

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**MAKİNE TEKNOLOJİSİ**

**KALIP MALZEMELERİ**

**Ankara, 2015**

- 
- 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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	2
1. MALZEME TEKNOLOJİSİ .....	2
1.1. Alaşım Elementlerinin Çelik Dokusuna Etkisi .....	3
1.2. Çeliklerin Isıl İşlemleri .....	6
1.2.1. Tavlama .....	7
1.2.2. Sertleştirme .....	8
1.2.3. Yüzey Sertleştirme İşlemleri .....	9
1.3. Çelik Çeşitleri .....	11
1.3.1. Genel İmalat Çelikleri.....	12
1.3.2. Sementasyon Çelikleri.....	13
1.3.3. Islah Çelikleri .....	14
1.3.4. Otomat Çelikleri .....	14
1.3.5. Nitritleme Çelikleri.....	14
1.3.6. Paslanmaz Çelikler .....	14
1.3.7. Yay Çelikleri.....	15
1.3.8. Takım Çelikleri.....	15
1.3.9. Çelik Tabloları:.....	18
UYGULAMA FAALİYETİ .....	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	51
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	52
2. DEMİR OLMAYAN MALZEMELER .....	52
2.1. Demir Olmayan Metaller .....	52
2.1.1. Demir Olmayan Metallerin Özellikleri, Gruplara Ayrılması ve İşaretlenmesi....	52
2.1.2. Demir Olmayan Ağır Metaller.....	54
2.1.3. Hafif Metaller .....	61
2.2. Sinter Malzemeler .....	65
2.2.1. Sinter-Kalıp Parçalarının Üretim Kademeleri .....	66
2.2.2. Sinter Dövmeler.....	68
2.3. Plastikler .....	69
2.3.1. Özellikleri ve Kullanılması.....	69
2.3.2. Kimyevi Terkibi ve Üretimi .....	70
2.3.3. Teknolojik Bölümlenme ve İç Yapı .....	72
2.3.4. Termoplastikler.....	72
2.3.5. Duroplastikler .....	76
2.3.6. Elastömerler.....	79
2.3.7. Plastiklere Şekil Verilmesi .....	80
2.3.8. Plastiklerin İşlenmesi.....	83
2.4. Birleşik (Karma, Kompozit) Malzemeler .....	87
2.4.1. İç Yapı .....	87
2.4.2. Elyafı Takviye Edilen Birleşik Malzemeler.....	88
2.4.3. CETP (Cam Elyafı Takviyeli Plastikler) İçin Üretim Metodu.....	90
2.4.4. Parçacıklarla Takviye Edilen Birleşik Malzeme .....	91
2.4.5. Birleşik Kaplama Malzemeleri .....	92
UYGULAMA FAALİYETİ .....	93

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	96
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	97
3. KALIPLARDA YÜZEY KAPLAMA İŞLEMLERİ .....	97
3.1. Kalıp Yüzeylerinin Parlatılması.....	97
3.1.1. Kalıp Yüzeylerinin Parlatılmasının Tanımı ve Önemi .....	99
3.1.2. Kalıp Parlatma Makine ve El Aletleri.....	101
3.1.3. Kalıp Parlatmada, Tesviye Aşaması ve Kullanılan Malzemeler .....	104
3.1.4. Kalıp Parlatma Aşaması ve Kullanılan Malzemeler .....	108
3.2. Kalıp Yüzeylerinin Kaplanması.....	111
3.2.1. Kalıpların Kaplanmasının Tanımı ve Önemi .....	112
3.2.2. Kaplama Kuralları .....	113
3.2.3. Kaplama Özellikleri.....	115
3.2.4. Tavsiye edilen Kaplama Kalınlıkları .....	115
3.2.5. Endüstriyel Kaplama Çeşitleri.....	116
UYGULAMA FAALİYETİ .....	122
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	125
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	128
CEVAP ANAHTARLARI.....	130
KAYNAKÇA .....	132

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Makine Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Endüstriyel Kalıp</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Kalıp Malzemeleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Kalıp imalatında kullanılan metal ve metal olmayan malzemeleri seçme, kalıp parlatma işlemleri yapabilme ve kaplama tekniğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	10. Sınıf alan ortak modüllerini almış olmak.
<b>YETERLİK</b>	Kalıp imalatında kullanılan metal ve metal olmayan malzemeleri seçmek.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Kalıp parçalarına uygun malzeme seçebileceksiniz. Kalıp yüzey işlemlerini yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Kalıp imalatında kullanılacak metal malzemeleri seçebileceksiniz.</li><li>2. Kalıp özelliklerine göre metal olmayan malzemeleri seçebilecek ve kullanabileceksiniz.</li><li>3. Kalıp yüzey işlemlerini yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf ortamı, bilgisayar laboratuvarı kalıp atölyesi <b>Donanım:</b> Ders kitapları, imalat tezgâhları, el takım araç ve gereçleri, malzeme katalogları, çeşitli malzemeler, ısıl işlem takımları v.b. görsel malzemelerdir.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümelerinin temelini sanayileşme oluşturmaktadır. Makine, takım ve kalıp sanayindeki gelişmeler de her geçen gün rekabeti ve üretimdeki kaliteyi artırmaktadır.

Kalıpcılık endüstriyel üretim alanlarının vazgeçilmez seri üretim yöntemidir. Bu modülde kalıp imalatında kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler verilmiştir. İyi bir kalıpcı veya kalıp tasarımcısı olabilmek için öncelikle bu alana ilgi, matematik zekâ ve araştırmacı yapıya sahip olmak gerekir.

Etrafımıza inceleyerek baktığımızda evlerdeki beyaz eşyalardan otomobil parçalarına kadar pek çok şeyin değişik kalıplar ile üretildiğini görmekteyiz. Endüstriyel alanlarda başarılı olmanın yolunun kaliteli, ekonomik ve kısa zamanda istenen üretimi yapabilmekten geçtiğini unutmamalıyız.

Kalıp tasarımı ve imalatı kadar, kalıp imalatında kullanacağınız malzemeyi tanımak ve seçmek de çok önemlidir. Kalıpcılık zaman içerisinde öğrenilen bilgi ve uygulamaların birikimiyle uzmanlaşılacak meslek olup, sabır ve azmi gerektirir.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Kalıp imalatında kullanacağınız malzemeyi tanıyacak, seçecek ve imalat sırasında karşılaşılabilecek olumsuzluklara çözüm üretebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kalıplarla yapılan üretim çeşitlerini araştırınız.
- Kalıp imalatında kullanılan metal malzemeleri araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek sunum hazırlayınız
- Bilgilerinizi arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 1. MALZEME TEKNOLOJİSİ

**Desoksidasyon:**Çelik ergiyine ferro-silisyum veya alüminyum katma işlemidir.

**Stabil:**Dayanıklı,sağlam

**Tufal:** Çelik üretiminde sürekli döküm makinesinde kalıp çıkışından başlayarak önce çelik kütüğün , yüksek sıcaklıkta hava ile temas ettiği tüm sürelerde, ardından haddeleme öncesi tav fırınlarında deformasyon sıcaklığına getirilme aşamalarında veya çeliğin tüm yüksek sıcaklık altında yapılan işlemlerinde çelik yüzeyinde oksitlenme sonucunda oluşan ince demir oksit tabakasına tufal denmektedir.

**Çentik:** Parça üzerinde üç boyutlu gerilmeyi oluşturmak için numunenin üzerine açılan iz (kesit daraltması).

**Süneklik:**Kopmaksızın bozunum yoluyla, sürekli biçim değişmesine uğrayabilme özelliğidir.

Makine parçalarının kullandıkları yerlerde kendilerinden beklenen vazifeleri yeterince yapabilmeleri ve istenilen süreden önce bozulmamaları için, imalatlarında kullanılan malzemelerin doğru seçilmesi önemlidir. Bu bakımdan malzemeleri iyi tanımak gerekir. Malzeme seçiminde parçanın yapacağı işlem açık ve net olarak tarif edilmeli ve buna göre malzeme hakkındaki istekler (özellikler) sıralanmalıdır.

Bütün önemli noktaları gözden geçirildikten sonra bir iş parçası için, istenilen görevleri ve teknik şartları en iyi şekilde yerine getiren, üretim ve malzeme fiyatı en ucuz olan ve kullandıktan sonra çevreye mümkün olduğu kadar fazla zarar vermeyen malzeme seçilir.



**Resim 1.1.Metal malzemelerden imal edilmiş çeşitli iş parçaları ve bir kalıp seti**

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malzeme dokusundan (bileşiminden) dolayı mesela ağırlığından ergime sıcaklığından veya elektriği iletme özelliğinden dolayı bu iş için uygun mudur?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malzemenin mesela özgül ağırlığı, ergime sıcaklığı ve elektrik iletim özelliği, gibi fizikiözellikleri bu soruyacevap verir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malzeme,iş parçası üzerine etki eden</li> <li>➤ kuvvetlere dayanabilir mi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dayanım, sertlik gibi mekanik teknolojik</li> <li>➤ özellikleri bunu cevaplandırır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hangi üretim yöntemi ile iş parçası en ucuza üretilir?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bu konuda, işlenebilirlik ve talaş kaldınabilirlilikgibi üretim teknolojisine dair özelliklerbilgi verir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İş parçasının malzemesi, öngörülen kullanım</li> <li>➤ amacı ortamındaki maddelerden veyayükseksıcaklıktan olumsuz yönde etkilenir mi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bu metaller, korozyon şartları ve yanmayakarşı dayanıklılık gibi kimyevi teknolojiközelliklere göre tanımlanır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malzeme kullanıldıktan sonra çevreye zararvermemesi bakımından ağır yük getiriyor mu?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bunun için çevreye zarar verici etkisi ağırbasar; mesela iş parçası ergitilmeksuretiyle tekrar işlenmelidir.</li> </ul>

**Tablo 1.1.Malzeme seçiminde sorular ve aranan cevaplar**

## 1.1. Alaşım Elementlerinin Çelik Dokusuna Etkisi

- **Karbon:** Çelikte başlıca sertleştirici etkisi olan element, karbondur. Karbon miktandaki her artış, çeliğin sıcak hadde mamulü veya normalize edilmiş halindeki sertlik ve çekme direncini artırır. Fakat esnekliğini, dövülme, kaynak edilme ve kesilme özelliğini zayıflatır.
- **Mangan:** Mangan, çeliğin direncini geliştirir, esnekliğini az miktarda zayıflatır. Dövme ve kaynak edilme özelliğine olumlu etkide bulunur. Manganın, sertlik ve direnci artıran özelliği, karbon miktarına bağlıdır. Manganın yüksek karbonlu çeliklerdeki etkisi, düşük karbonlu çeliklere oranla daha fazladır.



Mangan su verme derinliğini artırır, paslanmaya (korozyona) olan direncini geliştirir.

- **Silisyum:** Silisyum, mangan gibi bütün çeliklerde bulunan bir elementtir. Silisyumlu çelikler deyimi, bileşiminde % 0,40 dan fazla silisyum olan çelikler için kullanılır. Silisyum, çelik dökümlerde mekanik direnci ve özgül ağırlığı artırır. Çelikte silisyum bulunması, esnekliği eksi yönden etkilerse de her % 1 artış için çekme dayanımı 10 kg/mm<sup>2</sup>, akma sınırını da benzer bir oranda artırır. % 14 arasında silisyum bulunan çelikler, kimyasal reaksiyonlara karşı dayanıklı olduklarından, bu durumdaki çelikler dövülemezler.
- **Fosfor:** Genel olarak çelikteki fosfor zararlı olarak bilinir. Yüksek kaliteli çeliklerde fosfor % si en çok 0,030 – 0,050 olarak tutulur.
- **Kükürt:** Çeliğin işlenebilme özelliğinin artırılması söz konusu olmadığı hallerde, fosfor gibi istenmeyen yabancı maddeler olarak kabul edilen bir elementtir. Normal olarak müsaade edilen miktar en çok % 0,025 - 0,050 arasında sınırlandırılır. Sonuç olarak kükürt çeliği kırılgan yapar ve haddelenmesini güçleştirir.
- **Krom:** Krom, çeliğin dayanma özelliğini artıran fakat buna karşılık, esnekliğini çok az bir derecedekadar eksi yönden etkileyen bir alaşım elementidir. Krom, çeliğin sıcağa direncini artırır. Tufalyapmayı önler. İçinde yüksek oranda krom bulunması; çeliğin paslanmaya ve aşınmaya karşı dayanmasını artırır. Krom, en dayanıklı karbürü meydana getirir. Çelikte her % 1 oranındaki krom yüzdesi artışına karşılık, çekme direncinde yaklaşık olarak 8 - 10 kg/mm<sup>2</sup> lik artış görülür. Aynı oran içinde olmamakla beraber, akma sınırı yükselirse de çentik direnci düşer.
- **Nikel:** Nikel, çeliğin direncini silisyum ve mangana kıyasla daha az artırır. Çelikte, nikel, özellikle kromla birlikte bulunduğu zaman, sertliğin derinliklere inmesini sağlar. Krom nikelli çelikler paslanmaz, tufallanmaya ve ısıya dayanıklıdır. Özellikle düşük sıcaklıklarda, makina imalat çeliklerinin çentik direncini artırır. Nikel, ıslah ve sementasyon çeliklerinin direncini artırdığı gibi, ostenitik çelikler, paslanmayı ve tufallanmaya dayanıklı çelikler için, uygun bir alaşım elementidir.
- **Molibden:** Molibden, çeliğin çekme dayanımını özellikle ısıya dayanıklılığı ile kaynak edilme özelliğini artırır. Yüksek molibdenli çeliklerin dövülmesi güçtür molibden, kromla birlikte daha çok kullanılır. Molibdenin etkisi volframa benzer. Alaşımli çeliklerde molibden; krom nikelle birlikte kullanıldığında, akma ve çekme direnci değerlerini yükseltir. Molibden kuvvetli karbür meydana getirdiğinden, hava ve sıcak iş çeliklerinde, ostenitik pasaya dayanıklı çeliklerde, sementasyon, ıslah çelikleriyle ısıya dayanıklı çeliklerin imalatında kullanılır.

- **Vanadyum:** Vanadyum, çok düşük miktarlarda dahi kullanıldığında çeliğin sıcağa direncini artırır. Vanadyum, alaşımlı makine imalat çelikleri tane imalatlarının ince olması ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi için kullanılır. Aynı zamanda çelik kesici uçlarının, daha uzun zaman keskin kalmasını sağlar. Genellikle, alaşımlı makine imal çeliklerinde bulunan vanadyum miktar % 0,03 - 0,25 arasında değişir. Karbür yapmaya karşı kuvvetli bir eğilimi vardır. Çeliğin çekme dayanımı ve akma sınırı değerlerini artırır. Makine imal ve sıcak iş çeliklerinde daha ziyade vanadyum krom, hava ve ıslah çeliklerinde volframla birlikte kullanılır.
- **Wolfram:** Wolfram, çeliğin direncini artıran bir alaşım elementidir. Takım çeliklerinde, kesici kenarlar sertliğinin, kullanma ömrünün artmasını ve yüksek ısıya dayanmasını sağlar. Bu yönden hava çeliklerinde, takım çeliklerinde ve ıslah çeliklerinde, alaşım elementi olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Wolframın bulunması çelikte belirli yüzdelere kadar kaynak edilebilme özelliğini geliştirici etkiler yapar. Çeliğe ilave edilecek her wolfram yüzdesi, çekme direncini ve akma sınırını 4 kg/mm<sup>2</sup>'ye kadar artırır. Wolframın karbür meydana getirmeye karşı kuvvetli bir eğilimi olup, yüksek çalışma sıcaklığında, çeliğin menevişlenip sertliğini kaybetmemesini sağladığından, sıcağa dayanıklılıkların imalinde tercih edilir.

Elemanlar	Artırır	Düşürür	Örnek
<b>Metaller</b>			
Alüminyum Al	Pullanmaya dayanıklı, azottan etkilenir.	-	<b>34 CrAlMo5</b> :Çelik üretiminde desoksidasyon maddesi
Krom Cr	Çekme mukavemeti,sertlik, ısıya dayanıklılık, aşınmaya dayanıklılık korozyona dayanıklılık	Uzama genişmesi (az ölçüde)	<b>X 5 CrNi 18 10</b> : Paslanmaz çelik
Kobald Co	Sert keskinlik dayanıklılığı, ısıya dayanıklılık	Yükseksıcaklıklarda tane büyümesi	<b>S10- 4 - 10</b> : örneğin; tornakalemi için % 10 kobaltlı yüksek hız çeliği
Mangan Mn	Çekme mukavemeti, tüm olarak sertleşebilirlik, özlülük. (Mn az olduğunda)	Talaş kaldırılabilirlik, soğuk şekil verilebilirlik, kırdökümde grafit ayrılması	<b>28 Mn 6</b> : ıslah çeliği, örneğin dövme parçaları için
Molibden Mo	Çekme mukavemeti, ısı mukavemeti, keskinlik dayanıklılığı, tüm olarak sertleşebilirlik	Meneviş gevrekliği dövülebilirlik (Mo-payı yüksek olduğunda)	<b>56 Ni CrMoV 7</b> : Sıcak iş çeliği. Örneğin hatlı presleme malafası
Nikel Ni	Mukavemet, özlülük, tüm olarak sertleşebilirlik, korozyon dayanıklılığı	Isıl genişleme	<b>GGG-NiCr 30 3</b> : Küresel grafitli austenitik dökmedemir.
Vanadyum Va	Daimi mukavemet, sertlik, ısı mukavemeti	Aşırı ısınmaya karşı dayanıklılık	<b>15 Cr V 3</b> : Takım çeliği, örneğin kılavuz için

Volfram W	Çekme mukavemeti sertlik, Isı mukavemeti keskinlik dayanıklılığı	Uzama genişmesi (Kütle az olduğunda) Talaş kaldırabilirlik	<b>S 6-5-2</b> : % 6 W'lu yüksek hız çeliği, örneğin boşaltma tığları(broş takımları) için
<b>Metal olmayanlar</b>			
Karbon C	Mukavemet ve sertlik(Maksimum C = %0,9 'da) sertleşebilirlik	Ergime noktası, uzama, ergime ve dövülebilirlik	<b>C 60 W</b> : Rm = 800 N/mm <sup>2</sup> liklslah çeliği
Hidrojen H2	Gevrekleşme sebebiyle yaşlanma, çekme mukavemeti	Çentik tesiri özlülüğü	Çelik üretimi esnasında uzaklaştırılır.Örneğin Vakum işlemi suretiyle
Azot N2	Gevrekleşme	Yaşlanma dayanıklılığı, derin çekme yeteneği	-
Fosfor F	Çekme mukavemeti , ısı mukavemeti korozyon direnci	Çentik darbe mukavemeti, kaynak edilebilirlik	Çelik döküm ve demir erğiüklerini inceltir. (Akıcı yapar)
Kükürt S	Talaş kaldırabilirlik	Çentik darbe mukavemeti, kaynak edilebilirlik	<b>10 SPb 20</b> : otomat çeliği
Silisyum Si	Çekme mukavemeti ,uzama sınırı, korozyon direnci	Kopma uzamasıçentik darbe özlülüğü, derin çekme yeteneği, kaynak edilebilirlik, talaş kaldınlabilirlik	<b>67 SiCr 7</b> : Rm = 1600 N/mm <sup>2</sup> 'likbir çekme mukavemeti olan yay çeliği

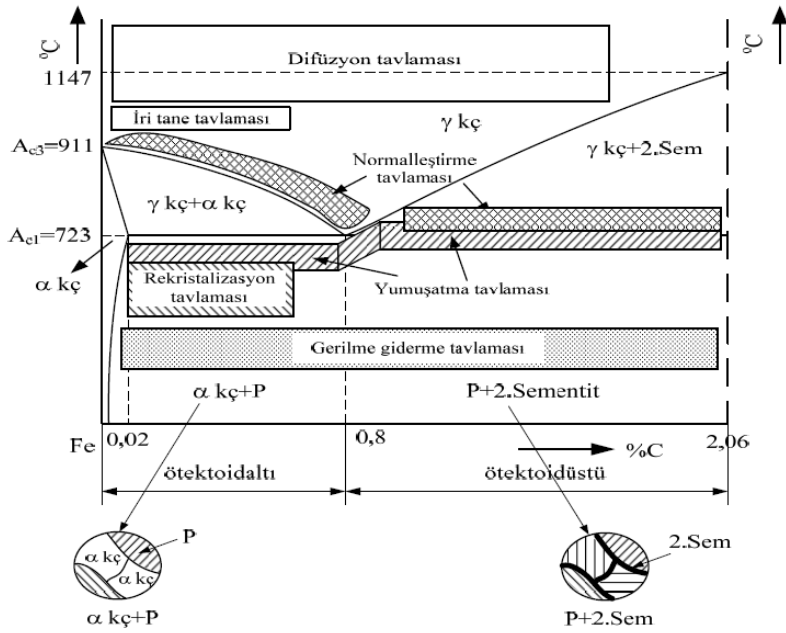
**Tablo 1.2.Çelikler ve demir-döküm malzemelerde alaşımli ve yardımcı elemanların etkileri**

## 1.2. Çeliklerin Isıl İşlemleri

Isıl işlem; katı haldeki metal ve alaşımlarına kimyasal bileşimlerine göre belirli özellikler kazandırmak için uygulanan bir veya daha çok sayıda ısıtma (tavlama) ve soğutma işlemleridir.

Çelik malzemenin dokusu; içindeki karbon ve diğer maddelerin oranı, bulunuş şekli, çeliğin elde edilme yöntemi, malzemenin çalışacağı yerdeki yapacağı göreve göre özellik kazandırılması gerekir. Bu özellikleri, şöyle sıralanabilir:

- Çelik malzeme elde edildikten sonra, elde etme esnasında meydana gelen iç gerginlikleri giderme,
- Sertlik kazandırma ve yumuşatma,
- Dayanım artırma,
- İşlenebilirlik,
- Soğuk veya sıcak dövme işçiliğine elverişlilik,
- Darbelere ve dış etkilere karşı direnç,
- Çalıştığı ortama uyum,
- Kimyasal olaylardan etkilenmeme,
- Elektrik ve manyetik özellikler kazandırma,



Şekil 1.1. Fe- C diyagramında çeliğin tavlama bölümleri

Bu özellikleri kazandırmak için çeliklere ısı işlemler uygulanır. Isıl işlem kısaca malzemenin kristal dokusunun değiştirilme işlemidir.

## 1.2.1. Tavlama

Çeliklerin iç gerginliklerini, sıcak ve soğuk işleme sonrasında oluşan imalat bozukluklarını, sertleştirme işleminden sonra oluşan çarpılmaları, sert dokuda olanların kolay işlenebilmesi için yumuşatılması gibi özellikleri sağlayabilmek için belirli bir özellikte uygulanan ısıtma soğutma işlemine “**tavlama**” denir.

### 1.2.1.1. Yumuşatma Tavlaması

Yumuşatma tavi çeliğe, ulaşabileceği en yüksek yumuşaklığa erdirmek için yani düşük dayanım ve sertlikte yüksek uzama gösterebilecek hâle getirmek amacı ile uygulanır. Çelik türlerinde soğuk biçimlendirmeyi, orta ve özellikle yüksek karbonlu çeliklerde ise talaş kaldırma kolaylığı sağlamak için yumuşatma tavi uygulanır.

### 1.2.1.2. Gerilim Giderme Tavlaması

Sertleştirme sırasında oluşan martenzit imalat birçok uygulama için fazlasıyla sert ve gevrek olup darbe direnci ve işlenebilirliği çok düşüktür. Aynı zamanda, hızlı soğuma sonucu, su verme işleminden sonra parçada yüksek gerilimler oluşur. Bu sebeple, hem parçanın gevrekliğini gidererek tok bir malzeme elde etmek hem de iç gerilimleri azaltmak amacıyla menevişleme denilen ısı işlem uygulanır.

Islah etme daha çok imalat çeliklerine uygulanan önce bir sertleştirme, arkasından da yüksek sıcaklıkta menevişleme (450-650 C°) işlemlerinin bütünüdür. İşlemin amacı yüksek sünekliktir. Menevişleme ile arasındaki fark, işlemlerin yapıldığı sıcaklıktır.

### 1.2.1.3. Kristalleştirme Tavlaması

Soğuk şekil verme sonucunda sertleşen malzemenin özelliklerini(örneğin yüksek dayanım, düşük süneklik ve tokluk gibi) başlangıç durumuna getirmek amacıyla yapılır. Tavlama sıcaklığı 600-700°C'dir. Yaklaşık bir saatlik sürede gerçekleşir. Bu tavlamanın uygulanabilmesi için malzemenin en az %10 oranında soğuk şekillendirilmiş olması gerekir. Böylece metalik malzemenin, katı halde bozulmadan yeniden kristalleşmesi sağlanır ve soğuk şekillendirme sonucunda oluşan, sertleşme giderilerek malzemeye daha sonraki soğuk şekillendirme işlemleri için gerekli olan süneklik kazandırılır.

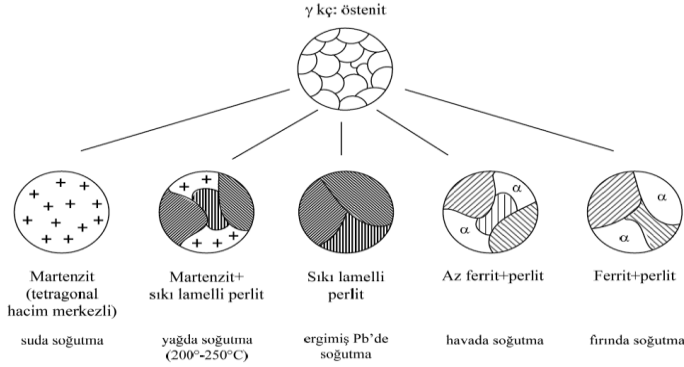
### 1.2.1.4. Normalleştirme Tavlaması

Dövülmüş, haddelenmiş, dökülmüş, çekilmiş ve kaynak edilmiş iş parçalarının kaynak bölgesinin çevresi, yüksek sıcaklıktan etkilenerek iri tane dokusuna bürünür. Yüksek sıcaklıkta bekletmede iri taneli dokunun oluşmasına sebep olur. İri taneli çelik dokusunun, şekil değiştirmeden kopmaya karşı eğilimi vardır. Bu sebeplerden ötürü, biçimlendirilmeden önce, ince taneli dokulu çeliklerin, biçimlendirme sonrası eski hâllerine dönmeleri istenir.

Çelik, dışı ve içi arasında sıcaklık farkı olmayacak şekilde 600° C sıcaklığa kadar ısıtılır. Yalnız, ısıtılmanın hızlı olmaması gerekir. Yavaş ısıtma için tav fırınlarından yararlanır. Şayet hızlı ısıtma uygulanırsa düzensiz ısıl genişleme nedeni ile çatlama tehlikesi doğabilir. Normalleştirme tavı genellikle orta ve düşük karbonlu çeliklere, çeşitli biçimlendirme işlemlerinden sonra imalat bozukluklarını düzenlemek ve çekme dayanımını artırmak için yapılır.

## 1.2.2. Sertleştirme

Sertleştirilmiş çeliklerin mümkün olan en yüksek sertlik derecesine ve aşınma dayanımına sahip olmaları istenir. Bu arada soğuk şekil değiştirme yetenekleri kaybolur ve süneklik çok düşer. Kristal imalatlarının kaymaya karşı gösterdiği direnç, beraberinde sertlik denilen yapıyı getirir. Bir bakıma **sertleştirme**; çeliklerin daha önceden belirlenmiş sertleştirme sıcaklıklarına kadar tavlınması, bunun ardından soğutulması ve son olarak da sert dokunun istenilen düzeyde sünek hâle getirilmesi şeklinde yapılır.



**Şekil 1.2. Östenitin soğuma hızına bağlı olarak yaptığı dönüşümler**

### 1.2.2.1. Suda Sertleştirme

Austenit dokusu 1000- 1200°C sıcaklık bölgesine kadar ısıtılan çelik parça, Austenit dokusu, bozulmaya zaman bulamayacak şekilde hızla soğutularak çeliğin sertleştirme işlemi yapılır. Parçanın tamamı suyun içine girecek şekilde hemen su tankına sokulur. Suyun serin kısımlarından daha fazla yararlanmak için çelik parça su tankı içinde sekiz çizdirilerek gezdirilir ve sertleştirme işlemi gerçekleştirilir.

### 1.2.2.2. Yağda Sertleştirme

Yağda sertleştirme işleminde alevlenme sıcaklığı çok yüksek olan madenî yağlar kullanılır. Yağın sudan farkı daha yavaş soğutmasıdır. Bu durum bazı çeliklerin dokusuna daha uygundur (düşük alaşımli çelikler gibi). Çeliğin yavaş soğutulması, iç gerilmelerin yani çarpılmanın az olmasını sağlar.

### 1.2.2.3. Havada Sertleştirme

Yüksek alaşımli çelikler havada yavaş soğutularak sertleştirilir. Havada sertleştirilen çelikler merkez çekirdeğine kadar aynı derecede sertleşir. Bu özelliğinden dolayı bilhassa kesici takımlar havada sertleştirilir.

## 1.2.3. Yüzey Sertleştirme İşlemleri

Yüzey sertleştirme işlemleri, yüzeyde sert ve aşınmaya dayanıklı, iç dokuda ise yumuşak ve tok özelliklerin istendiği, değişken ve darbeli zorlanmalara karşı dayanıklı parçalar elde etmek için uygulanan ısıl işlemlerdir. Yüzey sertleştirme işlemleri genellikle karbon oranı çok az olan çeliklere uygulanır. Dişli çarklar, rulmanlı yataklar, miller ve pistonlar gibi birçok bitmiş iş parçası bu işlemlere tabi tutulur.

### 1.2.3.1. Sementasyon

Sementasyon işlemi genelde düşük karbonlu çelikler için kullanılır. Bunlar sünek fakat sertleştirilemez karakterdedir. Sertleştirme esnasında hemen hemen hiç sertleşmezler. Ancak akma sınırlarının yüksekliği sebebiyle kolaylıkla şekillendirilebilirler. Yüzey kısımlarının karbon miktarının %0,80 olması böylece sertleşebilir hâle gelmesi için (difüzyon yoluyla) önce karbon emdirilir.

Sementasyon işlemi buna göre iki aşamada yapılır:

1. Karbürizasyon (yüzeye difüzyon yoluyla karbon emdirme),
2. Sertleştirme işlemi,

Çeliğin dış yüzeyinden karbon emebilmesi için gerekli olan sıcaklık 900 °C'dir. Bu sıcaklıkta çelik % 1'den fazla karbon emebilir. Karbon miktarına bağlı olarak karbon atomları yüzey dokusuna ve daha içlere doğru girer. Sıcaklık ne kadar yükselirse bu difüzyon olayı o kadar çabuk oluşur.

Sementasyon yüzeyin dokusunu değiştirmede kullanılan maddenin cinsine göre adlandırılır:

- Katı sementasyon,
- Sıvı sementasyon,
- Gaz sementasyonu.

### 1.2.3.2. İndüksiyonla Yüzey Sertleştirme

Yüksek frekans üretebilen devreden alınan alternatif akım yük sargısından geçer ve ısıtılacak parçanın yüzeyinde, endüksiyon akımı meydana getirir. Endüksiyon akımını ileten ekipmanın, ısıtılacak yüzeyi sıkıca sarması, ısıtma işleminin sağlıklı olmasının ilk şartıdır.

Uygulanan frekanslar 10 ile 10000 kHz değerleri arasındadır. İş parçasının bu akımın geçmesine karşı gösterdiği direnç, parçanın ısınmasına sebep olur. Isıtma derinliğinin tayini, kullanılan frekans ile enerji miktarı ve enerji verilmesi sırasında geçen süreye bağlıdır.

İçerisinde % 0,35 ile 0,60 oranında karbon bulunan, orta karbonlu çelikler, bu yöntemle yüzey sertleştirmeye tabi tutulur.

### 1.2.3.3. Nitrürasyon

Nitrürasyon, genellikle katı çelik olan krom-alüminyum, krom-molibden-vanadyumlu düşük alaşımlı çeliklere uygulanır. Bu yöntemde çelik, sıcaklığı 500-550 °C olan fırında amonyak gazı ortamında bekletilmesi sonucunda veya aynı sıcaklıklarda azot veren tuz banyosu içine konularak yüzeyde ince ve çok sert bir tabaka oluşur.

Nitrürasyon işleminin en büyük avantajı, işlem sonrasında parçanın tekrar tavlama sertleştirilmesine gerek olmamasıdır. Çünkü işlem sonrası elde edilen sertlik değeri yeterlidir. Bu yöntemle elde edilen sertlik değerini başka bir yöntemle elde etmek mümkün değildir.

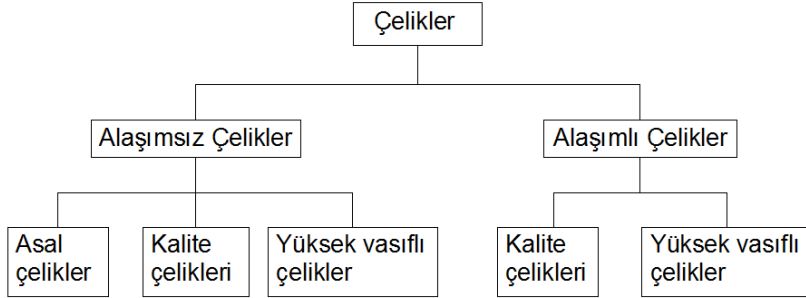
Nitrürasyon yönteminin yukarıdaki birçok üstünlüğünün yanında nitrürasyon çok zaman alıcı bir metottur. 0,35 mm nitrür tabakası elde etmek için parçayı fırında ve amonyak gazı içinde yaklaşık 20 saat kadar bekletmek gerekir.

### 1.3. Çelik Çeşitleri

Çelikler, kendi birleşimlerine göre alaşımsız ve alaşımlı çelikler olarak sınıflandırılır. Kullanım özelliklerine göre temel, kalite ve yüksek vasıflı çelikler, (Şekil 1.3) ve kendi uygulama tarzına göre ise imalat çelikleri ve takım çelikleri olarak sınıflandırılabilir.

#### ➤ Birleşim ve Kullanım Özelliklerine Göre Gruplandırma

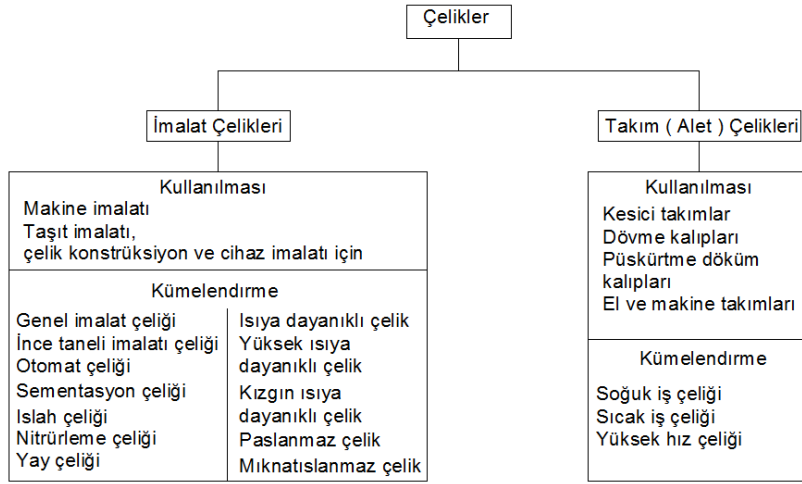
- 1. Alaşımsız kalite çelikler:** Isıl işlem görebilir ve özel kullanım özelliklerine sahiptir. Alaşımsız yapı çelikleri olarak mesela, kenar kıvrırma (abkant) ve soğuk profil çekme için genel imalat çelikleri, alaşımsız çubuk çelik, derin çekme için saclar ve otomat çelikleri sayılabilir.
- 2. Alaşımsız yüksek vasıflı çelikler:** Özellikle saf olarak üretilen ve ısıl işlem sonrası kalite çelikleri gibi aynı değerlere sahip olan çelik cinsleridir. Bu çelikler, ıslah etme ve yüzey sertleştirme için elverişlidir.
- 3. Alaşımlı kalite çelikler:** Yaylar için Silisyum – Manganolü çelikler kaynak edilebilir ince taneli imalat çelikleridir. Alaşımlı kalite çelikleri ısıl işlem için uygun değildir.
- 4. Alaşımlı yüksek vasıflı çelikler:** İnce taneli imalat çeliklerinin dışında, bir ısıl işlem için öngörölmüştür.



Şekil 1.3. Çeliklerin birleşimlerine göre kümelenmesi

- #### ➤ Uygulama tarzına göre gruplandırma:
- El ve makine takımları, kesici takımlar, dökme, püskürtme kalıpları ve dövme kalıpları  **takım çeliklerinden**  üretilmekle beraber imalat çelikleri makinelerin, taşıtların, cihazların, sanayi tesislerinin, gemi ve tankların imalatında kullanılır (Şekil 1.4).





**Şekil 1.4. Çeliklerin kullanıma özelliklerine göre sınıflandırılması**

**İmalat çelikleri:** İmalat çelikleri kullanma amacına göre çeşitli taleplerin karşılanmasına elverişlidir.

- Mekanik özellikler: Öncelikle, darbeli ve vuruntulu zorlama olan yerlerde ve düşük sıcaklıklarda, yüksek akma sınırı, kâfi derecede özlülük (sıkılık).
- Fiziksel özellikler: Mıknatıslanabilirlik, az ısıl genleşme,
- Teknolojik özellikler: Kolay şekillendirilebilirlik, örneğin preste basma ve derin
- Çekme işleminde soğuk olarak şekil verilebilirlik, kaynak işlemine elverişlilik, ısıyakarşı dayanıklılık,
- Kimyasal özellikler: Korozyona ve yüksek ısıya dayanıklılık.

### 1.3.1. Genel İmalat Çelikleri

Genel imalat çelikleri için bir ısıl işlem öngörülmemiştir (Resim 1.2). Kullanımında, çekme dayanımı dikkate alınır. Bu değerın göstergesi işaretleme içinde ifade edilir. Örneğin **St50-2**. Çekme dayanımı, C oranının artışı ile yükselir, fakat aynı zamanda sıkılığı, şekil verilebilme kabiliyeti ve kaynak elverişliliği düşer.

**St37-2, St 37-3, St 44-2, St 44-3, St 52-3** çelikleri, ark ve gaz ergitme kaynakları için elverişlidir.



**Resim 1.2. Genel imalat çeliğinden yapılmış frezeleme başlığı**

**Kaynağa elverişli ince taneli imalat çelikleri:** Kaynak edilmeye elverişli ince taneli imalat çeliklerinin en düşük akma sınırı,  $255 \text{ N/mm}^2$  -  $500 \text{ N/mm}^2$ lik sınırlar arasında yer alır. Kimyasal bileşimi ve C oranının % 0,2'de sınırlandırılması, kaynak elverişliliği ile ilgilidir (Şekil 2).  $410 \text{ N/mm}^2$ lik en düşük akma sınırı olan kaynak edilmeye elverişli ince taneli imalat çeliği olan StE 420,-TStE 420 sembolü ile soğuğa dayanıklı çelik olarak işaretlenir.



**Resim 1.3.İnce taneli imalat çeliğinden yapılmış iş parçası**

### 1.3.2. Sementasyon Çelikleri

Sementasyon çelikleri, C oranı % 0,2 olan (örneğin C 10 gibi) alaşımsız kalite çelikleri, örneğin Ck 10 gibi alaşımsız yüksek vasıflı çelikler veya 15 Ni Cr 6 ve 17 Cr3 gibi alaşımlı yüksek vasıflı çeliklerdir. Sementasyon çeliklerinden, sementasyonla sertleştirme metoduyla sert, aşınmaya dayanıklı bir yüzey tabakasına sahip iş parçaları elde edilir (Resim 1. 4).



**Resim 1.4.İnce taneli imalat çeliğinden yapılmış kaynaklı redüktör gövdesi ve sementasyon çeliğinden yapılmış dişliler ve kaplin parçaları**

### 1.3.3. Islah Çelikleri

Islah çelikleri, % 0,2 - % 0,65 arasında bir karbon oranına sahiptir. Bu çeliklere, ıslah edilerek yüksek dayanımın kazandırılır. Ayrıca ıslah çelikleri iyi bir özlülüğe sahiptir ve genellikle yüksek dinamik yüklemelerde zorlanan makine elemanları için kullanılır. Islah çelikleri, örneğin **C 25** gibi alaşımsız kalite çelikleri olarak, örneğin **Cq 45** ve **Cm 60** gibi alaşımsız yüksek vasıflı çelikler olarak veya **30 Cr NiMo 8** gibi alaşımı yüksek vasıflı çelikler olarak üretilir.



Resim 1.5. Islah çeliğinden yapılmış miller

### 1.3.4. Otomat Çelikleri

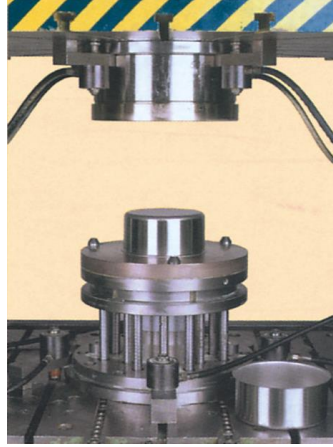
Otomat çelikleri, yüksek miktarda kükürt (% 0,3'e kadar S) ve fosfor oranına (% 0,2, ye kadar P) sahip, alaşımsız kalite çelikleridir. Bundan dolayı otomat çelikleri kaynak edilmeye elverişli değildir. Kükürt oranı vasıtasıyla kısa kırılan talaşlar meydana gelir. Kurşun katkısı suretiyle talaş oluşumu ve iş parçalarının yüzey kalitesi iyileştirilir. Talaş kaldırılabilirlik, "sakin olarak dökülmeyen" otomatçelikleri **9 S 20** ve **95 Mn Pb 28**'de, en-iyi durumda olup, C oranı yükseldikçe bu özellik kötüleşir.

### 1.3.5. Nitrüleme Çelikleri

Nitrüleme çelikleri, kendi bileşiminde yer alan krom, alüminyum ve titan gibi nitrit oluşturucu maddelerden dolayı yüksek süreklilik dayanımı olan aşınmaya dayanıklı doku parçaları için kullanılan örneğin **31 Cr Mo12** gibi alaşımlı çeliklerdir.

### 1.3.6. Paslanmaz Çelikler

Hava rutubetine, suya, deniz suyuna, genel olarak asitlere ve ergiyiklere karşı korozyon bakımından dayanıklıdır(örneğin X 5 CrNi 18 9), Kimya ve gıda maddeleri sanayinde her türlü tank boru tesisatları ve makine parçaları yapımı için kullanılır.



**Resim 1.6.Paslanmaz çelik sıvama iş parçası ve sıvama kalıbı**

### 1.3.7. Yay Çelikleri

Yay çelikleri elastiki, sürekli titreşime dayanıklı ve ayrıca yüksek bir dayanıma sahip olmak zorundadır. Genel olarak makinelerde ve taşıt imalatında kullanılan yay çelikleri, **C 75** gibi, alaşımsız kalite çelikleri, **Ck 75** gibi alaşımsız yüksek vasıflı çelikler ve **66 Si 7** gibi alaşımlı yüksek vasıflı çeliklerdir.



**Resim 1.7.Yaylar ve kullanımı**

### 1.3.8.Takım Çelikleri

Takım çeliklerinden, kesme, şekil verme ve talaş kaldırma işlemleri için takımlar üretilir. Isıl işlem vasıtasıyla kullanım sertliklerine ulaştırılır. Kendi bileşimine göre alaşımsız, alaşımlı ve yüksek alaşımlı takım çelikleri; su verme (soğutma) maddesine göre suda, yağda ve havada sertleştirilmiş takım çelikleri ve kullanma durumuna göre (çalışma sıcaklığına), soğuk iş, sıcak iş ve yüksek hız çelikleri olarak gruplara ayrılır. Alaşımsız takım çeliklerinin karbon oranı % 0,5 ila % 1,4 arasında bulunur. Alaşımlı takım çelikleri % 2,2'ye kadar C içerebilir. Çeliklerin bileşiminden kendi, kullanılabilirlikleri anlaşılabilir. Bütün takım çelikleri, yüksek vasıflı çeliklerden üretilir.

- **Soğuk iş takım çelikleri:** Malzemeler soğuk durumda işlenir. Talaşlı imalat, kesme ve biçim verme takımları üretilir. İşleme esnasında meydana gelen yüzey sıcaklığı 200° C'nin altında bulunur (Şekil 1).



**Resim 1.8. Boru üretimi için soğuk iş çeliğinden yapılmış hadde makaraları**

- **Sıcak iş takım çelikleri:** Çelik, ayrıca ağır ve hafif metaller, sıcak durumda kesilip ayrılır ve biçim verilebilir (Şekil 2). Bunlardan örneğin dövme kalıpları ve basınçla döküm kalıpları yapılır. Bu çelikler, 200° C ila 400 ° C'lik sıcaklıklarda kullanıma elverişlidir.



**Resim 1.9. Sıcak iş çeliğinden yapılmış kalıp**

- **Yüksek hız çeliği:** Kesici ağızdaki 600 ° C'ye kadar sıcaklıklar için talaş kaldıracak takım üretilir (Şekil 3).



**Resim 1.10. Sıcak iş çeliğinden yapılmış kalıp**

- **Alaşımsız takım çelikleri:** Alaşımsız takım çeliklerinde C oranı, kullanım için temel alınır. Sertliklerini, yaklaşık 200 °C'lik çalışma sıcaklıklarında kaybeder ve bundan dolayı el takımları için tercihen kullanılır. **C105 W1** çeliği kendine özgü sertleşebilirliğinden ve yeteri kadar sıkı yapısından dolayı talaş kaldırma takımları için elverişlidir. **C 80 W 2** çeliği, basit kesici ve biçim verici (şekillendirici) takımlar için kullanılır. Torna kalemi ve çekiç, **C75 W 3** çeliğinden, makas bıçakları, baltalar **C 55 W S** çeliğinden yapılır.
- **Alaşımlı Takım Çelikleri:** % 5'e kadar alaşım katkı maddeleri olan alaşımlı takım çelikleri; talaşlı imalat işlemi için kullanıldığında, alaşımsız takım çeliklerine göre daha yüksek kesme hızlarında çalışmaya imkân sağlar. Alaşımlı takım çelikleri kesici ve basınç (pres) kalıpları, dövme kalıpları ve basınçlı döküm kalıpları için elverişlidir. Isıya, sertlik ve meneviş dayanıklılığına, molibden, volfram, krom ve vanadyum ilave edilmesiyle erişilir. Örneğin **120 WV 4** çeliği, yüksek keskinlik dayanıklılığına sahip olup, matkap, kılavuz takımları ve kesici takımlar için kullanılır. % 5'ten daha fazla alaşım payları bulunan alaşımlı takım çeliklerine, yüksek hız çelikleri dâhil olup onlar da yüksek alaşımlıdır ve talaş kaldırma işleminde yüksek çalışma sıcaklıkları ve kesme hızları için kullanılır. Yüksek hız çeliğinden yapılmış olan takımlar; fiziki biçimlerinden dolayı istenilen tipte talaş kaldıracak şekilde üretilebildiğinden ve iyi bir sıkılığa sahip olduğundan, çoğu takım cinslerinde sert metalin yerini alabilmiştir. Bundan dolayı yüksek hız çeliğinden (örneğin **S 6-5-2**) matkaplar, kılavuzlar, silindirik frezeler, testere lamaları ve boşaltma tığları (broşlar) üretilir.





**Resim 1.11. Alaşımlı elikten yapılmış kesiciler**

### **1.3.9. elik Tabloları:**

Ülkemizin firması olan, Makine Kimya Endüstrisi Kurumu normları esas alınarak aşağıda çeliklerin özelliklerini içeren tablolar verilmiştir.

**MKE** Makine Kimya Endüstrisi Kurumu, normu

**DIN** Deutsche Industries Norms = Alman Endüstri Normu

**SAE** Society of Automotive Engineers=Otomotiv Mühendisleri Topluluğu

**AISI** American Ironand Steel Industries = Amerikan Demir ve elik Endüstrileri

## ALAŞIMSIZ MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ KARBONLU ÇELİK

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 1040	C 35	1040

Kullanıldığı yerler: Transmisyon milleri, raylar, dişliler vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1100°C
Yumuşak tavlama:.....	650 - 700°C
Normalleştirme:.....	880 - 900°C
Sertleştirme:.....	840 - 880°C
Sertleştirme ortamı :.....	suda, yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	60 - 80 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	33 - 42 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 16 - 20 ( 5 d <sub>0</sub> )
Çentik direnci (DVM) :.....	6 mkg/sm <sup>2</sup>

Normalize edilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	55 - 70 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	28 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 22 ( 5 d <sub>0</sub> )

Akma sınırları:

300 ° C :.....	22 kg/mm <sup>2</sup>
350 ° C :.....	19 kg/mm <sup>2</sup>
400 ° C :.....	16 kg/mm <sup>2</sup>

Sertliği:

Yumuşak tavlama durumunda (en çok).....172 HB 30



**ALAŞIMSIZ MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
KARBONLU ÇELİK**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 1050	C 45	1050

Kullanıldığı yerler: Cer kancaları, dişliler, kazmalar vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:	850 - 1100°C
Yumuşak tavlama:	650 - 700°C
Normalleştirme:	840 - 870°C
Sertleştirme:	820 - 860°C
Menevişleme :	530 - 670°C
Sertleştirme ortamı :	suda, yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:	60 - 90 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :	36 - 48 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :	% 18 - 14 ( 5 d <sub>0</sub> )

Normalize edilmiş durumda:

Kopma direnci:	60 - 80 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :	34 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :	% 18 ( 5 d <sub>0</sub> )
Çentik direnci (DVM) :	6 - 7 mkg / sm <sup>2</sup>

Sertliği:

Suda:	61HRc ø 25 mm
Yağda:	58 HRc ø 25 mm
Yumuşak tavlama durumunda (en çok) :	206 HB 30

**ALAŞIMSIZ MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
KARBONLU ÇELİK**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 1060	C 60	1060

Kullanıldığı yerler: Miller, şaftlar, cıvatalar vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:	850 - 1100°C
Yumuşak tavlama:	650 - 700°C
Normalleştirme:	820 - 850°C
Sertleştirme:	800 - 840°C
Menevişleme :	530 - 670°C
Sertleştirme ortamı :	suda, yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:	70 - 105 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :	44 - 57 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :	% 12 - 15 ( 5 d <sub>0</sub> )

Normalize edilmiş durumda:

Kopma direnci:	70 - 85 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :	39 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :	% 15 ( 5 d <sub>0</sub> )
Çentik direnci (DVM) :	6 - 7 mkg / sm <sup>2</sup>

Menevişlenmiş durumda sertliklerin sıcaklıklarla değişimi:

200 ° C :	60HRc / suda - 51 HRc / yağda
400 ° C :	42 HRc / suda - 35 HRc / yağda
600 ° C :	30 HRc / suda - 24 HRc / yağda

Sertliği:

Suda:	61,5 HRc
Yağda:	58,4 HRc
Yumuşak tavllanmış durumda (en çok) :	243 HB 30

**ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
İSLAH ÇELİĞİ**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3130	28 NiCr 6	3130

Kullanıldığı yerler: Oto milleri, orta derecede direnç isteyen parçalar, dişliler, krank milleri vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:..... durgun havada 630 - 850°C  
Sertleştirme:.....800 - 850°C  
Menevişleme :.....550 - 630°C  
Sertleştirme ortamı :.....yağda

Fiziki özellikleri: Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....75 - 130 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :..... 55 - 90 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 10 - 17 ( 5 d<sub>0</sub> )

Sertliği: Yumuşak tavlama durumunda (en çok) .....217 HB 30

**ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
İSLAH ÇELİĞİ**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3230	28 NiCr 10	3230

Kullanıldığı yerler: Yüksek direnç göstermeyen makine parçaları, miller vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:.....630 °C  
Sertleştirme:.....800 - 850°C  
Menevişleme :.....530 - 630°C  
Sertleştirme ortamı :.....yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve Menevişlenmiş Durumda:

Kopma direnci:.....70 - 120 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :..... 55 - 85 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 10 - 17 ( 5 d<sub>0</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda (en çok) .....220 HB 30

### ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ İSLAH ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3315	14 NiCr 14	3315

Kullanıldığı yerler: Orta derecede direnç isteyen parçalar, dişliler, bilyalı yataklar, piston yatakları vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1050°C
Yumuşak tavlama:.....	620 - 670°C
Normalleştirme:.....	840 - 870°C
Sementasyon:.....	850 - 880°C
Sertleştirme:.....	830 - 860°C
Menevişleme :.....	170 - 210°C
Sertleştirme ortamı :.....	yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	90 - 120 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı ( en az):.....	65 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 10 - 16 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda (en çok) .....220 HB 30

**ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
İSLAH ÇELİĞİ**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3330	31 NiCr 14	3330

Kullanıldığı yerler: Miller, kamalar, dişliler, vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....850 - 1050°C

Yumuşak tavlama:.....600 - 650°C

Sertleştirme:.....810 - 830°C

Menevişleme :.....530 - 670°C

Sertleştirme ortamı :.....yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....75 - 125 kg/mm<sup>2</sup>

Akma sınırı ( en az):.....55 - 85 kg/mm<sup>2</sup>

Kopma uzaması :.....% 10 - 14 ( 5 d<sub>o</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda (en çok) .....230 HB 30

**ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
İSLAH ÇELİĞİ**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 4130	14 CrMo 4	4130

Kullanıldığı yerler: Makine parçaları, paletler, boru kokilleri, oto hareket parçaları, oto aks milleri vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1050°C
Yumuşak tavlama:.....	680 - 720°C
Normalleştirme:.....	850 - 880°C
Sertleştirme:.....	820 - 850°C
Menevişleme :.....	530 - 670°C
Sertleştirme ortamı :.....	Suda, Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	70 - 120 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	45 - 80 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 11 - 13 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Suda:.....	52 HRc ø 25 mm
Yağda:.....	47 HRc ø 25 mm
Yumuşak tavllanmış durumda	.....217 HB 30

**ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ  
İSLAH ÇELİĞİ**

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 4140	42 Cr Mo 4	4140

Kullanıldığı yerler: Yüksek direnç isteyen makine parçaları ve araçlar, imalat malzemesi, miller vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1050°C
Yumuşak tavlama:.....	680 - 720°C
Normalleştirme:.....	850 - 880°C
Sertleştirme:.....	820 - 850°C
Menevişleme :.....	530 - 670°C
Sertleştirme ortamı :.....	suda, yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	80 - 130 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı:.....	55 – 90 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 10 - 14 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda (en çok) .....	217 HB 30
---	-----------

## ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ İSLAH ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 5140	41 Cr 4	5140

Kullanıldığı yerler: Yüksek dirençli makine parçaları, krank milleri, alevle sertleştirmeye uygun parça imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1050°C
Yumuşak tavlama:.....	680 - 720°C
Normalleştirme:.....	850 - 880°C
Sertleştirme:.....	820 - 850°C
Menevişleme :.....	530 - 670°C
Sertleştirme ortamı :.....	suda, yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	80 - 120 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	55 - 80 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 11 - 14 ( 5 d <sub>0</sub> )

840 ° C’de yağda sertleştirilip 600 ° C de menevişlendiğinde:

Kopma direnci:.....	95 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	70 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 20
Kopmada kesit daralması :.....	%65

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda ( en çok):.....	277 HB 30
Dövülmüş ve ağır soğutulmuş durumda ( Doku: ferritik-perlitik):.....	200 HB 30
Dövülmüş ve hızlı soğutulmuş durumda ( Doku: bainitik):.....	200 HB 30



## ALAŞIMSIZYÜKSEK KARBONLU TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 10110	C 110 W1	10110

Kullanıldığı yerler:

Frezeler, raybalar, kılavuzlar, paftalar, bıçaklar, eğeler vs. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:	800 - 1000°C
Yumuşak tavlama:	fırında 680 - 700°C
Normalleştirme:	fırında 800 - 820°C
Gerilim giderici tavlama:	600 – 650 ° C
Sertleştirme:	780 - 810°C
Menevişleme :	100 - 300°C
Sertleştirme ortamı :	Yağda

Fiziki özellikleri:

Suda; su verildiğinde sertliğin meneviş sıcaklıklarıyla değişimi:

100 ° C :	65 HRc
150 ° C :	64 HRc
200 ° C :	62 HRc
250 ° C :	58 HRc
300 ° C :	54 HRc

Sertliği:

Suda:	65 HRc ø 25 mm
Yağda:	61 HRc ø 25 mm
Yumuşak tavllanmış durumda	210 HB 30

## ALAŞIMSIZ YÜKSEK KARBONLU TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 10115	C 110 W2	-

Kullanıldığı yerler: Çok sert taşların, tahta ve deri işlenmesinde kullanılan takımların imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:	800 - 1000°C
Yumuşak tavlama:	680 - 710°C
Gerilim giderici tavlama :	600 - 650°C
Sertleştirme (suda):	760 - 790°C
Menevişleme :	100 - 300°C
Sertleştirme (yağda):	780 - 810 ° C

Fiziki özellikleri:

Suda; su verildiğinde sertliğin meneviş sıcaklıklarıyla değişimi:

100 ° C :	65 HRc
150 ° C :	64 HRc
200 ° C :	62 HRc
250 ° C :	58 HRc
300 ° C :	54 HRc

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda .....210 HB 30

## ALAŞIMLI MAKİNE İMALAT ÇELİĞİ ISLAH ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 8640	-	8640

Kullanıldığı yerler: Pervane milleri (şaftlar) vs. imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:.....850 - 1100°C  
Yumuşak tavlama:.....(fırında) 820 - 870°C  
Normalleştirme:.....(fırında) 880 - 930°C  
Sertleştirme:.....830 - 860°C  
Sertleştirme ortamı :.....Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda: (854 °C suda sertleştirilip, 649 ° C'de menevişlenmiş)

Kopma direnci:.....103 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı:..... 92 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 19 ( 5 d<sub>0</sub> )  
Kopmada kesit daralması :.....% 43  
Setliği : .....321 HB 30 HV

Normalleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....79 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :..... 60 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 20 ( 5 d<sub>0</sub> )  
Kopmada kesit daralması :.....% 41,5  
Setliği : .....222 HB 30

## SICAKIŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3150	-	3150

Kullanıldığı yerler: Kalıplık çelikler, sıcak dövme kalıpları, otomobil ve makine parçaları, yıpranmaya karşı dayanıklı parçaların imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:	830 - 1050 °C
Yumuşak tavlama:	( fırında ) 660 - 700 °C
Normalleştirme :	(havada ) 860 – 880 ° C
Sertleştirme :	840 – 880 ° C
Menevişleme :	400 – 600 ° C
Sertleştirme ortamı:	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:	75 - 130 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :	55 – 90 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :	% 11 - 14 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği menevişleme sıcaklıklarıyla değişimi:

200 ° C :	57HRc / suda, 54 HRc / yağda
400 ° C :	50 HRc / suda, 50 HRc / yağda
600 ° C :	37,5 HRc / suda, 33 HRc / yağda

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:	217 HB. 30
Erişilebilen Sertlik (en çok) :	56 HRc

## SICAKIŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 5330	X32 Cr MoV 33	5330

Kullanıldığı yerler: Çok yüksek ısı etkilerine dayanıklı ve yüksek alaşımlıdır. Sürekli sıcaklık değişimine dirençli olduğundan sıcak iş kalıpları, sıcak kesen makas bıçakları, sıcak dövme preslerinde delme vb. işlerin imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:..... 850 - 1100°C

Yumuşak tavlama:..... 710 - 770°C

Gerilim giderici tavlama :..... 600 – 650 ° C

Sertleştirme :..... 1020 – 1070 ° C

Sertleştirme ortamı:..... Yağda, durgun hava veya tuz metal banyosunda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....190 kg/mm<sup>2</sup>

Sertliği menevişleme sıcaklıklarıyla değişimi:

600 ° C :.....61 HRC

650 ° C :..... 55HRC

700 ° C :.....40HRC

## SICAKIŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 7430	X30 WCr V 53	7430

Kullanıldığı yerler: Presler, örs ve kalıplar, sıcak çekme ve uzatma presleri, sıcak basma kalıpları, yüksek ısı ve basınca dayanıklı salmastra vb. işlerin imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....külde veya soğutma fırınında soğutma 850 - 1100°C

Yumuşak tavlama:.....740 - 780°C

Sertleştirme:..... 1050 - 1150°C

Menevişleme:..... 600 - 700°C

Gerilim giderici tavlama:..... 600 - 650°C

Sertleştirme ortamı :.....Yağda, tuzda veya metal banyoda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....180 kg/mm<sup>2</sup>

Kopma direnci ve Sertliğin sıcaklıklarla değişimi:

600 ° C :..... 170 kg/mm<sup>2</sup> 58 HRc

650 ° C :..... 155 kg/mm<sup>2</sup> 53 HRc

700 ° C :..... 115 kg/mm<sup>2</sup> 42 HRc

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:..... 240 HB. 30

Erişilebilen Sertlik (en çok) :..... 61 HRc

## SICAKIŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 7930	X30 WCr V 93	7930

Kullanıldığı yerler: Yüksek sıcaklıklarda şekillenecek parçalar, çok yüksek direnç gereken sıcak makas bıçakları, dövme makineleri takımları, supap konilerinde kullanılan kalıplar, basma suretiyle cıvata, somun, perçin takımları, metal pres ve boru pres makinaları, takım parçaları, küçük fakat çok yüksek dirençli burçların itme zımbaları, pres kalıpları, preslemede basma kol ve basma kafaları imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:..... 850 - 1100°C

Yumuşak tavlama:..... 740 - 780°C

Gerilim giderici tavlama:..... 600 - 650°C

Sertleştirme:..... 1100 - 1150°C

(Yağda, durgun havada, püskürtme hava, tuzda veya metal banyoda 450 – 500 °C’de soğutulacak. İlk ısıtma 850- 900 ° C ‘ye kadar kademesiz olarak sürekli olacaktır.)

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....180 kg/mm<sup>2</sup>

Sıcaklıklarla kopma direnci değişimi:

Yağda sertleştirildiğinde

600 ° C :..... 175 kg/mm<sup>2</sup>

650 ° C :..... 160 kg/mm<sup>2</sup>

700 ° C :..... 120 kg/mm<sup>2</sup>

Havada sertleştirildiğinde

600 ° C :..... 150 kg/mm<sup>2</sup>

650 ° C :..... 135 kg/mm<sup>2</sup>

700 ° C :..... 120 kg/mm<sup>2</sup>

Sertliği:

Yağda :..... 49,6 HRc veya 520 HB. 30

Havada :..... 43,2 HRc veya 430 HB. 30

Yumuşak tavlama durumunda (en çok) :..... 240 HB. 30

## SOĞUKİŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 1390	90 Mn V 8 %1 V ihtiva etmektedir	1390

Kullanıldığı yerler: Takımlar, çekme kalıpları, 3 mm. kalınlığa kadar saçların keski zımbaları, keski parçaları, komple keski matrisleri, küçük makas bıçakları vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:..... 850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:.....(fırında) 740 - 780°C  
Sertleştirme:..... 790 - 820°C  
Menevişleme:.....100 - 300°C  
Sertleştirme ortamı :..... Yağda,

Fiziki özellikleri:

Menevişlenmiş durumda sertliğin sıcaklıklarla değişimi:

100 ° C :.....64 HRc  
200 ° C :.....62 HRc  
300 ° C :.....57 HRc

Sertliği:

Suda :.....61 - 64 HRc ø 25 mm  
Yağda :.....60 HRc ø 25 mm  
Yumuşak tavllanmış durumda:..... 220 HB. 30



## SOĞUKİŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 5190	105 Mn Cr 4	5190

Kullanıldığı yerler: Saç işleme, kesikleri, baskı takımları, küçük makas bıçakları, cevher öğütme bilyaları, yatak bilyaları vb. imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:..... (külde - fırında) 850 - 1050°C

Yumuşak tavlama:.....(fırında) 710 - 750°C

Sertleştirme:.....800 - 830°C

Sertleştirme ortamı :..... Yağda,

Fiziki özellikleri:

Sertliğin menevişleme sıcaklıklarıyla değişimi:

100 ° C :.....64 HRc

150 ° C :..... 63HRc

200 ° C :.....62HRc

250 ° C :..... 60 HRc

300 ° C :..... 58 HRc

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:.....225 HB. 30

Sertleştirilmiş durumda:.....64 HRc

## SOĞUKIŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 7245	45 WCr V 7	7245

Kullanıldığı yerler: Kalın saçların, lamaların, köşebentlerin (5 mm'den daha kalın) işlenmesinde kullanılan ve dayanıklı olması gereken keski, yüksek direnç etkisinde kalan soğuk delgiler, ağaç kesmede kullanılan makine bıçakları, basınca dayanıklı el aletleri, basınçla çalışan takımların (keski, kama, balyoz) vb. imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:..... (külde) 850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:.....(fırında) 710 - 750°C  
Sertleştirme:.....890 - 920°C  
Sertleştirme ortamı :.....Yağda,

Fiziki özellikleri:

Sertliğin menevişleme sıcaklıklarıyla değişimi:

200 ° C :.....53HRc  
300 ° C :.....51HRc  
400 ° C :.....49HRc

Sertliği:

Yağda :.....54HRc    ø 25 mm  
Yumuşak tavllanmış durumda:..... 225 HB. 30

## SOĞUKİŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 72100	105 WCr 6	72100

Kullanıldığı yerler: Makas çakıları, masterlar, soğuk kesme işlerinde vida açma takımları, metal pergeller, kumpaslar, keskiler, ölçü aletleri vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:..... (külde) 850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:.....(fırında) 710 - 750°C  
Sertleştirme:..... 800 - 830°C  
Menevişleme :.....kurşun, yağ ve tuz banyosunda 150 – 250 ° C  
Sertleştirme ortamı :..... Yağda,

Fiziki özellikleri:

Sertliğin menevişleme sıcaklıklarıyla değişimi:

100 ° C :.....64 HRc  
150 ° C :..... 62 HRc  
200 ° C :..... 61 HRc  
250 ° C :..... 60 HRc  
300 ° C :..... 58 HRc

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:.....230 HB. 30  
Sertleştirilmiş durumda :.....64 HRc

## SOĞUKİŞ TAKIM ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 72875	Çelik grubu C 18	72875

Kullanıldığı yerler: Uzun çalışma zamanları sonucu sertliklerini kaybetmeyen çok yüksek dirençli kesici takımlar, helisel matkaplar, freze bıçakları, talaş bıçakları- metal testereleri vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:..... (külde veya fırında soğutulacak) 850 - 1050°C  
Yumuşak tavlama:..... 770 - 820°C  
Sertleştirme:.....1240 - 1280°C  
Menevişleme :.....550 –570 ° C  
Sertleştirme ortamı :..... Yağda, durgun hava veya sıcak banyoda

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:..... 240 - 300 HB. 30  
Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda :.....63 - 65HRc

## PASLANMAZ ÇELİK

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 3915	X 12 Cr Ni 188	3915

Kullanıldığı yerler: Östenitik grubun en önemli çeliğidir. Asitlere ve suya karşı dayanıklıdır. Yüksek çentik direnci, özellikle düşük sıcaklıklarda iyi kaynaklanma, tufallanmama özelliğine sahiptir. Yüksek esnekliğe ve sıcaklığa karşı dirençlidir. Bütün bu özellikleri yanı sıra işlenmesi de kolay olduğundan, endüstrinin her dalında kullanılır. Ev ve mutfak eşyalarında gıda (şekerli maddeler sanayinde, sütçülük) genellikle makine yapımında, tekstil ve kimya sanayinde tıp alanında parça imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:.....durgun havada soğutulacak 750 - 1150°C  
Sertleştirme :..... 1050 – 1100 ° C  
Sertleştirme ortamı:.....havada

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş Durumda ve 20 ° C'de:

Kopma direnci:.....50 - 70 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :.....22 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 50 en az ( 5 d<sub>0</sub> )  
E- modülü:..... 20300 kg/mm<sup>2</sup>  
Çentik direnci :.....20 mkg/mm<sup>2</sup>  
Derin çekme özelliği:.....13 mm

## PASLANMAZ ÇELİK

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 51420	X 20 Cr 13	51420

Kullanıldığı yerler: Pasa (korozyona) dayanıklıdır. Piston ve basınca dirençli parçalar, pompalar ve çeşitli türbin imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:..... (külde) 850 - 1100°C  
Yumuşak tavlama:..... (fırında) 760 - 800°C  
Sertleştirme:..... 980 - 1030°C  
Menevişleme :..... 700 - 750 ° C  
Sertleştirme ortamı :..... Yağda, tuzda veya metal banyosunda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

( 920 ° C yağda – 2 saat 700 ° C menevişlenmiş)

Kopma direnci:.....75 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :.....60 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :.....% 25 ( 5 d<sub>0</sub> )  
Kopmada kesit daralması:.....% 65  
Çentik direnci :.....8mkg/mm<sup>2</sup>

Sıcaklıklarla kopma direnci değişimi:

450 ° C :..... 140 kg/mm<sup>2</sup>  
500 ° C :..... 135 kg/mm<sup>2</sup>  
550 ° C :..... 120 kg/mm<sup>2</sup>  
600 ° C :..... 100 kg/mm<sup>2</sup>

Sertliği:

Yumuşak tavlama durumunda:..... 220 HB. 30  
Sertleştirilmiş durumda :.....45,5 HRcveya 430 HB. 30  
Sertleştirilmiş durumda kopma direnci:..... 150 kg/mm<sup>2</sup>

## SEMANTASYON ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 3415	14 Ni Cr 18	3415

Kullanıldığı yerler: Genellikle yüksek direnç gereken yerlerde, şanzıman dişlileri, krank milleri vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1100°C
Yumuşak tavlama:.....	610 - 650°C
Normalleştirme:.....	830 - 850°C
Sementasyon:.....	870 - 920°C
Sertleştirme:.....	780 - 800°C
Menevişleme :.....	150 - 180 ° C
Sertleştirme ortamı :.....	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	120 - 140 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	90 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 8 -14 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda ( en çok ):..... 240 HB. 30

## SEMANTASYON ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 8620	-	8620

Kullanıldığı yerler: Oto dişlileri, traktör dişlileri vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	850 - 1100°C
Yumuşak tavlama:.....	790 - 840°C
Normalleştirme:.....	870 - 910°C
Sementasyon :.....	930°C
Sertleştirme:.....	830 - 870°C
Sertleştirme ortamı :.....	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	76 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	65 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 23 ( 5 d <sub>0</sub> )
Kopmada kesit daralması:.....	% 63

Normalleştirilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	59 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	40,5 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 27 ( 5 d <sub>0</sub> )
Kopmada kesit daralması:.....	% 60
899 ° C 'de havada soğutulmuş ve 649 ° C 'de menevişlenmiş durumda sertliği :.....	156 HB. 30

Sertliği:

854 ° C 'de suda sertleştirilmiş ve 649 ° C 'de menevişlenmiş durumda sertliği :.....	241 HB. 30
---	------------

## YAY ve OTO MAKAS ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 9245	46 Si 7	9245

Kullanıldığı yerler: Vagon tampon yayları, helisel oluklu yaylar, makas yayları vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	820 - 900°C
Yumuşak tavlama:.....	650 - 680°C
Sertleştirme:.....	820 - 850°C
Menevişleme :.....	470 - 540 ° C
Sertleştirme ortamı :.....	Suda,Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	130 - 150 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	110 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 6 ( 5 d <sub>o</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:.....	230 HB. 30
Haddelenmiş durumda:.....	255 HB. 30 HV



## YAY ve OTO MAKAS ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 9260	55 Si 7	9260

Kullanıldığı yerler: Yay malzemesi olarak, oto yayları, 7 mm'ye kadar yaprak yayları vb. imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Sıcak şekil verme:.....	830 - 900°C
Yumuşak tavlama:.....	650 - 680°C
Sertleştirme:.....	830 - 850°C
Menevişleme :.....	470 - 540 ° C
Sertleştirme ortamı :.....	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	130 - 150 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	110 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 6 ( 5 d <sub>o</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:.....	240 HB. 30
Haddelenmiş durumda:.....	290 HB. 30

## YAY ve OTO MAKAS ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 9265	65 Si 7	9265

Kullanıldığı yerler: Yay malzemesi olarak, oto yayları, 7 mm'den kalın yaprak yayları vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	830 - 900°C
Yumuşak tavlama:.....	650 - 680°C
Sertleştirme:.....	830 - 860°C
Menevişleme :.....	470 - 540 ° C
Sertleştirme ortamı :.....	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	130 - 150 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı :.....	110 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 6 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Yumuşak tavllanmış durumda:.....	240 HB. 30
Haddelenmiş durumda:.....	310 HB. 30

## YAY ve OTO MAKAS ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 1350	46Mn 7	1350

Kullanıldığı yerler: Takım kalıpları, çekme kalıpları vb. imalatında kullanılır.

Isı işlemleri durumu:

Sıcak şekil verme:.....	830 - 1100°C
Yumuşak tavlama:.....	650 - 700°C
Sertleştirme:.....	820 - 860°C
Menevişleme :.....	470 - 540 ° C
Sertleştirme ortamı :.....	Yağda

Fiziki özellikleri:

Sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda:

Kopma direnci:.....	120 - 135 kg/mm <sup>2</sup>
Akma sınırı:.....	105 kg/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması :.....	% 6 ( 5 d <sub>0</sub> )

Sertliği:

Suda:.....	55HRc
Yağda:.....	48,3 HRc
Haddelenmiş durumda:.....	260 HB. 30

## OTOMAT ÇELİĞİ

MKE NORMU	DIN	SAE / AISI
Ç 1117	15 S 20	1117

Kullanıldığı yerler: Cıvatalar, somunlar seri yapım distribütör milleri, kamalar, mafsal cıvataları vb. imalatında kullanılır.

Isı işleme durumu:

Yumuşak tavlama:.....(fırında) 650 - 700°C  
Normalleştirme:.....(havada) 890 - 920°C  
Sertleştirme:.....780 - 890°C  
Menevişleme :.....150 - 200 °C  
Sertleştirme ortamı :.....suda, yağda  
Sementasyon :.....780 - 890°C

Fiziki özellikleri:

Yumuşak tavllanmış durumda:

Sertlik:..... 157 HB. 30  
Kopma direnci:.....38 kg/mm<sup>2</sup>  
Akma sınırı :.....22 kg/mm<sup>2</sup>  
Kopma uzaması :..... % 25 ( 5 d<sub>0</sub> )

Soğuk çekilmiş durumda:

Çapları Mm	kopma dirençleri kg/mm <sup>2</sup>	uzama %
-----	-----	-----
... - 10	55 – 75	7
10 – 30	50 – 70	10
30 – 80	38 – 65	12

Sertliği:

Suda:.....32,7HRc  
Yağda:.....21,2HRc

## OTOMAT ÇELİĞİ

MKE NORMU	DİN	SAE / AISI
Ç 1137	35 S 20	1137

Kullanıldığı yerler: Otomat işlerinde, ıslah çeliklerinin kullanılması gereken imalatlarda kullanılır.

Isı işleme durumu:

Yumuşak tavlama:.....	650 - 700°C
Normalleştirme:.....	860 - 890°C
Sertleştirme:.....	suda 840 - 870°C
Sertleştirme:.....	yağda 850 - 880°C
Menevişleme :.....	530 - 670 ° C

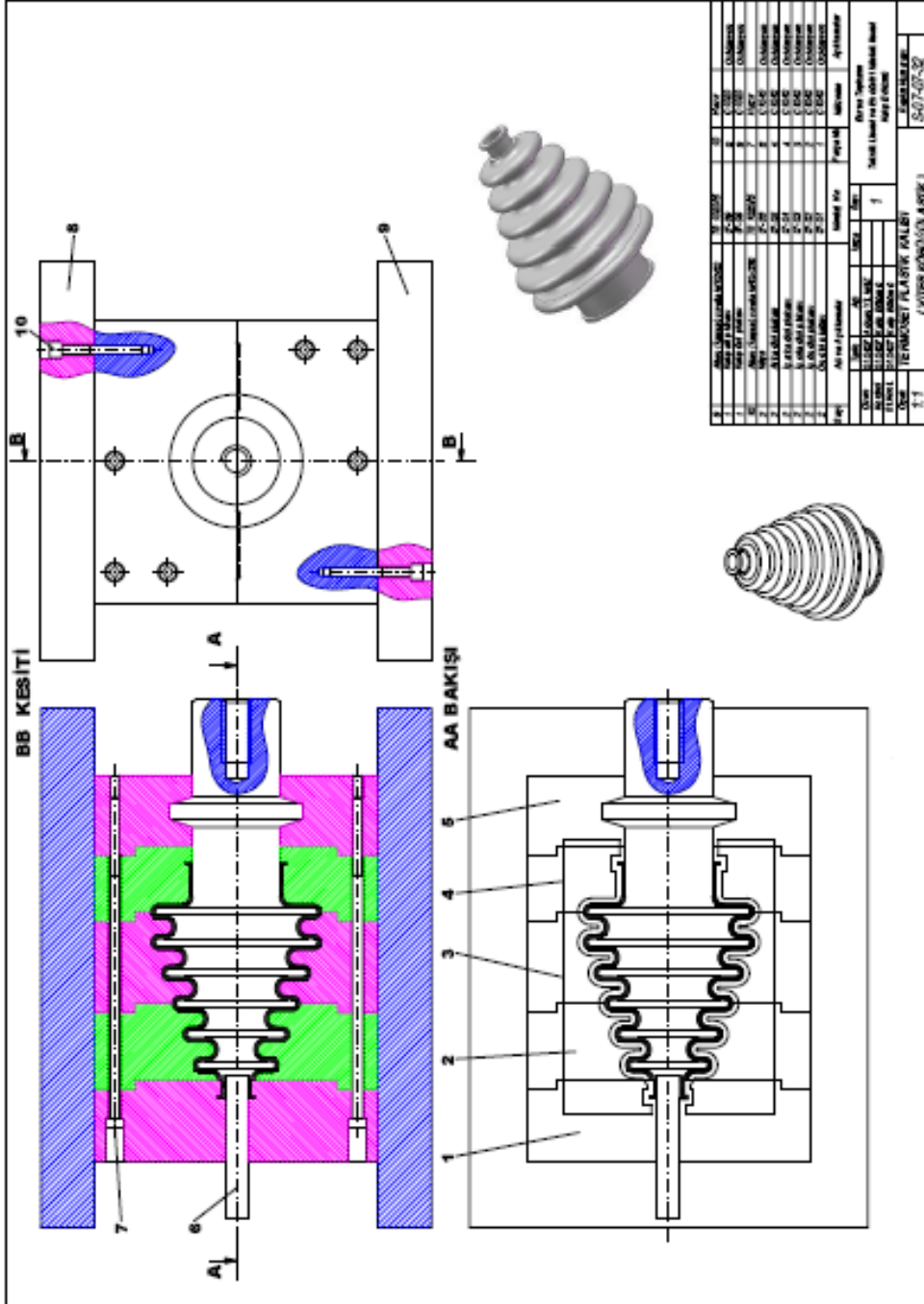
Fiziki özellikleri:

Soğuk çekilmiş durumda:

Kopma direnci:.....	70 - 90 kg/mm <sup>2</sup>
---------------------	----------------------------

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki kalıp resmini inceleyiniz. Kalıp imalatında kullanacağınız malzemeleri seçiniz.



Şekil 1.5. Hacim kalıbı komple resmi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kalıp alt plaka (alt gövde) malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ Kalıp üst plaka(alt gövde) malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ Ön dişli plaka malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ İç ön dişli plaka malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ İç orta dişli plaka malzemesini seçiniz</li> <li>➤ Arka dişli plaka malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ Maça malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ Plakaları birbirine bağlayan cıvataları seçiniz.</li> <li>➤ Plakaları kalıp gövdelerine bağlayan cıvataları seçiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İmal edilecek parçanın malzemesi hakkında bilgilerinizi güncelleyiniz.</li> <li>➤ Üretim esnasında ortaya çıkan zorluklar varsa, uygulanan çözüm teknikleri bilgilerinizi güncelleyiniz.</li> <li>➤ Kalıbın her parçasının görevlerini ve birbiri ile olan ilişkilerini kavrayınız.</li> <li>➤ Kalıbın açılıp kapatılması, parçanın üretilmesini kavrayınız.</li> <li>➤ Benzer kalıpları ve kullanılan malzemeleri inceleyiniz.</li> <li>➤ Kalıp imalatında kullanılacak üretim teknikleri bilgilerinizi güncelleyiniz.</li> <li>➤ Standart kalıp elemanları kataloglarını inceleyiniz ve kullanabileceğiniz elemanları tespit ediniz.</li> <li>➤ Malzeme seçimi yaparken her elemandan beklenen görevleri dikkate alarak parça malzemesini seçiniz.</li> <li>➤ Kalıp parçaları malzemesi seçerken her parçada uygulayacağınız işleme yöntemlerini de dikkate alınız.</li> <li>➤ Standart bağlantı elemanları kataloglarını inceleyiniz ve kullanabileceğiniz elemanları tespit ediniz.</li> <li>➤ Üretim yapan kalıp firmalarının katalog ve internet sayfalarını inceleyiniz, kullanabileceğiniz bilgileri arşivleyiniz.</li> <li>➤ Karşılaştığınız zorluklarda arkadaşlarınızla yorumlayarak çözüm üretiniz.</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Karbon miktarındaki her artış, çeliğin sıcak hadde mamulü veya normalize edilmiş halindeki ..... ve ..... direncini artırır.
2. Mangan, çeliğin ..... geliştirir, esnekliğini az miktarda .....
3. İçinde yüksek oranda krom bulunması; çeliğin ..... ve ..... karşı dayanmasını artırır.
4. Isıl işlem: Katı hâldeki metal ve alaşımlarına kimyasal bileşimlerine göre belirli özellikler kazandırmak için uygulanan bir veya daha çok sayıda ..... (.....) ve ..... işlemleridir.
5. Çeliklerin iç gerginliklerini, sıcak ve soğuk işleme sonrasında oluşan imalat bozukluklarını, sertleştirme işleminden sonra oluşan çarpımları, sert dokuda olanların kolay işlenebilmesi için yumuşatılması vb. özellikleri sağlayabilmek için belirli bir özellikte uygulanan ısıtma soğutma işlemine “.....” denir.
6. İslah etme daha çok imalat çeliklerine uygulanan önce bir sertleştirme, arkasından da yüksek sıcaklıkta ..... (450-650 C°) işlemlerinin bütünüdür.
7. Yağda sertleştirme işleminde alevlenme sıcaklığı çok yüksek olan.....kullanılır.
8. Sementasyon işlemi genelde düşük .....çelikler için kullanılır.
9. Çelikler, kendi birleşimlerine göre ..... ve .....çelikler olarak,
10. Çelikler, kullanım özelliklerine göre temel, ..... ve .....vasıflı çelikler olarak,
11. Çelikler, uygulama tarzına göre .....çelikleri ve .....çelikleri olarak sınıflandırılabilir.
12. Sementasyon çeliklerinden, sementasyonla sertleştirme metoduyla sert, ..... bir yüzey tabakasına sahip iş parçaları elde edilir.
13. İslah çelikleri iyi bir ..... sahiptir ve genellikle yüksek dinamik ..... zorlanan makine elemanları için kullanılır.
14. Yay çelikleri ....., sürekli..... dayanıklı ve ayrıca yüksek bir dayanıma sahip olmak zorundadır.
15. Alaşımli takım çelikleri: % 5'e kadar alaşım katkı maddeleri olan alaşımli takım çelikleri; talaşlı imalat işlemi için kullanıldığında, alaşımsız takım çeliklerine göre daha yüksek ..... çalışmaya imkân sağlar.

## DEĞERLENDİRME

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



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Kalıp imalatında kullanacağınız demir olmayan malzemeleri tanıyacak, seçecek ve imalat sırasında karşılaşılabilecek olumsuzluklara çözüm üretebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Demir olmayan ağır metalleri araştırınız.
- Hafif metalleri araştırınız.
- Sinter malzemeleri araştırınız.
- Plastik malzemeleri araştırınız.
- Karma (kompozit ) malzemeleri araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek sunum hazırlayınız
- Bilgilerinizi arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 2. DEMİR OLMAYAN MALZEMELER

### 2.1. Demir Olmayan Metaller

Demir hariç, bütün saf metaller ve katkı elemanı olarak demir miktarı en büyük payı oluşturmayan bütün alaşımlar, demir olmayan metallerden sayılır ve demir olmayan metaller olarak da isimlendirilirler. Demir olmayan metaller, kendi yoğunluklarına göre, **Ağır Metaller** ve **Hafif Metaller** halinde gruplara ayrılır.

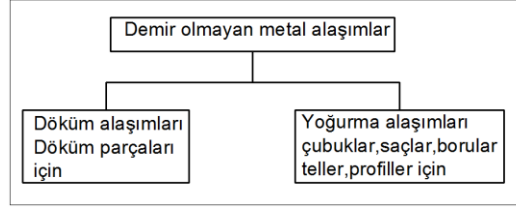
#### 2.1.1. Demir Olmayan Metallerin Özellikleri, Gruplara Ayrılması ve İşaretlenmesi

Genellikle saf metaller yumuşak ve kendi alaşımlarına göre daha azbir mukavemete sahiptir. Saflık derecesi ne kadar yüksek olursa, ergime derecesi azalır, elektrik iletim kabiliyeti ve işlenebilirliği daha iyi olur.

Alaşım yapmak suretiyle, saf metallerin malzeme özelliklerinin değiştirilmesi hedeflenir.

Alaşım yapımında, iki veya daha fazla metal sıvı halde karıştırılır. Genleşebilirliğinin,elektrik iletim kabiliyetinin azalmasına karşılık, esas metallerle nispetle, alaşımların sertliği ve mukavemeti genel olarak artar. Talaş kaldırma işleminde, talaş şekilleri kısa ve kırılabilir olur. Alaşımlar, daima adını almış oldukları saf metalden daha düşük bir erime noktasına sahiptir. Demir olmayan metallerin alaşımları; döküm alaşımları ve yoğurma alaşımları olarak gruplara ayrılır.

- Döküm alaşımları uygun döküm özelliklerine sahiptir. Bu alaşımlar döküm parçaları için kullanılır.
- Yoğurma alaşımları soğuk ve sıcak durumda talaşsız olarak biçimlendirilirler. Çubuklar, saclar, borular, teller ve profiller imal edilirler.

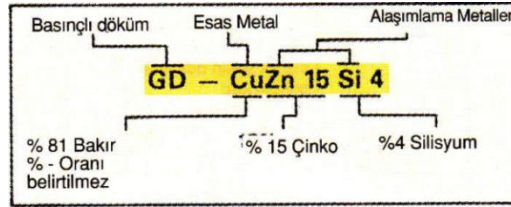


**Tablo2.1.Demir olmayan metallerin alaşımlarının gruplara ayrılması**

**İşaretleme:** Yaygın olarak saf metallerin gösterilişinde kimyasal sembolden sonra saflık derecesi, ağırlık yüzdesi cinsinden ifade edilir; örneğin Zn 99.99 gibi. Bundan farklı olarak bakırda saflık derecesi, A'dan F'ye kadar olan harfler vasıtasıyla işaretlenir.

Bu işaretleme göre F-Cu, A-Cu'dandaha saftır. E-Cu (elektrolitik bakır) için, sadece elektrik iletim kabiliyeti ölçü olarak alınır. Oksijensiz bakır cinsleri ise, sembolün önüne yazılacak harfi ile gösterilir. Örneğin SF-Cu, %99.9 saflık derecesine sahip olan bir oksijensiz bakırdır. Demir olmayan alaşımlar, en yüksek paya sahip olan metal ismine göre, (esas metale göre) ve döküm alaşımı veya yoğurma alaşımı katkı maddesine göre işaretlenir. Örneğin alüminyum-döküm alaşımı veya nikel-yoğurma alaşımı gibi bakır alaşımları, esas metale göre ve bir veya iki alaşım metaline göre isim alırlar. Örneğin bakır ve çinko alaşımı veya bakır-nikel-çinko alaşımı gibi.

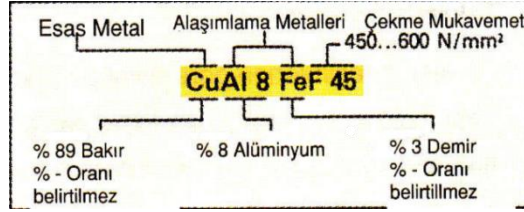
Döküm alaşımlarının işaretlenmesinde ilk basamakta imalat ve kullanmahakkında tanıttıcı harfler bulunur. Bir bağ-çizgisini tertip hakkındaki ifadeler takipeder. Bundan sonra özel özellikler ve işlem ile ilgili konular hakkında kısa işaretler (harfler, sayılar) gelir, Tablo2.2. ve Tablo2.3.).



**Tablo 2.2.Bir döküm alaşımının işaretlenmesi**

Yoğurma alaşımlarında imalat ve kullanma hakkındaki işaretler mevcut değildir.

Genellikle terkihi oluşturan esas metalin kimyasal işaretinde genel olarak yüzde oranı yer almaz, bu takdirde en önemli alaşım katkı maddesinin işareti, payının büyüklüğüne göre, ilgili yüzde oranı değeri yazar.



Tablo 2.3. Bir yoğurma alaşımlarının işaretlenmesi

Demir olmayan metal alaşımlar		
İmalat ve kullanma hakkında tanıtıcı harfler	Terkip hakkındaki belirtiler (Tanıtıcı işaretleri)	Özel nitelikler veya işlem durumları hakkında kısa işaretler
G - Döküm (Genel) GD - Basınçlı döküm GK - Kokil dökümü GZ -Savurma dökümü (santrifüj döküm) GC- Devamlı döküm V- Ön alaşımlama GL- Kayarmetal L- Lehim Lg- Yatak metali	Kimyasal Semboller Al Alüminyum Cu Bakır Ni Nikel Pb Kurşun Zn Çinko gibi Muhtevanın ağırlık yüzdeleri cinsinden tanıtıcı sayılar Örneğin: Mg 3 %3Magnezyum sn 25 % 25 çinko	<b>Çekme Mukavemeti</b> F...çekme mukavemeti (belirtici sayısı ile) örneğin F42 çekme mukavemeti Rm= 420...480N/mm <sup>2</sup> gibi <b>Hafif Metallerde ilave işaretler</b> a sertleştirilmiş Ka Soğuk sertleştirilmiş wa Sıcak sertleştirilmiş g Tavlanmış zh çekilmiş (çekme sertliği) Wh Haddeden geçirilmiş (hadde sertliği)

Tablo 2.4. Demir olmayan metal alaşımların tanımları

## 2.1.2. Demir Olmayan Ağır Metaller

Makine yapımında en sık kullanılan demir olmayan ağır metaller bakır, nikel, çinko, kurşun, kalay ve bu metallerin alaşımları olup, bundan başka mesela wolfram, krom ve ayrıca altın, gümüş ve platin. Asal (soy) metalleri gibi alaşımlama metalleridir.

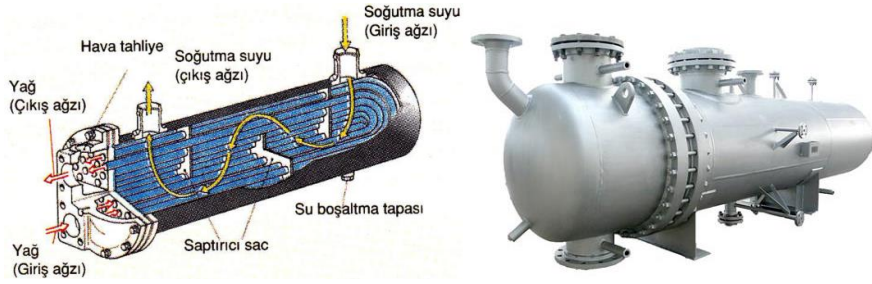
Kadmiyum, kurşun ve cıva gibi ağır metaller, son senelerde iyonlarına ayrılmış şekilde hava, toprak ve akarsuya karıştırılarak insanların sağlığını tehlikeye sokacak boyutta işlenmiş ve kullanılmışlardır.

- **Bakır (Cu) ve bakır alaşımları:** Özellikleri, saf bakır yumuşaktır ve iyi genleşebilir. Yüksek ısı ve elektrik iletim kabiliyeti, gümüş ve altından sonra en yüksek olanıdır. Bakır atmosferik etkilere karşı korozyon bakımından dayanıklıdır. Açık havada, yüzeylerde bakır karbonattan meydana gelen ince, kahverengi ve yeşil bir koruyucu pas tabakası oluşur. (Tablo2.5.)

Yoğunluğu	8 ,93 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	1083 °C
Çekme mukavemeti	Sıcak olarak haddeden geçirilmiş olanı 200...300 N/mm <sup>2</sup> , soğuk olarak sıkıştırılmış olanı 600 N/mm <sup>2</sup> ye kadar
Kopma uzaması	% 35...50; soğuk işlerken sertleşmesi % 2

Tablo 2.5. Bakırın kimyevi değerleri

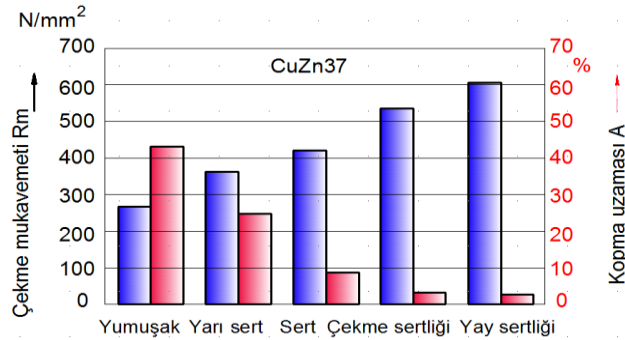
- **Bakır-çinko alaşımları (pirinç):** Bakır - çinko alaşımları, genellikle kullanılan demir olmayan ağır - metal alaşımlarıdır. Bakır muhteva oranının en az % 50 olması icap eder, çünkü bakır muhteva oranının daha az olması halinde, alaşım teknik açıda kullanılamayacak kadar gevrek olur. İşlenebilme ve kullanılma durumları alaşımda mevcut bulunan miktarlarına bağlıdır. İyi polisaj yapılabilir (parlatılabilir) olması ve korozyona karşı dayanıklılık sağlayan sarı metal renk, bakır çinko alaşımlarının dekoratif maksatlar içinde kullanılabilmesini mümkün kılar.



**Resim 2.1 : Bakır borulu ısı eşanjörü**

- Bakır-çinko döküm alaşımları bütün döküm metotları ile elde edilirler. Çekme mukavemeti; her terkiye göre, 200 N/mm<sup>2</sup> ile 800 N/mm<sup>2</sup> arasında, kopma uzaması % 4- % 35 arasında bulunur. Döküm parçalar çok iyi talaş kaldırılarak işlenir. Kum kalıplar içinde, örneğin **G-CuZn 35**'den meydana gelmiş olan döküm parçaları, kokillerin veya basınçlı döküm parçalarının yüzeyleri, metalik olarak parlak olmasına karşılık, gri kahverengi görünümündedir.

Genleşmenin aynı zamanda azalmasına karşılık, (örneğin **Cu Zn 37** 'de olduğu gibi) **Bakır-Çinko** yoğurma alaşımlarında, soğuk şekillendirmenin muhtelif dereceleri vasıtasıyla mukavemeti ve sertliği önemli ölçüde artırılır (şekil 2.1).



**Şekil 2.1: CuZn37'ye soğuk olarak şekil verildikten sonra, çekme mukavemetinin ve kopma uzamasının değişmesi**

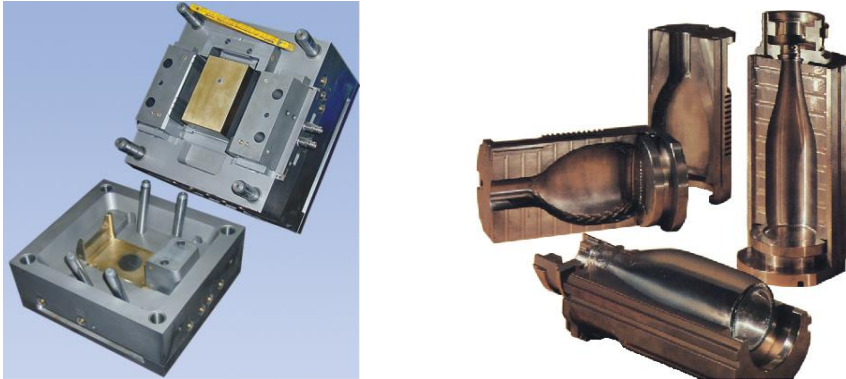
Alüminyum, demir, nikel, mangan, kalay ve silisyum katkılı bakır-çinko alaşımları, her terkibe göre çekme ve aşınma bakımından mukavim, fakat korozyona karşı da dayanıklıdır. Bakır çinko alaşımları mikro teknikte, saat ve elektrik sanayiinde kullanılır. Gemicilik sanayinde **Cu Zn 35 Ni** ve **Cu Zn 20 Al** kullanılır, çünkü bunlar denizi suyuna karşı korozyon bakımından dayanıklıdır.

- **Bakır-kalay alaşımları (kalay bronzları):** Bakır-kalay alaşımları,%83 ila %98 bakır, %2 ila % 15 kalay ve bazen çinko, kurşun ve nikel de ihtiva ederler. Bunlar, çekmeye ve aşınmaya karşı mukavim olmaktan başka, korozyona karşı, bakır-çinko alaşımlarından daha fazla dayanıklıdırlar. Bakır-kalay döküm alaşımları ve bakır - kalay -çinko - döküm alaşımları (kızıl döküm),kendine has iyi kayma özelliğindendolayı, yatak zarfları (Şekil 1), milsomunları, sonsuz vida ve helisel dişliçarklar için elverişlidir. **Cu Sn 8 P**'den yapılmış olan kaymalı yataklar, büyük yüzey basınçlarını üzerine alabilirler.



Resim 2.2: Kızıl dökümden yapılmış olan yatak zarfları

- **Bakır-kurşun ve bakır-kurşun kalay alaşımları:** Çok iyi kaydırma özelliklerine sahiptir. Bu yüzden tercih edilen yatak malzemeleridir. Kurşun, yatak malzemelerine iyi bir özellik sağlar. Bunlar, makine ve taşıt yapımında kaymalı yatakların imalatı için kullanılırlar.



Resim 2.3-a:Bronzun hacim kalıbında kullanılması Resim 2.3-b: bronzdan yapılmış cam kalıbı

Resim 2.3: Bakır alaşımlarının kullanılması

- Bakır-alüminyum alaşımları iyi bir çekme mukavemetine, büyük sıkılığa(özlülüğe) ve iyi korozyon mukavemetine sahiptir. Örneğin **Cu Al 18**, kimya sanayindeki ve maden ocaklarındaki armatürler için kullanılır. Az miktarda Fe, Ni ve Mn katılması, çekme mukavemetini,  $850 \text{ N/mm}^2$ 'nin üzerine çıkarır. Bundan dolayı en yüksek taleplerin karşılanması için **Cu Al 11 Ni** den imal edilmiş olan helisel dişliler ve sonsuz vida dişlileri, ayrıca kaymalı yataklar yapılır. **G-Cu Al 18 Mn** döküm alaşımı, kendine has yüksek korozyona ve deniz suyuna karşı mukavemetli oluşundan dolayı gemi pervaneleri, türbin kanatları ve yağ endüstrisindeki armatürler için elverişlidir.
- Bakır-nikel alaşımları % 40 ila % 45 nikel ihtiva eder. Bunlar korozyon bakımından en dayanıklı olan bakır malzemelerden sayılır ve gümüş ihtiva eden kendi yüzeylerinden dolayı, metal vazo ve sofrta takımı gibi dekoratif eşyalar için işlenirler.

**Cu Ni 25**, uzun süre tedavülde kullanıldıktan sonra bile kendine has açık gümüş rengini ihtiva eden madeni para malzemesidir. Alaşım, en ince kabartmaların keskin şekilde teşkil edildiği sertlik, biçim ve ölçü tamlığı bakımından uygun olan madeni paraların imal edilmesini mümkün kılar. Bina ve gemi yapımında bakır-nikel alaşımları, kaplama ve giydirme elemanları olarak kullanılır. Elektro-teknikteki kullanımı direnç telleri, kimya tesisleri yapımında ise, ince Cu-Ni-altlıklı çelikten yapılmış kaplama saclarıdır.

- Nikel (N) ve nikel alaşımları: Nikel iyi parlatılan gümüş beyazı renginde bir metaldir. Nikel, yüksek mukavemet ve genleşme. Kabiliyetine sahip olup, yaklaşık olarak  $365 \text{ }^\circ \text{C}$ 'ye kadar ferromagnetik özelliğindedir. Ayrıca birçok etkili kimyevi maddelere karşı korozyon bakımından mukavemete sahiptir.

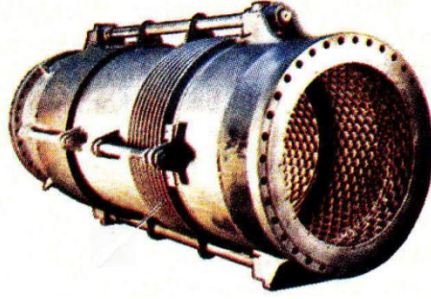
Nikel soğuk olarak iyi şekillendirilir (derin çekme). Nikel kaynak edilebilir, yumuşak ve sert lehim yapılabilir. Talaş kaldırılarak işlenmesi mümkün değildir. Nikel galvanik kaplamalar için ve ayrıca kimya endüstrisinde saf ve alaşım katkı metali olarak kullanılır. Yüksek mukavemetten ve elastikiyetten dolayı, Ni Be 2 yayların ve diyaframların (membranların) yapımında kullanılır. Rafinelerin boru tesisat hatlarının termik bakımından yüksek mertebede yükleme yapılan yerlerindeki gerilmeleri azaltmak için kullanılan metal körük parçaları, Ni Cr 22 Mo 9 Nb nikel alaşımı malzemesinden imal edilir.

Yoğunluğu	8,9 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	1455 °C
Çekme mukavemeti	Sıcak haddeden geçirilmiş 400...500 N/mm <sup>2</sup> , Soğuk olarak işlerken 700 .. 800N/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması	% 40...50; soğuk işlerken sertleşmesi % 2

**Tablo 2.6. Nikelin kimyevi değerleri**

**Ni Cu 30 Fe** (Monel metal), kimya sanayindeki aparatlar için, özellikle korozyon tehlikesine maruz kalan iş parçaları için ve uçak yapımında perçin malzemesi olarak kullanılır. Krom-nikel-molibdenli-çelikler yüksek ısıya ve korozyona karşı dayanıklıdır.





**Resim 2.4. Bir Nikel yoğurma alaşımından imal edilmiş metalkörük (kompensatör)**

- Çinko (Zn) ve çinko alaşımları, saf çinko, mavi-gümüş renginde parıldayan bir metaldir. Çinko, bütün dayanıklı metaller arasında en fazla ısıl genişleme katsayısına sahip olanıdır. Saf çinko açık hava etkilerinden korunmak amacıyla korozyona karşı koruyucu çinko karbonattan meydana gelen dayanıklı bir tabaka ile kaplanır. Kuvvetli asitlere ve tuz eriyiklerine karşı korozyon mukavemeti azdır. Çözülmüş çinko bileşikler zehirlidir. Gıda maddelerinin çinko kaplar içinde veya çinko ile kaplanmış (galvanizlenmiş olan) kaplar içinde muhafaza edilmesine izin verilmez.

Yoğunluğu	7,1 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	419 °C
Çekme mukavemeti	Dökülmüş olanlarda 30 N/mm <sup>2</sup> , preslenmiş 110N/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması	Oda sıcaklığında % 1; 90..160 ° C % 25

**Tablo 2.7.Çinkonun kimyevi değerleri**



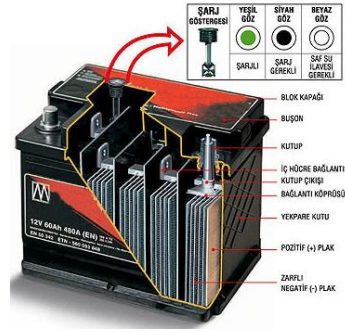
**Resim 2.5. Çinko-basınçlı döküm malzemesinden yapılmış olan karbüratör**

Çinko alaşımlama metali olarak kullanılmaktan başka, örneğin çeliklerin çinko ile kaplanmasında olduğu gibi, demir malzemelerin korozyona karşı korunması için de kullanılır. Çinko alaşımları tercihen Al ve Cu katkı maddelerini ihtiva eder ve bilhassa basınçlı döküm için elverişlidir. Basınçlı dökümde çekme mukavemeti, 270 N/mm<sup>2</sup>ye kadar elde edilir.

- **Kurşun (Pb) ve kurşun alaşımları:** Kurşun büyük bir yoğunluğu olan, mat grisi renkte bir metaldir. Kurşun, birçok kimyevi maddelere karşı, bilhassa sülfürik aside karşı, korozyon bakımından dayanıklıdır. Kurşun, röntgen ışınlarını ve radyoaktif ışınlamayı emer. Kurşun, iyi bir ısı ve elektrik akımı ileticisidir. Birçok kurşun bileşikleri çok zehirlidir (koruyucu talimatlara mutlaka uyulmalıdır). Kurşun bileşikleri, korozyondan koruyucu madde (kurşun sülyeni) olarak ve cam eşyaların (kurşun kristali) imalatında kullanılır.

Yoğunluğu	11,3 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	327 °C
Çekme mukavemeti	15 ..20 N/mm <sup>2</sup> ,
Kopma uzaması	100 ° C nin üzerinde gevrek % 30 .. 50

**Tablo 2.8. Kurşunun kimyevi değerleri**



**Resim 2.6. Akümülatör (oto bataryası)**

**Kalay (Sn) ve kalay alaşımları:** Kalay, normal olarak çevresel etkilere karşı korozyon bakımından dayanıklı olan gri, gümüş beyazı bir metaldir. Düşük sıcaklıklarda kalay, gri toz halinde parçalanabilir (kalayın 13 ° C'nin altındaki sıcaklıklarda uzun süre saklanması esnasında toz haline gelerek parçalanması). Kalayın bükülmesi halinde, kalay kristallerinin birbirinin üzerinde sürtünmesi suretiyle meydana gelen bir gürültü duyulur. Kalay, düşük bir ergime noktasına sahiptir (232 ° C).

Endüstride konserve kutuları için, ince çelik sacların yüzey kaplama metali (beyaz sac) olarak ve alaşım katkı metali olarak kullanılır.

Yoğunluğu	7,3 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	232 °C
Çekme mukavemeti	40 ..50 N/mm <sup>2</sup> ,
Kopma uzaması	% 40

**Tablo 2.9. Kalayın kimyevi değerleri**

- **Alaşım metalleri:** Ağır Alaşım metalleri çok yüksek sıcaklıklarda ergiyen ve düşük sıcaklıklarda ergiyen metaller olarak, gruplara ayrılır (Tablo 2.10).



- **Asal (soy) metalller:** En önemli asal metalller, gümüş (Ag), Altın (Au) ve Platin(Pt)'dir. Diğer asal metalller, havadan ve birçok kimyasal maddelerden, özellikle birçok asitlerden dahi etkilenmezler. Bundan dolayı onlar, süs eşyası ve madeni para yapımında kullanılırlar. Teknolojide gümüş ve altın, elektrik temas malzemesi olarak; platin ise, termo elemanları koruyan boruların ve en fazla paslanma ve çürümeye maruz kalan kimyasal kapların üretilmesinde kullanılır.

Metal işareti (sembölü)	Özellikleri			Kullanılması
	Yoğunluğu Kg/dm <sup>3</sup>	Ergime noktası <sup>o</sup> C	Özellikleri	
<b>Çok yüksek sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri</b>				
Wolfram W	19,3	3380	Rengi: çelik grisi Çok sert ve diri, asitlere karşı sıcakta korozyon bakımından dayanıklı	Çelik, sert metalller, kaynak elektrotları,temas malzemeleri, akkor lambalarının akkor telleri için alaşım katkı metali
Tantal Ta	16,6	3000	Rengi: Parıldayan gri sert ve diri, asitlere karşı korozyon bakımından dayanıklı	Sert metalller, ayar ağırlıkları, yüksek vakum teknolojisi, tıbbi aletler
Molibden Mo	10,2	2600	Rengi: Gümüş beyazı yüksek çekme mukavemetinde, korozyona karşı dayanıklı	Çelik, aşındırıcı tabakalar. ısı ileticileri röntgen tüpleri için alaşım metali
<b>Yüksek sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri</b>				
Kobalt Co	7,2	1903	Rengi: çelik grisi, sert ve gevrek, korozyona karşı çok dayanıklı	Çelik, galvanik kaplamalar (pastan koruyucu) için alaşım metali, takımlar ve pres kaplar için sert krom kaplama
Vanadyum V	6,1	1890	Rengi: çelik grisi, Sert ve gevrek	Çelik için alaşım metali
Kobalt Co	8,9	1493	Rengi: Kırmızı beyazı ila çelik mavisi, çok diri, nikel benzer özellikler	Çelik, sert metalller, daimi mıknatıs için alaşım elemanı
Mangan Mn	7,4	1244	Rengi: Gri beyazı, sert ve gevrek	Çelik. Aşındırıcı tabakalar, ısı ileticileri, röntgen tüpleri için alaşım metali

Düşük sıcaklıklarda ergiyen alaşım metalleri				
Kadmiyum Cd	8,64	371	Rengi: Gümüş beyazı, düşük sıcaklıklarda ergiyen yumuşak ve diri, korozyona karşı dayanıklı, buharları zehirli	Yatak metalleri, demir çelik ve alüminyumun kadmiyum ile kaplanması
Bizmut Bi	9,8	271	Renk: kırmızı beyazında parıldayan, kolay parıldayan, kolay ergiyen, katılma esnasında genleşen	Elektrik sigortaları, Reaktör yapımında, soğutma vasıtası olarak

**Tablo 2.10: Ağır Alaşım metallerinin özellikleri ve kullanılması**

### 2.1.3. Hafif Metaller

- **Alüminyum (Al) ve alüminyum alaşımları:** Alüminyum, çeliğin yoğunluğunun, yaklaşık olarak 1/3'ü değerinde bir yoğunluğu olan, gümüş beyazı renginde bir metaldir. Bir metal ne kadar saf olursa, onun mukavemeti o kadar az, fakat şekil değiştirilebilirliği o kadar kolay olur. Soğuk işlerken sertleşmesi (haddeden geçirme, çekme, basma, çekiçleme) suretiyle, yaklaşık 80N/mm<sup>2</sup>lik saf alüminyumun mukavemeti, 200N/mm<sup>2</sup>'nin üzerine çıkarılabilir. Alüminyum, ısıyı ve elektrik akımını çok iyi iletir. Parlatma işlemine tabi tutulmuş olan alüminyum parlak, ışığı ve elektro-manyetik dalgaları yansıtır.

Yoğunluğu	2,7 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	658 °C
Çekme mukavemeti	Dökülmüş 90 ..120 N/mm <sup>2</sup> , Yumuşak tavllanmış 65 N/mm <sup>2</sup> , Haddeden geçirilmiş .. 150 ..230 N/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması	% 3 .. 25

**Tablo 2.11. Alüminyumun kimyevi değerleri**

Alüminyum, sıhhi bakımdan mutfak eşyası olarak kullanıldığında Alzheimer hastalığına yol açtığı bilinmektedir (Tablo 2.12).

Kısa işareti (sembolü)	Saflik derecesi	Malzeme durumu
Ar 99,7 w	% 99,7	Yumuşak
Al 99 zh	% 99	Çekme sertliğinde
At 98 F18	% 98	R- = 180 N/mm <sup>2</sup>

**Tablo 2.12.Saf Alüminyumun özellikleri**

**Alüminyum alaşımları:** Magnezyum, bakır, silisyum, çinko, mangan ve kurşunun az miktarda katkıları ile alaşım yapmak suretiyle, alüminyumun mukavemet, korozyona karşı dayanıklılık, dökülebilirlik ve işlenebilirlik özelliklerine geniş ölçüde tesir edilir (Tablo 2.13).

Tesir edilen özellik	Alaşım Metalleri					
	Mg	Cu	Si	Zn	Mn	Pb
Mukavemet	++	++	+	++	+	0
Korozyona karşı dayanıklılık	++	-	++	-	++	0
Dökülebilirlik	+	0	++	++	0	0
Talaş kaldırabilirlik	+	0	-	+	-	++
++ çok etkili, + pozitif etkili, - negatif etkili, 0 etkisi yok						

**Tablo 2.13. Alüminyum için alaşım metalleri değerleri**

Bakır - çinko ve manganez – silisyum - payları olan alüminyum alaşımları sertleştirilebilir. Sertleştirilebilen alüminyum, yoğurma alaşımları ısı işlem sayesinde 600 N/mm<sup>2</sup>ye kadar bir mukavemete sahip olurlar. Sertleştirilemeyen alüminyum, yoğurma alaşımları bilhassa deniz suyuna karşı dayanıklıdır.

Sertleştirilebilen alüminyum döküm alaşımları, korozyona karşı dayanıklı olup, kaynak edilebilir ve aşınmaya karşı çok dayanıklıdır (Tablo 2.14.). Sertleştirilemeyen alüminyum döküm alaşımları, çok iyi dökülebilirler, korozyona dayanıklıdır ve iyi talaş kaldırarak işlenebilirler.

Alüminyum ve alaşımlarına bilhassa soğuk olarak iyi şekil verilir. Bükme esnasında geriye yaylanma, çeliğe göre, yaklaşık üç defa daha büyüktür.

Karakteristik değerleri	Sertleştirilebilir	Sertleştirilemez
Yoğunluğu	2,7...2,8 kg / dm <sup>3</sup>	2,65...2,73 kg / dm <sup>3</sup>
Ergime sahası	630 ..650 ° C	600...630 ° C
Çekme mukavemeti	100...230 N/mm <sup>2</sup>	180...260 N/mm <sup>2</sup>
Yumuşak	140...600 N/mm <sup>2</sup>	
Sertleştirilmiş		
Genleşmesi	% 18...90	% 17 .. 47
Örnekler	Al Cu Mg 1 Al Mg Si 1	Al Mg 3 Al Mg 2 Mn 0,8

**Tablo 2.14. Alüminyum- yoğurma alaşımları**

Karakteristik değerleri	Sertleştirilebilir	Sertleştirilemez
Yoğunluğu	2,65kg / dm <sup>3</sup>	
Ergime sahası	700...750 ° C	
Çekme mukavemeti	220...320 N/mm <sup>2</sup>	160...210 N/mm <sup>2</sup>
Genleşmesi	% 1.. 4	% 5 ...10
Örnekler	G-AlSi 10 Mg G-Al Si 5 Mg	G-AlSi 12 G-AlSi 12 (Cu)

**Tablo 2.15. Alüminyum- döküm alaşımları**

Talaş kaldırma işlemi sırasında, kesici uçta yığılma olayının meydana gelmesinden kaçınmak için, yüksek kesme hızları ile çalışılır. Talaş kesitinin büyük olabilmesi için, takımların talaş açısı ve ilerleme hızı büyük seçilmelidir. Hemen hemen bütün birleştirme usulleri tatbik edilebilir. Koruyucu gaz altı kaynağı (MIG ve WIGusulleri) sayesinde, kusursuz kaynak dikişleri yapılır. Kullanılması, alüminyum, uygulamada metalik malzeme olarak, çelikten sonra, ikinci sırada yer almaktadır. Alüminyum ve alaşımları çok yönlü uygun özelliklere sahip olduğundan, uygulama alanları geniştir.

**Ulaşım:** Demiryolu vagonları, taşıtlar, uçaklar, gemiler, halatlı havai hatlar.

**Yapılar:** Çatılar, cepheler, ayırıcı cidarlar, kaplamalar, kapılar, pencereler.

**Ambalaj:** Folyolar, tüpler, kutular, güğümler, kovalar, fiçiler, sandıklar.

**Elektroteknik:** Serbest hatlar, kablolar, kondensatörler, pano elemanları, aydınlatma armatürleri.

**Ev eşyası:** Mutfak takımı, cihazlar, el sanatları.

**Hassas mekanik ve optik:** Fotoğraf ve ölçme cihazları, büro makineleri.

**Metal yapılar:** Hol (hangar) konstrüksiyonları, direkler, köprüler, krenler (vinçler), silolar.

**Kimya sanayi ve aparat yapımı:** Kaplar, eşanjörler, kurutucular, boru tesisat hatları, boya maddeleri.

- **Magnezyum (Mg) ve magnezyum alaşımları:** Magnezyum, tabiatta sadece kimyevi bileşik halinde mevcut bulunan, gümüş grisi renğinde bir metaldir. Magnezyum talaş ve toz halinde iken beyazdır. Açık renkte parlak bir alevle yanar. Sanayide kullanılan en hafif metaldir. Saf magnezyum (en az % 99,8), az olan mukavemetinden ve kendisine has yanabilirlik özelliğinden dolayı konstrüksiyon malzemesi olarak kullanılmaz. Ham demirin kükürdünün alınmasında, organik bileşiklerin elde edilmesi için kimyevi reaksiyon maddesi ve alaşım katkı metali olarak kullanılır (örneğin alüminyum alaşımlarında olduğu gibi).

Yoğunluğu	1,75 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	650 °C
Çekme mukavemeti	Dökülmüş 100. 130 N/mm <sup>2</sup> , Yumuşak tavllanmış 65 N/mm <sup>2</sup> , Haddeden geçirilmiş .. 195 ..245 N/mm <sup>2</sup>
Kopma uzaması	% 3 .. 25

**Tablo 2.16.Magnezyumun kimyevi değerleri**

Mukavemetin, sertliğin ve korozyona karşı dayanıklılığın artırılması için, magnezyum ile alüminyum, çinko ve silisyum alaşım yapılır.

Magnezyum - yoğurma alaşımları, ortalama mertebedeki bir mukavemete ve genişleme değerine ve iyi bir sürekliliğe sahiptir. Makine yapımında, profilli saclar, kaplamalar ve hafif yapı parçaları olarak kullanılır.

Bükülen veya dövülen parçalar, 180 ° C 300 ° C'nin üstünde ısıtılırlar. Talaş kaldırmak suretiyle yapılan işlemler, yüksek kesme hızı (500.....3000 m/dakika) ile sağlanır. Kesici takımların soğutulması için, içerisinde su bulunmayan soğutucu maddelerin kullanılması gerekir.



**Resim 2.7. Mg-Motor silindir kapağı ve Mg- jant**

Yanan magnezyum talaşlarının sadece kuru gri döküm talaşları ve kuru kum ile veya D-yangın sınıfına ait yangın söndürme cihazları ile söndürülmesine izin verilir, fakat su ile söndürülmesine izin verilmez.

Magnezyum alaşımları kum-kokil ve basınçlı döküm yapılarak, otomobil endüstrisinde hafif imalat parçaları olarak şanzıman gövdesi, motor silindir kapağı (Resim 2.7.) ve jantların imal edilmesinde kullanılır. Ayrıca, büro makinelerinin, bilgisayarların ve hoparlörlerin, zincirli testerelerin ve ev aletlerinin ince cidarlı gövdelerinin imalatında ve oyuncak sanayinde kullanılır.

Magnezyum alaşımları sayılanlara ek olarak, ısıtma suyu besleyici aygıtlarının ve yer altından döşenen tesisatın katodik bakımdan korozyondan korunması için anodolarak kullanılır.

- **Titan (Ti) ve titan alaşımları:** Titan, yüksek mukavemeti büyük sertlik değeri ve sıklığı olan gümüş beyazı renginde, hafif bir metaldir. Korozyona yüksek sürekli esnemeye ve 500 ° C'ye kadar ısıya karşı iyi derecede mukavemete sahiptir. Titan, yukarıda işaret edilen kendine has iyi özelliklerinden dolayı, tıp teknolojisinde implant (vücuda yerleştirilen doku parçası, ilaç veya radyoaktif madde) malzemesi olarak kullanılır (Resim 2.8).



**Resim 2.8. Ti Al 6 V 4'ten yapılmış olan kalça mafsali implantatı**

**Titan alaşımları:** Tamamı % 20'yi geçmeyecek şekilde, alüminyum, vanadyum, molibden, kalay, zirkonyum, bakır ve demirin alaşım malzemesi olarak katılmasıyla saf titanın mekanik özellikleri önemli ölçüde iyi yerleştirilebilir. Bu alaşım yapıldığı takdirde, çekme mukavemeti 540 N/mm<sup>2</sup> - 1320 N/mm<sup>2</sup> arasında oluşur.

Örnekler: TiAl6 Sn 2, Ti Al 7 Zr 12, Ti V13 Cr 12 Al 3, TiV 8 Fe 5 Al 1, TiAl 6 V4, TiAl 6

Titan ve titan alaşımları, büyük talaş derinliklerinde, orta ilerleme hızları ve düşük kesme hızları ile talaş kaldırılarak işlenirler. Titan tozu ve titan talaşları kolaylıkla yanabilir; magnezyumda olduğu gibi aynı emniyet tedbirlerinin alınması gerekir. Soğuk olarak şekil verme, sadece ergitme tavı durumunda mümkündür. Sıcak olarak şekil verme işlemi, 250°C ila 350°C 'de iyi bir şekilde tatbik edilebilir.

İş parçalarının yüzeyi kurşun kalemle çizilmemelidir, çünkü titanın karbonla (kömür ile) reaksiyona girmeye karşı eğilimli oluşu, malzemenin gevrek olmasına yol açar. Titan sertleştirilebilir ve özel yöntemle kaynak edilebilir.

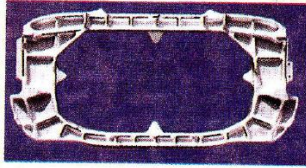
Yoğunluğu	4,5 kg/dm <sup>3</sup>
Ergime noktası	1650 ... 1700 °C
Çekme mukavemeti	290 ..740 N/mm <sup>2</sup> ,
Kopma uzaması	% 15..30 soğuk

**Tablo 2.17. Titanın kimyevi değerleri**

Titan ve titan alaşımları, düşük ağırlıklı, büyük mukavemet, sıklık ve ayrıca yüksek, termik ve kimyevi dayanıklılık gerektiren yapı elemanları için kullanılır.

Esas uygulama alanı, rotorlar, ışınlıyıcı ünite parçaları, iç yapı parçaları, korozyona ve ısıya dayanıklı kaplamalar, taşıt şaseleri ve antenler ile titan malzemelerinin kullanıldığı hava ve uzay teknolojisidir (Resim 2.9).

Kimyasal tesis yapımı olarak titan malzemeler, basınç ve reaksiyon tanklarında, soğutucu boru demetlerinde ve pompalarda kullanılırlar.



**Resim 2.9. Ti Al 4 Mo 2 Sn 'den yapılmış olan uçak kaburgası**

## 2.2. Sinter Malzemeler

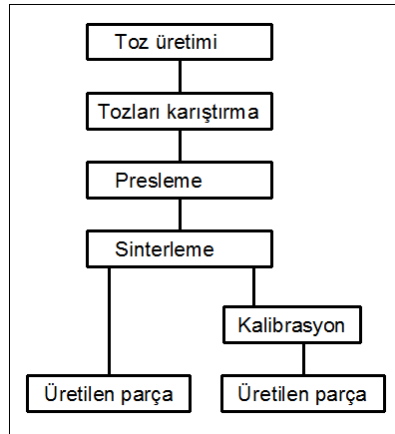
Sinterleme işleminin yapılması suretiyle, toz maddelerden yapılan, kalıpta preslemeyle üretilen yarı mamul iş parçaları, kendi nihai mukavemetini elde ederler (Resim 2.10). Metalik iş parçalarının imal edilmesinde, saf ve alaşımlı metallere imal edilen tozların yanında, metal bileşiklerden ve toz karışımlarından meydana gelen tozlar da kullanılır.



Resim 2.10. Sinterlenmiş dişli çarkı ve bağlantı çubukları

### 2.2.1. Sinter-Kalıp Parçalarının Üretim Kademeleri

İş parçalarının üretimi, bir çok işlem basamaklarından geçirilerek sağlanır (Sekil 2.2).

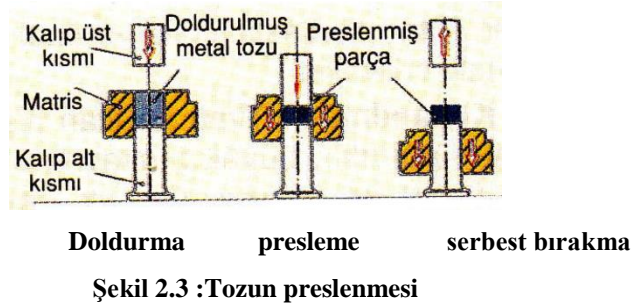


Sekil 2.2: Sinterlenmiş bir iş parçasının üretim kademeleri

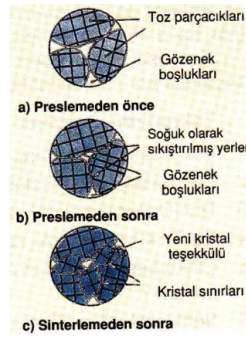
**Toz üretimi:** Sinter-kalıp parçaları için çıkış malzemesi, metal ergiyüklerinin bir meme vasıtasıyla püskürtülmesi veya pülverize edilmesi suretiyle elde edilen metal tozlardır. Büyük soğutma hızından dolayı, toz parçacıklar ince ve homojen bir dokuya sahip olurlar.

Toz karıştırma işlemi sırasında tozlar arzu edilen oranlarda karıştırılır. Daha sonra yapılacak olan presleme işlemi esnasında kaymayı kolaylaştırmak için, toz karışımı içine kaydırıcı maddeler, örneğin **stearin** maddesi katılır.

**Presleme:** Pres kalıplarında (Şekil 2.3), karıştırılan tozlar, yüksek basınç altında sıkıştırılır. Bunun yanında, gözeneklerin daha küçük olmasına mukabil toz tanelerinin temas yüzeyleri büyür (Şekil 4). Adezyon ve mekanik kenetlenme sayesinde, toz bir anda tutulur. Presleme esnasında toz parçacıklar temas noktalarında soğuk olarak sıkıştırılır.



**Sinterleme:** Sıcaklığa ve zamana göre kumanda edilen bir ısıl işlemde, karışımı hazırlanan toz preslenerek üretimi istenen parça elde edilir. Bunun yanında atomlar, temas yerleri üzerinden bitişiğindeki toz parçacıklarının içine geçer (diffüzyon). Atomlar aynı zamanda kristalin yeniden teşekkülünde, daha önceden soğuk olarak sıkıştırılan temas yüzeylerine gelir (rekristalizasyon) (Şekil2.4). Sıcaklık, tek malzeme tozundan yapılan sinterleme işlemi esnasında, toz malzemesinin ergime sıcaklığının altında bulunur. Toz karışımlarında, en düşük ergitme sıcaklığındaki malzemenin ergime noktasını aşacak şekilde, sıcaklık seçilebilir. Sinterleme diffüzyon ve rekristalizasyon suretiyle birlikte asılı kalan kristal dokularının meydana geldiği, preslenmiş metal tozu parçacıklarının tavlanmasıdır.



**Şekil 2.4: Presleme ve sinterleme esnasındaki değişimler**

**Kalibrasyon:** Sinterlenmiş parçalar, genellikle iş parçaları için olan yeterli ölçü tamlığı ve yüzey kalitesine sahiptirler. Şayet bu özelliklerde daha yüksek özellikler aranırsa, sinterlenmiş olan hazır iş parçaları tekrar preslenebilir.

**Sinterlenmiş parçaların kullanılması:** Toz malzemesine ve gözeneklerin büyüklüğüne bağlıdır. Ayrıca, sinterlenmiş parçaların özelliklerine, presleme basıncı ve sinterleme sıcaklığı etki eder. Gözenekliği % 27 olan büyük gözenekli sinter malzemeleri örneğin monte edilmeden önce yağ ile doldurulan % 6... % 12 oranında gözenekli sinter malzemesi filtre olarak, iyi kaydırma ve dengeleme özellikleri olan yatak malzemeleri kullanılır. Çelikten yapılmış olan sinter parçalar ısıl işleme tabii tutulabilir, örneğin sertleştirilebilir.



### Sinter teknolojisinin üstünlükleri:

- Montaja hazır durumda olan iş parçalarının üretimi yapılabilir.
- Ölçülü parçaların uygun fiyatla üretimi gerçekleştirilebilir.
- Ergime noktaları çok farklı olan metallerden yapılan alaşımların üretimi gerçekleştirilebilir.
- Uygun toz karışımları vasıtasıyla arzu edilen malzeme özellikleri elde edilebilir.
- Yağ ile doldurulan yataklarda iyi dengeleme özellikleri oluşur.
- Az döküntüden dolayı çevre dostudur.

### Sinter teknolojisinin eksiklikleri:

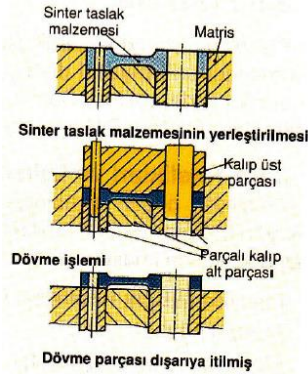
- Daha büyük presleme kuvveti ile presleme işlemi gerektirmesi.
- Pres kalıbı için maliyeti yüksektir.
- İş parçalarının içindeki yüksek presleme kuvvetleri ve az sıkıştırma sebebiyle iş parçası büyüklüğü sınırlıdır.
- Sinterlemeden sonra biçimlendirme zorluğu vardır, örneğin sonradan kesme işleri, enine delik delme ve vida dişi açmak mümkün değildir.

## 2.2.2. Sinter Dövmeler

Alaşım haline getirilen çelik tozların preslenmesi ve sinterlenmesi suretiyle imal edilen ön parçalar, bir dövme kalıbının içinde kendi nihai şekillerine getirilir (Şekil2.5). Üretilen iş parçaları, dövme kalıbı parçalarına nazaran narin ve her yöndeki geniş ve aynı ölçüdeki doku ve alaşım elemanlarından dolayı %1'in altında bir gözeneklige ve daha iyi mekanik özelliklere sahiptir (Resim 2.11).



Resim 2.11. Sinter metodu ile dövme



Şekil 2.5. Sinter metodu ile dövülen biyel

**Sıcak isostatik presleme:** Sıcak isostatik preslemede metal toz, presleme ve sinterleme işlemleri aynı zamanda tatbik edilecek şekilde sinterleme sıcaklığında preslenir. Bu şekilde imal edilen iş parçaları, daha önce pres edilmiş ve ondan sonra sinterlenmiş olan iş parçalarına nazaran daha yüksek yoğunluğa ve daha narin bir dokuya sahiptir. Sıcak isostatik presleme sayesinde, örneğin yüksek hız çeliklerinde frezeler ve sert metalden kesici plakalar üretilir (Resim 2.12 ve 2.13).



**Resim 2.12. İzostatik ısıtma metoduyla imal edilen yarı mamulden yapılmış olan freze çakıları.**



**Resim 2.13. İzostatik ısıtma metodu ile sıkıştırılan sert metal uçlar**

## 2.3. Plastikler

Plastikler, sentetik olarak elde edilen, organik malzemelerdir. Bunlar, petrol gibi hammaddeden kimyasal dönüşüm (sentez) sayesinde imal edilir ve organik maddeler olarak ifade edilirle. Çünkü bunlar organik karbon bileşiklerinden meydana gelmektedirler (istisna: silikon – plastikler).

### 2.3.1. Özellikleri ve Kullanılması

Plastikler, bugün teknolojiye malzeme olarak önemli bir yere sahiptir. Plastiklerin çok yönlü olarak kullanılabilirliği, özel özelliklerinden ve ayrıca çok farklı özellikleri olan plastiklerin imalat imkânlarından kaynaklanmaktadır (Tablo 2.18).

#### Plastiklerin tipik özellikleri şunlardır:

- Özgül ağırlığın azlığı,
- Muhtelif mekanik özellikler,
- Elektriği izole etmesi,
- Isıyı sönmüldürmesi,
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı,
- İyi şekil verilebilir ve işlenebilir olması,
- Renklendirilebilir olması,
- Parlak, dekoratif yüzeyler elde edilmesi.

Depolar, motorlu taşıt ve uçak parçaları			
	Fıçı ve bidonlar	Fan çarkları	Gösterge panosu
Makine gövde ve parçaları, sert, yumuşak ve elastik malzemeler			
	Şanzıman parçaları	Taşıt lastiği	Makine gövdesi
Elektrik izolasyonu ve yalıtım malzemesi			
	Takım sapları	Elektro-izole parçaları	Isı yalıtım plakaları
Kimyevi maddelere ve zarar verici etkilere karşı kaplar			
	Kimyevi maddeler için kaplar	Boru donatım elemanları	Kaplamalar

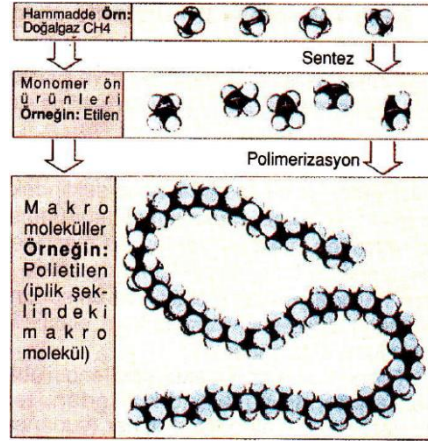
**Tablo 2.18. plastiklerin tipik özellikleri ve kullanılması**

**Plastikler, kullanılabilirliğini sınırlandıran özelliklere de sahiptir.**

- Isıya dayanıklılık özellikleri azdır.
- Çok yüksek mukavemet özelliği yoktur.
- Kısmen yanabilirler.
- Hâlihazırdaki teknolojiye çözücü maddelere karşı dayanıklı değildirler.
- Diğer bir problem ise, plastik atıkların yok edilememesidir. Plastik atıklar tabiatta çürümemekte ve ancak kısmen tekrar kullanılabilirlerdir.

### 2.3.2. Kimyevi Terkibi ve Üretimi

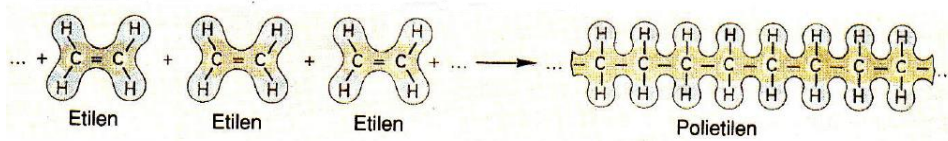
Plastikler, silikonlar hariç, makro molekül olarak birlikte oluşan karbon bileşiklerinden meydana gelir. Plastikler, karbonun yanında hidrojen, oksijen, azot, klor ve flour elementlerini de ihtiva ederler. Plastik üretimi, petrol ve doğalgaz ana hammaddelerine dayanmaktadır ve iki dala ayrılmaktadır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Plastiklerin üretimi esnasında molekül alanındaki durumu

- **Reaksiyon kabiliyeti olan ön ürünlerin sentezi:** Ayrı ayrı moleküllerden meydana gelmişlerdir ve (tek anlamına gelen ) monomerler olarak adlandırılırlar.
- **Binlerce tek tek moleküllerin makro moleküller halinde bağ teşkil etmesi (ilmiklemesi):** Meydana gelen maddeler (çok anlamına gelen) polimerler olarak isimlendirilir. Tek tek moleküllerin makro moleküller halinde birlikte oluşması, muhtelif reaksiyon tarzlarına uygun olarak sağlanabilmektedir. Polimerizasyon, polikondensasyon ve poliaddisyon suretiyle sağlanabilmektedir.

Polimerizasyon, esnasında, çift bağ kaldırılarak tek bir monomer cinsinin doymamış molekülleri, birbiri ile yan yana dizilerek makro moleküller meydana getirir.



Şekil 2.7. Polietilenin, etilenlerden meydana gelişi

Polikondensasyon, düşük moleküle sahip bir maddenin bölünmesi ile muhtelif tarzdaki ikili monomer molekülleri makro moleküllere bağlanır. Örnek, Polyester, dar ilmekli olarak ağ teşkil eden makro molekül zincirlerinden meydana gelir.



Şekil 2.8. Polyester reçinesinin teşekkülü.

Poliaddisyon, aynı veya muhtelif tarzdaki monomer molekülleri bir yan ürün meydana getirmeden makro moleküllere bağlanırlar. Örnek: Poliüretanın teşekkülü, dar veya geniş ilmekli ağ teşkil eden makro molekülleri meydana gelir.



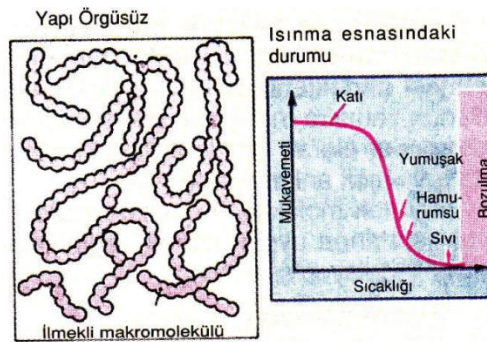
Şekil 2.9. Poliüretanın teşekkülü

### 2.3.3. Teknolojik Bölümler ve İç Yapı

Her bir plastik grubu kendine has bir iç dokuya sahiptir. Bu iç doku ise ısıtılma sırasında mekanik olarak aynı özelliği gösterir. Plastikler, kendi iç dokularına göre termoplastikler, duroplastikler ve elastömerler olmak üzere üç gruba ayrılır.

### 2.3.4. Termoplastikler

Termoplastikler, iplik gibi bir pamuk tıkaçının içine dolanan ve karşılıklı olarak ağ teşkil yerlerine sahip olmayan ip şeklindeki makro moleküllerden meydana gelmektedir (şekil 2.10). Onun mukavemeti, sürtünme kuvvetlerinden ve makro moleküllerin dolanmasından meydana gelen bu plastikleri muhafaza eder. Termoplastikler oda sıcaklığında serttirler. Sıcaklığın artması ile elastik hale gelirler ve ısıtmaya devam edilmesi halinde yumuşak plastik ve en sonunda sıvı hale gelirler. Isıtılmış plastik kitlenin soğutulmasıyla sıvı, yumuşak ve elastik durumu takip ederek sert plastik malzeme durumuna dönüşürler.



Şekil 2.10. Termoplastikler

Termoplastikler, sıcakta şekillendirilebilir ve kaynak edilebilirler. Bu plastikler ısıtılma esnasında yumuşadıklarından, (thermo = termo = ısı anlamına gelen ) termoplastikler olarak adlandırılırlar. Plastiklerin ısıtılması ancak belirli bir sınır değerine kadar mümkündür. Çünkü onlar bu sıcaklığın aşılması halinde bozulurlar.



Termoplastikler, miktar itibariyle en büyük plastik grubu temsil ederler. Bu da her şeyden önce kolay işlenebilirliklerinden dolayı parçaların az bir masrafla üretilmesini mümkün kılar (sıcak şekil değiştirilebilir, kaynak edilebilir). Kaldı ki, hemen hemen her kullanma maksadı için, özellikli termoplastik tiplerinin geniş bir çeşidi bulunmaktadır.

**Polietilenin (PE) özellikleri:** Renksizden, süt rengine kadar renkte balmumuna benzer yapıda, düz parlak yüzeyleri olan asitlere ve eriyiklere karşı dayanıklıdır. PE'nin yoğunluğu 0,92 kg/dm<sup>3</sup>tür.



**Resim 2.14. PE nin tipik kullanılışı (kaplar,hortum)**

Düşük basınçlı polietilen, katı zor bükülebilir özelliğe sahiptir. Depolar ve borular imalatında kullanılır. Yüksek basınçlı polietilen ise yumuşak ve kolay bükülebilir özelliğe sahiptir. Hortumlar folyolar imalatında kullanılır.

Polipropilen (PP), düşük basınçlı, PE'nin (katı) özelliklerine ve görünüşüne çok benzerdir. Polipropilen biraz serttir ve her şeyden evvel, kaynayan suyun içinde sürekli olarak kullanılmasını mümkün kılacak özellikte olup, sıcakta (130 ° C'ye kadar) şekil bakımından polietilenden daha dayanıklıdır. Çamaşır makinesi ve otomobil parçaları yapımında kullanılır.

**Polivinilklorid (PVC):** Renksiz, şeffaf, aside ve eriyiklere karşı dayanıklıdır. Yoğunluğu 1.35 kg/dm<sup>3</sup>tür.

**Sert-PVC:** Sert, diri, zor kırılabilir. Sert PVC borular, muhafaza gövdeleri, profiller ve ventillerin yapımında kullanılır.

**Yumuşak-PVC:** Yumuşatıcı maddeler katılmak suretiyle, lastik elastiginde veya deri şeklinde PVC cinsleri imal edilebilir. Sentetik deri, hortumlar, çizme, koruyucu eldivenler, ayakkabı tabanları yapımında kullanılır.



**Resim 2.15. PVC'nin tipik kullanılışı (pencere, çanta)**

**Polistirol (PS):** Renksiz, parlak, yüzeyleri cam şeffaflığındadır. Sert ve gevrek, darbeye ve vuruşa karşı duyarlı, kırılma esnasında parçalanıp dağılan, inceltilmiş asitlere ve ergiyiklere karşı dayanıklı, çözücü maddelere karşı dayanıksızdır. Yoğunluğu =1.05 kg/dm<sup>3</sup>tür.

Gözetleme (seviye kontrol) camları, şeffaf çizim aletleri, gıda maddelerinde kullanılan küçük parçaların toplandığı kaplar yapımında kullanılır.



**Resim 2.16: PS'nin tipik kullanılışı (ev telefonu, ısı yalıtım malzemesi )**

**Polistirol:** Gevrekliğin bertaraf edilmesi için polistirol-çıkış kitlesi akrilnitril, kauçuk elastikiyetinde Butadin veya her ikisi (ABS-polimeri) karıştırılır. Bu suretle katılık ve darbeye karşı dayanıklılık gösterir. Şeffaf sentetik maddeler elde edilir. Tornavida plastik çekiç, basma tuşları, makine muhafaza gövdeleri, motorlu taşıt parçaları yapımında kullanılır.

**Köpük haline getirilmiş polistrol:** Polistrol, tahrik maddesi vasıtasıyla köpükendirilebilir. Yaklaşık olarak 0.02. kg/dm<sup>3</sup> lük bir yoğunluğu ve ısı yalıtım (izolasyon) özelliklerine sahip bulunan, kapalı gözenek yapılı (sık dokulu) sert bir köpük malzemesinden meydana gelir. Piyasada, (styropor) strapor ve hostapor ticari adı ile bilinmektedir. Isı yalıtım plakaları ve ambalaj malzemesi olarak kullanılır.

**Polikarbonat (PC):** Cam şeffaflığında, parlak yüzeyleri olan, güneş ışığından etkilenmeyen, şekli bozulmayan şeffaflıkta, yüksek mukavemetli, darbeye karşı dayanıklı, kırılmaz, asitlere karşı dayanıklıdır. Fakat mukavemetli eriyiklerden tuz çözeltilerinden ve diğer çözelti maddelerinden etkilenir. Yoğunluğu = 1,2kg/dm<sup>3</sup> tür.

Kırılmaz camlar, işaret cihazları, vantilatörler, pompalar, elektrik şalter ve fişleri, mikro mekanik teknoloji alanında, tıbbi ve elektroteknik cihazlar ve mutfak eşyası yapımında kullanılır.

**Poliomid (PA):** Süt beyazı rengine, kayma kabiliyeti ve ovulmaya karşı mukavemeti olan yüzeylere sahip, kimyasal ve çözelti maddelerine karşı dayanıklı, sert ve diri, 70 N/mm<sup>2</sup> ye kadar yüksek çekme mukavemetine sahiptir. Yoğunluğu = 1 .14 kg/dm<sup>3</sup> tür.

Dişli çarklar, yatak zarfları, kaydırıcı kızaklar, kam kasnakları, kumanda kamları, hareket ve kılavuzlama makaraları, koruyucu kasklar (baretler) ve yakıt tankları yapımında kullanılır.

**Poliamid elyafları:** Poliamidler, elyaflara da bağlanabilirler. Onlardan tekstiller, dokumalar, fitiller, halatlar imal edilir. Piyasada, perlon ve naylon ticari adı ile tanınmaktadır.



**Resim 2.17. Poliamidin tipik kullanılışı (dişli, fan)**

**Akriglas (PMMA) (Polymethylmethacrylat):** Renksiz yüzeyleri parlak olan cam şeffaflığında, ışıktan etkilenmeyen (solmayan), optik camları olarak işlenebilir. Sert ve özlü, zor kırılır, birçok asitlere, eriyiklere ve ayrıca çevresel etkilere karşı dayanıklıdır ve bazı çözeltiler içinde eriyebilir. Yoğunluğu =  $1.18\text{kg/dm}^3$  tür (pencere camı yarısı). Genel olarak fleksiglas olarak ifade edilir.



**Resim 2.18. PMMA'nın tipik kullanılışı (koruyucu gözlük ve koruyucu cam )**

Koruyucu gözlükler, çapaklara karşı koruyucu, şeffaf muhafaza gövdesi, camlı çatı döşemeleri, tıpla ilgili alet yapımında kullanılır.

**Politetrafloretillen (PTFE):** Süt beyazı renginde, muma benzer yapıda, kayma kabiliyeti olan yüzeylere sahip, yumuşak, kolayca eğilip bükülebilir ve aşınmaya karşı dayanıklıdır. Kimyasal maddelerden etkilenmez ve ısıca karşı dayanıklıdır ( $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den  $+280\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar). Yoğunluğu  $2,2\text{ kg/dm}^3$  tür.



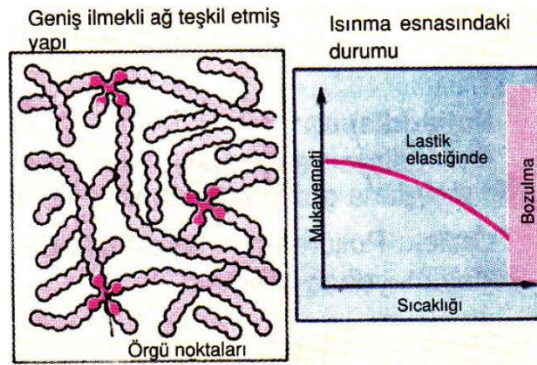


**Resim 2.19: PTFE nin tipik kullanılışı (contalar, kaplamalar)**

Ticari adı, hostaflon, TF teflon, yatak zarfları, kimyasal armatürler, contalar, katlamalı körükler, kaplamalar, yağlama vasıtaları yapımında kullanılır.

### 2.3.5. Duroplastikler

Duroplastikler, birçok ağ teşekkül yerlerinde, kimyasal bağlar vasıtasıyla dar ilmekli olarak, birbirleri ile arka arkaya bağlanmış olan makro moleküllerden meydana gelir (Sekil2.11). Duroplastikler, ısıtılmak suretiyle kendi mekanik durumlarını sadece biraz değiştirirler. Çünkü ağ teşekkül yerleri makro moleküllerinin değişmesine müsaade etmez. Isıtılması esnasında sertliğin ve mukavemetin muhafaza edilmesi niteliğinden dolayı, bu plastikler, (Latincece durus = sert) duroplastik olarak isimlendirilir. Bozulma sıcaklığının üzerine kadar ısıtılması halinde duroplastikler yumuşamadan bozulurlar. Duroplastiklerin şekli değiştirilemez ve kaynak edilemez.



**Şekil 2.11 Duroplastikler**

Duroplastikler, sıvı veya toz şeklinde ön ürün olarak bunları işleyecek işçilere kadar havaya karışarak ulaşırlar. Plastik, kendi sertliğini ve mukavemetini muhafaza eder.

**Fenol reçinesi (PF):** Hardal sarısı (sarımsı kahverengi) rengine, sonradan koyulaşan, tipik kokulu, sert, gevrek ve kırılımandır. Yoğunluğu = 1.5 kg/dm<sup>3</sup>tür. Genellikle, kaya taşı tozu, ahşap tozu veya dokuma gibi dolgu maddeleri ile karıştırılır ve preslenerek şekillendirilecek işlerin maddesi olarak kullanılır.



Küçük parçalar



Elektrik malzemeleri

**Resim 2.20: PF MF UF'nin tipik kullanılışı**

**Melamin reçinesi (MF), üre reçinesi (UF):** Renksiz olanından açık sarıya kadar, sonradan kararmaz, yüzeyleri parlak, kokusuz ve tatsız, pişmeye karşı dayanıklı sert, gevrek ve kırılımandır. Yoğunluğu = 1.5 kg/dm<sup>3</sup>tür. Genellikle dolgu maddeleri ile karıştırılarak işlenir.

Ahşap için birleştirme maddesi olarak saf halde (yonga levha=sunta), küçük parçalar ve muhafaza için dolgu maddesi olarak kullanılır.

**Doymamış polyester reçinesi (UP):** Renksiz, yüzeyleri parlak cam şeffaflığında, sert ve gevrek olanından yumuşak ve elastik olanına kadar iyi yapışma kabiliyeti (adhezyon) vardır ve iyi döküm yapılabilir. Yoğunluğu = 1.2 kg/dm<sup>3</sup> tür.

Metaller için yapıştırma reçinesi, kazınmaya (çizilmeye) karşı dayanıklı boya, modeller için döküm reçinesi, cam elyafları ile takviye edilen plastikler için bağlayıcı reçine ve elyaflar için çıkış reçinesi olarak kullanılır.



**Resim 2.21: UP'nin tipik kullanılışı (taşıt tamponları, su tankları )**

**Epoksi reçinesi (EP):** Renksiz olanından bal sarısı rengine kadarki renklerde, sert, diri, kırılmaz ve iyi dökülebilir özelliktedir. Asitlere, eriyiklere, tuz çözeltilerine EP'ni tipik kullanılması ve çözücü maddelere karşı dayanıklıdır. Yoğunluğu =1,2 kg/dm<sup>3</sup> tür. Cam elyaflarla takviye fotoğraf edilmiş olan plastikler için, yapıştırıcı reçinesi, boya (lak) reçinesi ve döküm reçinesi ve ayrıca bağlayıcı reçine olarak kullanılır.



**Epoksi reçine akım trafosu**



**EP den yapılmış tekne**

**Resim 2.22: EP'nin tipik kullanılışı**

**Elyafli takviye edilen polyester ve epoksi reçinesi:** Polyester ve epoksi reçinelerinin büyük kısmı, cam elyaflarının veya karbon elyafların, cam elyafları ile takviye edilen plastik (GFK) ve/veya karbon elyafla takviye edilen plastik (CFK) için bağlayıcı reçinesi olarak kullanılır. Hafif ve yüksek mertebede dayanıklı olan bu malzemeden kayak botu gövdesi, karoser parçaları, uçak parçaları, spor aletleri ve oluklu plakalar imal edilir.

**Poliüretan reçinesi (PUR):** Bal sarısı renginde, şeffaftır. Her cinsine göre sert ve diri olanından yumuşak ve lastik elastikiyetine kadar, iyi yapışkanlık kabiliyeti (adhezyon) köpürtülebilir, Zayıf asit asitlere, eriyiklere, tuz eriyiklerine ve çözücü maddelere karşı dayanıklıdır.



**Boru yalıtımı**



**yağmur botları**

**Resim 2.23: PURun tipik kullanılışı**

**Sert-PUR:** Yatak zarfları, dişli çarklar yapımında kullanılır.

**Orta sertlikte-PUR:** Dişli kayışlar, binek taşıt tamponları, makaralar yapımında kullanılır.

**Yumuşak-PUR:** Conta yapımında kullanılır. Poliüretan bunlardan başka lak (DD-Lakı) olarak ve ayrıca yapıştırıcı maddesi olarak kullanılabilir. Ayrıca her ağ teşekkül derecesine göre, sert köpük maddesi veya elastik yumuşak köpük maddesi elde edilebilir.



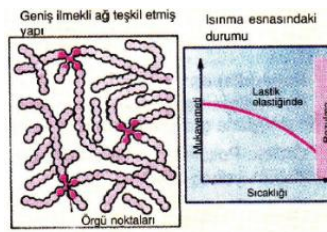
**Resim 2.24: Silikonun tipik kullanılışı**

**Silikon reçinesi(SI):** Süt beyazı rengine, su ve yapıştırıcı maddeyi reddeden özelliktedir. Her imalata göre sert ve katı olanından yumuşak ve lastik elastikiyeti olanına kadar çeşidi vardır. Yağlara karşı dayanıklı, asitlere, eriyiklere ve çözücü maddelere karşı dayanıksız ve + 180°C'ye kadar sıcaklığa dayanıklıdır.

İzole lâkı (boyası), su geçirmez boya, contalar aralık doldurma maddesi ve döküm kalıpları olarak kullanılır.

### 2.3.6. Elastömerler

Kördüğüm şeklinde olan ve ayrıca azyerlerde geniş ilmekli olarak ağ teşkil eden makro moleküllerden meydana gelmiştir(Sekil 2.12). Dış mukavemetlerin tesiri ile elastomerlere yüzde yüzden daha fazla elastik olarak şekil verilir ve kuvvet kaldırıldıktan sonra tekrar kendi eski durumunu alır. Bu mekanik metot lastik elastikiyeti ve bu özellikteki plastik elastomer adını alır. Isıtma suretiyle elastomerlerin lastik elastikiyet özelliği sadece biraz yumuşarlar. Elastomerler, çok fazla ısıtıldıkları takdirde bozulurlar. Elastomerler, lastik elastikiyetindedir ve sıcak olarak şekil değiştirebilirler fakat kaynak edilemezler.



**Şekil 2.12: Elastomerler**

Bugün teknolojiye kullanılan elastömerler sentetik olarak üretilmişlerdir. Bunlardan Sentetik kauçuk olanı da Butadien kauçuk olarak isimlendirilmiştir.



**Taşıt lastiği**



**makine ayakları**

**Resim 2.25: Kauçuğun tipik kullanılışı**

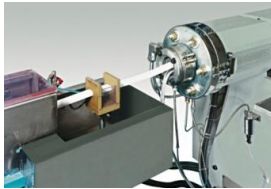
**Sentetik kauçuk:** Sarıdan koyu kahverengiye kadar renklerde ve genellikle kurum maddesi ile de siyaha boyanır. Her imalata göre sert lastik elastikiyetinden yumuşak lastik elastikiyetine kadar çeşidi olan sarsıntı (titreşim) ve sesi önleyici özellikte (sönümleyici), eskimeye karşı dayanıklı ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Taşıtların, radyal (çap doğrultusunda) contalar, sızdırmaz conta, koruyucu kapaklar, lastik yayları ve hortumların yapımında kullanılır.

### 2.3.7. Plastiklere Şekil Verilmesi

Termoplastikler üreticiler tarafından orta incelikte (granüller) taneler olarak toz veya sıvı halinde duroplastikler ve elastömerler olarak piyasaya sunulur. Plastikler, işleyenler tarafından çok defa bitmiş iş parçasını temsil eden asıl kendi şekline dönüştürmek suretiyle elde edilirler. Daha da şekil vermek için termoplastiklerin şekli değiştirilebilir. Duroplastiklerde ve elastömerlerde bu mümkün değildir.

#### ➤ **Termoplastiklerin şekillendirilmesi:**

Ekstrüzyon, termoplastiklerin işlenmesi için en kapsamlı olan metottur. Ekstruder, daha önceden konulmuş bir profil memesi olan devamlı çalışan bir helisel hat presidir. Plastik taneler, ısıtılan silindir içinde dönen plastik helisel (vida taşıyıcısı) vasıtasıyla sıkıştırılır, gazı atılır, ısıtılır ve böylece plastik işlemi yapılır (Resim 2.26).



**Ekstrüzyonda imalat yapma**



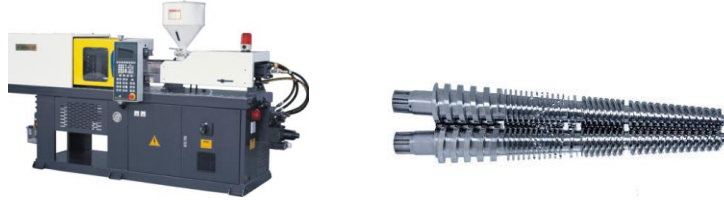
**Ekstrüzyon makinesi**

**Resim 2.26: Termoplastiklerin işlenmesi**

Helisel, şekil verilebilen plastik kitleyi, onun dışarıya hat halinde çıktığı yere profil memesi vasıtasıyla devamlı olarak öne doğru bastırır. Memenin çıkış ağzının kesiti, dışarıya çıkan çubuğun profilini belirler, Çubuk aynı zamanda hava akımı içinde soğutulur ve katılaştıktan sonra parçalar halinde kesilir. Tipik ekstruder mamuller, plakalar, bantlar, çubuklar, profiller ve borular olarak sayılabilir.

➤ **Enjeksiyon makinelerinde plastiklerin şekillendirilmesi:**

Termoplastikler için en önemli işleme metodudur. Enjeksiyon makinesi, sevk helisel (vida taşıyıcı) olan plastik işlem silindiri, itici silindir ve ayrıca, iki veya daha çok parçalı şekil oyuklu kalıptan meydana gelmiştir (Resim 2.27). Plastik işlem silindirinin içinde plastik granüller ısıtılır ve plastik işleme tabi tutulur. Püskürtme stroku esnasında itici silindirin pistonu, helisel öne doğru bastırır ve yumuşak plastik maddesini büyük bir hızla kalıp boşluklarının içine püskürtür. Kalıbın her iki parçası termoplastik madde çabucak katılacak şekilde soğutulur. Ondan sonra kalıp açılır ve bitmiş (üretilmiş) parça dışarıya atılır. Ara zamanda helisel, basınçlı yağ akışının yönünün değiştirilmesi suretiyle çıkış konumuna geri döner. Kalıbın kapanmasından sonra, yeni bir üretim çevrimi başlar. Enjeksiyonla üretim, karmaşık yapıları parçaların üretimini yalnız bir işlemle hızlı ve ucuz olarak mümkün kılar.



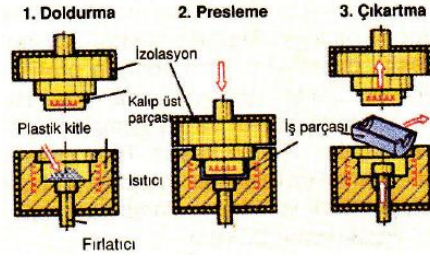
**Resim 2.27: Enjeksiyon makinesi ve konik ikiz vidalar**

Enjeksiyonla üretim, fazla miktarda parçaların üretimi için ekonomik olur, çünkü enjeksiyon kalıpları pahalıdır. Tipik enjeksiyonla kalıplama mamulleri, kova, kira kasaları, televizyon ve telsiz cihazlarının muhafaza gövdeleri, mutfak cihazları, mutfak makineleri, elektrik takımları ve ayrıca dişli çarklar ve civatalar gibi, taşıtlar için gruplar halindeki parçalardır. Sınırlı olarak, duroplastikler ve elastömerler de Enjeksiyonla kalıplama vasıtasıyla işlenir. Plastik işlem silindiri, plastik kitlenin yeter derecede plastiklik derecesini gerçekleştirecek kadar ısıtılır. Kalıp kuvvetli olarak ısıtılır, çünkü burada sertleştirme ısı altında sağlanır.

➤ **Duroplastiklerin ve elastömerlerin şekillendirilmeleri, kalıpta presleme:**

Kalıpla şekil verme işlemi, kalıpta presleme esnasında üç safhada meydana gelir (Şekil 1). İlk önce, sertleştirici maddesinin ilave edildiği, önceden ısıtılmış plastik kitlenin güçlendirilmiş bir konumu (matrisin) dişi kalıbın boşluğuna doldurulur. Ondan sonra kalıp üst parçası aşağıya doğru hareket eder ve plastik kitle, kalıp içindeki boşluklarına doğru preslenir. Bu esnada plastik kitle kalıbın ısıtılmış olan cidarların da ısınır ve sertleşir. Bundan sonra bitmiş iş parçası dışarıya itilir ve yeni bir üretim çevrimi başlar. Kalıpta preslemek suretiyle, muhafaza ve hazne gibi ince cidarlı parçalar üretilebilir.



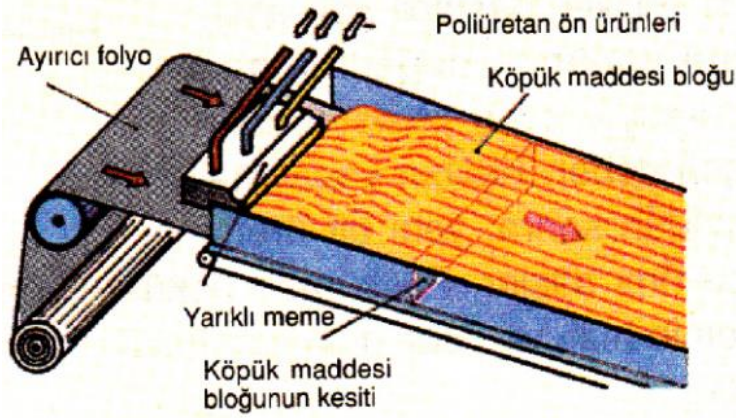


Şekil 2.13: Kalıpta presleme işlemi

➤ **Köpük maddesinin şekil değiştirmesi:**

Plastikten (sentetik maddeden) yapılmış olan köpük maddeleri, birçok küçük gaz kabarcıkları olan sıvı haldeki plastiğin köpüklenmesi suretiyle meydana gelir. Onlar bir tahrik maddesinin kimyasal bozulması veya buharlaşması suretiyle teşkil edilirler. En önemli iki köpük maddesi, polistrol köpük maddesi ve poliüretan köpük maddesidir.

Köpüklenmiş polistrol, iki kademede üretilir. İlk önce kabartıcı (şişirici) madde ihtiva eden, ince taneli polistrol, bir sıcak hava akımı içinde ısıtılır. Bu esnada polistrol tanecikleri bezelye büyüklüğüne kadar şişerler. Isıtılmış olan köpük maddesi taneler, bundan sonra şekillendirme kalıplarının içine doldurulur. Orada taneler tekrar şişerler, köpürürler ve kapalı kalıp içinde bir biçimlendirilmiş cisim halinde birlikte kaynak edilirler.

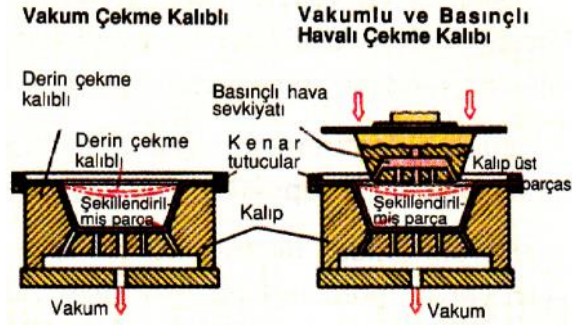


Şekil 2.14: Ekstrüzyon

Köpüklenmiş poliüretan, genelde sürekli olarak bloklar halinde şekillendirilir (Şekil 2.14). Sıvı halindeki poliüretan ön ürünleri bir yarıklı (yırtmaçlı) memenin içinde karıştırılır ve ince durumda devamlı öne doğru hareket eden bir ayırıcı folyo üstüne serilirler. Ön ürünler birbiri ile reaksiyona girer, bu esnada ısınır ve gazlar serbest olarak açığa çıkarlar. Onlar, meydana gelmiş olan, henüz sıvı haldeki poliüretanı, reaksiyon ısısı sayesinde sertleşen, bir köpük gövdesi oluşturacak şekilde şişirirler.

➤ **Termoplastik - yarı mamullerin ısı ile şekillerinin değiştirilmesi:**

Isı ile şekil değiştirme işlemi, termoplastik maddelerden yapılmış olan büyük ebatlardaki yapı elemanlarının üretimine ilişkin bir metottür. Üretim, infraruj ışınları vasıtasıyla veya hava akımı olan fırın içinde şeklinin değiştirilmesi gerekli olan yerde, ısıtılan plakalar, sert folyeler, çubuklar ve borulardan çıkar. Şekil değiştirme tertibatlarında sonradan eğilebilir, doğrultulabilir, preslenebilir ve kenarları bükülebilir. Vakumlu derin çekme olarak da adlandırılan söz konusu genleşme (yayma) kalıpları olan özel (spesiyal) bir sıcak şekil değiştirme metodu ilave bir öneme sahiptir.



Şekil 2.15 : Genleşme kalıbı (vakumlu derin çekme)

Burada aynı ölçüde ısıtılan tabela veya sert folyo kenarlardan bir kalıbın içine gömülür. Kalıbın oyuklu boş kısmı, kanallar üzerinden bir vakum pompasına bağlanmıştır. Vakumun tatbik edilmesi esnasında, biçimini alabilen plaka, kalıbın oyuklu boş kısmının içine çekilir ve soğutulmuş olan cidarlarının üzerine gelir.

Buzdolabının sacı gibi ince cidarlı malzemelere, ancak, vakumun emici etkisi sayesinde şekil verilebilir. Örneğin tekne gövdesi gibi kalın büyük yapı elemanları, ilave olarak bir üst parçası ve basıncılı hava ile kalıp içine preslenir (Şekil 2.15).

### 2.3.8. Plastiklerin İşlenmesi

➤ **Kesme ve talaş kaldırarak işleme:**

İnce plastik plakalar kesilebilir ve delinebilir. Kalın parçalar testere vasıtasıyla kesilir. Plastikten yapılmış olan iş parçaları, elle eğilemek, kesmek, raspalamak ve kazımak suretiyle talaş kaldırarak işlenirler. Bunun için özel olarak şekil verilmiş olan takımların kullanılması gerekir.

➤ **Makine ile talaş kaldırılarak işlenmesi:**

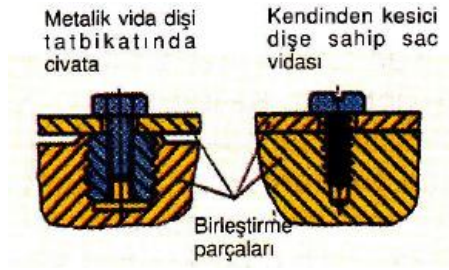
Sadece sert plastikler uygundur. Sert plastikler delinebilir, planyalama işlemine tabi tutulabilir ve torna edilebilir. Testere ile kesilebilir ve frezelenebilirler. Plastiklerin talaş kaldırılarak işlenmesinde, metallere nazaran önemli ölçüde daha az ısı iletim kabiliyetine sahip olduklarının ve bundan dolayı talaş kaldırma esnasında meydana gelen ısının kötü iletileceğinin dikkate alınması mecburiyeti vardır. Bu bağlamda, şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:



- Yüksek kesme hızı ve az ilerleme,
- Takımların özel kesici ağız geometrisi,
- Büyük talaş açısı ve talaş boşlukları,
- Yeterli soğutma: Termoplastiklerde su veya yağ ile; duroplastiklerde basınçlı havayla yapılır. Taşlama ve parlatma, aynı şekilde sert plastiklerde de mümkündür.

**Birleştirme:** Termoplastikler, sökülebilen birleştirme metotları (cıvatalar ve kavramalı birleştirmeler) ve ayrıca, sökülemeyen birleştirme metotları (perçinler, kalafatlar, yapıştırıcılar ve kaynak) vasıtasıyla birleştirilebilirler. Duroplastik ve elastömerlerde kaynak yapmak mümkün değildir. Çünkü onlar ısınma esnasında yumuşarlar.

**Cıvatalar, kavramalı birleştirmeler:** Cıvatalı bağlantılar plastik veya metal cıvatalar vasıtasıyla yapılır. Büyük kuvvetleri aktarmak mecburiyetinde olan bağlantılar cıvata ve somunla birlikte veya içine dökülen veya pres edilen bir vida dişli parçayı tutan bir cıvata ile vidalanır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Vidalı bağlantılar

**Perçinleme:** Perçinli bağlantılar, üzerinde şekil verilen perçin gövdesi ve perçin deliği ile püskürtme yapılarak dökülen kısımlarda faydalı bir şekilde tatbik edilirler (Şekil 2.17). Perçin başı, temas ısıyı veya ses ötesi ile sıcak yığıma (şişirme) suretiyle yerleştirilir.



Şekil 2.17. Perçin ile birleştirme

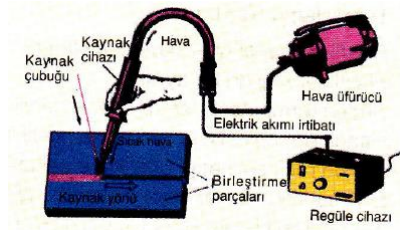
**İçine dökme:** Parçaların birlikte dökülmesi, örneğin sinter bronzdan yapılmış olan bir yatak zarfının bir plastik iş parçasının içini, püskürtme dökümünden ve püskürtme presinden önce, metal parçasının yerleştirilmesi suretiyle sağlanır.

**Yapıştırma:** Uygun yapıştırıcı madde seçilmiş ve birleştirme parçaları doğru olarak şekillendirilmiş ve yapıştırma yerleri önceden yine doğru olarak işlem görmüşse, plastikler birbirleri ile sağlam bir şekilde yapıştırılabilirler.

Polivinilklorid, akrilglas, polistirel ve polikarbonatlar gibi çözülebilen Termoplastikler bir çözücü madde ile yüzeylerde çözülürler ve doğrudan doğruya üzerine yapıştırıcı madde sürüldükten sonra birlikte yapıştırılırlar. Yapıştırıcı olarak genellikle birleştirme parçalarının çözücü madde ile sıvılaştırılmış olan plastik maddesi kullanılır. Yapışma dikişinin mukavemeti, esas malzemenin mukavemetine erişir. Polietilen, polipropilen ve politetrafloretilen gibi çözülemeyen veya zor çözülebilen termoplastiklerin, yapışma yüzeyleri özel olarak bir ön işleme tabi tutulmak suretiyle sağlam bir şekilde yapıştırılırlar. Onlar okside olan bir gaz alevi ile yüzeyler üstten karıncalandırılmak (çopurlanmak) veya alevle işlem yapmak suretiyle tırtıllandırılırlar. Yapıştırıcı madde olarak, mümkün olduğu kadar yapıştırılması icap eden parçalarınkine benzer mekanik özelliklere sahip olması gereken epoksi reçinesi ve poliüretan reçinesi gibi olan duroplastik maddeler kullanılır. Yapıştırmalı birleştirmenin mukavemeti genel olarak düşüktür.

**Duroplastikler:** Çözülmeyen termoplastiklere benzer şekilde yapıştırılırlar. Yapışma yüzeyleri gres yağından temizlenir, tırtıllandırılır (pürüzlü hale getirilir), yapıştırıcı madde her iki tarafa sürülür Ve yapıştırıcı sertleşinceye kadar, parçalar birleştirilirler. Yapıştırıcı maddeler, polyester, metakrilat, epoksit ve poliüretan reçineleridir

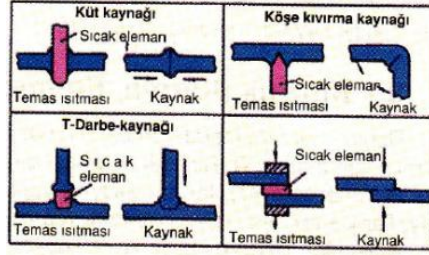
- **Kaynak:** Kaynak vasıtasıyla sadece termoplastik niteliğindeki plastikler birleştirilebilir. Sıcak hava kaynağı, elektrikli bir ısıtıcı eleman, kaynak makinesinin içinde elde edilen sıcak hava akımı ile sağlanır(Şekil 2.18).
- 



Şekil 2.18. Sıcak hava kaynağı

Kaynak makinesinden elde edilen sıcak hava, birleştirme yüzeylerini ve kaynak çubuğunu, esas malzeme ile ilave malzeme birlikte akacak şekilde hamurumsu duruma gelene kadar ısıtır. İlave malzeme (kaynak çubuğu) bir besleme kılavuzunun içine sokulur ve o kendi ağırlığının tesiri ile aşağıya doğru kayar.

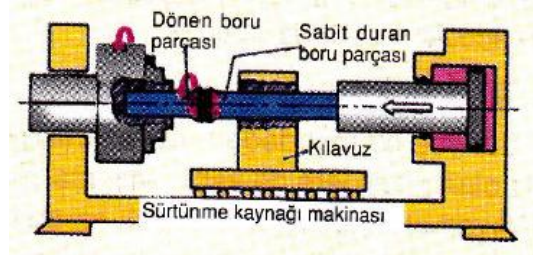
Sıcak elemanlı kaynağa, birleştirilmesi gerekli olan parçalar, birleştirme yüzeylerine bir sıcak eleman temas ettirilerek hamurumsu bir duruma gelinceye kadar ısıtılır (Şekil 2.19). Ondan sonra sıcak eleman çekilir ve parçalar kaynak edilecek şekilde, ısıtılmış olan yüzeylerinden birbiri ile karşılıklı olacak şekilde derhal pres edilir.



Şekil 2.19. Sıcak elemanlı kaynak

Sürtünme kaynağı, vasıtasıyla, çubuklar ve borular gibi simetrik olarak döner biçimli parçalar birleştirilir (Şekil 2.20). Bunun için parçalar bir sürtünme kaynağı makinesine bağlanır. Ondan sonra bir parçası döner durumda yerleştirilir ve sürtünme (sürtme) ısısı sayesinde birleştirme yüzeylerinde kaynak sıcaklığına erişilinceye kadar, hareketsiz olarak duran parçaya karşı bastırılır. Bunu takiben dönen parça frenlenir ve derhal kaynak ek yeri katılaşıncaya kadar, hareketsiz duracak şekilde bastırılır.

Folyoların kaynağı, birleştirilmesi icap eden folyolar, kızdırılmış durumdaki bir hat elemanı ile birbirinin üstüne bastırılmak suretiyle sağlanır. Isı folyoları, kaynak hat elemanının basıncı altında birlikte kaynak edilecek şekilde ısıtılır.



Şekil 2.20. sürtünme kaynağı

- **Plastik kaplamalar:** Bir iş parçasını ince bir plastik ile kaplamak için en basit metod boyamaktır. Laklar, bir ağ teşkil etmeyen duroplastikten bir çözücü maddeden ve renk pigmentlerinden meydana gelir. Lak sürüldükten sonra çözücü madde buharlaşır. Geriye kalan plastik madde sertleşir ve birlikte plastik bir kaplamayı meydana getirir. Savurma sinterlenmesinde, plastik toz depo içine hava tarafından üfürülmek suretiyle girdap olayı meydana getirilir. Bu toz içine, yaklaşık olarak 300 ° C'nin üstünde ısıtılmış olan, kaplanması icap eden metal parçaları daldırılır. Plastik parçacıklar, ısıtılmış olan metal parçasının üstüne sıkı olarak yapışır ve bir kaplama meydana gelmesi için ergirler.

Alevli püskürtmede, sıvı haldeki plastik maddesi bir püskürtme tabancası ile iş parçasının üstüne püskürtülür.

## 2.4. Birleşik (Karma, Kompozit) Malzemeler

İki veya daha fazla sayıdaki aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemelere “Kompozit Malzeme” denir. Başka bir deyişle birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacı ile bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzemeler olarak da adlandırılabilir. Bu malzeme gruplarının makine yapımındaki en önemli temsilcisi, örneğin cam elyaflarıyla takviye edilen plastikler (cam elyaflı plastik) veya sert metallerdir.

### 2.4.1. İç Yapı

Sadece bir maddeden meydana gelen malzemeler, iyi olan özelliklerinin yanında kötü olan özelliklere de yani, bazı mahzurlara da sahiptirler. Örneğin: Çok sert yüksek mukavemete sahip çelik, ancak az genleşebilir durumda olup, gevrekler. Buna karşılık özlü olarak genleşebilir çelik, az bir mukavemete sahiptir.

Bileşik malzemelerde ise, birçok malzemelerin iyi olan özellikleri birleştirilir ve kötü olan özellikleri bertaraf edilir (Tablo 2.19).

Cam elyafları (yüksek mukavemet, gevrek)	Plastik (mukavim değil, diri)	Cam elyafları ile takviye edilmiş olan plastik (yüksek mukavemet, diri)
Sert madde (sert, gevrek)	Metal (yumuşak, diri)	Sert metal (sert, diri)

**Tablo 2.19. Tekil ve birleşik malzemelerin özellikleri**

Böylece cam elyafları ile takviye edilmiş olan plastiklerde, cam elyafların yüksek çekme mukavemeti, plastiklerin dayanıklılığı ile kombine edilmiştir, bu suretle cam elyafların gevrekliği ve plastiklerin az olan mukavemeti etkisiz hale getirilir. Maddelerin gevrekliği ve metallerin az olan sertliğinin yetersiz olduğu hallerde, sert metallerin, sertliği ile metallerin dayanıklılığı yeni bir kompozit malzemede birleştirilir.

Bileşik malzemede, tekil maddelerin iyi olan özellikleri birleştirilmiş, kötü olan özellikleri ise etkisiz duruma getirilmiştir. Tekil maddelerin uygun bir seçimi ve kombinasyonu sayesinde, teknolojik bir ihtiyacın tam olarak karşılanabildiği özelliklerde birleşik malzemelerin imal edilmesi mümkün olur.

Birleşik malzemede mukavemetin artırılmasına etki eden bir madde, takviye materyali veya takviye bileşeni adını alır. Cismin bir arada tutunmasını sağlayan diğer madde bağlayıcı veya matriks adını alır.

Birleşik olarak arz edilen maddeler cinsine göre muhtelif gruplara ayrılır (Şekil 2.21).

- Elyaf-ve/veya tel ile takviye edilen birleşik malzemeler,
- Parçacıklarla takviye edilen birleşik malzemeler,
- Kaplamalı birleşik malzemeler.



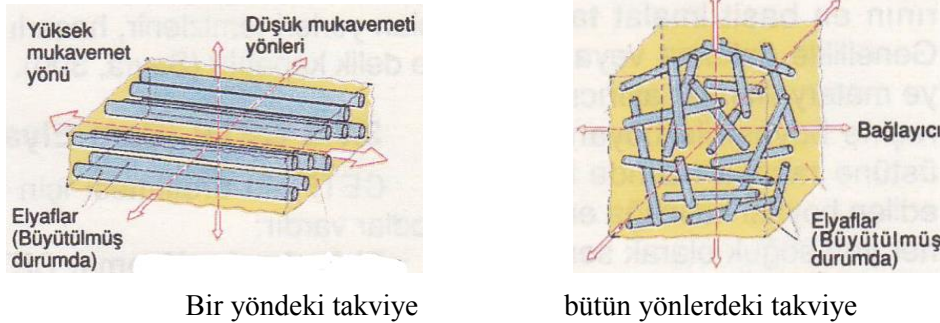
Şekil 2.21. Birleşik malzeme cinsleri

Takviye etmek suretiyle birleşik malzemelerin mukavemeti, katılığı (elastikiyet modülü) ve sertliği iyileştirilir. Ayrıca her birleşik kombinasyona göre, elektrik ve ısı iletim kabiliyeti gibi diğer özelliklerde, ısıya karşı dayanıklılığı veya aşınma mukavemetini artırabilir.

#### 2.4.2. Elyaf Takviye Edilen Birleşik Malzemeler

En çok kullanılan takviye elyafı, cam elyaftır. Onlar yüksek bir çekme mukavemetine ( $1000\text{N/mm}^2$ 'ye kadar), az bir yoğunluğa (yaklaşık  $2,5\text{kg/dm}^3$ ) sahiptir ve fiyatı uygundur. Cam elyafı,  $10\ \mu\text{m}$  ile  $100\ \mu\text{m}$  kalınlığında olup, daha iyi kullanılması için urgan (kaytan çubuk) halindeki binlerce elyaf birliktedir tutulur veya hasır, dokuma ve yapağı yün olarak işlenirler. Örneğin uçak yapımı ve uzay yolculuğu gibi özel ihtiyaçları için, karbondan, en mukavim ve hafif metallerden veya seramikten yapılmış olan elyaf da kullanılırlar. Bağlayıcı olarak genelde duroplastik esaslı plastik ve ayrıca az miktarda hafif metal kullanılır.

Birleşik malzemede elyaf, kendi yüksek çekme mukavemetini birleşik malzemeye intikal ettirirler. Fakat bu, içinde elyafın sadece malzeme halinde buldukları yön için geçerlidir (Şekil 2.22.).



Şekil 2.22. Takviye yönleri



Bütün yönlerden takviye edilmesi gerekli olduğu takdirde, elyafların bütün yönlerde de tanzim edilmiş olması mecburiyeti vardır. Tercihen bir yönde tatbik edilmesi talep edilen çubuklar, borular ve profiller gibi parçalar için, elyaflar bundan dolayı sadece bir yönde konulurlar. Her tarafından yüklenen, örneğin dişli çarklar gibi iş parçalarında elyaflar bütün yönlerde bulunurlar.

**Cam elyafla takviyeli plastikler (CETP) :** Kısaca CETP olarak isimlendirilen cam elyafları ile takviye edilmiş olan plastikler ve cam elyaflarından meydana gelir. Form (şekilli) parçaların üretimi esnasında, plastik sıvı durumundadır ve daha sonra sertleşir.

Terkibi	Cam elyafları ve plastik
Yüksek mukavemeti:	1000 N/mm <sup>2</sup> ye kadar
E (Elastikiyet)- modülü (Katılık):	30.000 N/mm <sup>2</sup> ye kadar Az özgül ağırlık yaklaşık 1,8 kg/dm <sup>3</sup> e kadar

**Tablo 2.20. CETP cam elyaflarının özellikleri**

**Özellikleri ve kullanılması:** Cam elyafları ile takviye edilmiş olan plastiklerin özellikleri, kullanılan plastik ve cam elyaflarının cinsi, toplam hacim içindeki cam elyafların payı ve ayrıca iş parçasının içindeki dağılımıyla tayin edilir. Mukavemet, elyafların muhteva oranının yükseltilmesiyle ve elyafların bir yönde tanzim edilmesiyle artırılır.



**Resim 2 .28. CETP den yapılan parçalar**

CETP'nin esas kullanma alanı, şimdiye kadar yapı işleri ve spor malzemelerinin üretimi (kayak, tenis raketleri) idi. Fakat bu malzeme, taşıt, uçak ve malzeme yapımında olduğu gibi diğer sahalara da girmiştir. Örnek olarak, dişli çarklar, özel takımlar, kamyon-yaprak yayları, karoseri elemanları ve uçak yapı parçaları, boru tesisatları ve depolar sayılabilir (Resim 2 .28).

**İşleme:** Talaşsız şekil verme, ancak anılan prepreg malzemelere mümkündür. Bunlar, üretici tarafından sertleştirilmemiş plastikte doldurulmuş olan cam elyaflarından daha önceden üretilmiş hasırlardır. Şekil verilmesi esnasında ön biçimlendirilmiş malzemelere biçim verilir ve bunu takiben ısıtmak suretiyle sertleştirilir. Sertleştirilmiş olan CETP (cam elyafları ile takviye edilmiş plastik)'ya yeniden şekil verilemez.

CETP, sert plastikler gibi bütün talaş kaldırma metotları ile işlenebilir. Cam elyafların sert oluşlarından dolayı, sert metal-takımların kullanılması mecburiyeti vardır.

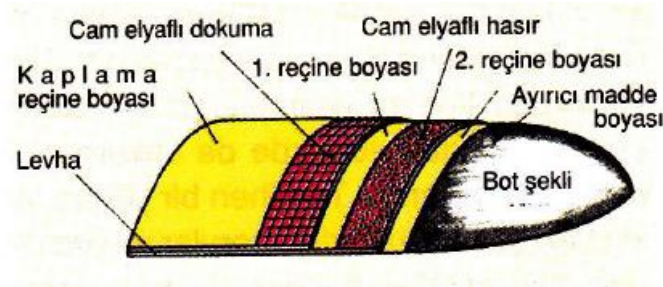
CETP-yapı parçaları, alt alta konularak ve diğer malzemelerle vidalamak, perçinlemek veya yapıştırmak suretiyle birleştirilebilir.

CETP parçalarının hasarlı yerleri kolaylıkla tamir edilebilir. Tamir edilmesi gerekli olan yerleri temizlenir, hasarlı olan kısmı çıkarılıp alınır ve elle levha yapmak suretiyle delik kapatılır.

### 2.4.3. CETP (Cam Elyafı Takviyeli Plastikler) İçin Üretim Metodu

CETP'nin üretilmesi için birçok metot vardır:

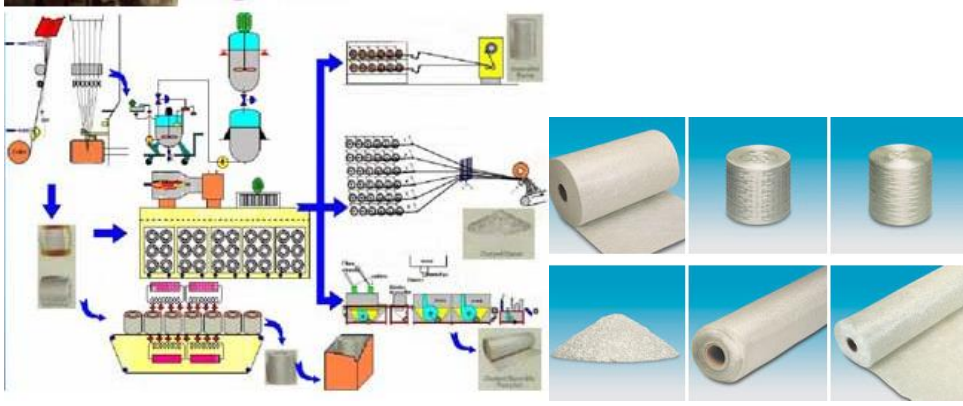
- **Elle levha yapma:** CETP parçalarının en basit imalat tarzıdır (Şekil 2.23). Genellikle dokuma veya hasır gibi takviye materyalleri bir ayırıcı madde ile ve ilk reçine boyası ile boyanan form (biçim) üstüne tabaka halinde konular. Arzu edilen boyası kalınlığa erişilinceye kadar, her yeri soğuk olarak sertleşen bir reçine ile teçhiz edilir. Böylece meydana gelen tabaka halindeki malzeme (laminat) **Levha** olarak isimlendirilir.



Şekil 2.23. El ile levha yapma

- **Elyaf reçinesi püskürtme:** Cam elyaflar parçacıklara ayrılır ve basınçlı bir hava akımı tarafından dışarıya üfürülür (Resim 2.29). Aynı zamanda pülverize memeleri tarafından, elyaf parçacıkları ve plastik sisi kalıp üstüne bir levha serecek şekilde, plastik püskürtülür.

Plastik veya elyaf parçacıklarından yapılmış olan pres hasır, takviye edilmemiş olan plastikler gibi *kalıpta presleme*, *püskürtmeli presleme* ve *püskürtmeli döküm* vasıtasıyla işlenirler. Yaş sarmada, elyaf çubukları sıvı plastik içinden geçirilerek çekilir, dolayısıyla tamamıyla emilirler. Daha sonra ise merdaneye sarılır. Bu üretim metodu ile borular, depolar, tanklar gibi döner simetrik yapı elemanları üretilebilir. Benzer bir metot olan, profil çekme metodu ile CETP (cam elyafları ile takviye edilmiş sıvı plastikler)'ten yapılmış olan sayısız profiller üretilebilir. Bunun için bir demet plastik içirilmiş elyaf çubukları, elyaf demetini arzu edilen şekle getiren bir profil memesi vasıtasıyla çekilir.



Resim 2.29. : Elyaf reçinesi püskürtme

Sonsuz, düz veya oluklu (dalgalı) bandların üretimi anılan sürekli laminar (levha) tesis ile sağlanır. Bunun için bir ayırıcı folyo üstünde öne doğru hareket ederek reçine ve cam elyafları üstüne getirilir ve ikinci bir ayırıcı folyo ile kaplanır. Bu ön lamine levhaya bundan sonra bir sertleştirici fırın içinde bir oluklu bandın meydana getirilmesi için şekil verilebilir. Kesilmiş ön lamine levhalar derin vakumla çekme suretiyle de şekillendirilebilir.

#### 2.4.4. Parçacıklarla Takviye Edilen Birleşik Malzeme

**Plastik-presleme maddesi:** Bunlar, bir duroplastik olan plastik kitleden (bağlayıcıdan) ve bunun içinde ince bir şekilde dağılan dolgu maddesi parçacıklarından (takviyeden) meydana gelir, Plastik olarak, fenol-üre-melamin veya polyester reçinesi kullanılır. Dolgu maddeleri kayataşı tozu, ahşap tozu veya istir. Presleme maddesi, saf plastiklere göre yüksek bir mukavemete sahiptir. Bunlar kollar, kulplar, elektrik parçaları, muhafazaları gibi küçük parçaların yapımında kullanılır.

**Polimer beton,** bağlayıcı maddesi olarak epoksi reçinesinden ve dolgu maddesi olarak parçalanmış granit tanelerinden meydana gelen parçacık takviyeli bir birleşik (karma) malzemedir. Makine yapımındaki esas kullanımı, takım tezgâhlarının kaideleridir. Bunlar tamamıyla polimer beton malzemesinden yapılırlar ve bu takdirde yapı dönüştürme parçalarının irtibatlandırılması için içine dökülen çelik kayıt hatları ve çelik vida dişleri ihtiva ederler veya bunlar polimer beton ile birlikte dökülmüş olan oyuklu bir demir döküm şeklinden meydana gelirler. Polimer beton makine kaidesi, kır (gri) dökümden yapılmış olan makine gövdesine nazaran önemli ölçüde titreşim absorbe etme özelliğine sahiptir. Bu sayede takım tezgâhlarının imalat hassasiyeti iyileştirilir.

**Zımpara taşı ve honlama taşı:** Bunlar, taşlama tanelerinden (asal-korund-silisyum karpit-veya elmas parçacıkları) ve bir plastik, yumuşak seramik veya metal bağlayıcıdan meydana gelirler. Bu bileşik malzemelerde, bağlayıcı madde taş gövdesinin birlikte tutulmasını, mukavemetini ve diriliği sağlarken gevrek, sert taş taneleri talaşların kaldırılması görevini üzerine alır.



**Sert metaller ve oksit seramik kesici maddeler:** Sert metaller, gevrek sertlikteki karpitlerden (takviye parçacıklarından) ve çoğunlukla kobalttan veya Nikelden yapılmış olan metalik bir bağlayıcıdan meydana gelirler. Bu birleşim, karpitlerin sertliğinde aşınma mukavemetinde ve metal bağlayıcının diriliğinde olan bir birleşik malzemeyi verir.

Oksiseraamik kesici maddeler, asal korund parçacıkları TiC-ve ZrO<sub>2</sub> bağlı (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) den meydana gelirler.

Sert metallerden ve oksiseraamik kesici maddelerinden, talaş kaldırıcı takımlar ve aşındırıcı parçaları üretilebilir.

#### 2.4.5. Birleşik Kaplama Malzemeleri

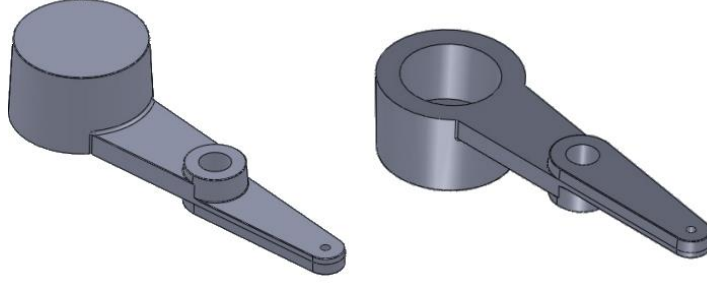
**Sert dokuma, sert kağıt, plastik-preslenmiş ahşap:** Bu malzemeler, dokuma-kağıt veya tabaka halinde bir yapıştırıcı reçinesi emdirilen ve ondan sonra plaka meydana gelmek üzere pres edilmiş olan birleşik kaplama malzemeleridir. Bunların mekanik özellikleri ve işlenebilirliği, sert ahşabınkine benzer.

**Plaka haline getirilen (kaplama) saclar:** Bunlar, üstüne pas ve aside dayanıklı olan bir malzemenin ince bir tabakasının haddelendiği ucuz bir malzemedan, çoğunlukla da, yüksek mertebede dayanıklı olan alaşimsız bir çelikten meydana gelirler. Üstüne kaplanmış olan malzeme korozyona karşı korunurken esas malzeme mekanik yüklemeleri üstüne alır. Plaka haline getirilen malzemeler, her şeyden önce kimyasal amaçlı aparat yapımında kullanılır.

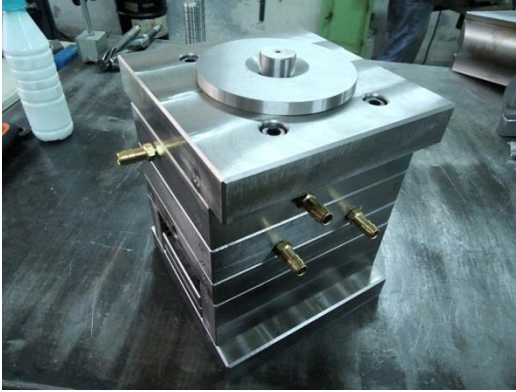
**Bimetaller:** Bimetaller, ince sac şeritlerdir. Bunlar, üst üste bindirilerek haddeden geçirilmiş ve bu arada pres kaynağı yapılmış iki farklı metal olan saclardan meydana gelmişlerdir. Bimetal ısıtılırsa, metallerden birisi diğerinden daha fazla genişler. Bunlar birbirleri ile sıkı sıkıya bağlı olduklarından, bimetal az ısı genleşme ile malzemenin yanına doğru eğilir. Bimetaller termometrelerde Bimetal-spiralleri olarak ve ayrıca şalterlerde kendiliklerinden devreyi açıp kapayan elektrik kontakları olarak kullanılırlar.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki kalıplanacak parçanın perspektif görüşlerini inceleyiniz. Yapılmış kalıp resimlerini inceleyiniz, kalıp imalatında kullanılan demir ve demir olmayan malzemeleri inceleyiniz. Yapacakları görevlere göre demir olmayan malzemeleri seçiniz.



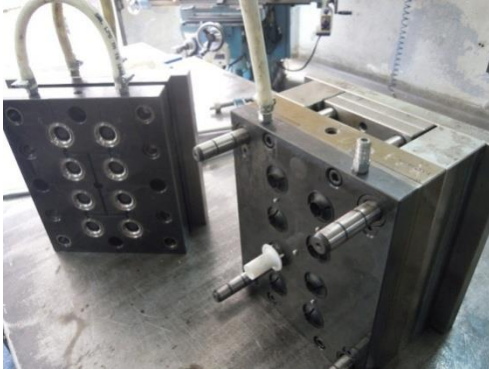
Resim 2.30. Kalıplanacak parça perspektif görüşleri



Resim 2.31. Kalıbın montaj edilmiş hali



Resim 2.32. Erkek plaka üretimden sonra



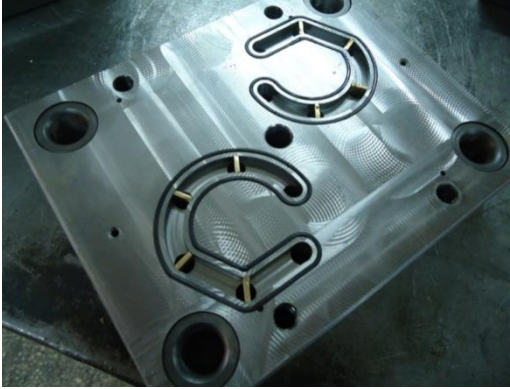
Resim 2.33. Dişi kalıp (solda) ve erkek kalıp (sağda)



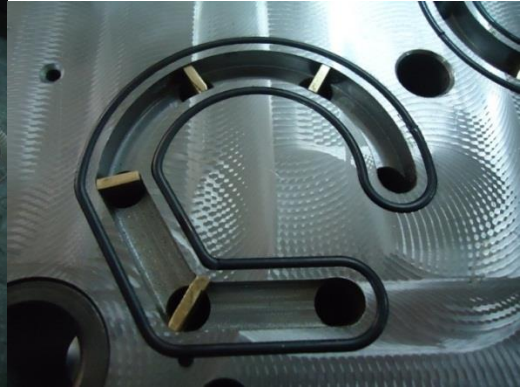
Resim 2.34. Dişi plaka üretimden sonra



**Resim 2.35. Soğutma sistemi su bağlantıları (soğuk – sıcak )**



**Resim 2.36. Dişi plaka arka kısmı,  
delikler etrafına açılan kanal**



**Resim 2.37. Oringler ve bakır parçalar**



**Resim 2.38. Kalıp markalama**



**Resim 2.39. Kalıpta mapa kullanılması**

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Su kaçaklarını önlemek için O-ringleri seçiniz.</li><li>➤ Soğutma sistemi kalıp gövdesine bağlantı elemanlarını seçiniz.</li><li>➤ Soğutma sistemi aktarma elemanlarını seçiniz.</li><li>➤ Bakır plakaları seçiniz.</li><li>➤ Kalıp taşıyıcı elemanları seçiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İmal edilecek parçanın malzemesi hakkında bilgilerinizi güncelleyiniz.</li><li>➤ Üretim esnasında ortaya çıkan zorluklar varsa, uygulanan çözüm teknikleri bilgilerinizi güncelleyiniz.</li><li>➤ Kalıbın her parçasının görevlerini ve birbiri ile olan ilişkilerini kavrayınız.</li><li>➤ Kalıbın açılıp kapatılması, parçanın üretilmesini kavrayınız.</li><li>➤ Benzer kalıpları ve kullanılan malzemeleri inceleyiniz.</li><li>➤ Kalıp imalatında kullanılacak üretim teknikleri bilgilerinizi güncelleyiniz.</li><li>➤ Standart kalıp elemanları kataloglarını inceleyiniz ve kullanabileceğiniz elemanları tespit ediniz.</li><li>➤ Malzeme seçimi yaparken her elemandan beklenen görevleri dikkate alarak parça malzemesini seçiniz.</li><li>➤ Kalıp parçaları malzemesi seçerken her parçada uygulayacağınız işleme yöntemlerini de dikkate alınız.</li><li>➤ Standart bağlantı elemanları kataloglarını inceleyiniz ve kullanabileceğiniz elemanları tespit ediniz.</li><li>➤ Üretim yapan kalıp firmalarının katalog ve internet sayfalarını inceleyiniz, kullanabileceğiniz bilgileri arşivleyiniz.</li><li>➤ Karşılaştığınız zorluklarda arkadaşlarınızla yorumlayarak çözüm üretiniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Demir olmayan metaller, kendi yoğunluklarına göre, ..... ve ..... halinde gruplara ayrılır.
2. Makine yapımında en sık kullanılan demir olmayan ağır metaller bakır, nikel çinko, kurşun, kalay ve bu metallerin alaşımları olup, bundan başka mesela wolfram, krom ve ayrıca altın, gümüş ve platin. .... (soy) metalleri gibi alaşımlama metalleridir.
3. Bakır-kalay alaşımları, %83 - %98 bakır, %2 - % 15 kalay ve bazen çinko, kurşun ve nikel de ihtiva ederler. Bunlar, çekmeye ve aşınmaya karşı mukavim olmaktan başka, ..... karşı, bakır. çinko-alaşımlarından baha fazla dayanıklıdırlar.
4. Nikel ..... olarak iyi şekillendirilir (derin çekme). Nikel ..... edilebilir, yumuşak ve sert lehim yapılabilir. Talaş ..... işlenmesi mümkün değildir.
5. Ağır Alaşım metalleri çok ..... sıcaklıklarda ergiyen ve ..... ergiyen metaller olarak, gruplara ayrılır.
6. Asal (soy) metaller, havadan ve birçok kimyasal maddelerden, özellikle birçok ..... dahi etkilenmezler.
7. Bir metal ne kadar .... olursa, onun mukavemeti o kadar ....., fakat şekil değiştirilebilirliği o kadar kolay olur.
8. Titan, yüksek ..... büyük sertlik değeri ve sıklığı olan gümüş beyazı renginde, ..... bir metaldir.
9. Sıcaklığa ve zamana göre kumanda edilen bir ısıl işlemde, karışımı hazırlanan toz preslenerek üretimi istenen parça elde etmeye ..... denir.
10. Plastikler, ..... olarak elde edilen, organik malzemelerdir.
11. Plastiklerde en önemli mesele, plastik atıkların yok .....
12. Plastikler, kendi iç dokularına göre, ....., .....ve ..... olarak üç gruba ayrılır,
13. Termoplastikler, ..... şekillendirilebilir ve ..... edilebilirler.
14. Plastiklerin ..... ancak belirli bir sınır değerine kadar mümkündür, çünkü onlar bu ..... aşılması halinde bozulurlar.
15. Palyomid, dişli çarklar, yatak zarfları, kaydırıcı kızaklar, kam kasnakları, kumanda kamları, hareket ve kılavuzlama makaraları, koruyucu kasklar (baretler), yakıt tankları vb. yapımında kullanılır. Piyasada, ..... ve ..... ticari adı ile tanınmaktadır.
16. Enjeksiyonla üretim, ancak kitle halinde parçaların üretimi için ..... olur, çünkü enjeksiyon kalıpları pahalıdır.
17. Birçok münferit maddelerden meydana gelen ve yeni bir malzeme olarak birleştirilmiş olan maddeler, birleşik (....., .....) malzemeler olarak adlandırılır.
18. Birleşik malzemede mukavemetin artırılmasına etki eden bir madde, ..... veya ..... adını alır.

## DEĞERLENDİRME

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



# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Kalıp imalatında, kalıp yüzeylerinin parlatılması tekniklerini öğrenecek ve uygulayabileceksiniz. Kalıp yüzeylerinin kaplanması tekniklerini öğrenecek ve imalat sırasında karşılaşılabilecek olumsuzluklara çözüm üretebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kalıp yüzey parlatma yöntemlerini araştırınız.
- Kalıp yüzey parlatmada kullanılan araç, gereç ve malzemeleri araştırınız.
- Kalıp yüzey kaplama yöntemlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri resim ve fotoğraflarla destekleyerek sunum hazırlayınız
- Bilgilerinizi arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 3. KALIPLARDA YÜZEY KAPLAMA İŞLEMLERİ

Plastik kalıplarının tasarımı yapılırken başlangıçtan bitime kadar olan bütün işlem safhalarını içeren bir listenin hazırlanması gerekir. Hazırlanacak listede kalıbın tasarımı, imalatı, kalite kontrolü, ısı işlemleri, yüzeyin parlatılması veya kaplanması gibi ana hususlar ve bunların özellikleri açıklığa kavuşturulmalıdır.

### 3.1. Kalıp Yüzeylerinin Parlatılması

Plastik kalıplarında, kalıp boşluklarının yüzeylerinin pürüzsüz olması gerekir. Kalıplama sonucunda, kalıp boşluğu yüzeyinde bulunan her türlü pürüz, ürün yüzeyine yansır. Bunun yanı sıra yüzey bozuk olduğu takdirde parçanın kalıp boşluğundan çıkması da zorlaşır. Bu yüzden özellikle kalıp boşlukları parlatılmalı ya da kaplanmalıdır. Özellikle iki kalıp yarımlarının birleşme yüzeyleri pürüzsüz ve taşlanmış olmalıdır. Çünkü kalıplama esnasında bir birine sıkıca temas etmeyen yüzeylerden eriyik plastik malzeme taşar ve çapak meydana gelir.

Parlatma işlemi elle yapılacaksa, parlatma yüzeyi sertleştirilmemiş olmalıdır Ancak elle yapılan parlatma işlemi, her zaman arzu edilen düzeyde yapılamaz ve zaman kaybına sebep olur. Sertleştirilmiş kalıpların parlatılması gerekiyorsa, kalıp sertliği giderildikten sonra parlatma işlemi elle yapılır. Ancak, bu şekilde yapılacak parlatma işlemi kalıp maliyetini artırır.



**Resim 3.1 Parlatma işlemi**

Bunun yerine, kalıp sertliği giderilmeden yapılan parlatma metotları uygulanır. Bu tip parlatma tekniklerinden bazıları aşağıda açıklanmıştır:

- Alkalic özelliği bulunan kimyasal maddelerin eriyikleri, parlatılacak kalıp yüzeyine periyodik elektrik devreleriyle uygulanarak parlatma yapılır.
- Gaz haline getirilmiş tahrir gücü edici gücü fazla olan maddelerin parlatılacak kalıp yüzeyine püskürtülmesidir.
- Madeni eşyaların temizlenmesinde kullanılan yüksek frekanslı asitli eriyik içine, parlatılacak kalıp daldırılır.

Yukarıda açıklanan parlatma metotlarından en çok kullanılanı, gaz haline getirilmiş tahrir gücü fazla olan maddelerdir. Ancak, parlatma işlemini yapan kişinin iyi eğitilmiş olması ve parlatılacak yüzeylerin kromla kaplanmış olması, parlatılan yüzeye etki eden en önemli etkilerden biridir.

Elle yapılacak parlatma işleminde kullanılan tezgâh ve diğer aşındırıcı maddelerin önceden hazırlanması gerekir. Aşındırıcıların tane büyüklüğü 100'den başlayarak kademeli olarak 800 taneye kadar olan değişik ölçü ve içimlerdeki çubuk taşlar, parlatma keçeleri, kalın ve sert kıllı fırçalar, parlatma bezleri, parlatma bileşimleri ve pastalar, esnek ve ayarlanabilir diğer parlatma araçları kullanılır.

Parlatılan yüzeylerde çukurluk veya girinti-çıkıntı yoksa daha ileri düzeydeki ayna parlaklığı elde edilebilmektedir. Ancak bu yüzey temizliği yeterliyse, parlatma işlemi gereğinden fazla uzatılmamalıdır. Bazı kalıp imalatçıları, parlatma işleminin kısa zamanda bitmesini arzular ve bu işlem için elmas tozu bileşimli parlatma araçları kullanırlar.

### 3.1.1. Kalıp Yüzeylerinin Parlatılmasının Tanımı ve Önemi

Plastik parça imalatının en önemli unsurlarından biri kalıptır. İmal edilen plastik kalıbı ne kadar hassas ve düzgün yapılırsa çıkan ürünün kalitesi o denli yüksek olur. Plastik ürünün kalitesine doğrudan etkileyen kalıp yapımının en önemli uygulamalarından biride kalıp yüzeylerinin parlatılmasıdır. Kalıp yüzeylerinin parlatılması kalıp yapım sürecinin çeşitli zamanlarında yapılır. Genellikle bu parlatma işlemi ürünün görünen yüzeylerinin bilhassa düzgün olması istenen yerlerini meydana getiren yüzeylerin daha temiz ve parlak olması için kalıp çekirdeğinin yüzeylerine, maçalara uygulanır. Kalıplarda parlatma işleminin üç temel sebebi vardır.

- **Parçanın rahat çıkmasını sağlamak için yapılan parlatma:** Bu parlatma işleminde amaç parçanın tutma (sıkışma) yapmadan kalıptan rahatça çıkmasını sağlamaktır. Bu tür parlatmada kalıbın işlenmesinden dolayı ortaya çıkan kaba çizgiler, eğeler veya gaztaşları yardımıyla yok edilir.
- **Ölçü tamlığı gerektiren kalıplarda parlatma:** Bu gruba giren kalıplar, özellikle birbirine bağlantılı veya geçmeli çalışan parçaların kalıplarıdır. (lego kalıpları) Bu tip parlatmada ölçü tamlığı önemli olduğu için, kalıbın mümkün olduğu kadar hassas işlenmesi gerekir. Kaba işlenen kalıplarda istenen ölçüye gelindiğinde çizgilerin tamamı çıkmayabilir. Bu tür kalıpları parlatırken dijital kumpas, mikrometre gibi hassas ölçü aletleri kullanmak gerekir. Parlatmanın her aşamasında ölçü kontrol edilip istenen ölçü yakalandığında işleme son verilmelidir.
- **Hem ölçü tamlığı hem de hassas yüzey gerektiren kalıpların parlatılması:** Plastik kalıpların çoğunluğu bu gruba girer. Bu tür kalıpların parlatılmasında izlenecek yol aşağıdaki gibidir. Önce kalıp yüzeyinde işlemeden dolayı meydana gelen kesici kalem izlerinin ya da erozyon yüzeylerinin temizlenmesi gerekir. Bu işlem için kaba kumlardan ince kuma doğru gaz taşları kullanılır. Gaztaşı çalışması ile kalıp biçim düzeltilip elmas pasta işlemine hazırlanır. Daha sonra ön parlatma işlemi pastalar vasıtası ile yapılır.

Çeliklerin parlatıla bilirliğine etki eden beş ana etken bulunmaktadır. Bunlar:

- Çelik kalitesi
- Isıl işlem
- Parlatma yöntemi
- Parlatma yerin temizliği
- Uygun kalıp parlatma ve makine ve aletlerinin seçimi

**Çelik kalitesi:** Üretim aşamasında çeliğin kimyevi değerleri ve üretim yöntemi parlaklığı etkileyen faktördür. Kalıp parlatma işlemi yalnızca çalışan yüzeye uygulanan bir işlem olmasına rağmen iyi bir yüzey elde edebilmek için parlatılacak kalıbın çeliği önemlidir. Çok temiz ve parlak bir yüzey elde edebilmenin birinci şartı uygun çelik seçimidir. Yüksek parlaklık isteyen kalıpların yapımında krom oranı yüksek, tokluğu iyi olan, portakallaşma yapmayacak malzeme seçilmelidir.



**Isıl işlemleri:** Malzemeyi doğru bir ısıl işlemin ardından iyi bir biçimde parlatabiliriz. Bunun için sertliğin 50 HRC'den daha üst basamaklarda olması gerekir ki ayna parlaklığı elde edilsin. Daha düşük sertlik basamaklarında parlatma yapıldığında portakal yüzeyi görüntüsünün çıkma riski vardır. Bu aşamada ısıl işlem önem kazanır. Parlatma uygulanacak çelikler mutlaka vakum sertleştirme fırınlarında veya gaz nitrürasyon fırınlarında sertleştirilmelidir. İdeal uygulamalarda kalıbın tesviye işlemi ısıl işlemden önce yapılır, son parlatmanın ise ısıl işlem sonrası yapılması uygundur. Çünkü çelik ne kadar sert olursa o oranda da iyi parlaklık kazanır.

**Parlatma yöntemi:** En son basamak olarak parlatma yöntemi gelir. Kaliteli çelik ve uygun ısıl işlemin ardından yapılan uygun parlatma işlemi ile yüksek yüzey kalitesi elde edilir. Parlatma işleminde diğer etkilerin yanında parlatmayı yapan kişinin de parlatma konusunda tecrübeli olması gerekir. Kalıp parlatma, belirli bir teknik, el becerisi, dikkat ve sabır isteyen bir işlemdir. Kalıp parlatma imalatının en son aşaması olduğu için ve yapılacak herhangi bir hatanın (köşe kırılması, ters konik ölçü kaçması vb.) geri dönüşü zordur. Kalıp parlatma işlemi daha çok estetik ve görüntü isteyen ürünlere uygulanır. Bu aşamada kalıbın işleme yöntemi ve yüzey kalitesi önemlidir. Parlatma işlemi uygulanacak olan kalıplar imal edilirken parlatılacak yüzeylerin temiz işlenmesi tavsiye edilir. Freze, torna ve pantograf işlemlerinde iyi kesen takımlarla çalışıp mümkün olduğunca temiz bir yüzey elde edilmelidir. Elektro-erozyon ile işlenecek kalıplarda ise elektrotun temiz olması ve mümkün olan en ince kumda işlenmesi gereklidir. Çok gözlü ve küçük hacimli kalıplarda mümkün ise grafit elektrot kullanılmalıdır. Gerek parlatma işlem zamanının uzamaması, gerekse ölçü tamlığı için bu önemlidir.

İŞLEM SIRASI	PLASTİK İŞ ÇELİKLERİ İÇİN (300 HB/32 HRC)	PLASTİK İŞ ÇELİKLERİ İÇİN (54 HRC)
1.BASAMAK	Freze, Torna, EDM	Freze, Torna, EDM
2.BASAMAK	180 Zımpara	180 Zımpara
3.BASAMAK	320-500 Zımpara	220-320 Zımpara
4.BASAMAK	15 µm elmas pasta Keçe veya lifli çuhanın üstünde 6 µm elmas pasta ile	45 µm elmas pasta (Sert Parlatma)  Lifli çuhanın üstünde 15 µm elmas pasta ile (Orta Parlatma)  6 µm elmas pasta  3 veya 1 µm elmas pasta veya keçe (Yumuşak Parlatma)

**Tablo 3.1. Kalıp parlatmada işlem basamakları**

**Parlatma yapılacak yerin temizliği:** Bu aşamada, parlatma yapılacak yerin temizliği önemlidir. Parlatma yapılan yerde toz, pislik bulunmamalıdır. Parlatma takımları, ayrı kutularda saklanmalıdır. Parlatma işlemi aşırı sabır gerektirdiğinden zor ve sıkıcı bir işlemdir. Bundan dolayı parlatma yapan elemanın rahat bir ortamda çalışması gerekir. Kalıbın rahatça çevrilebileceği aparatlar kullanılmalıdır. Özellikle büyük kalıplarda kalıbı çalışan kişiye göre konumlandırmak gerekir. Kalıp uygun bir aparatla çevrilemezse, çalışan kişi kalıba göre konum almak zorunda kalır. Bu da hem çalışanı yorar hem de yüzey kalitesine etki eder.

**Uygun kalıp parlatma ve makine aletleri seçimi:** İyi bir kalıp parlatma işlemi için eğeleme aparatı, düz döner alet ve 120 derece açık döner alet gerekmektedir. Lazım olan makine ve el aletleri, parlatılacak kalıpların hacmine ve zorluk derecelerine göre seçilmelidir. Son aşamada ise parlatma işlemine uygun malzemeler seçilmelidir. Yapılan araştırmalara göre bir kalıbın parlatılmasında kullanılan malzeme bedelinin, parlatma toplam maliyetinin %20'sini geçmediği unutulmamalıdır. Maliyetin büyük bir bölümü işçiliktir. Bundan dolayı mümkün oldukça kaliteli malzeme kullanılmalıdır. Tablo 3.1.'de örnek bir kalıp elemanının parlatma işlem basamakları ve kullanılacak malzemeler gösterilmiştir.

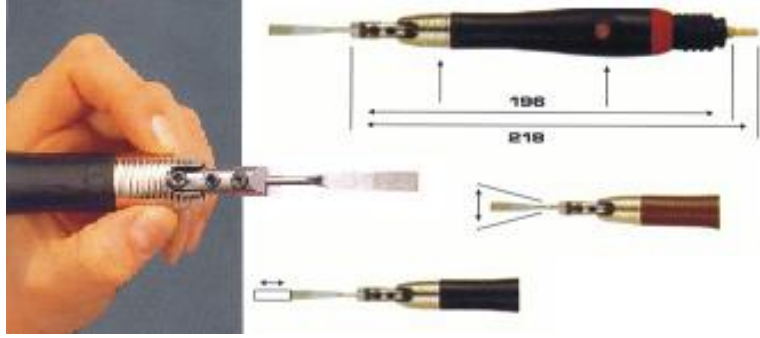
### 3.1.2.Kalıp Parlatma Makine ve El Aletleri

Enjeksiyon kalıplarının parlatılmasında farklı özellik ve hassasiyette birçok araç gereç kullanılmakta olup, bu araç gereçlerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.



Resim3.2. Kalıp parlatma aletleri

- **Eğeleme aparatları:** Hem tesviye hem de son parlatmada kullanılırlar. İleri-geri hareket yaparak elle yapılan içi mekaniğe çevirirler. Dakikada en fazla 10000 ileri-geri hareket yaparlar. Bundan dolayı hem parlatma zamanını kısaltırlar hem de zor yerlerin parlatılmasına imkân verirler. Böylelikle çalışan kişinin daha az yorulması sağlanmış olur. Kullanım avantajlarına göre dört ana gruba ayrılırlar. Kalıp parlatmada kullanılan elemanlar şunlardır:



Resim 3.3 Eğeleme aparatı

- **Elektrikli (spiral motoruyla çalışan) eğeleme aparatları:** Bu makinenin çalışması için bir spiral motoruna, bir de spiral kamıya ihtiyaç vardır. Parlatılacak kalıp adedi az olan işletmeler için idealdir Belirli bir çalışma suresinde makinede ısınma olur. Ayrıca spiral kamıya bağlı olarak hareket edebildiği için hareket kabiliyeti kısıtlıdır. Bu da özellikle derin kalıplarda sıkıntı oluşturur. Maliyet açısından, diğer tiplere göre daha ucuz olduğu için tercih edilebilir. Ayrıca hız ayarı motora bağlı olan ayak pedalından ayarlandığı için hassas hız ayarı yapmak mümkün değildir.



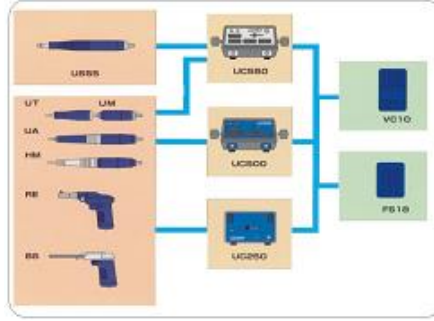
Resim 3.4 Elektrikli eğeleme aparatı

- **Havayla alışan (pnömatik) eğeleme aparatları:** Gücünü doğrudan kompresörden aldığı için g olarak iyi bir konuma sahiptir. Hava ile çalıştığı için ısınma yapmaz. Hava hortumuna bağlı olduğu için atölyenin her yanına rahatça dolaştırılabilir. Hareket kabiliyeti iyidir. Hız ayarı el aletinin üzerinde olduğu için, hassas ayarlar yapılabilir. Özellikle geniş hacimli kalıplar için idealdir. Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta mutlaka şartlandırıcı ile kullanılması gerektiğidir. Aksi halde hava içerisinden gelen sudan dolayı, el aletinde paslanma meydana gelebilir.



Resim 3.5 Hava ile çalışan eğeleme aparatı

- **Elektronik (mikro motorlu) eğeleme aletleri:** Güç ünitesi, eğeleme aparatı ve döner aletten oluşur. Hız ayarı, potansiyometre ile yapıldığı için hassas ayar yapmak çok kolaydır. Aletlerin bağlantısı kablo ile olduğundan her türlü yüzeye ulaşmak daha kolaydır. Mikro motorlu olmalarından dolayı, çalışma esnasında sarsıntı veya balans oluşmaz. Ayrıca döner aletlerin kafa ve motor değiştirebilme imkânı sayesinde, düz uçlu, 90 ve 120 derece açılı döner aletlerde kullanılabilir.



Resim 3.6 Elektronik (mikro motorlu) eğeleme aletleri

- **Ultrasonik parlatma aparatı:** Saniyede 30000 ileri-geri hareket yapabilme imkânı olan bu tip aletler çok küçük profil yüzeyler, ince kanallar ve girilmesi zor yüzeyler için idealdir. Strok (çalışma ) boyu 0,2 mm olduğundan geniş yüzeylerde kullanımı verimli olmaz. Sinterize edilmiş özel elmas takımlar ve özellikle seramik taşlarla çok iyi netice verir.



Resim 3.7: Ultrasonik parlatma aparatı

### 3.1.3. Kalıp Parlatmada, Tesviye Aşaması ve Kullanılan Malzemeler

Tesviye aşaması, kalıp parlatmaya başlangıç aşamasıdır. Bu aşamada, kalıpta ilk işlemeden dolayı meydana gelen çizgilerin yok edilmesi, hatalı ölçülerin düzeltilmesi, radyüslerin ve ürün çıkış açılarının verilmesi veya kalıbın işleminde yapılan bazı hataların düzeltilmesi işlemleri yapılır. Bu aşamada hem eğeleme aparatı, hem de döner el aletleri kullanılabilir. Tesviye aşamasında kullanılan sarf malzemeleri şunlardır:

- **Eğeler:** Elmas ve çelik olmak üzere iki türdür. Daha uzun ömürlü olmasından dolayı elmas kaplamalı eğeler tercih edilir. Elmas eğelerin de çeşitleri mevcuttur. Elle kullanılabilirdiği gibi eğeleme aparatları ile kullanıldığında, sürenin kısılması açısından daha verimli olurlar. Çünkü çok hızlı talaş kaldırma özelliğinin yanı sıra, kaba izler bıraktığından çok kaba işlenmiş yüzeylerde tercih edilmelidir.



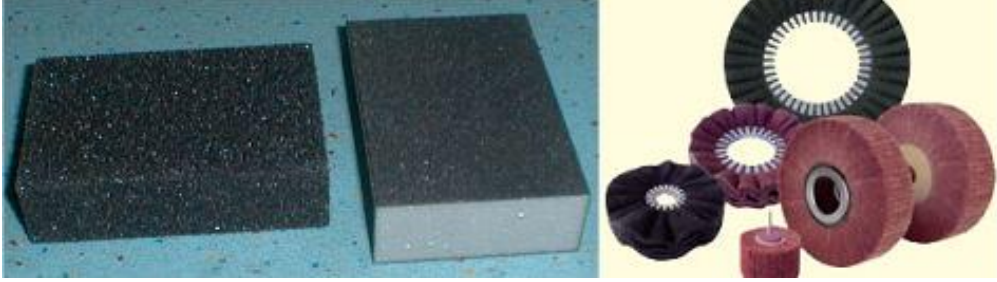
Resim 3.8 Eğeler

- **Spiral taşlar:** Alüminyum oksit veya silisyum karbür (siliconcarbide) tozlarından imal edilmiş 2,35–3 ve 6 mm shaft çaplarında, değişik form ve ölçülerde yapılmışlardır. Döner el aletleri ile 20000–25000 dakika/dev kullanılmalıdır. Çok hızlı talaş kaldırma özellikleri vardır. Genelde radyüslü yüzeylerde tercih edilmelidir. Düz yüzeylerde dalmalar yapabileceği için çok dikkatli kullanılmalıdır. Çalışma tekniği, yüksek devirde, tercihen salgısız dönebilen hafif döner aletlerle çok hafif baskı ile ve bir noktada fazla bekletmeden eli sürekli sağa sola hareket ettirerek kullanılmalıdır.



Resim3.9 Spiral taşlar

- **Zımparalar:** Yaprak, rulo, silindirik veya disk şekillerinde imal edilir. Alüminyum oksit ve silisyum karbür olmak üzere 2 tipte yapılır. Alüminyum oksit tipler daha hızlı talaş kaldırma özelliği yanı sıra daha kaba iz bırakır. Silisyum karbür tipler ise daha az talaş kaldırır; ama daha temiz yüzey bırakır. Tesviye aşamasında kullanılabildiği gibi ince kumlar ile ön parlatma işleminde de kullanılabilir.



Resim 3.10 Değişik zımparalar

- **Gaztaşları:** Kalıp parlatma işleminin tesviye aşamasında en çok ve yaygın kullanılan malzeme tipidir. Alüminyum oksit ve silisyum karbür olmak üzere iki ana grupta toplanır. Sertliklerine ve bağlayıcı oranlarına göre çeşitleri vardır. Birçok değişik ölçüde yapılırlar. İdeal gaz taşı kesme işlemini yaparken kumunu dökerek çalıştığı yüzeyin biçimini almalıdır. Kalıp üzerinde kesik konik çizgiler yerine, uzun çizgiler bırakmalıdır. Eğer kesik çizgi oluşuyorsa, taş çeliği yırtıyor demektir. Bu durumda daha yumuşak bir taşla çalışmak gerekir. Gaztaşları eğeleme aparatı ve el ile kullanılabilir. Tablo 1.3'te gaztaşı tipleri ve özellikleri gösterilmiştir.



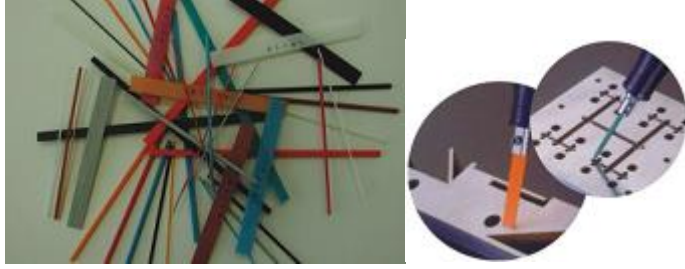
Resim 3.11 Gaztaşları



<b>Gaz Taşı Tipi ve Özellikleri</b>	<b>Mevcut Kumlar</b>
<b>REGULAR (ORTA SERT SİLİKON CARBIDE)</b> Genel olarak kalıp ve parça tesviyesinde kullanılır. Tanecikler eşit dağılmıştır. Çalıştığı yüzeyin formunu alır.	KUMLAR : 150.240.320.400.600 RENK : GRİ/ YEŞİL
<b>MOLDMASTER (SERT SİLİKON CARBIDE)</b> Sert yapılı bir taştır. Çok az bağlayıcı madde kullanıldığından, hızlı kesme eşit yayılma özelliğine sahiptir. Tüm sert çeliklerde ve erozyon kumunu temizlemede iyi netice verir.	KUMLAR : 150.240.320.400.600 RENK : KOYU GRİ
<b>EXTRA SOFT (YUMUŞAK SİLİKON CARBIDE)</b> Hızlı yayılma ve yüzeyin profiline çok çabuk adapte olma özelliğine sahiptir. Genellikle yumuşak malzemelerde kullanılır ve hızlı kesme yapar.	KUMLAR : 80.150.240.320.400.600 RENK : GRİ
<b>YL-OIL (YARI SERT ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Kendinden yağlı taştır. Erozyon sonrası geniş kullanım alanı olup sertleştirilmiş çeliklerde iyi yayılma ve hızlı kesme özelliği vardır.	KUMLAR : 150.220.320.400.600.800 RENK : SARI
<b>EDM (SERT ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Sert yapılı bir taştır ve erozyon işlemi sonrası erozyon kumunu temizlemede kullanılır. Çalıştığı yüzeyin formunu alma ve hızlı talaş kaldırma özelliği vardır.	KUMLAR : 120.180.220.320.400.600 RENK : PORTAKAL
<b>DİE*STAR (ORTA YUMUŞAK ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Popüler bir taş olup tüm çelik ve döküm malzemelerde kullanılabilir. Hızlı kesme ve yüksek yükleme direncine sahiptir.	KUMLAR : 100.150.220.320.400.600 RENK : YEŞİL
<b>SUPER (YARI SERT ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Kaliteli alüminyum oksit tozlarından yapılmış olup genel amaçlı tüm çeliklerde kullanılabilme özelliğine sahiptir.	KUMLAR : 100.150.220.320.400.600 RENK : BEYAZ
<b>SUPER FİNE (YUMUŞAK ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Yumuşak bağlayıcılı ve ince kumlu taştır. Çabuk şekil alma özelliğine sahip olup elmas pasta işlemine geçmeden önceki son çalışma için kullanılır.	KUMLAR : 600.800.900.1200 RENK : BEYAZ
<b>RES-CUT (SERT ALÜMİNYUM OKSİT)</b> Sert reçine bağlantılı taştır. Tüm serleştirilmiş çeliklerde ve erozyon temizlemede kullanılır. Hızlı talaş kaldırır.	KUMLAR : 120.180.220.320.400.600 RENK : KAHVERENGİ

**Tablo 3.2: Gaztaşı tipleri ve özellikleri**

- **Seramik (fiberglas) taşlar:** Cam elyafı malzeme ile karbon fiber tekniği ile üretilmişlerdir. Yapısı lifli olduğundan esnektir ve kırılmaya mukavemetlidir. Gaz taşları en küçük 1,5 mm kalınlığında yapılabilmektedir. Bundan dolayı dar kanallarda kullanımları zordur. Buna rağmen seramik taşlar 0,5 mm ve 1 mm incelikte yapılabildiği ve kırılmaya karşı mukavemetli olduğu için bu tür yüzeylerde idealdir. Ayrıca yüzeyde bıraktığı iz, gaztaşına göre çok daha ince ve temizdir. Eşleme aparatları ile iyi netice verir. Ultrasonik makine ile en üst düzeyde verim alınır. İsteğe göre el tutucuları yardımıyla elle kullanılır. Değişik kumlarda ve bu kumları temsil eden değişik renklerde satılır.



Resim 3.12 Seramik (fiberglas) taşlar

- **Ringler:** Elmas ve pirinç olarak iki tipi tesviye aşamasında kullanılır. Hem döner aletle, hem de eğeleme aparatı ile kullanılan tipleri mevcuttur. Elmas olanlar sinterize edilmiş elmas olup kaplama değildir. Pirinç ringler ise elmas pasta ile birlikte kullanılır. Özellikle düzlemsellik gereken yüzeylerde tercih edilmelidir.



Resim 3.13 Parlatma ringleri ve tutucusu

- **Fırçalar:** Pirinç ve çelik olanlar, kaba mikron elmas pasta ile ve döner aletlere takılarak kullanılır. Kalıbı oymaması için dikkatli kullanılmalıdır. Kalıp tesviye aşamasında dikkatli davranmak ve sabırla çalışmak önemlidir. Çünkü bir kalıbın parlatmasına ayrılan sürenin 3'te 2'si tesviye ile geçer. Klasik olarak kaba kumdan başlayarak kademeli olarak ince kuma doğru giden sıra takip edilmelidir. Parlatma öncesi ideal yüzey 600 ila 800 kum arası olan yüzeydir. Diğer bir nokta, sürekli tek bir istikamette (aynı yönde) çalışılmamasıdır. Bir önceki kumun izlerini bir sonraki kumla almak ve bunu gözlemek gerekir. Sürekli tek yönlü çalışmada göz yanılması olur ve bunu ancak kalıbı parlattığımızda görebiliriz. Bu noktada en başa dönmek zorunda kalarak zaman ve emek kaybı yaşarız. İdeal çalışma tarzı her kumda ters yönde çalışma yapmaktır. Böylece çizgiler birbirine ters olarak geleceği için gözlemek daha kolay olacaktır. Düzlemsel yüzeylerde mutlaka ringler kullanılmalıdır. Böylece kalıp yüzeyinin oyulması ve ileriki aşamada parlatma işleminde yüzeyde dalgalanmanın meydana gelmesi önlenir. Diğer bir husus da tesviye takımlarının özellikle eğeleme aparatı ve döner aletle kullanılırken fazla bastırılmamasıdır. Hafif ve dengeli bir baskı ile daha rahat bir kesme yaptırılır. Kalıbı bozma ihtimali en aza indirilir.



Sanılanın aksine, temizlik sadece parlatma işleminde önemli değildir. Tesviye aşamasında da temizliğe önem verilmesi gerekmektedir. Mümkün olduğunca kaliteli malzeme kullanılmalıdır. Işıklandırmanın çok iyi olması gerekir. Tesviye işleminin has aşamasında mutlaka büyüteç kullanarak, yüzeyde bir önceki kumun izlerinin kalmamasına özen gösterilmelidir. Tesviye işleminin her hangi bir aşamasında gözden kaçacak en ufak bir iz ileriki aşamada kalıbı parlattığımızda mutlaka büyük bir izmiş gibi karşımıza çıkacaktır. Buda tekrar başa dönerek o izin yok edilmesini gerektirir. Bu aşamaya kadar harcanan emek ve zaman da boşa gitmiş olur.



Resim 3.14 Değişik fırçalar

### 3.1.4. Kalıp Parlatma Aşaması ve Kullanılan Malzemeler

Kalıp parlatma işleminde son aşama, yani ayna yüzeyi elde etme işlemi elmas pastalar vasıtasıyla yapılır.

- **Elmas pastalar:** Elmas tozlarının elekten geçirilerek, değişik boyutlara ayrılması ve bu ayrılan elmas taneciklerinin özel bağlayıcı bağlar ile birleşiminden meydana gelir. Monokristalli ve polikristalli olmak üzere iki değişik yapıdadır. Birincisi keskin köşeli taneciklerden, diğeri ise yuvarlatılmış taneciklerden oluşur. İdeali ikinci tiptir. Çünkü bunlar çelikte yırtma yapmazlar. Değişik mikron sayılarında imal edilirler ve bu mikron sayıları da kalınlık ve inceliklerini belirler. İyi bir elmas pasta, çok iyi bir eleme işleminden geçmiş olmalıdır ve kalıbı çizmemelidir. Elmas yoğunluğuna göre, çelikler için ve sert metaller için tipleri mevcuttur. Bazıları yağ esaslı, bazı tipleri ise su esaslı çözeltilerle kullanılırlar. Genelde krem biçiminde olmakla birlikte sıvı, jel ve çubuk biçimlerinde de imal edilirler. En çok kullanılan mikron sayıları şunlardır. 60–45–25–14–8–6–3 ve 1 mikrondur. Tablo 3.3'te elmas pastaların kullanım yerlerine göre çeşitleri gösterilmiştir.



Resim 3.15 Elmas pastalar

Standart	Mikron	Zerrecik	Renk	Kullanım Yerleri
1	0-2	14.000	Beyaz	Son parlatma
3	2-4	8.000	Sarı	Son parlatma
6	4-8	3.000	Portakal	Ön ve son parlatma
15	10-19	1.200	Mavi	Ön parlatma ve lepleme
30	20-30	800	Kırmızı	Lepleme ve talaş kaldırma
45	30-50	325	Kahverengi	Talaş kaldırma
60	50-70	235	Vişne	Talaş kaldırma

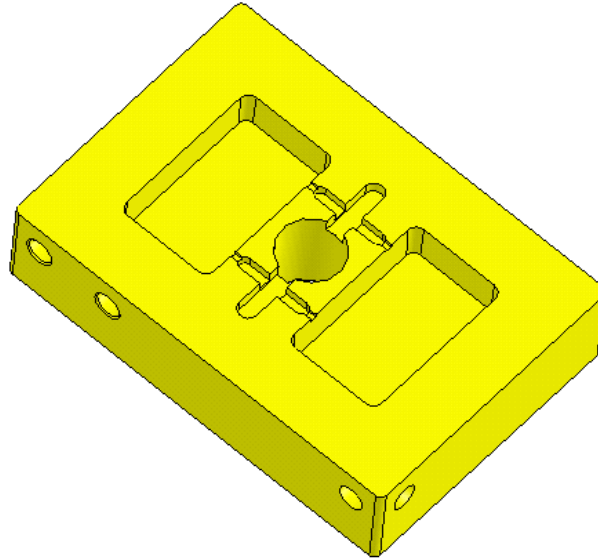
Tablo 3.3: Kullanım yerlerine göre elmas pastalar

- **Parlatma keçeleri:** Dokumaya elverişli hayvan kıllarından imal edilir. Daha sonra yıkanıp preslenir ve fırınlanarak kullanıma hazır hale getirilir. 2,35–3 ve 6 mm şaft çaplarında, ayrıca silindirik, konik, disk açılı, bıçak uçlu ve plaka biçimlerde yapılır. Kalıbın parlatılacak yüzey biçimine göre uygun tip ve ölçü seçilir. Gerek döner el aletleri, gerekse eğeleme aparatları ile kullanılır. Keçeler elmas pasta ile kullanılır.

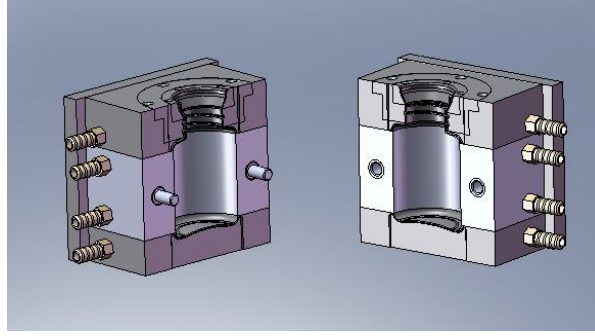


**Resim 3.16 Parlatma keçeleri**

- **Kalıp boşluklarının parlatılması:** Enjeksiyon kalıplarında, üretilecek olan ürünün özelliğine ve kullanım yerine göre kalıp boşluklarına parlatma işlemi yapılır. Şekil 3.1’de parlatma işleminin yapılacağı dişi kalıp boşluğu gösterilmiştir.



**Şekil 3.1 Dişi kalıp boşluğu**



**Resim 3.17: Ekstrüzyon şişirme kalıp boşluğu**

### 3.2. Kalıp Yüzeylerinin Kaplanması

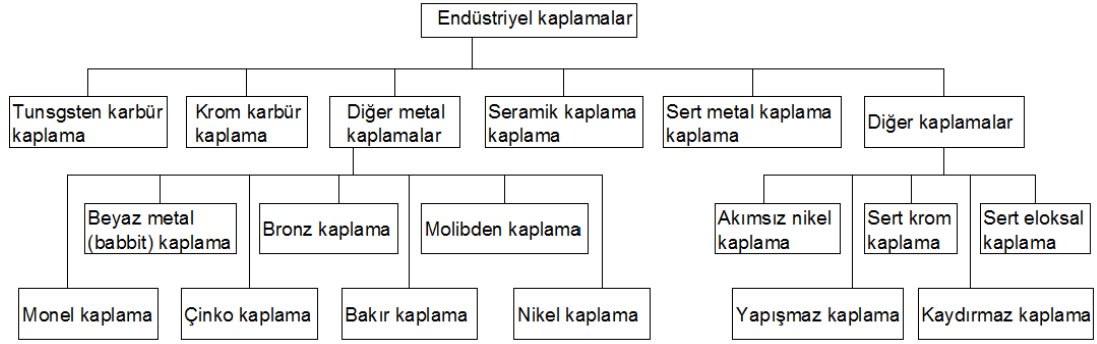
Metal veya alaşımlarının yüzeyini korozyona karşı dayanıklı hale getirmenin en sık başvurulan yöntemlerden biri ikinci bir metalle kaplamadır. Elektrokimyasal tutum bakımından metal kaplamaları, soy kaplamalar ve aktif kaplamalar olarak iki kümeye ayırmak mümkündür. Mesela çeliğe göre; gümüş, bakır, kalay, kurşun, nikel ve krom soy kaplama; çinko ve kadmiyum ise aktif kaplamalar olarak göze çarpar.

Uygulama alanları:

Çelik, paslanmaz çelik, dökme demir, bakır, pirinç, bronz alaşımları, nikel alaşımları, alüminyum alaşımları, titanyum alaşımlarıdır.

Çeliklerin çeşitli metallerle kaplanmasında pek çok sebep söz konusu olabilir. Bunlar:

- Korozyondan koruma için, bakır, nikel ve krom ile çinko veya kadmiyum ile kaplamak,
- Güzel görüntü için yine bakır, nikel ve krom ile kaplamak,
- Daha yüksek sertlik ve daha iyi aşınma direnci için, krom veya akımsız nikel ile kaplamak,
- Lehimlenebilme için kadmiyum ve akımsız nikel ile kaynak yapılabilme kabiliyetini iyileştirmek için, akımsız nikel ile kaplamak,
- Isıl işlemde kısa süreli duraklamaya tesir etmek için, nitrürasyon için çeliği bronz ile kaplamak,
- Diğer bitirme işlemlerinin daha iyi yapılabilmesi için, altın yâda kromun altına nikel kaplamak,
- Hava ortamında oksitlenmeme, mükemmel elektrik iletkenliği, dekoratif özellik ve yağlayıcı özelliği düşük olan sıvılarda fazla yük şartlarında çalışmak gerektiğinde gümüş ile kaplamak,
- Atmosferik ortamda ve düşük ve yüksek sıcaklıkta oksitlenmeyi, sülfürlü bileşikler, asit, tuz yada çeşitlerinden yüksek sıcaklıkta dahi etkilenmeyi engellemek ve süsleme amacıyla altın ile kaplamak gibi sebeplerle metal kaplamalar yapılmaktadır.



**Şekil 3.2. Endüstriyel kaplama çeşitleri**



**Resim 3.18. Metal yüzeyin kaplama öncesi ve kaplama yapılmış hali**

### 3.2.1. Kalıpların Kaplanması Tanımı ve Önemi

Kaplama iş aletleri parçalarını, aşınmadan önceki boyutlarına tamamlamak, aşınmaya karşı korumak, paslanmaya karşı korumak, ısı ve kimyevi ve elektro kimyevi tepkime sonucu, metal yüzeylerin aşınmasına karşı direncini yükseltmek amacıyla yapılan, parçalar üzerinde koruyucu örtü oluşturma işlemidir.

Kaplama yüzeylerin korozyona karşı dayanıklılığını artırmak ve yüzey kayganlığı sağlamak için sürtünmeyle çalışan parçalara uygulanır. Çalışan makine parçaları, çalışma şartlarına göre kısa sürede veya uzun sürede aşınırlar veya korozyona uğrarlar. Kaplama sonucu iş parçası yüzeyi sürtünme katsayısı düşük, parçaların aşınma dirençleri ve korozyona karşı dirençleri yüksektir.

Metal kaplamalar sıcak daldırma, elektro kaplama, sıcak püskürtme (tel veya toz püskürtme), difüzyon ve mekanik kaplama gibi yöntemlerle yapılır. Fiziki, kimyevi ve mekanik yöntemlerin kullanıldığı metal kaplama uygulamalarından makine imalatında en çok kullanılan kaplama çeşidi galvaniz kaplama, çinko kaplama, krom kaplama ve fosfat kaplamadır. Pratikte korozyona karşı en çok çinko ya da alüminyum kaplama kullanılır. Sıvı metale daldırma yöntemi, esas olarak çeliğin çinko, kalay, kadmiyum, alüminyum, altın ve kurşun ile kaplanması için uygulanır ve bu yöntemin çok geniş uygulama alanı vardır.

Metal kaplamalarda dört çeşit yöntem uygulanır:

- **Sıcak daldırma:** Bu yöntemde kaplama metali ergitilir ve ana metal bu ergiyik içerisine daldırılarak kaplama yapılır. İşlem sırasında ana metal yüzeyi, kaplama metal ile alaşımli hale gelerek korozyondan korunmaktadır.
- **Sıcak püskürtme:** Bu yöntemde kaplama metali toz haline getirilir ve bir ısı kaynağı ile ergitilerek, ana metal üzerine püskürtülmesiyle kaplama yapılmaktadır.
- **Sherardizing kaplama yöntemi:** Toz haline getirilen kaplama metali ile ana metal aynı kasa içerisine konularak yüksek sıcaklıkta bir müddet bekletilmektedir. Kaplama metali sıcaklığın etkisiyle uçuculuk özelliği kazanmakta ve ana metali sarmaktadır.
- **Elektroliz yöntemi:** Bu yöntemde ise ana metal katot, kaplama metali ise anot olacak şekilde, uygun bir elektrolit içerisinde kaplama yapılmaktadır. Bu işlem sırasında, kaplama metali korozyona uğrar ve ana metalin üzerini kaplayarak korozyondan korunmasını sağlar.

Bakır, pirinç alüminyum, çinko, zamak ve benzerleri için kaplama, yüzey kalitesini ve dayanımı artırmak için en iyi çözüm yoludur. Özellikle uzun çelik parçaların ısıl işleme sertleştirme esnasında eğilme ve çarpılma gibi şekil değişikliğine uğrama tehlikesi vardır. Bu gibi parçaların yüzeyine kaplama ile yüzey sertliği verilir.

### 3.2.2. Kaplama Kuralları

Kaplamanın esas metale iyi yapışabilmesi için anametalin (altlık malzeme) son derece temiz olması, yüzeyin herhangi bir film veya oksit tabakası içermemesi gerekmektedir.

Temizleme işlemi birçok kademededen oluşur. Fakat bu tüm aşamalar doğru olarak uygulandığında, zayıf olan metalin mukavemetinden daha yüksek bir bağ mukavemeti elde edilebilmektedir. Yüzey kaplama işlemlerinde en önemli aşamanın kaplama tabakasının uygulanmasından önce altlık malzemesinin hazırlanması olduğu, kirletici atıkların altlık ile kaplama tabakasının hem elektriksel hem de yapısal sürekliliğini bozan bir engel olduğu ifade edilmektedir.

Kirlilikler, yüzeyle yaptıkları bağlanma türüne göre:

- Fiziki olarak bağlanmış,
- Kimyevi olarak bağlanmış şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Fiziki olarak bağlanmış olanların bağ enerjileri düşük olduğundan dolayı temizlenme enerjileri de düşüktür. Tabloda bazı kirlilikler ve bunların giderilmesinde kullanılan tipik yöntemler verilmiştir.

Üretim tasarımı mevcut kirliliği giderebilecek şekilde yapılmalıdır. Mesela demir esaslı malzemelerin yüzeyindeki  $FeO$ ,  $500\text{ }^{\circ}C$ 'den hızla soğutulursa kararlı halde kalır ve bu asitle kısa sürede temizlenir.



Yoksa oluşan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>’de yavaş, HCl’de daha hızlı çözünür. Paslanmaz çelikler gibi korozyon direnci yüksek metallerin oksitleri daha kuvvetli asitlere yâda alkalın temizlemeye ihtiyaç duyabilmektedir.

<b>Fiziki olarak bağlanmış kirlilikler</b>	<b>Temizleme yöntemi</b>
Kir, pas Metal tozu artıkları Parlatma/cilalama artıkları Kimyasal olarak absorblanmış sıvılar Yağ ve gresler	Tel fırça ile fırçalama, aşındırma, alevle temizleme. Toz püskürtme  Solvent ile yağ giderme, alkali deterjan ile temizleme
<b>Kimyevi olarak bağlanmış kirlilikler</b>	<b>Temizleme yöntemi</b>
Yüksek sıcaklık oksit kalıntıları Düşük sıcaklık mat filmler Korozyon ürünleri Bozuk kaplamalar Biyolojik oluşumlar	Asit veya alkali temizleme  Biyolojik aktiviteyi engelleyiciler

**Tablo 3.4: Sık karşılaşılan bazı kirliliklerin sınıflandırılması**

**Ön işlem**, malzemeyi kaplama banyosuna yerleştirmeden önce yapılan çeşitli işlemler olup, ilk ve son yüzey işlemi olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.

**İlk işlem** ile gres, parlaticı ve çizme işleminde kullanılan bileşikler, yüzeyle bağlantısını kaybetmiş metal pulları, ağır pas ve yanmış yağ gibi ağır yüzey birikintileri uzaklaştırılmakta ve genellikle kaplama bölümünün bir parçası olup, çoğunlukla önce uygulanmaktadır.

**Son işlem** ise gres ve yağın en son izlerini uzaklaştırıp yüzeyi elektrolitik kaplamaya hazır hale getirir. Bu son safhadaki asit daldırmaların metalik pulları yahut ağır pası uzaklaştırması beklenemez. Bu safhada asitler sadece durulama sonrası kalan alkalın temizlemenin son izlerini nötralize ve yüzeyi elektrolitik kaplama için aktive edecektir.

Aside daldırma metalik parça yüzeyinin kaplamaya hazır hale getirilmesi için seyreltik asit çözeltisine kısa süreli daldırılması işlemidir. Aktivasyondan sonra parça durulanır ve mümkün olduğunca çabuk kaplama çözeltisine gönderilir.

- **İlk yüzey hazırlama işlemleri:** İki temel adımın bir yada ikisini birden içerir:
  - Aşırı miktarlardaki petrol, yağ, parlaticı ve çizici bileşenin uzaklaştırılması
  - Metal kalıntısı (pul), ağır pas, yanmış yağın uzaklaştırılması gibidir.
- **Yağ gibi kirliliklerin uzaklaştırılması:**
  - Islatmak suretiyle temizleme: (Metal ve yağ arasındaki bağı gevşetici yüzey aktif madde içeren çözeltilere daldırma)
  - Püskürtmeyle temizleme : (Bir nozül yardımıyla yüksek basınçta püskürtme)

- Solvent yağ giderme : (Organik solventler)
  - Elektrolitik alkali temizleme : (Malzeme anoda bağlanır, akım uygulandığında malzeme yüzeyinde O<sub>2</sub> gazı çıkar ve yukarı doğru yükselen gaz mekanik bir fırçalama ile temizler)
  - Ultrasonik temizleme : (Yüksek frekansta ses dalgaları gönderme)
  - Parçaların birlikte temizlenmesi : (Parçaların uygun bir sepet içinde püskürtme veya solventle temizlenmesi)
- **Metal artık veya pulların uzaklaştırılması:**
- Mekanik işlemlerle temizleme : (Parçanın zımparalanması, fırçalanması, parlatılması, kumlama, bilya püskürtme, buhar veya alev vasıtasıyla temizlenmesi)
  - Alkalin ile temizleme : (Malzemeye fiziki yolla tutunmuş kirlilikler ile kimyevi bir reaksiyon oluşturmakta NaOH : 180 g/L, NaCN 120 g/L , Sıcaklık 40 °C)
  - Asidik temizleme : (Elektrolitik, püskürtme veya daldırılmalı alkali temizleme sonrası yüzeyin nötralize edilmesi işlemi)

### 3.2.3. Kaplama Özellikleri

- Isıya dayanıklıdır, renk değiştirmez, kaynak yapılabilir,
- Hasara neden olmadan yüzeyden sökülür, tekrar tekrar uygulanabilir,
- Düşük yüzey pürüzlülüğüne sahiptir, hızlı ve kaliteli üretimi sağlar,
- Diğer sertleştirme metotlarındaki gibi deformasyona neden olmaz,
- Sık dokuludur, korozyona ve kimyasallara karşı dayanıklıdır,
- Sertliğin artmasına rağmen bakımı kolaydır,
- Uygulama sıcaklığı düşüktür.
- Kaplama sürtünmeye karşı dayanıklıdır.
- Yüksek sıcaklığa (1810 C°) dayanıklıdır.
- Aşınma direncinin artması (basma kuvvetleri altındaki sürtünmeden kaynaklanan aşınma ve aşındırıcılardan kaynaklı aşınmaya karşı)

### 3.2.4. Tavsiye edilen Kaplama Kalınlıkları

Çeliğin Tipi	İstenen Kaplama Kalınlığı		
	5 mikron	25 mikron	100 – 200 mikron
Düşük karbonlu	30-60	120-240	300-600
Yüksek karbonlu	15-30	90-180	180-300
Nikel-krom	30-60	120-180	300
Yüksek hızlı	10-15	15-30	60-120
Paslanmaz	10-15	15-30	60-120

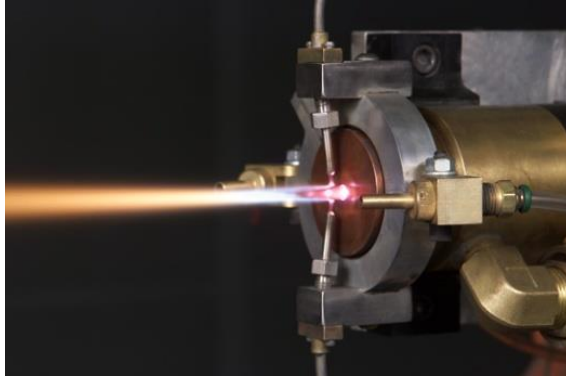
Tablo 3.5. Kaplama kalınlıkları



### 3.2.5. Endüstriyel Kaplama Çeşitleri

- **Tung**
- **Sten karbür kaplama:**

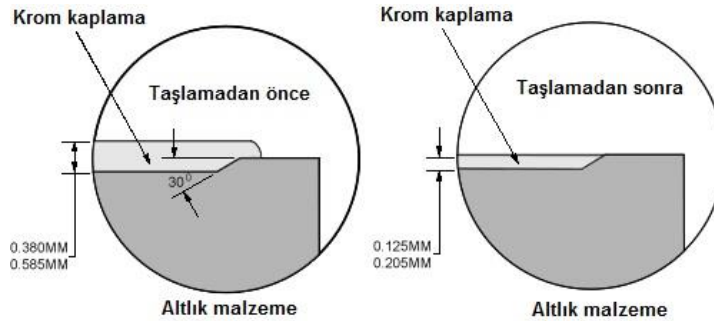
Yüksek aşınma direnci ile beraber, korozyon direnci ve yüzey sertliği istendiğinde tungsten karbür (WC ) kaplama idealdir. Yüzey pürüzlülüğü 0.003 Ra'ya kadar hassas olmaktadır. (WC/Co 88/12, WC/Ni Tungsten karbür-krom karbür) bileşenleri tungsten karbür tozları, astar kaplamadan sonra malzeme yüzeyine kaplanarak 75-77 HRC sertliğe kadar yüzeyler elde edilmektedir.



Resim 3.19. Tungsten karbür kaplamasında kullanılan HVOF tabancası

- **Krom karbür kaplama:**

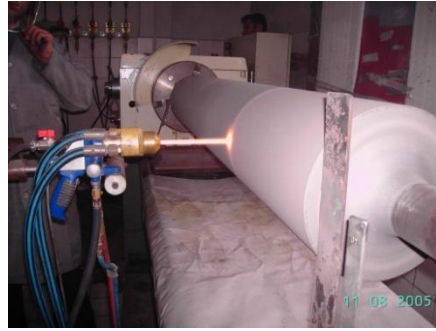
Yüzey kaplamada sıklıkla kullanılan karbürlerden biri de WC'e göre (tungsten karbür) daha iyi yüksek sıcaklık dayanımı olan Cr<sub>2</sub>C<sub>2</sub> (krom karbür) dir. Yüksek sıcaklıklarda erozyon için, krom karbür takviyeli kaplamalar daha verimlidir. 65-70 HRC sertliğe kadar yüzeyler elde edilmektedir. Aşınma direnci, kaydırıcılık özelliği, yay tutmaması, düşük sürtünme katsayısı ve yüksek sertliği üstün özellikleridir.



Şekil 3.3. Sert krom kaplama şematik görünüşü



**Resim 3.20. Sert krom kaplama yapılmış parçalar**



**Resim 3.21. MEC HIPOJET 2700 SYSTEM cihazı ile krom karbür kaplaması yapılırken**



**Resim 3.22-1**

**Resim 3.22-1: Havuz daldırma yöntemi için hazırlanmış parçalar**



**Resim 3.22-2**

**Resim 3.22-2: Havuz daldırma yöntemi ile krom karbür kaplaması yapılırken**

➤ **Sert metal kaplama:**

Silindirik şekilli parçaların tamirâtı ve yeni imal edilmiş parçalarında yüzeyi termal püskürtme ile kaplanarak, karşılaşılabilecek kimyevi ve mekanik etkiye karşı parça ömrünün uzatılması için sert metal kaplama yapılır.

Piston mili, silindir, rulman yatakları, keçe yatakları, şaftlar, krank milleri, tel çekme kasnakları, kademeli kasnaklar, yönlendirici makara gibi elemanların yüzeyleri sert metal kaplama ile kaplanarak ömürleri üç-dört kat uzatılabilmektedir. İşlem sırasında çok yüksek sıcaklığa çıkılmadığı için çarpılma gibi olumsuzluk olmaz. Kaplama sonrası tornalama ve taşlama ile parça istenilen ölçü ve yüzey hassasiyetine getirilir.

Amorf alaşım bazlı metaller (Fe Cr Ni) farklı özellikli tozlar içeren özlü teller ile yapılan sert metal kaplama ile 65 HRC sertliğe ve çapta 15 mm ' ye kadar kalınlıkta kaplamalar yapılabilir.



**Resim 3.23: Ark sprey yöntemi ile özel alaşımli paslanmaz çelikle kaplanmış matbaa makinesi su püskürtme merdanesi**

➤ **Molibden kaplama:**

Molibden kaplama DIN EN 657/DIN EN ISO 14919 standardına göre ark spreyin alevinde 1/8 inçlik tellerin kaplama esnasında eritilip yüzeye kaplanması veya HVOF ile ince ve küresel tozların eritilip yüzeye püskürtülerek kaplanması ile elde edilir.

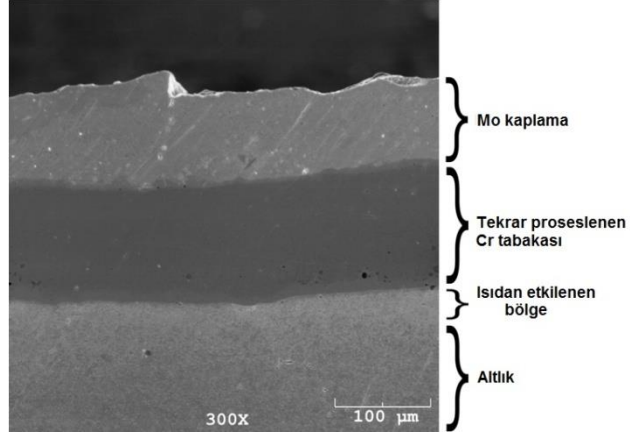
Molibden kaplamada parçacıklar, kumlamadan sonra iş parçasının üzerine kuvvetli mikro gözenekli bir kaplama oluşturabilirler. Molibden kaplamalarda önerilen kaplama kalınlıkları 50 ile 500 mikrondur. Molibden kaplamalarının sertliği kaplama yöntemine bağlı olarak 60-66 HRC'dir ve yüzey pürüzlülüğü Ra 5µm-Ra 18µm arasında değişmektedir.

Molibden kaplamalar, bakır, %20'den fazla bakır alaşımları, kromlu ve nitrasyonlu parçaların üzerine uygulanamaz. Bununla birlikte, iyileştirilmiş sızdırmazlık özellikleri için sertleştirilmiş parçaların üzerinde uygulanabilir. Ayrıca molibden, seramik, bronz kaplamalar veya Cr içeren çelik kaplamalardan önce astar kaplama olarak da uygulanmaktadır.

Molibden kaplamanın üstünlüğü geniş yüzeylerde uygulandığında ısıya maruzdan kaynaklı deformasyonların en az olmasıdır. Eksikliği ise, çok boşluklu parçalar veya karmaşık şekilli ve ulaşmanın zor olduğu alanlarda molibden kaplamanın uygulanamamasıdır.



**Resim 3.24: Molibden kaplanmış parçalar**



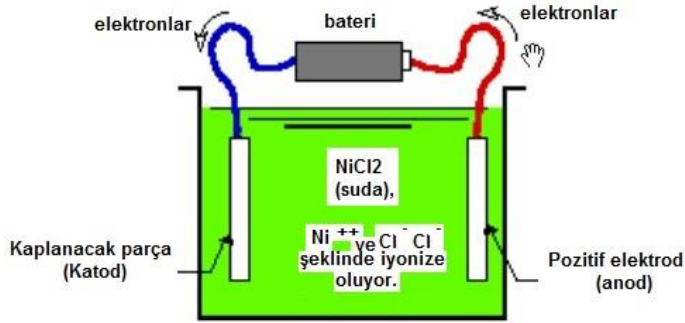
**Resim 3.25: Molibden kaplanmış bir parçanın mikro yapı kesiti**



**Resim 3.26: Çelik şaft üzerine molibden kaplanma yapılırken**

➤ **Akımsız nikel kaplama:**

Akımsız nikel kaplama geleneksel nikel kaplamaya kıyasla sadece kimyasal prosesle elektrik akımı olmaksızın uygulanır. Bunun sonucunda çok homojen ve kontrol edilebilir bir kaplama iş parçasının her yerine uygulanabilir. Kaplama temelinde görüntü olarak krom kaplamaya benzer bir görüntü sergileyen nikel-fosfor alaşımıdır. Geleneksel krom ve nikel kaplamadan sertlik ve aşınma direncinin mükemmel korozyon ve kimyasal direnç ile birleşmiş olması gibi özellikleri ile ayrılır, ayrıca kaplama karmaşık şekilli iş parçalarında bile geleneksel nikel kaplamada ulaşılamayacak kadar çok homojendir. Normalde kaplama kalınlığında teorik olarak bir sınırlama olmamakla beraber çok basit bir şekilde kalınlık daldırma süresinin bir işlevidir. Genelde kaplama kalınlığı 2-50 mikron arasında olmakla beraber 10-12 mikron arası yeterli olmaktadır. Akımsız nikel kaplama ile 48-52 HRC'ye kadar sertlik elde edilebilmektedir. Kaplama sonrası 390 °C'de ısıl işlem ile kaplama sertliği 58-60 HRC'ye kadar çıkarmak mümkündür. Ayrıca yüzeyde kaplama sonrasında taşlama ihtiyacı çoğu zaman çok az olmaktadır.

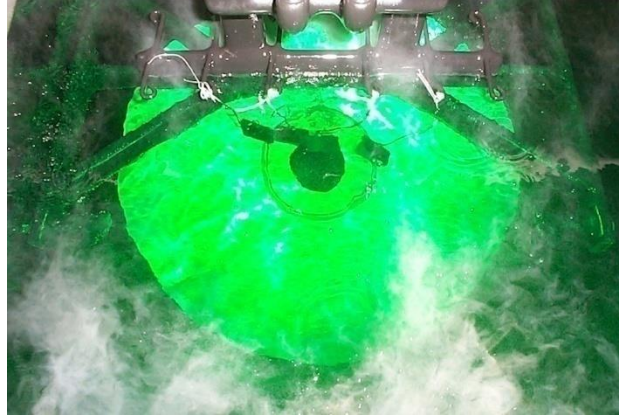


Şekil 3.4: Akımsız nikel kaplama işleminin şematik görüntüsü



Şekil 3.27: Akımsız nikel kaplama yapılmış parçalar

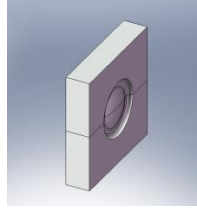


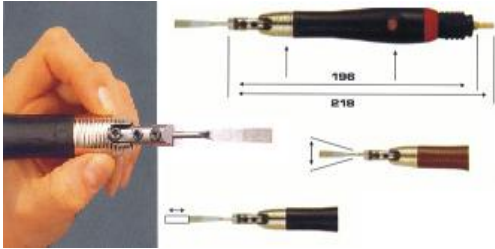



**Şekil 3.28: Akımsız nikel kaplama uygulaması**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen ekstrüzyon şişirme taban kalıbının parlatma işlemini yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Eğeleme işlemi ile kalıp boşluğunun uygun yerlerini temizleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ İş önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Kalıp boşluğu yüzeylerinin temiz olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Eğeleyeceğiniz yüzey profiline ve yüzey kabalığına uygun eğe seçiniz.</li><li>➤ Eğeleme yaparken ölçülerin ve kalıp boşluğu profilinin bozulmamasına dikkat ediniz.</li></ul>
<p>➤ Kalıp boşluğunun radyüslü kısımlarını uygun radyüslü gaz taşı ile temizleyiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kalıp boşluğu köşelerinde bulunan radyüslerin ölçülerine uygun radyüslü gaz taşı seçiniz.</li><li>➤ Gaz taşını ince yağ ile birlikte özenle kalıp boşluğu köşelerine sürünüz.</li><li>➤ Radyüs ölçülerinin bozulmamasına ve düz yüzeyler ile radyüslü kısımlar arasında kademe oluşmamasına özen gösteriniz.</li></ul>
<p>➤ Kalıp boşluğunu zımparalayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yüzey pürüzlülüğüne göre uygun tane büyüklüğüne sahip zımpara seçiniz.</li><li>➤ Yüzeyde bir önceki işleme ait izlerin kalmamasına özen gösteriniz.</li><li>➤ Yüzeyin tamamı zımparalandıktan sonra daha ince tane büyüklüğüne sahip zımparaya geçiniz.</li></ul>
<p>➤ Parlatma keçeleri ile parlatma macunu kullanarak kalıp boşluğunu parlatınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kalıp boşluğu yüzeyine parlatma macununu sürünüz.</li><li>➤ Düz ve geniş yüzeylere el ile radyüslü</li></ul>

	<p>dar yüzeylere ise varsa parlatma aparatına takacağınız radyüse uygun profilli olan keçelerle parlatma işlemini yapınız.</p>
<p>➤ Parçayı kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ Parça yüzeyinde pürüz kalmadığını ve kalıp öpüşme yüzeylerinin birbirine oturduğunu kontrol ediniz.</p>



## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Egeleme işlemi ile kalıp boşluğunun uygun yerlerini temizlediniz mi?		
3. Kalıp boşluğunun radyüslü kısımlarını uygun radyüslü gaz taşı ile temizlediniz mi?		
4. Kalıp boşluğunu zımparaladınız mı?		
5. Parlatma keçeleri ile parlatma macunu kullanarak kalıp boşluğunu parlattınız mı?		
6. Parçayı kontrol ettiniz mi?		
7. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
8. Süreyi iyi kullandınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki malzemelerden hangisi parlatma amacıyla kullanılmaz?  
A) Elmas pastalar  
B) Freze çakıları  
C) Seramik taşlar  
D) Zımparalar
2. Kalıp parlatma işlemi aşağıdakilerden hangisini sağlamak amacıyla yapılmaz?  
A) Ölçü tamlığı  
B) Üründe hassas yüzey elde edilmesi  
C) Ürün boşluklarının kolay işlenmesi  
D) Ürünün kalıptan kolay çıkması
3. Aşağıdakilerden hangisi parlatma işleminde tesviye aşamasında kullanılan malzemelerdendir?  
A) Fırçalar  
B) Elmas pastalar  
C) Eğeler  
D) Parlatma keçeleri
4. Aşağıda verilen katkı malzemelerinden hangisi çeliğin parlatılabilme özelliğini artırır?  
A) Krom  
B) Molibden  
C) Magnezyum  
D) Çinko
5. Aşağıda verilen enjeksiyon kalıp elemanlarından hangisine parlatma işlemi uygulanır?  
A) Kalıp alt plakası  
B) Dişi kalıp (Kalıp boşluğu)  
C) Destek plakası  
D) İtici plakası
6. Kalıp parlatmada, ilk olarak uygulanan işlem basamağı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Parlatma macununun uygulanması  
B) Yağlama  
C) Keçe ile parlatma  
D) Parlatma yüzeyinde oluşan kaba tezgâh izlerinin temizlenmesi

7. Kalıp parlatma işleminde son aşama olarak yapılan aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Tesviye aşaması  
B) Ayna yüzey elde etme  
C) Ön parlatma  
D) Eğeleme İşlemi
8. Aşağıdakilerden hangisi bitiş parlatmada kullanılan malzemelerden birisi 11 değildir?  
A) Parlatma ringleri  
B) Keçeler  
C) Elmas pasta  
D) Taşlar
9. Elmas tozlarının elenerek, değişik boyutlara ayrılması ve bu ayrılan elmas taneciklerinin özel bağlayıcı yağlar ile birleşiminden meydana gelen kalıp parlatma malzemesi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Elmas pasta  
B) Zımpara  
C) Fırça  
D) Eğe
10. Kalıp boşluklarının parlatılmaması sonucu, meydana gelen problem nedir?  
A) Ürün soğumaz.  
B) Plastik malzeme erimez.  
C) Ürünün kalıp boşluğundan çıkarılması zorlaşır.  
D) Soğutma suyu istenen verimde kalıp içinde dolaşamaz.

**Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru kelimeleri yazınız.**

1. Metal veya alaşımlarının yüzeyini korozyona karşı dayanıklı hale getirmenin en sık başvurulan yöntemlerden biri ikinci bir ..... kaplamadır.
2. Kaplama ile parçanın ..... artması en önemli özelliktir.
3. Metal kaplamalar sıcak daldırma, elektro kaplama, sıcak püskürtme (tel veya toz püskürtme), difüzyon ve ..... kaplama gibi yöntemlerle yapılır.
4. Metal kaplamalarda, kaplama metali ergitilir ve ana metal bu ergiyik içerisine daldırılarak yapılan kaplamaya .....denir.
5. Metal kaplamalarda, kaplama metali toz haline getirilir ve bir ısı kaynağı ile ergitilerek, ana metal üzerine püskürtülmesiyle .....kaplama yapılmaktadır.
6. Toz haline getirilen kaplama metali ile ana metal aynı kasa içerisine konularak yüksek ..... bir müddet bekletilmektedir. Kaplama metali sıcaklığın etkisiyle ..... özelliği kazanmakta ve ..... metali sarmaktadır. Buna Sherardizing kaplama yöntemi denir.

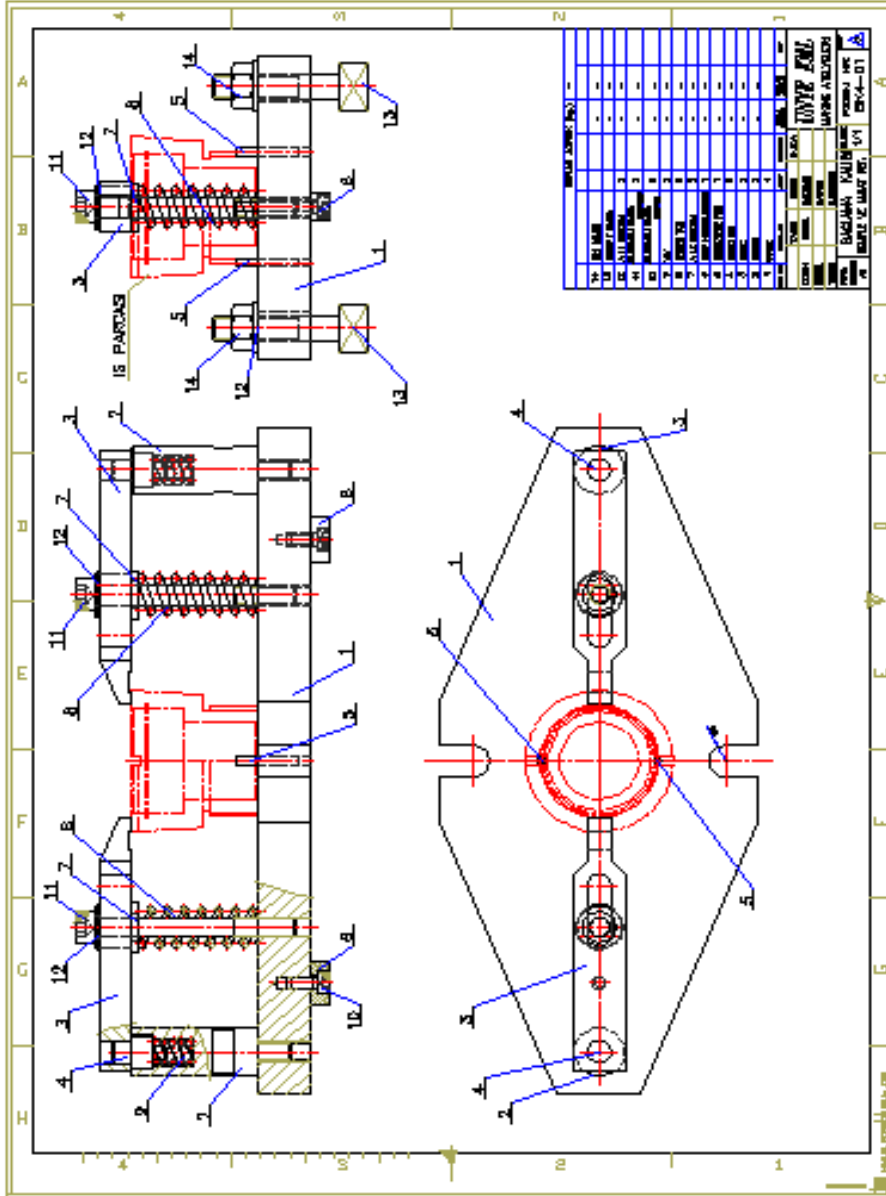
7. Metal kaplamalarda, ana metal katot, kaplama metali ise anot olacak şekilde, uygun bir elektrolit içerisinde kaplama yapılmaktadır. Bu işlem sırasında, kaplama metali korozyona uğrar ve ana metalin üzerini kaplayarak korozyondan korunmasını sağlayan uygulamaya ..... yöntemi denir.
8. Yüksek ..... çelikler, gereğinden fazla dağlama işlemine uğrarlarsa, .... (.....) oluşumu görülür.
9. Metal kaplama, uygulama ..... düşüktür.
10. Metal kaplama, ....., ..... dayanıklıdır, bakımı kolaydır.

## 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

Aşağıdaki bağlama kalıbını inceleyiniz. Kalıp parçalarının malzemelerini belirleyiniz. Hazır malzemeleri standart kataloglardan özelliklerini dikkate alarak seçiniz.



## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Kalıp parçalarının her birini ayrı ayrı değerlendirerek görevlerini kavradınız mı?		
3. Kalıp elemanlarının birbirleriyle olan ilişkilerini yorumlayarak kavradınız mı?		
4. Kalıp elemanlarının malzemelerini yaptığımız değerlendirmelere göre seçtiniz mi?		
5. Standart elemanların özelliklerini tespit ettiniz mi?		
6. Standart elemanları özelliklerine göre seçtiniz mi?		
7. Kalıp elemanları için malzeme seçerken norm kataloglarından faydalandınız mı?		
8. Metal olmayan varsa tespit ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	Sertlik - Çekme
2.	Direncini -Zayıflatır
3.	Paslanmaya Aşınmaya
4.	Isıtma (Tavlama) -- Soğutma
5.	Tavlama
6.	Menevişleme
7.	Madenî Yağlar
8.	Karbonlu
9.	Alaşimsız --Alaşımlı
10.	Kalite -- Yüksek
11.	İmalat -- Takım
12.	Aşınmaya Dayanıklı
13.	Özlülüğe -Yüklemelerde
14.	Elastiki, Titreşime
15.	Kesme Hızlarında

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'İN CEVAP ANAHTARI

1.	Ağır Metaller -- Hafif Metaller
2.	Asal
3.	Korozyona
4.	Soğuk -- Kaynak -- Kaldırılarak
5.	Yüksek -- Düşük Sıcaklıklarda
6.	Asitlerden
7.	Saf --Az
8.	Mukavemeti -- Hafif
9.	Sinterleme
10.	Sentetik
11.	Edilememesidir
12.	Termoplastikler, Duroplastikler --Elastömerler
13.	, Sıcakta -- Kaynak
14.	Isıtılması -- Sıcaklığın
15.	Perlon -- Naylon
16.	Ekonomik
17.	(Karma, Kompozit)
18.	Takviye Materyali -- Takviye Bileşeni

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN BOŞLUK DOLDURMA CEVAP ANAHTARI

1.	Metalle
2.	Sertliğinin
3.	Mekanik
4.	Sıcak Daldırma
5.	Sıcak Püskürtme
6.	Sıcaklıkta -- Uçuculuk -- Ana
7.	Elektroliz
8.	Karbonlu, İs (Kurum)
9.	Sıcaklığı
10.	Serttir, Aşınmaya



## KAYNAKÇA

- ALTINBAŞ Fatih, Fatih Alkan, Mustafa Ay, Marmara Üniversitesi TEF Makine Eğ. Böl. Yayınları, İstanbul, 2011.
- EVCİN Atilla, Kocatepe Üniversitesi Kaplama Teknikleri, Afyon, 2006.
- Metal Meslek Bilgisi, M.E.B. Yayınları /Ajans-Türk Matbaacılık Sanayi A.Ş., Ankara, 1995.
- MKE, Özel Nitelikte MKE Normu Çelik Türleri Katalogu, Ankara, 1972.