kabalığı uygun makinelerle boşaltılır.



Resim1.12: Kalıp boşluğunun önceden kabaca boşaltılması

- İş parçası tablaya uygun yöntemle (tezgâh mengenesi, cıvata bağlama pabucu, ayna) bağlanır.
- Önceden hazırlanmış elektrot, bağlama başlığına bağlanır, hareketli tabla ile bir hizaya getirilir.
- Elektrot ve iş parçasının paralelliği ve dikliği komparatörle kontrol edilir.
- Dielektrik sıvı, tezgâh haznesine konur.
- 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.
- Elektrodun bağlı bulunduğu iş mili butonla aşağı hareket ettirilerek ön elektrik teması sağlanır ve ekran sıfırlanır.
- Starta basılarak işlem başlatılır. Hidrolik ve dielektrik pompası otomatik olarak devreye girer ve iş haznesi dolar. Gereken dielektrik sıvısı seviyesine ulaşınca işlem başlar.
- Temizleme sistemi çalıştırılır.
- İşlem bitince dielektrik sıvı boşaltılır, tezgâh kapatılır ve iş parçası bağlı olduğu yerden çıkartılarak işlem tamamlanır.

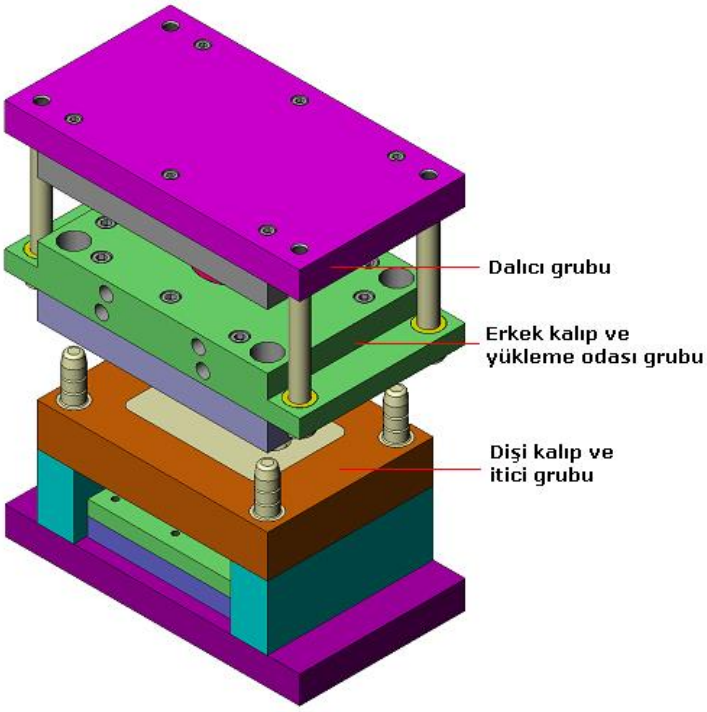
1.4. Dişi ve Erkek Kalıpların İşlenmesi

1.4.1. Dişi-Erkek Kalıpların ve Boşluklarının Oluşturulması

Kalıbın oluşturulmasında en önemli aşamalardandır. Transfer kalıplarında ürüne asıl şeklini veren dişi ve erkek kalıbın, tasarımda istenilen hassasiyet ve yüzey kalitesinde işlenmesi son derece önemlidir. Ayrıca kalıplar ayrı parçalardan (lokma) oluşturulmuş ise bu lokmaların yerleştirileceği boşlukların (kalıp havuzu) istenilen hassasiyette oluşturulmaları da çok önemlidir. Kalıbın oluşturulmasında sizden istenilen ölçü tamlığı ve hassasiyet sağlandığı takdirde oluşturulacak ürün istenilen kalitede üretilebilecektir.

Transfer Kalıpları–1 modülünde işlenen kalıp elemanları yüzeyleri, merkezleme deliklerinden sonra şimdi dişi erkek kalıpları ve boşlukları oluşturulacaktır.

Üretilen transfer kalıbının dişi ve erkek kalıpları kalıp plakasına değil ayrı parçalara (lokmalara) işlenmiştir. Dişi ve erkek kalıp plakalarında kalıpların yerleştirileceği boşlukları, dişi ve erkek kalıpları, yükleme odası ve boşluğu oluşturulacaktır. Bu işlemleri gerçekleştirirken Transfer Kalıpları-1 modülündeki dişi ve erkek kalıp plakaları ve dişi ve erkek kalıpların yapım resimlerinden yararlanılacaktır.

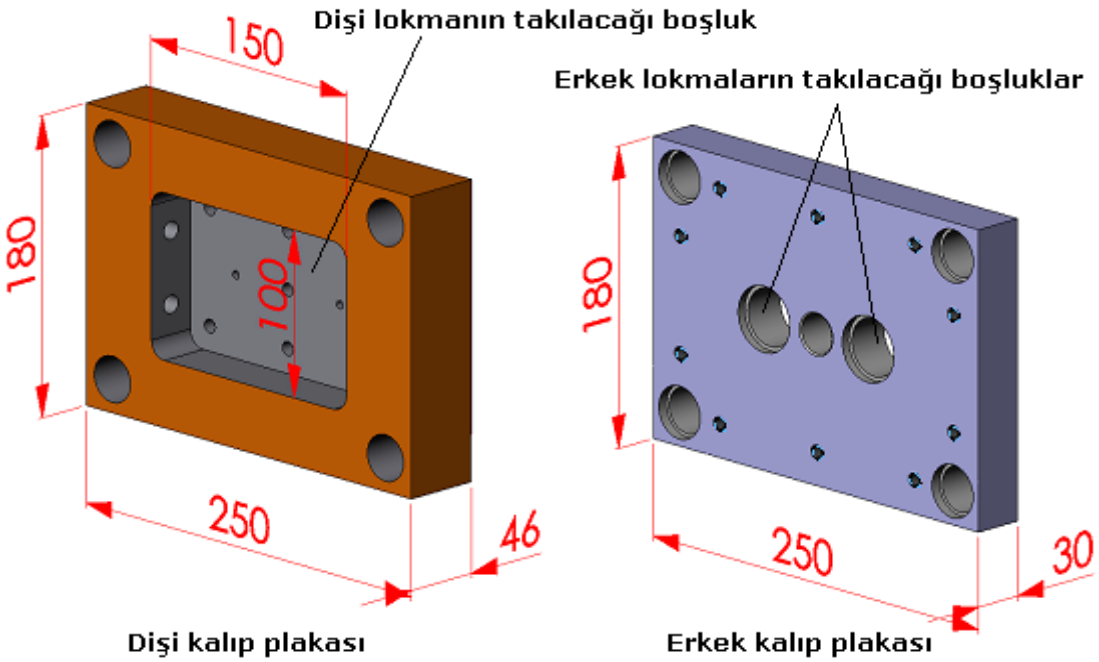


Şekil 1.19: Transfer kalıbı grupları

Üretimini gerçekleştirilen transfer kalıbının üç önemli grubu bulunmaktadır. Şekil 1.19 'da bu gruplar görülmektedir. Bir önceki modülde bu gruplarda bulunan kalıp plakaları ve kalıp elemanların merkezi bir şekilde çalışabilmeleri için bağlantı ve merkezleme deliklerinin yapımı gerçekleştirilmiştir. Dişi ve erkek kalıp ve boşluklarını aynı zamanda diğer yardımcı kısımları (dalıcı, yükleme odası boşlukları) oluşturulacaktır.

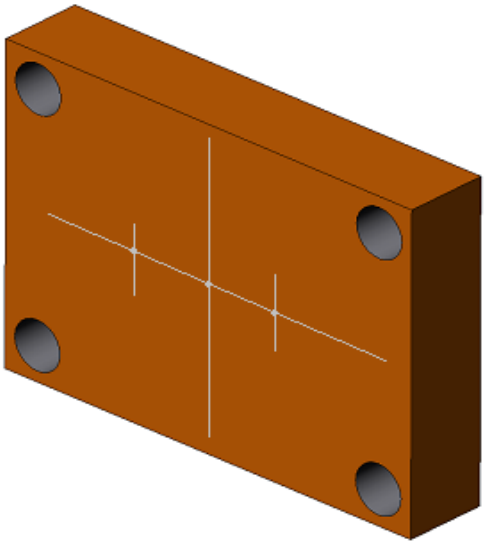
Transfer kalıbında istenilen özelliklerde ürün elde edebilmek için kalıp elemanları ve gruplar kendi aralarında uyumlu bir şekilde çalışmalı ve kalıp elemanları uygun şekilde monte edilmelidir. Bunu sağlamak için kalıbımızdaki bazı elemanların birlikte işlenmesi gerekmektedir.

Dişi kalıbın ürün boşluğu, itici delikleri ve dişi kalıbın, dişi kalıp plakasındaki havuza montajı için gerekli delikler modül değerlendirme faaliyetinde gerçekleştirilecektir.

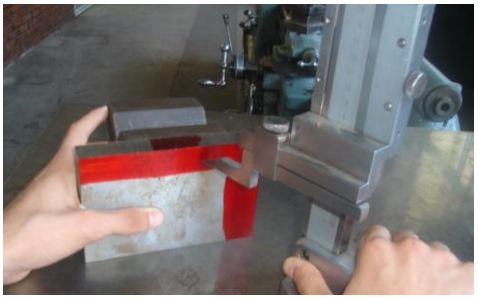


Şekil 1.20: Dişi ve erkek kalıp plakaları

Dişi erkek kalıp plakalından biri markalama kurallarına uygun olarak kalıp boşlukları merkezinden (itici merkezleri) markalanır ve merkezine nokta vurulur(Şekil 1.2, Resim 1.11).

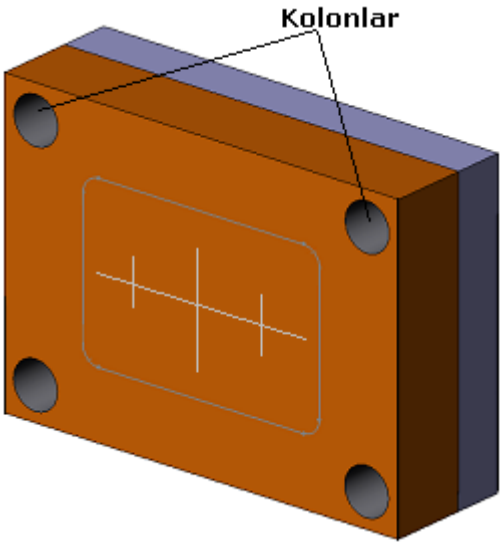


Şekil 1.21: Markalama çizgileri



Resim 1.13: İş parçasının markalanması

Dişi ve erkek kalıp boşluklarının aynı eksende, tam merkezinde olmaları son derece önemlidir. Bu nedenle bu iki plaka kalıp boşlukları merkez deliklerinin beraber delinmesi gerekmedir. Dişi ve erkek kalıp plakaları kolon delikleri daha önce birlikte delinmişlerdi. Bu iki plaka kolon deliklerinden, kolon burcu ve kolonlar aracılığı ile tam merkezinde birbirine bağlanır. Böylece iki plakayı da tam merkezinde delmek mümkün olacaktır(Şekil 1.22).



Şekil 1.22: Dişi ve erkek kalıp plakalarının birbirine bağlanması

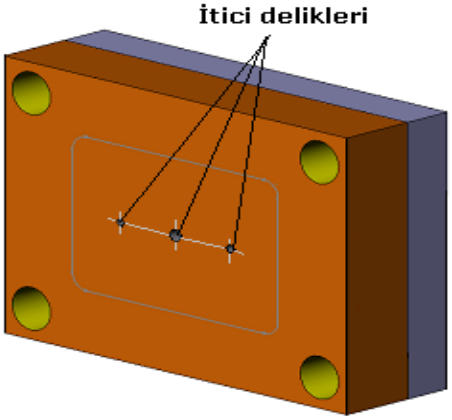
Birbirine tespit ettirilen kalıp plakaları, matkap tezgâhının veya kalıpçı frezesinin mengenesine uygun şekilde bağlanır. Tezgâh mengenesinin hassas ve düzgün olması gerekmektedir. Gerekiyorsa uygun altlıklarla iş parçası alttan desteklenir. Bu arada plakaların tezgâh tablasına tam paralel olmaları sağlanmalıdır.

Resim1.14: Kalıpçı frezesi

Resim1.15: Kalıp plakalarının işlenmesi

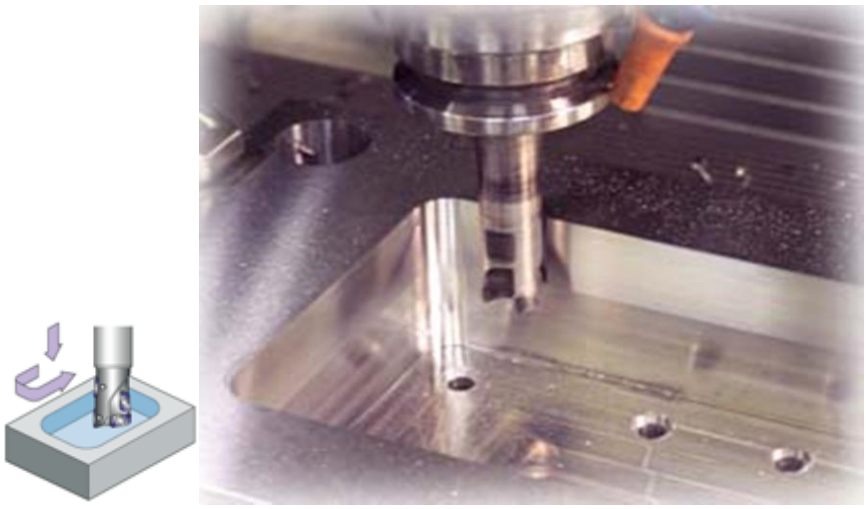
Bağlama işlemi tamamlanan plakaların tam merkezinde delinebilmeleri için öncelikle bir punta matkabıyla delinmesi gerekmektedir. Merkezden hassas bir şekilde delmek için, punta matkap ucuyla kalıp plakası yan yüzeyleri referans alınarak, milimetrik tamburdan iki eksenden ilerleme verilir. Böylece plakaların tam merkezi bulunmuş olur. Milimetrik tamburdan ilerleme verilirken, matkap yarıçapı ilerlemeye ilave edilir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra kalıp plakaları, kalıp boşluğu merkezlerine punta matkabıyla uygun devir sayısında punta deliği açılır.

Punta deliği açılan plakalar, kalıp boşlukları da dikkate alınarak uygun matkaplarla hassas bir şekilde delinir.

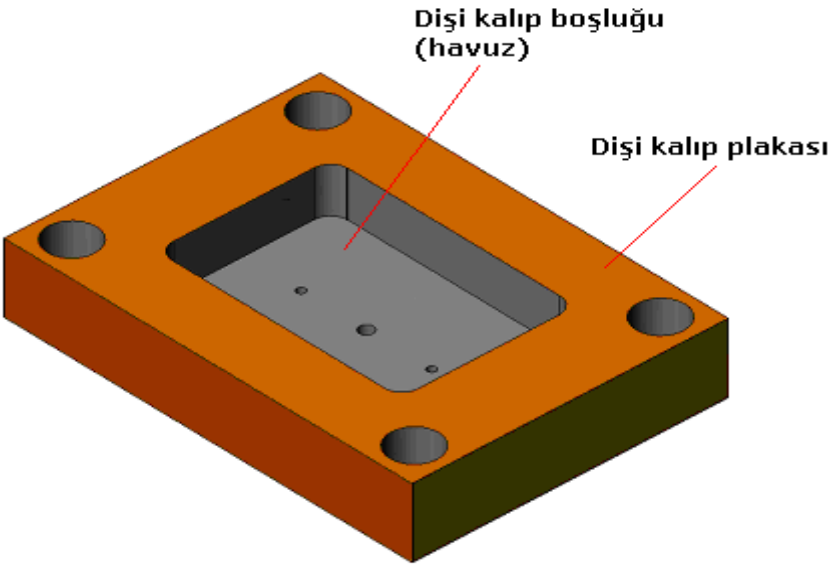


Şekil 1.23: İtici delikleri

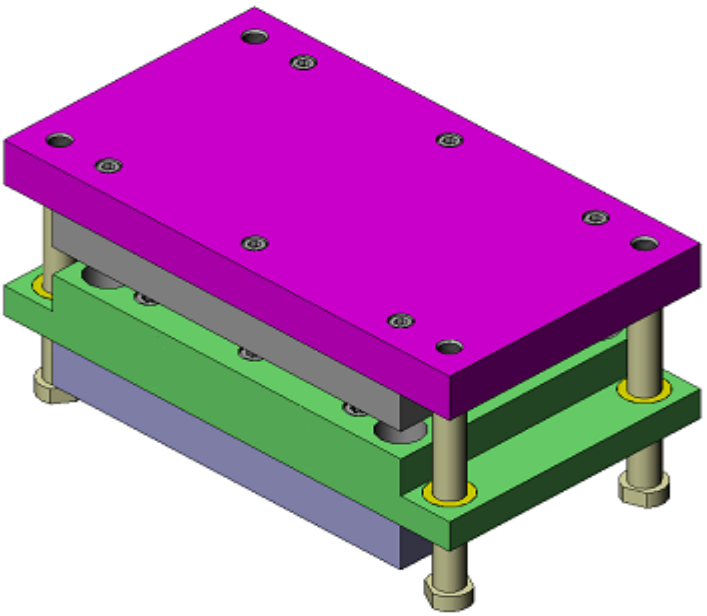
Dişi kalıp plakasına, dişi kalıp boşluğu (havuz) freze tezgâhında parmak freze çakısı ile uygun özelliklerde oluşturulur.



Şekil 1.17: Kalıp boşluğunun oluşturulması

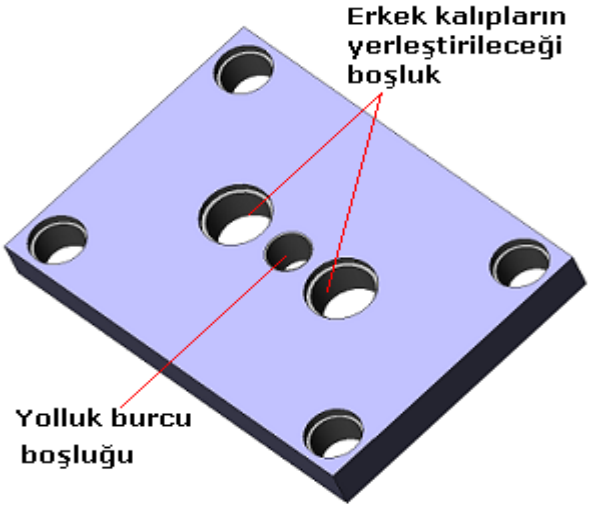


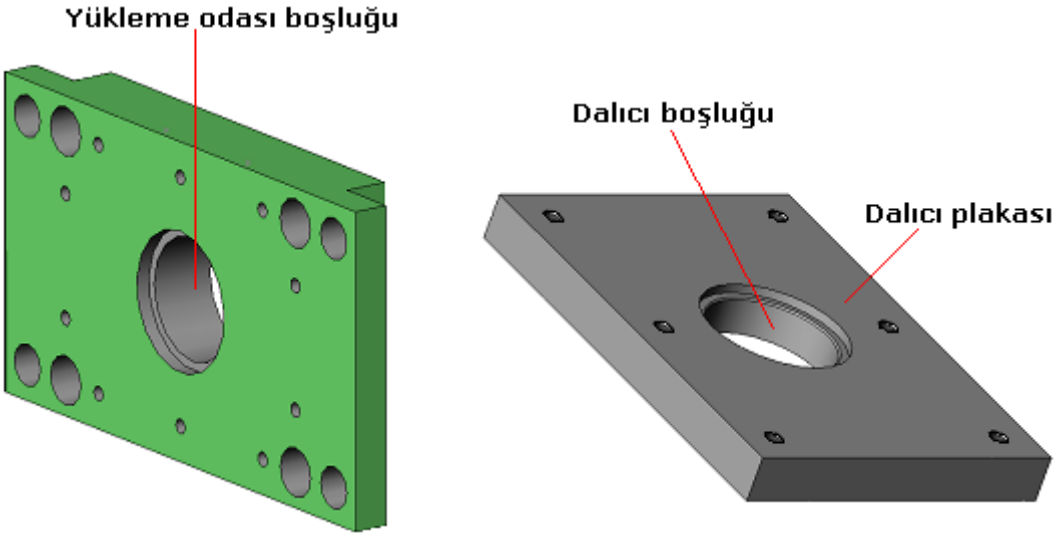
Şekil 1.24: Dişi kalıp plakası



Şekil 1.25: Erkek kalıp ve dalıcı grupları

Erkek kalıp ve dalıcı grupları daha önce oluşturulan bağlantı ve merkezleme konumlarından birleştirilir. Erkek kalıp plakasına önceden deldiğimiz itici deliklerinden tam merkezdeki deliği referans alarak bağlama plakasına kadar olan plakalar delinir. Yolluk burcu çapı dikkate alınarak delik kademeli olarak büyütülür. Daha sonra plakalar tek tek işlenmek üzere gruplara ayrılır.

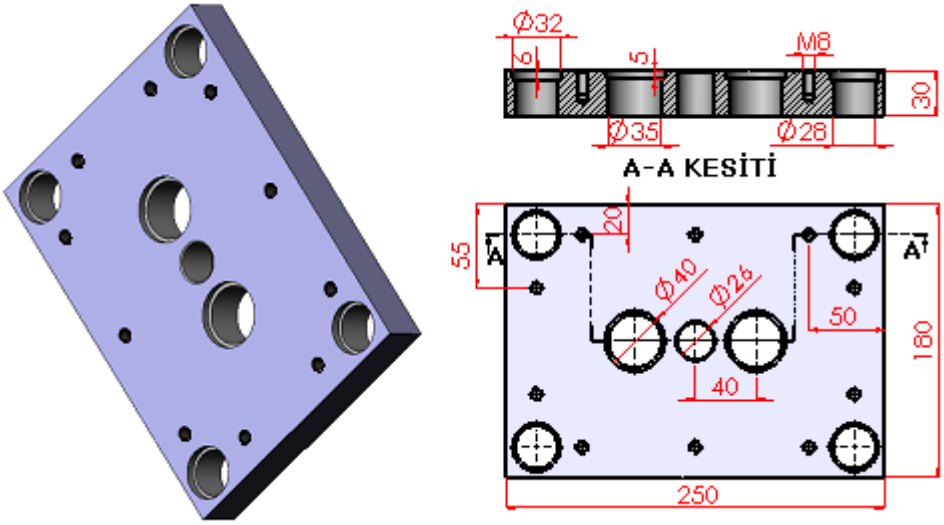




Şekil 1.26: Bazı kalıp plakaları

1.4.1.1. Erkek Kalıp Plakasına Kalıp boşluğunun Oluşturulması

Erkek kalıp plakası kalıpçı frezesine uygun şekilde bağlanır. Delik büyültme aparatı ile erkek kalıp ve yolluk burcu boşlukları istenilen özelliklerde oluşturulur.



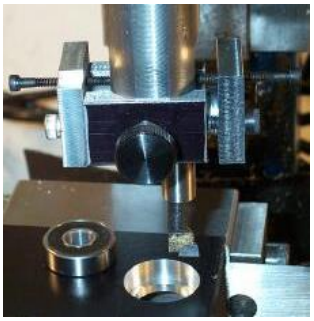
Şekil 1.27: Erkek kalıp plakası

Erkek kalıp plakasına, erkek kalıp ve yolluk burcu boşluklarının oluşturulmasında işlem sırası ve dikkat edilecek unsurlar şunlardır:

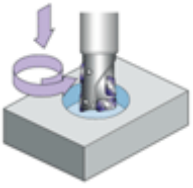
- İş parçası işin özelliğine göre kalıpçı frezesinin mengenesine veya cıvata ve bağlama pabuçları ile doğrudan tablasına bağlanır, gerekiyorsa altlık kullanılır.

- İş parçasının tezgâh tablasına paralelliği ve dikliği komparatörle kontrol edilir.

- Uygun matkaplarla boşluklar kesicinin işleyebileceği ölçülerde büyültülür.
- Kalıpçı frezesine delik büyültme aparatı ve kesici takım bağlanır.



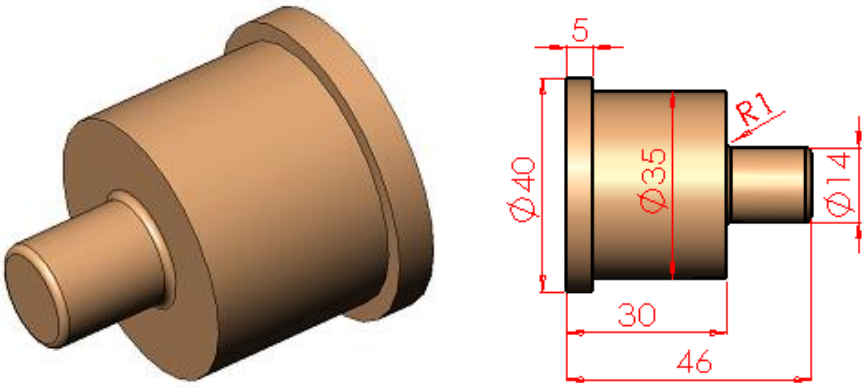
- İş parçasının yan yüzeyleri referans alınarak kesici takım delik merkezinde sıfırlanır.
- Gerekli makine ayarları (devir sayısı, ilerleme vb.) yapılır.
- Erkek kalıp plakasındaki delikler frezeleme bilgilerinden yararlanılarak istenilen özelliklerde sırayla oluşturulur.



Bu şekilde yükleme ve dalıcı plaka boşlukları da istenilen özellikte işlenerek tamamlanır.

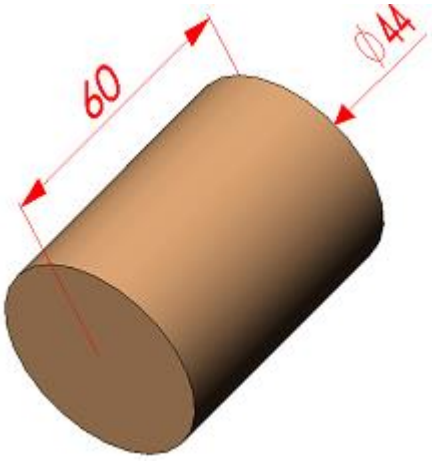
1.4.1.2. Erkek Kalıbın İşlenmesi

Dişi ve erkek kalıbın işlenmesinde uygulanacak talaşlı imalat yöntemini ve tezgâhı iyi seçmek gerekir. Bu kalıbın hem rahat işlenmesini hem de istenilen kalitede yapılmasını sağlayacaktır.



Şekil 1.28: Erkek kalıp

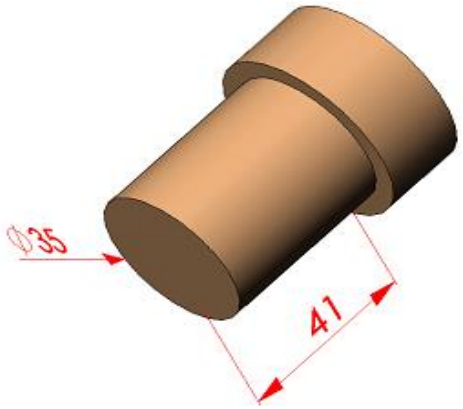
Şekilde görülen erkek kalıbı oluşturmak için ham malzeme temin edilir. Ham malzeme işleme payı da hesap edilerek kesilir veya hazır alınır. Bu malzeme oluşturulurken tornalama yöntemlerinden yararlanılacaktır.



Şekil 1.29: Erkek kalıp için ham malzeme

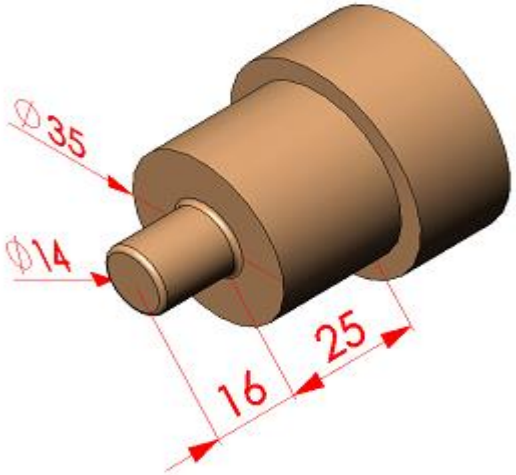
Erkek kalıbın ürün boşluğunu oluşturacak Ø14mm kısmı ile erkek kalıp plakasına yerleştirileceği Ø35 mm kısmının iş parçası torna aynasından sökülmeden aynı anda işlenmesi gerekmektedir. Bu aynı eksende olmaları açısından son derece önemlidir. Ayrıca taşlama işlemi gerektiren yüzeylerde taşlama payı bırakılmalıdır. Ayna ayaklarının daha iyi kavraması için ham malzeme gerekli olandan daha uzun temin edilmelidir.

Şekilde görülen Ø44X60 mm ölçülerindeki ham malzeme Ø35 mm ve Ø14mm'lik kısmın toplam uzunluğu olan 41mm'lik kısmın tornalanabileceği uzunlukta bağlanır. Gerekli makine ayarları yapılır. İş parçasının alın kısmı istenilen yüzey kalitesinde tornalanır. Daha sonra Ø35 mm kısım 41mm boyunda yapım resminde belirtilen tolerans ve yüzey kalitesinde tornalanır.



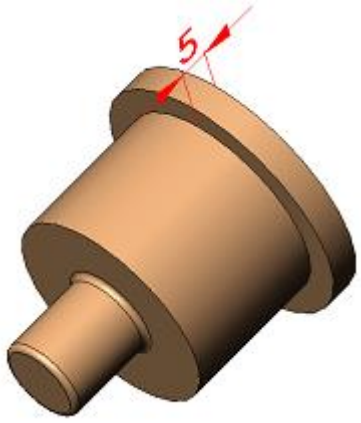
Şekil 1.30: İlk kademenin oluşturulması

Erkek kalıp parçası torna tezgâhında bu konumda bağlı iken sökülmeden ürün boşluğunu oluşturan Ø14mm'lik kısım 16mm boyunda dip ve uç kısmındaki radüs dikkate alınarak istenilen özelliklerde tornalanır.



Şekil 1.31: Erkek kalıp parçası

Erkek kalıp torna aynasından sökülerek 5mm'lik kademeli kısmın işlenmesi için daha önce işlenen Ø35 mm'lik kısımdan hassas bir şekilde yeniden bağlanır. Alın ve boyuna tornalama yöntemleri ile Ø40 mm ve 5mm kademe oluşturulur.

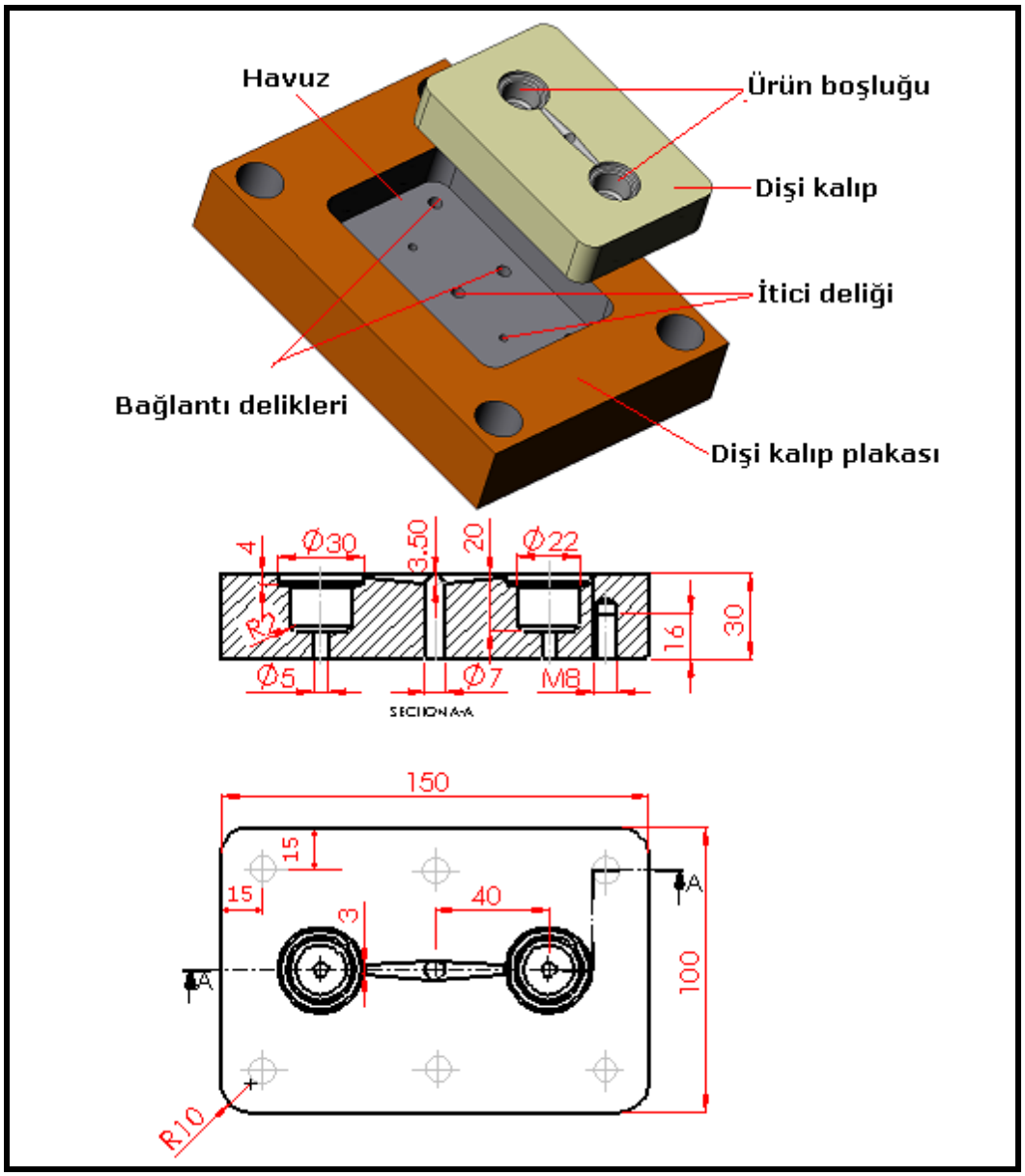


Şekil 1.32: Erkek kalıbın işlenmiş hali

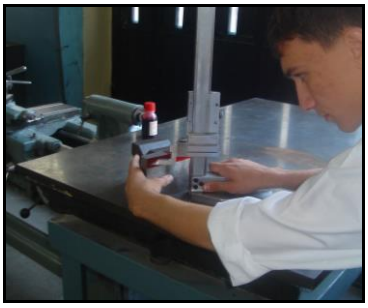
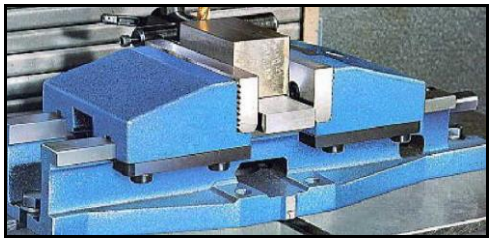
Yapım resminde taşlanması gereken kısımlar varsa taşlama tezgâhında uygun şekilde taşlanır. Daha sonra sert kromla kaplanacak kısımlar krom kaplanır.
Dişi kalıbın ürün boşluğu ve dişi kalıbın, dişi kalıp plakasına montajı modül değerlendirme işleminde tamamlanacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

1. 1-Plastik transfer kalıpları 1 modülünde yüzeylerinin işlendiği dişi kalıba (veya öğretmeninizin size vereceği bir iş parçasına) ürün boşluğunu uygun özelliklerde oluşturunuz.
2. 2-Ürün boşluğunu oluşturduğunuz dişi kalıbı, dişi kalıp plakasındaki havuza yerleştirerek bağlantı ve itici deliklerini uygun özelliklerde işleyiniz.



Şekil 1.33: Dişi kalıp ve plakası

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ **Kalıp elemanlarını işlemeye uygun olarak markalayınız.** 	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ Gerekli markalama aletlerini temin ediniz. ➢ İş parçası yüzeyine markalama boyası sürünüz. ➢ İş parçasını markalarken markalama kurallarına uyunuz. ➢ Temel Talaşlı Üretim-1 modülündeki markalama bilgilerinizden yararlanınız.
➢ **Kalıp elemanlarını işleme tezgâhına uygun biçimde bağlayınız.**  	➢ Ürün boşlukları, itici ve bağlantı deliklerinin delinmesinde kullanacağınız takım tezgâhındaki bağlama yöntemlerini araştırınız. ➢ Uygun bağlama yöntemini ve bağlama araçlarını belirleyiniz. ➢ Gerekiyorsa altlık kullanınız. ➢ İş parçasının makineye ve mengeneye paralelliğini ve dikliğini komparatör aracılığı ile kontrol ediniz. ➢ İş parçasının sağlam ve emniyetli olarak bağlandığından emin olunuz.
➢ **Uygun işleme parametrelerini sağlayınız.** 	➢ Kesici takımları makineye uygun olarak bağlayınız. ➢ İş parçasının işlenmesinde izlenecek işlem sırasını belirleyiniz. ➢ İş parçasının işlenmesinde kullanılacak makinenin ayarlarını (devir sayısı, ilerleme hızı vb.) yapınız. ➢ Kullanılacak makine CNC ise parametrelerini giriniz. ➢ Delik delme işlemi sırasında uygun devir sayısını hesaplayınız. ➢ Soğutma sıvısı kullanılacak ise

	seviyesini kontrol ediniz.
➢ **Kalıp elemanlarını işleyiniz.** 	➢ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Talaş sıçramasına karşı gözlük kullanınız. ➢ İtici deliklerinde raybalama payı bırakınız. ➢ Markalama çizgilerini dikkate alınız. Markalama çizgilerine yaklaştıkça, uygun ölçme aleti ile iş parçasını ölçünüz. ➢ İstenen yüzey kalitesini dikkate alarak kaba ve ince işleme yapınız. ➢ Ürün boşluğunun ve yolluğun oluşturulmasında elektro erozyon tezgâhı kullanılacak ise kalıpçı frezesinde ön boşaltma işlemi uygulayınız. ➢ İş parçasını sık sık kontrol ediniz. ➢ Son işlemi yaparken uygun yüzey kalitesinde olmasına dikkat ediniz.
➢ **Parçaları kontrol ediniz.** 	➢ Uygun ölçme ve kontrol aletlerini temin ediniz. ➢ Ölçme ve kontrol yapacağınız ortamın ısı ve ışık durumu ölçme ve kontrole uygun olmalıdır. ➢ İş parçasını yapım resminde belirtilen özelliklerde oluşturup oluşturmadığınızı, uygun ölçme kontrol aletleri kullanarak kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamını markalama için hazırladınız mı?		
2. İş güvenliği ile ilgili gerekli tedbirleri aldınız mı?		
3. İş parçasını kurallara uygun olarak markaladınız mı?		
4. Uygun bağlama aracını seçtiniz mi?		
5. İş parçasını emniyetli bir şekilde makineye bağladınız mı?		
6. İş parçasının paralelliğini ve dikliğini kontrol ettiniz mi?		
7. Uygun kesici takımları makineye bağladınız mı?		
8. Uygun işlem parametrelerini belirlediniz mi?		
9. Parametre değerlerine göre makine ayarlarını yaptınız mı?		
10. İş parçasını, yapım resminde belirtilen özelliklerde işlediniz mi?		
11. İş parçasında yüzey ve ölçü kontrollerini yaptınız mı?		
12. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
13. Süreyi iyi kullandınız mı? (10 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. Genel olarak tüm metal, plastik, lastik, seramik, ahşap malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan çeliklere ne ad verilir?
- **A)** Termoplastik
- **B)** Takım çelikleri
- **C)** Yüksek hız çelikleri
- **D)** Yüzeyi sertleştirilmiş çelikler

2. Üretilen çelik ve malzemelerin, belli özellik, aynı isim ve simgelerle ifade etmek ve böylece ortak bir dil oluşturmak amacıyla yapılan düzenlemeye ne ad verilir?
- **A)** Kalıp normu
- **B)** Isıl işlem
- **C)** Çelik tasarımı
- **D)** Çelik normu

3. Aşağıdakilerden hangisi çelik normlarından biridir?
- **A)** DIN
- **B)** INB
- **C)** RDA
- **D)** UBC

4. IMPAX SUPREME'nin DIN normu karşılığı nedir?
- **A)** DIN 1.2738
- **B)** DIN 1.2343
- **C)** DIN 1.2312
- **D)** DIN 1.2344

5. Aşağıdakilerden hangisi çeliklerin parlatılabilirliğine etki eden faktörlerden biri <u>değildir</u>?
- **A)** Çelik kalitesi
- **B)** Isıl işlem
- **C)** Elastikiyet
- **D)** Parlatma yöntemi

6. Aşağıdakilerden hangisi plastik kalıplarında ürüne şeklini veren kısımdır?
- **A)** İtici
- **B)** Kolon
- **C)** Dişi-erkek kalıp
- **D)** Bağlama plakası

7. Aşağıdakilerden hangisi çoklu kalıbın yapılması nedenidir?
- **A)** Kalıp üretim maliyetini düşürmek
- **B)** Ürün kalitesini arttırmak
- **C)** Hammadde miktarını azaltmak
- **D)** Üretim sayısını arttırmak

8. Kalıp boşluklarına çok küçük açılar verilmesinin nedeni nedir?
- **A)** Kalıp üretimini kolaylaştırmak
- **B)** Ürünün kalıptan kolay çıkarılmasını sağlamak
- **C)** kalıp maliyetini düşürmek
- **D)** Kalıp montajını kolaylaştırmak

9. Transfer kalıplarında yüzey parlatma işleminin yeterli olmadığı ya da daha yüzeyin sert olması gereken durumlarda kalıp yüzeylerine hangi işlem uygulanır?
- **A)** Kalıp yüzeyleri boyanır.
- **B)** Kalıp yüzeyleri taşlanır.
- **C)** Kalıp yüzeyleri sert kromla kaplanır.
- **D)** Kalıp yüzeyleri eğelenir.

10. Elektro erozyon yöntemi ile işlemede işleyici takım aşağıdakilerden hangisidir?
- **A)** Elektrot
- **B)** Kalem
- **C)** Çakı
- **D)** Taş

11. Aşağıdakilerden hangisi elektro erozyon tezgâhının kısımlarındandır?
- **A)** Punta
- **B)** Konsol
- **C)** Kalemlik
- **D)** Elektrot bağlama plakası

12. Aşağıdakilerden hangisi, elektro erozyon ile işlemenin avantajlarından biridir?
- **A)** İş parçasından talaş kaldırma miktarı azdır
- **B)** İşlem, sertleştirilmiş durumda yapılabilir
- **C)** İşlenen metal malzemenin elektrik iletkenliği olmalıdır.
- **D)** Harcanan enerji fazladır

13. Elektro erozyonda elektrotun iş parçasına ilerlemesinin kontrol edildiği kısım hangisidir?
- **A)** Servo başlığı
- **B)** Kutuplar
- **C)** Dielektrik sıvı
- **D)** Frekans

14. Elektrottan kalkan talaş miktarına ne denir?

A) Plus
B) Ark
C) Aşınma
D) Deşarj

15. Aşağıdakilerden hangisi metal olmayan elektrot takım malzemesidir?

A) Pirinç
B) Grafit
C) Elektrolitik bakır
D) Gümüş tungsten

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınız tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Transfer kalıplarının ısıtma kanallarını istenilen hassasiyette oluşturabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki plastik transfer kalıpları üretimi yapan iş yerlerini ve ilgili internet adreslerini ziyaret ediniz.
- Plastik transfer kalıbını ısıtma yöntemleri, ısıtma kanalı sistemleri ve ısıtma kanallarının oluşturulması hakkında araştırma yapınız.

2. TRANSFER KALIPLARINDA ISITMA KANALLARININ OLUŞTURULMASI

2.1. Transfer Kalıpları Isıtma Sistemleri ve Özellikleri

Bilindiği gibi termoset plastikler ısı ve basınç altında kalıplanarak şekillendirilir. Bu nedenle plastik transfer kalıplarında ısıtma son derece önemlidir. İyi bir ısıtma sistemi hatasız bir ürün elde etmemize yardımcı olur. Isıtma sisteminin tasarımcı tarafından iyi dizayn edilmesi gerekir ve kalıp üreticisinin de istenilen özelliklerde ısıtma kanallarını işlemesi gerekir.

Kalıp ısı transfer sistemi termoplastik işleyen kalıplarda kalıp soğutma sistemi, termoset işleyen kalıplarda kalıp ısıtma sistemi adını alır. Termosetler için ise kalıp ısıtma sistemi, kalıbın içindeki malzemenin ısınıp çapraz bağlar oluşturmak üzere reaksiyona girmesini en hızlı ve en yeterli şekilde sağlayacak yapıda olmalıdır. Termoset malzemelerin kalıplanabilmesi için gerekli olan sıcaklık 130^0C ile 175^0C arasında değişir. Sıcaklık dereceleri malzeme çeşidine göre değişik olacağından tecrübe ile tayin edilir veya malzemeye göre imalatçısından bilgi alınır. Fazla sıcaklık kalıplanan parçada kabarcıkların veya yanık noktaların oluşmasına sebep olur. Az sıcaklık malzemenin yeteri kadar yumuşamasına ve sonuç olarak da kalıbın biçimini almasına engel olur. Ayrıca, tam pişme olmaz ve iş zayıf olur. İyi sonuç alabilmek için gerekli olan sıcaklıktan $\pm 3^0$C arasında tutmak gerekir. Kalıplama sıcaklığı, sadece kullanılacak malzemenin cinsine göre değil, işin geometrik biçimine, kalıp tipine, plastik malzemenin toz veya ön biçimlendirilmiş oluşuna göre de değişir.

Termoset malzemeler kullanılırken kalıbın ısıtılması iki amaca hizmet eder. Bunlar:

- Sıcaklık, malzemenin yumuşamasına ve basınç altında kalıbın bütün girintilerine nüfuz ederek kalıbın biçimini almasını sağlar.
- Yeter derecedeki sıcaklık, malzemenin kimyasal değişme uğramasına veya malzemenin kendi sertliğinde polimerize olmasını sağlar.

2.1.1. Transfer Kalıplarında Isıtma Yöntemleri

Transfer kalıplarının ısıtılması diğer birçok kalıpta olduğu gibi genellikle üç yöntemle yapılmaktadır.

- Buharla ısıtma
- Sıcak akışkan ile ısıtma
- Elektrikli ısıtma

Günümüzde en çok kullanılan yöntem elektrikli ısıtma sistemidir.

2.1.1.1. Buharlı Isıtma Yöntemi

Bazı transfer kalıpları, buhar kanallarından buhar geçirilerek ısıtılır. Buhar kanalları, kalıp gövdesinin ve kalıbın yapılış durumuna göre, değişik kısımlarından matkapla delinir. Buhar kanalları kalıplarda kullanılan soğutma kanallarına benzemektedir. Bu kanallar gerekli durumlarda soğutma amacıyla da kullanılır.

Birçok transfer kalıbı elektrikle ısıtıldığı kadar buharla da ısıtılmaktadır. Kalıbın çeşitli kısımlarına delinerek açılmış kanallardan buhar doğrudan doğruya gönderilir. Bu buhar kanallarının yeri ve ölçüsü, kalıp tasarımına, ölçüsüne ve biçimine bağlıdır. Buhar kanallara , dişi kalıba ,yükleme odasına, maça plakasına , bağlantı plakalarına , taşıyıcı plakalara vb. yerlere açılan deliklerle sağlanır. Bu kanallar mümkün olduğu kadar malzemeyi düzenli ısıtmak için uygun yerlere açılır. Kanallar iş parçasının etrafını dolaşacak şekilde delinir. Buhar kanalları kalıplama üzerinden delik çapının iki katı veya üç katı kadar uzaktan açılır. Küçük kalıplar için, buhar kanallarının çapları 14mm ve aralarındaki uzaklık 60mm olarak yapılır. Buhar giriş ve çıkışlarını düzenlemek tapa ve nipelleri yerleştirmek için delik uçlarına 3/8” boru vidası açılır. Büyük kalıplar için buhar kanallarının aralıkları 100mm ve boru çapları 17mm’dir. Delik uçlarına ½ “ boru vidası açılır. Büyük veya derin dalıcıların düzenli ve uygun sıcaklıkta ısıtılması gereklidir. Dalıcının uzunluğu çapının 3 veya 4 katı olması hâlinde, ısıtma doğrudan doğruya yapılır. GİRİŞ ve ÇIKIŞ kanallarının yerleri uygun bir damga vurularak belirtilmelidir. Buhar kanallarının giriş ve çıkışlarının kalıplama sırasında kalıbı yüklemek ve işi çıkarmak için çalışana sıkıntı vermeyecek bir yerde olması gerekir. Buhar kanalları; kılavuz pimleri, burçları, itici pimleri, vidaları konum pimleri vb. gibi kalıbın diğer parçaları ile karşılaşmayacak şekilde dizayn edilmelidir.

Derinliği fazla olmayan kalıplama işlemlerinde kalıp yarımlarına açılacak ısıtma kanalları içine bakır borulu ısıtıcı sistem yerleştirilir. Derinliği fazla olan kalıplama işlemlerinde ısıtma sistemi, dalıcı zımba veya dişi kalıp içine doğrudan açılır.

2.1.1.2 Sıcak Akışkan İle Isıtma Yöntemi

Sıcak akışkan ile ısıtma sisteminde ısıtıcı kanalların oluşturulması, buharla ısıtma ile aynıdır. Isıtma kanallarının tasarımı ve yapımında buharlı ısıtma sisteminde dikkat edilecek hususlara uyulmalıdır. Burada ısıtıcı olarak buhar yerine sıcak su veya yağ kullanılmaktadır.

2.1.1.3 Elektrikli Isıtma Yöntemi

Elektrikli ısıtıcılarda ısı kayıpları çok azdır. Diğer ısıtıcılara nazaran daha yüksek verim sağladığı kanıtlamıştır. Rezistanslarda ısı kontrolünde oldukça hassastır, %0,01 hassasiyetle kontrolü mümkündür.

Bugün için kalıplar daha çok elektrikli ısıtıcılarla donatılıyor. Bu amaçla uygulanan yöntemler şunlardır:

- Kalıbın etrafına yerleştirilen ısıtıcı elemanların elektrik dirençlerinden yararlanma
- Çubuk şeklindeki ısıtıcı elemanların elektrik direnç ısılarından yararlanma
- Endüksiyon akımı ile oluşturulan endüksiyon ısısından yararlanma

Sıcaklığın otomatik olarak ayarlanabilme olanağı, yalnız elektrikle ısıtılan kalıplarda vardır. Diğer yolla ısıtılan kalıplarda, kalıbın içinden geçirilen maddelerin (sıcak su, buhar) sıcaklıklarını durağan tutmak gerekecektir.

Elektrikle ısıtılan kalıplarda, belli bir ısıtma gücü elde etmek için, belli sayıda ısıtma elemanının takılması yeterlidir. Seçilen ısıtma elemanlarının gücü, gerekli olan ısının ve istenilen ısıtma süresinin ayarlanmasında temel olur. Isıtma süresi kısaldıkça kullanılacak elektrikli ısıtıcının gücü artar. Kalıp istenilen sıcaklığa eriştikten sonra, artan enerji birikimi devredeki termostatı etkiler, elektrik akımı kesilir. Kalıbın sıcaklığı normalden aşağıya inmeye başlar başlamaz termostat, ısıtıcıları tekrar devreye sokar. Sıcaklık değişimindeki farklılığı mümkün olduğu kadar azaltmak için; ısıtıcılardan yalnız bir kısmı devreye sokulur veya çıkarılır. Olanakların elverdiği durumlarda fazla gelen ısıtıcı elemanlar elle devreden çıkarılır ve devrede yalnız kalıp sıcaklığını normal derecede tutacak güçte eleman tutulur. Sıcaklık ayarı, ısıtıcı elemanların devreye takılması veya devreden çıkarılması yerine, bu elemanların gücünü değiştirmekle de yapılır.

2.1.2. Elektrikli Isıtma Elemanları

Transfer kalıplarında elektrikle ısıtma elemanı olarak rezistanslar kullanılır. Rezistansların birçok çeşidi vardır. Plastik sıkıştırma kalıplarında en çok kullanılan rezistanslardan bazıları şunlardır:

2.1.2.1. Tüp (Fişek) Rezistanslar

Resim 2.1: Fişek rezistans

Kaliteli malzeme kullanılarak uluslararası normlara uygun olarak üretilmekte olan tüp rezistanslar küçük kullanım alanlarında yüksek güç değerlerine ulaşarak istenilen şartlarda kullanımı mümkün kılmaktadır.

Teknik özellikler

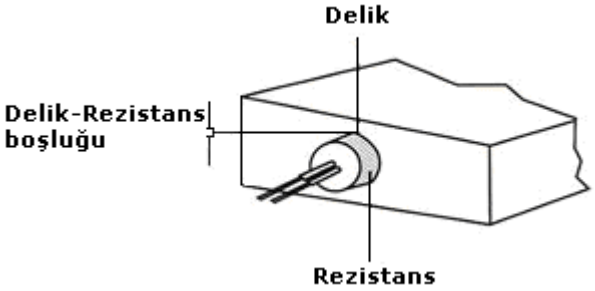
Tüp rezistanslarda standart olarak nikel krom rezistans teli, bir seramik üzerine özel makineler ile eşit ve sık aralıklarla sarılmıştır. Hazırlanan grup, merkezleme parçaları ile tam merkezlenerek ara boşluklara yerleştirilen magnezyum oksit sayesinde eşit bir ısı dağılımı sağlanmaktadır.

Yüksek kalitede ve uygun yoğunlukta seçilmiş olan magnezyumoksit (MgO) dış metal muhafaza ve rezistans telleri arasında ince bir tabaka olarak yerleştirilerek daha mükemmel bir ısı iletimi ve daha düşük bir rezistans iç ısısı sağlanmaktadır. Kullanım yerlerine bağlı olarak farklı tip malzemelerden imal edilmiş borular ve rezistans telleri de kullanılabilmektedir.

Uygulama alanları

Tüp rezistanslar; metal ve plastik kalıplarında, ambalaj makinelerinde, tekstil makinelerinde, ilaç ve kimya sanayinde, sıvıların ısıtılmasında, laboratuvar ekipmanlarında, gıda sektöründe yoğun olarak kullanılmaktadır.

Montaj şekli



Şekil 2.1: Fişek rezistansın montajı

2.1.2.2. Boru Rezistanslar

İsteğe bağlı olarak CrNi borulu, bakır borulu veya çelik borulu olarak kullanım alanları değerlendirilerek muhtelif ebat ve güçlerde imal edilmektedir. Metal borulu ısıtıcıların isteğe ve müşterinin numunelerine göre ya da belirtmiş olduğu ölçülere göre imalatı yapılabilmektedir.

Resim 2.2: Boru rezistans

2.1.2.3. Rezistans Kanalları ve Rezistans Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Daha verimli çalışabilmek için rezistansın yüzeyi yağ, kireç vs. yabancı maddelerden arındırılmalıdır. Enerji uçlarının sıvı ile teması engellenmelidir. Kalıp içinde çalıştırılmak üzere tasarlanmış rezistanslar kalıp dışında kullanılmamalıdır. Kalıplarda birden fazla rezistans kullanıldığında iki rezistans arası mesafe en az rezistansın çapına eşit olmalıdır. Genel kural olarak rezistansların birbirlerine rezistansın çap ölçüsünden daha yakın yerleştirilmesi tavsiye edilmez. Rezistansın takılacağı yuvanın deliği çok düzgün ve pürüzsüz olmalı mümkün ise raybalama yapılmalıdır. Rezistans deliğe mümkün olduğunca sıkı oturmalıdır. Rezistans delikten çıkarılırken deliğe zarar vermemek için dikkatli olunmalı, deliğe yabancı cisim sokulmamalıdır. Rezistansın iyi oturması, kolay çıkarılması ve daha iyi ısı transferi için montaj jel kullanılmalıdır. Montaj jeli kullanırken ince bir tabaka hâlinde sürülmesine, rezistansın ucuna ve kablolarına temas etmemesine dikkat edilmelidir. Kablo çıkışları fiziksel darbelerden, zedelenmelerden, aşırı ısıdan, nemden ve aşırı gerilmelerden vs. korunmalıdır. Rezistans enerji kabloları zarar görmüş ise değiştirmeli, yırtık çizik varsa bantlanmış şekilde kullanılmalıdır. Rezistansın ömrünü uzatabilmek ve istenilen ısı değerlerinde kullanabilmek için uygun ısı kontrolü (termokupul) yapılmalıdır.

2.1.3. Transfer Kalıplarında Isıtma Kanalı Sistemleri

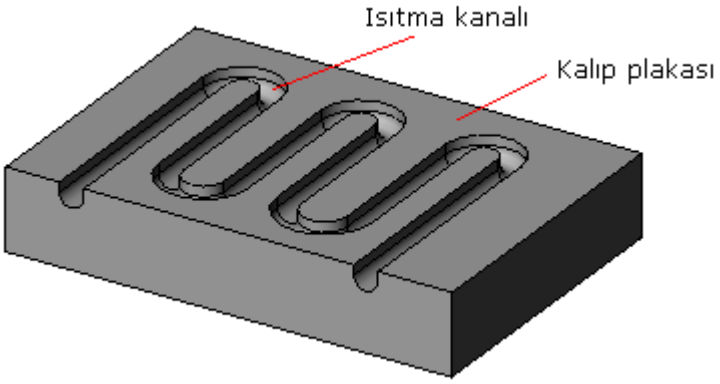
Transfer kalıplarında ısıtma kanalları, üretilecek ürün özelliklerine, şekline, malzemesine ve kalıp tasarımına göre en iyi neticeyi almak için değişik şekillerde oluşturulur. En etkili kalıp ısıtma metodu kalıp ve yükleme odası çevresinde dolaşım yapabilen kanalların açılması ile elde edilmektedir. Dişi-erkek kalıp ve yükleme odası çevresinde açılacak ısıtma kanalları kalıplama yüzeyinden uygun olan uzaklıkta ve kalıbın çatlamasına sebep olmayacak şekilde açılmalıdır.

Tüm bunların ışığında transfer kalıplarında ısıtma kanalı sistemleri şunlardır:

- Dişi ve erkek kalıp plakaları yüzeyine açılmış ısıtma kanalları
- Dişi ve erkek kalıp plakaları içine açılmış ısıtma kanalları
- Dişi-erkek kalıp, yükleme odası ve dalıcı içine açılmış ısıtıcı kanalları

2.1.3.1. Dişi ve Erkek Kalıp Plakaları Yüzeyine Açılmış Isıtma Kanalları

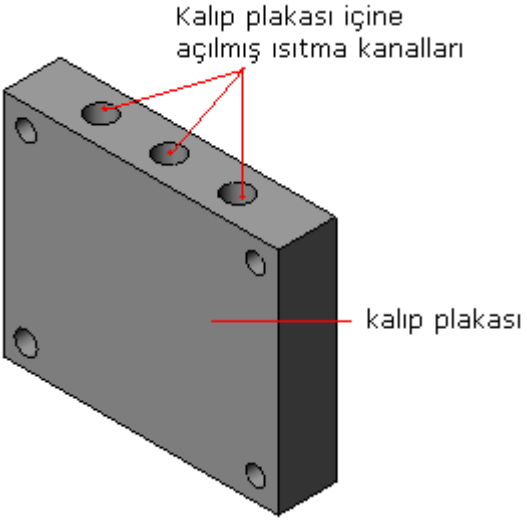
Derinliği az olan kalıplarda ve kalıp plakası dar olan kalıplarda genellikle ısıtıcı kanallar kalıp plakasının yüzeyine açılır. Bu kanallara tüp veya boru rezistanslar yerleştirilerek kalıpların ısıtılması sağlanır.



Şekil 2.2: Isıtma kanalları

2.1.3.2 Dişi ve Erkek Kalıp Plakaları İçine Açılmış Isıtma Kanalları

Dişi ve erkek kalıp plakaları, içine ısıtma kanalı açılmaya müsait ise ısıtma kanalları buralara açılır. Böylece kalıbın daha iyi ısıtılması sağlanmış olur.



Şekil 2.3: Kalıp plakası içine açılmış ısıtma kanalları

2.1.3.3. Dişi-Erkek Kalıp, Yükleme Odası ve Dalıcı İçine Açılmış Isıtıcı Kanalları

Kalıbın en iyi ısıtıldığı ısıtma kanalı sistemidir. Ancak her kalıp buna müsait değildir. Genellikle derinliği fazla olan kalıplar bu şekilde yapılmaktadır. Dişi ve erkek kalıp içine açılan kalıplarda işçilik ve maliyet artmaktadır.

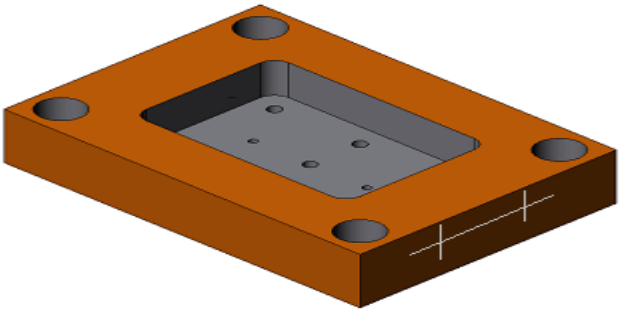
Resim 2.3: Isıtıcı kanalları

2.2. Isıtma Kanallarının Talaşlı Üretim Tezgâhlarından İşlenmesi

Transfer kalıplarında üretim ısı ve basınç altında gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle ısıtma sisteminin oluşturulması, sıkıştırma kalıplamada önem arz etmektedir. Isıtma kanallarının yapım resimlerinde belirtilen tolerans ve yüzey kalitesinde, uygun özelliklerde oluşturulması gerekmektedir.

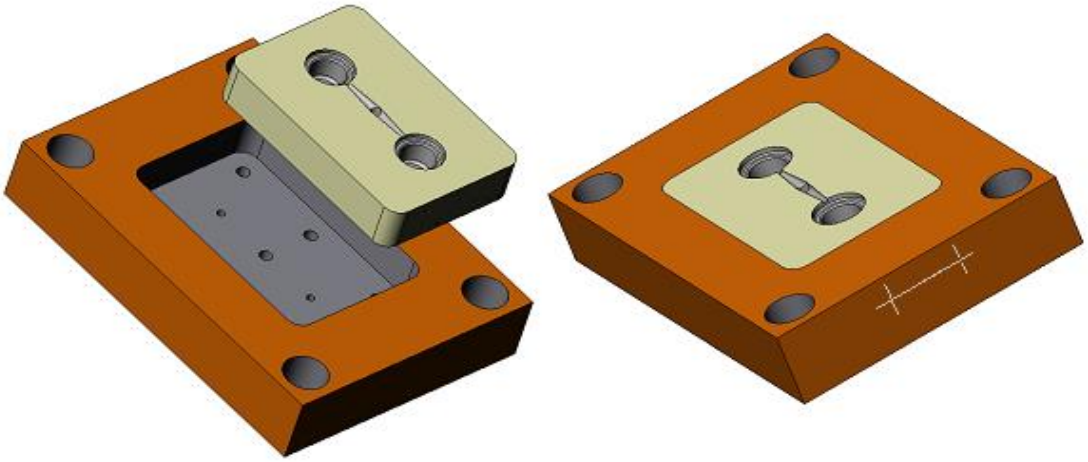
2.2.1. Isıtma Kanallarının Markalanması

Şekilde görülen dişi kalıp plakası, öncelikle yapım resminde belirtilen ısıtma kanalı ölçülerinde markalanarak delik merkezleri belirlenecektir. Dişi kalıp plakası markalama pleyti üzerine yerleştirilerek mihengir aracılığı ile ısıtma kanalları merkezi markalanır. Daha sonra matkabın ağızlaması için delik merkezlerine nokta vurulur (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Isıtma kanallarının markalanması

Dişi kalıp ve plakasına ısıtma kanalı beraber açılacaktır. Dişi kalıp, dişi kalıp plakasındaki havuza yerleştirilir ve cıvatalarla montajı yapılır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Dişi kalıbın, dişi kalıp plakasına yerleştirilmesi

2.2.2. İş Parçasının Makineye Bağlanması

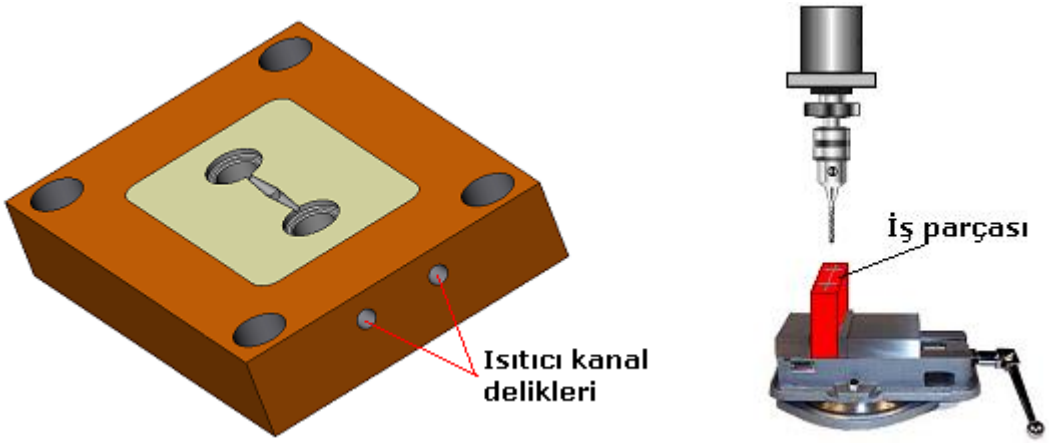
Isıtma kanalları markalanmış dişi kalıp plakası, dik işlem merkezli freze tezgâhının tablasına, tezgâh mengenesi veya uygun bağlama araçları ile bağlanır. Dişi kalıp plakasının, tezgâha olan paralelliği komparatörle kontrol edilerek, paralel bir şekilde bağlanması sağlanmalıdır.

Resim 2.4: iş parçasının bağlanması sırasında komparatörle kontrolü

2.2.3. Isıtma Kanallarının Takım Tezgâhlarında İşlenmesi

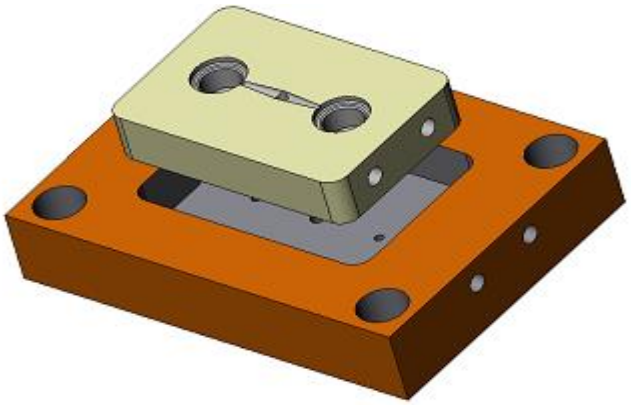
Isıtma kanallarının delinmesi sırasında matkabın merkezden kaçmasını önlemek için, punta matkabıyla ön delik delinmesi gerekmektedir. Bu nedenle tezgâha punta matkabı uygun şekilde bağlanır. Gerekli tezgâh ayarları yapılarak punta matkabı tam delik merkezi konumuna getirilir. Uygun devir sayısında ısıtıcı kanal merkezlerine punta deliği açılır.

Isıtıcı kanal delikleri uzun olduğu için özellikle son işlemde namlu matkap kullanılması gerekir. Namlu matkaptan önce daha kısa matkaplarla kademeli olarak delik büyütülür ve derinleştirilir. Daha sonra ısıtıcı kanal delikleri namlu matkabıyla yapım resminde belirtilen ölçüde delinerek işlem tamamlanır.



Şekil 2.6: Isıtıcı kanalların delinmesi

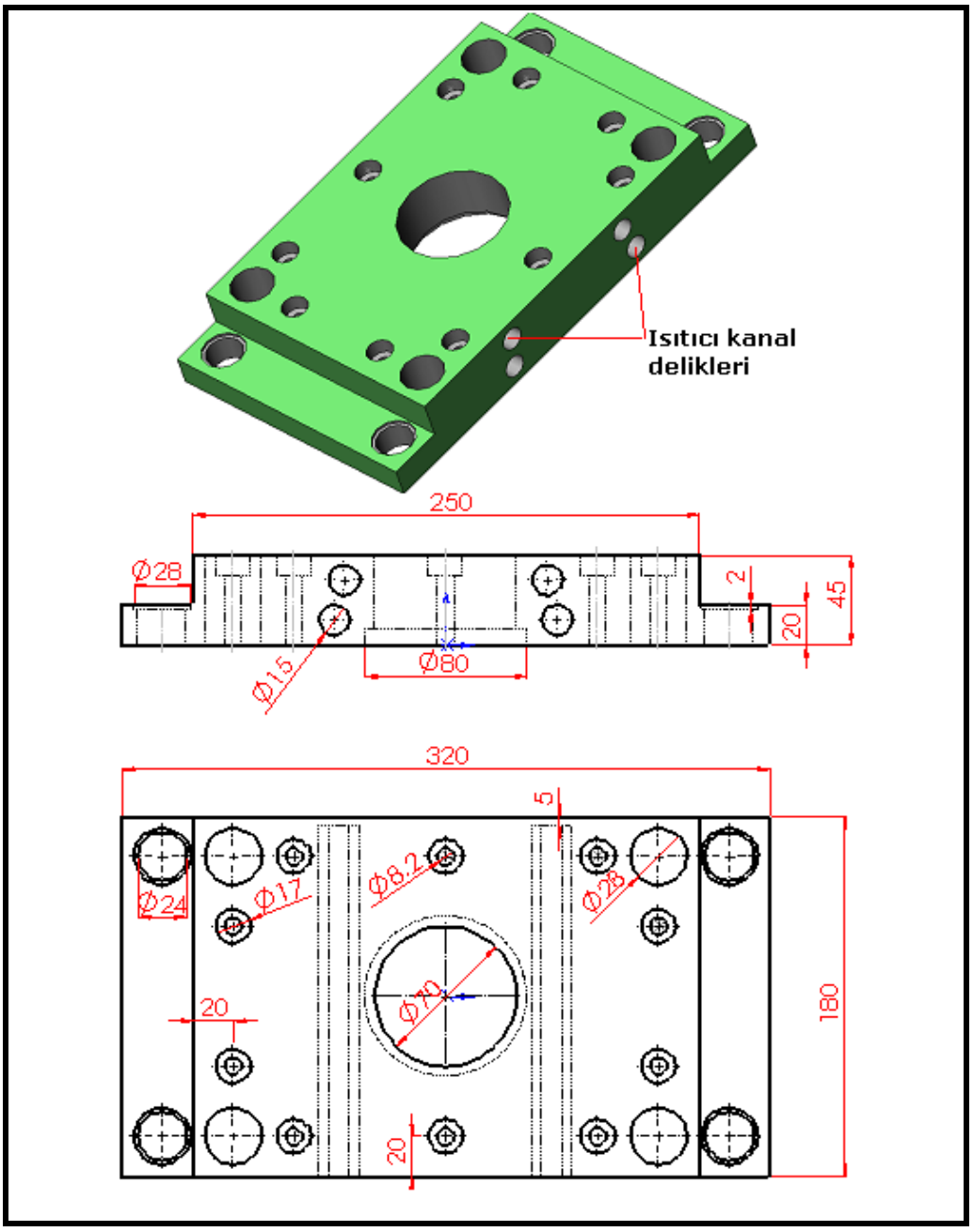
Böylece hem dişi kalıba hem de dişi kalıp plakasına ısıtıcı kanal delikleri uygun özelliklerde açılmış olur (Şekil 2.7).



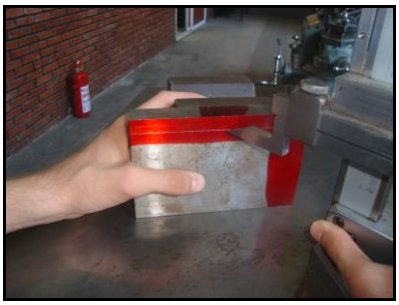
Şekil 2.7: Isıtıcı kanalları açılmış kalıp elemanları

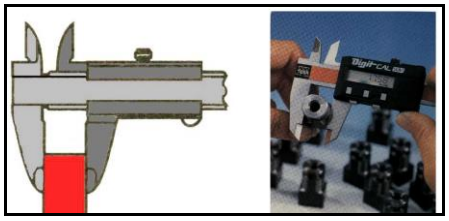
UYGULAMA FAALİYETİ

Erkek kalıp plakasına, takım tezgâhlarını kullanarak uygun özelliklerde ısıtma kanallarını açınız (Transfer Kalıpları-1 modülündeki yapım resimleri çizimlerinden yararlanınız) .



Şekil 2.8: Transfer kalıbı erkek kalıp plakası

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kalıp elemanlarını ısıtma kanallarını işlemeye uygun olarak markalayınız. 	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Uygun markalama aletlerini temin ediniz. ➢ Markalama kurallarına uygun bir şekilde ısıtma kanallarını iş parçası üzerine markalayınız. ➢ Çizgilerin net bir şekilde görünmesine özen gösteriniz. ➢ Delik merkezine matkabın iyi kavraması için nokta vurunuz.
➢ Kalıp elemanlarını işleme tezgâhına uygun biçimde bağlayınız. 	➢ Parçayı işlemek için kullanacağınız takım tezgâhındaki bağlama yöntemlerini araştırınız. Uygun bağlama yöntemini ve bağlama araçlarını belirleyiniz. ➢ Gerekiyorsa altlık kullanınız. ➢ İş parçasının makineye ve mengeneye paralelliğini ve dikliğini komparatör aracılığı ile kontrol ediniz. ➢ İş parçasının sağlam ve emniyetli olarak bağlandığından emin olunuz.
➢ Uygun işleme parametrelerini sağlayınız. 	➢ Kesici takımları makineye bağlayınız. ➢ Isıtma kanallarının işlenmesinde izlenecek işlem sırasını belirleyiniz. ➢ İş parçasının işlenmesinde kullanılacak makinenin gerekli ayarlamalarını (devir sayısı, ilerleme hızı vb.) yapınız. ➢ Kullanılacak makine NC veya CNC ise parametrelerini giriniz. ➢ Soğutma sıvısı kullanılacak ise seviyesini kontrol ediniz.
➢ Kalıp ısıtma kanallarını işleyiniz.	➢ Talaş sıçramasına karşı gözlük kullanınız. ➢ Delik merkezlerini öncelikle punta matkabıyla deliniz. ➢ Uygun talaş derinliği ve ilerleme veriniz. ➢ Markalama çizgilerini dikkate alınız. ➢ İstenilen yüzey kalitesini dikkate alarak

	kaba ve ince işleme yapınız. ➢ İş parçasını sık sık kontrol ediniz. ➢ Son işlemde yüzeyin, uygun yüzey kalitesinde olmasına dikkat ediniz.
➢ Parçaları kontrol ediniz. 	➢ Uygun ölçme ve kontrol aletlerini temin ediniz. ➢ Ölçme ve kontrol yapacağınız ortamın ısı ve ışık durumunun ölçme ve kontrole uygun olmalısına dikkat ediniz. ➢ İş parçasını yapım resminde belirtilen özelliklerde oluşturup oluşturmadığınızı, uygun ölçme kontrol aletleri ile kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamını hazırladınız mı?		
2. İş güvenliği ile ilgili tedbirlerini aldınız mı?		
3. Isıtma kanallarını işlemeye uygun olarak markaladınız mı?		
4. Uygun kesici takımları hazırladınız mı?		
5. İş parçasını kurallara uygun şekilde makineye bağladınız mı?		
6. Uygun bağlama yöntemini seçtiniz mi?		
7. İş parçasını sağlam ve emniyetli bir şekilde bağladınız mı?		
8. İş parçasının paralelliğini ve dikliğini komparatörle kontrol ettiniz mi?		
9. Kesici takımları makineye bağladınız mı?		
10. Uygun parametrelere göre makineyi ayarladınız mı?		
11. Parçayı işlerken uygun talaş derinliği ve ilerleme verdiniz mi?		
12. Parçayı işlerken markalama çizgilerini dikkate aldınız mı?		
13. İşleme durumuna göre kaba ve ince talaş kaldırma işlemi gerçekleştirdiniz mi?		
14. Son talaşı verirken uygun yüzey kalitesinde olmasına dikkat ettiniz mi?		
15. İş parçasını yapım resminde belirtilen özelliklerde oluşturup oluşturmadığınızı, uygun ölçme kontrol aletleri ile kontrol ettiniz mi?		
16. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
17. Süreyi iyi kullandınız mı? (6 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. Transfer kalıplamada iyi bir ısıtma neden gereklidir?
- **A)** Korozyonu önlemek için
- **B)** Kalıbın iyi kapanıp açılmasını sağlamak için
- **C)** Hatasız bir ürün elde etmek için
- **D)** Ürünün kalptan kolay çıkartılması için

2. Termoset malzemelerin kalıplanabilmesi için gerekli olan sıcaklık hangi değerler arasında olmalıdır?
- **A)** 130^0C ile 175^0C
- **B)** 120^0C ile 186^0C
- **C)** 110^0C ile 166^0C
- **D)** 190^0C ile 250^0C

3. Aşağıdakilerden hangisi transfer kalıplamada bir ısıtma yöntemi <u>değildir</u>?
- **A)** Sıcak akışkan ile ısıtma
- **B)** Elektrikle ısıtma
- **C)** Güneş enerjisi ile ısıtma
- **D)** Buharla ısıtma

4. Günümüzde transfer kalıpları daha çok hangi ısıtma yöntemi ile ısıtılmaktadır?
- **A)** Sıcak akışkan ile ısıtma
- **B)** Elektrikle ısıtma
- **C)** Güneş enerjisi ile ısıtma
- **D)** Buharla ısıtma

5. Aşağıdakilerden hangisi transfer kalıbı ısıtma kanalı sistemlerinden biri <u>değildir</u>?
- **A)** Dişi ve erkek kalıp plakaları yüzeyine açılmış ısıtma kanalları
- **B)** Dişi ve erkek kalıp plakaları içine açılmış ısıtma kanalları
- **C)** Dişi-erkek kalıp, yükleme odası içerisine açılmış ısıtıcı kanalları
- **D)** Püskürtme sistemi

6. Transfer kalıplamada en iyi ısıtmayı sağlayan ısıtma sistemi hangisidir?
- **A)** Dişi ve erkek kalıp plakaları yüzeyine açılmış ısıtma kanalları
- **B)** Dişi ve erkek kalıp plakaları içine açılmış ısıtma kanalları
- **C)** Dişi-erkek kalıp yükleme odası içerisine açılmış ısıtıcı kanalları
- **D)** Püskürtme sistemi

7. Transfer kalıplamada birden fazla rezistans kullanıldığında rezistanslar arası mesafe en az ne kadar olmalıdır?

A) Rezistans çapının yarısı kadar
B) Rezistans çapı kadar
C) Rezistans çapının iki katı kadar
D) Rezistans çapının üç katı kadar

8. Kalıpların ısıtılmasında ısıyı ölçen cihaz aşağıdakilerden hangisidir?

A) Termokupul
B) Barometre
C) Sensör
D) Rezistans

9. Kalıp elemanlarının işlenmek üzere makineye bağlanmasında paralelliğini ve dikliğini kontrol ettiğimiz cihaz aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kumpas
B) Mikrometre
C) Mastar
D) Komparatör

10. Kalıp elemanlarının merkez deliklerinin delinmesinde, deliğin tam merkezden delinmesi için kullanılan matkap aşağıdakilerden hangisidir?

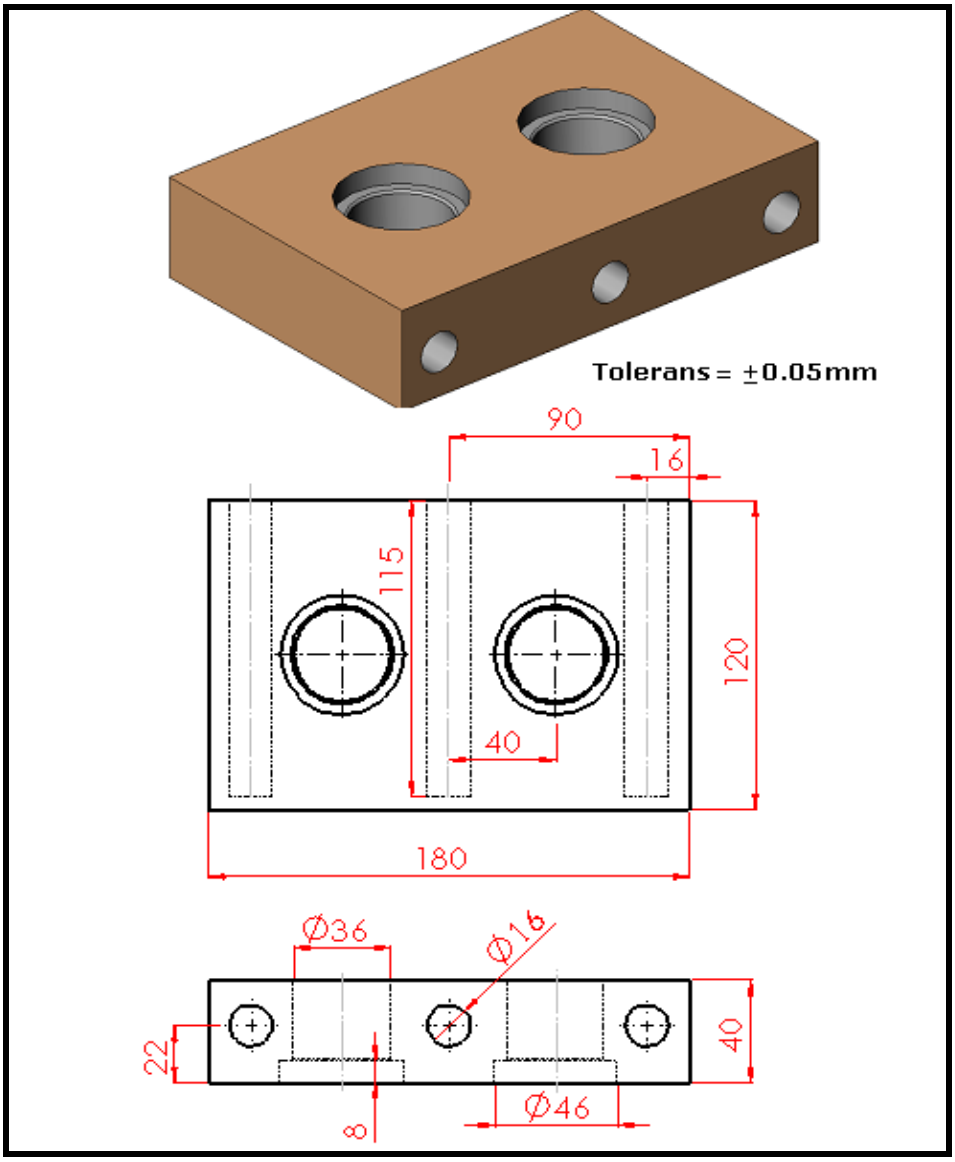
A) Punta matkabı
B) Havşa matkabı
C) Namlu matkabı
D) Konik saplı matkap

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

1- Aşağıda resmi verilen erkek kalıp plakasına (veya öğretmeninizin size vereceği iş parçasına) erkek kalıbın takılacağı boşlukları oluşturunuz.
2- Erkek kalıp plakasına, resimde belirtilen özelliklerde ısıtma kanalı deliklerini açınız.



Şekil 3.1 Erkek kalıp plakası

KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Erkek kalıbın takılacağı boşluğun oluşturulması		
1. Çalışma ortamını markalama için hazırladınız mı?		
2. İş güvenliği ile ilgili gerekli tedbirleri aldınız mı?		
3. İş parçasını kurallara uygun olarak markaladınız mı?		
4. Uygun bağlama aracını seçtiniz mi?		
5. İş parçasını emniyetli bir şekilde makineye bağladınız mı?		
6. İş parçasının paralelliğini ve dikliğini komparatörle kontrol ettiniz mi?		
7. Uygun kesici takımları makineye bağladınız mı?		
8. Uygun işlem parametrelerini belirlediniz mi?		
9. Parametre değerlerine göre makine ayarlarını yaptınız mı?		
10. İşleme durumuna göre kaba ve ince talaş kaldırma işlemini gerçekleştirdiniz mi?		
11. Parçayı işlerken markalama çizgilerini dikkate aldınız mı?		
12. İş parçasını, yapım resminde belirtilen özelliklerde işlediniz mi?		
13. İş parçasını yapım resminde belirtilen özelliklerde oluşturup oluşturmadığınızı, uygun ölçme kontrol aletleri ile kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Erkek kalıp plakası ısıtma kanallarının işlenmesi		
1. Isıtma kanallarını kurallarına uygun olarak markaladınız mı?		
2. İş parçasını sağlam ve emniyetli bir şekilde makineye bağladınız mı?		
3. İş parçasının paralelliğini ve dikliğini komparatörle kontrol ettiniz mi?		
4. Kesici takımları makineye bağladınız mı?		
5. Uygun parametrelere göre makineyi ayarladınız mı?		
6. Parçayı işlerken uygun talaş derinliği ve ilerleme verdiniz mi?		
7. Parçayı işlerken markalama çizgilerini dikkate aldınız mı?		
8. İşleme durumuna göre kaba ve ince talaş kaldırma işlemi gerçekleştirdiniz mi?		
9. İş parçasını yapım resminde belirtilen özelliklerde oluşturup oluşturmadığınızı, uygun ölçme kontrol aletleri ile kontrol ettiniz mi?		
10. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
11. Süreyi iyi kullandınız mı? (16 saat)		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninizle iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 ‘İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	A
5	C
6	C
7	D
8	B
9	C
10	A
11	D
12	B
13	A
14	C
15	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 ‘NİN CEVAP ANAHTARI

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

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Plastik, ambalaj, makine ve kalıp sektörünün aylık yayınlanan dergileri

KAYNAKÇA

- POYRAZOĞLU Oğuz, **Elektro erozyon Tekniği**, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları, Ankara, 1994.
- UZUN İbrahim, Yakup ERİŞKİN, **Hacim Kalıpçılığı**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1984.
- YELBEY İbrahim, Barış YELBEY**, Kalıp Konstrüksiyonu ve Kalıp Yapımı**, Irmak Ofset, Bursa, 2003.