



GENEL DÖKÜMCÜLÜK BİLGİSİ CİLT 3



# GENEL DÖKÜMCÜLÜK BİLGİSİ CİLT 3

Sakir  
FİLİNER

Süleyman  
CELİK

Yavuz  
HÜLLÜ  
TRÖLMÜS

Cumhur  
SUZEN

Ali Duray  
DURAN

F. 300 Lira

49

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI — İSTANBUL 1961

5  
DAĞITIM YERİ: İstanbul'da Devlet Kıtıpları Müdürlüğü  
ve illerde Millî Eğitim Bakanlığı Yayinevleri



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI

ETÜD VE PROGRAMLAMA DAİRESİ YAYINLARI NO. 49

ORTA DERECELİ ENDÜSTRİYEL TEKNİK ÖĞRETİM OKULLARI

GENEL DÖKÜMCÜLÜK

BİLGİSİ *Leif BALTACI*

TEMEL DERS KİTABI

CİLT : 3

*15-10-1982*

*Attar*

Yazanlar

Sabri  
FİDANER

Süleyman  
ÇELİK

Halil  
DOĞMUŞ

Cumhur  
SÜZEN

Ali Duray  
DURAN

BİRİNCİ BASILIS



DEVLET KİTAPLARI

MİLLÎ EĞİTİM BASİMEVİ — İSTANBUL 1981

## Ö N S Ö Z

Şu an okumakta olduğunuz "Genel Dökümcülük bilgisi Cilt III" isimli bu kitap; Endüstri Meslek Liseleri Dökümcülük Mesleğinin Teknolojik Bilgileri için programlanmış olan Temel Ders Kitaplarının son cildini teşkil etmektedir.

Dökümcülük mesleğinin bütün konuları bir bütünlük içinde analiz edilmiş ve bunların "Genel Dökümcülük Bilgisi" adıyla 3 cilt halinde yayınlanması uygun görülmüştür. Bu nedenle konuların her cilt'e eşit değerler içinde dağıtılmasına özen gösterilmiştir. 3 cilt'ten oluşan bu kaynak kitapların hepsi bir bütün halinde incelenecek olursa; Bu mesleğe yeni girenler ile halen çalışanların, hatta bazı mühendislik okulları öğrencileri için Döküm ve Dökümcülük hakkındaki temel bilgilerin bir bütün halinde verildiği görülecektir.

Bugün için yayınlanmış olan 3 cilt halindeki bu kaynak kitaplar, Dökümcülük için yeterli bir bilgi düzeyini içine almaktadır. Ancak yarın; bu konulara bağlı yeni teknolojik gelişmeler ve yeni kavramlar oluştuğunda, yeni araştırmalar devam ettikçe, yenilikleri tanıtan kitaplar hazırlanabilir. Hatta bu 3 cilt içindeki bilgi konularının bazıları yeniden yazılabilir veya günün şartlarına göre bazıları da azaltılabilir. Çünkü, insan yapısının gereği hep ileriye, hep yeniye, hep daha güzele ve modern tekniğe ulaşma arzusu durmamaktadır. Yeni arayışlar içindeki bu çalışmalar ve araştırmalar devam ettiği "ki bu durmayacak devam edecektir" müddetçe yeni teknolojik gelişmeler olmaktadır. Bunun sonucu olarak da yeni bilgilerin yayınlanması ve onları tanıtıcı eserlerin hazırlanması gerekecektir. Tıpkı geçmişten, günümüze kadar gelmiş eserlerin olması gibi...

Kitaplardaki konuların ağırlık noktasını hiç şüphe yokki; Türk Döküm Endüstrisinde görev alacak ve endüstrinin temeli olan Dökümcülük Mesleğini daha ileriye götürerek, ülkemiz ekonomisine büyük katkıları olacak gençlerimizin yetiştirilmeleri oluşturmaktadır. Bu arada hali hazırda tüm güçlüklerle ve imkânsızlıklara rağmen, büyük uğraşı içinde emeği ve tecrübesi ile büyük katkıları olanların, bu meslekteki çalışmalarının destekleyicisi olacak şekilde bilgileri kapsamaktadır.

"Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, sorun ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayınlanamaz.

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulunun 15. 4. 1980 gün ve 41 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabulü uygun görülmüş, Yayınlar ve Basılı Eğitim Malzemeleri Genel Müdürlüğünün 14. 5. 1980 gün ve 3785 sayılı emirleriyle 7500 adet basılmıştır.

Bu temel ders kitapları aynı zamanda Bakanlığımızın öncülüğü ve büyük desteği ile yurdumuz Endüstri Meslek Liselerindeki Döküm Atelyelerinde yapılan çalışmalarda birlik ve beraberliği sağlamak, öğrencilerin becerisini artırmak için Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Döküm Bölümü Öğretim Üyelerinden Ali Duray DURAN, Süleyman ÇELİK, Cumhur SÜZEN tarafından hazırlanmış olan DÖKÜMCÜLÜK IX, X, XI. nci sınıflarının Atelye İş ve İşlem Yapraklarının uygulanmasında ihtiyaç duyulan Teknolojik Bilgileri desteklemekte hatta öğrencilerin, mezuniyet sonrasındaki çalışmalarıyla, bazı Mühendislik Okullarının öğrencilerinden Dökümcülük Mesleğine ilgi duyanlarında yararlanmalarına imkan tanımaktadır. Böylece ülkemiz gençlerine, Dökümcülük Mesleğinin geniş anlamda tanıtılması ve endüstrinin temeli olan bu ağır sanayi kolunun yaygınlaşması amaçlanmıştır.

Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt III, 10 Bölümden oluşmaktadır. Konuların işlenmesi Alaşım ve Alşıma Giren Madenler'den başlayıp, Maliyet Hesapları'nda bitmektedir. Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt I ve Cilt II'deki konularla, bu Cilt III'ün konuları birlikte incelenirse; Dökümcülük Mesleğinin Teknolojik Bilgilerinin bir bütünlük içinde bulunduğu görülecektir. Böylece gerek Endüstri Meslek Liseleri Döküm Bölümü öğrencileri ve gerekse Endüstride Dökümcülük Mesleğinde çalışanlar ile Dökümcülüğe ilgi duyan okuyucular aradıkları temel bilgileri 3 Ciltlik bu kaynak kitaplarda bulacaklardır.

Eserin, Türk Döküm Endüstrisinde çalışanlara ve çalışacak olanlara yararlı olmasını dileriz.

ANKARA — 1980

Sabri FİDANER  
Süleyman ÇELİK  
Halil DOĞMUŞ  
Cumhur SÜZEN  
Ali Duray DURAN

## İÇİNDEKİLER

KONU	Sayfa No.
<b>BÖLÜM 1 ALAŞIMLAR VE ALAŞIMA GİREN MADENLER</b>	
1.1 Genel Bilgiler .....	1
1.2 Alaşımın Bölümlenmesi .....	2
1.3 Alşıma Giren Madenler .....	4
1. Bakır .....	4
2. Alüminyum .....	11
3. Mağnezyum .....	13
4. Çinko .....	16
5. Kalay .....	18
6. Kurşun .....	18
7. Nikel .....	19
8. Silisyum .....	19
9. Manganez .....	20
10. Berilyum .....	21
11. Fosfor .....	21
12. Krom .....	22
13. Antimon .....	22
14. Bizmut .....	23
15. Arsenik .....	23
1.4 Flâks'lar .....	24
1. Koruma Flâks'ları .....	24
2. Temizleme Flâks'ları .....	25
Sorular .....	26

## BÖLÜM 2 BAKIR ALAŞIMLARI

2.1 Tanıtılması	27
2.2 Katkı Elementlerinin Bakırın Özellikleri Üzerine Etkileri	27
1. Kalay	28
2. Çinko	28
3. Alüminyum	29
4. Nikel	29
5. Manganez	30
6. Silisyum	30
7. Demir	30
8. Fosfor	31
9. Eser Halindeki Cisimler	31
2.3 Bronzlar (Tunçlar)	31
A. Normal Bronzlar	31
B. Özel Bronzlar	34
a. Çinkolu Bronzlar	34
b. Kurşunlu Bronzlar	36
c. Çinko ve Kurşunlu Bronzlar	36
d. Fosforlu Bronzlar	37
e. Silisyumlu Bronzlar	38
f. Manganezli Bronzlar	38
g. Nikel Bronzları	39
h. Alüminyum Bronzları	41
i. Bakır Berilyum Alaşimleri	41
2.4 Pirinçler	41
A. Normal Pirinçler	41
B. Özel Pirinçler	43
a. Kalaylı Pirinçler	44
b. Kurşunlu Pirinçler	44
c. Alüminyumlu Pirinçler	44

d. Manganezli Pirinçler	44
e. Nikelli Pirinçler	45
f. Silisyumlu Pirinçler	46
g. Demirli Pirinçler	47
2.5 Bakır Alaşımının Döküm Özellikleri	47
2.6 Bakır Alaşımın Kalıplığı	49
a. Kalıplar	49
b. Maçalar	50
c. Yolluk ve Besleyiciler	51
d. Döküm Hataları	53
2.7 Bakır Alaşımının Ergitilmesi	54
a. Ergitme Ocakları	54
b. Ergitme Potaları	59
c. Ocak Takımları	64
d. Ergitmenin Yönetimi	69
e. Ergitmede Sıvı Madenin Korunması	72
f. Ergitmenin Denetlenmesi	73
g. Döküm	74
2.8 Bakır Alaşımının Hazırlanması	75
a. Bronzların Hazırlanması	76
b. Özel Bronzların Hazırlanması	76
c. Pirinçlerin Hazırlanması	78
d. Özel Pirinçlerin Hazırlanması	78
e. Alaşım Problemleri	78
2.9 Bakır Alaşımının Isı İşlemleri	80
2.10 Renklendirme	81
Bakır Alaşımın Tabloları	83
Sorular	92

## BÖLÜM 3 ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI

3.1 Tanıtılması ve Özellikleri	93
--------------------------------	----

3.2 Katkı Elementlerinin Alüminyuma Etkileri .....	94
1. Çinko .....	94
2. Bakır .....	94
3. Silisyum .....	94
4. Magnezyum .....	95
5. Manganez .....	95
6. Demir .....	95
7. Nikel .....	95
8. Titan .....	95
3.3 Alüminyum Alaşımlarının Bölünmesi .....	96
3.4 Döküm Alaşımları .....	96
1. Alüminyum — Çinko Alaşımları .....	96
2. Alüminyum — Bakır Alaşımları .....	97
3. Alüminyum — Silisyum Alaşımları .....	97
4. Alüminyum — Magnezyum Alaşımları .....	98
3.5 Biçimlendirme Alaşımları .....	101
1. Manganezli Biçimlendirme Alaşımları .....	101
2. Magnezyumlu Biçimlendirme Alaşımları .....	101
3.6 Alüminyum Alaşımlarının Döküm Özellikleri .....	102
1. Akıcılık .....	102
2. Çekme .....	103
3.7 Alüminyum Alaşımları Kalıpcılığı .....	103
I. Kum Kalıplar .....	103
1. Genel Bilgiler .....	103
2. Kalıp Kumu .....	104
3. Maçalar .....	104
4. Dereceler .....	104
5. Yolluklar .....	104
6. Çıkıcı ve Besleyiciler .....	105
7. Bitirme İşlemleri .....	105

II. Kokil Kalıplar .....	105
3.8 Alüminyum Alaşımlarının Ergitilmesi .....	106
1. Ergitme Ocakları .....	107
2. Potalar .....	107
3. Kullanılan Flâkslar .....	108
4. Tanelerin İnceltilmesi .....	108
5. Ergitmenin Yönetimi .....	108
6. Ergitmenin Kontrolü .....	109
7. Döküm .....	109
3.9 Alüminyum Alaşımlarının Hazırlanması .....	110
3.10 Karışık Alüminyum Alaşımlarının Hazırlanmasına örnekler .....	111
Alüminyum Alaşımları Tabloları .....	112
Sorular .....	115
<b>BÖLÜM 4 MAGNEZYUM ALAŞIMLARI .....</b>	<b>117</b>
4.1 Tanıtılması .....	117
4.2 Katkı Elementlerinin Magnezyumun Özellikleri Üzerine Etkileri .....	117
1. Alüminyum .....	117
2. Çinko .....	118
3. Bakır .....	118
4. Manganez .....	118
5. Yeni Alaşımlar .....	118
4.3 Magnezyum Alaşımlarının Döküm Özellikleri .....	118
4.4 Magnezyum Alaşımlarının Bölünmesi .....	119
1. Döküm Alaşımları .....	119
2. Biçimlendirme Alaşımları .....	120
3. Yeni Alaşımlar .....	121
4.5 Magnezyum Alaşımlarının Kullanma Yerleri .....	121
4.6 Magnezyum Alaşımları Kalıpcılığı .....	121

1. Genel Bilgiler .....	121
2. Kum .....	122
3. Dereceler .....	123
4. Kalıp Kumunun Sıkıştırılması .....	123
5. Yolluklar ve Döküm .....	123
4.7 Magnezyum Alaşımlarının Ergitilmesi .....	124
1. Ergitme Ocakları .....	124
2. Potalar .....	125
3. Flâksların Kullanılması .....	125
4. Ergitmenin Yönetimi .....	126
4.8 Döküm .....	127
4.9 Magnezyum Alaşımlarının Hazırlanması .....	127
4.10 Magnezyum Dökümünde Özel Hatalar .....	128
Sorular .....	128
<b>BÖLÜM 5 Çinko ve Kalay - Kurşun Alaşımları</b> .....	129
5.1 Giriş .....	129
5.2 Çinko Alaşımları .....	130
1. Zamak Alaşımları .....	130
2. A. Z. Alaşımları .....	131
3. Çinko Alaşımlarının Özellikleri ve Kullanılmaları .....	132
4. Çinko Alaşımlarının Ergitilmesi ve Dökümü .....	133
5.3 Yatak Alaşımları .....	134
5.4 Model Alaşımları .....	138
5.5 Kalay — Kurşun Alaşımları .....	139
1. Lehim Alaşımları .....	139
2. Harf Alaşımları .....	140
3. Kolay Ergiyen Alaşımlar .....	141
4. Diğer Alaşımlar .....	141
Sorular .....	141

<b>BÖLÜM 6 DÖKÜM PARÇALARIN TEMİZLENMESİ VE ONARIMI</b> .....	143
6.1 Giriş .....	143
6.2 Kalıpların Dökümden Sonra Bozulması .....	143
1. El ile Bozma .....	144
2. Havalı Tokmaklarla Bozma .....	144
3. Makine ile Bozma .....	144
6.3 Döküm Parçaları Temizleme Yöntemleri .....	145
1. Kuru Temizleme .....	145
a. El ile Temizleme .....	145
b. Tambur ile Temizleme .....	151
c. Kum Püskürtme ile Temizleme .....	153
d. Çelik Saçma (bilya) Savurma ile Temizleme ...	155
2. Yaş Temizleme Yöntemleri .....	158
a. Basıncılı Su ile Temizleme .....	158
b. Asit ile Temizleme .....	160
6.4 Döküm Parçaları Kalite Kontrolü .....	160
1. Göz ve Çekiç Deneyi .....	161
2. Ölçü Tamlığı Deneyi .....	161
3. Kimyasal Dayanım Deneyi .....	161
6.5 Hatalı (özürlü) Döküm Parçaların Onarımı .....	162
1. Döküm Parça Yüzeyinde Meydana Gelen Hataların Onarımı .....	162
2. Parça Koyarak Onarmak .....	163
3. Sızdıran Parçaların Onarımı .....	163
4. Noksan Dökülmüş veya Kırılmış Parçaların Onarımı .....	163
a. Ergimiş Madenle Onarım .....	163
b. Oksijen Kaynağı ile Onarım .....	164
c. Elektrik Kaynağı ile Onarım .....	164
5. Özel Karışımlar ve Macunlar .....	165
Sorular .....	165

<b>BÖLÜM 7 DÖKÜM HATALARI</b> .....	167
7.1 Giriş .....	167
7.2 Gaz Boşlukları .....	168
a. Tanımı .....	168
b. Oluş Nedenleri .....	169
7.3 Çukurluk, Çizgiler ve Pullar .....	170
a. Tanımı .....	170
b. Oluş Nedenleri .....	170
7.4 Dart .....	171
a. Tanımı .....	171
b. Oluş Nedenleri .....	173
7.5 Koparma ve Sürüklemeler .....	174
a. Tanımı .....	174
b. Oluş Nedenleri .....	175
7.6 Sıvı Madenin Kuma İşlemesi (nüfuzu) .....	176
a. Tanımı .....	176
b. Oluş Nedenleri .....	176
7.7 Kum Düşmesi .....	177
a. Tanımı .....	177
b. Oluş Nedenleri .....	178
7.8 Saçma .....	179
a. Tanımı .....	179
b. Oluş Nedenleri .....	179
7.9 Sertlik .....	180
a. Tanımı .....	180
b. Oluş Nedenleri .....	180
7.10 Sert Yerler ve Sertleşen Noktalar .....	181
a. Tanımı .....	181
b. Oluş Nedenleri .....	181

7.11 Soğuk Birleşme ve Eksik Kalmalar .....	182
a. Tanımı .....	182
b. Oluş Nedenleri .....	182
7.12 Şişkinlik .....	183
a. Tanımı .....	183
b. Oluş Nedenleri .....	184
7.13 Kaçıklıklar .....	185
a. Tanımı .....	185
b. Oluş Nedenleri .....	185
7.14 Çapak .....	186
a. Tanımı .....	186
b. Oluş Nedenleri .....	186
7.15 Forsa ve Sızmalar .....	187
a. Tanımı .....	187
b. Oluş Nedenleri .....	188
7.16 Maçaların Kalkması .....	188
a. Tanımı .....	188
b. Oluş Nedenleri .....	189
7.17 Döküm Parçalarda Curuf, Pislik ve Diğer Yabancı Maddelerin Bulunması .....	189
a. Tanımı .....	189
b. Oluş Nedenleri .....	190
7.18 Maden ve Alaşımların Çekmesinden Meydana Gelen Hatalar .....	191
Giriş .....	191
A. Çöküntü .....	192
a. Tanımı .....	192
b. Oluş Nedenleri .....	194
B. Gerginlik ve Çatlamalar .....	195
a. Tanımı .....	195
b. Oluş Nedenleri .....	199
C. Döküm Parçaların Carpılması .....	200



a. Tanımı .....	200
b. Oluş Nedenleri .....	201
Sorular .....	202

## BÖLÜM 8 ÇEŞİTLİ KALIP YAPMA VE DÖKÜM YÖNTEMLERİ

8.1 Giriş .....	203
8.2 Çeşitli Kumlarla Yapılan Kalıplar .....	203
1. Çimento lu Kumlarla Yapılan Kalıplar .....	203
2. Cam Suyu Katılmış Kumlarla Yapılan Kalıplar .....	204
3. Kabuk Kalıp Yöntemi .....	205
4. Mum Model ile Yapılan Kalıplar (Duyarlı döküm) .....	209
5. Köpük Kalıp Yöntemi .....	212
8.3 Kokil Kalıp Dökümcülüğü (Sürekli kalıplar) .....	213
1. Kokil Dökümünün Tanıtılması .....	213
2. Kokil Dökümünün Başlıca Yararları .....	215
3. Kokil Kalıpların Hazırlanması .....	215
8.4 Basınçlı Döküm .....	223
1. Basınçlı Dökümün Yararları .....	224
2. Basınçlı Döküm Yöntemleri .....	226
3. Basınçlı Döküm Kalıpları .....	230
4. Kokil Kalıplarda Yüzey Ayırıcıları .....	233
5. Basınçlı Döküm Aşamaları .....	234
6. Pres Döküm .....	234
7. Çeşitli Pres Kalıbı Aşamaları .....	235
8.5 Savurma Döküm .....	236
1. Boruların Savurma Döküm Yöntemi ile Dökülmesi ...	236
a. Boruların Statik Dökümü .....	236
b. Boru Dökümü için Kullanılan Savurma Döküm Makinaları .....	237
2. Kumla Astarlanan Boru Kokil Kalıpları .....	241
3. Çeliğin Savurma Dökümü .....	242
4. Çeşitli Parçaların Savurma Dökümü .....	243
5. Savurma Dökümü ile Birleştirme .....	245
6. Savurma Dökümü Benzer Yöntemler .....	247

8.6 Devamlı (Sürekli) Döküm .....	247
1. Çeliğin Düşey Olarak Devamlı Dökümü .....	248
2. Düşey ve Yatay Devamlı Döküm Yolu ile Dökme Demirin Dökümü .....	250
3. Devamlı (Sürekli) Dökümün Yararları .....	252
8.7 Başka, Devamlı Döküm Yöntemleri .....	252
1. Hazelett Yöntemi .....	252
2. Properzi Yöntemi .....	253
8.8 Hadde Silindirelerinin Dökümü .....	254
8.9 Meehanite Dökme Demir Dökümü .....	256
8.10 Boşaltma Döküm .....	256
Sorular .....	258
<b>BÖLÜM 9 DÖKÜM LÂBORATUVARI</b> .....	<b>259</b>
9.1 Giriş .....	259
9.2 Döküm Lâboratuvarının Çeşitleri .....	260
A. Kum Deneyleri Lâboratuvarı .....	261
1. Döküm Kumlarının Lâboratuvarı .....	261
I. Yaş Durumda Uygulanan Deneyler .....	261
a. Rutubet Tayini .....	262
b. Gaz Geçirgenlik .....	267
c. Yaş Basın Dayanımı .....	267
d. Yaş Dayanım .....	269
e. Akıcılık .....	270
II. Kuru Durumda Uygulanan Deneyler .....	271
a. Kuru Gaz Geçirgenlik .....	272
b. Kuru Basınç Dayanımı .....	275
c. Kuru Dayanım .....	276
d. Kuru Çekme Dayanımı .....	277
III. Kumlara Uygulanan Diğer Deneyler .....	278
a. Kireçtaşı Tayini .....	278
b. Kil Tayini .....	279
c. Elek Analizi .....	280

IV. Kılırlere Uygulanan Deneyler	284
a. Kılın Benzidin Deneyi	284
b. Kılın Süspansiyon Deneyi	284
B. Kimyasal Deneyler Laboratuvarı	285
a. Deney için Örnek Alınması	286
b. Karbon Tayin Deneyi	287
c. Perklorik Metot ile Silisyum Tayini	289
d. Persülfat Metodu ile Manganez Tayini	290
e. Fosfor Tayini	291
f. Kükürt Tayini	292
C. Mikroskopsal Deneyler	293
D. Mekaniksel Deneyler	297
9.3 Sıcaklık Ölçme Cihazları	297
1. Isı Elektriksel Pirometreler	297
a. Milivoltmetreler	297
b. Termoeleman	297
2. Işınmalı Pirometreler	300
3. Lâmbalı Pirometreler	301
Sorular	305
<b>BÖLÜM 10 MALİYET HESABI</b>	<b>307</b>
1. Gereç Harcamaları	308
2. İşçilik Ücretleri	308
3. Genel Giderler	309
Okullarımızda Maliyet Hesabı Uygulamaları	309
1. Temrin Siparişlerinin Maliyet Hesabı	309
2. Döner Sermaye (Bakanlık, müessese ve kişi ile hazı- ra yapılan) Siparişlerinin Maliyet Hesapları	310
a. İmalât — Maliyet Pusulasının Kesilmesi	310
b. Mamül Eşya Maliyet Pusulasının Kesilmesi	312
Sorular	315
Terimler Sözlüğü	317
Kaynak Kitaplar	323
İndeks	325

## BÖLÜM : 1

### ALAŞIMLAR ve ALAŞIMA GİREN MADENLER

#### 1.1 — GENEL BİLGİLER :

Saf madenlerin özellikleri endüstrinin aradığı kalite ve nitelikleri karşılamaya yetmemektedir. Bunun için, elementler birbirine karıştırılarak yeni özellikte alaşımlar elde edilir.

En az biri maden olmak üzere iki veya daha çok elementin ergitilmesiyle elde edilen karışıma "ALAŞIM" denir. Alaşımlar, alaşımı meydana getiren elementlerin özelliklerinden daha değişik özellikler oluştururlar. Bunlarla endüstrinin ihtiyaçları karşılanır.

Analiz sonunda, içinde başka elemente rastlanmayan madenlere "Saf veya Arı Madenler" denir. Saf madenlerin kullanılmalarında, aşağıdaki sakıncaları göz önünde bulunmalıdır.

- 1) Saf madenlerin elde edilmeleri zor ve pahalıdır. Tekrar ergitilmelerinde, özelliklerinin korunması güçtür.
- 2) Özellikleri belli ve kesindir.
- 3) Nikelin ısı dayanımı yüksektir. Bu nedenle ergitilmesinde özel ocaklar kullanılır.
- 4) Demirin ergime sıcaklığı yüksektir.
- 5) Magnezyumun akıcılığı iyi değildir. Yanmasını önlemek için önlemler alınmasını gerektirir.

6) Bakırın akıcılığı iyi değildir. Bu nedenle saf bakırdan sağlam parçaların dökümü büyük güçlükler gösterir.

7) Bakır, alüminyum ve magnezyumun hacim küçültmeleri (çekmeleri) fazladır. Döküm parçalarda göküntü hataları meydana getirirler.

8) Saf madenlerin mekanik özellikleri de uygun değildir. Örneğin, nikel serttir ve zor işlenir. Aynı zamanda pahalıdır. Bakır çok yumuşaktır. Alüminyum hem yumuşaktır hem de sıcakta dayanıksızdır. Magnezyum atmosferik etkiler altında çok kolay aşınır. Aynı zamanda çok oksitlenicidir.

9) Saf madenlerin yararlı özellikleri; içinde çok az miktarda bulunan başka elementlerle çok değişir. Özellikle alüminyum ve bakırın iletkenliklerinin bu şekilde çok azaldığı görülür.

Alaşımın yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1) Alaşımın özellikleri daha çeşitlidir ve daha değişmezdir. İçindeki elementlerin etkisi ile çok daha az değişikliğe uğrar. Bundan başka, aynı yolla hazırlanan aynı oranlı alaşımlardan aynı özellikler beklenebilir.

2) Alaşımın ergime dereceleri katılan elementlerin sayı ve miktarları ile azalmaktadır. Akıcılıkları saf madenlere göre çoğunlukla daha iyidir. Özgül ağırlıkları alaşımı oluşturan madenlerin özgül ağırlıkları arasında kalır.

3) Çekmeleri daha az olduğu için, göküntü yapma olanakları daha azdır.

4) Gaz emme özellikleri saf madenlere oranla düşüktür. Gaz boşluğu ve karınca daha az görülmektedir.

5) Mekanik özellikleri, alaşımın bileşimi ve hazırlanma işlemleri ile ayarlanabilmektedir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, endüstride saf madenlerin yerine alaşımlar kullanılmaktadır. Saf madenler bazı özel yerlerde kullanılabilir. Örneğin, saf bakır ve alüminyumdan iletken teller yapılmaktadır.

## 1.2 — ALAŞIMLARIN BÖLÜMLENMESİ :

Endüstride kullanılan alaşımlar aşağıdaki gibi bölümlenir:

A — Demir Alaşımları: Bu alaşımlar, Genel Dökümcülük Bilgisi 2. cildinde anlatılmıştır.

B — Demir Olmayan Madenlerin Alaşımları: Burada bu alaşımlar ele alınacaktır.

1) Bakır alaşımları: Bunlar ana madeni bakır olan alaşımlardır. Bronzlar, piringler.

2) Alüminyum alaşımları: Bunlara "Hafif Alaşımlar" da denir. İçindeki ikinci elemente göre isim alırlar. Bakırlı alüminyum alaşımları, silisyumlu alüminyum alaşımları, magnezyumlu alüminyum alaşımları, vb. gibi.

3) Magnezyum alaşımları veya "Çok Hafif Alaşımlar".

4) Çinko alaşımları.

5) Kalay - kurşun alaşımları.

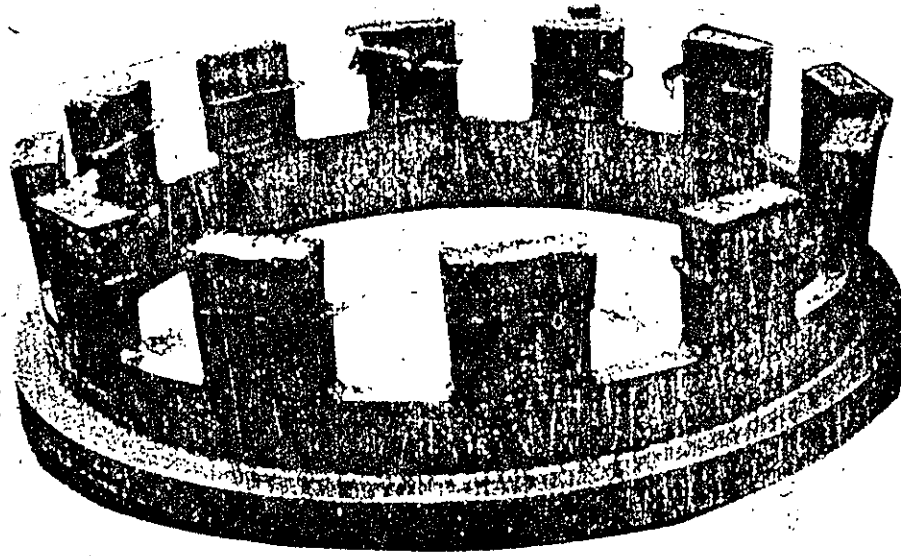
Alaşımın iç yapısı bakımından üç şekilde oluşurlar:

Madenler sıvı durumdan katı duruma geçerken kristaller oluşur. Kristaller, köşelerinde veya yüzeylerinde atomlar bulunan geometrik şekillerdir. Küp prizma, vb. Meydana gelen kristaller toplanarak kristal gruplarını ortaya çıkarırlar. Bunlar da birleşerek maden kütlelerini oluştururlar.

1) Alaşımın katılaşmasında, madenlerden birinin kristali oluşur. Diğer madenin atomları bu kristalin arasına dağılır. Bu atomlar geometrik şeklin atom bulunmayan yerlerine yerleşir, yahut kristalin bazı atomları yerlerini ikinci madenin atomlarına bırakır. Bu şekildeki kristallere "Karışık Kristal" denir. Bunlardan meydana gelen alaşımlara "Katı Eriyik" adı verilir.

2) İkinci bir alaşım şeklinde, iki madenin kristalleri ayrı ayrı oluşur. Kristaller birbiri ile karışır. Kristal grupları bu şekilde meydana gelir. Böyle alaşımların özellikleri alaşımı meydana getiren madenlerin miktarlarına göre değişir.

3) Üçüncü bir alaşım şeklinde ise, iki maden katılaşırken yeni bir kristal meydana getirir. Bu birleşme belli oranda olur. Kristal, alaşımı meydana getiren madenlerin kristallerinden başka türdür. Böyle kristallere "Bileşik Kristal" adı verilir. Bunlar, arı kristallere göre daha sert ve gevrek olurlar. Dokusunda bu kristallerden çok miktarda olan alaşımlar sert, kırılğan ve dökülmeğe elverişsizdirler.



Şekil 1.1 Özel piring alaşımından dökülmüş 4 tonluk bir parça.

### 1.3 — ALAŞIMLARA GİREN MADENLER :

#### 1 — BAKIR :

İnsanların ilk kullandıkları madenlerden biridir. Rengi kırmızı, özgül ağırlığı: 8,94 Kg/dm<sup>3</sup>. ergime derecesi: 1083 °C. olan yumuşak bir maddedir. Isı ve elektriği çok iyi iletir (gümüşten sonra). Korozyona dayanıklıdır. Çekme dayanımı: 18 - 23 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 36 - 50'dir.

Soğuk ve sıcak biçimlendirilebilir. Arı olarak dökümcülüğe elverişli değildir. Alaşımları çok yaygındır. Ana madeni bakır olan çok geçitli alaşımları vardır. Ayrıca, birçok alaşımlara katkı elementi olarak girer.

Bakır, en çok elektroteknikte, ısı iletilmesi istenen yerlerde ve çatı kaplamalarında kullanılır. Alaşımlarının ise, endüstride ve süs eşyaları yapımında çok büyük bir yeri vardır.

Bakır tabiatta serbest olarak çok az bulunur. Kullanılmağa elverişli bakır, filizlerinden elde edilir. Bakır filizleri, oksitli, kükürtlü, karbonatlı olurlar. En önemli ve yaygın olanları:

Kalkopirit (Chalcopyrite), (CuFeS<sub>2</sub>) kükürtlüdür, rengi kırmızıdır,

Kalkosit (Chalcocite), (Cu<sub>2</sub>S) kükürtlüdür, rengi kırmızıdır,  
Azurit (Azurite), (Cu (OH)<sub>2</sub> 2CuCO<sub>3</sub>) karbonatlıdır, rengi mavidir,  
Malahit (Malachite), (Cu(OH)<sub>2</sub> CuCO<sub>3</sub>) karbonatlıdır, rengi yeşildir,  
Kuprit (Cuprite), (Cu<sub>2</sub>O) oksitlidir, rengi kırmızıdır.

Bakır filizlerinde ayrıca arsenik, antimüvan, bizmut, çinko, demir, altın, gümüş v.b. elementler bulunur. Değişik renk ve görünümde olan filizler, süs eşyası yapımında, güzel sanatlarda ve kuyumculuk işlerinde de kullanılır.

Bakır filizlerinin en çok bulunduğu memleketler: Birleşik Amerika, Şili, Kanada, Rodezya, Kongo'dur. Yurdumuzda da: Ergani (Elazığ), Kuvvarshan, Murgul (Artvin), Küre (Kastamonu) de bakır filizleri vardır ve işletilmektedir.

**Elde edilmesi :** Filizlerden arı bakır elde edilmesinde iki yöntem uygulanır:

- A) Eritme yöntemi (Yaş yöntem),
- B) Ergitme yöntemi (Kuru yöntem).

#### A) Eritme yöntemi :

Daha çok, bakır oranı düşük olan filizlerden bakır elde etmeğe elverişli bir yöntemdir. Kırılarak küçük parçalar haline getirilmiş olan filizler, su veya seyreltik sülfürik asitle havuzlar içerisinde gözdürülür. Böylece, bakır taş, toprak, kil ve silikatlardan ayrılmış olur. Çözeltiye demir parçaları atılarak madensel bakır ayrılır. Fakat, içinde yine de yabancı maddeler bulunur. Bunun için en iyisi, bakırın çözültiden elektroliz yolu ile ayrıştırılmasıdır.

#### B) Ergitme yöntemi :

Günümüzde bakır, hemen yalnız ergitme yöntemi ile elde edilmektedir. Ergitme yönteminde, bakırca zengin olan oksitli ve karbonatlı filizlerden bakırın elde edilmesi kolaydır. Ancak, doğada bulunan bakır filizlerinin önemli kısmı, sülfürlü (kükürtlü) olanlardır. Bu nedenle, sülfürlü filizlerden bakır elde edilmesi ele alınacaktır. Sülfürlü filizlerden bakırın elde edilmesi beş kademe gerçekleştirilir.

- a) Filizlerin zenginleştirilmesi,
- b) Kavrma,

c) Ergitme,

d) Mat'tan ham bakırın elde edilmesi,

e) Ham bakırın arıtılması.

a) Filizlerin zenginleştirilmesi :

Yataklarından çıkarılan filizlerin içerisinde taş, toprak, v.b. birçok yabancı maddeler vardır. Ergitmenin ekonomik ve kolay yapılabilmesi için, yabancı maddelerin mümkün olduğu oranda uzaklaştırılmaları gerekir. Yabancı maddelerin ayrılmasında, başlıca iki ayıklama işlemi uygulanır:

— Yıkama işlemi,

— Yüzdürme işlemi.

**Yıkama işlemi :** Bu işlem filiz içerisinde bulunan taş, toprak gibi yabancı maddelerin su ile uzaklaştırılmasıdır.

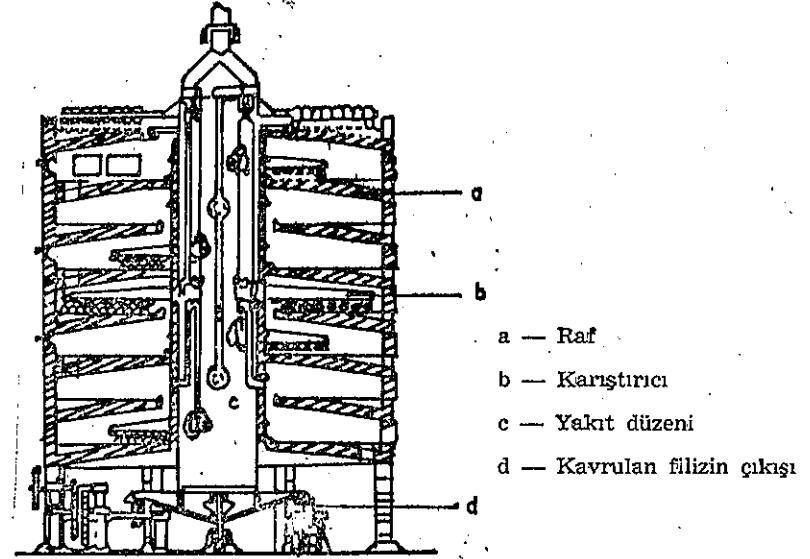
Kırılarak küçük parçacıklar haline getirilen filizler, su akımında bırakılır. Böylece, suda çözülen ve içinde bakır bulunmadığı için daha hafif olan maddeler, su tarafından sürüklenerek götürülürler. Bakırca zengin olan filizler ise, yıkama kabında kalırlar. Değişik yıkama sistemleri vardır. Yıkamada fazla su harcanır.

**Yüzdürme işlemi :** Yüzdürme işlemi özel havuzlarda yapılır. Öğütülerek toz haline getirilen filiz, su ile birlikte havuza doldurulur. Karışma yağ veya diğer başka kimyasal maddeler katılır. Bir mekanik sistemle veya alttan verilen basınçlı hava ile havuzda bir karışma sağlanır. Bakır filizi, meydana gelen yağlı hava habbeciklerine (köpük) yapışarak yüzeye çıkar. Taş, toprak, v.b. gibi yabancı kısımlar, bu yağ habbeciklerine yapışma özelliği göstermediğinden, kabın dibinde çamur halinde çökerler. Yüzeyde toplanan bakırlı köpük tabakası zaman zaman alınır ve kurutularak kavurma işlemine hazırlanır. Bu yöntemle filiz, % 25-30 zenginleştirilebilir.

b) Kavurma :

Kavurmanın amacı, filizlerin içindeki kükürt ve uçucu maddelerin önemli bir kısmının uzaklaştırılmasıdır. Bu işlem, filizlerin açık havada yakılmasıyla yapılabilirse de, meydana gelen kükürt dioksit canlılar için

zararlı olur. Bu nedenle, kavurma işi özel olarak yapılmış, rafli fırınlarda gerçekleştirilir. Kavurma fırınları şekil 1.2 de görüldüğü gibi çelik saadan yapılmış silindirik bir kuleye benzer. İçi ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanmıştır. Çapı: 5 m., yüksekliği: 6-8 m. olur. Kavrulacak filiz, üst raflara (a) doldurulur. Genellikle, gaz yakacakla çalışan yakma sistemi (b) çalıştırılır. Fırın sıcaklığı belli bir düzeye gelince, filizdeki kükürt tutuşarak yanar ve bundan sonra yakacak kullanmağa gerek kalmaz. Isıman filizler (c), taraklı kalbur ile karıştırılarak alt raflara indirilir. Böylece kavurma işi tamamlanan filizler boşaltma kanalından (d) dışarı alınır. Meydana gelen kükürt dioksit sülfürik asit üretiminde kullanılır.



Şekil 1.2 Kavurma fırını.

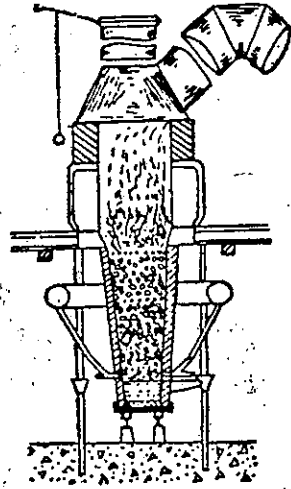
c) Ergitme :

Buraya kadar anlatmağa çalıştığımız, zenginleştirme ve kavurma işlemlerine rağmen, filiz içerisinde yine de önemli miktarda kükürt ve yabancı maddeler vardır. Ergitme işlemi ile bu yabancı maddelerin curuf haline geçmesi sağlanır. Filiz "mat" adı verilen bakır malzemeye dönüşür. Ergitmeye hazır hale getirilen filizlerin durumuna (toz veya parçalı) göre iki tip ergitme ocağı kullanılır.

- Alev ocakları,
- Dik ocaklar (Water-Caket).

**Alev ocakları :** Bu ocaklar, demir ve bakır alaşımlarında kullanılanların aynıdır (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt 2, Bölüm 4). Alev ocaklarında toz halindeki filizler kullanılır. 1000 °C.'nin üzerindeki sıcaklıklarda filizler ergir. İçerisindeki yabancı maddeler curuf halinde ayrılır. Curuf, daha hafif olduğu için ergimiş kütlede toplanır. Alt kısımdaki ergimiş malzemeye "mat" adı verilir. Mat, içerisinde % 45 kadar bakır vardır.

**Dik ocaklar :** Kavrulmuş bakır filizlerini ergiterek mat yapmağa yarayan ikinci tip ocaklardır. Bunlarda yalnız parçalar halindeki filizler ergitilebilir. Çalışma sistemi yüksek fırına benzer. Ocak ateşlendikten sonra, filiz, kok ve curuf yapıcı gereç vezinleri sıra ile yüklenir. Alttan hava verilerek yanma hızlandırılır. Kokun yanması ile meydana gelen ısı filizleri ergitir. Ergime sonunda, filizdeki yabancı maddeler curufa geçerek mat bakırın üzerinde toplanır. Zaman zaman sıvı haldeki mat, ocaktan alınır ve işlem bu şekilde devam ettirilir. Ocağın çalışma sıcaklığı yüksek olduğu için, (yüksek fırında olduğu gibi) ergime bölgesi su ile soğutulur. Bunun için, bu dik ocaklara, su gömlekli anlamına gelen "Water-Caket" adı verilir. Şekil 1.3 de bir dik ocak görülmektedir.



Şekil 1.3 Dik ocak.

#### d) Mat'tan ham bakırın elde edilmesi :

Buraya kadar yapılan işlemlerle, elde edilen matın içinde % 45 kadar bakır, % 55 dolayında yabancı madde bulunmaktadır.

Mat'tan ham bakır elde edilmesi, sistem olarak ham demirden çelik (Bessemer-Thomas konverteri) elde etmeğe benzer. Bakır konverterlerinde basınçlı hava yanlardan üflenir.

Alev ocaklarından ve dik ocaklardan alınan sıvı haldeki mat curuf yapıcılarla birlikte bakır konverterine konur ve hava üflemeğe başlanır. Yanlardan üflenen basınçlı hava ile karışım oksitlenir. Konverterin ağzından gürültülü şekilde, alev ve kızgın maden damlacıkları çıkar. Önce mat'taki demir sülfür oksitlenir. Curuf yapıcıyla birleşip silikatlar halinde curufa geçer. Yüzeide oluşan curuf alınarak hava vermeğe devam edilirse, bakır sülfür bakır okside dönüşür. Bakır oksit de henüz dönüşüme uğramamış bakır sülfürü etkileyerek kükürt dioksit ve madensel bakır oluşturur. Konverterden alınarak kalıplara dökülen ham bakırın, gaz çıkarması yüzünden yüzeyleri kabarcıklı olur. Bu sebepten ham bakıra "bılişter bakır" da denir. Bu şekilde elde edilen ham bakırın % 95 - 98'i bakır, geri kalanı yabancı maddelerdir. Bakır içerisinde, az da olsa yabancı maddelerin bulunması, başta iletkenlik olmak üzere, birçok özelliğini etkiler. Yabancı maddelerin tamamen uzaklaştırıp daha kullanışlı bakır elde edebilmek için ham bakırın arıtılması gerekir.

#### e) Ham bakırın arıtılması :

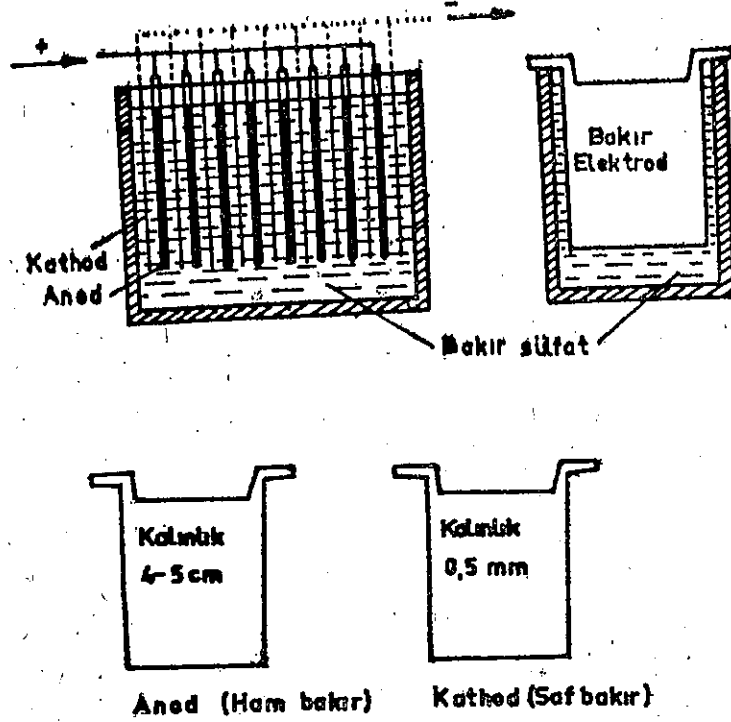
Yukarıda da belirtildiği gibi, daha iyi özellikte bakır elde edebilmek için ham bakır arıtılır. Bu işlem iki yolla yapılır:

- Ergiterek arıtma,
- Elektroliz yolu ile arıtma.

Ergiterek arıtma yönteminde, katı veya sıvı haldeki ham bakır, alev ocaklarına doldurulur. Curuf yapıcılar katılarak fokurdayıncaya (kaynamasına) kadar ısıtılır. Yüksek sıcaklıkta, bakır içerisinde bulunan yabancı maddelerin bir kısmı yanarak uzaklaşır. Bir kısmı da curufa geçer. Bu sırada bakır da oksitlenir. Bakırdaki oksijenin alınması için, sıvı maden taze kavak ve söğüt ağaçları ile karıştırılır. Kolay karbon veren ağaçlarla yapılan bu karıştırmada bakırdaki oksijen uzaklaştırılır. Böylece, yaklaşık % 99,5 arılıktaki bakır elde edilmiş olur. Ergitme yöntemi ile arıtılan bakır, genellikle dökümcülükte, alaşımların yapımında kullanılır.

Elektroliz yöntemi ile elde edilen bakır daha arı olur. İletkenlikle ilgili yerlerde kullanılır. Ayrıca bu yöntemde, bakır içinde bulunan altın, gümüş, v.b. gibi değerli madenler de elde edilir.

Elektroliz işinin uygulandığı kaplar, camdan, mermerden veya demirden yapılarak kurşunla kaplanmış teknelerdir. Elektrolit olarak bakır sülfat ve sülfürik asit kullanılır. Şekil 1.4



Şekil 1.4 Elektroliz kabı ve ham bakır anot, arı bakır katot plâkaları.

Elektroliz kapları içine şekilde görüldüğü gibi ham ve arı bakır, önceden hazırlanmış olarak, yanyana dísilir. Ham bakır levhalar anot, arı bakır levhalar da katot olarak bağlanırlar. Devreden doğru akım geçirilir. Anottaki bakır, iyonlar halinde eriyiğe geçer ve katottaki arı bakır levha üzerinde toplanır. Ham bakır içinde bulunan altın, gümüş, v.b. gibi elementler serbest kalarak teknenin dibine çamur halinde çökerler. Anot çamuru içindeki kıymetli madenler, buradan ayırılarak alınırlar.

Bu yöntemle elde edilen bakır % 99,98 arılıktadır. Arı bakır, geşitli şekilde biçimlendirilmek üzere kütük ve bloklar haline getirilir.

## 2 — ALÜMİNYUM :

Alüminyum bulunuş ve kullanılış tarihine göre yeni sayılan madenlerden biridir. Ondokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru, Amerika'da elektroliz yolu ile üretilmiştir. Daha önceki yıllarda tanınmış ise de, asıl üretimi ve kullanılması bundan sonra başlamıştır.

Alüminyum beyaz renkte, yumuşak bir madendir. Özgül ağırlığı: 2,7 Kg/dm<sup>3</sup>, ergime derecesi: 658 °C.dir. Isı ve elektrik iletkenliği bakırdan sonra (Bakırın % 65'i kadar) gelir. Havadan ve sudan etkilenmez. Sülfürik ve hidroklorik asitlerle hidroksitler alüminyuma etki ederler. Çekme dayanımı: 7-10 Kg/mm<sup>2</sup>.dir. Kolaylıkla tel ve levha haline getirilebilir. Çekme, haddeleme, dövme, pres etme işçiliklerine elverişlidir.

Akıcılığının az, çekmesinin fazla (% 1,7) olması dökümünü güçleştirir. Alaşım yapmağa elverişlidir. Özellikleri yüzünden, endüstride kullanılan önemli madenler arasında yerini almıştır.

Alüminyum tabiatta serbest olarak bulunmaz. Bileşikleri, yer kabuğunun yaklaşık % 8'ini oluşturur. Ençok bulunan alüminyum bileşikleri feldispat'lar, mika'lar ve kil'lerdir.

Alüminyumun, üretimde kullanılan en önemli filizi, boksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.H<sub>2</sub>O) tir. Boksit içinde, alüminyum oksit ile birlikte silis, demiroksit ve bazı elementler bulunur.

Alüminyum oksidin (alümin), diğer oksitlerle yaptığı bileşikler, kıymetli taşlar olarak kullanılırlar.

**Kullanılma yerleri :** Alüminyum, ısı ve elektriği iyi ilettiğinden iletken tellerin yapımında, mutfak eşyalarında; hafif olduğundan yapı konstrüksiyonlarında, doğrama ve mobilya işlerinde kullanılır.

Alüminyum ve alaşımları her türlü taşıt araçlarının yapımında; termit reaksiyon yardımı ile mangan, titan, wolfram, molibden, v.b. madenlerin elde edilmesinde kullanılır.

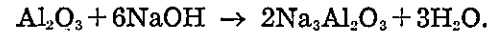
Dökümcülükte oksit giderici olarak, yıldız boya yapımında, besin maddelerinin ambalajlanmasında geniş yer tutar.

**Elde edilmesi :** Alüminyum, alüminin erimiş kriyolit'teki ( $AlF_3 \cdot 3NaF$ ) çözeltilsinin elektrolizinden elde edilir. Elektroliz için kullanılan alümin (alüminyumoksit) çok arı olacaktır. Bunun için alüminyumun elde edilmesi iki bölümde gerçekleşir:

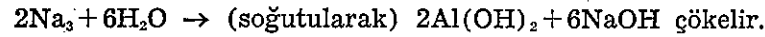
- Arı alüminin elde edilmesi,
- Alüminin elektrolizi.

**a) Arı alümin elde edilmesi :**

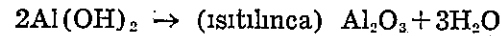
Arı alüminyum oksit genellikle boksit'ten elde edilir. Doğada bulunan boksitler içinde, demiroksit ve silis gibi yabancı maddeler bulunur. Bu yüzden, önce bu maddelerin ayrılması gerekir. Ayırma işlemi, biri kuru diğeri yaş olmak üzere iki yöntemle gerçekleşir; ancak teknikte daha çok ikinci yöntem uygulanmaktadır. Buna "Bayer" yöntemi adı verilir. Bu yöntemde, öğütülerek ince toz haline getirilen boksit, bir otoklavda % 35 - 50 lik sodyum hidroksit ( $NaOH$ ) çözeltilisi ile 5 - 7 atmosferlik basınç altında,  $170^\circ C$  ye kadar ısıtılır. Burada alümin ( $Al_2O_3$ ) sodyum hidroksitte, alüminat halinde erir.



Boksit içerisinde bulunan silis, demir oksit gibi yabancı maddeler erimez. Alüminat eriyiği süzülerek diğeri bir kazan içinde soğutulursa, alüminyum hidroksit çökelir.

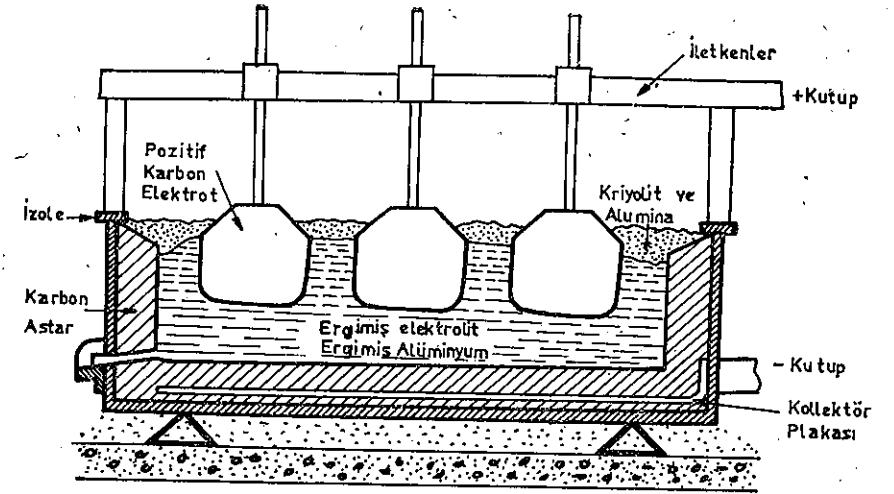


Çökelen alüminyum hidroksit, büyük döner fırınlarda  $1000^\circ C$  de ısıtılırsa alümine dönüşür.



**b) Alüminin elektrolizi :**

Elektroliz işlemi gelik saçdan yapılmış tekne biçiminde kaplarda gerçekleştirilir. Teknenin üzerine petrol veya katran kokundan yapılmış elektrotlar asılmıştır. Son zamanlarda "södeberk" elektrotları da kullanılmaktadır. Birkaç tekne seri olarak bağlanıp batarya halinde çalıştırılır. Şekil 1.5 te bir elektroliz kabı görülmektedir.



Şekil 1.5 Elektroliz kabı

Alüminin ergime noktası yüksektir ( $2000^\circ C$ ). Bunu düşürmek için kriyolit kullanılır. % 81,5 kriyolit ve % 18,5 alümin karışımı ötektik bir karışımdır.  $935^\circ C$  de ergir. Bu nedenle, teknikte  $950^\circ C$  lik bir banyo sıcaklığında çalışılır.

Elektroliz kabına belirli oranlarda kriyolit ve alümin konur. Elektrotlar anot, tekne tabanı katot olacak şekilde devreden 6,5 voltluk gerilim geçirilirse karışım ergir. Bu sıcaklıkta ergiyiğin özgül ağırlığı  $2,15 Kg/dm^3$ , ve ergimiş alüminyumunki  $2,35 Kg/dm^3$  olduğundan alüminyum eriyiğin altında toplanır. Zaman zaman alüminyum, sifonlama yoluyla alınarak külçe kalıplarına dökülür.

Alüminin ayrışmasıyla meydana gelen oksijen, karbon anotlara etki ederek karbon monoksit ( $CO$ ) ve karbon dioksit ( $CO_2$ ) yapar. Bu nedenle, anotların belirli zamanlarda değiştirilmesi gerekir.

Bir ton alüminyum üretimi için, 25000 Kw/h elektrik, 100 - 120 Kg. kriyolit, 6,5 ton normal kömür ve 700 - 800 Kg. iyi cins kömür (anotlar için) kullanılır.

**3 — MAĞNEZYUM :**

Mağnezyum teknikte kullanılan en hafif madenlerden biridir. On yedinci yüzyılın sonunda tanındı, ondokuzuncu yüzyılın ortalarında elde edil-



di. Önceleri aydınlatma işlerinde, eğlence fişeklerinin yapımında ve fotoğrafçılıkta kullanıldı. Birinci Dünya Savaşında, magnezyum ve alaşımlarının kullanma alanı genişledi. Özellikle, uçak endüstrisinde en önemli maddelerden biri durumuna geldi.

Magnezyum, gümüş beyazı renkte, 650 °C. de eriyen ve özgül ağırlığı 1,74 Kg/dm<sup>3</sup> olan hafif bir madendir. Sıcak olarak tel ve levha haline getirilebilir.

Magnezyum aktif bir maden olduğu için, 800 °C. nin üstünde parlak bir ışık çıkararak yanar.

Alaşım yapmağa ve dökümcülüğe elverişlidir. Ergitilirken çelik pota ve yüzey örtücüleri kullanılır.

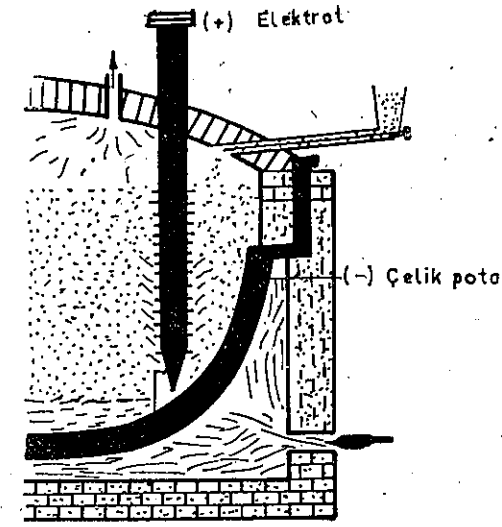
Hafifliği ve alaşımlarının yüksek mekanik özellikleri nedeniyle, başta uçak endüstrisi olmak üzere, taşıt araçlarının yapımında kullanılır. Ayrıca, motor parçaları, fotoğrafçılık, maytap, ev eşyaları yapımında ve dökümcülükte model, çıkma derece yapımında kullanılır.

Magnezyum tabiatta, mağnezit (MgCO<sub>3</sub>), dolomit (CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>), kriyolit (KCl MgCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O), epton tuzu (MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O) şeklinde bulunduğu gibi talk, amyant, v.b. silikatlar halinde de bulunur. Ayrıca deniz suyunda da önemli miktarda magnezyum tuzları vardır.

**Magnezyumun elde edilmesi :** Endüstride kullanma alanlarının çoğalmasa, magnezyum ihtiyacını artırmış ve yeni üretim yöntemlerine gerek duyulmuştur. Bu yöntemlerden ikisi aşağıda anlatılmıştır.

#### 1 — Magnezyumun Karnalit'ten elde edilmesi :

Önce filizin suyu giderilir. Elde edilen magnezyum klorür (MgCl) şekil 1.6 da görüldüğü gibi bir çelik pota içinde ergitilir. Potaya daldırılan karbon elektrot anot, çelik pota katot'u oluşturacak şekilde akım verilir. İşlem sonunda, magnezyum sıvının üzerinde toplanır ve buradan alınır. Sıvının çalışma sıcaklığı 780 °C. dir. Bir Kg. magnezyum elde etmek için 34 Kw/h elektrik enerjisi harcanır.

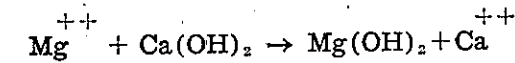
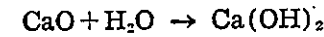
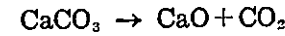


Şekil 1.6 Magnezyum klorürün ergitildiği çelik pota

#### 2 — Magnezyumun deniz suyundan elde edilmesi :

Bilindiği gibi deniz suyunda birçok maden bileşikleri erimiş olarak bulunur. Bunlardan en bol olanı da magnezyumdur. Deniz suyunda % 0,13 dolayında magnezyum bulunmaktadır.

Deniz suyundan magnezyum elde etmede, yardımcı madde olarak yine deniz hayvanlarının kabukları kullanılır. Bileşimi kalsiyum karbonat olan kabuklar fırınlarda kavrularak kalsiyum oksit haline getirilir. Kalsiyum büyük depolarda, deniz suyu ile karıştırılır ve meydana gelen magnezyum hidroksit çöktürülür.



Çökelen magnezyum hidroksit süzülerek deniz suyundan ayrılır. Sonra hidroklorik asitle (HCl) muamele edilerek magnezyum klorüre dönüştürülür. Magnezyum klorür kurutulularak katı hale getirilir. Magnezyum klorür yukarıda belirtildiği gibi elektroliz edilerek arı magnezyum elde edilir.

Elektroliz işlemleri yukarıda anlatıldığı gibi uygulanır.

#### 4 — ÇINKO (Tutya) :

Çinko, çok eski çağlarda Çinliler tarafından biliniyordu. Çin ve Hindini'de elde edilen çinko Avrupa'ya "Hint Kalayı" adı altında gönderiliyordu. Daha sonra, Yunanlılar ve Romalılar tarafından, çinko oksidi bakırla ergitilerek pirinç alaşımı yapılmıştır.

Çinko, parlak, mavimsi beyaz renkte, 419,4 °C. de eriyen, özgül ağırlığı 7,14 Kg/dm<sup>3</sup> olan sert bir madendir. Normal sıcaklıkta kırılğandır. 100 - 150 °C. ler arasında yumuşak, 250 °C. de ise tekrar kırılğandır. Atmosferik korozyona dayanıklıdır. 907 °C. de buharlaştığı için eritilmesine ve dökümüne dikkat edilmelidir. Alaşım yapmağa elverişlidir.

Galvanizli sac yapımında, matbaacılıkta, kuru pil yapımında ve boyacılıkta kullanılır. Birçok alaşımlara girer. Ana madeni çinko olan alaşımlar (zamak) da yapılmaktadır.

Çinko çok aktif bir maden olduğu için, doğada serbest halde bulunmaz. Daima bileşikleri halindedir.

En önemli filizleri, çinko blandı (ZnS), kalemin (ZnCO<sub>3</sub>), zinkit (ZnO) tir.

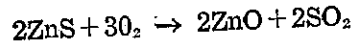
#### Elde edilmesi :

Çinkonun filizlerinden elde edilmesinde iki yöntem vardır:

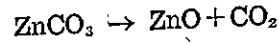
- 1 — İndirgeme yöntemi,
- 2 — Elektroliz yöntemi.

#### 1 — İndirgeme yöntemi :

Doğada bulunan çinko filizleri, genellikle sülfürlü veya karbonatlıdır. Bunların önce çinko oksidi şekline dönüştürülmesi gerekir. Filizler çıkarılır. Bakırda olduğu gibi ayıklanarak zenginleştirilir. Sonra, kükürtlü filizler kavrularak,

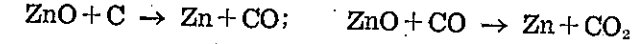


karbonatlı filizler ısıtılarak,

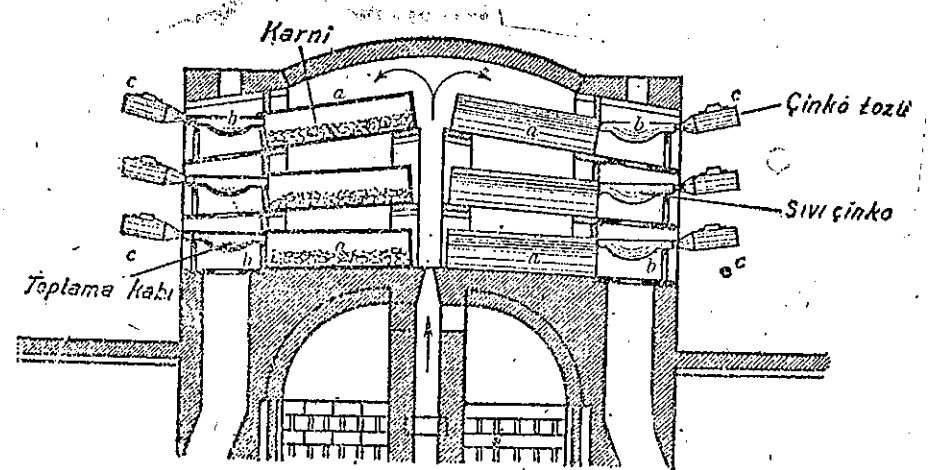


çinko oksit haline getirilir.

Çinko oksidin indirgenmesinde, şekil 1.7 de görülen ocaklar kullanılır. Bunlara "Muffel" ocakları denir. Bu ocaklarda, içine 40 Kg.'a kadar çinko oksit alabilen, ısıya dayanıklı gereçten, hava girmeyecek şekilde yapılmış 50 - 60 karni (a) sıralanmıştır. Her karninin ağzına çanak şeklindeki birer yoğunlaştırıcı (b) bağlanmıştır. Bunların da ucunda ocaktan dışarıya çıkan çinko tozu toplama kapları (c) bulunur. Karniler içerisine bol kok tozu ile çinko oksit karıştırılarak doldurulur. Ocak bir gaz yakacakla 1100 - 1300 °C. ye kadar ısıtılırsa çinko oksit indirgenerek çinkoya dönüşür.



Çinkonun buharlaşma sıcaklığı 907 °C. olduğundan meydana gelen çinko buharı halindedir. Çinko buharları soğutucuda yoğunlaştırılarak toplama kaplarında (b) sıvı halinde birikir.



Şekil 1.7 Muffel ocağı

Ham çinko % 97 - 98 oranında çinko içerir. İçinde ayrıca kurşun, demir, kadmiyum ve arsenik vardır. Ham çinko tekrar damıtma yoluyla yabancı maddelerden ayrılıp arılaştırılır.

#### 2 — Elektroliz yöntemi :

Bu yöntemde kavrulmuş çinko blandı veya kızdırılmış kaleminin sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile işleminden elde edilen çinko sülfat elektroliz edilir. Elektrolizde, kurşun anot ve alüminyum katotlar kullanılır. Çinko, altı-

minyum katot üzerinde toplanır. Her 24 saatte bir alınarak ergitilir. Çinkonun kolay ayrılmasını sağlamak için, çinko sülfat çözeltisinin çok arı olması gerekir. Bu yöntemle elde edilen çinko % 99,99 arılıktadır.

### 5 — KALAY :

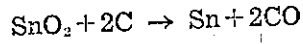
Kalay ilk çağlardanberi bilinen ve kullanılan bir madendir. Daha çok bakırla karıştırılarak bronz (tung) alaşımının yapımında kullanılırdı.

Kalay, gümüş gibi beyaz parlak bir madendir. Özgül ağırlığı 7,28 Kg/dm<sup>3</sup>, ergime derecesi 232 °C. dir. Havadan ve sudan etkilenmez. Çok ince levhalar haline getirilebilir. Çubuk şeklinde olanları bükülünce, kristal sürtünmesinde ötürü çıtırılı bir ses çıkarır.

En önemli filizi, kasiterittir (SnO<sub>2</sub>). Buna kalaytaşı da denir. En büyük kalay yatakları Malaya, Malezya, Çin, Nijerya, Bolivya, Alaska'da bulunur.

**Elde edilmesi :** Kalay elde edilmesinde, ayıklama, kavurma, ergitme ve arıtma olmak üzere dört aşama vardır:

- ayıklama:** Bakırda olduğu gibi kalay filizi de kırılarak su akımında bırakılır. Böylece filiz % 50 - 70 oranında zenginleşir.
- Kavurma:** Ayıklanan filiz kavrularak içinde bulunan kükürt, arsenik, antimon, ve bizmut gibi elementlerden arıtılır.
- Ergitme:** Yabancı maddelerinin önemli bir kısmı uzaklaştırılan kalay oksit, dik ocaklarda veya alev ocaklarında kömürle indirgenerek ham kalay haline dönüştürülür.



- Arıtma:** Ham kalay, ergitme veya elektroliz yoluyla arı kalay şekline dönüştürülür. Böylece, % 99,98 arılık derecesinde kalay elde edilir.

Kalay, bakır alaşımlarına girer. Yumuşak lehim, yatak alaşımları, çok ince varaklar yapımında kullanılır. Varaklar besin maddelerinin ambalajına harcanır. Demir saclar kalayla kaplanarak teneke yapılır. Bakırdan yapılan mutfak kapları kalaylanır.

### 6 — KURŞUN :

Mavimsi gri renkte, çok yumuşak ve ağır bir madendir. Özgül ağırlığı 11,34 Kg/dm<sup>3</sup>, ergime derecesi 327 °C. dir. Tırnakla çizilebilecek kadar yumuşaktır. Korozyona karşı dayanımı iyidir. Havada, üzerinde oluşan bir tabaka, kurşunu dış etkenlerden korur.

Doğada bulunan en önemli filizi galen'dir. Galen (PbS) kükürtlü bir filizdir. Parlak grafit renginde, küçük kristaller şeklindedir. İçinde gümüş, çinko, bakır, demir, arsenik, v.b. elementler bulunur.

**Elde edilmesi :** Teknikte kurşunun elde edilmesinde genellikle galen filizi kullanılır.

Filizlere ayıklama işlemi uygulanıktan sonra, kavrulurlar. Toz halindeki filizler zinterlenerek parçalar haline getirilir. Bundan sonra, "Kurşun Water Caketi" denilen dik ocaklarda kokla ergitilerek ham kurşun elde edilir. Ham kurşun da ergitilerek veya elektroliz yoluyla arıtılarak % 99,9 arılıktaki kurşun elde edilir.

Kurşun, sac ve boru yapımında, akümülatör plâkalarında, sacma ve mermi çekirdeklerinde, yumuşak lehim yapımında kullanılır. Ayrıca, bronzlara ve yatak alaşımlarına girer.

### NİKEL :

Nikel, sarımsı beyaz renkte, 1453 °C. de eriyen, özgül ağırlığı 8,9 Kg/dm<sup>3</sup> olan bir madendir. Çekme dayanımı yüksektir. Demir gibi mıknatıslanır. Elektrik akımına büyük direng gösterir.

Doğada arı olarak bulunmaz. En önemli filizleri, garniyerit (NiO. MgO.SiO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O) ve perrotin (NiS.2FeS) dir. Nikel filizleri, Kanada'da, zengin yataklar halinde bulunur. Bu günün nikel ihtiyacının % 90'ı bu yataklardan karşılanmaktadır.

**Elde edilmesi :** Bilinen yöntemlerle taş, toprak gibi yabancı maddelerden ayrılarak zenginleştirilen filizin içinde bulunan demir, silis yardımı ile curufa geçirilir. Uygun yöntemlerle de diğer yabancı maddelerden ayrılır. Geride kullanılan filizin cinsine göre ya nikel oksit veya nikel sülfür kalır. Nikel sülfür de kavrularak oksit haline getirilir. Oksitli filiz, karbon monooksit veya su gazı ile yüksek sıcaklıkta indirgenir ve ham nikel elde edilir.

Nikel kaplamacılıkta, çeşitli eşyalarda, para yapımında kullanılır. Demir ve bakır alaşımlarına girer. Ana madeni nikel olan alaşımları da vardır.

### 8 — SİLİSYUM :

Silisyum ergime derecesi 1413 °C. ve özgül ağırlığı 2,37 Kg/dm<sup>3</sup> olan hafif bir madendir. Hidroklorik asit dışında hiçbir asitten etkilenmez. Genleşme katsayısı çok büyüktür.

Silisyum doğada serbest halde bulunmaz. Bileşikleri halinde ise yer kabuğunun % 27'sini meydana getirir. Oksijenden sonra en çok bulunan elementtir. Kum, kuvars ve silikatlar şeklinde bulunur.

**Elde edilmesi :** Silisyum, silisin (silisyum dioksidin) elektrik ocaklarında indirgenmesiyle elde edilir. Arı olarak pek kullanılmaz. Alaşımlarında ise çok kullanılır.

Silisyumun katılacağı madenlerle bir ön alaşımı yapılır. Demir - silisyum (ferro - silisyum), bakır - silisyum, alüminyum - silisyum gibi. Örneğin, silis demir oksit ( $Fe_2O_3$ ) ile karıştırılarak yüksek sıcaklıkta kokla indirgenirse "Demir - Silisyum" alaşımı elde edilir. Bu alaşıma "Ferro - Silisyum" da denir. Ferro - silisyum ısı ve asitlere dayanıklı çelik elde etmede kullanılır. Dökme demirlere karıştırılır.

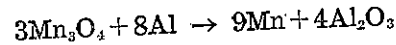
Silisyum çeşitli alaşımların yapımında, bileşikleri ise, zımparataşı, silis tuğlaları, silisyum - karpit potalar, cam yapımında ve kalıp kumu olarak kullanılır.

## 9 — MANGANEZ (Mangan) :

Manganez, gümüş grisi renkte, sert ve kırılgan bir madendir. Ergime derecesi  $1247^{\circ}C$ . özgül ağırlığı  $7,21 \text{ Kg/dm}^3$  dür. Deniz suyuna karşı dayanıklıdır. Demir ve bakıra alaşım elementi olarak girer. Örneğin: Manganezli çelikler, manganez bronzları gibi.

Manganez, doğada oldukça yayılmış olup, yer kabuğunun % 0,1'ini meydana getirir. En önemli filizleri, piroluzit ( $MnO_2$ ), bravnit ( $Mn_2O_3$ ), manganit ( $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ ), hosmannit ( $Mn_3O_4$ ) ve mangan spatı ( $MnCO_3$ ) dir. Genellikle demir filizleri ile birlikte bulunur.

**Elde edilmesi :** Arı manganez, demirde olduğu gibi oksitlerinin kok indirgenmesinden elde edilemez. Çünkü, böyle bir yöntemde karpitler oluşur. Manganezin en iyi üretimi, alüminotermi yöntemi ile aşağıdaki denkleme göre yapılır.



Fakat, pratik olarak arı maden kullanılmadığı için, bu yöntemin teknik bir önemi yoktur. Manganez alaşım elementi olarak çok önemli olduğundan demir - manganez, bakır - manganez gibi ön alaşımlar şeklinde hazırlanır ve kullanılır.

## 10 — BERİLYUM :

Berilyum, gümüş gibi beyaz, kırılabilir ve ender bulunan bir madendir. Ergime derecesi  $1285^{\circ}C$  ve özgül ağırlığı  $1,86 \text{ Kg/dm}^3$  dür. Havadan ve sudan etkilenmez. Seyreltik asitlerde çözülür. Röntgen ışınlarını iyi geçirir.

- Bileşikleri : Beril  $B_2Al_2(Si_2O_7)$ , Krizoberil ( $BeO \cdot Al_2O_3$ ), evklas Al ( $BeSiO_4$ )OH dir.

**Elde edilmesi :** Berilyumun en iyi elde etme yolu, sodyum berilyum flüorür ( $BeF_3Na$ ) ve baryum berilyum flüorür ( $BeF_2 \cdot BaF_2$ ) den meydana gelen bir karışımın,  $1400^{\circ}C$ . de elektrolizidir. Anot olarak grafitten bir pota, katot olarak da bir demir boru alınır. Burada, 80 voltluk ve 50 amperlik bir akım kullanılır.

Berilyum daha çok alaşımlara girer. En önemli alaşımı, bakır - berilyum alaşımı (berilyum bronz) dir. Berilyum bakırın sertliğini artırır.

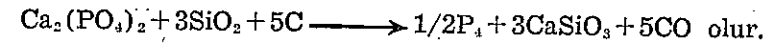
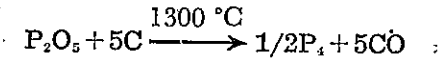
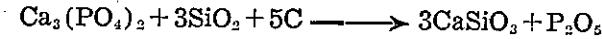
## 11 — FOSFOR :

Beyaz fosfor ve kırmızı fosfor olarak iki türü vardır. Beyaz fosforun özgül ağırlığı  $1,86 \text{ Kg/dm}^3$  dür.  $30^{\circ}C$ . de yanar. Zehirlidir, elle tutulmaz. Kırmızı fosforun özgül ağırlığı  $2,28 \text{ Kg/dm}^3$  dür.  $260^{\circ}C$ . de yanar. Zehirli değildir.

Fosfor çok aktif bir element olduğu için, doğada element halinde bulunmaz. Ençok rastlanan bileşikleri, apatit  $Ca_5(PO_4)_2Cl$ , flüor apatit  $Ca_5(PO_4)_3F$  ve fosforit  $Ca_3(PO_4)_2$  tir.

**Elde edilmesi :** Element halinde fosfor, endüstride +5 değerli fosforun karbonla indirgenmesinden elde edilir.

Fosforit, karbon ve silisle birlikte elektrik ocaklarında,  $1100 - 1500^{\circ}C$ . de ergitilir. Açığa çıkan  $P_2O_5$  karbon tarafından kolayca indirgenir.



Çıkan fosfor buharı  $P_4$  moleküllerinden oluşmuştur.  $P_4$  ile CO karışımı, tavanından aşağı sıcak su püskürtülen yoğunlaşma odalarına gön-

derilir. Yoğunlaşan fosfor, sıvı halde su altında toplanır. Sıvı fosfor basınçla borulardan geçirilerek katılaştırılır. Buna beyaz fosfor denir. Beyaz fosfor da, kırmızı ve metalik fosfora dönüştürülür.

Yangın ve sis bombaları, kibrit ve fare zehiri yapımında,  $H_3PO_4$  elde etmekte kullanılır.

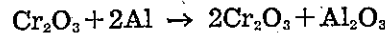
Ayrıca, demir ve bakırla ön alaşımlar yapar. Bunlar, oksit giderici ve alaşım elemanı olarak kullanılır. Fosforlu bronzlar gibi.

### 12 — KROM :

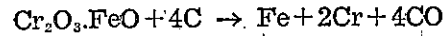
Krom, gümüş gibi beyaz, çok sert bir madendir, camı çizebilir. Havada ve suda oksitlenmez. Ergime derecesi  $1610\text{ }^\circ\text{C}$ . ve özgül ağırlığı  $6,92\text{ Kg/dm}^3$  dür.

Krom doğada serbest olarak bulunmaz. En önemli filizleri, kromit ( $Cr_2O_3 \cdot FeO$ ) ve kromit ( $Pb \cdot CrO_4$ ) dir. Memleketimizde de özellikle, kromit halinde çok zengin krom yatakları vardır.

**Elde edilmesi :** Krom elde edilmesinde kromit filizden yararlanır. Önce, filizdeki kromüç ( $Cr_2O_3$ ) diğer oksitlerden ayrılır. Daha sonra, alüminotermi yöntemi ile indirgenerek krom elde edilir. İşlem, aşağıdaki denkleme göre meydana gelir:



Eğer, ferro - krom alaşımı elde edilmek istenirse, kromit elektrik ocağında kömürle indirgenir:



Krom, paslanmaz çelik yapımında, kaplama işlerinde, direnç tellerinde ve çeşitli alaşımlarda kullanılır.

### 13 — ANTİMON :

Gümüş parlaklığında, çok kırılğan bir elementtir. Havadan ve sülfürik asitten etkilenmez. Altınsuyundan etkilenir.

Doğada serbest olarak bulunduğu gibi, bileşikleri halinde de bulunur. En önemli filizi stibin ( $Sb_2S_3$ ) dir.

**Elde edilmesi :** Önce stibin zenginleştirilir. Zenginleştirilen filiz, ya kavrularak oksit haline getirilip karbonla indirgenir veya demirle birlikte ergitilir. Bu durumda:

$Sb_2S_3 + 3Fe \rightarrow 2Sb + 3FeS$  denkleminde, demir antimon sülfürü parçalar, kendisi sülfür şekline geçer. Antimon açığa çıkar.

Antimon, matbaa harflerinde, saçma yapımında ve özellikle yatak alaşımlarında kullanılır.

### 14 — BİZMUT :

Kırmızıya kaçan beyaz renkte, sert ve kırılğan bir madendir. Ergime derecesi  $271\text{ }^\circ\text{C}$ . ve özgül ağırlığı  $9,80\text{ Kg/dm}^3$  dür. Alaşımları çok düşük sıcaklıkta ergir. Bu nedenle, güvence teli ve otomatik su püskürten yangın musluklarında kullanılır.

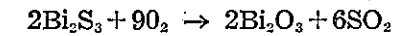
Önemli alaşımları, roz metal ve vut metaldir.

Roz metal: (2) Bi, (1) Pb, (1) Sn. ergime derecesi:  $94\text{ }^\circ\text{C}$ .

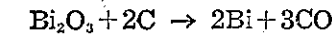
Wood (vut) metal: (4) Bi, (2) Pb, (1) Sn, (1) Cd. ergime derecesi:  $71\text{ }^\circ\text{C}$ .

Bizmut doğada serbest halde bulunduğu gibi, filizleri halinde de bulunur. En önemli filizleri bizmut trisülfür ( $Bi_2S_3$ ) ile bizmut trioksit ( $Bi_2O_3$ ) tir.

**Elde edilmesi :** Yabancı maddelerden ayrılan sülfürlü filiz kavrularak oksit haline getirilir.



Daha sonra, bizmut oksit karbonla indirgenir:

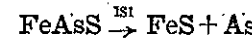


### 15 — ARSENİK :

Arsenik, parlak gri renkte, kırılabilen bir yarımetaldir. Ergime derecesi  $817\text{ }^\circ\text{C}$ . ve özgül ağırlığı  $5,7\text{ Kg/dm}^3$  dür. Çok zehirlidir.

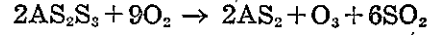
Doğada serbest olarak bulunursa da, bunun bir ekonomik değeri yoktur. Elde edilmesinde filizlerinden yararlanır. En önemli filizleri, mispikel ( $FeAsS$ ), realger ( $AsS$ ), orpiment ( $As_2S_3$ ) tir.

**Elde edilmesi :** Kullanılan filiz mispikel ise, havasız ortamda sadece ısıtılır:

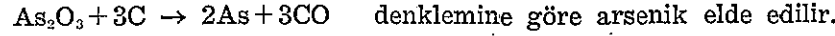


Denkleme göre, filiz ayrışarak arsenik buharları meydana gelir. Ayrı kaplarda süblimleştirilerek güzel kristaller halinde elde edilir.

Kullanılan filiz, orpiment ise, önce kavrulur oksit haline getirilir:



Sonra karbon ile indirgenerek :



Arsenik bazı alaşımlara, özellikle kurşun alaşımlarına girer. Saçma yapımında, bazı camlarda ve hekimlikte kullanılır.

#### 1.4 — FLÂKS'LAR :

Maden ve alaşımlar ergitilirken, ocak ortamından etkilenecek içleri- ne gazları ve oksitleri alırlar. Böyle bir madenle dökülen parçalar da istenilen özellikleri taşıyamazlar.

Ayrıca bazı madenlerin buharlaşma sıcaklıkları düşük olduğundan yanma kayıpları fazla olur. Bu sakıncaları, olabildiği kadar azaltmak için, madeni örten koruma ve temizleme maddeleri kullanılır. Bu koruma ve temizleme maddelerine "Flâks"lar denir.

Yukarıda da belirtildiği gibi flâks'lar iki bölüme ayrılır:

- 1 — Koruma flâks'ları,
- 2 — Temizleme flâks'ları.

#### 1 — KORUMA FLÂKS'LARI :

Bunlar, madenin üzerini örterek gazların etkisine karşı korunmasını sağlarlar.

Demir olmayan maden ve alaşımlar, ergitilmeleri sırasında, gaz emme ve oksitlenmeye karşı daha duyarlıdır. Bu nedenle, ergitilen madenle ocak ortamının doğrudan doğruya temasını kesmek gerekir. Bu işlem, madenin üzerini koruyucu flâksla kapatılarak sağlanır. Bunun için kullanılan flâkslardan bazıları şunlardır:

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| a) Odun kömürü, | f) Sodyum karbonat,   |
| b) Cam,         | g) Baryum karbonat,   |
| c) Silis,       | h) Kalsiyum karbonat, |
| d) Boraks,      | i) Sodyum klorür,     |
| e) Brokalsit,   | j) Kalsiyum flüorür.  |

Koruyucu flâkslar pota veya ocağa madenle birlikte konurlar. Ergitme sırasında bazıları katı olarak kalır (odun kömürü, silis gibi). Bazıları ise ergiyerek madenin üzerinde bir tabaka oluştururlar.

Flâkslar ergitilecek madenin yüzeyini örtecek kadar konulmalı. Nemsiz (kuru) olmalarına dikkat edilmelidir.

#### 2 — TEMİZLEME FLÂKS'LARI :

Bunlar, ergimmiş madenin içerisindeki gazları ve oksitleri gideren flâks'lardır.

Ergitme sırasında, alınan bütün önlemlere karşın, sıvı madenin içinde, yine de gaz ve oksitler bulunabilir. Maden kalıba dökülmeden önce bunların temizlenmesi gerekir. Bu işte kullanılan flâkslar maden oksitleri veya oksijenli filizlerdir. Ayrıca bazı madenler ve gazlar da oksit giderici olarak kullanılırlar. Çokça kullanılan maden oksitleri şunlardır:

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| a) Potasyum permanganat, | d) Bakırkioksit,   |
| b) Manganezdioksit,      | e) Baryumperoksit, |
| c) Bakırbiroksit,        | f) Nikeloksit.     |

Maden içine girmiş hidrojenin dışarı atılmasında "klor" ve "flüor" gibi gazlar kullanılır. Bu gazlar, grafit bir boru yardımı ile sıvı madenin içine gönderilirse, madeni kaynatarak yükselir ve hidrojenin alınmasını sağlar. Oksit giderici olarak kullanılan madenlerin bazıları işe:

Mağnezyum, manganez, çinko, fosfor, baryum, v.b. dir. Bunlar katım için genellikle bir ön alaşım şekline getirilirler (% 10 - 15 fosforlu, bakır-fosfor gibi).

Flâks'lar toz veya değişik tipte briketler halinde bulunurlar. Nemsiz olarak korunmalıdırlar.

Ergitilen alaşımların temizlenmesinde, yeteri kadar flâks madenin üzerine konur. Bir delikli aygıt yardımıyla sıvı madenin içerisine doldurulursa, çıkan gazların etkisi ile maden fokurdayarak kaynar. Kaynama bitinceye kadar beklenir ve delikli aygıt çıkarılır. Flâksın yaptığı mekanik ve kimyasal etki ile oksitler ve pislikler sıvı madenin üstüne çıkar. Bir "temiz" ile madenin üzeri temizlenir. Temizlenen sıvı maden kalıplara dökülür.

Madenlerle yapılan temizleme işlemlerinde ise, patlama ve sıçramaları önlemek için, katılan madenlerin biraz ısıtılması iyi olur.

Bazı karışık flâks örnekleri:

— Kurşun bronzları için;

% 25 sud sülfatı, % 45 alçı, % 20 sodyum klorür, % 10 kalsine boraks

% 50 nitrat, % 50 karbonat.

% 90 baryum sülfat, % 10 boraks. Maden ağırlığının % 2 si.

% 50 kalsiyum karbür, % 50 boraks.

— Demirli alüminyum bronzları için :

Kireç, manyezi klorür; az kalsiyum ve magnezyum.

— Hafif alaşımlar için; koruyucu flâkslar:

% 90 NaCl, % 10 CaF<sub>2</sub>,

% 85 CaCl<sub>2</sub>, % 15 CaF<sub>2</sub>,

% 60 NaCl, % 30 NaF<sub>2</sub>, % 10 CaF<sub>2</sub>.

Temizleyici bir flâks:

% 70 MgCl<sub>2</sub>, % 20 MgF<sub>2</sub>, % 10 NaCl.

### SORULAR

- 1 — Alaşımı tanımlayınız.
- 2 — Arı madenlerin endüstride kullanılmalarının sakıncaları nelerdir?
- 3 — Alaşımların yararlarını söyleyiniz.
- 4 — Alaşımları kristallenmelerine göre bölümleyiniz.
- 5 — Alaşımları genel olarak bölümleyiniz.
- 6 — Bakırın özelliklerini ve nasıl elde edildiğini anlatınız.
- 7 — Alüminyum nasıl elde edilir? Özelliklerini söyleyiniz.
- 8 — Kalay ve çinkonun özellikleri nelerdir? Alaşımlardaki yerlerini karşılaştırınız.
- 9 — Magnezyum nasıl bir madendir, nasıl elde edilir?
- 10 — Nikelin özelliklerini ve nasıl elde edildiğini anlatınız.
- 11 — Kurşun nasıl elde edilir ve özellikleri nelerdir?
- 12 — Silisyum, manganez, berilyum, fosfor, antimon, bizmut ve arsenik hakkında neler biliyorsunuz?
- 13 — Flâks nedir?
- 14 — Kaç türlü flâks biliyorsunuz?
- 15 — Bunların kullanılmalarını ve bildiğiniz özelliklerini kısaca anlatınız.

## BÖLÜM : 2

### BAKIR ALAŞIMLARI

#### 2.1 — TANITILMASI :

Bakır ve alaşımları insanlar tarafından, demirden daha önce tanınmaktadır. Bakırın kalayla olan alaşımı BRONZ (tunç)'un dünyada kullanılan ilk alaşım olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bakır, çeşitli madenler, yarımadenler ve maden olmayan elementlerle çok çeşitli alaşımlar meydana getirmektedir.

Bakır alaşımlarının genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Büyük bir ısı ve elektrik iletkenliği,
- İlginc bir korozyon dayanımı,
- Deniz suyuna ve çeşitli kimyasal etkilere dayanımı,
- Renk ve görünüş güzelliği ile madenlerle kaplanabilme özelliği,
- Dikkate değer bir tannanlık.

Bakır alaşımları aşağıdaki gibi bölümlenebilir:

- 1) Bronzlar (Tunçlar)
  - A) Normal bronzlar (kalay bronzları)
  - B) Özel bronzlar
- 2) Pirinçler
  - A) Normal pirinçler
  - B) Özel pirinçler

Yukarıda gösterilen, ana madeni bakır olan alaşımlardan başka bakır, diğer alaşımlara da katkı elementi olarak girer. Alüminyum, magnezyum, çinko ve yatak alaşımlarına bakır katılmaktadır. Ayrıca altına, ayarlama ve sertliğini artırmak için bakır karıştırılmaktadır.

## 2.2 — KATKI ELEMENTLERİNİN BAKIRIN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ :

### 1) KALAY :

Kalay bakıra mekanik dayanım ve dökülebilme özelliği verir. Bakırın içinde % 13 e kadar katı eriyik kristalleri şeklinde bulunur. Mikroskop altında tek element görülür. Kalay miktarı % 13 ün üstüne çıkınca, kalayca zengin yeni bir bileşik oluşur. Çabuk soğuma ile % 8 in altında kalaylı alaşımlarda, bu ikinci bileşiğe rastlanabilir.

Ergime derecesi kalay miktarının artması ile azalır. Kalay bakıra akıcılık verir. Miktarı artınca akıcılık çoğalır.

Alaşımda iki bileşiğin bulunmasına, ısı işlemleri gözönünde tutularak izin verilir.

Kalay miktarı fazla olunca, ayrılma eğilimi gösterir.

Pirinçlerde kalay, az miktarda deniz suyu dayanıklılığını artırır.

### 2) ÇİNKO (tutya) :

Çinkonun bakıra etkisi kalayınkinin aynıdır. Ancak, aynı etkiler için miktarı daha fazla olur. Katı halde karıştırılır. Çinko oranı % 40 a kadar yükselir. Çinko miktarının artması ile akıcılık çoğalır. Aynı zamanda ergime derecesi düşer.

Çinko bakırın oksidini alır. Ancak, kaynama derecesi düşük olduğu için, sıvı alaşım fazla ısıtılmaz.

Bakıra karıştırılan çinkonun ayrılma eğilimi yoktur.

Çinko, demirli alüminyum bronzlarına girerse mekanik özellikleri azaltır.

### 3) ALÜMİNYUM :

Alüminyum % 8 oranına kadar, bakır içinde çözülür. Mikroskop altında tek element olarak görülür.

Alüminyum oranı % 12 ye kadar yükselirken alüminyumca zengin ikinci bir bileşik meydana gelir. Bu bileşik, alaşımı sert ve kırılğan kristallerden oluşturur.

Bu ikinci bileşiğin bulunuşu, alüminyum bronzlarında, ısı işlemi uygulanmasını göze aldırır.

Alüminyum akıcılığı azaltır. Bakır içinde alüminyum bulununca, döküm sırasında, çalkalanma ve anafordan korunmak için özel önlemler alınması gerekir. Alümin, çok ince pullar şeklinde hava kabarcıklarını içinde tutar. Döküm parçanın içinde hava boşlukları oluşması tehlikesi ortaya çıkar.

Alüminyumun pirinçler içindeki etkisi çok duyarlıdır. Çinkonun etkisine benzer.

### 4) NİKEL :

Bakıra karıştırılan nikel, ona sertlik verir. Bakıra önemli ölçüde oksitlenmeme özelliği kazandırır. Sıcaklığı biraz düşürür. Kırılğanlığı artırabilir.

Nikelin bakıra girişi ağır ağır olur. Bu, bazı nikelli alaşımların hazırlanması ve dökümünde zorluklar çıkarır.

Ergiyik nikel, kükürt ve karbonmonoksit (CO) gazını kolayca emebilir.

Nikel, alaşımlarda dokuyu inceltir. Bu etki, bronzlara karıştırılan kurşunun ayrılmazlığına yarar. Aynı zamanda, mekanik özellikleri yükseltir.

Nikel alüminyum bronzlarında, uzama özelliğinin hafifçe artmasına neden olur.

Pirinçlerde, alaşım içinde çözülür ve doku bakımından bakır gibi etki eder. Fakat etki daha kuvvetli olur.

### 5) MANGANEZ :

Manganezin etkileri pek kesin olarak belirlenememiştir. Bu etkinin, kalay yüzdesine ve katık elementlerinin miktarlarına bağlı olduğu sanılır.

Bronzların sertlik ve basınç dayanımını artırır.

Oksit gidericiliği, fosfor ve silisyum kadar açık değildir.

Döküm bronzlarda, ergime derecesini düşürerek gazların kaçışını kolaylaştırır. Dikkate değer bir doku sıkılığı verir.



Manganezli bakırların iyi bir sıcak dayanımı vardır.

Elde edilmesinde, içinde karbon, alüminyum bulunabilir. Bunlar bronzlarda sakınca gösterir. Bu yüzden, ısı dayanıklı ve sızdırmaz bronzların yapımında, manganezin kullanılması gecikmektedir.

Manganez, alüminyum bronzlarının dayanım ve esneklik sınırını yükseltir. Karışık alüminyum bronzlarında, alüminin tortulaşarak ayrılması kolaylaştırır. % 3 oranına kadar, piringlerin mekanik özelliklerini yükseltir.

#### 6) SİLİSYUM :

Silisyum iyi bir oksit alıcısıdır. Bu özelliği fosfordan daha etkilidir. Bu iş için düşük miktarlarda kullanılır. Bakıra mekanik özelliklerini geliştirmek ve döküm özelliklerini iyileştirmek için katılır. Akıcılığını artırır.

Oksit gidermeğe yetecek miktardan fazla katılınca, bakırı sertleştirir ve ilginç mekanik özellikler kazandırır. Bakırın iletkenliği üzerine etkisi az olur.

Silisyumun bakıra katılması, % 10 silisyumlu "BAKIR SİLİSYUM" (küpro-silisyum) alaşımı şeklinde gerçekleşir. Bu alaşımlar özel olarak hazırlanmaktadır.

Özellikle, elektrik endüstrisi için yapılan parçalarda ilgi çekicidir.

#### 7) DEMİR :

Bronzlarda, demir-kalay bileşiği ve demirle gelen karbona bağlı olarak, sert noktalar meydana getirir. Bakır, çelik veya dökme demirle alaşım yapmaz. Karbonun bulunuşu bunu engeller.

Alüminyum bronzlarında, bakır ve alüminyum demiri çözerler. Karbon grafit şeklinde ayrılır. Grafit sıvı madenin üzerinde yüzer. Elde edilen alaşım homogen olur. Mekanik özellikleri iyileşir. Aynı şekilde, demir oranı % 1,5'i geçmeyen piringlerde mekanik özelliklerde artma görülür.

#### 8) FOSFOR :

Fosforun bakır alaşımlarında iki şekilde etkisi bulunmaktadır:

Bunlardan birincisi, etkili ve iyi bir oksit giderici oluşudur. Bakır ve kalay oksitlerini azaltır. Oluşan curuf akıcı olduğu için kolayca temizlenebilir. İkinci etkisi sertlik vermesidir. Fosfor miktarı artınca, alaşımı sertleştirir ve kırılğan yapar. Bunun nedeni, bakır fosfür bileşiğinin bulunuşudur.

Çanlara yüksek oranda katılarak büyük bir sertlik verir.

Fosforun bakıra katılışı "fosforlu bakır" adı verilen ve % 10 - 15 fosforu bulunan ön alaşımlarla gerçekleştirilir.

#### 9) ESER HALİNDE BULUNAN CİSİMLER :

Alaşımanın bileşimine girmeyen, maden veya maden olmayan elementlere, alaşımanın pisiği denir. Bunlar, ancak farkedilebilirler. Bu durumda bile bazılarının kötü etkileri görülebilmektedir.

Gerçekte, bunların alaşımlardan ayrılması çok zordur.

— Oksijen, bakır oksit ( $Cu_2O$ ) şeklinde bulunur. Etkisi % 0,08 oranından başlayarak görülür. İletkenliği azalır. Sıcakta dögülme özelliğini kaybeder.

— Arsenik, % 0,01 oranına kadar bakır üzerine etkisi görülmez. Bu orandan sonra sıcak dayanımını düşürür. % 0,02 oranından sonra, soğukta kırılğanlık ortaya çıkar.

— Antimon, daha az oranlarda aynı etkileri yapar.

— Kükürt, bakır sülfür şeklinde bulunur. Bütün alaşımlarda kötü etkiler gösterir. Alaşıma sıcak ve soğukta kırılğanlık verir. Akıcılığı azaltır. Alaşımlarda katılmaşma aralığını daraltır.

Bunun yanında, bakır oksidi azaltır. Oksijeni alarak ( $SO_2$ ) gazı meydana getirir. Bu gaz bakır içinde gözülmez.

Kükürtü azaltmak için, bakır külçeleri içinde fazlaca miktarda bakır oksit bulunmasına izin verilmesi önerilir.

#### 2.3 — BRONZLAR (Tunçlar) :

İki bölümde incelenirler:

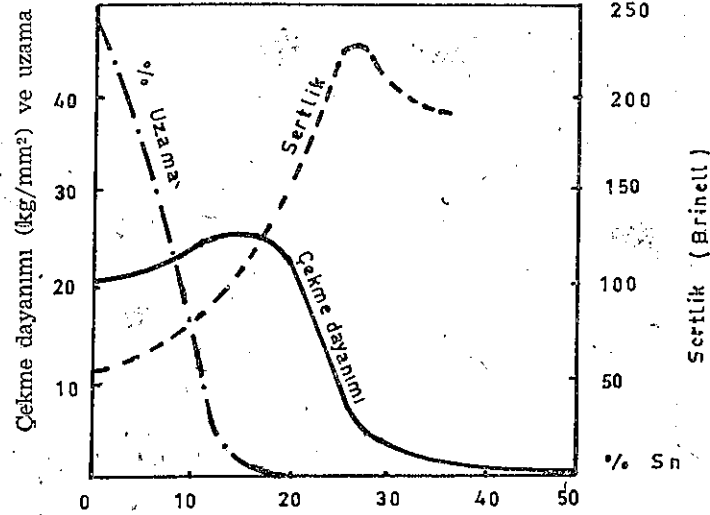
— Normal Bronzlar (Kalay bronzları),

— Özel Bronzlar.

#### A — NORMAL BRONZLAR (Kalay bronzları) :

Bakırın kalayla yaptığı alaşımlara "BRONZ" (tunç) adı verilir. Bronz denince bu ikili alaşımlar anlaşılır. Bunlara "Normal (adi) Bronzlar" da denir. Bunlar, çeşitli özellikleri yüzünden, süs eşyaları, heykeller, iletken teller, çeşitli aygıtlar yapımından kullanıldıkları gibi endüstride de geniş

yer tutarlar. Bronzlarda kalay miktarı % 25 i ender olarak geçer. Özgül ağırlıkları, kalay oranına göre 8,5 - 8,8 Kg/dm<sup>3</sup> arasında değişir. Ergime dereceleri ise 900 - 1000 °C. arasındadır. Bronzların mekanik özellikleri şekil 2.1 de gösterilmiştir. Çekme dayanımı kalay oranı % 13 oluncaya kadar yükselir. Sonra, % 18 - 20 oranından başlayarak % 30 a kadar hızla düşer. Sertliği, kalayın % 25 oranına çıkmasına kadar devamlı yük- selir. Uzaması ise % 20 kalay oranına kadar hızla azalır.



Şekil 2.1 Bronzların mekanik özellikleri

Kalay miktarı % 13 e kadar olan bronzlar normal sıcaklıklarda biçimlendirilebilir. Bundan sonraki oranlarda biçimlendirilebilmeleri için, koyu kırmızı renkte tavlama gerekir. Bu işlem, % 30 kalaya kadar uygulanabilir. Bronzların özellikleri ısı işlemleri ile çok iyileştirilebilir. Uzun bir tavlama ile dokuları homogenleştirilir. Özellikle % 13 den çok kalayı bulunan alaşımlara su verilebilir. Bu işlemle bronz sertlik değil yumuşaklık kazanır. Çekme dayanımı çok, uzaması pek az artar. Bronzların mekanik özellikleri 300 °C. dolayında çok azalır.

Kalay miktarı % 30 u geçen bronzlar kırılmalıdır. Endüstride kullanılamazlar.

% 5 e kadar kalaylı bronzlar kırmızımtrak renktedir. % 13 dolayında altın sarısı, % 13 - 18 arasında açık sarı, daha yüksek oranlarda beyaz olurlar. Çok yüksek kalaylı alaşımlar mavimtrak kurşuniye kaçan bir renk alırlar.

Ençok kullanılan bronz alaşımları aşağıda gösterilmiştir:

**% 96 Cu, % 4 Sn.**

Çok yumuşaktır. Kesiti kırmızıdır. Akıcılığı bakırinki gibi kötü olduğu için dökümcülükte kullanılamaz. Preste yapılacak para, madalya ve süs eşyalarında kullanılır.

**% 90 Cu, % 10 Sn.**

Parlatılabilen döküm parçalarda kullanılır. Rengi portakal sarısı, kesiti pembe. Sürtünmesi yetersizdir. Volan, boru, rondela, somun, gem ve başlık takımları yapımında kullanılır.

**% 88 Cu, % 12 Sn.**

Hepsinden daha az gözeneklidir. Rengi saman sarısı, kesiti kırmızımtrak sarıdır. Buhar veya sıvı basınca dayanıklı parçaların, musluklar, kamlar ve süapların yapımında kullanılır.

**% 86 Cu, % 14 Sn.**

Rengi açık sarı, kesiti sarımtrak gridir. Sürtünme dayanımı daha iyileştirilmiştir. Hidrolik makinaları ve kompresörler için kullanılabilir.

**% 84 Cu, % 16 Sn.**

Kesiti gri, rengi açık sarıdır. Sürtünme dayanımı orta duruma ulaşmıştır. Segmanlar, yataklar, kulisler, bazı kamların yapımında kullanılır.

**% 82 Cu, % 18 Sn.**

Kesiti gridir. Sürtünme dayanımı iyidir. Buhar makinası çekmeceleri, dingil yatakları ve çok yüklenmiş parçaların yapımında kullanılır.

**% 80 Cu, % 20 Sn.**

Bu alaşım sarımtrak beyaz renktedir. Sert ve sürtünme dayanımı yüksektir. Buhar makinası segmanlarının dökümü için kullanılır.

**% 78 Cu, % 22 Sn.**

Çok serttir, tannandır. Çanların yapımında kullanılır.

**% 75 Cu, % 25 Sn.**

Çok sert ve kırılmalı bir alaşımdır. Kesiti gri ve çok ince tanelidir. Bakirden ayrılmaya eğilimli kalay taneleri beyaz noktalar meydana getirir. Bunlar kesitin gri görünüşünü verir. Bu bronzun ses verme (tannanlık) özelliği, çanların yapımında kullanılmasını sağlar.

## B — ÖZEL BRONZLAR :

Kalay bronzlarına başka elementlerin katılması ile elde edilen alaşımlarla, bakırın diğer elementlerle yaptığı alaşımlara "Özel Bronzlar" denir. Kalay bronzlarına katılan üçüncü elementin ismi ile, kalay bulunmayanlarda ise ikinci elementin ismi ile anılırlar. Kurşunlu bronzlar ve alüminyum bronzları gibi.

Kullanılmakta olan bellibaşlı özel bronzlar:

### a) ÇINKOLU BRONZLAR :

Kalay bronzlarına çinko karıştırılarak "Çinkolu Bronzlar" elde edilir. Bunun iki amacı vardır. Biri, çinkonun oksit giderme özelliğinden yararlanmak, diğeri fiati ucuzlatmaktır. Çinko oranı % 2 dolayında olur. Alaşımdaki kalayın % 2 si yerini çinkoya bırakır. Çinko, bakır ve kalay oksitlerini gidererek alaşımın özelliklerini iyileştirir. Çinko kalaydan daha ucuz olduğu için fiat azalması olur.

Çinkonun etkisinin yeterli olması için, dökümden hemen önce katılmalıdır.

Çinkolu bronzlara örnek olarak aşağıdaki alaşımlar gösterilebilir:

% 90 Cu, % 8 Sn, % 2 Zn. Bu alaşım muslukların yapımında kullanılır.

% 86,5 Cu, % 12 Sn, % 1,5 Zn. Basınç ve sürtünmeye çalışan parçalar için hazırlanır. Özellikleri önceki alaşıma benzer. İyi kalitede muslukların yapımında kullanılır.

Yatak ve muslukların yapımında kullanılan başka bir alaşım:

% 88 Cu, % 10 Sn, % 2 Zn. Buna "GÜN-METAL" adı da verilir.

Çeşitli yerlerde kullanılan başka bir alaşım:

% 80 Cu, % 11,5 Sn, % 8,5 Zn.

Çeşitli heykellerin ucuza elde edilmesi için hazırlanan çinko oranı yüksek bir alaşım:

% 78 Cu, % 4 Sn, % 18 Zn.

### b) KURŞUNLU BRONZLAR :

Kalay bronzlarına kurşun karıştırılarak "Kurşunlu Bronzlar" elde edilir. Çok ender olarak bakırın kurşunla yaptığı alaşımlara da rastlanır.

Kurşun bronzları, kurşun oranı düşük ve yüksek olmak üzere iki durumda incelenmelidir:

— Kurşun miktarı az (% 2 - 5) olunca, işleme kolaylığı sağlar. Alaşımın kristallerini saran kurşun damlacıkları, gözenekleri kapatır. Alaşım büyük bir sızdırmazlık özelliği kazanır. Akıcılığı artar. % 2'ye kadar kurşunun mekanik özelliklere bir etkisi olmaz. Bu oranı geçince azaldığı görülür.

— Kurşun miktarı fazla (% 6 - 30) olunca, alaşıma yumuşaklık ve akıcılık verir. Ancak, işleme zorluğu ortaya çıkar. Çünkü, işleme sırasında kesici aletlere sıvandığı görülür. Kurşunu çok olan sıvı alaşımın sıcaklığı fazla yükseltilmez. Ters durumda, kurşun buharlaşır ve parça içinde gaz kabarcıkları meydana getirebilir.

Kurşunun özgül ağırlığı yüksek olduğu için karışması zordur. Özellikle kurşunu çok ve iri parçalarda, alt kısımda birikmeler olur. Kurşun ayrılarak bu kısımlarda toplanır. Bunun için, kurşun katılınca, alaşım karıştırılır. Çabuk dökülür ve soğutulur. Soğutma için, kokiller kullanılır. Bazan bu kokillere su dolaşımı uygulanır. % 1 oranında karıştırılan nikel, kurşunun sabitleşmesine yardım eder.

Kurşun oranı yüksek bronzlarda, yumuşak kurşun ile sert bronz kristalleri bir arada olduğundan, çok iyi bir yatak alaşımı elde edilmiş olur. Çok çeşitli kurşunlu bronzlar yapılır:

Demiryollarındaki çeşitli parçalarda kullanılan bir alaşım:

% 77 Cu, % 8 Sn, % 15 Pb.

Amerikan demiryolu alaşımı :

% 80 Cu, % 10 Sn, % 10 Pb.

Bir yatak alaşımı (antifriksiyon) :

% 64 Cu, % 6 Sn, % 30 Pb.

% 86 Cu, % 4 Sn, % 10 Pb. Bu alaşım sıcak hadde yatakları için hazırlanır.

% 68 - 81 Cu, % 4 - 7 Sn, % 15 - 25 Pb. Bu alaşım büyük yataklarda kullanılır.

Yüksek basınca dayanıklı, soğuk hadde yataklarında kullanılan bir alaşım:

% 80 Cu, % 8 Sn, % 12 Pb.

Başka bir yatak alaşımı :

% 81,5 Cu, % 11,5 Sn, % 7 Pb.

Isıyı iyi ileten, sıcak hava sürgüleri ve kollektör fırçaları yapımında kullanılan bir alaşım:

% 97 Cu, % 3 Pb.

#### c) ÇİNKO VE KURŞUNLU BRONZLAR :

Bazı kurşunlu bronzlara çinko karıştırılır. Bu alaşımlara kurşun yumuşaklık verir. Sızdırmazlığı sağlar. Çinko oksit gidericidir. Kurşun ve çinko:

% 1-3 Pb, % 2-5 Zn. oranlarında olur. Bu oranlar: % 5 Pb, ve % 5 Zn.'ya kadar çıkabilir. Bu alaşımlar, benzin ve petrol için, sızdırmaz musluk ve karbüratör parçaları yapımında kullanılırlar.

Fransa'da kullanılan bir demiryolu alaşımı :

% 84,5 Cu, % 12 Sn, % 2 Zn, % 1,5 Pb. Sürtünme ve basınç dayanımı yüksektir. Bazan, % 1 Sn, yerini nikel bırakır.

Petrolde sızdırmazlık sağlayan ve yüksek hızlarda işlenmeye müsait bir alaşım:

% 85 Cu, % 5 Sn, % 5 Pb, % 5 Zn.

Benzeri amaçlar için kullanılan bazı alaşımlar:

% 88 Cu, % 9,5 Sn, % 2 Zn, % 0,5 Pb.

% 87 Cu, % 7 Sn, % 3 Zn, % 3 Pb.

% 89 Cu, % 5 Sn, % 3 Zn, % 3 Pb.

#### d) FOSFORLU BRONZLAR :

Oksitlenmeyi önlemek ve meydana gelmiş olan bakır ve kalay oksitlerini gidermek için alaşımlara fosfor katılır. Miktarı çok az olduğu halde etkisi büyüktür. Fosfor, sürtünmeye karşı dayanımı artırır. Fosforlu bronzlar yüksek dayanım, doku sıklığı ve deniz suyuna dayanım gibi özellikler taşırlar. Bunlarda fosfor oranı % 0,1-0,5 arasında olur. Fazla olduğu, örneğin % 1'i geçtiği zaman alaşım çok kırılabilir olur.

Fosfor, alaşımın özelliklerini iyileştirdiği için çok kullanılır. Fazla zor gören makina parçaları, gemi pervaneleri, borular, saclar ve bazı tellerin yapımında fosforlu bronzlar kullanılır. Ayrıca, çanların yapımında kullanılan fosforlu bronzlar da hazırlanmaktadır.

Fosforlu bronzların dökümünde, kalıplarına özen gösterilir. Çünkü bunlar, kalıp kumunun içine işleyerek çok pis yüzeyli parçaların elde edilmesine neden olabilirler. Fosforu fazla olan alaşımlarda besleyici boyları kısaltılabilir.

Fosfor alaşımlara "Fosforlu Bakır" şeklinde katılır. Fosforlu bakır, kapalı bir kap içerisindeki fosfor üzerine ergimmiş bakır dökerek elde edilir. Bakır % 15'e kadar fosforla birleşir. Bu alaşım, çelik renginde, çok sert ve kırılabilir.

Bazı alaşım örnekleri:

% 87 Cu, % 13 Sn, — % 0,3 P ile. Vida ve dişli çarklar için.

% 90 Cu, % 6 Sn, % 4 Zn, — % 0,1-0,2 P. ile. Aşınmaya dayanması istenen parçalar için.

% 82 Cu, % 18 Sn, — % 0,25 P. ile. Yataklar ve gemi uskurları için.

% 84 Cu, % 16 Sn, — % 0,4 P. ile. Sürtünme sertliği aranan yerler ve yataklar için.

% 90 Cu, % 10 Sn, — % 0,5 P. ile. Büyük yataklar için.

% 88 Cu, % 12 Sn, — % 0,4 P. ile. Basınç altındaki parçalar ve musluklar için.

% 86 Cu, % 14 Sn, — % 0,4 P. ile. Dik yataklar ve çekmeceler için.

#### e) SİLİSYUMLU BRONZLAR :

Silisyum kalay bronzlarına oksit giderici olarak katılır. Etkisi fosfordan daha fazladır. Oranı yükselince, mekanik özellikleri ve sürtünmeye karşı dayanımı arttırır.

Bu bronzlar, özellikle elektrik tellerinin yapımında kullanılırlar. İletkenliği düşürme etkisi azdır. Çekme dayanımı yüksek olur. Aşağıdaki karşılaştırma, bunu göstermektedir.

Arı bakırın çekme dayanımı:	28 Kg/mm <sup>2</sup>	Elektrik iletkenliği:	100
% 0,02 Si. lu	45 "	" "	98
% 0,05 Si. lu + % 1 Mn.	83 "	" "	43

Bununla beraber, silisyumlu bronzların döküm özellikleri iyi değildir. Bu durum kullanılmalılarını sınırlar.

Silisyum alaşımlara % 10 Si. lu "Silisyumlu Bakır" şeklinde katılır.

Silisyumlu bronzlar mekanik parçaların, pompa gövdelerinin, yatakların yapımında, çeşitli kimyasal etkilere (hidroklorik asit, demir klorür, sülfürik asit, v.b.) dayanan parçalarda kullanılırlar.

### f) MANGANEZLİ BRONZLAR :

Bakırın manganezle yaptığı alaşımlara ve manganez katılan kalay bronzlarına "Manganezli Bronzlar" adı verilir. Alaşımlarda manganez bir oksit giderici etkisi yapar. Bununla beraber, etkisi fosfor ve silisyuma göre daha azdır.

Yüksek oranlarda, alaşımın doku sıklığını ve sertliğini çoğaltır, basınç dayanımını artırır. Herşeye karşın, etkileri pek açık değildir ve iyi tanınmaz.

Manganez, bronzlara alüminyum ve karbon gibi elementleri getirir. Bu da alaşımın yararlılığını sınırlar.

% 1 - 4 manganez bronzlara doku sıklığı verir.

% 4 - 6 manganezli bakır manganez alaşımları yüksek sıcaklık dayanımına sahiptir. Lökomotif kazanlarının bağlama kuşaklarının yapımında kullanılırlar.

Manganez, bronzun katılma sıcaklığını düşürdüğü için, alaşım daha uzun süre sıvı kalır. Gazların kaçabilmesi sağlanır.

Manganez, alaşımlara "Manganezli Bakır" şeklinde katılır. Bunların manganez oranı % 25 - 30 olur.

Oksitlenmeyi önlemek için manganez katılan bir alaşım :

% 82 - 85 Cu, % 14 - 17 Sn, % 0,25 - 0,6 Mn.

% 84,5 Cu, % 14,2 Mn, % 1,3 Fe. bileşimindeki alaşıma "Rezistin

Bronzu" denir. Elektrik direnç telleri yapımında kullanılır.

% 86 Cu, % 12 Mn, % 2 Ni. "Manganin" ismi verilen bu alaşım sıcakta elektrik direncini hemen hiç değiştirmez. Normal elektrik dirençleri yapımında kullanılır.

### g) NİKEL BRONZLARI :

Nikel kalay bronzlarına girdiği gibi, bakırla ayrı alaşımlar da yapmaktadır. Bunlara bazan çinko da girmektedir.

Nikel bakıra sertlik verir. Dokusunu inceltir. Mekanik özelliklerini artırır. Soğuk halde haddelenmelerini kolaylaştırır. Alaşıma çok güzel renk verir.

Kalay bronzlarına katılmasında elementler şu oranlar dolayında kalır:

% 34 Cu, % 16 Sn, % 50 Ni.

Bu alaşımlar oksitlenmez, değişikliğe uğramaz, hızlı buhar akımının korozyonuna dayanırlar. Sert olurlar. Sertlikleri 300 brinel'i geçince kırılabilirler. Kırılma dayanımını önlemek için, % 3 e kadar silisyum katılır. Genleşmeleri ortadır. Sıvı halde nikel karbon monoksit gazı ve kültürü kolayca alır. Bunun için dökümleri özen ister. Bu alaşımların en büyük sakıncaları fiyatının yüksekliğidir.

Nikelli alaşımlar çok defa, ilk yapanın adını taşırlar.

Aşağıdaki alaşım nikel bronzuna örnek olabilir:

Kostantan: % 58 Cu, % 42 Ni. Elektrik dirençleri yapımında kullanılır.

### h) ALÜMİNYUM BRONZLARI :

Bakırın alüminyumla yaptığı alaşımlara "Alüminyum Bronzları" adı verilir. Alüminyum % 10 dolayında olur. % 90 Cu, % 10 Al.

Bu alaşımların renkleri, alüminyum oranına göre kırmızı ile sarı arasında değişir. Çok iyi dövülebilirler. Biçimlendirme ve tel çekme özellikleri iyidir. Dokularının incelikleri mekanik özelliklerini artırır.

Dökümleri zordur. Büyük deniz parçalarının yapımında kullanılabılırler. Çekme dayanımları ve uzamaları iyidir. İşlenmemiş bir döküm parçada:

Çekme dayanımı: 40 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 20 düzeyinde bulunur. 850 °C dolayında tavlama ile bu özellikler:

Çekme dayanımı: 52 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 22 olur. Su verme ile çekme dayanımı hafifçe artar.

Alüminyum bronzları deniz suyu, yağmur suyu, asitlere dayanıklıdır.

Akıcılığı ve döküm özellikleri kötü olduğu halde, mekanik özellikleri, korozyon dayanımı ve renkleri yüzünden geniş ölçüde kullanma alanı bulurlar.

Çok büyük gemi pervaneleri yapımı için hazırlanırlar.

**Demirli Alüminyum Bronzları :** Demir, alüminyum alaşımlarının mekanik özelliklerini az miktarda iyileştirir. Değişik soğuma hızına karşı dayanıklılığını azaltır. Hatalara yol açabilir. Demirin karbon getirebilmesi sakıncalı olmaktadır. Demir miktarının % 4 ü geçmemesi istenir.

Mekanik özellikleri çok iyi olan bir alaşım:

% 89 Cu, % 7 Al, % 4 Fe. Çekme dayanımı: 54 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 38 (50 mm. lik deney çubuğu ile).

% 83 Cu, % 10 Al, % 7 Fe. Bu alaşımın çekme dayanımı yüksek, uzaması ortadır.

Amerika'da kokil dökümleri için hazırlanan bir alaşım:

% 89 Cu, % 10 Al, % 1 Fe. Çekme dayanımı: 54 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 20 (50 mm. lik deney çubuğu ile).

Bu alaşım kokil kalıba çok iyi dökülür. Kum kalıp dökümlerinden iyi sonuç alınabilmesi için, demir oranı % 4 artırılır. Yahut az miktarda çinko veya nikel ile karıştırılır.

Başka bir alaşım:

% 85,5 Cu, % 8,5 Al, % 2 Fe, % 4 Zn. Nikel karıştırılması homogenliğe yardım eder.

Çekme dayanımı: 75 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 15 olan diğer bir alaşım: % 80 Cu, % 10 Al, % 5 Fe, % 5 Ni.

Demir, alüminyum alaşımlarının çekmesini artırır.

**Çinkolu Alüminyum Bronzları :** Çinko, alüminyum bronzlarının çekmesini arttırmadan mekanik özelliklerini azaltır. Soğuma hızının etkisini ortadan kaldırır.

Çinko, alüminyum bronzlarına piring (70 - 30) şeklinde karıştırılır.

Bir örnek alaşım:

% 86 Cu, % 8 Al, % 2 Fe, % 4 Zn. Bu alaşımın çekme dayanımı: 49 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 23 dür.

**Manganezli Alüminyum Bronzları :** Manganezin karıştırılma oranı düşüktür. Arttığı zaman, uzaması aynı kalarak çekme dayanımını yükseltir. Bu alaşımlar deniz suyuna iyi dayanır. Asitlere dayanımı düşüktür.

Manganez alüminyum bronzlarının döküm zorluklarını azaltmaz.

Az miktarda manganez, demir ve nikelli bronzların özelliklerini iyileştirir. Karışık bronzlarda manganez, alüminin ayrılmasına yardımcı olur.

Nikelin alüminyum bronzlarına etkisi, demirinkine benzer.

% 80 Cu, % 10,5 Al, % 4,5 Fe, % 1 Ni. Bu alaşım 800 °C. de tavlanaarak çekme dayanımı: 75 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması % 15 olur.

Alüminyum bronzlarının ikinci ergitilmesinde, oksitlenmeden korunursa, mekanik özellikleri iyileşir.

Yüksek dayanım için bir alaşım:

% 80 Cu, % 18 Al, — % 30 manganezli bakır: % 2

Çok büyük parçalar için bir alaşım:

% 84 Cu, % 7 Al, % 3 Fe, — % 30 manganezli bakır: % 6

#### i) BAKIR - BERİLYUM ALAŞIMLARI :

Bunlara "Berilyum Bronzları" da denebilir. Berilyum çok hafif bir elementtir. Özgül ağırlığı: 1,84 Kg/dm<sup>3</sup>. Ergime derecesi: 1278 °C. dir. Sıcakta sertliğini korur.

Berilyum, bakıra % 2 oranında karıştırılır. Bu alaşımlar tavlama ile sertleşmeğe elverişlidirler. Dökümleri ve su verilmiş durumlarında işlenmeleri kolaydır. Döğme ve haddeden çekme özellikleri ve mekanik özellikleri ısı işlemleri ile önemli ölçüde değişir. Bu alaşımlara 750 °C. d su verilir. Tavlama işlemi 320 °C. dolayında ve dört saat süre ile yapılır.

#### 2.4 — PİRİNÇLER :

Bakır çinko (tutya) ile alaşım yapar. Bu alaşımlara bazı durumlarda başka elementler de karıştırılır. Bu şekilde elde edilen alaşımlara "PİRİNÇ" adı verilir. Pirinçleri iki bölümde incelemek gerekir:

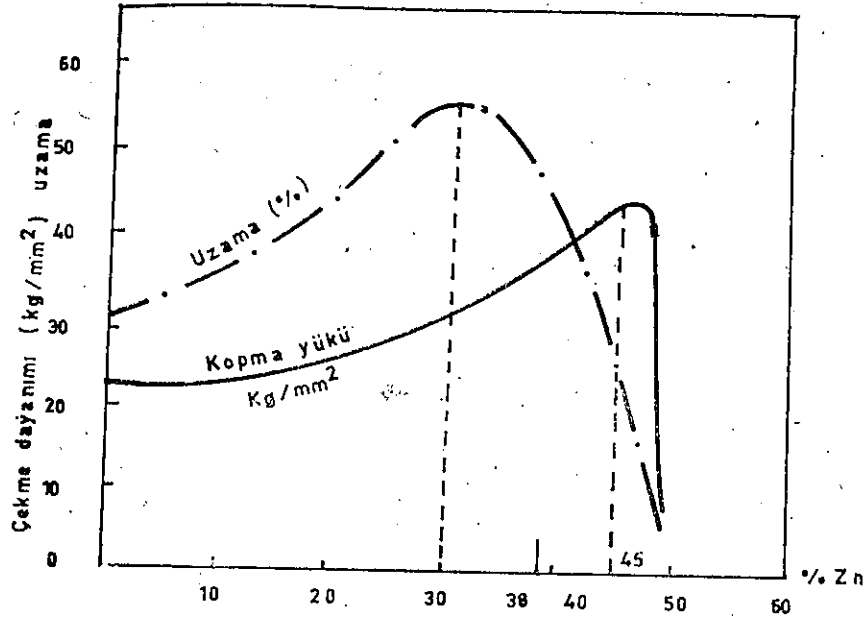
Normal (Adi) pirinçler ve özel pirinçler.

#### A — NORMAL (Adi) PİRİNÇLER :

Bakırın çinko (tutya) ile yaptığı ikili alaşımlara "Normal Pirinçler", "Adi Pirinçler" veya sadece "Pirinçler" adları verilir.

Bu alaşımlarda çinko miktarı % 45 in üzerine çıkmaz. Pirinç denince, genellikle % 60 Cu, % 40 Zn. lu alaşım akla gelir. Çinkonun etkisi kalayinkine benzer. Ancak, aynı etkiler için daha çok çinkoyu gerektirir.

Pirinçler, renkleri ve parlatılma kolaylıkları yüzünden çok kullanılırlar. İçinde bulunan az miktardaki yabancı maddeler pek kuşku yaratmazlar. Akıcılıkları çinko oranı ile çoğalır. Şekil 2.2 de görüldüğü gibi çekme dayanımları % 40 Zn. oranına kadar yükselir. Sonra birden, hızla düşer. Uzaması % 30 çinkoya kadar yükselir. Sonra düşmeğe başlar. % 50 çinko dolayında ikisi de hemen hemen yok olur.



Şekil 2.2 Pirinçlerin mekanik özellikleri

Döküm işlemleri (hazırlama, ergitme, döküm sıcaklığı, dökme ve soğuma süresi) pirinçlerin özelliklerini etkiler.

Pirinçlerin sıcak dayanımları pek yüksek değildir. 150 - 450 °C. lerde gevrekleşirler.

Çinko, ergimmiş bakıra katı olarak karıştırılır. Buharlaşma derecesi düşük olduğundan sıvı alaşım fazla tavlalmaz.

% 10 a kadar çinkolu pirinçler soğuk ve sıcakta dögülebilirler. % 10 - 36 arasında çinko olunca, adi sıcaklıkta dögülürler. Sıcakta dögülemezler. Buna neden olarak, çinkonun beraber getirdiği kurşun gösterilmektedir. % 36 - 45 arasında bu etki kalkar. Kurşun bulunsa dahi 650 - 700 °C. lerde biçimlendirilebilirler.

Pirinçlerin ergime dereceleri, içindeki çinko miktarına göre 850 - 1000 °C. arasındadır. Özgül ağırlıkları: 8,4 - 8,7 Kg/dm³ olur. Döküm tavı 1000 °C. yi geçmemelidir.

Pirinçler döküm yolu ile biçimlendirildikleri gibi hadde işlemleri için de hazırlanırlar. Teller, borular, saclar, perçinler, v.b. gibi yerlerde kullanılırlar.

Endüstride kullanılan bellibaşlı normal pirinç alaşımları aşağıdaki gibi gösterilebilir:

% 90 Cu, % 10 Zn.

Kaynak pirincidir. Rengi kırmızıya yakındır.

% 85 Cu, % 15 Zn.

Rengi yarı kırmızıdır. Güzel altın rengidir. Ucuz mücevhercilikte kullanılır. Dökümde, özellikle uzun zaman sıvı kalan kısımlarda, çok ince ve derin çatlaklar meydana gelebilir. Savurma dökümde iyi sonuçlar verir.

% 80 Cu, % 20 Zn.

Bu alaşıma "Tombak" adı verilir. Yumuşaktır. Süsleme eşyalarında ve ucuz mücevhercilikte kullanılır. Dökümdeki çatlamlar bunda da görülebilir. Rengi altın sarısıdır. Kokil kalıplara dökümde iyi sonuçlar verir.

% 75 Cu, % 25 Zn.

Rengi saman sarısıdır. Ağırlığına göre ölçüleri büyük olan parçaların dökümünde kullanılır. % 2 çinko yerine kalay geçerse dayanımı artırılmış olur.

% 70 Cu, % 30 Zn.

Kolay işlenir, iyi parlatılır. Musluklar ve demiryolu parçaları yapımında kullanılır. Çelik parçalar için lehim alaşımıdır. Biçimlendirme işleri için hadde alaşımı olarak da hazırlanır.

% 67 Cu, % 33 Zn.

Yeşile çalan sarı bir rengi vardır. Genellikle yeni madenlerden hazırlanır. Parlatılacak ince parçaların yapımında kullanılır. Fişek kovanları, soğuk muslukların dökümü için hazırlanır. % 2 kurşun katılması işlenmesini kolaylaştırır.

% 60 Cu, % 40 Zn.

Ençok kullanılan pirinç alaşımıdır. Pirinç denince, önce bu alaşım anlaşılır. Sarı renktedir. Sert ve kırılındır. Ucuz parçaların dökümüne elverişlidir. Özel pirinçlerin bir çoğunda temel alaşım olarak kullanılır. Bakır parçaların lehimlenmesine elverişlidir.

#### B — ÖZEL PİRİNÇLER :

Normal pirinçlere başka elementler katılarak "Özel Pirinçler" elde edilir. Bunların, oluşan yeni özellikleri ile endüstrinin birçok gereksinimleri karşılanır.

#### a) KALAYLI PİRİNÇLER :

Pirinçlere bir miktar (% 2 dolayında) kalay karıştırılarak özellikleri iyileştirilir. % 1,4'e kadar kalay mekanik özellikleri pek etkilemez. Kalay miktarı yükselince mekanik özellikler azalır.

Kalaylı pirinçler, deniz suyuna, sıcak suya ve buhara dayanıklı olurlar. Kalay pirinçlerde doku değişikliğe yapar. Sertliğini artırır.

#### b) KURŞUNLU PİRİNÇLER :

Kurşun pirinçlerin işlenme özelliğini artırır. Kurşunlu pirinçler kısa talaş çıkardıklarından otomat tezgâhlarda rahatça işlenebilirler. % 1 oranına kadar kurşun, pirinç kristalleri arasında erir. Özelliklerini fazla etkilemez. Oran yükselince, çekme dayanımı ve uzaması azalır. % 1 nikel katılarak mekanik özelliklerini fazla bozmadan kurşun miktarı artırılabilir. Bu miktar da % 6-8'i geçmez.

#### c) ALÜMİNYUMLU PİRİNÇLER :

Alüminyum pirinçlere arı olarak katıldığı gibi, bakır alüminyum alaşımı olarak da katılabilir. % 5'e kadar alüminyum, pirinçin sertliğini, çekme dayanımını ve oksitlenmeye karşı dayanımını artırır. Oksitlerin temizlenmesine yardımcı olduğu için, özelliklerin iyileşmesini sağlar. % 4'e kadar alüminyumlu pirinçler deniz suyuna iyi dayanırlar. Pirinçlerde alüminyum oranı ençok % 10'a kadar olabilir. Sert noktalar meydana getirdiği için, işlenmesi zordur. Hazırlanması da zor olur. En çok kullanılan bir alüminyumlu pirinç alaşımı:

% 64 - 70 Cu, % 27 - 30 Zn, % 1 - 4 Al.

Alüminyumlu pirinçlere bazı durumlarda nikel de karıştırılır. % 61 Cu. ve % 39 Zn. lu bir pirinçte % 1,4 Al. ve % 3 Ni. katılarak çok iyi mekanik özellikler elde edilir. Bu alaşımın çekme dayanımı: 48 Kg/mm<sup>2</sup>, esneklik sınırı: 17 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 34 (50 mm. lik deney çubuğu ile) bulunmuştur.

#### d) MANGANEZLİ PİRİNÇLER :

Manganezin kendi etkilerinden başka oksit giderme özelliği de vardır. Oksit gidererek de alaşımın özelliklerinin iyileşmesine yardımcı olur. Pirinçlere manganez "Manganezli Bakır" şeklinde katılır. Bu alaşımlara da manganezin karbon getirmesi, önceleri sakınca oluyordu. Sonra, bu sakınca alüminyum ile yok edildi.

Manganez pirinçlerin biçimlendirme işçiliklerini kolaylaştırır. Bu alaşımlar sıcakta iyi işlenir. Deniz suyuna dayanıklıdırlar. Manganezin etkisi, % 3 oranına kadar çinko gibidir. Bütün özellikleri iyileştirir.

Manganezli pirinçler gemi pervaneleri, torpil kovanları ve vanaların yapımında kullanılırlar.

Manganezli pirinçler bileşimlerine, kullanma yerlerine ve özellikle ilk yapanların isimlerine göre değişik adlar alırlar.

Manganezli pirinçlere gereğinde nikel de karıştırılır. Özellikleri daha da iyileşir. Manganezli pirinçlere örnek olarak birçok değerli alaşım gösterilebilir.

% 59 - 60 Cu, % 39 - 40 Zn, % 0,1 Mn. Bu alaşım vana ve pervane dökümleri için elverişlidir.

% 58 Cu, % 40 Zn, % 2 Mn. Bu alaşım tipik bir manganezli pirinçtir.

% 58 Cu, % 38 Zn, % 1 Mn, % 1 Al, % 1 Fe, % 1 Sn. Bu bir karışık pirinçtir. Parçon veya Guillemine pirinç adları da verilir. Çekme dayanımı, esneklik sınırı ve uzaması daha iyidir. Sıcak dayanımı ise çok iyidir.

% 57 Cu, % 39,75 Zn, % 1 Fe, % 2 Mn, % 0,25 Al. Deniz alaşımında, özellikle pervaneler yapımında kullanılır. Çekme dayanımı: 53 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 26,5 dir.

Delta alaşımı: % 56 Cu, % 40 Zn, % 1 Fe, % 2 Mn, % 1 Pb. Bu alaşımın çekme dayanımı döküm ve soğuma durumlarına göre: 54 - 65 Kg/mm<sup>2</sup>, uzaması: % 21 - 24 (50 mm. deney çubuğu ile) arasında değişir.

Manganezli ve nikelli pirinçlere, manganez: % 3, nikel: % 5 oranında karıştırılır. Bu alaşımlarda aşağıdaki özellikler elde edilir: (Temel alaşım, % 60 Cu ve % 40 Zn. lu pirinçtir).

Çekme dayanımı, 15 °C. de	47 Kg/mm <sup>2</sup>	225 °C. de	44 Kg/mm <sup>2</sup>
Esneklik sınırı,	" 23 "	" "	22 "
Uzaması,	" % 27 "	" "	% 29 (50 mm. lik deney çubuğu ile).

#### e) NIKELLİ PİRİNÇLER :

Nikelli pirinçleri % 10 dan az ve çok nikelli olmak üzere iki bölüme ayırmak gerekir. Nikel oranı % 10 dan az olunca, pirinçlere doku inceliği verir ve homogenliğin azalmasını önler.



% 55 Cu. lı bir alaşımda en yüksek çekme dayanımı için % 5 Ni. karıştırılır. % 59 Cu. olunca, nikel oranı % 2 olabilir. En yüksek çekme dayanımları ve uzamalar, % 2 - 5 Ni. oranları arasında elde edilir. Bu oranlarda nikel bakır içinde erir. Bu alaşımlar, havada ve suda uzun zaman kalsalar da oksitlenmezler.

Nikelin % 10 u geçtiği alaşımlara, hazırlayanların isimlerinden alınarak "MAYŞOR" denir. Genellikle % 12 - 20 nikelli olurlar. Renkleri beyazdır ve parlatılmağa elverişlidirler. Birçok kimyasal etkilere, özellikle yağlı asitlerin korozyonuna dayanıklıdırlar. Maliyet fiatının düşürülmesi için çinko katılmaktadır.

Nikel, bir miktar kükürtü erittiği için ergitme ve dökümleri zordur. Soğukta biçimlendirilebilirler. Bütün bakır nikel alaşımları bir tek bileşik yaparlar.

Nikelli pirinçler mutfak eşyalarında, madeni para yapımında, deniz suyuna dayanıklı parçalarda, kuyumculukta, fenni aygıtların yapımında, elektrik dirençlerinde kullanılırlar.

Maysor alaşımının bileşimi:

% 40 - 63 Cu, % 17 - 45 Zn, % 9 - 25 Ni. şeklindedir.

Nikelli pirinçlere bazı durumlarda alüminyum da girer. Burada nikel oranı: % 3, alüminyum oranı: % 1,4 olur.

Nikelli alaşımların en büyük sakıncaları fiatlarının yüksek oluşudur.

#### f) SİLİSYUMLU PİRİNÇLER :

Silisyumun pirinçlerdeki etkisi, temel alaşıma göredir. Oksit giderme etkisi de vardır. Mekanik özelliklere etkisi az tanınır. Çünkü hazırlanmaları sırasında oksitlenirler. Eser halinde bulununca esneklik sınırını yükseltirler. Miktarı artınca özel bir bileşik oluşur. % 0,6 Si. uzamayı azaltır. Homogen olmayan, korozyona dayanıksız kristaller oluşturur. Az miktarda kurşun korozyon dayanımını artırır. Homogenlik bakımından az miktarda arsenik (% 20 arsenikli bakır şeklinde) katılması uygun olur. Arsenik miktarı % 0,034 ü geçince alaşıma kırılabilirlik getirir. % 0,8 silisyum en yüksek çekme dayanımını verir.

% 1 - 6 Si. bakır silisyum ikili alaşımlarına demir, manganez ve ençok % 3 çinko katılması ile çekme dayanımı ve esneklik sınırı yükselir.

Çekme dayanımı : 30 - 40 Kg/mm<sup>2</sup> ve

Esneklik sınırı : 10 - 12 " olur.

Bu alaşımlarda uzama % 80 e kadar yükselebilir.

Silisyumlu pirinçlerin sürtünme ve aşınma dayanımları çok iyidir.

#### g) DEMİRLİ PİRİNÇLER :

% 1,5 e kadar demir alaşım içinde erir. Etkisi çinkoya benzer. Mekanik özellikleri yüksektir. Ancak, sert noktalar meydana getirdiği için % 1,5'i geçmesi istenmez.

Demir, pirince % 8 demirli, çinko - demir alaşımı şeklinde katılır. Karışması zordur.

Bu alaşımlara, bazı durumlarda alüminyum ve manganez de girmektedir.

% 69 Cu, % 27 Zn, % 1 Fe, % 3 Al.

Bu alaşımın, işlenmemiş döküm olarak, çekme dayanımı 67 Kg/mm<sup>2</sup>, esneklik sınırı: 33 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 26 (50 mm. lik deney çubuğu ile) olmaktadır.

% 55,5 Cu, % 42 Zn, % 1,5 Fe, % 1 Mn.

Bu alaşımın çekme dayanımı: 40 - 50 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 35 - 45' arasındadır.

Sıcakta iyi biçimlendirilir. Korozyona dayanıklıdır. Manyetik olmadıklarından, eşit dayanımdaki çeliklerden daha üstün görülürler. 800 °C. ye kadar ısıtılıp, çabuk soğutulularak sertleştirilebilirler.

% 3 demirli pirinçlerin buhar türbinlerinde, dinamo çerçevelerinde kullanılmaları alışkanlık haline gelmiştir.

#### 2.5 — BAKIR ALAŞIMLARININ DÖKÜM ÖZELLİKLERİ :

Bakır alaşımlarının döküm özellikleri, alaşımların bileşimleri ile değişmektedir. Ancak, bütün bakır alaşımlarının bir ortak özelliği vardır.

Bu, çekmelerinin (katılaşmada hacim küçültmelerinin) büyük olmasıdır.

Bronzların döküm özellikleri:

Bronzlarda bakır oranının yüksekliği, alaşıma yumuşaklık getirir. Alaşımın akıcılığı azdır.

Kalay oranının yükselmesi ile bronzların sertliği artar. Mekanik dayanımları yükselir. Akıcılığı artar. Bundan başka, alaşımın gaz emme tehlikesi azalır.

Bronzların akıcılığı az miktarda fosfor katarak da artırılır. Donma derecesi düşer. Ancak, döküm sırasında, sıvı madenin kalıp kumu içine işlemesi tehlikesi ortaya çıkar. Bu şekilde dökülen parçaların yüzeyleri pürüzlü ve çok pis çıkar; temizlenmeleri zor olur. Bunu önlemek için kalıpların daha özenli hazırlanması gerekir. Fosforun alaşım içindeki oksitleri giderme etkisi de vardır.

Bronzlara katılan çinkonun, döküm özelliklerine pek etkisi olmamakla beraber, oksit giderici rol oynar. Bu yoldan mekanik özellikleri iyileştirir. Ancak, ergitme sırasındaki yanma kayıpları çoğalır.

% 5'e kadar kurşun katılması, bronzun akıcılığını çoğaltır. Katılma derecesini düşürür. Yüksek oranlarda kurşun, dökümde madenin kalıp kumuna işleme tehlikesini ortaya çıkarır. Ayrıca, kurşun alaşımdan ayrılma eğilimi gösterir. Bunu önlemek için, sıvı alaşım bir demir çubukla çok iyi karıştırılır. Hemen dökülür ve çabuk soğutulur. Kurşunun ayrılması, % 1 nikel katılması ile de önenebilmektedir.

Bronzlarda alüminyum, döküm özelliklerini olumsuz yönde etkilediği için hiç istenmez.

Alüminyum bronzlarının dökümleri zordur. Sıvı yüzeyinde, havanın teması ile zar şeklinde, çok ince bir alümin katmanı oluşur. Isıya çok dayanıklı olan bu katman, akıcılığı azaltır. Aynı zamanda, parçalanarak maden içine de girebilir. Birikintiler halinde toplanarak pislik yuvaları oluşturur. Alaşımın özelliklerini bozar.

Alüminin bu etkileri, alüminyum giren diğer alaşımlarda da az çok görülebilmektedir.

Nikel bronzları ve nikelli alaşımlar, ergime sırasında kolay gaz emerler. Özellikle karbon monooksidi kolay eritirler. Bu özelliklere karşı alüminyum, kükürt çözülmeye karşı ise mangan katılması yararlı olmaktadır.

Bronzlara silisyum karıştırılması, çok iyi akıcılık verir ve dökümü kolaylaştırır.

Alaşımlara katılan % 2-3 glüsenyum doku sıklığı getirir ve mekanik özellikleri iyileştirir.

Pirinçlerin döküm özellikleri:

Pirinçlerde bakır oranının yüksekliği akıcılığı azaltır. Kalıplarda, daha çok sayıda, daha büyük yolluk memesi kullanılması kaçınılmaz olur. Yüksek bakırlı pirinçlerde dayanım düşüktür. Dökülen parçalarda, ince çatlaklar meydana gelebilir.

Fazla miktarda çinko oksidinin meydana gelmesi, parça yüzeyinde küçük boşluklar oluşturur. Bunlar, parça yüzeylerinin çok pis çıkmasına neden olurlar. Az miktarda alüminyum karıştırılması oksitlenmeyi sınırlamaktadır.

Ergitme kayıpları:

Ergitme sırasında, alaşımın bir miktarının kaybolduğu görülmektedir. Ocağa yüklenen ve alaşımı meydana getiren elementlerin toplam ağırlıklarından, dökülen parçaların ağırlığı daha az olmaktadır. Aradaki farka "ergitme kaybı" veya "yanma kaybı" denmektedir. Bu kayıpların nasıl meydana geldiği aşağıdaki gibi özetlenir:

— Alaşıma giren elementlerin oksitlenmesinden doğan kayıplar. Bunlar, ocağın çalışmasının iyi düzenlenmesi ile azaltılabilirler. Örneğin elektrik ocaklarında kayıplar çok az olabilir.

— Bazı elementlerin buharlaşma sıcaklıklarına yakın dökülen alaşımlarda, buharlaşmalar ile kayıplar olur. Pirinçler, kurşun bronzları, v.b. gibi. Sıcaklığın düzenli tutulması ile bu kayıplar da azaltılabilir. Elektrik ocaklarının yararlılığı, sıcaklıklarının ayarlanabilmesindedir.

— Diğer bir kayıp nedeni de vezinlere aittir. Ocakla pek ilişkisi yoktur. Maden vezinleri ile ocağa giren, maden olmayan cisimlerden meydana gelir. Parçalar üzerindeki yağlar, paslar, tozlar, kumlar, v.b. maddelerden ayrılırlar. Bunlar, pislikler şeklinde toplanarak sıvı madenin yüzeyine çıkarlar. Curufa karışırlar.

Yukarıda özetlenerek anlatıldığı şekilde meydana gelen kayıpların toplamı, ergitme (yanma) kayıplarını verir.

## 2.6 — BAKIR ALAŞIMLARI KALIPÇILIĞI :

### a) KALIPLAR :

Bakır alaşımlarının kalıplarında kullanılan kumlar, diğer alaşımların kalıplarındaki kumlara benzer (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 1, Bölüm: 5). Özellikleri de hemen hemen aynıdır. Ancak, bunlarda, sıvı madenin kum içine işlemesi tehlikesi bulunduğundan, bu özelliğe dikkat edil-

melidir. Kuvvetli kumlar ön görülür. Yüzey ayırıcıları kullanılır. Bu alaşımların kalıp kumlarının dökme demir kalıp kumlarından ayrılığı, bileşiminde kömürtozu bulunmayışıdır. Bunlarda kullanılan boya ve yüzey ayırıcılar, diğer alaşımlardakilere benzer. Bazen kalıp kumlarına beziryağı, ağıryağ püskürtülerek, madenin kuma işlemesi önlenmeğe çalışılır. Bazı durumlarda, yüzey ayırıcıya gazyağı katılmaktadır. İstenirse bu karışım kurutmasız kullanılabilir..

Bakır alaşımlarında, kurutulacak kalıplar olabildiği kadar sıkı dögülürler. Yaş dökülen kalıplarda bile, kumun sıklığı, dökme demir kalıplarından fazla olur. Nemlilikleri kurutulan kalıplara göre daha az olur. Kalıpların yaş veya kurutularak dökülmesi, dökme demirdekine benzer nedenlerle ayırılabilir.

Bakır alaşımları kalıplarında kullanılan dereceler, diğer alaşımların kalıplarında kullanılan derecelerle aynıdır. (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 1, Bölüm: 3). Derecelelerin ek kısımları ve kullanılmaları da aynıdır. Ancak, pirinç dökümlerinde, küçük parçalar için "Boğazlı Dereceler" in kullanılması alışkanlık haline gelmiştir.

#### b) MAÇALAR :

Maça kumları da diğer alaşımlarda olduğu gibidir. Yapım prensipleri de benzer durumdadır. (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 1, Bölüm: 7).

Ancak, madenin kuma işlemesi tehlikesi ile aşağıdakiler yardımcı ile savaşılar:

— İnce taneli kumlar kullanılır,

— Maça yüzeyinin geçirgenliği önlenmeğe çalışılır. Bazı durumlarda, maçaların kalıp kumundan yapılması öngörülür. Genellikle kullanılan kumlar şöyle olur:

— Taneleri orta büyüklükte, çok gözenekli, geçirgen yüzey tabakası; ince parçalarda kurutulularak döküm için;

— Taneleri ince, geçirgen yüzey tabakası; kalın parçalarda kurutulularak döküm için;

— Taneleri orta incelikte, iyi sıkıştırılmış, geçirgen olmayan yüzey tabakası; ince parçalarda yaş kuma döküm için.

Bütün özellikler, yapım yöntemleri ve kurutma işlemleri diğer alaşımların maçalarındaki gibidir (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 1, Bölüm: 10).

#### c) YOLLUKLAR VE BESLEYİCİLER :

Yolluk ve besleyiciler "Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 1, Bölüm 9 da anlatıldığı gibi düzenlenir.

Bakır alaşımlarında, katılma sırasında hacim küçültmesi yani çekme büyüktür. Yolluk ve besleyicilerin düzenlenmesinde bu durum göz önünde tutulur. Çöküntü meydana gelmemesi için, kütle şeklindeki yerlere besleyici konur. Besleyicilerin özellikleri, kullanılışları, biçim ve boyutları ilgili bölümde anlatıldığı gibi olur. Bakır alaşımlarında çıkıcıların pek önemi yoktur.

Alüminyum bulunmayan bronzlarda büyük, bir akıcılık vardır. Ayrıca, yüzey gerginliği azdır. Bu yüzden:

— Madenin kuma işlemesi ve kum sürükleme,

— Çarpmalar ile kalıp ve maçaların bozulması,

— Çok yavaş döküldüğü zaman ise, parçanın eksik kalması tehlikeleri vardır.

Genellikle şu önlemler düşünülür:

— Yolluklarda, madenin hızını azaltan keskin yön değiştirmeleri sağlanır.

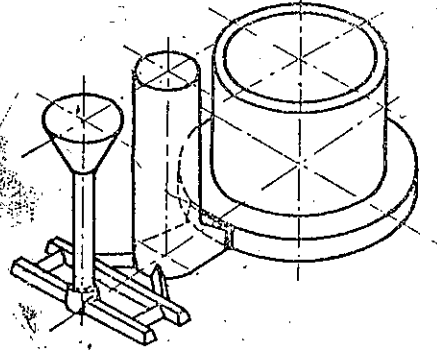
— Yeterli ölçüde, dikdörtgen kesitli memeler kullanılır. Bazen gidiciler de dikdörtgen kesitli yapılır. Bunlar, pislikleri tutarlar ve aşınmaya engel olurlar.

— Basıncılı salkım yolluklar kullanılır.

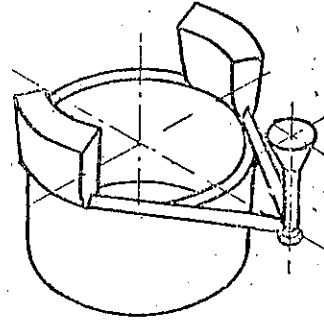
Kullanılan ince kesitli memeler üzerine, kalıp boşluğuna yakın besleyiciler konur. Madenin geçişi ile meme çok ısınır. Buradaki maden uzun süre sıvı kalabilir. Besleyici çok iyi görev yapar. Ancak, bu kısımdaki kalıp kumunun gaz geçirgenliğinin çok iyi olması gerekir. İnce yolluk memelerinin açılmasının zorluğu göz önüne alınarak, bazı durumlarda maça kullanılır. Meme maça ile oluşturulur. (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt 1, Bölüm: 8, Şekil: 8.43 ve 8.45)

Bu şekildeki besleyicilerin, dökümden sonra kesilmesi işlemleri de kolay olmaktadır.

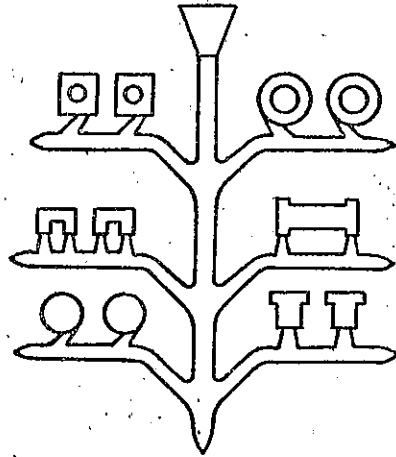
Şekil 2.3'de aynı şekilde bir yolluk besleyici sistemi görülmektedir. Keskin köşelerden oluşan bir curufluk sistemi ve meme üzerine konan besleyici, bir kaynak yollukta yer almaktadır. Şekil 2.4'de bakır alaşımlarında kullanılan başka bir yolluk sistemi görülmektedir. Şekil 2.5'de ise bir salkım yolluk vardır.



Şekil 2.3 Besleyicili bir yolluk



Şekil 2.4 Üsten verilen yolluk



Şekil 2.5 Salkım yolluk

Yaş dökülen kalıplarda, soğuma çabuk olacağından, genellikle besleme yüksekliği sınırlıdır. Bakır alaşımlarında hazneli ve tıkaçlı yolluklar öngörülmüştür. Gidici tıkaçla kapatılır. Sıvı maden hazneye doldurulur. Tıkaç çekilince, maden kalıp boşluğunu hızla ve basınçla doldurur.

Bakır alaşımlarında da soğuma dengesinin sağlanması için "Soğutucu"lar kullanılır. Sıcak bölgelere konan soğutucular, besleyicilere yardımcı olurlar. Genellikle dış soğutucular kullanılır. İç soğutucular pek uygulanmaz. Kullanılmalarında bilinen önlemler uygulanır. Genellikle bronzdan yapılırlar. Dökme demir ve çelikten olanları da vardır.

Bakır alaşımlarında "Savurma Döküm" de uygulanır. Savurma dökümünün yararları ve işlemleri bu kitabın ilgili bölümünde (Genel Dökümçülük Bilgisi, Cilt: 3, Bölüm: 8) anlatılmaktadır. Bunlara göre besleyiciler ve bazı maçalar kaldırılabilir. Savurma döküm ve bu arada kokil kalıplarının yararları sağlanmış olur. Ancak, iyi özellikte dökümler elde edildiği halde, maliyet fiyatının düşürülmesine pek etkisi olmaz.

Savurma döküm için kullanılan makinalar, kısa parçalar için dikey, uzun ( $L \geq 250$  mm.) parçalar için yatay eksenli olurlar.

#### d) DÖKÜM HATALARI :

Bakır alaşımları dökümlerindeki döküm hataları, genel döküm hatalarının aynı olur. Aynı yöntemlerle önlenirler. Ancak, bu alaşımlara ait bazı hataların üzerinde durulması yararlı olacaktır.

Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilirler:

**Sıvı madenin gaz emmesi :** Alaşımın bileşiminin kusurlu olması. Madenin gereğinden fazla ısınması. Ergimenin çok yavaş olması. Sıvı madenin yüzeyinin koruyucularla kapatılmaması oluş nedenleridir.

**Bazı elementlerin alaşımdan ayrılması :** Element, alaşımdan az veya çok miktarlarda ayrılarak yığıntı şeklinde toplanır. Bu hata özellikle kurşun bronzlarında, kurşunun ayrılması şeklinde görülür. Alaşımın iyi karıştırılması, çabuk dökülmesi, % 1 nikel karıştırılması önleyici çarelerdir.

**Sert noktalar oluşması :** Özellikle kalay bronzlarında, sert noktalar şeklinde kalak bileşikleri oluşur. Bu hata bronzlarda kalay oranı ile artar. Ancak, % 67 bakır ve % 33 kalaylı alaşım bunun dışında kalmaktadır. Çinko katılan bronzlarda bu hata azalır. Karışık bronzlarda daha az görülür.

**Madenin kalıp kumu içine işlemesi :** Kalıba dolan sıvı maden akıcılığı yüzünden, kum taneleri arasına girer. Çok pis bir yüzey oluşur. Aynı zamanda sert olur. Bunun nedeni, akıcılığın çokluğu yanında, yüzey gerginliğinin azlığıdır. Kalıpta alınan önlemlerle beraber, alaşıma bir miktar alüminyum katılması bu özelliği azaltabilir. Madenin yüzey gerginliğini artıran bir alümin tabakası meydana getirilmiş olur. Ayrıca, madenin sıcaklığının ayarlanması da söylenebilir.

Fosforlu bronzlarda % 1-0,2 silisyumlu bakır karıştırılması yararlı görülür.

## 2.7 — BAKIR ALAŞIMLARININ ERGİTİLMESİ :

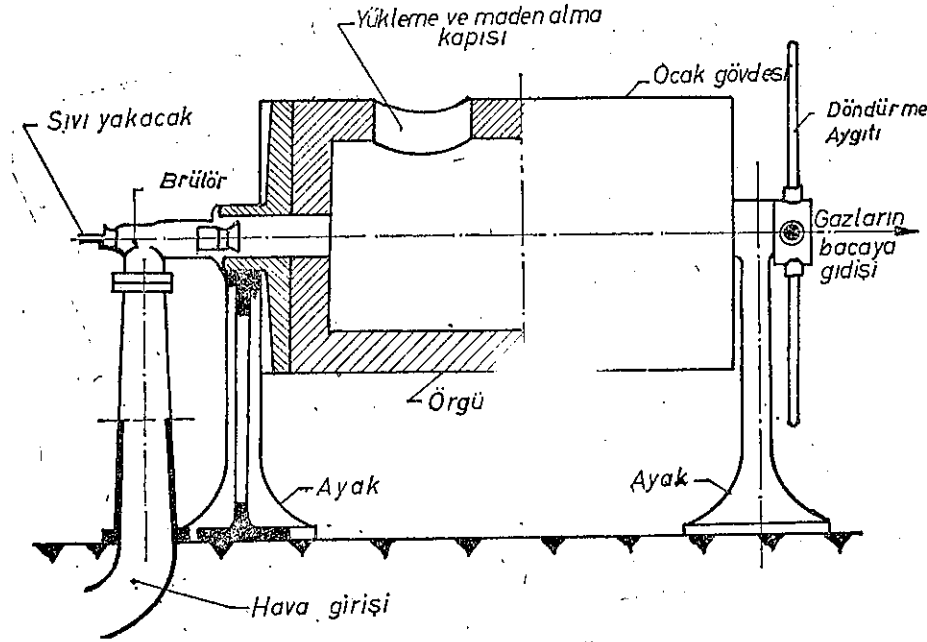
### a) ERGİTME OCAKLARI :

Bakır alaşımlarının ergitilmesinde ve hazırlanmasında, her çeşit yakacakla ısıtılan, çok değişik tipte ocaklar kullanılır. Bu kitabın 2. cildinin, 4. bölümünde anlatılan ocakların hemen hepsinin bakır alaşımlarını ergiten tipleri vardır. Alev ocakları genellikle bakır alaşımlarının ergitilmesinde ve büyük parçaların dökümünde kullanılırlar. Pota ocakları da çoğunlukla, bakır alaşımları için kururlar. Elektrik ocaklarından özellikle direnç ocakları, bakır alaşımlarının ergitilmesine ayrılırlar. Bu ocakların, bakır alaşımlarının ergitilmesinde kullanılmaları ve çalıştırılmaları adı geçen bölümde anlatıldığı gibidir.

Bunlardan başka, yalnız bakır alaşımlarında kullanılan ocaklar da örnek alınabilir:

### Şarlıye Ocağı :

Şekil 2.6'da görülen Şarlıye ocağı sıvı yakacakla çalışır. Yakacağın



Şekil 2.6 Şarlıye ocağı

alevi madenin yüzeyini yaladığı için, bir alev ocağı tipi sayılabilir. Dönebilir durumda yapılmıştır. Ocak gövdesi silindirik sacdır. İki başı kapaklarla kapatılmıştır. İç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Ocak, şekilde görüldüğü gibi iki tarafından yataklanarak ayaklar üzerine oturtulmuştur. Yatakların orta kısımları boş bırakılmıştır. Bunlardan birine brülör yerleştirilmiştir. Diğerinden yanmış gazlar çıkmaktadır.

Ocak başlarının açılabilmesi onarımı çok kolaylaştırır. Ocağın astarı harç ile döğülecekse, uygun ölçüde bir silindirden yararlanılır. Tuğla ile örülmüşse, yıpranan tuğlaların değişmesi kolay olur.

Ergiyecek madenin yüklenmesi ve sıvı madenin potalara alınması için, gövde üzerine bir kapak yapılmıştır. Sıvı yakıt brülöre yukarıdaki bir depodan gelir. Basınçlı havanın yolu aşağıdadır. Ocağa yüklenen maden, brülörden püsküren yakıtın yanması ile oluşan ısıyla ergir. Ergime sırasında, ocak beş altı defa sağa sola döndürülür. Bu döndürme, ancak madeni oynatabilecek kadardır. Bu şekilde ergimenin kolaylaşmasına yardımcı olunur. Bu ocakta yakacağın alevi madenin bileşimini etkileyebilir.

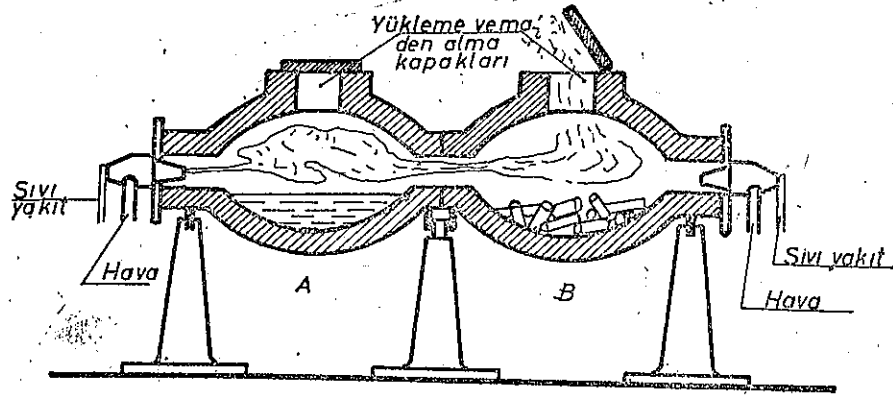
Maden ergiyince, hava ve yakıt kesilerek yanma durdurulur. Ocak hafifçe yana eğilerek madenin üzeri temizlenir. Maden kontrol edilir. Gerekli işlemler yapılır. İstenirse bir daha ısıtmaya devam edilir. Maden hazır olunca, gövde üzerindeki yüklenme ve döküm kapısından potalara alınır. Bunun için, ocak yan taraftaki kaldırma sistemi yardımı ile iyice yana eğilir. Ocaktaki maden tamamen potaya alınır. Ocağın temizlenmesi için, kapak tamamen alta çevrilir. Tekrar yakma ile curuf ve pislikler eriyerek dışarı akar. Ocak yeniden döküme hazırlanır.

Şarlıye ocağında 100 Kg. bakır ergitmek için: 15-18 litre; 100 Kg. bronzu ergitmek için: 10-15 litre yakıt gerekmektedir.

Bu ocaklar homogen alaşımlar verirler. Büyük tipte olanları tekerlekler üzerine alınırlar. Bunlara bir volan ile kumanda edilir.

### Rokvel Ocağı :

Bakır alaşımlarının ergitilmesinde kullanılan bu ocak da bir alev ocağı sayılır. Öncekinde olduğu gibi alev madeni yalamaktadır. Ocak, şekil 2.7'de görüldüğü gibi iki bölümden meydana gelir. Bu bölümler, yumurtaya benzer biçimde sac gövdelerdir. İç kısımları ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Ocak, şekilde görüldüğü gibi ayaklar üzerinde yataklandır.



Şekil 2.7 Rokvel ocağı

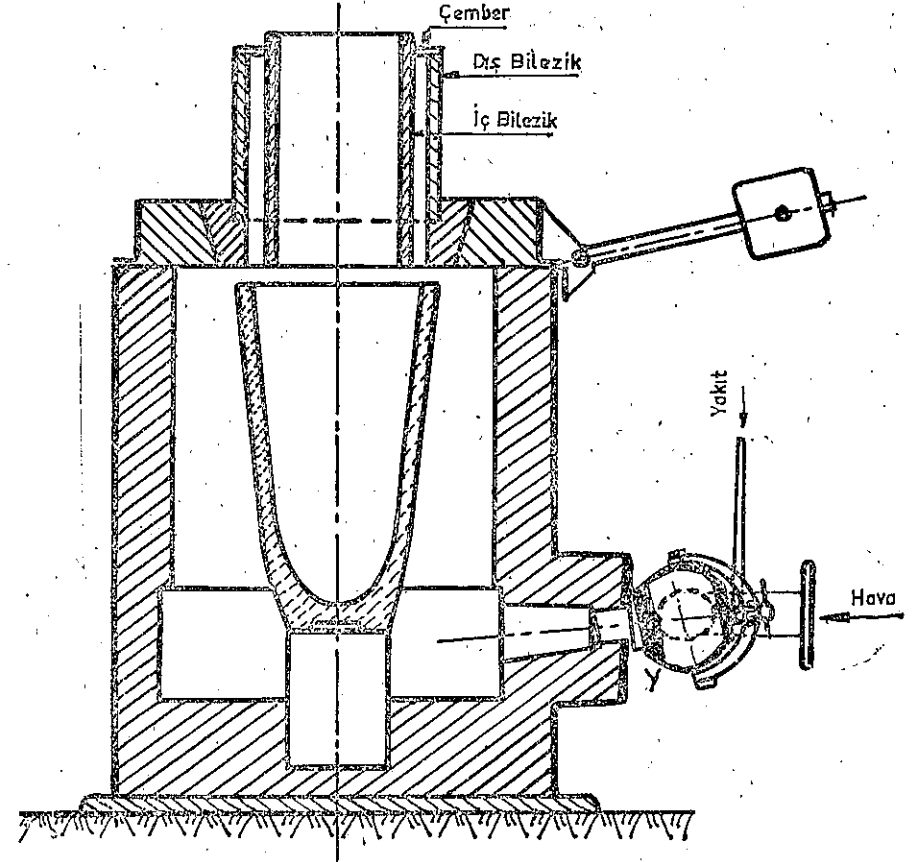
nlmiştir. Baş taraftaki yataklar içine brülörler yerleştirilmiştir. Ocağın iki bölümü ayrı ayrı devrilebilir. Ayrı ayrı yüklenip ergiyen maden ayrı ayrı boşaltılabilir. Ocağın iki bölümü orta yatak içindeki boğaz ile birbirine bağlıdır. Her iki bölüm üzerinde, yükleme ve döküme yarayan kapaklar vardır. Bölümler sıra ile çalışırlar. Başlangıçta iki bölüm yüklenir. Bir tarafın brülörü çalışır. Çalışan tarafın kapağı kapalı, diğer tarafın kapağı açık durur. Bazı ocaklarda, yükleme kapaklarının üzerine, küçük gaz çıkarma delikleri açılmıştır. Bu şekildeki ocaklarda kapak kapalı durur. Gazların çıkması için, yalnız gaz deliği açık kalır. Çalışan tarafın brülöründen çıkan alevin verdiği ısı ile o bölümdeki maden ergir. Gazlar boğaz yolu ile çalışmayan taraftan dışarı çıkarken oradaki madenleri ısıtırlar. Maden ergiyip istenen sıcaklığa ulaşınca, yanma durdurulur. Ocağın bu bölümü eğilerek maden temizlenir ve potalara alınır. Boşalan kısım eski durumuna getirilir. Yeniden soğuk maden ile yüklenir. Bu defa diğer bölümün brülörü çalıştırılır. Önceden ısınmış olan madenin ergitilmesine geçilir. Bu ergime sırasında, diğer bölüme yüklenen soğuk maden ısınır. Çalışma bu şekilde sıra ile yürütülür.

Bu ocakların yararları, sıcak gazları kullanmaktır.

Dağa çok piring ergitmede kullanılan bu ocaklar, 300 Kg. ile 1,5 tonluk olurlar. Bu miktar ocağın bir bölümüne aittir.

### Talaş ergitebilen pota ocağı :

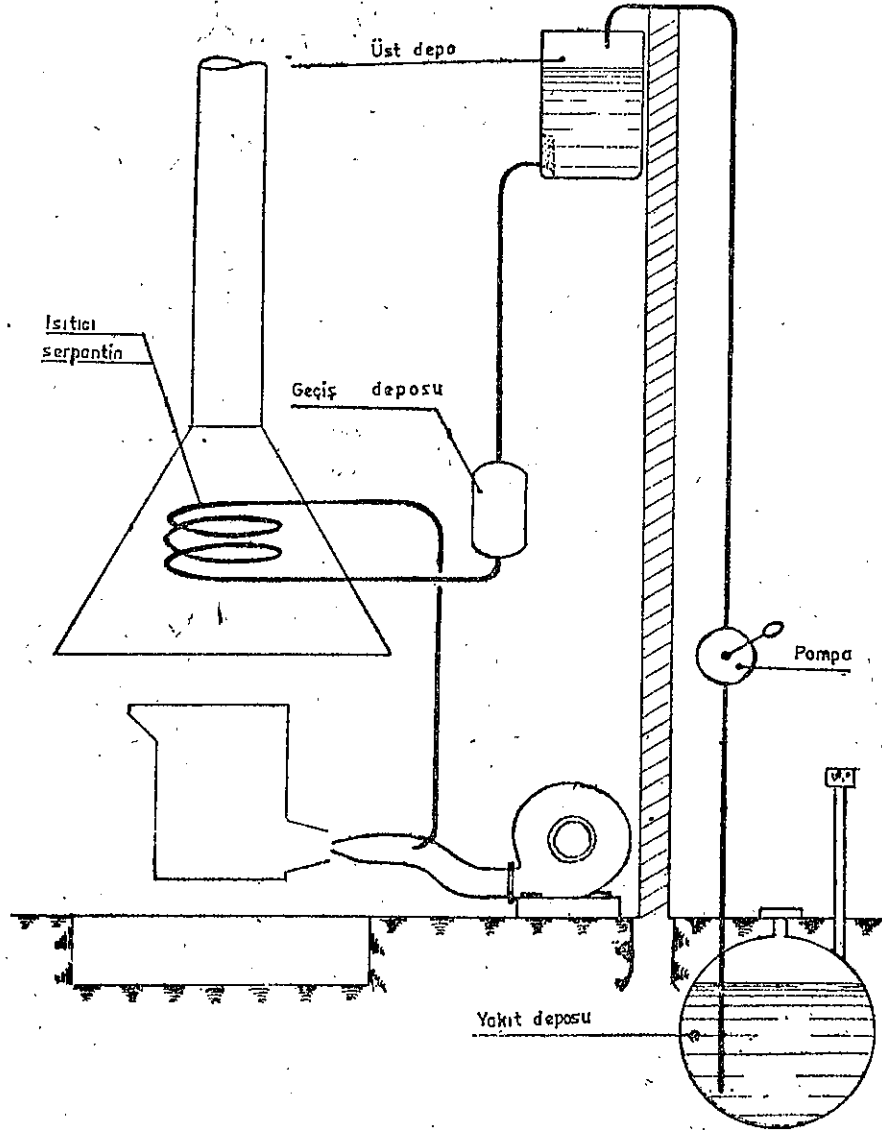
Şekil 2.8'de görülen pota ocağı sıvı yakıtla çalışır ve piring talaşlarının ergitilmesine elverişlidir. Potanın üst kısmına iki bilezik konmuştur.



Şekil 2.8 Talaş ergiten pota ocağı

Bu bilezikler ısıya dayanıklı tuğla gereçlerinden veya grafitten yapılırlar. Ocağın diğer kısımları normal pota ocağının aynıdır. Çalışması da benzer şekilde olur. İçteki bileziğin içine doldurulan maden, burada ısınarak pota içine iner. Ergimesi kolaylaşır. Bu kısma talaşlar doldurulduğu zaman, iki bilezik arasını kapatan çember alınır. Alevler iki bileziğin arasından geçerek talaşların yanmadan ergitilmesine yardım eder. Talaş ergitmeler dışında, bu çember kapalı tutulur.

Şekil 2.9'da sıvı yakıt ile çalışan bir pota ocağının kuruluş düzeni görülmektedir. Sıvı yakıt, yakıt deposundan üst depoya pompa yardımı ile çıkarılır. Buradan kendi ağırlığı ile ara depoya gelir. Oradan geçerek davlumbaz içindeki serpantinde dolaşır ve brülöre iner.



Şekil 2.9 Bir pota ocağı kuruluşu

## b) ERGİTME POTALARİ :

Dökümcülükte kullanılan potaları iki bölüme ayırmış, birine "Taşıma Potaları" diğerine "Ergitme otaları" adı verildiğini söylemiştik. Bunlardan "Taşıma Potaları"na daha önce (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 2, Bölüm: 6) anlatmıştık. Burada "Ergitme Potaları" ele alınacaktır.

Pota ocaklarında, içine maden ve alaşımlar konarak ergitilen kaplara "Ergitme Potaları" denir. Ocaktaki yerine oturtulan potanın içine ergitilecek olan maden doldurulur. Etrafından gelen ısı ile pota içindeki maden ısınarak ergir. Pota içinde sıvı hale gelen maden, ya kepçelerle alınarak kalıplara dökülür veya pota ocaktan çıkarılarak döküm potadan yapılır. Bu durumda, ergitme potası aynı zamanda taşıma potası görevi de yapmış olur.

Ergitilen madenin cinsine ve döküm sıcaklığına göre değişik gereçlerden potalar yapılır. Potaları, yapıldıkları gerece göre üç bölüme ayırabiliriz:

- I — Madensel potalar,
- II — Grafit potalar,
- III — Silisyum karbür (Karborundum) potalar.

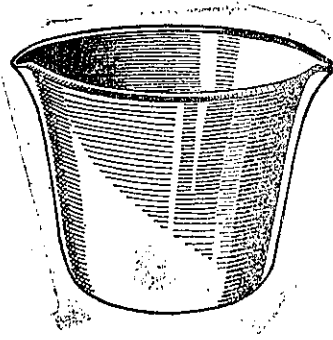
### I — Madensel Potalar :

Bu potalar genellikle demir alaşımlarından yapılırlar. Ergitme sıcaklığı düşük olan maden ve alaşımların ergitilmesinde kullanılırlar. Bunları, yapılarına göre üçe ayırabiliriz:

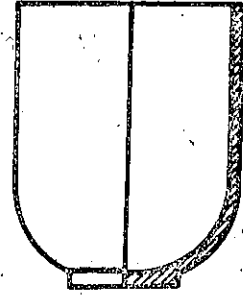
- 1) Sac potalar,
- 2) Dökme demir potalar,
- 3) Çelik döküm potalar.

1) **Sac potalar :** Bunlar, 4-6 mm. lik çelik saclardan pres edilerek veya kıvrılıp kaynak edilmek suretile yapılırlar. Şekil 2.10. Isı iletkenlikleri iyidir. Çoğunlukla magnezyum ve alaşımlarının ergitilmesinde kullanılırlar.

2) **Dökme demir potalar :** Bunlar, dökümcülerin kendilerinin döküm yoluyla yaptıkları potalardır. Şekil 2.11. Bu potalar diğerlerine göre ekonomik olurlar. Isı iletkenlikleri iyidir. Kalay, kurşun, alüminyum, v.b. maden ve alaşımların ergitilmesinde kullanılırlar. Ancak ağırlıklarının fazlalığı yüzünden, ocaktan çıkarılmaları çok zor olur. Bu potalarda ergitilen maden, kepçelerle alınarak kalıplara dökülür. Bunun için, bu şekilde dökülebilecek parçalarda kullanılırlar.



Şekil 2.10 Sac pota

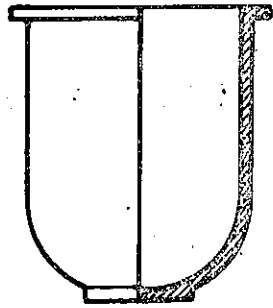


Şekil 2.11 Dökme demir pota

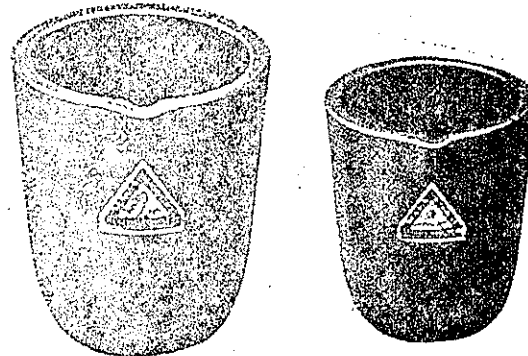
3) Çelik döküm potalar : Isıya dayanıklı çelikten dökülürler. Şekil 2.12. Dökme demir potalara göre daha çok ergitme yaparlar. Bunlar da ocaktan çıkarılmazlar. Kokil ve kum kalıplara keçelerle döküm yapmağa elverişlidirler.

#### II — Grafit Potalar :

Arı grafit ve ısıya dayanıklı kil karışımından yapılırlar. Şekil 2.13'de iki boy grafit pota görülüyor. Pota ocaklarında ergitilebilen bütün maden ve alaşımların ergitilmesinde kullanılabilirler. Dolu halde iken ocaktan çıkarılabilirler. Madensel potalara göre daha çok ergitme yaparlar. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olurlar. Bu potalarla istenilen alaşımlar yapılabilir.



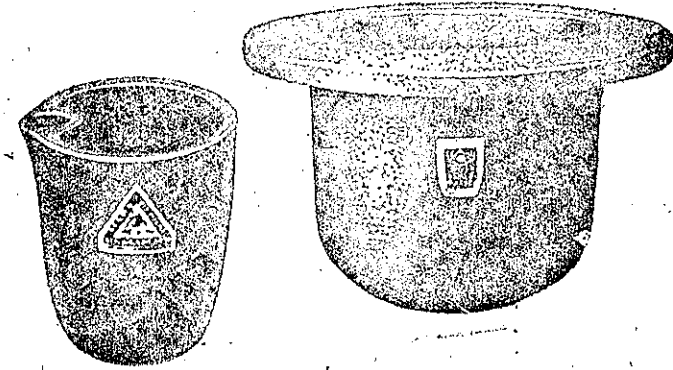
Şekil 2.12 Çelik döküm pota



Şekil 2.13 Grafit potalar

Her cins yakacakla çalışan, sabit ve hareketli ocaklarda kullanılmaya elverişlidirler. Değişik şekilleri vardır.

Şekil 2.14'de değişik pota şekillerinden örnekler gösterilmektedir.

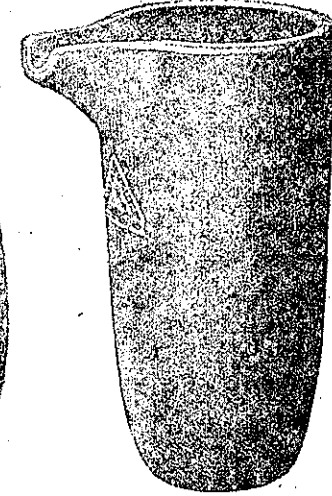


Sifonlu pota

Flanşlı pota



Darağızlı pota



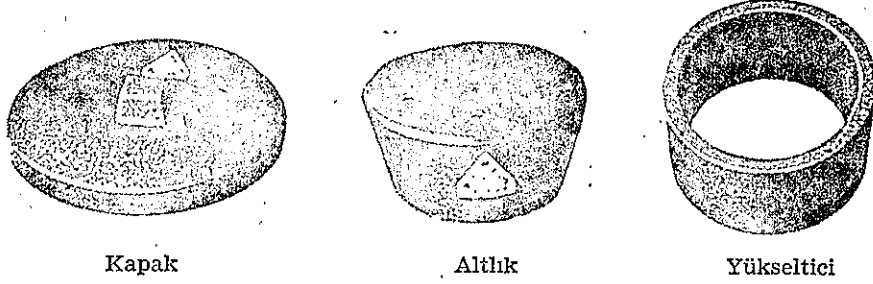
Oluklu pota

Grafit potalar, alabilecekleri sıvı maden miktarına göre yapılır ve numaralandırılırlar. Pota üzerindeki her numara, Kg. cinsinden alacağı sıvı maden miktarını gösterir. Bu miktar, pirinç veya bronza göre alın-



mıştır. Örneğin, 80 numara bir grafit pota, sıvı olarak 80 Kg. bronz veya pirinç alır. (1) numaradan, (1100) numaraya kadar grafit pota vardır. Özel işler için daha küçükleri de yapılır. Tablo 2.1'de grafit potaların numara ve ölçüleri verilmiştir.

Grafit potalarda ergitme kolaylığı sağlamak, yanma ve oksitlenmeyi önlemek için şekil 2.15'de görülen kapak, altlık, yükseltici, v.b. yardımcı parçalar kullanılır.



Şekil 2.15 Potalara yardımcı parçalar

Tablo 2.1 Grafit potaların numara ve ölçüleri

Numarası	Dış ölçüleri (mm.)			Dış ölçüleri (mm.)			
	Yükseklik	Üst çap	Alt çap	Numarası	Yükseklik	Üst çap	Alt çap
6/0	29	25	19	30	230	230	160
5/0	35	32	25	35	300	240	170
4/0	51	41	29	40	310	260	190
3/0	54	48	32	45	325	265	190
2/0	57	51	35	50	330	270	195
0	70	60	41	60	345	285	200
1/2	80	70	43	70	360	295	205
1	90	80	55	80	375	305	215
1 1/2	100	95	60	90	380	315	225
2	110	102	65	100	400	325	230
3	130	110	70	110	405	335	238
4	140	115	75	120	410	345	245
5	150	125	85	130	420	350	250
6	165	130	90	150	450	370	260
7	175	140	95	175	480	380	270
8	180	155	110	200	500	400	285
9	185	160	115	250	515	420	300
10	200	160	115	300	540	440	315
12	210	170	120	350	550	475	330
14	220	175	120	400	600	500	340
15	230	180	120	500	650	510	350
16	230	185	125	600	680	530	360
18	240	195	130	800	800	560	380
20	255	200	140	1000	820	635	420
25	260	220	150	1100	1100	600	380

### III — Silisyum Karbür (Karborundum) Potalar :

Dirençli elektrik ocaklarında silis ve kok karışımı 1600 - 2700 °C. arasında 36 saat ısıtılırsa silisyum karbür (SiC) elde edilir.

Silisyum karbür elmastan sonra en sert ve ısıya dayanıklı bir madde dir. Grafit potalarda olduğu gibi, bağlayıcı madde ile karıştırılarak pota yapımında kullanılır.

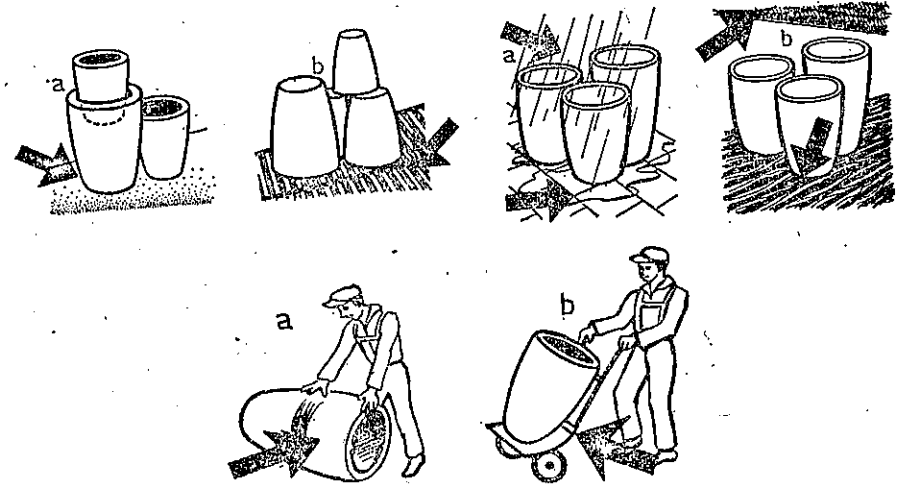
Silisyum karbür potalar ısıyı, grafit potalara göre daha iyi iletirler. Dayanıklılıkları da iyidir. Bunlarla daha çok ergitme yapılır. Fakat pahalıdır.

Ergitme potalarında aranan özellikler şunlardır:

- 1) Yüksek ısıya dayanım,
- 2) İyi ısı iletkenliği,
- 3) Yüksek sıcaklıkta mekanik dayanım,
- 4) Ocak ortamına (atmosferine) dayanım,
- 5) Flâks'ların etkilerine dayanım,
- 6) Hafiflik,
- 7) Çok az ısıl genişleme,
- 8) Fiyatının düşük olması.

### Potaların korunması :

Özellikle grafit ve silisyum karbür potalar pahalı ve kırılabilir dökümcü takımlardır. Bunlar, rastgele yerlere konmamalı ve kapalı, nemsiz yerlerde saklanmalıdırlar. Ağaçtan iskaralar ve raflar üzerine konmalı, içiçe geçirilmekten kaçınılmalıdır. Taşınmaları özenle yapılmalıdır. Şekil 2.16'da (a) lar yanlış, (b) ler doğrudur.



Şekil 2.16 Potaların korunma şekilleri (a) yanlış, (b) doğru.

### Grafit potaların ilk ergitmeye hazırlanması :

Potalar yapımlarından kullanılmalarına kadar geçen süre içinde, çesitli nedenlerle nem almış olabilirler. Eğer nem uzaklaştırılmadan ergitme yapılırsa, pota patlar ve kırılır. Bunun için potalar önce tavllanır, ondan sonra ergitme yapılır. Tavlama için, varsa sıcaklık kontrolü yapılabilen bir fırında (örneğin elektrik fırınında) yavaş yavaş 1000 °C. ye kadar çıkarılır. Yine aynı şekilde yavaş yavaş soğutulur.

Bu tavlamanın yapılması için tav fırını yoksa, bu işlem aşağıdaki gibi pota ocağında yapılır.

Pota ocağına yerleştirilir ve en az 30 dakikada, kızıl dereceye (850 - 900 °C.) çıkarılır. Ondan sonra madenler yüklenerek ergitmeye geçilir.

### e) OCAK TAKIMLARI :

Demir olmayan maden ve alaşımların ergitilmesinde alev ocakları, pota ocakları, elektrik ocakları, v.b. kullanılmaktadır. Her ocağın kendine özgü takımları vardır. Burada, ençok ergitme yapılan pota ocaklarında kullanılan takımlar, kısaca tanıtılacaktır.

Bunlar şöyle sıralanabilir:

- 2) Temizler,
- 3) Daldırma kevgirleri,
- 4) Kıskaçlar,
- 5) Kavramalar,
- 6) Kepçeler,
- 7) Emniyet takımları.

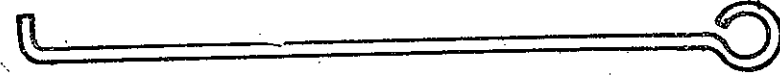
### 1 — Baralar :

Pota ocaklarında, genellikle kalın ve ince olmak üzere iki çeşit bara kullanılır:

Kalın baralar, 30 mm. çapında çelik çubuklardan yapılır. Ender olarak kare ve altıköşe kesitli çubukların kullanıldığı da görülür. Baraların boyları 150 - 175 cm. dolayındadır.

Bu baralar kokla çalışan ocaklarda, curufların kırılması ve kokun yerleştirilmesinde, diğer ocaklarda ise ocak tabanına dökülen maden ve curufların temizlenmesinde kullanılırlar.

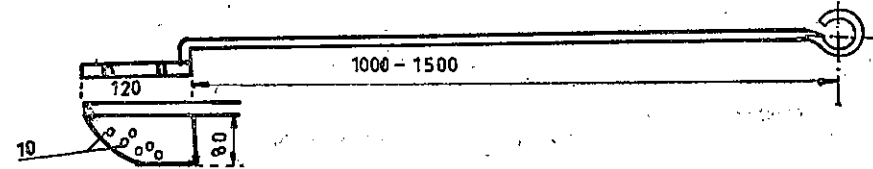
İnce baralar çapları 12 mm. dolayındaki çubuklardan yapılırlar. Boyları 150 cm. dolayındadır. Şekil 2.17 de görüldüğü gibi bir ucları kıvrılmış ve diğer ucları sap şekline getirilmiştir. Ocağın çalışması sırasında, kapak ve davlumbazın açılıp kapatılmasında, potaya maden ilâvesinde ve ergimiş madenin kontrolünde, ayrıca döküm yapılırken hava alma işlemlerinde kullanılırlar.



Şekil 2.17 Bir ince bara

### 2 — Temizler :

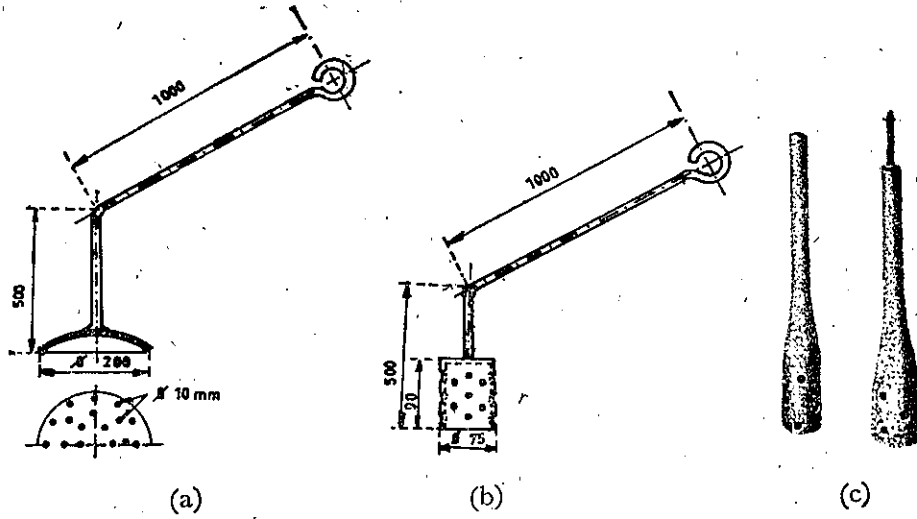
Yaklaşık 150 cm. boyunda 12 mm. lik çubuk demirin uç kısmı şekil 2.18'de görüldüğü gibi sap olarak bükülür. Diğer ucuna 120 x 80 x 10 mm. lik bir lâma kaynatılır. Lâmanın köşesi, potanın iç kenarına uyacak şekilde yuvarlatılmış ve 10 mm. lik birkaç tane delik açılmıştır. Ergitme ve temizleme sırasında meydana gelen curufların temizlenmesinde kullanılırlar. Üzerindeki delikler, temiz üzerinde maden kalmamasına yardım eder.



Şekil 2.18 Temiz

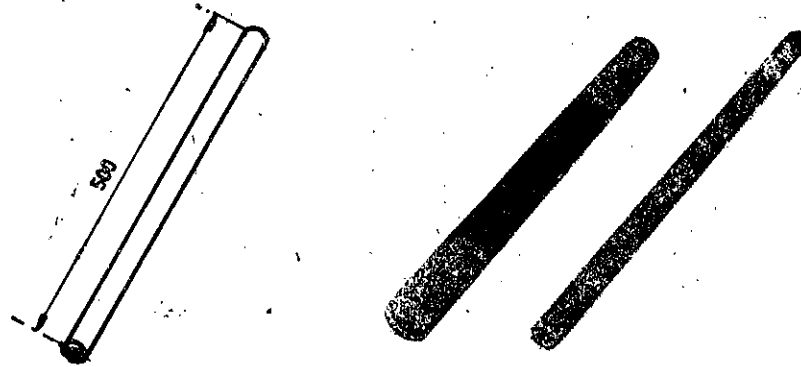
### 3 — Daldırma kevgirleri ve borular :

Maden ve alaşımlar, alınan bütün önlemlere rağmen ergitilmelerinde, içlerine gaz emerler. Bu gazların dışarı atılabilmesi için, temizleme flâksları kullanılır. İşte bu temizleme flâksları, sıvı madenin içine, potanın alt kısmına, daldırma kevgirleri ile batırılabilirler. Şekil 2.19 da değişik daldırma kevgirleri görülmektedir. (a) da küre parçası biçiminde, (b) de silindirik daldırma kevgirleri vardır. (c) deki aygıt ise grafiten yapılmıştır.



Şekil 2.19 Daldırma kevgirleri

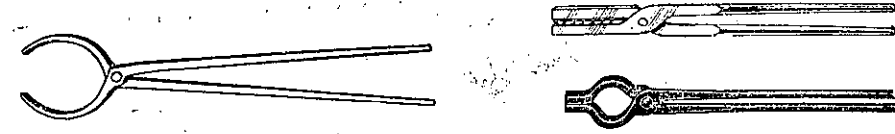
Ergitilen madenin temizlenmesinde gazlar (flor, klor, v.b.) kullanılıyorsa, bu gazları sıvı maden içine verebilmek için, borular kullanılır. Borular şekil 2.20 de görüldüğü gibi çelikten veya grafitten yapılmaktadır.



Şekil 2.20 Çelik ve grafit borular

#### 4 — Kısaçlar :

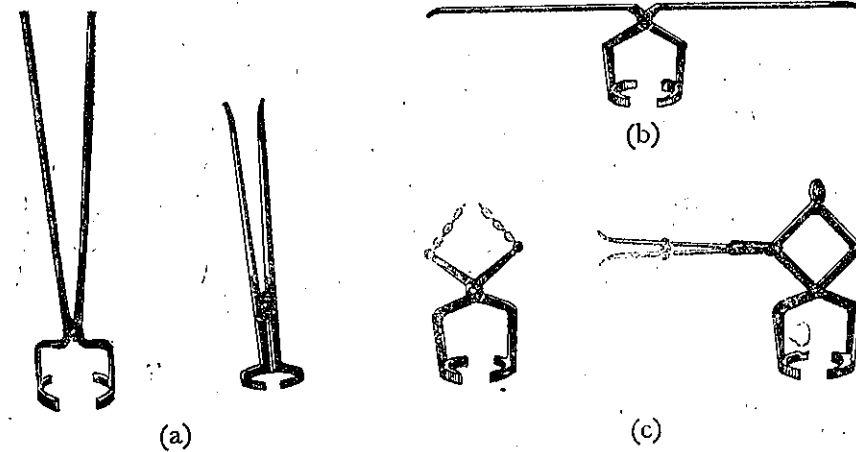
Ergitme sırasında potaya maden konurken kullanılırlar. Ayrıca, kolla çalışan ocaklarda döküm sonrası, ocağın söndürülmesi için iskaraların çıkarılması kısaçlarla yapılır. Şekil 2.21 de değişik kısaçlar görülüyor.



Şekil 2.21 Kısaçlar.

#### 5 — Kavramalar :

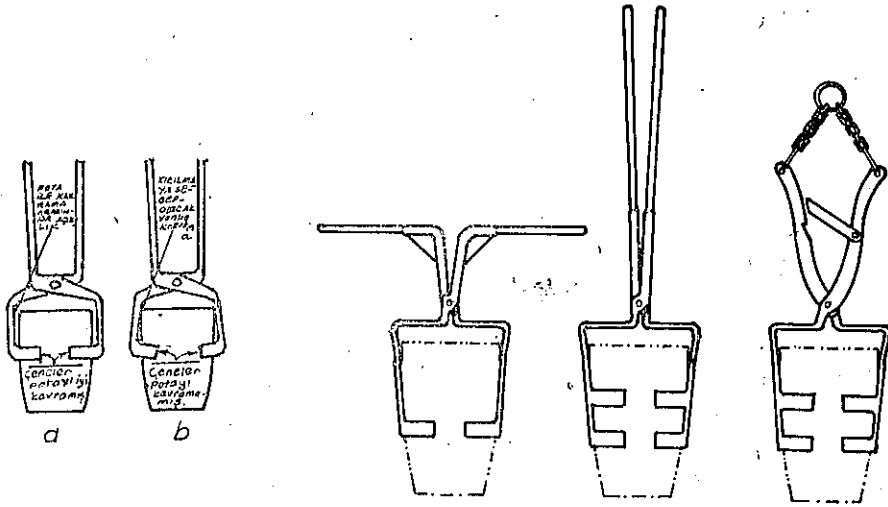
Sabit pota ocaklarında yapılan ergitmelerde, potanın ocaktan çıkarılması için kullanılırlar. Çıkarılacak potanın numarasına yani büyüklüğüne göre değişik kavramalar vardır. Şekil 2.22 de çeşitli kavramalar görülmektedir. (a) daki kavramalar (25) Kg. a kadar maden alan potaların çıkarılması içindir. Bir kişi tarafından kullanılırlar. (25 - 100) Kg. a kadar maden alan potalar (b) deki kavrama ile çıkarılır. İki veya daha çok kişi tarafından kullanılır. Daha fazla maden alan potalar, (c) de görülen kavramalarla ocaktan çıkarılırlar. Bunlar için kaldırma aygıtlarından yararlanılır.



Şekil 2.22 Çeşitli kavramalar

Kavramalar yuvarlak veya profil çelik çubuklardan yapılmış bir kol ve yine çelik lâmadan yapılmış çeneden meydana gelir. Çeneler tekli çiftli olabilir. Potayı tam yüzey teması yapacak şekilde kavramalıdır. Kavra-

ma kolu pota ağzına dokunmamalıdır. Şekil 2.23 de (a) doğru, (b) yanlıştır. Şekil 2.24 de tek çeneli bir kavrama yanında çift çeneli kavramalar görülmüştür.

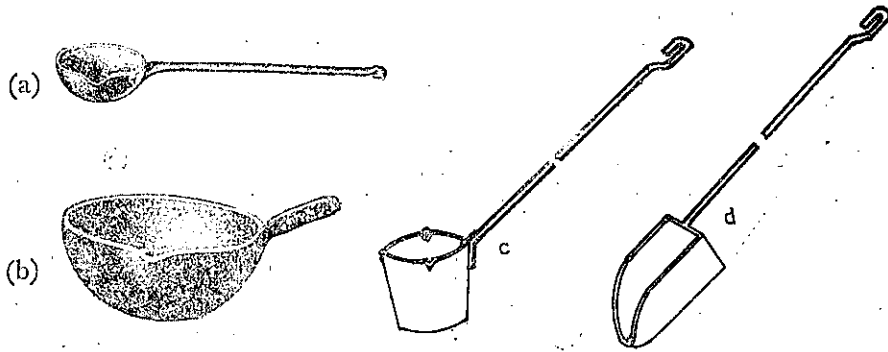


Şekil 2.23 Kavramanın tutuluşu

Şekil 2.24 Çift çeneli kavrama

#### 6 — Kepçeler :

Ergitilen madenin potadan alınıp kalıplara dökülmesinde, temizleme flâkslarının ve ergitilecek talaşların potaya konulmasında kullanılan ocak takımlarıdır. Çelik sacdan veya grafitten yapılırlar. Şekil 2.25 de (a) flâks keçesi, (b) grafit keçesi, (c) sac keçesi, (d) talaş keçesi görülmektedir. Bunların farklı biçimleri de olabilmektedir.



Şekil 2.25 Çeşitli keçeler

#### 7 — Emniyet takımları :

Bunlar, ocakçının ergitme sırasındaki emniyetini sağlamak için kullanıldığı önlük, gözlük, eldiven, tozluk, v.b. takımlar ve gereçlerdir. Deri, keçe ve aspesten yapılanları vardır. Gözlüklerin ergitilen madene göre renkli veya beyaz camlı olanları kullanılır.

#### Ocak takımlarının astarlanması:

Ergitme ve döküm sırasında, sıvı madene değen çelikten yapılmış takımların astarlanması gerekir. Astarlanmadan kullanılan (bara, temiz, v.b.) takımlardan ergitilen madene demir geçebilir. Astarlama gereci olarak, özellikle alüminyum, magnezyum ve alaşımlarında aşağıdaki karışım kullanılır.

200 Gr. kil; 75 Gr. talk.

200 " sodyum silikat (cam suyu); yeteri kadar su.

Bu karışım boza kıvamına getirilir. Fırça ile takımların madene değen kısımlarına sürülür. İstenirse, daha sulandırılıp püskürtme yolu ile kaplama yapılabilir.

Astarlanan takımların yavaş yavaş kızıl dereceye kadar tavlantıları gerekir.

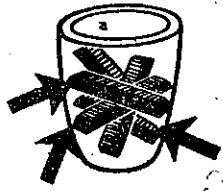
Bakır alaşımlarında, yukarıdaki karışıma grafit ve silis unu da katılabilir.

#### d) ERGİTMENİN YÖNETİMİ :

Bakır alaşımlarının ergitilip dökülmesinde kullanılan ocaklar, gereksinmelere göre seçilir ve yerleştirilirler. Döküm ocakları bölümünde (Genel Dökümcülük Bilgisi, Cilt: 2, Bölüm: 4) verilen bilgi ve teknikler göz önünde tutulur.

#### Madenlerin yüklenmesi:

Madenler yüklenmeden önce pota çok iyi temizlenir ve parlak kırmızı renge kadar ısıtılır. Bu şekilde madenin oksitlenme ve gaz emmesi sınırlandırılır. Gerekli görüldüğü zaman flâks'ın bir bölümü konur. Pota dibine, ergimeyi kolaylaştırmak için, ince ve küçük parçalar yerleştirilir. Külçeler ve büyük parçalar, bunların üzerine yüklenir. Külçelerin yüklenmesinde, düzenli sıralamaya dikkat edilmelidir. Parçaların ısınma ile genişmesinde potalar zorlanmamalıdır. Şekil 2.26 da (a) yanlış, (b) doğrudur. Madenler pota içine atılmamalıdır. Bir kışkaç ile hafifçe bırakılmalıdır. Şekil 2.27.



Şekil 2:26



Şekil 2:27

### Ergime :

Bütün maden potaya yüklenince, bazen pota üzerine bir yükseltici bilezik konur. Bileziğin üzeri bir kapakla kapatılır. Bu kapak genellikle eski bir pota dibi olur. Bu şekilde, alevlerin ergiyen madene değmesi önlenir.

Ergitmede kullanılan temiz, kepçe, bara, v.b. gibi takımlar, alev üzerine konarak ısıtılırlar.

Maden ergiyince, üzerine ikinci parti flaks örtülür. Temizleme yapılarak bir süre daha ısıtmaya devam edilir. Flaks kullanılmadığı zaman, madenin yüzeyi yanık kum veya odun kömürü ile örtülür. Aşım sıcak iken temizlenir, oksidi (fosforlu bakır ile) giderilir. Dalgalandırma yapmadan karıştırılır. Biraz daha ısıtılarak temizlenir ve dökülür.

Ocağa üflenen hava çok önemlidir. Kok kömürü yüklenince, karbon monoksit gazı oluşması ile gazojen gazı meydana gelir. Ergime devam ederken, kok aşağı iner, kalınlığı azalır. Oksijen çoğalınca yanma ile normal duruma dönüşür. Birçok dökümcüler havanın üflenmesinde şunları önerirler:

— Kok kalınlığının hava geçişine karşı direncini yenmek ve oluşan karbon monoksit gazını yakmak için, yüksek basınçlı (en büyük debi) hava üflenmeli;

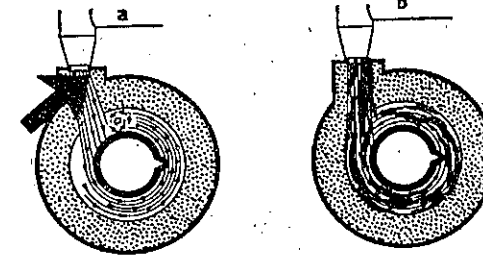
— Alevlerin, renklerinin soluklaşarak boylarının kısılması ile oksitleyici ortam oluşur. Kusursuz yanmanın devamını korumak için, hava debisi azaltılmalı;

— Bir defa yüklenen kok, ergimeyi sonuçlandırmaya yetmediği için, azalan kok yerine yenisi yüklenir. Ancak, kokun yüklenmesi sırasında, madenin soğumasına meydan verilmemelidir. Yükleme aralıklarında havanın debisi ayarlanmalıdır.

Potaya yeni maden yüklenmesinden, elden geldiği kadar kaçınılmalıdır. Bunun için, pota üzerine konan yükseltici bilezikten yararlanır. Potayı dolduracak kadar maden bu bilezik içine konarak bütün madenin yüklenmesi sağlanır.

Akaryakıtla çalışan pota ocaklarında oksitleyici, redükleyici, veya nötr (tarafsız) ortam, brülörden gelen alevin azaltılıp çoğaltılması ile ayarlanır.

Şekil 2.28 de alevin potaya teğet gelişi gösteriliyor. (a) da alev potaya çarpmaktadır. Bu şekilde pota erken yıpranabileceği gibi çalışma da tam olmaz. (b) de görülen durum doğrudur.



Şekil 2.28 Alevin ocağa girişi

### İyi bir çalışma için önlemler :

- Maden ancak, sıcak potaya yüklenmeli;
- El takımları (temiz, bara, kepçe, v.b.), madene soğuk olarak kesinlikle daldırılmamalı; patlama yaparak kazalara neden olabilir.
- Ergimenin başlangıcından başlayarak maden korunmalıdır. Flaks'lar, ağaç kömürü, yanık kum, v.b. den yararlanır.
- Sıvı maden tam tavında dökülmeli; ocakta bekletilmemeli;
- Maden, ocaktan taşıma potalarına alınacaksa, bu potalar çok iyi ısıtılmalı; aktarma ve döküm yüksekten yapılmamalı.

Bu önlemlerle aşağıdakiler sağlanır:

- Homogen bir sıvı maden elde edilir;
- Oksitlenmeler enaza indirilmiş olur;
- Yeterli sıcaklıkla beraber başarılı döküm parçalar elde edilir;

— Elde edilen sıcaklıklar aşağıdaki gibi olur:

Pirinçler	950 — 1000 °C,
Bronzlar (% 10 luk)	1150 °C,
Bronzlar (% 16 - 18 lik)	1080 °C.

Pirinçlerin dökümünde madenin tavi fazla yükseltmemelidir. Sıcaklık ölçülmesinde pirometreler kullanılır. Çünkü, çinko oksidi maden yüzeyini görmeyi zorlaştırır. Bronzlar, kaynama durumuna getirilerek dökülürler.

#### **Basınçlı dökümde özel durum :**

Basınçlı döküm yöntemi, bakır alaşımlarında pirinçlere uygulanır. Burada iki ocak kullanılması söz konusudur.

— Alaşımın ergitilmesi için bir ocak kullanılır.

— Basınçlı döküm makinasının yanında, bir sıvı maden bekleme ocağı bulunur.

Birinci ocakta ergiyen alaşım, bekleme ocağına aktarılır. Buradan kepçe ile alınarak basınçlı döküm makinasının kalıbına dökülür. Bekleme ocağının potası genellikle madensel olur.

#### **Külçelere döküm :**

Külçe kalıpları ergitme ocakları dolayına, fakat bunlara çok yakın olmayan yerlere yerleştirilir. Özellikle büyük ergitmelerde, dipten boşaltılan potalarla ocaktan alınan maden, bu külçe kalıplarına taşınarak dökülür.

Yeni yapılan alaşımlar, artıklar ve küçük parçaların ergitilmesinden elde edilen sıvı madenler külçe durumuna getirilirler.

#### **e) ERGİTMEDE SIVI MADENİN KORUNMASI :**

Ergitmede madenin korunması için flaks'lar (koruma maddeleri) kullanılır. Bunların amaçları üç şekilde açıklanabilir:

- Ergime sırasında madenin oksitlenmeye karşı korunması;
- Kirlenmiş olan madenin arıtılması;
- Ender durumlarda, bileşimin etkilenmesi.

Pirinçlerde sıvı madenin üzerine yanmış kum veya ağaç kömürü atılarak çinkonun oksitlenmesi önlenir. Madenin üzerinde oluşan katman hava ile karşılaşmayı keser. Bu yöntem bazen bronzlarda da uygulanır.

Sıvı madenin üzerinde toplanan curuf ve pisliklerin temizlenmesi ve karıştırma işlemleri, özel olarak yapılmış olan ocak takımları ile gerçekleştirilir.

Madenin korunmasına yardımcı olmak için, madenin ergitme süresi kısa olmalı ve döküm çabuk yapılmalıdır. Böylece, oksitlenmeye elverişli süre kısaltılmış olur.

Alaşımların arıtılması için, alev ocaklarında bilinen, ağaç sokma yöntemi uygulanır. Pota ocaklarında bu işlemin uygulanması çok zor olduğu için, flaks'lar kullanılmakla yetinilir.

Bir temizleyicide aşağıdaki özelliklerin olması istenir:

- Katılacak miktarın tayininin kolay olması,
- Pislikleri çabuk yok etmesi,
- Reaksiyonların tersine dönme tehlikesi olmaması,
- Curuf ile maden kaybı yapmaması,
- Temizlemede bir örtü görevi yapabilmesi,
- Alaşıma zararlı ve bileşimi bozabilecek hiçbir element getirmemesi,
- Kolay kullanılabilmesi,
- Çalışanların sağlığına zarar vermemesi.

#### **f) ERGİMENİN DENETLENMESİ :**

##### **Vezerler ve tartıları :**

Potaya konan madenlerin miktarları ve bileşimlerinin bilinmesi zorunludur. Bunlar, hesaplanarak belirlenirler. Duyarlı tartılarla potaya konurlar.

##### **Ergime :**

Ergime işlemleri dikkatle gözlenir. Madenin sıcaklıkları pirometrelerle ölçülür. Bazı ocaklara sıcaklıkları yazan pirometreler yerleştirilmiştir.

##### **Dökülen parçaların denetlenmesi :**

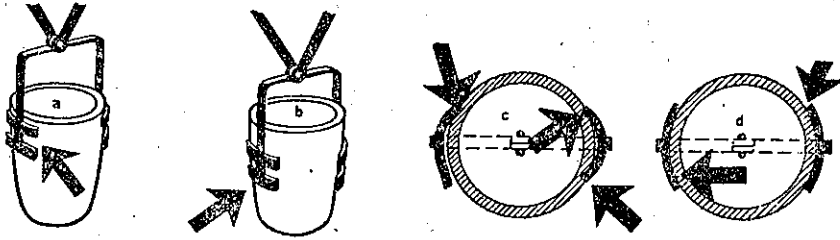
Dökülen parçaların özelliklerinin bilinmesi için, çeşitli deney parçaları hazırlanır. Bu parçaların yardımı ile mekanik deneyler uygulanır. Kimyasal analizler yapılır. Mikroskobik deneyler uygulanır. Özellikle, özel pirinçlerde mikrografik deneylerin hemen uygulanması zorunlu görülür.

Devamlı dökümlerde, deneylerin seri şekilde yapılması yararlı olur. İmalâtın bunlara göre ayarlanması sağlanır. Ancak, bu deneyler parçaların teslimindeki deneyleri ortadan kaldıramaz.

### g) DÖKÜM :

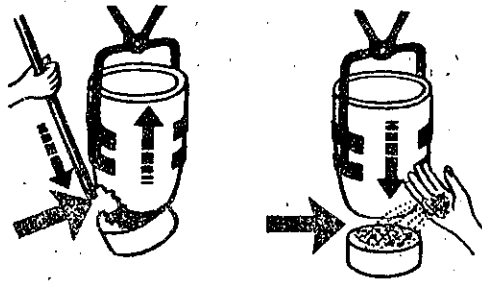
Sıvı maden döküme hazır olunca, pisliklerin temizlenmesi ve bu arada oksitlenmelere meydan verilmemesi gerekir.

Eğer madenin kalıplara dökümü ergitme potası ile yapılacaksa, pota ocaktan çıkarılır ve kalıplara taşınır. Çıkarma işlemi için, kavramalar kullanılır. Kavramaların çeşitleri ve kullanılmaları, ilgili kısımda anlatılmıştı. Pota ocaktan çıkarılır ve taşınırken, kavramalar, potayı ağırlık merkezinin hemen altından, çok iyi sararak tutmalıdır. Tersi durumda potanın kayması ve düşmesi tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.29 da (a) ve (c) yanlış, (b) ve (d) doğrudur.



Şekil 2.29 Kavramanın potayı tutuşu

Potanın, ocak içindeki altlığa yapışmaması gerekir. Eğer yapışırsa, ayrılırken pota dibinden parça koparabilir. Bunun için, pota altlığa oturmadan bir ayırıcı serpilir. Ayırıcı genellikle kok tozudur. Şekil 2.30 ayırıcı serpilmesini ve yapışma halinde pota dibinden parçanın kopuşunu gösteriyor.



Şekil 2.30 Potanın yapışması ve ayırıcının serpilmesi

Ocaktan sıcak olarak çıkarılan potanın, soğutucu hava akımlarından korunması gerekir.

Bazı durumlarda maden, kalıplara taşıma potaları ile dökülür. Temiz maden dökülebilmesi için, sifonlu potalar kullanılabilir. Soğuma ve oksitlenmeyi en aza indirmek için, potalara maden çabuk doldurulmalı ve kalıp yanına götürerek çabuk dökülmelidir. Maden çalkalanmamalıdır.

Maden kalıplara yüksekte dökülmez. Kalıbın yolluğu dolu tutulur. Büyük parçaların kalıplarında, hazneli yolluk havşaları kullanılır. Büyük besleyiciler ekseriya sıcak madenle takviye edilir.

Bazı durumlarda, özellikle küçük parçalarda sıvı maden, ergitme potasından kepçe ile alınarak kalıplara dökülür.

### 2.8 — BAKIR ALAŞIMLARININ HAZIRLANMASI :

Alaşımın hazırlanması çok önemlidir. İstenen özellikte parçaların dökümü için, alaşım elementlerinin sıra ile potaya doldurulması yeterli değildir. Hazırlamadaki işlemler ve iş sıraları, bazı durumlarda bileşimden daha önemlidir.

Genellikle en iyi homogenliğin sağlanması istenir. Bunun için gerekli işlemler alaşımlara göre değişir. Yeni madenlerle hazırlanan alaşımlar, homogenliğin sağlanması için külçelere dökülür.

Alaşımın hazırlanmasında kullanılan ilkel maddeler, arı madenler (elementler), bileşimi bilinen hazır alaşımlar ve hurdalardan meydana gelir. Bileşimi bilinen bronzlar, gereğinde yalnız temizleme maddeleri katılarak kullanılabilirler. Hurdalar: Satın alınan hurdalar, atelye hurdaları (yolluk, çıkıcı, besleyici, bozuk işler, v.b.), kırpıntılar ve talaşlardan meydana gelmektedir. Talaş ve kırpıntılar ergitilerek külçe yapılırlar veya pres edilirler. Hurdaların bir kısmının bileşimleri bilinmektedir. Bilinmeyenler, analiz edilerek bileşimleri tayin edilir.

Bu gereçler, bilinen ambarlama metodları ile gerek ambarına yerleştirilirler.

Bu durumda, alaşımlar yeni madenlerden veya bileşimi bilinen parçalardan hazırlanırlar. Bunların bileşimleri çok iyi bilinmektedir. İstenen alaşım bunlara göre hesap edilir. Katım maddeleri genellikle, önceden hazırlanmış ön alaşımlar şeklindedir.

Preñsip olarak, önce en güç ergiyen maden ergitilir. Diğerleri ergime derecelerine göre sıra ile karıştırılır. Fakat, en güç ergiyen elementin oranı çok düşükse veya bir oksitleyici ise, ön alaşım şeklinde katılabilir. Bazı durumlarda ise, ana maden ergitilip sıcaklığı yükseltilerek daha güç ergiyen element buna karıştırılabilir.

Her durumda, elementlerin oksitlenmeleri, buharlaşmaları, v.b. durumlardan meydana gelen ergitme kayıpları çok iyi hesaplanır. Gerekli artırmalar yapılarak alaşım dengelenir.

Ergime kayıpları, ergime durumuna ve alınan önlemlere göre değişik olur. Deneylerle belirlenmeleri gerekir. Genellikle şu oranlarda kabul edilirler:

— Pota ocağında ergitilen bronzlarda, ilk ergitmede, bakır: % 0,5; sonraki ergetmelerde: % 0,75 - 1 alınır. Kalay için, ilk ergitmede; % 1, diğerlerinde, % 2 olur.

— Alev ocağında ergitilen bronzlarda, bakır için: % 4 - 6; kalay için: % 10 - 15 kabul edilir.

— Pota ocağında ergitilen piringlerde, ilk ergitmede, çinko için: % 2 - 3; sonraki ergitmelerde: % 10 - 15 kayıp alınmaktadır. Bakır kaybı % 1'in altında kalmaktadır.

#### a) BRONZLARIN HAZIRLANMASI :

Bronzların hazırlanmasında, genel kurala göre önce bakır ergitilir. Bir koruma tabakası oluşturulduktan sonra, kalay katılır. Sıvının karıştırılması ile alaşımın oluşturulması kolaylaşır. Maden yüzeyi temizlendikten sonra, oksit gidericiler (çinko, fosforlu bakır, v.b.) karıştırılır. Yeni madenlerden yapılan alaşımlar, homogenlik için genellikle külçelere dökülürler.

#### b) ÖZEL BRONZLARIN HAZIRLANMASI :

Özel bronzların hazırlanmasında genellikle alüminyum, kükürt ve demirden ne olursa olsun sakınılmalıdır.

Normal bronzlara, ergitme işlemi tamamlandıktan hemen sonra, çinko karıştırılarak "Çinkolu Bronzlar" elde edilir.

Kurşunlu bronzların hazırlanması için, kurşun alaşıma, ergitmeden sonra katılır. Kurşunun iyi dağılması ve alaşımdan ayrılmaması için, alaşım çok iyi karıştırılır. % 1 nikel karıştırılması uygun olur. Nikel, "nikel-

li bakır" şeklinde katılır. Bu katım kursundan önce yapılır. Kurşunun buharlaşmasına meydan vermemek için, alaşımın sıcaklığı fazla yükseltilmemelidir.

Fosforlu bronzların hazırlanması için, fosfor "fosforlu bakır" (% 10 - 15'lik) şeklinde katılır. Katım dökümden hemen önce yapılır.

Fosforlu bakır, özel atelyelerde yapılır. Fosfor, sıvı bakıra bir grafit çan yardımı ile ve önlemler alınarak karıştırılır. Bazen, bakır talaşları üzerinden fosfor buharı geçirilir.

Fosforlu bronzlar, tekrar ergitmelerde, daha büyük bir fosfor kaybına uğrarlar. Yeni katımlarla dengeleme yapılır. Fosforlu bronzların kalıp duvarlarında, kum içine işlenmesini önlemek için, bazı durumlarda % 0,1 - 0,2 silisyumlu bakır katılır. Katım % 15 lik ön alaşım şeklinde ve fosforlu bakırdan önce yapılır.

Silisyumlu bronzların yapımında, silisyum % 10 silisyumlu ön alaşım şeklinde katılır. Ön alaşım, silisyumlu bakır elektrik ocaklarında hazırlanır.

Manganezli bronzlar, bilinen şekilde ergitilen bronzla mangan karıştırılarak elde edilir. Mangan "manganezli bakır" şeklinde katılır. Manganezli bakır, manganezin bakır içinde erimesi ile elde edilir. Mangan, bronzla karbon ve alüminyum gibi zararlı elementleri getirebilmektedir.

Alüminyum bronzları, ergimiş bakıra alüminyum katılarak elde edilir. Hemen külçelere dökülür. Alaşımın curufu boraks, amonyak tuzu, v.b. karıştırılarak temizlenir. Alaşım fazla ısıtılmadan dökülür. Çabuk soğutulması ilginç görülür.

Demir, hazırlanan alüminyum bronzlarına çok ince kırpıntılar şeklinde katılır. Alaşım, kireç veya magnezyum klorürden oluşan bir flâks ile örtülür.

Çinko, alüminyum bronzlarına % 70 bakır, % 30 çinkolu piring şeklinde katılır. Çinko kaybı göz önüne alınır. Oksitlenmeyi önlemek için, hemen külçeye dökülmesi uygun görülür. Homogenliği ve mekanik özellikleri iyileşir.

Nikelli bronzların hazırlanmasında, önce bakır ergitilir. Buna nikel karıştırılır. Nikelin karışabilmesi için alaşımın sıcaklığı yükseltilir. Bu alaşımların hazırlanması kükürt ve karbon monooksit yüzünden çok duyarlıdır. Nikel, ön alaşım (nikelli bakır) şeklinde de karıştırılabilir.



Alaşımın gazı, manganez, fosfor veya magnezyum katılarak alınır. Daha çok manganez kullanılır.

#### e) PİRİNÇLERİN HAZIRLANMASI :

Pirinçlerin hazırlanmasında, önce bakır ergitilir. Sonra çinko karıştırılarak alaşım oluşturulur. Külçeye pek ender dökülür. Çinko kaybı fazla olur. Biraz alüminyum katılarak buharlaşma sınırlanabilir. Alüminyumdan oluşan alümin, alaşımın yüzeyinde bir katman meydana getirerek koruma görevi yapar. Ancak alaşımın özelliklerinde azalma olur.

#### d) ÖZEL PİRİNÇLERİN HAZIRLANMASI :

Önce bir normal pirinç hazırlanır. Temizleyici olarak az miktarda alüminyum karıştırılır. Sonra, manganez, demir, kalay elementleri bir ön alaşım şeklinde katılır. Ön alaşımın bileşimi, genellikle % 62 demir, % 32 kalay, % 6 manganez şeklinde olur.

Ön alaşımın hazırlanmasında, önce demir ergitilir. Sonra manganez karıştırılır, daha sonra kalay katılır. Bu alaşıma karbon girmemesine dikkat edilir.

Sıvı maden dökümden önce birkaç defa potadan potaya aktarılır. Alaşımın yeni madenlerle yapılması uygun görülür. En kötü pislik antimonudur.

Karışık özel pirinçlerin yapımında, önceden kabul edilen bir pirinç alaşımı ile işe başlanır. Çoğunlukla bu alaşım, % 60 bakır, % 40 çinko dan oluşan alaşımdır. Arı madenlere göre daha ucuz olan hurdaların kullanılması uygun görülür. Vezinlerin bileşimleri özenle hazırlanarak istenen alaşımlara ulaşılabilir. Hazırlanan alaşımlar mikroskopla kontrol edilir. Bu kontrol on dakikalık bir sürede yapılabilir.

Oksitlenmeye karşı çok duyarlı ve etkileri düzensiz olduğu için, bu pirinçlerde silisyum ve alüminyumdan sakınılır.

#### e) ALAŞIM PROBLEMLERİ :

Alaşımlar yapılırken, istenen miktara ve alaşıma giren elementlerin yüzde oranlarına göre hesaplama yapılır. Ergitmedeki kayıplar da göz önüne alınarak elementlerin miktarları belirlenir. Buna göre, alaşımın hazırlanmasına geçilir.

**Problem: 1** % 80 Cu, % 20 Sn, bileşiminde (50) Kg.lık bir alaşım yapılması isteniyor. Bu bronzun hazırlanmasında, birinci ergitme sayılabacağından, bakır kaybı: % 0,5, kalay kaybı: % 1 alınacaktır. Potaya girecek olan bakır ve kalay miktarları ne kadar olur?

Elde edilecek bronzun içinde, kayıp olmadığına göre:

Bakır miktarı :  $50 \times 80 / 100 = 40$  Kg,

Kalay miktarı :  $50 \times 20 / 100 = 10$  " olacaktır. Yukarıda verilen değerlere göre kayıp miktarları eklenince:

Bakır:  $40 + (40 \times 0,5 / 100) = 40,2$  Kg.

kalay:  $10 + (10 \times 1 / 100) = 10,1$  Kg. bulunacaktır.

Buna göre, 50 Kg.lık, % 80 bakır, % 20 kalay içeren bir alaşım elde edebilmek için, potaya 40,2 Kg. bakır, 10,1 Kg. kalay girmesi gerekmektedir.

**Alıştırma :** % 85 bakır, % 15 kalaylı, 120 Kg.lık bir bronz alaşımı yapılacaktır. Ergitme kayıpları: bakır için % 0,75, kalay için % 1 kabul edilecektir. Potaya konacak bakır ve kalay miktarlarını hesaplayınız.

**Problem : 2** 60 Kg.lık, % 70 bakır ve % 30 çinkolu bir pirinç alaşımı yapılacaktır. Elimizde bulunan 30 Kg. hurda da kullanılacaktır. Hurdanın bileşimi: % 60 bakır ve % 40 çinko şeklindedir. Hurda için ergitme kayıpları, ikinci ergitme olarak alınacaktır. Yani bakır için % 1, çinko için % 10.

Alaşımında bulunması gerekli elementler:

Bakır :  $60 \times 70 / 100 = 42$  Kg.

Çinko :  $60 \times 30 / 100 = 18$  Kg. olur.

Hurdanın getireceği bakır ve çinko miktarları:

Bakır :  $30 \times 60 / 100 = 18$  Kg.

Çinko :  $30 \times 60 / 100 = 12$  Kg. dir.

Kayıplardan sonra bu miktarlar:

Bakır :  $18 - (18 \times 1 / 100) = 17,82$  Kg.

Çinko :  $12 - (12 \times 10 / 100) = 10,8$  Kg. kalacaktır.

Katılacak bakır ve çinko miktarları:

Bakır :  $42 - 17,82 = 24,18$  Kg.

Çinko :  $18 - 10,8 = 7,2$  Kg. olur. Bunlara ergitme kayıpları eklenince:

Bakır :  $24,18 + (24,18 \times 0,5 / 100) = 24,3009$  Kg.

Çinko :  $7,2 + (7,2 \times 3 / 100) = 7,416$  Kg. elde edilir.

Buna göre: 30 Kg. lık hurdaya, 24,301 Kg. bakır, 7,416 Kg. çinko karıştırılacaktır.

**Alıştırma :** Elimizde % 30 çinkolu 15 Kg., % 20 çinkolu 10 Kg. alaşım hurdası vardır. Bunlar da kullanılarak 100 Kg. lık bir alaşım yapılacaktır. Bu alaşımın bileşimi: % 67 bakır ve % 33 çinko şeklinde olacaktır.

**Alıştırma :** 100 Kg. lık, % 86 bakır, % 12 kalay ve % 2 çinkolu bir çinkolu bronz alaşımı yapılacaktır. Ergitme kayıpları ilk ergitme olarak alınacaktır.

**Not:** Alaşımlarda yüzde miktarları çok düşük olan elementler için ergitme kaybı hesaba katılmayabilir.

## 2.9 — BAKIR ALAŞIMLARININ ISI İŞLEMLERİ :

Bakır alaşımlarının bir çoğu soğuk durumda iken veya çeşitli sıcaklıklarda biçimlendirilebilirler. Biçimlendirme türlü şekillerde yapılabilir. Buna dayanarak, bakır alaşımlarının sıcak olarak işlenmelerinin mümkün olduğunu söyleyebiliriz.

Bakır alaşımları ısı işlemlerine pek elverişli sayılmazlar. Bu yüzden pek az uygulaması vardır. Bronzlarda ısı işlemlerinin çeşitli özellikleri iyileştirdiği görülür.

% 8'den az kalaylı bronzlarda, düşük sıcaklıklarda (500 - 600 °C) su verme ile çekme dayanımında ve yüzde uzamasında yükselmeler elde edilir.

% 8'den çok kalaylı alaşımlarda (% 16 - 21 Sn), aynı sıcaklıklarda su verilince, çekme dayanımının iki katına yükseldiği, uzamaların ise, buna göre daha az arttığı görülür.

Bronzlara homogenleştirme tavı uygulanarak, alaşım içinde oluşan sert noktalar ortadan kaldırılabilir.

Pirinçlere ısı işlemleri pek az uygulanır.

% 10'a kadar alüminyumu bulunan alüminyum bronzlarında, homogenleştirme tavı ilginç sonuçlar verir. Soğuma hızının duyarlılığı bu ilginçliğe neden olmaktadır.

% 8 alüminyumlu ve tek bileşikli, alüminyum bronzlarında su verme ile yumuşatma sağlanabilmektedir.

% 8'den çok alüminyumlu alaşımların, çekme dayanımlarının arttığı, fakat uzamalarının hızla azaldığı görülür. Bu sonuç ilginçtir.

Karışık bakır alaşımlarında, ısı işlemleri az uygulanır. Daha çok, uygun katım maddeleri ile soğuma hızının etkileri azaltılmağa çalışılır.

## 2.10 — RENKLENDİRME :

Demir olmayan maden ve alaşımlardan dökülen ve işlenmeyen parçaların birçoğu, genellikle renklendirilerek kullanılmaktadırlar. Günümüzde renklendirme işlemleri, elektrokimyasal yöntemlerle yapılmaktadır. Ancak, basit kimyasal işlemler kolay uygulanabilmeleri nedeniyle çok yaygındırlar. Bu işlemler döküm atelyelerinde, dökümcüler tarafından yapılabilmektedir.

Burada, bakır alaşımlarının basit kimyasal yöntemlerle renklendirilmesi üzerinde durulacaktır.

**Örnek: I**

Bronz alaşımından dökülmüş bir büstün renklendirilmesi:

Burada sırası ile şu işlemler yapılır:

- 1) Mekanik temizleme,
- 2) Kimyasal temizleme,
- 3) Renklendirme.

### 1 — Mekanik temizleme :

Dökülen büstün yolluk ve çıkıcıları kesilir. Mala yüzeyindeki çapaklar temizlenir. Üzerindeki pürüz ve oksitler, ege, zımparataşı, tel fırça, keçe fırça ve bez fırça ile giderilir. Bu iş yapılırken, iz bırakmamaya çok dikkat edilir.

### 2 — Kimyasal temizleme :

Mekanik temizlemesi biten büst, aşağıdaki çözeltilerden biri ile kimyasal olarak temizlenir.

- a) 100 gr/Lt. nitrik asit,
- b) 100 " tuz asidi,
- c) 150 " sodyum hidroksit.

**Not:** Çözeltiler hazırlanırken, asit su içine yavaş yavaş dökülür ve karıştırılır.

Çözeltiler büst üzerine bir sünger veya fırça ile akıntı yapmayacak şekilde sürülür ve bol su ile yıkanır.

### 3 — Renklendirme :

Mekanik ve kimyasal temizlemesi bitirilen büste, istenilen renge göre, daha önce hazırlanmış olan renklendirme çözeltisi sürülür. Sürme işlemi yine bir sünger fırça ile yapılır. Akıntısız olmasına dikkat edilir. Bu işleme istenilen renk elde edilinceye kadar devam edilir. Çözeltinin veya büstün ısıtılması, kimyasal reaksiyonu hızlandıracağından, renklendirme daha kısa zamanda gerçekleşir. Renklendirme yapılan yerin iyi havalandırılmasına dikkat edilmelidir.

Renklendirme işlemi bittikten sonra büst üzerine bir cilâ (muşamba veya parke cilâsı) veya mum sürülerek parlatılabilir.

Renklendirme çözeltileri:

- 120 gr/Lt. bakır nitrat  
0,5-1 " gümüş nitrat Rengi siyah - koyu kahverengi
- 200 gr/Lt. bakır nitrat Rengi yeşilimsi
- 100 gr/Lt. bakır nitrat  
35 " amonyum klorür

Örnek: II

Piringten dökülmüş harf ve rakamların renklendirilmesi:

Birinci örnekte olduğu gibi, harf ve rakamların mekanik ve kimyasal temizlemeleri yapılır. Kimyasal temizlemelerde aynı çözeltiler kullanılır.

Temizlenmeleri biten parçalar küçük iseler, aşağıdaki çözeltilere daldırılırlar. Büyük iseler, büstlerde olduğu gibi, çözelti üzerlerine sürülür. Renklendirme bu işlemlerle tamamlanır.

Kahverengi renk vermek için çözelti:

- 15 gr/Lt. potasyum permanganat,  
120 " bakır sülfat.

Bu çözelti kaynama noktasının biraz altında ısıtılır ve küçük parçalar içine doldurularak istenilen renk elde edilinceye kadar bekletilir.

Mavi renklendirme için çözelti:

- 124 gr/Lt. sodyum hiposülfid,  
38 " kurşun.

Bu çözelti de 60 - 70 °C. ye kadar ısıtılır ve küçük parçalar içine daldırılarak istenilen renk oluşuncaya kadar bekletilir. Büyük parçalarda her iki çözelti de parça üzerine sünger veya fırçalarla sürülür. Renk tamamlanuncaya kadar işleme devam edilir.

Yukarıda anlatılan şekilde renklendirilen parçalar üzerine vernik atılırsa, renk kalıcı ve görünüm daha iyi olur.

Bakır alaşımlarının renklendirilmesi, yukarıdaki çözeltiler dışında, kükürt ile de yapılmaktadır. Ancak, zamanla kükürtün aktığı görülmüştür. Bunun için, günümüzde pek uygulanmamaktadır.

### ENDÜSTRİDE KULLANILAN BAKIR ALAŞIMLARINA AİT ÇETVELLER

Tablo 2.2 Çeşitli bronz alaşımları

% Cu	% Sn	% Zn	% Pb	Düşünceler
80	20	—	—	Büyük basınç altında çalışan sürtünme etkisindeki parçalar. Çanlar.
86	14	—	—	Kuvvetli alaşımlar, yüksek basınç yatak zarfı, tekerlek, hidrolikteker
90	10	—	—	Makine parçaları, armatür ve takım ayrıntıları
86	10	4	—	Makine parçaları.
85	9	6	—	Boru parçaları, lokomotif, vagon yatakları, armatür ve ayrıntıları
82	8	7	3	Dıştan parlatılması gereken makine parçaları.
93	4	2	1	Boru flanşları ve diğer lehimlenecek parçalar.
86	10	—	4	Sıcak hadde yatağı, patlamalı motor parçaları, elektrik makineleri.

Tablo 2.3 Bazı nikel ve fosforlu alaşımlar

% Cu	% Sn	% Zn	% Ni	% P-Cu	Düşünceler
84	7	8	—	1	100 atmosfer su basıncına dayanır.
83	6,5	8	1,5	1	100 atmosfer su veya oksijen basıncına dayanır.
84	10	2	3	1	200 atmosfer su veya 150 atmosfer O. basıncına dayanır.

Tablo 2.4 Çinkolu bronzlar

% Cu	% Sn	% Zn	Düşünceler
90	8	2	Musluk ve buna benzer parçaların yapımında kullanılır.
86,5	12	1,5	İyi kalitede musluklar için.
88	10	2	Musluklar ve yataklar.
78	4	18	Türlü heykeller için.

Tablo 2.5 Çinko ve kurşunlu bronzlar

% Cu	% Sn	% Zn	% Pb	Düşünceler
85,5	12	2	0,5	Sürtünmeye ve ezilmeye çalışan parçalar.
88	6	4	2	Türlü makine parçaları
85	5	5	5	Büyük hızlar ve sızdırmazlık için.
78	5	9	8	Bazı yataklar için.

Tablo 2.6 Kurşunlu bronzlar

% Cu	% Sn	% Pp	Düşünceler
84	8-12	4-8	Az yükte çalışan yataklar.
77	15	8	Türlü yataklar.
77	8	15	YATAKLAR...
80	10	10	
64	6	30	

Tablo 2.7 Fosforlu bronzlar

% Cu	% Sn	% Pb	Düşünceler
84	16	0,2-0,6	Sürtünmeye çalışan parçalar.
86	14	0,3-0,5	Sürtünmeye çalışan parçalar.
88	12	0,4	Basınçlı musluklarda...
90	10	0,5	Büyük kalıplarda...
92	8	0,6	Darbeye karşı dayanıklıdır.
94	6	0,7	Çekmeye karşı dayanıklıdır.
95	5	0,1	Tel ve levha için...

Tablo 2.8 Nikel bronzları

% Cu	% Ni	Düşünceler
75-80	20-25	Mutfak takımları, süs eşyaları.
70	30	Kondansatör boruları.
45-60	40-55	Elektrik dirençleri.

Tablo 2.9 Bazı özel pirinç alaşımları

% Cu	% Zn	% Fe	% Mn	% Pb	% Al	% Sn	Düşünceler
57,25	40,25	0,25	—	0,35	0,20	1,70	Bull metalı.
69,15	24,60	1,75	—	0,30	4,20	—	Döğmek için.
56,10	40,60	1,65	—	0,45	—	1,20	Stone.
58	38,50	1	0,50	—	1	1	Parsons pirinç
58,60	40,70	0,03	—	0,47	0,20	—	Roma madeni
57,45	38,90	0,87	2,05	0,73	—	—	Delta madeni

Tablo 2.10 Nikelli pirinçler

% Cu	% Zn	% Ni	Düşünceler
60	20	20	Beyaz mayşor
60	25	15	Sarı mayşor.
50	31,50	18,50	Fransız mayşoru.
50	25	25	Alman mayşoru.
43	37	20	Yumuşak fakfon.
50,60	21	28,40	Fakfon.

Tablo 2.11 Kurşun ve kalaylı pirinçler

% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	Düşünceler
63,70	33,55	0,25	2,50	Nazik parçalar için.
64,60	33,70	0,20	1,50	Torna edilecek parçalar için.
70,30	29,25	0,20	0,25	İngiliz pirinci.
80	15	3	2	Yaldızlama için alaşım.
91,40	5,53	1,70	1,37	Versay heykellerinin alaşımları.
82,45	10,30	4,10	—	15 inci Lüi'nin heykeli.

Tablo: 2.12 Bazı alüminyum bronzları

% Cu	% Al	% Fe	% Zn	% Ni	Düşünceler
89	7	4	—	—	Uzaması ve dayanımı yüksek.
83	10	7	—	—	Uzaması orta dayanımı yüksek.
85,5	8,5	2	4	—	Uzama ve dayanımı yüksek.
80	10,5	4,5	—	5	Dayanımı çok yüksek.

Tablo 2.13 Deniz suyuna dayanıklı alaşımlar.

% Cu	% Sn	% Zn	% P	% Al	Düşünceler
83	12	5	—	—	Yataklar.
86	8	6	—	—	Pervane göbeği.
86	10	4	—	—	Gemi armaturları.
87	8,7	4,3	—	—	Pompa gövdesi, makina parçaları.
90	7	3	—	—	Klape tablası.
91	7	2	—	—	Boru flanşları.
87	12	—	1	—	Ventil, vantilatör kaşıkları.
85,5	10	2	—	2,5	Aside dayanıklı alaşım.

## TÜRK STANDARTLARI'na ait alaşım cetvelleri :

Bundan sonraki sayfalarda bulunan cetvellerde Türk Standartları'na ait bakır alaşımları verilmektedir. Bunlar bu standartlara ait sayfalardan derlenmiştir.

ÖZELGE — 1 — Kalay bronzları

Gösteriliş	Alaşım Elementleri			Yabancı Elementler max				Ortalama <sup>(*)</sup> yoğunluk kg/dm <sup>3</sup>
	Sn	P	Cu	Fe	Pb	Zn	Diğerleri Toplam	
CuSn5	3,0—5,5	0—0,4	kalan	0,1	0,1	0,5	0,3	8,85
CuSn7	5,5—7,5	0—0,4	kalan	0,1	0,1	0,5	0,3	8,80
CuSn9	7,5—10	0—0,4	kalan	0,1	0,1	0,5	0,3	8,80

x) Bilgi için verilmiştir.

ÇİZELGE - 2 - Özel kalay bronzları

Gösteriliş	Alaşım Elementleri					Yabancı Elementler max.				(x) Ortalama Yoğunluk kg/dm <sup>3</sup>
	Sn	Zn	Pb	P	Cu	Fe	Pb	Diğerleri Toplam		
CuSn4Zn4	3,0-5,0	3,0-5,0	—	0-0,1	kalan	0,1	0,1	0,3	8,8	
CuSn4Pb4Zn4	3,0-5,0	3,0-5,0	3,0-5,0	0-0,4	kalan	0,1	—	0,3	8,9	

x) Bilgi için verilmiştir.

ÇİZELGE - 3 - Alüminyum bronzları

Gösteriliş	Al	Mn	Ni	As	Cu	Yabancı Elementler % max			Ortalama yoğunluk kg/dm <sup>3</sup>
						Fe	Zn	Toplam	
Cu Al 5	4,0-7,0	0-0,5	0-0,5	0-0,4	kalan	0,5	0,5	0,6	8,2
Cu Al 8	7,0-9,0	0-0,5	0-0,5	—	kalan	0,5	0,5	0,6	7,8

(\*) Bilgi için verilmiştir.

ÇİZELGE - 4 - Özel alüminyum bronzları

Gösteriliş	Al	Fe	Ni	Mn	Cu	Yabancı Elementler % max		Ortalama yoğunluk kg/dm <sup>3</sup>
						Zn	Toplam	
Cu Al 8 Fe 3	6,5- 8,5	1,5-3,5	0-1,0	0-0,8	kalan	0,5	0,6	7,7
Cu Al 10 Fe 3	8,5-11,0	2,0-4,0	0-1,0	0-2,0		0,5	0,6	7,7
Cu Al 10 Fe 5 Ni 5	8,5-11,5	2,0-6,0	4,0-6,0	0-1,5		0,5	0,6	7,6

\* Bilgi için verilmiştir

ÇİZELGE - 5 - Bakır nikel alaşımları

GÖSTERİLİŞ	Ni	Fe	Mn	Cu	Yabancı Elementler max					Diğer Ele- mentler Toplamı x	Ortalama özgül ağırlık kg/dm <sup>3</sup> xx
					Fe	Sn + Pb	Zn	S	C		
Cu Ni 5 Fe 1 Mn	4.0-6.0	0.9-1.5	0.3-0.8	K	—	0.05	0.3	0.05	0.05	0.1	8.90
Cu Ni 10 Fe 1 Mn	9.0-11.0	0.5-2.0	0.3-1.0	a	—	0.05	0.5	0.05	0.05	0.1	8.90
Cu Ni 20	19.0-22.0	—	0-0.5	l	0.3	0.05	0.2	0.05	0.05	0.1	8.95
Cu Ni 20 Mn 1 Fe	19.0-22.0	0.4-1.0	0.5-1.5	a	—	0.05	0.5	0.05	0.05	0.1	8.95
Cu Ni 25	24.0-27.0	—	0-0.5	n	0.3	0.05	0.2	0.05	0.05	0.1	8.95
Cu Ni 30	29.0-32.0	—	0-0.5	—	0.5	0.05	0.2	0.08	0.08	0.1	8.95
Cu Ni 30 Mn 1 Fe	29.0-32.0	0.4-1.0	0.5-1.5	—	—	0.05	0.5	0.08	0.08	0.2	8.90
Cu Ni 44 Fe Mn	43.0-45.0	0-0.5	0-1.5	—	—	0.02	0.2	0.08	0.08	0.1	8.90

x Co. max % 0.5 dir. «Co» yüzdesi «Ni» yüzdesine katılır.

xx Yalnız bilgi için verilmiştir.

ÇİZELGE - 6 - Bakır-nikel-çinko alaşımları

Gösteriliş	Cu	Ni	Mn	Pb	Zn	yabancı elementler max			Ortalama *) yoğunluk kg/dm <sup>3</sup>
						Fe	Pb	Diğer Elementler Toplamı	
Cu Ni 18 Zn 20	60 — 64	17 — 19	0-0,7	—	Kalan	0,3	0,03	0,1	8,75
Cu Ni 18 Zn 27	53 — 56	17 — 19	0-0,5	—	—	0,3	0,03	0,1	8,75
Cu Ni 13 Zn 24	62 — 66	11 — 13	0-0,5	—	—	0,3	0,05	0,1	8,65
Cu Ni 10 Zn 27	61 — 65	8 — 11	0-0,7	—	—	0,3	0,25	0,1	8,60
Cu Ni 18 Zn 19 Pb	59 — 63	17 — 19	0-0,7	0,3-1,5	Kalan	0,3	—	0,1	8,80
Cu Ni 10 Zn 45	44 — 48	8 — 11	0-0,5	0-0,5	—	0,5	—	0,5	8,54

\*) Bilgi için verilmiştir.

ÇİZELGE - 7 - Pirinçler

Gösteriliş	Cu	Zn	Yabancı Elementler max			Ortalama Yoğunluk * kg/dm <sup>3</sup>
			Fe	Pb	Toplam	
Cu Zn 10	89,0—91,0	Geri	0,1	0,1	0,5	8,80
Cu Zn 15	84,0—86,0		0,1	0,1	0,5	8,75
Cu Zn 20	78,5—81,5		0,1	0,1	0,5	8,65
Cu Zn 30	68,5—71,5	Kalan	0,1	0,1	0,4	8,55
Cu Zn 33	65,5—68,5		0,1	0,1	0,5	8,50
Cu Zn 37	62,0—65,5		0,2	0,3	0,5	** 8,45
Cu Zn 40	59,0—62,0	0,2	0,3	0,5	** 8,40	

\*) Yalnız bilgi için verilmiştir.

\*\*\*) Pb hariç

CİZELGE — 8 - Kurşunlu pirinçler

Gösterilişi	Cu	Pb	Zn	Yabancı Maddeler max		En Çok Kullanıldığı Yer	Ortalama Yoğunluk * kg/dm <sup>3</sup>
				Fe	Fe hariç Toplam		
Cu Zn 40 Pb 3	56,0-59,0	2,0-3,5	Geri Kalan	0,35	0,7	Yüksek hızda işlenen makine parçaları	8,5
Cu Zn 39 Pb 2	57,0-60,0	1,0-2,5		0,35	0,7	Küçük talaşlı sıcak dövme parçalar	8,4
Cu Zn 36 Pb 3	60,0-63,0	2,5-3,7		0,35	0,5	Az çok soğuk biçimlendirilme özelliğine sahip olan genel olarak hızlı işlenecek makina parçaları	8,5
Cu Zn 40 Pb	59,0-62,0	0,3-0,8		0,2	0,3	Kolayca işlenebilen ve genel maksatlar için kullanılan parçalar	8,4
Cu Zn 38 Pb 1	59,0-63,0	0,5-1,5		0,2	0,3	Soğuk bükme ve şekillendirmeye elverişli yeter süreklilikte oldukça kolay işlenebilen	8,4
Cu Zn 36 Pb 2	61,0-64,0	1,0-2,0		0,2	0,3	Talaş çıkaran işçiliğe oldukça elverişli ve perçinleme, baş şişirme ve soğuk biçimlendirmeğe elverişli olması gereken yerlerde	8,5

\*) Yalnız bilgi için verilmiştir

CİZELGE — 9 - Özel pirinçler

Gösterilişi	Cu *	Sn	Al	As **	Zn	Yabancı Elementler max			Ortalama Yoğunluk *** kg/dm <sup>3</sup>
						Fe	Pb	Toplam	
Cu Zn 21A Al2	79,0-79,0	—	1,8-2,5	0,02-0,08	Geri Kalan	0,07	0,07	0,3	8,35
Cu Zn 28 Sn1	69,0-73,0	0,9-1,3	—	0,02-0,08		0,07	0,07	0,3	8,55
Cu Zn 38 Sn1	59,5-63,5	0,7-1,4	—	—		0,2	0,2	0,5	8,40

\*) % 0,5 e kadar olan Ni, bakır olarak sayılır.

\*\*) ve/veya Sb, ve/veya P

\*\*\*) Yalnız bilgi için verilmiştir.

Cizelge - 10 - Kurşunlu bronzlar

Alaşım grubunun adı	Alaşımın kısa işareti (D=Döküm)	Alaşım elemanları % (Ağırlık olarak) <sup>1)</sup>	
		Bileşim	Yabancı Maddeler
Kurşunlu Bronz	D-PbBz25	Cu 69,0 - 77,0 Pb 22,0 - 28,0	Fe 0,7) P 0,05) Toplam 1,0 Ni 2,5 Sn 3,0 Sb 0,50 Zn 3,0
		D-PbBz24	Cu 73,0 - 79,0 Pb 21,0 - 27,0
Kalaylı Kurşunlu Bronz	D-SnPbBz5	Cu 84,0 - 87,0 Pb 4,0 - 6,0 Sn 9,0 - 11,0	Fe 0,25) P 0,10) Toplam 0,5 Ni 1,5 Sb 0,25 Zn 1,0
		D-SnPbBz10	Cu 78,0 - 82,0 Pb 8,0 - 11,0 Sn 9,0 - 11,0
Döküm	D-SnPbBz15	Cu 75,0 - 79,0 Pb 13,0 - 17,0 Sn 7,0 - 9,0	Fe 0,25) P 0,05) Toplam 0,5 Ni 2,0 Sb 0,50 Zn 3,0
		D-SnPbBz20	Cu 69,0 - 77,0 Pb 18,0 - 23,0 Sn 2,5 - 5,5

1) Bütün alaşımlarda bakır oranı Cu ve Ni toplamları olarak kabul edilir.

Müsaade edilen diğer safsızlıklar : Mn % 0,20 ; Al % 0,01 ,  
Si % 0,01 ; As % 0,15 dir.

## SORULAR

- 1 — Bakır alaşımlarını tanıtırınız.
- 2 — Bakır alaşımları nasıl bölümlenmektedir?
- 3 — Bakıra karıştırılan elementlerin bakırın özellikleri üzerine etkilerini özet olarak söyleyiniz.
- 4 — Bronzu tanıtırınız ve genel özelliklerini söyleyiniz.
- 5 — Bildiğiniz özel bronzlar hangileridir?
- 6 — Bu bronzları birbirleri ile karşılaştırınız.
- 7 — Pirinç nedir ve nasıl elde edilir?
- 8 — Normal pirinçler hakkında bildiklerinizi özet olarak söyleyin.
- 9 — Özel pirinçlere giren elementleri ve etkilerini kısaca anlatınız.
- 10 — Bakır alaşımları kalıplarında nelere dikkat edilir?
- 11 — Bakır alaşımları hangi ocaklarda ergitilir?
- 12 — Ergitmede kullanılan potalar hakkında neler biliyorsunuz?
- 13 — Ergitmede hangi ocak takımları kullanılır?
- 14 — Bir bronz alaşımı nasıl hazırlanır?
- 15 — Bronz ve pirinçlerin yolluk ve besleyicileri nasıl olur?
- 16 — Ergitme ve döküm sırasında, bakır alaşımları oksitlenme ve gaz emmeden nasıl korunabilir?
- 17 — Bronz ve pirinçlerin mekanik özellikleri hakkında neler biliyorsunuz?
- 18 — Bu dayanımları, grafik üzerinde göstermeğe çalışınız.
- 19 — Bakır alaşımından yapılan bir büstü nasıl renklendirirsiniz?

## BÖLÜM : 3

### ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI

#### 3.1 — TANITILMASI VE ÖZELLİKLERİ :

Ana madeni alüminyum olan alaşımlara "Alüminyum Alaşımları" adı verilir. Bunlara "Hafif Alaşımlar" da denir. Alüminyum, ayrıca başka alaşımlara da girer.

Alüminyum alaşımları, alüminyuma bakır, çinko, silisyum, magnezyum, mangan, demir, nikel, titan, v.b. elementler katılarak oluşturulur. Bunların bazen biri, bazen daha çoğu alüminyuma girerler.

Alüminyum alaşımlarının bellibaşlı özellikleri, hafif olmaları, ısı ve elektrik iletkenlikleri, ısı işlemlerine elverişli olmaları ve bazı kimyasal etkilere dayanmalarıdır.

Alüminyum alaşımları döküme elverişlidir. Aynı zamanda, dövme, çekme ve haddeme ile biçimlendirilen alüminyum alaşımları da hazırlanmaktadır.

Alüminyum alaşımlarının işlenmeleri kolaydır. Madensel kalıplara çok kolay dökülebilirler. Basıncı dökümde iyi sonuç verirler.

Korozyona dayanıklı oldukları ve zehirlenme tehlikesi yaratmadıkları için ilaç sanayiinde ve gıda maddelerinde koruma maddesi olarak kullanılırlar. Mutfak eşyalarının yapımına da elverişlidirler.



Alüminyum alaşımları, özellikle hafiflikleri yüzünden uçak, gemi, tren, otomobil, v.b. taşıma araçlarında ve konutlarda geniş ölçüde kullanılırlar. İletken olduklarından, elektrik endüstrisine girerler. Alaşımların iletkenlikleri alüminyuma göre daha azdır.

Hafif olmaları, işlenme ve kullanılmalarındaki taşıma giderlerini azaltır.

Sertliklerinin ve dayanımlarının yeteri kadar yüksek olmayışı, kolay aşınmaları, önemli korozyonlara dayanıklı olmayışları, fiatlarının yüksekliği sakıncaları olarak gösterilmektedir.

Ergime dereceleri düşük olduğu için dökümleri kolaydır. Her çeşit döküm ocağında ergitilebilirler.

### 3.2 — KATKI ELEMENTLERİNİN ALÜMİNYUMA ETKİLERİ :

#### 1 — ÇİNKO :

Çinko alüminyuma döküm kolaylığı sağlar. Aynı zamanda işlenmelerini kolaylaştırır. Dayanımlarını artırır. En önemli özelliği fiatını düşürmesidir. Bu yüzden uzun yıllar kullanılmıştır. Ancak, günümüzde pek az kullanılmaktadır. Yerini daha iyi özellikler veren katım maddeleri almıştır.

Çinkolu alüminyum alaşımlarında, dökümden sonra çatlaklıklar meydana gelebilmektedir.

#### 2 — BAKIR :

Bakır alüminyuma, sertlik, dayanım, döküm özelliği ve işlenme kolaylıkları gibi özellikler kazandırır.

Bakır % 33 oranında, alüminyumla ötektik bileşim verir. Ergime sıcaklığında % 5,5; normal sıcaklıkta % 0,3 oranında alüminyumda erir. Formülü  $Al_2Cu$  olan bir bileşik oluşur.

Bakırlı alüminyum alaşımlarına ısı işlemleri uygulanabilir. Ancak bu işlem az kullanılır.

Alüminyuma bakır, bazı durumlarda çinko ile beraber katılır.

#### 3 — SİLİSYUM :

Silisyum alüminyum içinde çok az erir (% 1 - 1,5). Silisyumun özgül ağırlığı alüminyumdan düşük olduğu için, alaşımın özgül ağırlığı da azalır.

Silisyum, % 12 oranında alüminyumla ötektik bileşim yapar. Kristalleri inceltir ve iyi özellikler kazandırır. Alaşımın çekmesi azalır (% 1,1), ergime derecesi düşer (565 °C), mekanik özellikleri ve sıcak dayanımı yükselir, genleşme katsayısı en aza iner, akıcılığı artar.

Alaşımında silisyum miktarı artınca (% 18 - 20), işlenmeye karşı sertlik meydana gelir. Kristalleri inceltilince, mekanik özellikleri iyileşir.

#### 4 — MAĞNEZYUM :

Mağnezyum, % 33 oranında, alüminyumla ötektik bileşim verir. Formülü  $Al_3Mg_2$  olan bir bileşik oluşur. Bu bileşik alüminyumda çok eriyicidir. Ergime sıcaklığında % 15, normal sıcaklıkta % 4 olur.

Mağnezyum alüminyumdan daha hafif olduğu için, girdiği alaşımların özgül ağırlığını azaltır. Bakır gibi, ısı işlemine elverişlilik kazandırır. Ancak, korozyon dayanımı bakımından, değişik özellikler gösterir. Kristallerinin arılanması ile mekanik özellikleri iyileştirir.

#### 5 — MANGANEZ :

Manganez alüminyum içinde çok az (% 0,3 oranında) erir. Alüminyumun ergime derecesini yükseltir. Korozyon dayanımı bakımından ilginç etkisi görülür.

% 2,2 oranında manganez için, bir ötektik bileşim verir.

#### 6 — DEMİR :

Demir,  $Al_3Fe$  formülü ile alüminyumda erimeyen bir bileşik verir. İğneli doku biçiminde kristallenir. Bazı pislikler, bazı hafif alaşımlarda, iğneli doku kristallerinin oluşmasında tehlikeli olur. Mekanik dayanımları azaltır.

#### 7 — NİKEL :

Nikel, alüminyumda hemen hemen erimez. Dokuyu temizleyici olarak etki yapar. Karışık alaşımlara da katılır. Korozyon dayanımını iyileştirir. Dökülen parçalara kalıcı bir parlaklık verir.

#### 8 — TİTAN :

Alüminyum ile ikili alaşımlar yapmaz. Dokuyu arılaştırıcı olarak katılır. Titanın alüminyuma etkisi, ikili veya daha çok elementlerle birlikte

etüd edildi. Özellikle: Al-Mg, Al-Cu-Si, Al-Ni-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Si-Fe, Al-Si-Cu-Fe alaşımlarında incelemeler yapıldı.

### 3.3 — ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ BÖLÜMLENMESİ :

Kullanma yerlerindeki gereksinmelere göre çok değişik alüminyum alaşımları hazırlanmaktadır. Bunların bölümlenmesinin yapılabilmesi için üç durumun göz önüne alınması gerekir:

#### 1 — İşlenme durumları :

a) Döküm alaşımları: Bazı alüminyum alaşımları döküm için hazırlanır. Döküm işlerinde kullanılırlar.

b) Biçimlendirme alaşımları: Birçok alüminyum alaşımları dövme, çekme, haddeleme işlerinde kullanılırlar. Tel, sac, ince yaprak ve çeşitli profiller şekline getirilirler.

#### 2 — Bileşim durumları :

- Alüminyum çinko,
- Alüminyum bakır,
- Alüminyum silisyum,
- Alüminyum magnezyum,
- Alüminyum manganez alaşımları.

#### 3 — Isı işlemi uygulama durumu :

- Isı işlemi uygulanan alüminyum alaşımları,
- Isı işlemi uygulanmayan alüminyum alaşımları. Bu gruba yukarıdaki iki gruptaki alaşımlar da girebilmektedir.

### 3.4 — DÖKÜM ALAŞIMLARI :

Döküm yolu ile hazırlanan ve işlenen alüminyum alaşımları bu gruba girer. Bileşimleri çok değişik olabilen bu alaşımları da ikiye ayırmak doğru olur.

#### I — Isı işlemi uygulanmayan döküm alaşımları:

##### 1 — Alüminyum - Çinko alaşımları:

Döküme elverişli ve hazırlanmaları kolay olan bu alaşımlar, günümüzde çok az kullanılırlar. Dökümde küçük çatlaklıklar meydana getirmeleri tehlikesi vardır. Çinko oranı: % - 10 arasında olur. En büyük yararlılığı ucuz olmasıdır. Bunlara bazen bir miktar bakır da karıştırılır. Şu oranlarda olabilir:

% 10 - 13 Zn, % 2 - 3 Cu, kalanı Al.

Bu alaşımlar eskiden karterlerin yapımında kullanılmışlardır. Korozyon dayanımları iyi değildir.

##### 2 — Alüminyum - Bakır alaşımları:

Hazırlanmaları ve dökümleri kolaydır. Yeterli bir ısı iletkenliği ile iyi bir şok ve ısı dayanımları vardır. Gerektiği zaman bunlara ısı işlemleri de uygulanabilir.

% 8 bakırlı alaşımda, kuma döküldüğü zaman, çekme dayanımı: 12 - 16 Kg/mm<sup>2</sup>; kokile döküldüğü zaman: 12 - 18 Kg/mm<sup>2</sup>. Yüzde uzaması, kuma döküldüğü zaman: % 1 - 4, kokile döküldüğü zaman: % 1 - 5 olur. Esneklik sınırı: Her iki durumda da: 7 - 8 Kg/mm<sup>2</sup> dir.

% 12 bakırlı alaşımda, çekme dayanımı, kuma döküldüğü zaman: 16 - 18 Kg/mm<sup>2</sup>; kokile döküldüğü zaman: 18 - 22 Kg/mm<sup>2</sup>; uzaması, kuma döküldüğü zaman: % 0,5 - 1, kokile döküldüğü zaman: % 0,3 - 1,5, esneklik sınırı; kuma döküldüğü zaman ve kokilde aynı olur. Değeri: 9 - 14 Kg/mm<sup>2</sup> dir.

Bu alaşımların dökümleri kolaydır. Birinci alaşım daha çok kuma, ikinci alaşım ise hem kuma hem kokile dökülmektedir.

Bu alaşımlar, piston ve motor kulaşları yapımında kullanılır.

##### 3 — Alüminyum - Silisyum alaşımları:

Bu alaşımlar en önemli alüminyum alaşımlarındandır. Dikkate değer özellikleri vardır. Silisyum alüminyumdan hafif olduğu için, özgül ağırlıkları alüminyumdan düşük olur.

% 13 silisyumlu alaşım bir ötektik doku verir. Bu alaşıma "Alpaks" veya "Silumin" adları verilir. Akıcılığı çok iyidir. Katılma arabığı, ötektik olduğu için sıfırdır. Çekmesi çok azdır (% 1,1 dolayında).

Soğukta dayanımı iyi, sıcakta düşüktür. İnce çatlaklar meydana getirmesi tehlikesi vardır. Korozyon dayanımı bakırlı alaşımlardan daha iyi-

dir. Özellikleri sıvı madenin arılaştırılması ile iyileşir. Arılama işlemi doğru yapılırsa, kırığı ince taneli ve mat olur. Mikroskopla bakıldığı zaman homogen ve ince görülür. Serbest silisyum bulunmaz. Arılama sodyum, flüorürler ve alkali maddelerle yapılır. Kokile dökümlerde arılama işlemine pek gerek görülmez. Bazı durumlarda arılama, hızlı bir ısıtma ile de sağlanabilir.

Bu alaşıma giren çok az miktardaki demir, iğneli doku biçiminde kristallenmiş bir bileşik verir ve alaşımı önemli ölçüde zayıflatır. Az miktarda mangan katılması ile, kristallenme daha az tehlikeli olan küresel şekle çevrilebilir.

Kuma döküldüğü zaman, çekme dayanımı:

16 - 18 Kg/mm<sup>2</sup>; uzaması: % 4 - 6, esneklik sınırı: 8,5 - 9 Kg/mm<sup>2</sup>.

Kokil kalıba döküldüğü zaman, çekme dayanımı:

18 - 22 Kg/mm<sup>2</sup>; uzaması: % 6 - 12, esneklik sınırı: 12 - 13 Kg/mm<sup>2</sup> olmaktadır.

Yorulma sınırı, biraz bakırla mangan katılarak yükseltilebilir:

% 13 Si, % 0,8 Cu, % 0,5 Mn,

% 13 Si, % 0,05 Cu, % 0,3 - 0,5 Mn.

Silisyumu yüksek alaşımlar (% 18 - 22 Si) daha hafif olurlar. Silisyum, alüminyumun genişleme katsayısını düşürür ve sertliğini artırır. Bu sertlik:

100 - 120 Brinell sayısına yükselir.

Uçak ve otomobil endüstrisinde ve genişleme katsayılarının düşüklüğü yüzünden, pistonların yapımında geniş ölçüde kullanılırlar.

#### 4 — Alüminyum - Magnezyum alaşımları:

Bunlar, alüminyum alaşımlarının en yenileridir. % 3 - 12 magnezyum-ludurlar. Amerika'da % 8 - 12; Fransa'da % 3 - 6 magnezyumlu alaşımlar yaygındır. Isı işlemi uygulamadan kullanılırlar.

Çekme dayanımları, kuma dökülünce : 20 - 24 Kg/mm<sup>2</sup>

kokile dökülünce : 24 - 28 Kg/mm<sup>2</sup>

Yüzde uzamalar, kuma dökülünce : % 2 - 6,

kokilde : % 12 - 18 olmaktadır.

Dikkate değer bir korozyon dayanımları vardır. Yorulma sınırları yüksektir. 13 Kg/mm<sup>2</sup> olur ve değişmez.

Akıcılıkları alpaks'ın üçte biri kadardır. Yani azdır.

Bu alaşımların, çok arı madenlerden hazırlanması gerekir.

#### II — Isı işlemi uygulanan döküm alaşımları:

Alüminyum döküm alaşımlarının dokusu kabadır ve homogen değildir. Homogenlik sağlamak ve dokuyu inceltmek için, bu alaşımlara ısı işlemleri uygulanır. Aynı amaçla, mangan ve titan katımları yapılır.

Bakırlı alüminyum alaşımlarına, genellikle ısı işlemi pek uygulanmaz. Isı işlemi uygulanan alüminyum döküm alaşımları üç bölümde toplanabilir:

1 — Özel alpaks alaşımları,

2 — Nikelli, karışık alaşımlar,

3 — Titanla arılanmış, bakırlı alaşımlar.

#### 1 — Özel alpaks alaşımları:

Bunların silisyum miktarı öncekiler gibi % 10 - 13 oranındadır. Ayrıca magnezyum, mangan ve bakır içerirler (% 0,3 Mg - % 0,3 Mn).

Bu alaşımlara, çevre sıcaklığındaki ihtiyarlatma ile, ısı işlemleri uygulanır. Bu şekilde özelliklerinde iyileşmeler meydana gelir. Ancak yüzde uzamaları düşebilir.

Kuma dökülmüş bir alpaks alaşımının, çekme dayanımı:

16 - 18 Kg/mm<sup>2</sup>, bakırlı alpaks'ın (% 13 Si, % 0,8 Cu, % 0,3 Mn), çekme dayanımı, yine 16 - 18 Kg/mm<sup>2</sup> olur.

Isı işlemi uygulanan alpaks'ın (% 13 Si, % 0,3 Mg, % 0,5 Mn), çekme dayanımı: 23 - 25 Kg/mm<sup>2</sup>; uzaması: % 16 - 18 olmaktadır.

#### 2 — Nikelli, karışık alaşımlar:

Bunlar, (Y) alaşımları ve (R.R.) alaşımları olarak iki bölümde toplanırlar.

Nikel, alaşımın sıcak özelliklerini iyileştirir. Az miktarda magnezyum katılması ile, özellikleri etkilenmeden, nikel miktarını azaltmayı sağlar.

Bu alaşımlara, bütün işlemlerden önce, homogenleştirme tavlama uygulanır.

Özellikleri, bileşimlerinde bulunan bileşiklere (NiAl<sub>3</sub>, Mg<sub>2</sub>Si) göre değişir. Ergime sıcaklıkları değişik olur.

Uygulanan ısı işlemleri şunlardır:

— 510 °C. derecede (6) saat ısıtma,

— Kaynar suda su verme,

— İhtiyarlatma (çevre sıcaklığında (5) gün veya kaynar suda (1) saat bekletilme).

Alaşıma giren elementlerin oranları ve etkileri aşağıdaki gibi olur:

% 3,5 - 4,5 Cu. ısı iletkenliği, şok dayanımı,

% 2 - 2,5 Ni. doku arılanması, sıcak özellikler,

% 0,6 - 1,5 Si. çekmenin azalması, akıcılığın çoğalması,

% 1,2 - 1,6 Mg. korozyon dayanımı.

Bu alaşımların genleşme katsayıları yüksek, akıcılıkları azdır. Döküm özellikleri pek iyi sayılmaz.

### 3 — Titanla arılanan bakırlı alaşımlar:

Bunlara örnek olarak aşağıdaki alaşımlar alınabilir:

**AP33** alaşımı: % 95 Al, % 4,5 Cu, % 0,5 Ti. ve eser halinde silisyum, demir.

Su verme ve ihtiyarlatma işlemlerinden sonra, çekme dayanımı:

30 - 35 Kg/mm<sup>2</sup>

esneklik sınırı : 22 - 25 Kg/mm<sup>2</sup>

uzaması : % 4 - 8 olur.

**APM** alaşımı : % 95 Al, % 4,5 Cu, % 0,25 Mg, % 0,25 Ti. silisyum ve demir en aza inmelidir. Bu alaşımı, 520 °C. de su verilip çevre sıcaklığında (5) gün ihtiyarlatma ile, 33 - 37 Kg/mm<sup>2</sup> çekme dayanımı ve % 5 - 12 uzama kazandırılır.

Titanla arılanan alüminyum alaşımları, günden güne gelişmektedir. Daha çok, kuma dökülen büyük parçalarda kullanılır.

Alaşımlara titan, titantetraflorür veya titanlı bir alaşım şeklinde karıştırılır.

Bu alaşımlarda, çok ince çatlaklar oluşma tehlikesi vardır. Akıcılıkları azdır. Dökümcülükte kullanılmaları dikkat istemektedir.

### 3.5 — BİÇİMLENDİRME ALAŞIMLARI :

Bunlar, dövme, çekme, presleme, haddeme gibi biçimlendirme işlemleri için hazırlanırlar. Aynı zamanda dökülebilirler.

Biçimlendirme alaşımlarını da, "ısı işlemi uygulanan" ve "ısı işlemi uygulanmayan" alaşımlar olmak üzere ayırmak uygun olur.

#### I — Isı işlemi uygulanmayan biçimlendirme alaşımları:

##### 1 — Manganezli biçimlendirme alaşımları:

Manganez oranı % 1,5 dolayında olur. Bu alaşımlara, magnezyum da girebilir. Al + % 1,5 Mn, % 1 Mg.

Bu alaşımların korozyon dayanımları iyidir. Kazancılıkta, depoların, sarnıçların, dekoratif parçaların yapımında kullanılırlar.

##### 2 — Magnezyumlu biçimlendirme alaşımları :

Bunların bileşimlerinde % 3 - 8 magnezyum bulunur. Az miktarda;

Manganez, sertliğini artırır,

Molibden, kristallerini inceltir.

Bu alaşımlar korozyona dayanıklıdır. Magnezyum miktarı artınca, sıcak biçimlendirme özelliği azalır. Fakat soğuk deformasyon kapasitesini iyi korur.

Bu alaşımlar deniz uçaklığında, deniz araçlarında, demiryollarında her geçen gün önem kazanmaktadır.

Soğukta dövme ile çekme dayanımları: 46 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzamaları % 8 olur. Haddeden çekme ve tavlama ile, çekme dayanımı: 35 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 24 olur.

#### II — Isı işlemi uygulanan biçimlendirme alaşımları:

Bu alaşımlar, magnezyum, silisyum ve bakırlı olabilirler. Isı işlemi ile dokuları sertleştirilir. Bu sertleşme aşağıdaki kimyasal bileşiklerle olur: Mg<sub>2</sub>Si, Al<sub>2</sub>Cu

1 — 0,7 - 1,5 Mg, % 0,8 - 1,2 Si, % 0,2 - 0,7 Mn. içeren alaşımlar. Bu alaşımlara "Almasilisyum" adı verilir.

% 1 Mg, % 1 Si, % 0,2 - 0,4 Mn. içeren bu alaşım, 520 °C. de ısıtılıp su verilerek normal sıcaklıkta ihtiyarlatılınca, çekme dayanımı: 28 Kg/mm<sup>2</sup>, ve uzaması: % 22 olur. Bu alaşımın korozyon dayanımı çok iyidir.

2 — Bakır, magnezyum ve eser halinde silisyum içeren alaşımlar. Bunlara "Düralümin" alaşımları adı verilir.

% 4 Cu, % 0,5 Mg, % 0,5 Mn, bileşimindeki alaşımın, 520 °C. de ısıtılıp su verilerek ve çevre sıcaklığında (5) gün veya 100 °C. yağda birkaç saat ihtiyarlatılarak, çekme dayanımı:

40 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 20 olacaktır. Döğülerek, pres edilerek çekme dayanımı: 48 Kg/mm<sup>2</sup> ye kadar yükselir. Fakat uzaması: % 10 a düşer.

Düralümin türü alaşımlar, hafiflikleri yüzünden konstrüksiyonlarda kullanılırlar. Bunlar, levha, çubuk, tel, v.b. şekillerde çekilirler.

Pervane kanatları, planör parçaları, havacılıkla ilgili parçaların birleştirilmesi için perçinler bu alaşımlardan yapılırlar.

% 4,5 Cu, % 1,5 Mg, % 0,65 Mn, bileşimindeki alaşıma "süper düralümin" denir. Isı işlemlerinden sonra, çekme dayanımı:

45 - 50 Kg/mm<sup>2</sup> olur. Özellikle pervane kanatları yapımı için havacılıkta kullanılır.

Düralümin'e % 1,5 - 2 kurşun katılarak "Kurşunlu Düralümin" alaşımı yapılır. Kurşun talaş kaldırma işçiliğini kolaylaştırır. İşlemede alaşım, kesici aletlere sarma yapmaz.

### 3.6 — ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÖKÜM ÖZELLİKLERİ :

Alüminyum alaşımlarının döküm özelliklerinin iki nokta üzerinde incelenmesi uygun olur:

#### 1 — AKICILIK :

Akıcılık, sıvı madenin kalıp boşluğunu tam olarak doldurmağa elverişliliği, şeklinde tanımlanır. Bu özellik çeşitli yönlerden etkilenir. Bunlar şöyle açıklanabilir:

- Madenin özelliği,
- Dökülen parçanın biçimi,
- Kalıbın özellikleri,
- Kalıp ile madenin temas durumu,
- Döküm koşulları. Döküm koşulları denince, madenin sıcaklığı, hızı, döküm yüksekliği, yani madenin yapacağı basınç düşünülür.

Madenin akıcılık özelliği, bilinen spiral deneyi ile değerlendirilir. Alüminyum alaşımlarının bu özelliği, bir dereceye kadar zayıftır. Alaşımların bileşimleri ile değişir. Ötektik bileşimler en büyük akıcılıkları verir. Alaşımında bulunan pislikler, akıcılığı olumsuz yönde etkileyebilirler.

Alaşımlarda meydana gelen alümin, sıvı maden yüzeyinde, zar şeklinde bir kabuk oluşturur. Bu kabuk sıvının akıcılığını önleyerek azaltır. Bu etki, sıvı yüzeyinin büyüklüğü ile artar. Alaşımların tekrar ergitilmelerinde, alümin artacağı için, akıcılık azalabilecektir. Bu durum, aynı zamanda alaşımın dokusunu kabalaştırır ve mekanik özelliklerini düşürür.

Kalıp kumlarının özellikleri de alaşımın akıcılığını etkiler.

#### 2 — ÇEKME (katılaşmada hacim küçülmesi) :

Hacim küçülmesi, diğer alaşımlardaki gibi gerçekleşir. Bu özellik alüminyumda fazladır. Alaşımlarında azalmakla beraber, birçok alaşımlara göre yine yüksektir (% 1,7). Bu yüzden birçok hatalar meydana getirebilir. Çöküntüler, çatlama ve çarpılmalar olabilir. Özgül ağırlığın azlığı, besleme zorluğunu da ortaya çıkarır. Bunun için dökümde, bu özellikler göz önüne alınmalıdır.

Alüminyum alaşımlarında en az çekme, doymuş katı eriyik içindir.

### 3.7 — ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI KALIPÇILIĞI :

Alüminyum alaşımları kuma döküldüğü gibi kokil kalıplara da dökülmektedir. Basınçlı döküme de elverişlidir. Kokil kalıp ve basınçlı döküm yöntemleri ilgili bölümlerde anlatıldığı gibi uygulanır.

#### I — KUM KALIPLAR :

##### 1 — GENEL BİLGİLER :

Kalıpları etkileyen özellikler şu şekilde sıralanır:

- Madenin hafifliği,
- Toplam ergime ısısının büyüklüğü,
- Çekme'nin fazlalığı.

Bu, sonuncu özellik yollukların biçim, ölçü ve yerlerini, besleyicilerin yerlerini, boyutlarını, soğutucuların durumunu etkiler.

## 2 — KALIP KUMU :

Bilinen, killi kumlar kullanılır. Bunlar doğal veya sentetik olabilir. İnce taneli ve çok gözenekli olmaları istenir. Alüminyum alaşımlarının özgül ağırlıkları düşük olduğu için, havayı boşaltmağa yardımcı olan, sıvı maden basıncı da az olur. İnce taneli kum, düzgün yüzeylerin elde edilmesini sağlar. Kumun nemliliğinin az olması uygun olur.

Kumların hazırlanması, diğer alaşımlardaki kumların hazırlanmasındaki gibidir.

Kalıp yapılırken kumun sıkıştırılması, diğer alaşımların kalıplarından daha az olur. Bu şekilde gözenekler çoğalır. Madenin çekmesi, kumun esneyebilmesi yüzünden kolaylaşır.

Alüminyum alaşımlarında, büyük parçalar kurutulmuş kalıplara dökülürse de, daha çok yaş kalıplara döküm yapılır.

## 3 — MAÇALAR :

Maçaların yapımında kumların ve bağlayıcıların ayrı bir özelliği yoktur. Ancak daha fazla gözeneklilik aranır. Maden hafif olduğu için, maça iskeletlerinin önemi azalır. Madenin katılaşması sırasındaki çekmenin etkisi ile maça sıkılacaktır. Eğer yeteri kadar esnemezse, parçada çatlama meydana gelebilir. Maçaların esneyebilmelerini sağlayacak önlemler alınmalıdır. Maçanın gözenekliliği yanında, maça havaları da iyi alınmalıdır. Gazlar ve havayı, hava kanalları yardımı ile maça başlarına doğru yönlendirmelidir.

Madenin sıcaklığı düşük olduğu için, maça bağlayıcıları dökümde tam yanmayabilir. Dökümden sonra boşaltılmaları zorlaşır.

Maçalar iyi pişirilmelidir.

## 4 — DERECELER :

Kalıpların yapımında kullanılan dereceler, diğer alaşımlarda kullanılan derecelerle aynı olur. Ancak, madenin hafifliği yüzünden, fazla kuvvetli olmaları gerekmez. Dereceler genellikle, dökme demir, çelik, alüminyum ve ağaçtan yapılırlar. Çıkma derece kullanmak birçok yararlar sağlayabilir.

## 5 — YOLLUKLAR :

Yolluk sistemleri bilinenlerin aynı olmakla beraber, basınçsız yolluklar üstün görülürler. Yollukların özellikleri, diğer alaşımlardaki yolluklar

gibidir. Curuf ve pislikleri tutacak şekilde düzenlenirler. Kaynak yollukları birçok durumlarda yararlı görülür. Filtreli yolluklar ve teğet memeler önerilir.

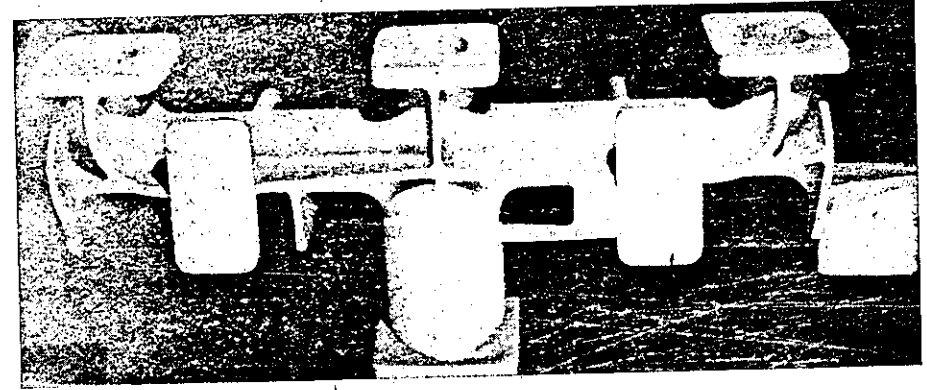
## 6 — ÇIKICI VE BESLEYİCİLER :

Gazların boşalmasını sağlama bakımından, çıkıcılar çok önemlidir. Mala yüzeyine de çıkıcılar açılmaktadır.

Madenin hafifliği, beslemeyi iyi yapabilmek için, besleyicilerin önemi artırır. Soğutucuların kullanılması, besleyicilere yardımcı olur. Genellikle dış soğutucular kullanılır. Alüminyum alaşımlarında soğutucular, dökme demir, bronz, pirinç, alüminyumdan yapılırlar. Ençok dökme demir olanlar kullanılır. Soğutucuların nemden korunmaları için, kalıba son anda yerleştirilmeleri uygun olur.

## 7 — BİTİRME İŞLEMLERİ :

Dökülen parçaların kalıptan çıkarılıp temizlenmesi, bilinen yöntemlerle yapılır. Yolluk ve besleyicilerin ayrılması destere ile keserek sağlanır. Bu iş için, serit destere makineleri kullanılır. Serit desterenin dişleri yeteri kadar sivri ve büyük olur.



Şekil 3.1 Alüminyumdan dökülmüş bir parça

## II — KOKİL KALIPLAR :

Alüminyum alaşımları, kum kalıplara döküldüğü gibi kokil kalıplara da dökülür. Kokile dökülmeğe elverişli alaşımlardan biridir. Kalıplar ve döküm yöntemleri ile kullanılan ocaklar ilgili bölümde anlatıldığı şekilde olur.

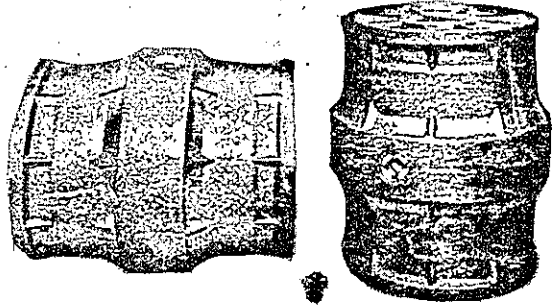
Alüminyum alaşımları, kokil kalıp uygulamaları olan "Boşaltma Döküm", "Savurma Döküm", "Basıncılı Döküm" yöntemleri ile dökülebilirler. Geniş ölçüde, kendi ağırlığı ile kokil kalıba dökülmektedir.

Bunun için en uygun alaşımlar:

- Alüminyum - bakır alaşımları,
- Alüminyum - magnezyum alaşımları,
- Alpaks alaşımı,

Karışık alüminyum alaşımları (Y ve R.R. alaşımları) da kokile kendi ağırlıkları ile dökülürler.

Alüminyum alaşımları basınçlı dökümle de dökülebilirler. Çekmeleri % 1,5 olur. 1 - 8 mm. çapında ve 25 mm. derinliğinde delikler elde edilebilmektedir. Şekil 3.2 de kokil kalıba dökülmüş bir fiç görülmektedir.



Şekil 3.2 Kokil kalıba dökülmüş, 50 Lt.lik bir fiç

### 3.8 — ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ ERGİTİLMESİ :

Alaşımların ergime özellikleri, fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bir maden veya alaşımın ergimesi için gerekli ısı miktarı şunların toplamından oluşur:

— Katı haldeki alaşımın ısınma ısısı. Bu ısı ile alaşımın ergime derecesine yükselmesi için harcanan ısı,,

— Ergime ısısı. Ergime derecesine yükselen alaşımın katı halden sıvı hale geçmesi için harcanan gizli ergime ısısı,

— Sıvı haldeki alaşımın ısınma ısısı. Buna bağlı olarak, sıvı alaşımın ergime derecesinden döküm sıcaklığına kadar yükselmesi için harcanan ısı. Bunların toplamı harcanan toplam ısıyı verir. Alüminyumun ergime derecesi: 658 °C,

Gizli ergime ısısı: 93 cal/gr. dir. Bu miktar demirin ve bakırın iki, kalayın yedi katıdır.

Isınma ısısı: 0,24 cal/gr. dir. Bakırın iki, demirin birbuçuk katıdır.

100 Kg. madeni sıcaklığını fazla yükseltmeden, ergitmek için,

alüminyumda : 25,500 cal.

bakırda : 16,300 cal. olmaktadır.

Alüminyum alaşımları kolay oksitlenir ve gazları kolay emer. Sıcaklığın yükselmesi bu sakıncaları çoğaltır.

### 1 — ERGİTME OCAKLARI :

Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde kullanılan ocaklar, potalı ve potasız olurlar. Potalı ocaklarda gazların madene temasını önlemek için, pota yükselticileri ve kapaklar kullanılır. Potasız ocaklarda, alev maden üzerine değil, ocak tavanına yöneltilir. En tehlikeli gazlar hidrojen ve karbon monoksittir. Bunlarla parçalarda gaz boşluğu hataları çoğalır.

Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde, yakacak harcamaları aşağıdaki oranlarda olmaktadır:

— Kok harcaması: % 40 - 80,

— Sıvı yakıt (mazot), 100 Kg. maden için, pota ocaklarında: 18 - 25 litre, potasız ocaklarda: 10 - 12 litre;

— Gaz yakacak, 100 Kg. maden için, potalı ocaklarda: 50 - 80 m<sup>3</sup> havagazı, gazojen gazı için, 25 - 40 Kg. kok kömürüdür. Gazların temiz olması gerekir.

— Elektrik ocaklarında, 100 Kg. maden için, potalı ocaklarda: 50 - 100 Kw/h, potasız ocaklarda: 50 - 80 Kw/h elektrik harcanır.

### 2 — POTALAR :

Alüminyum alaşımları bilinen ergitme potalarında ergitilirler. Bunlarda, grafit potaların yanında, çelik sacdan yapılan potalarla, dökme de-

mirde dökülen potalar daha çok kullanılmaktadır. Dökme demir potalar, normal dökme demirlerden olduğu gibi, özel dökme demir alaşımları ile de yapılırlar.

### 3 — KULLANILAN FLÂKS'LAR :

Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde, koruyucu olarak kullanılan flâks'lar (Bölüm 1) klorür ve flüorür'lü tuzlardır. Bunlar, oksitlenmeye ve gazların emilmesine engel olurlar.

Ayrıca temizleyici flâks'lar, madenin içindeki oksit ve gazları gidermek için kullanılır. Bu flâkslar genellikle, magnezyum ve sodyum klorür ve flüorür'lü olurlar. Bunların, sıvı halde iken madene yakın bir özgül ağırlıkları vardır. Karıştırma ile madenin üzerinde toplanırlar. Tamamen nemsiz olmaları gerekir.

Yukarıdaki flâksların kullanılmasına karşın, madende yine gaz bulunabilir. Bunlar için, sıvı maden içine çeşitli gazlar (azot, argon, helyum, klor, v.b.) verilerek temizleme yapılabilir.

— Azot gazı, ençok 710 °C. de, 3 - 15 dak. verilir.

— Klor gazı, 710 °C. de, 4 - 5 dak. verilir.

Bunlar nitrin ve klorürler oluşturarak temizleme yaparlar.

Ayrıca titan, titan tetraklorür şeklinde karıştırılır. Karıştırma madenin normal ergiyik sıcaklığında olur. Titanın bir kısmı alaşımın içinde kalır. Klor sıvıdan ayrılarak çıkar. Klor gazının çalışanlara bir tehlikesi olmaz. Klorun iri kristallenmeye yöneltme tehlikesi varsa da, bileşimde kalan titan, taneleri arılaştırarak inceltir.

### 4 — TANELERİN İNCELTİLMESİ :

Alaşımında iri tanelerin oluşmaması için, sıcaklık yükselmelerinden sakınılır. Normal sıcaklıklarda döküm yapılır. Kokiller parçalarda tane inceliği sağlanır.

Ayrıca, nikel, sodyum, bor, krom, titan, v.b. tane inceliğine yardımcı olan elementlerdir.

Örneğin: Bir Kg. maden için, 0,5 gr. sodyum 790 °C. de özel bir aygıtla karıştırılır.

### 5 — ERGİMENİN YÖNETİMİ :

Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde, oksitlenme ve gaz emme tehlikesinden sakınılır. Bunun için ergitmede:

- Kullanılan gereçler çok temiz olur,
- Isıtma çabuk yapılır ve
- Fazla ısıtmadan özellikle çekinilir,
- Ergitmede önce büyük, sonra, ergime ile beraber küçük parçalar yüklenir,
- Maden sıvı halde gereksiz bekletilmez,
- Hidrojen vermesi yüzünden, nemden özellikle kaçınılır.
- Sıvı maden karıştırılmaz,
- Temizleme işlemleri tekniğine uygun olarak yapılır,
- Madenin sıcaklığının ölçülmesi pirometre ile yapılır. Göz ile kontrol yeterli görülmez. Daldırma pirometreler uygundur,
- Curuf dökümden hemen önce temizlenir,
- Ergime sırasında ve daha sonraki işlemlerde madenin hava ve gazlarla teması titizlikle önlenir.

### 6 — ERGİMENİN KONTROLÜ :

İstenen özellikte alaşımın elde edilmesi ile oksitler ve gazlardan korunmak için, diğer alaşımlarda olduğu gibi devamlı kontroller yapılır.

Özellikle, ergime süresi, madenin sıcaklığı, temizleme süresi, kristallerin inceliği özenle kontrol edilir. Dökümden sonra kimyasal analizler yapılır.

Alaşımın karışmasının iyi olup olmadığını kontrol için, üçgen pirizma biçiminde bir çubuk dökülür. Bu çubuk 45° eğilir. Çatlama olmazsa karışmanın iyi olduğu kabul edilir.

### 7 — DÖKÜM :

Ergiyen ve döküme hazırlanan alaşım bilinen yöntemlerle kalıplara dökülür. Burada, yine oksitlenmeden ve gaz almadan korunmalıdır. Yoluk sistemleri buna göre ayarlanmalı ve maden mümkün olduğu kadar alçaktan dökülmelidir.



Özellikle madenin sıcaklığı uygun olmalıdır. Alüminyum alaşımlarının döküm sıcaklığı, genellikle 680 - 760 °C kabul edilirse de, bu sıcaklık alaşımın bileşimine göre ayarlanır.

### 3.9 — ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ HAZIRLANMASI :

Alüminyum alaşımlarına giren elementlerin ergime dereceleri alüminyumunkinden yüksektir. Bu nedenle bunların doğrudan doğruya alüminyuma katılması çok zordur. Bazı durumlarda imkânsızdır. Ergime derecesi yüksek olan elementlerin katılabilmesi için alüminyumun sıcaklığının yükselmesi gerekir. Oysa, alüminyumun sıcaklığının sakıncalarını yukarıda görmüştük. Bu yüzden, böyle elementlerin katımı için, ön alaşımlar hazırlanmaktadır.

Katılan madenin ergime derecesi, alüminyumun ergime derecesi dolayında ise (mağnezyum, çinko, v.b.), sıvıyı flâkslarla koruyarak katım yapılabilir.

Bakır, titan, silisyum, krom, manganez, v.b. gibi elementler için ön alaşım hazırlanması zorunludur. Ön alaşım hazırlanması, özel döküm yöntemleri ile olur. Bunun için, önce ergime derecesi yüksek katım elementleri ergitilir. Alüminyum buna karıştırılır. Katım süresince sıvı sallanarak çalkalanır. Katım azar azar yapılır.

Sıvı haldeki katım madeni, sıvı haldeki alüminyuma karıştırılır. Bir miktar alüminyum katı halde bırakılır ve azar azar karıştırılarak alaşımın sıcaklığı düşürülür (Manganez, v.b.).

Bazı durumlarda, sıvı alüminyuma katım elementi karıştırılır. Ergime ağır ve süresi uzun olur. Alaşımın devamlı karıştırılması gerekir. Alüminyumun sıcaklığı ister istemez artar. Bu yöntem zordur, alüminyum silisyum için önerilebilir.

Katım madeni bir bileşik halinde karıştırılır. Örneğin titan, sıvı alüminyuma, titan tetraklorürü şeklinde katılır. Klorür ayrılarak, gaz şeklinde sıvıdan dışarı çıkar. Titan bileşimde kalır. İşlem sırasında sıvı karıştırılır. Pahalı bir metottur. Krom, molibden, vanadyum, v.b. elementlerde uygulanabilmektedir.

Bazı ön alaşımlar:

Alüminyum - bakır, % 33 bakırlı,

Alüminyum - nikel, % 20 nikelli,

Alüminyum - manganez, % 10 manganezli,

Alüminyum - manganez - bakır, % 20 bakırlı ve % 10 manganezli.

### 3.10 — KARIŞIK ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ HAZIRLANMASINA ÖRNEKLER :

a) Y. alaşımı: Bileşimi: % 92,5 Al, % 4 Cu, % 2 Ni, % 1,5 Mg.

Kullanılan ön alaşım: Al - Cu, Al - Ni.

Ergitmede grafit pota kullanılır. Alüminyum ergitilir. Önce, bakırlı sonra, nikelli ön alaşım katılır. Madenin sıcaklığı 750 °C. nin altında tutulur. Mağnezyum en sonra karıştırılır. Döküm sıcaklığı 690 - 730 °C. arasında olur.

b) R.R. alaşımı: % 21 Ti; % 10 Cu, lı ön alaşım ile ve aynı yöntemlerle hazırlanır.

c) Mağnezyumlu alaşımlar: Bu alaşımlarda, çok arı madenler ve % 10 veya % 13 mağnezyumlu ön alaşımlarla işe başlanır.

Hazırlanan alaşımlar şöyle olabilir:

% 3 - 12 Mg. % 0,5 Mn. + Al

% 3 - 6 Mg. + Al

Grafit pota kullanılır. Ergimiş alüminyuma, flâkslar yardımı ile (Al - Mg) ön alaşımı katılır. Sıcaklık 800 °C. nin altında tutulur.

Oluşan alaşım, flâkslarla temizlenir.

% 75 mağnezyuma klorür, % 25 mağnezyum flüorür.

Sonra, 5 dakika gaz çıkması için beklenir (700 - 710 °C).

Tablo 5.1 Alüminyum alaşımları

Alaşımlar	Elementler						
	% Cu	% Si	% Mg	% Mn	% Fe	% Ti	% Ni
Y. alaşımı	4	—	1,5	—	—	—	2
R.R. 50 alaşımı	1,3	2,2	0,1	—	1	0,18	1,3
Lautal	4,5-6	—	—	çok az	—	—	—
41 SM alaşımı	—	4	1	1	—	—	—
Bakırlı alpaks	0,8	12	0,3-0,35	—	—	—	—
Gama alpaksı	—	12,5	0,25-0,3	0,5	(max) 0,6	(max)	—
Piston alaşımları	3	18	—	—	—	—	—
	2	23	—	—	—	—	—
	2	22	—	—	—	—	1,5
Dizel motoru pistonu	1,5	20-22	0,5	0,6	—	—	—
KS 280 alaşımı	—	—	—	—	0,6	1,25	Co. 1,5
Alsia alaşımı	5	18	0,5	0,5	—	—	3,5
Aldrey	—	0,4-0,6	0,4-0,5	—	az	—	—
Almelek	—	0,5	0,7	—	0,3	—	—
Almasilisyum	—	2	1	—	—	—	—
Alman alaşımı	3	—	—	—	—	12 Zn.	—

Tabloda gösterilen element oranlarının kalan kısmını alüminyum oluşturur.

Tablo 5.2 Türk Standartlarında alüminyum alaşımları.

1. İçinde Başlıca Bakır Bulunan Alüminyum Alaşımları

Alaşım	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Cr	Be	Al
Al-Cu4 Ni2 Mg2													
min.	3,5	1,2	—	—	—	1,7	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	4,5	1,8	0,7	0,7	0,6	2,3	0,1	0,05	0,05	0,2	0,2		
Al-Cu4 Mg Ti min.	4,0	0,15	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—		Geri Kalan
max.	5,0	0,35	0,35	0,40	0,10	0,05	0,20	0,05	0,05	0,35	—		
Al-Cu4 Ti min.	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	5,0	0,05	0,35	0,40	0,10	0,10	0,2	0,05	0,05	0,35	—		
Al-Cu4 Si min.	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	5,0	0,03	1,2	1,0	0,3	0,05	0,3	0,05	0,05	0,2	—		

2. İçinde Başlıca Silisyum Bulunan Alüminyum Alaşımları

Alaşım	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Cr	Be	Al
Al-Si5 min.	—	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,10	0,1	6,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,20	—		
Al-Si5 Fe <sup>1)</sup> min.	—	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,10	0,1	6,0	1,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,20	—		
Al-Si5 Mg min.	—	0,4	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,1	0,9	6,0	0,8	0,6	0,1	0,1	0,1	0,05	0,2	—		
Al-Si5 Mg Fe <sup>1)</sup> min.	—	0,4	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,1	0,9	6,0	1,3	0,6	0,1	0,1	0,1	0,05	0,2	—		
Al-Si5 Cu1 min.	1,0	0,3	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	1,5	0,8	6,0	0,8	0,5	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	—		
Al-Si5 Cu3 min.	2,0	—	4,0	—	0,2	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	4,5	0,15	6,5	1,0	0,7	0,3	0,5	0,1	0,05	0,2	—		
Al-Si5 Cu3 Fe <sup>1)</sup> min.	2,0	—	4,0	—	0,2	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	4,5	0,15	6,5	1,3	0,7	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	—		
Al-Si6 Cu4 min.	3,0	—	5,0	—	0,2	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	5,0	0,3	7,0	1,3	0,6	0,3	2,0	0,2	0,1	0,2	—		
Al-Si7 Mg min.	—	0,2	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,20	0,4	7,5	0,5	0,6	0,05	0,3	0,05	0,05	0,2	—		
Al-Si8 Cu3 Fe <sup>1)</sup> min.	2,5	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	4,5	0,15	9,5	1,3	0,6	0,3	1,2	0,3	0,2	0,2	—		
Al-Si10 Mg min.	—	0,15	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,10	0,40	11,0	0,70	0,6	0,1	0,1	0,05	0,05	0,15	—		
Al-Si12 min.	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,10	0,10	13,5	0,70	0,5	0,1	0,1	0,1	0,05	0,15	—		
Al-Si12 Fe <sup>1)</sup> min.	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	0,10	0,10	13,5	1,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,05	0,15	—		
Al-Si12 Cu min.	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	1,2	0,3	13,5	0,8	0,5	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2	—		
Al-Si12 Cu Fe <sup>1)</sup> min.	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—		Geri Kalan
max.	1,2	0,3	13,5	1,3	0,5	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2	—		

<sup>1)</sup> Basınçlı dökümün bileşimi.

Tablo 5.3 Türk Standartlarında alüminyum alaşımları.

3. İçinde Başlıca Magnezyum Bulunan Alüminyum Alaşımları

Alaşım	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Cr	Be	Al
Al-Mg3 min.	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Geri Kalan
Al-Mg3 max.	0,10	4,5	0,5	0,5	0,3	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	0,1	—	
Al-Mg3 Si min.	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al-Mg3 Si max.	0,10	4,5	1,3	0,5	0,6	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	0,4	—	
Al-Mg5 Si1 min.	—	4,0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al-Mg5 Si1 max.	0,10	6,0	1,5	0,5	0,5	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	—	—	
Al-Mg9 min.	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al-Mg9 max.	0,10	7,0	0,50	0,5	0,3	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	0,5	—	
Al-Mg6 Fe <sup>1)</sup> min.	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al-Mg6 Fe <sup>1)</sup> max.	0,10	7,0	0,50	1,3	0,3	0,05	0,2	0,05	0,05	0,2	0,5	—	
Al-Mg9 Si min.	—	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Al-Mg9 Si max.	0,1	10,0	1,0	1,0	0,5	0,1	0,1	0,05	0,05	0,2	—	0,3	
A-Mg10 min.	—	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
A-Mg10 max.	0,10	11,0	0,30	0,3	0,3	0,10	0,10	0,05	0,05	0,15	—	0,05	

<sup>1)</sup> Esaslı dökümün bileşimi.

4. İçinde Başlıca Çinko Bulunan Alüminyum Alaşımları

Alaşım	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Cr	Be	Al
Al-Zn5 Mg min.	—	0,20	—	—	—	—	4,5	—	—	0,10	0,15	—	Geri Kalan
Al-Zn5 Mg max.	0,35	0,70	0,30	1,0	0,4	0,05	6,0	0,05	0,05	0,30	0,60	—	

SORULAR

- 1 — Alüminyum alaşımlarını tanıtırız.
- 2 — Alüminyum alaşımlarının genel özelliklerini söyleyiniz.
- 3 — Alüminyum alaşımlarına giren elementlerin alüminyum üzerine etkilerini özet şekilde anlatınız.
- 4 — Alüminyum alaşımlarını bölümleyiniz.
- 5 — Isı işlemi uygulanan alaşımlarla ısı işlemi uygulanmayan alaşımları karşılaştırınız.
- 6 — Alüminyum döküm alaşımları ile biçimlendirme alaşımlarını karşılaştırınız.
- 7 — Hangi alüminyum alaşımları nerelerde kullanılır, niçin?
- 8 — Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde nelere dikkat edilir?
- 9 — Alüminyum alaşımları hangi ocaklarda ergitilir?
- 10 — Alüminyum alaşımlarının dökümünde nelere dikkat edilir?
- 11 — Alüminyum alaşımlarında yolluklar nasıl olmalıdır?
- 12 — Soğutucu niçin, nasıl kullanılır, gereçleri nelerdir?
- 13 — Alüminyum alaşımlarının besleyicilerinin özellikleri nelerdir?
- 14 — Ergitme ve döküm sırasında, sıvı maden dış etkilerden nasıl korunur?
- 15 — Alüminyum alaşımlarının ergitilmesinde hangi potalar kullanılır?
- 16 — Alüminyum alaşımlarında hangi kumlar kullanılır? Bildiklerinizi kısaca anlatınız.
- 17 — Alüminyumun ergitilmesinde ve dökümünde, alüminin etkilerini söyleyiniz.
- 18 — Alüminin yarar ve zararlarını anlatınız.
- 19 — En önemli döküm alüminyum alaşımı hangisidir, neden?
- 20 — Bu alaşımın özelliklerini söyleyiniz.
- 21 — En önemli alüminyum biçimlendirme alaşımını ve özelliklerini söyleyiniz.

## BÖLÜM : 4

### MAGNEZYUM ALAŞIMLARI

#### 4.1 — TANIILMASI :

Ana madeni magnezyum olan alaşımlara "Magnezyum Alaşımları" veya "Çok Hafif Alaşımlar" adları verilir. Bu alaşımlara alüminyum, bakır, çinko, manganez v.b. elementler katılmaktadır. Magnezyum alaşımları hafif olmaları yanında, diğer özelliklerinin de iyiliği yüzünden, endüstride büyük önem kazanmışlardır. Dökülebildikleri gibi dövme, haddeleme, v.b. işçiliklere de elverişlidirler. Kum kalıplara ve kokil kalıplara dökülebilirler.

#### 4.2 — KATKI ELEMENTLERİNİN MAGNEZYUMUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLEERİ :

##### 1 — ALÜMİNYUM :

Alüminyum magnezyumda erir. Magnezyum kristallerinin incelmesine yardım eder. Mekanik özelliklerini iyileştirir. Alüminyumlu magnezyum alaşımları döküme ve sıcak dövülmeye elverişlidir. % 6 alüminyumlu bir alaşımın mekanik özellikleri şöyle olur:

Kuma dökülünce, çekme dayanımı: 16 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 4,

Tel çekilince, çekme dayanımı: 27 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 15.

Alüminyum oranı % 9 olan bir alaşımda:

Kuma dökümde, çekme dayanımı: 18 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 4-6,

Isı işleminden sonra, çekme dayanımı: 24 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 8-12 olur.

## 2 — ÇİNKO :

Çinko magnezyumda, normal sıcaklıkta % 2, 34 °C. de % 8 oranında erir. Çinkolu magnezyum alaşımlarına "ELEKTRON" adı verilir. Bu alaşımlar, kokil kalıba döküme ve basınçlı döküm yöntemine çok elverişlidir. Çinko magnezyuma alüminyumla beraber katılır. Örneğin:

% 4 Al, % 3 Zn, geri kalanı magnezyum.

## 3 — BAKIR :

Bakır, magnezyumla % 69 oranı için bir ötektik bileşim verir. Bu alaşım 485 °C. de erir. Bakır magnezyum içinde erimez.

Alüminyumla beraber katılır. Alaşıma, iletkenliği artırıcı olarak etki eder. Motor pistonları yapımına elverişli olur.

Alaşımında, bakır ve alüminyum toplamı % 6 dan az olduğu zaman özellikleri, alüminyumlu magnezyum alaşımlarına benzer. Korozyon dayanımları iyidir.

Bakır ve alüminyum toplam oranı % 12 den az olan alaşımlar dövme alaşımlarıdır. Isı iletkenlikleri yüksektir.

## 4 — MANGANEZ :

Manganezin magnezyuma etkisi pek iyi tanınmaz. Sıcakta, az miktarda manganez magnezyumda erir. Soğukta eremediği kabul edilir.

% 0,3 - 0,4 oranında, korozyon dayanımını artırır.

Manganez elektron alaşımlarına girer.

## 5 — YENİ ALAŞIMLAR VE KATILAN ELEMENTLER :

Değişik elementlerin katılması ile yeni alaşımlar yapılmaktadır. Bunların ve daha başka alaşımların etütleri devam etmektedir. Örnek olarak:

Magnezyum - alüminyum - kadmiyum,

Magnezyum - alüminyum - gümüş,

Magnezyum - kadmiyum, alaşımları gösterilebilir.

## 4.3 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARININ DÖKÜM ÖZELLİKLERİ :

Magnezyum alaşımlarının döküm özellikleri alüminyum alaşımlarınakilere benzer.

Bu konuda, önce alaşımların akıcılığını düşünmek gerekir. Akıcılık alaşımın kendi özellikleri yanında, şu etkenlere de bağlıdır:

Kalıbın özellikleri, kalıbın madenle temas eden yüzeylerinin genişliği, yollukların verilmesi, yolluk yüksekliği, kalıp kumu bağlayıcıları, madenin sıcaklığı, döküm süresi, v.b. Madenin akıcılığı bilinen spiral deneyi ile ölçülür. Magnezyum alüminyum alaşımlarının akıcılığı % 50 oranına kadar çoğalır. Bakırlı magnezyum alaşımlarında, % 30 bakır oranına kadar akıcılığın arttığı görülmektedir.

Magnezyum alaşımlarının çekmesi fazladır. (% 1,9). Kum kalıba dökümde çekme, kokile dökümdekinden daha çok olur. Magnezyuma alüminyum, bakır katılması çekmeyi azaltır.

Yolluk ve besleyiciler, bu durumlar göz önüne alınarak düzenlenir.

## 4.4 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARININ BÖLÜMLENMESİ :

Magnezyum alaşımları "Döküm Alaşımları" ve "Bicimlendirme Alaşımları" olarak ayrılabilir. Bunlardan bazılarında ısı işlemleri uygulanabilmektedir.

### 1 — DÖKÜM ALAŞIMLARI :

Dökülen magnezyum alaşımları "Magnezyum - Alüminyum" ve "Magnezyum - Alüminyum - Çinko" (Mg - Cu; Mg - Al - Cu) alaşımları olmak üzere iki bölümde toplanabilir.

Alüminyum magnezyuma ençok % 7 - 11 oranlarında katılır. Dökümde kullanıldıkları gibi, dövme ve haddelene işlemlerine de elverişlidir. Aynı zamanda bu alaşım, ısı işlemine elverişli tek döküm alaşımıdır. Kuma döküldüğü zaman mekanik özellikleri çelikteki gibi olur:

Çekme dayanımı: 16 - 17 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 4 - 5.

Bu özellikler, tel şeklinde çekime durumunda iyileşir:

Çekme dayanımı: 27 - 29 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 15 - 18 olur.

Bu alaşımlar pratikte, homojenleştirme tavı uygulanarak kullanılırlar.

Çinkolu magnezyum alaşımları Almanya'da yapılmıştır. Çok yaygın değildir. Elektron adı verilen bu alaşımlar, uçak konstrüksiyonlarında kullanılırlar. Bileşimlerinde:

% 3 - 9 Al, % 1 - 3 Zn. bulunur. Bu bölüme giren:

% 6 Al, % 3 Zn. lu döküm alaşımının çekme dayanımı: 16 - 20 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 3 - 6 oranları arasında değişir. Alüminyum % 9 olan alaşım, ençok kullanılan döküm alaşımıdır. Kuma dökülür. Kaliteli parçaların yapımında kullanılır.

% 9 Al, % 1 Zn. lu alaşımın akıcılığı iyidir. Kokil kalıba kendi ağırlığı veya basınçlı döküm yöntemi ile dökülür. Mekanik özellikleri şöyledir:

Çekme dayanımı: 16 - 18 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 1 - 2.

Bakır ve alüminyum içeren magnezyum alaşımlarının ısı iletkenlikleri yüksektir. Bu özellikleri yüzünden, çok kullanılırlar. İki tipte hazırlanırlar:

a) Alüminyum ve bakırın toplam oranı % 6'nın altında olan alaşımlar. Bunlar, magnezyum alüminyum alaşımları ile aynı özellikleri taşırlar. Fakat korozyon dayanımları azdır.

b) Bakır ve alüminyumun toplam oranı % 8 - 12 olan alaşımlar. Bu alaşımların ısı iletkenlikleri yüksektir. Bakır oranına bağlı olarak dövülebilirler. Bunlar, ısıyı ilettikleri için, motor pistonlarında kullanılırlar. Mekanik özellikleri yukarıdaki alaşımın aynı olmaktadır.

## 2 — BİÇİMLENDİRME ALAŞIMLARI :

Magnezyum alaşımlarına biçimlendirme işlemleri nisbeten kolay uygulanır. Ancak, birçok durumlarda, güçlü kuruluşlara gerek duyulur. En çok kullanılan biçimlendirme alaşımları:

% 3 - 7 Al, % 1 Zn. içerirler.

% 3 Al, % 1 Zn. içeren alaşımın döğülmesi kolaydır. Bu işleme en uygun alaşımdır. Dayanımı azdır. Gem ve başlık takımları, ortopedi aksesuarı, v.b. parçaların yapımında kullanılır.

% 6 Al, % 1 Zn. lu alaşımın esneklik özelliği iyidir. Önemli kuvvetlerin etkisindeki parçaların yapımına ayrılır. Döğülmesi için, güçlü bir kuruluşu gerektirir.

% 7 Al, % 1 Zn. Bu alaşım hızla değişen kuvvetlerin etkisinde bulunan parçaların (motor karteri, pervane kanadı, v.b.) yapımında kullanılır.

Çekme dayanımı: 32 - 35 Kg/mm<sup>2</sup> ve uzaması: % 8 - 12 dir.

Yukarıda tanıtılan magnezyum alaşımlarına % 0,2 - 0,3 oranında mangan katılarak korozyon dayanımları iyileştirilir.

Magnezyuma % 1,5 - 2,5 oranında mangan katılarak, manganezli magnezyum alaşımları elde edilir. Bunların dayanımları öncekilere oranla düşüktür. Daha az kullanılırlar.

## 3 — YENİ ALAŞIMLAR :

Magnezyum alaşımlarının geliştirilmesi etütleri devam etmektedir. Bilinen alaşımlar geliştirilmekte ve yeni alaşımlar yapılmaktadır. Aşağıdaki alaşımlar örnek olarak alınabilir:

% 8 Al, % 8 Cd. içeren magnezyum alaşımı.

Bu alaşımın çekme dayanımı: 35 Kg/mm<sup>2</sup> ve sıcak haddelenmeden sonra, uzaması: % 14 dür. Soğuk haddelenerek, 100 °C. de 4 saat tavlansa, çekme dayanımı: 40 Kg/mm<sup>2</sup> ye ulaşabilir.

% 6 Al, % 2,5 Ag.

% 10 Se, % 1,5 Co.

% 3 - 5 Zn, % 0,7 Zr.

Bu üç alaşım henüz yayılmaktadır. Çekme dayanımları: 30 - 40 Kg/mm<sup>2</sup> arasında değişir.

Bunların yanında, kalsiyum, seriyum veya berilyum'lu magnezyum alaşımlarının geliştirilmesine çalışılmaktadır.

## 4.5 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARININ KULLANMA YERLERİ :

Magnezyum alaşımları hafiflikleri yanında, dayanımları da iyi olan alaşımlardır. Bu yüzden çok geniş ölçüde kullanma alanları bulmaktadır.

— Bütün taşıt araçlarının özellikle uçakların birçok parçalarının yapımı,

— Çeşitli levha, plâka, borular ve mobilya parçaları,

— Motor karterleri, yağ pompası karterleri, rotor ve helis,

— Piston, biyel, vantilâtör kanatları, ambalaj sanayii, v.b.

## 4.6 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARI KALIPÇILIĞI :

### 1 — GENEL BİLGİLER :

Magnezyum alaşımları kum veya kokil kalıplara dökülürler. Kokil kalıplar ve bunlara döküm, ilgili bölümde anlatıldığı gibi olur. Kum kalıplara dökümün bazı özellikleri bulunmaktadır.

Magnezyum alaşımları kalıpcılığında göz önüne alınacak etkenler şunlar olabilir:

a) Madenin özgül ağırlığının çok düşük olması, kalıbın doldurulması için gerekli basıncın sağlanmasını zorlaştırır. Yollukların ve besleyicilerin boylarının yüksek tutulması gerekir.

b) Mağnezyum alaşımlarının katılma sırasında hacim küçültmeleri yani çekmeleri fazladır. Kalıpların yapımında bu durum göz önüne alınmalıdır.

c) Çok kolay oksitlenir. Hava ve kumun nemi ile tepki yapmağa elverişlidir.

## 2 — KUM :

Diğer alaşımların kalıplarında kullanılan döküm kumları, mağnezyum alaşımlarında kullanılamaz. Mağnezyum, kumun içinde bulunan nem ile reaksiyona girer. Dökülen alaşım kalıp içinde tamamen yanabilir. Bunun karşılanması için şunlar yapılabilir:

a) Kalıplar 450 °C. de kurutulmuş kumdaki nem tamamen giderilir. Ancak, bu iyi bir yol sayılmaz. Çünkü, harcamalar çoğalır, kum ve dereceler çok yıpranır. Aynı zamanda, çok sertleşen kalıplar, madenin katılması sırasında çekmeye engel olur.

b) Kalıpları yaş olarak dökmeğe elverişli kumlar hazırlanmalıdır. Bu kumların bilinen özellikleri yanında, gaz geçirgenlikleri çok yüksek olmalıdır. Kalıp içinde bulunan ve madenin akışını engelleyen hava ve gazların boşaltılmasına yardım etmelidir.

İri taneli kumların kullanılması uygun görülmele beraber, dökülen parçaların yüzeylerinin pürüzlü çıkmasına neden olur. Kumda gözeneklerin tıkanmasına sebep olan tozların bulunmaması gerekir. Yine gözeneklerin azalmaması için, kalıp kumu fazla sıkıştırılmaz.

Kalıp kumlarında nemi olmayan bağlayıcılar kullanılır. Çok iyi silis kumuna % 3-4 kil karıştırılır. Formaldehit reçineleri kullanılabilir. Örnek olarak şu karışımlar verilebilir:

— % 2-3 kil, % 2 kükürt, % 2 boraks, % 2 gliserin, % 2 su, geri kalanı silis.

— Aynı karışım 0,15 incelikte silis kumu ile yapılabilir.

— Koruyucu maddeler: % 3-10 toz kükürt, % 10-50 borik asit.

Kalıp kumunun çok iyi karıştırılıp homogenleştirilmesi ve havalandırılması gerekir.

## 3 — DERECELER :

Mağnezyum alaşımları kalıplarında kullanılan dereceler bir özelliği yoktur. Diğer alaşımların kalıplarında kullanılan dereceler kullanılmaktadır.

## 4 — KALIP KUMUNUN SIKIŞTIRILMASI :

Kalıp kumunun sıkıştırılma işlemi bilinen yöntemlerle yapılır. Kumun sıkılığı olabildiği kadar az olmalıdır. Bu durum, hem gözeneklerin fazla olmasına yardım eder, hem de madenin katılması sırasında, madenin çekmesine karşılık kumun esneyebilmesini sağlar. Çünkü, mağnezyum ve alaşımlarının katılmasında, çatlama yapma eğilimi vardır. Sıkı dökülen kalıpların kumu esneyemediği için, bu hatanın oluşmasına yardımcı olur. Yumuşak dökülen kalıplarda, madenin çekmesi sırasında kum esneyecek ve çatlamalara neden olmayacaktır.

## 5 — YOLLUKLAR VE DÖKÜM :

Döküm sırasında, potadan dökülen sıvı maden, yolluğa girinceye kadar hava ile temas ederek değişmeye uğrayacağı için, potanın ağız yolluk havzasına olabildiği kadar yaklaştırılmalıdır.

Madenin özgül ağırlığı düşük olduğu için, kalıba yaptığı basınç ve besleme gücü az olacaktır. Bunun için yolluk yükseklikleri fazlaştırılmalıdır. Dökülürken ısı kaybının fazla olmaması için, yolluk içindeki geçişler en aza indirilmelidir.

Kaynak yolluk uygun görülür. Yolluktaki akışta, çalkantı ve çarpmalardan sakınılır. Yüksek düşmelere meydan verilmez. Gidiciler lamlar şeklinde ve birden çok sayıda düzenlenir. Curuluklar iyi görev yapmalı ve çalkantı meydana getirmemelidir. Memeler kör besleyici ile beraber verilmeli ve sayıları madenin girişi için yeterli olmalıdır. Bazı durumlarda süzgeçli yolluklar uygulanır.

Kalıp içinde nemlenme meydana gelmemesi için, kalıplar dökümden hemen önce kapatılmalıdır. Soğutucular alkolde eritilmiş grafit ile boyanmalı ve lamba ile yakılmalıdır. Kalıp ve yolluğa toz kükürt serpilmeli ve döküm çabuk yapılmalıdır.

Döküm sırasında pota doğrultulmaz. Kalıptan kalıba geçilirken eğimi aynı tutulur. Potanın dibindeki maden kalıba dökülmez.

Madende bir tutuşma olursa, kükürt, kükürt gazı veya çok kuru kum ile kolayca durdurulabilir.

#### 4.7 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARININ ERGİTİLMESİ :

Mağnezyumun ergime derecesi 650 °C. dir. Isınma ısı 0,28 cal/gr. ve gizli ergime ısı 72 cal/gr. dir. Her iki değer de yüksektir. Ergime süresinin en aza indirilmesi istenir.

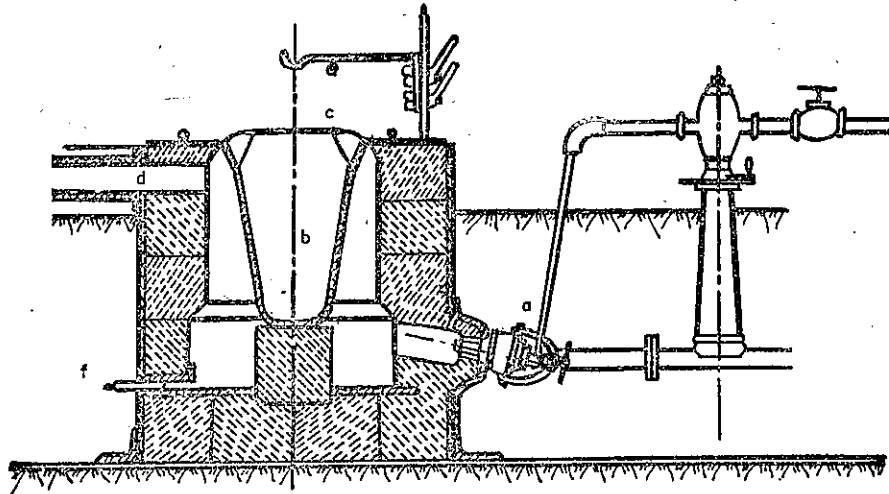
##### 1 — ERGİTME OCAKLARI :

Alüminyum alaşımlarını ergiten ocaklar, mağnezyum alaşımlarını da ergitirler. Ancak, hemen daima pota ocakları kullanılır.

Kok ve gaz yakacaklarla çalışan ocaklar kullanılabilenkte ise de, sıvı yakıtla ve elektrikle çalışan ocaklar üstün görülürler.

Şekil 4.1 de sıvı yakıtla çalışan bir pota ocağı görülmektedir. Bu ocakta, alüminyum, mağnezyum, çinko, v.b. alaşımları ergitilmektedir.

Şekilde, donanımdan gelen yakıt brülörden (a) çıkarak yanar. Alevler madensel pota (b) etrafından dönerek yükselir ve potayı ısıtır. Yükselen gazlar baca kanalından (d) ocak dışına çıkar. Potanın üzeri bir kapakla (c) kapatılmıştır. Sıcaklık yeteri kadar yükselince potanın içindeki maden ergir. Üst taraftaki kola (e) pirometre bağlanır. Pota çatlaması veya sızmalar halinde, akan maden alttaki delikten (f) dışarı çıkar.



Şekil 4.1 Madensel potalı bir ocak

Bütün durumlarda, alevlerin madene teması önlenmelidir. Ergime süresi mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.

##### 2 — POTALAR :

Genellikle demir saclardan ve dökme demirden yapılan potalar kullanılır. Diğer potaların kullanıldığı ender görülür. Nedeni, mağnezyumun pota gerecini etkileyebilmesidir. Şekil 4.1 deki ocak içinde bir dökme demir pota görülmektedir.

##### 3 — FLAKS'LARIN KULLANILMASI :

Mağnezyum alaşımları dökümcülüğünde koruyucu flaksların kullanılması zorunludur. Fakat yeterli değildir.

Mağnezyum oksijen, karbondioksit, su buharı, azot, v.b. gazlardan çok etkilenir. Pota içindeki sıvı madenin heran tutuşması tehlikesi vardır. Tamamen yanabilir. Ani birleşmelerde patlamalara yol açabilir. Madenin tekrar ergitilmelerinde bu etkilenmeler çoğalır.

Endüstride mağnezyum ve alaşımlarının ergitilmesinde, korunması flakslarla sağlanır. Gaz girmesine ve oksitlenmeye engel olunur. Havasız yerde ergitilmesi düşünülürse de uygulaması çok zordur.

Bir mağnezyum flaks'ında aranan özellikler şöyle sıralanır :

- Ergime derecesi madenden düşük olmalı,
- Sıcaklık sabit kalmalı,
- Sıvı halde bir yüzey gerginliği olmalı. Bu şekilde madenin korunmasına etkili olur. Madenden hafif ise, örtü görevi yapabilir. Madenden ağır ise, bütün madeni sarabilmelidir.

- Sıvı madeni, içine karışarak arılayabilmeli,
- Madenle beraber kalıp içine sürüklenmemelidir.

Koruyucu flaks'ların kullanılmasında iki metot uygulanır :



a) Madenin % 50 si oranında flâks potaya konur. Çok iyi koruyucu görevi yapar. Ancak, kalıp içine sürüklenmesi tehlikesi vardır. Pahalı bir metottur. Kullanılan flâks'lar:

% 60 MgCl<sub>2</sub>, % 40 NaCl. Bu flâks pislikleri tutar. Birçok defalar kullanılabilir. Bu, bir Amerikan metodudur.

b) Avrupa metotlarında az flâks kullanılır. Önce bir katman flâks konur. Diğer bir katman döküm sırasında oluşturulur. Döküm için, pota ağzındaki flâks tabakası kırılır. Bazan dökümden önce, arılama için bir temizleyici flâks kullanılır.

Flâks örnekleri :

— Ergime flâks'ı (% 60 MgCl<sub>2</sub> % 40 NaCl), maden ağırlığının % 6-10 oranında yüklenir.

— Arılama flâks'ı (% 60 MgCl<sub>2</sub>, % 40 MgF<sub>2</sub>),

— Döküm flâks'ı (% 15 borik asit, % 85 sud borat'ı).

Döküm flâksında klorür bulundurulmaz.

#### 4 — ERGİTMENİN YÖNETİMİ :

Ergitme genellikle üzeri açık, madensel bir potada yapılır. Özellikle, her durumda nemden sakınmak zorunludur. İşlemler aşağıdaki gibi sıralanır:

a) Madensel pota çok iyi ısıtılarak nemden tamamen arıtılır,

b) Potaya koruyucu flâks konur ve ergitilir. Flâks'ın sıcaklığı 700-720 °C. ye yükseltilir.

c) Madenler azar azar yüklenir ve ergitilir. Ergitilmekte olan madenin oksitlenmesini önlemek için, bir demir bara ile flâks içine karıştırılır.

d) Madenin ergimesi tamamlandığı ve sıcaklığı 700-710 °C. ye yükseldiği zaman, koruyucu flâks kalınlaştıran bir arılama flâksı katılır.

e) On dakika sonra, sakin ve enerjik karıştırma yapılır.

f) Madenin üstündeki pislikler temizlenir ve yüzeydeki flâks kalınlaştırılır.

g) Döküm için, sıvı yüzeyine bir flâks serpilir.

h) Yüzey kabuğu iyi oluşunca ve madenin sıcaklığı döküm sıcaklığına yükselince, pota ağzındaki kabuk delinir.

Aşağıdaki işlemlere göre döküm yapılır.

#### 4.8 — DÖKÜM :

Döküm sırasında flâksın madenle beraber sürüklenip kalıp içine girmesini önlemek gerekir.

Dökülen maden, potadan akıp yolluğa gidinceye kadar, havadan geçerken değişmeye uğramamalıdır. Bunu sağlamak için, ortam hareketsiz olmalıdır. Madenin düşme yüksekliği azaltılmalıdır. Çidicinin yüzeyi toz kükürtle örtülmelidir.

Kalıp kumu çok geçirgen ve sıkılığı mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Yolluklar kalıbın kolay ve çabuk dökülebilmesine göre ayarlanmalıdır. Döküm çabuk yapılmalıdır.

Mağnezyum havadan ve nemden kolay etkilendiği için kükürt ve borik asitten yararlanır.

Kokul kalıplara dökümde, kalıbın temiz ve nemsiz olması zorunludur. Dökümün, madeni havada bekletmeden, çabuk yapılması gerekmektedir.

#### 4.9 — MAĞNEZYUM ALAŞIMLARININ HAZIRLANMASI :

Mağnezyum alaşımlarının hazırlanması, uygun flâkslar kullanılarak nisbeten kolay olur. Flâks'lar altında, madenin sıcaklığının yükselmesinden korkulma azalır.

— Çinko, arı olarak, maden ergidiği zaman doğrudan doğruya karıştırılır.

— Bakır ve alüminyum, bir ön alaşım şeklinde ve beraber katılırlar. Bakır-alüminyum ön alaşımı daha önce anlatıldığı gibi hazırlanır.

— Yalnız alüminyum arı olarak katılabilir. Ergime derecesinin mağnezyumun ergime derecesi dolayında olması işlemi kolaylaştırır. Alüminyum karıştırma flâks'ı altında doğrudan doğruya kolayca karıştırılabilir.

#### 4.10 — MAĞNEZYUM DÖKÜMÜNDE ÖZEL HATALAR :

Diğer alaşımlardaki döküm hataları, mağnezyum alaşımları için de söz konusudur. Bunların yanında, aşağıdaki döküm hataları da görülebilir:

a) Dökülen parçaların yüzeylerinde küçük deliklerin meydana gelmesi. Bunlar, kalıp kumundan çıkan gazlar ile yanan maddelerden oluşur. Fazla kükürt kullanılması ve kükürtün maden ile kalıba sürüklenmesinden olabirirler. Bunların önlenmesi için, kalıp kumu değiştirilmelidir.

b) Meydana gelen ince manyezi katmanı madenin akışını engelleyici bir etki yapar. Akış yavaşlayınca, soğuk birleşmeler oluşabilir. Bu hata yollukların yeniden düzenlenmesi ile ortadan kaldırılabılır.

c) Parça üzerinde madenin bozukluğu yüzünden, kara lekeler görülmektedir. Bunlar, çoğunlukla gidici ve memelerde, ender olarak parça yüzeylerinde görülürler.

d) Bilinen nedenlerle oluşan gaz boşlukları, magnezyum alaşımlarında da meydana gelmektedir.

#### SORULAR

- 1 — Magnezyum alaşımlarının endüstrideki önemini ve yararlarını söyleyiniz.
- 2 — Magnezyuma karıştırılan elementlerin etkileri nelerdir?
- 3 — Magnezyum alaşımlarını bölümleyiniz.
- 4 — Döküm ve biçimlendirme alaşımlarını karşılaştırınız.
- 5 — Magnezyum alaşımlarının kullanma yerlerini açıklayınız.
- 6 — Magnezyum alaşımları kalıplarında nelere dikkat edilir?
- 7 — Magnezyum alaşımlarının dökümü niçin zordur?
- 8 — Dökümde ne gibi önlemler alınır?
- 9 — Magnezyum kalıp kumları nasıl olur?
- 10 — Bu kumlar nasıl hazırlanır?
- 11 — Yolluk ve besleyicileri nasıl olmalıdır?
- 13 — Maçalarının bir özelliği var mıdır, nelerdir?
- 14 — Magnezyum alaşımlarının ergitmesi nasıl yapılır?
- 15 — Hangi flâks'lar kullanılır?
- 16 — Bu flâks'ların özellikleri nelerdir?
- 17 — Magnezyum alaşımlarının hazırlanmasını kısaca anlatınız.
- 18 — Magnezyum alaşımlarının dökümünde hangi hatalar olabilir?
- 19 — Bu hatalar neden olur, nasıl önlenir?

## BÖLÜM : 5

### ÇİNKO (Tutya) ve KALAY - KURŞUN ALAŞIMLARI

#### 5.1 — GİRİŞ :

Çinko, kalay ve kurşun birçok alaşımlara girerler. Bunun yanında, ana maden olarak yaptıkları alaşımlar da vardır. Özgül ağırlıkları yüksek olduğundan, bunlara "Ağır Alaşımlar" da denir. Endüstrinin çeşitli dallarında geniş kullanma alanları vardır.

Çinko (tutya) içine bakır, alüminyum, magnezyum, manganez, v.b. elementler karıştırılarak "Çinko Alaşımları" elde edilir. Kalay ve kurşun, antimon ve bakırla karıştırılarak "Yatak Alaşımları" yapılır. Bunlara bazı, başka elementler de katılabilir. Kalay - kurşun ikili alaşımları lehim işlerinde kullanılır. Ayrıca, basım işlerinde kullanılan alaşımlar da hazırlanır. Çekmeleri az olan bu alaşımlar, madeni model yapımına da elverişli olurlar.

#### 5.2 — ÇİNKO (Tutya) ALAŞIMLARI :

Ana madeni çinko olan alaşımlara "Çinko Alaşımları" adı verilir. Bu alaşımlar genellikle kokil kalıba dökülürler. Basıncı döküme en elverişli olan alaşımlardır. Ender olarak kum kalıplara dökülürler. "Boşaltma Döküme" en elverişli maden çinkodur. Madenin arılığı ile dökümün başarısı artar. Çinko alaşımları "Basıncı Döküm"e de çok elverişlidir. Basıncı döküm yolu ile çok küçük parçalar duyarlılıkla dökülür. Tolaransları küçülebildiğinden, talaş kaldırma işçilikleri çok azalır.

Çinko alaşımlarının ısı iletkenlikleri iyidir. Korozyona karşı korunmaları için nikel veya kromla kaplanabilirler. Çinko alaşımları iki ana bölüme ayrılabilir:

- Zamak alaşımlar,
- A.Z alaşımları.

### 1 — ZAMAK ALAŞIMLARI :

Bu alaşımlar alüminyum, magnezyum ve bakır içerirler. Bunların katılma aralığı kısadır (386 - 380 °C). Akıcılıkları çok iyidir.

a) Zamak 2. alaşımı: Kuma ve kokile döküldüğü gibi basınçlı döküme de elverişlidir. Korozyon dayanımı iyidir. Sert, dayanıklı ve çok sağlamdır. Mekanik özellikleri döküm şekline göre değişir. Bileşimi:

% 4 Al, % 2,5 Cu, % 0,03 Mg. şeklindedir. Özgül ağırlığı 6,9 Kg/dm<sup>3</sup> dür. Çekme dayanımı, kokile dökülünce : 23 - 27 Kg/mm<sup>2</sup>

basınçlı döküm yolu ile " : 28 - 33 " olur.  
Basınçlı dökümde yüzde uzaması da artar.

b) Zamak 5. alaşımı: Bu alaşım da kuma, kokile dökülmeğe ve basınçlı döküme elverişlidir. Önceki alaşımdan daha çok kullanılır. Sağlamlığı daha iyidir. Serttir ve dayanımı ortadır. Sıcakta haddemeye ve tel halinde çekilmeğe elverişlidir. Yatakların yapımında kullanılır. Özgül ağırlığı: 6,8 Kg/dm<sup>3</sup> dür. Bileşimi:

% 4 Al, % 0,5 - 1 Cu, % 0,03 Mg. şeklindedir.

Çekme dayanımı, kuma dökülünce : 18 - 24 Kg/mm<sup>2</sup>  
kokile dökülünce : 22 - 25 "  
basınçlı dökümle : 24 - 29 "  
tel çekilince : 37 - 42 " olur.

Tel halinde çekilince, yüzde uzaması çok yükselir.

c) Zamak beta alaşımı: Mekanik özelliklerinin çok iyi oluşu göze batarsa da, önemli özelliği şok (vurma) dayanımının büyüklüğüdür. Akıcılığı zamak 5. e göre azdır. Otomatik tezgâhlarda işlenir. Yataklarda ve otomobil parçalarının yapımında kullanılır.

Bileşimi: % 10 Al, % 0,6 - 1 Cu, % 0,03 Mg. şeklindedir. Tel halinde çekildiği zaman, çekme dayanımı: 40 - 46 Kg/mm<sup>2</sup>. ye ulaşır. Uzaması: % 8 - 12 olur.

d) Zamak lamda alaşımı: Döküme çok elverişli bir alaşımdır. Elektrik telleri çekimi için hazırlanır. Çok sağlamdır. % 18 kalaylı lehim ile lehimlenebilir. Özgül ağırlığı: 7,1 Kg/dm<sup>3</sup> dür. Bileşimi: % 0,8 Al, % 0,4 Cu, % 0,02 Mg. şeklindedir.

Almanya'da muslukçulukta kullanılır.

Çekme dayanımı, kuma dökülünce : 11 - 13 Kg/mm<sup>2</sup>  
kokile dökülünce : 14 - 20 "  
tel çekilince : 20 - 24 "  
haddemede : 20 - 30 " olur.

### 2 — A.Z. ALAŞIMLARI :

Bu alaşımlar, çubuklar, bantlar, tüpler, profiller, v.b. gibi, daha çok yarı mamül olan gereçlerin yapımında kullanılırlar.

Bunlar da bileşim ve özelliklerine göre bölümlere ayrılırlar :

a) A.Z 1. alaşımı: Yumuşak bir alaşımdır. Boruların yapımında ve hadde işlerinde kullanılır. Dökümü kolaydır. Mekanik özellikleri iyidir. Haddelenmeden sonra, çekme dayanımı : 25 - 33 Kg/mm<sup>2</sup> olur.

Özgül ağırlığı: 7,2 Kg/dm<sup>3</sup> dür.

Bileşimi: % 1 Cu, % 0 - 0,5 Mn. şeklindedir.

b) A.Z-2. alaşımı: Bu da yumuşak bir alaşımdır. Haddelendiği gibi döküme de elverişlidir. Ancak, daha çok biçimlendirme işlemleri için hazırlanır. Özgül ağırlığı: 7,2 Kg/dm<sup>3</sup> dür. Basınçlı dökümde kullanılabilirse de, demiri kolay erittiği için, bu işlemin bırakılması öğütlenir. Bileşimi:

% 0 - 0,1 Al, % 2 Cu, % 0 - 0,3 Mg. şeklindedir.

Çekme dayanımı, haddelenmeden sonra : 29 - 35 Kg/mm<sup>2</sup>

Prete tel haline çekilince : 30 - 33 " olur.

c) A.Z-3. alaşımı: Bu alaşımın bileşimi daha değişiktir.

% 0 - 0,2 Al, % 3 - 5 Cu, % 0,1 - 0,3 Bi, % 0,1 - 0,3 Mn, % 0,5 - 0,8 Pb,

% : - 0,1 Th (toryum), kalanı çinko olarak oluşur. Özgül ağırlığı: 7,2 Kg/dm<sup>3</sup> dür. Mekanik özellikleri iyidir. Otomat tezgâhlarda işlenen küçük parçalar için elverişlidir. Çekme dayanımı, tel halinde çekilince: 30 - 36 Kg/mm<sup>2</sup> olur.

Yukarıda anlatılanlardan başka bileşimlerde çinko alaşımları da hazırlanmakta ve kullanılmaktadır.

### 3 — ÇİNKO ALAŞIMLARININ ÖZELLİKLERİ VE KULLANILMALARI :

Çinko alaşımlarını alkoller, hidro karbürler, benzin, katran ve yağlar etkilemezler. Bu alaşımlar atmosferik etkenlerden az etkilenirler. Atmosferik korozyondan korunmaları için, nikel veya kromla kaplanabilirler. Çinko alaşımlarından yapılan parçaların yüzeyleri, gerekli işlemlerin uygulanmasından sonra, boyanabilir veya havada kuruyan bir vernikle kaplanabilir.

Çinkoda az miktarda kurşun, kadmiyum, demir bulunabilmektedir. Arı sayılabilmesi için, kurşun % 0,0007 yi, kadmiyum % 0,005 i, demir % 0,005'i oranlarını geçmemelidir. Kalay zararlı görülür ve doğal olarak çinkoda bulunmaz. Ancak, bizmut ve antimon gibi eser halinde girebilir. Bu şekilde kalmalarına dikkat edilir. Kurşunun kötü etkisini bakır ve magnezyum azaltabilir.

Zamak alaşımlarının genleşme katsayıları yüksektir. Yataklarda kullanılırlar. Isı iletkenliklerinin iyi olması, meydana gelen kalörileri yok etmeğe elverişlidir.

Sürtünme katsayıları da uygundur. Aynı çalışma koşulları ile fosforlu bronzlar dolayında olur. Özellikle düşük hızlarda, iyi sonuçlar alınır. Çinko alaşımlarının bazı sakıncalarını fiyatlarının düşük olması karşılamaktadır.

Zamaktan yapılan yatakların aşınmaları: Basıncı, kullanma hızı, milin sertliği, yağlama, v.b. etkenlere bağlıdır.

Bu alaşımların buharla temas eden yerlerde kullanılmamaları öğütlenir.

Çinko alaşımları "Basıncılı Döküm"e, "Savurma Döküm"e elverişlidir. Ayrıca, çinko "Boşaltma Döküm" yöntemi ile dökülebilir. Madenin arılığı oranında başarı sağlanır.

Çinko alaşımları, döküm kolaylıkları ve ucuzlukları ile çok geniş kullanma alanları bulmaktadır. Basıncılı dökümle elde edilen parçaların uygulama yerleri sayılamayacak kadar çoktur. Aşağıda bazı örnekler verilmiştir.

- Saatçilikle ilgili parçalar,
- Küçük mekanik parçalar ve tekstil endüstrisi,

- Kaydedici aygıtlar,
  - Hırdavatçılık ve çeşitli kilitler,
  - Büro ve mağaza eşyaları,
  - Otomobil ve bisiklet endüstrisi,
  - Diğer taşıma ve iletme araçlarına ait parçalar,
  - Koruma ve gözetme aygıtları,
  - Korozyon etkisinde olmayan gazlar ve sıvılar için el âletleri,
  - Oyuncaklar, süsleme eşyaları,
  - Mobilyalar,
  - Spor gereçleri,
  - Traş makinaları,
  - Buzdolabı ve çamaşır makinası parçaları, v.b.
- Çinko alaşımlarının kendi ağırlığı ile dökümünden elde edilen parçalara, aşağıda bazı örnekler verilmiştir:
- Muslukçuluk (soğuk ve 70 °C. ye kadar),
  - Hırdavatçılık,
  - Elektrik konstrüksiyonları, v.b.

Çinko alaşımları ayrıca, kasnaklar, kaplinler, kaldırma makinaları parçaları, mutfak eşyaları, boya tabancaları ile daha birçok değişik parçaların yapımında kullanılırlar.

A.Z alaşımları tel, levha, boru, çeşitli profiller, v.b. gibi yarı mamül gereçlerin yapımına ayrılırlar.

### 4 — ÇİNKO ALAŞIMLARININ ERGİTİLMESİ VE DÖKÜMÜ :

Çinko alaşımları özel durumlar dışında, diğer alaşımlarda kullanılan ocaklarda ergitilirler. Ancak, ergime derecelerinin düşüklüğü kolaylık sağlar. Genellikle pota ocakları kullanılır. Potalar 100 - 2000 Kg. lık olurlar. Gereğinde daha küçük potalar kullanılır.

Ergitmede bütün durumlar için maden, alev ve gazlardan korunmalıdır. Katıkların çok iyi kontrol edilmesi gerekir.

Çinko pota içine 20 - 25 Kg. lık külçeler olarak konur. Külçeler kalın plâkalar şeklinde olur.

Çinkoya bakır, bir ön alaşım şeklinde karıştırılır. Ön alaşım % 20 bakırlı, alüminyum - bakır alaşımıdır. Önce bu alaşım, hesaplanan mik-

tarda, potaya konur ve ergitilir. Çinko bölüm bölüm buna karıştırılır. Alaşım, homojenlik sağlamak için, bir aygıtla karıştırılır. Aygıtın karıştırıcı paleti 400 Dön/dak. ile çalıştırır.

Çinko dökümlerin artıkları ve hurdalar ayrı bir ocakta ergitilir. İyi bir temizleme işlemi uygulanır. Örneğin gaz ile temizlenir.

Çinko alaşımların dökümünde sıcaklık 427 °C. nin üzerine hiç bir zaman çıkmamalıdır. Döküm sıcaklığı 413 °C. kabul edilebilir.

Alaşım hazır olunca, bilinen yöntemlerle döküm işlemleri tamamlanır.

### 5.3 — YATAK ALAŞIMLARI :

Yatakların basınca dayanıklı olması, uzun süre kullanılabilmesi, uyumlu çalışması ve içinde dönen parçaların yıpranmaması için, iç kısımları özel yatak alaşımları ile kaplanır. Bu hazırlanan kısım bir iç yatak görünümündedir. Mil ile yatak arasına girerler. Milin şekline çok iyi uyurlar. Özel olarak hazırlanan bu alaşımlara "Yatak Alaşımları", "Antifrik-siyon Alaşımları", "Yatak Metalleri", "Beyaz Metaller" ve bazen kısaca "Metaller" adları verilir. Bu alaşımlarda aranan özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Ezilmeden, basınca yeterli dayanım,
- 2) Taşdığı milden daha sert olmamak,
- 3) Homojen olmak.
- 4) Sürtünme katsayısı çok az olmak,
- 5) Ergime sıcaklığı düşük olmak.

Yatak alaşımları yumuşak kristallerden oluşan kitle arasında, çok sert kristallerin bulunduğu bir yapıdan meydana gelir. Yumuşak kitle mil üzerinde sürtünerek onun şeklini tamamen alır. Bu şekilde yüklerin orantılı bir şekilde dağılmasını sağlar. Biçim ve dayanımı sert kristaller korur. Alaşımında yumuşak yapıyı kalay ve kurşun, sert noktaları ise antimon ve kalay-bakır (Cu<sub>3</sub>Sn) bileşiği meydana getirir. Genellikle kur-

şun, kalay, bakır ve antimondan meydana gelen bu alaşımların ergime dereceleri düşük olur. Beklenmeyen fazla ısınmalarda, ergiyerek mile zarar gelmesini önlerler.

Yatak alaşımları, değişik oranlarda olduğu gibi yukarıda söylenen dört elementten başkalarını da içerirler. Alaşımında, kalay çoğaldıkça değeri artar. Genel olarak şu oranlar kabul edilir:

% 15 - 80 Sn, % 2 - 79 Pb, % 10 - 15 Sb, % 1,5 - 15 Cu.

Aşağıdaki alaşım Fransa'da kullanılan demiryolları alaşımıdır. Lokomotif yataklarında kullanılır. Bileşimi:

% 83 Sn, % 11 Sb, % 6 Cu. Görüldüğü gibi bu alaşımında kurşun bulunmamaktadır.

Yine Fransa'da, vagon ttekerlekleri yataklarında kullanılan aşağıdaki alaşıma bakır girmemiştir.

% 85 Pb, % 5 Sn, % 10 Sb.

Başka bir yatak alaşımı: Bu da Fransa'da kullanılmaktadır.

% 80 Pb, % 20 Sb.

Amerikan demiryolları alaşımı:

% 80 Pb, % 12 Sn, % 8 Sb.

İngiliz demiryolları yatak alaşımı (Babid metal) :

% 89 Sn, % 4 Pb, % 7 Sb.

Ana madeni bakır olan bir yatak alaşımı:

% 70 Cu, % 25 Pb, % 5 Sn. Görüldüğü gibi bu alaşım bir kurşunlu bronzdur.

Başka bir kurşunsuz yatak alaşımı:

% 83,4 Sn, % 5,5 Cu, % 11,1 Sb.

Yatak alaşımlarının (yatak metallerinin) sertlikleri 28 - 35 brinel'dir. Bakır alaşımın sertliğini artırır, akış yeteneğini azaltır. Kurşun ergime derecesini düşürür, ağırlığını çoğaltır. Yatak alaşımlarının ergime sıcaklıkları 300 - 500 °C. döküm sıcaklıkları 470 - 600 °C arasındadır. Ergime kayıpları % 3 - 4 olur. Alaşımlar yatakların içine dökülürken, yataklar 150 - 200 °C. kokil kalıba dökülmelerinde kalıp 500 °C. ye kadar ısıtılır.

Tablo 5.1 de, çoğunlukla Almanya'da kullanılan yataklara ait bir alaşım çizelgesi görülmüyor.

Tablo 5.1 Almanya'da kullanılan Beyaz Metaller:

Alaşımların adı:	% Sn.	% Sb.	% Cu.	% Pb.
Beyaz metal 80 F	80	10	10	—
Beyaz metal 80	80	12	6	2
Beyaz metal 70	70	12	6	12
Beyaz metal 50	50	14	3	33
Beyaz metal 42	42	14	3	41
Beyaz metal 20	20	14	2	64
Beyaz metal 10	10	15	1,5	73,5
Beyaz metal 5	5	15	1,5	78,5

Bu alaşımlar içindeki kalay miktarına göre adlandırılır. Beyaz metal 50. denince, 4. sıradaki % 50 kalaylı alaşım anlaşılır.

Tablo 5.2 de, kurşunsuz yatak metalleri görülüyor.

Alaşımlar :	% Sn.	% Sb.	% Cu.	% Pb.
Yatak alaşımı	83	11	6	—
Bilya yatağı	83,34	11,11	5,55	—
Bilya yatağı	82	10	8	—
Bilya yatağı	80	12	8	—
Bilya yatağı	71	24	5	—
Buhar çekmece yatağı	82	12	6	—
Antifrikasyon	88	8	4	—
Kırılğan alaşım	76	16	8	—
İngiliz metal	90	10	—	—
Cezayir metal	75	25	—	—
Model için alaşım	75	—	—	25
Babbit metal	90	7	3	—

Tablo 5.3 de, içinde çinko da bulunan çeşitli yatak alaşımları görülmektedir. Bunların kullanılma yerleri de verilmiştir.

Buradaki üç tabloda (tablo 5.1; 5.2; 5.3) örnekleri verilen yatak alaşımlarında başka, aynı görevi yapan değişik alaşımlar da yapılmaktadır. Özellikle kalayın pahalı olması ve bazı memleketlerde güç bulunabilmesi, bu yolu zorunlu kılmıştır.

Çoğunlukla kalayın girmediği, bunun yerine başka elementlerin kullanıldığı, bazı alaşımlara ait çeşitli örnekler aşağıda gösterilmiştir.

% Pb.	% Sb.	% Sn.	% Zn.	% Cu.	Alaşımlar:
80	15	5	—	—	Az yük taşıyan yataklar
60	20	20	—	—	Çok yük taşıyan yataklar
—	—	50	50	—	Çok sert ve dayanıklı
—	25	—	75	—	Kırılğan alaşım
—	10	—	85	5	İngiliz antifrikasyonu
72	7	21	—	—	Büyük hızlar için...
—	11	83	—	6	Lokomotif yatakları
85	10	5	—	—	Vagon yatakları
80	20	—	—	—	Piston kolu yatakları
4	7	89	—	—	Sıcak yerlerde ve basınç altındaki yataklar

Alman demiryolları alaşımı:

% 98,4 Pb, % 0,73 Ca, % 0,58 Na, % 0,004 Li (lityum), % 2 Al. Bütün endüstride iyi sonuçlar veren bu alaşımın özgül ağırlığı: 10,56 Kg/dm<sup>3</sup>, ergime derecesi: 320 °C. ve döküm derecesi: 470 - 600 °C. dir. Basınç dayanımı: 17 - 20 Kg/mm<sup>2</sup> arasındadır.

"Palid" % 82 - 92 Pb, % 5 - 11 Sb, % 5 - 7 As.

"Clycometal" % 85,6 Zn, % 5 Sn, % 4,7 Pb, % 2,7 Cu, % 2 Al.

"Coldschmid" in termik - yatak madeni: % 72 - 78,5 Pb, % 14 - 16 Sb, % 5 - 7 Sn, % 0,8 - 1,2 Cu, % 0,7 - 1,5 Ni, % 0,3 - 0,8 As, % 0,7 - 1,5 Cd. Bu alaşım 420 °C. de ergir. Özgül ağırlığı: 9,8 Kg/dm<sup>3</sup>. dir. Basınç dayanımı: 24,5 Kg/mm<sup>2</sup>. dir.

"Lurgi" madeni: % 96,5 Pb, % 2,8 Ba (baryum), % 0,4 Ca, % 0,3 Na (sodyum) dur. Bu alaşımın basınç dayanımı: 24,5 Kg/mm<sup>2</sup>. ve ergime derecesi: 320 °C. dir.

"Alugir" % 3 Cu, % 0,8 Zn, % 1 - 1,5 Ni, kalanı alüminyum.

#### 5.4 — MODEL ALAŞIMLARI :

Bir kısım madeni modeller ve plâkmodeller, yatak alaşımlarına benzer alaşımlardan yapılırlar. Bunların seçim nedeni, basınç dayanımları, kolay işlenebilmeleri, özellikle çekmelerinin çok az olmalarıdır.

Madeni model yapılırken, ağaçtan yapılan ilk modele çift çekme vermek gerekir. Bunlardan biri, madeni modelin dökümünde model gerecinin çekmesi, ikincisi dökülen madenin çekmesidir. Model gerecinin çekmesi, hesaba katılmayacak kadar küçük olursa, ağaç modele ikinci bir çekme verilmesi gerekmez. İş kolaylaşır. Ayrıca, modelde çekmelerden meydana gelebilecek biçim değişimleri de olmaz. Çarpma ve kullanma ile meydana gelebilecek olan bozulma ve aşınmalar lehimle doldurularak onarılabilir.

Aşağıdaki iki alaşım, madeni model yapımında kullanılırlar. Bunlardan ikincisi, ilkinin oranla oldukça pahalıdır.

% 87 Pb, % 13 Sb,

% 42 Pb, % 42 Sn, % 16 Sb.

Model ve plâkmodel yapımları için birçok alaşım denenmiş ve kullanılmaktadır. Aşağıda bunlara örnekler verilmiştir:

- 1) % 78 Sn, % 13 Sb, % 9 Cu,
- 2) % 40 Zn, % 30 Sn, % 10 Pb, % 20 Sb,
- 3) % 92 Sn, % 8 Sb,
- 4) % 57 Sn, % 34 Pb, % 9 Sb,
- 5) % 50 Zn, % 44 Sn, % 4 Sb, % 2 Cu,
- 6) % 84 Pb, % 16 Sb,
- 7) % 65 Pb, % 5 Sn, % 15 Sb, % 15 Bi,
- 8) % 75 Pb, % 16,7 Sb, % 8,3 Bi.

Bu sekiz alaşımdan çekmesi en az olanlar son ikisidir. Bakırlı olan (1) ve (5) numaralı alaşımlar daha dayanıklıdır. (2) numaralı alaşım ise oldukça serttir.

Model alaşımlarının hazırlanmasında, yine önce engüç ergiyen maden ergitilir. Ötekiler sıra ile karıştırılır.

#### 5.5 — KALAY - KURŞUN ALAŞIMLARI :

Kalay ve kurşun yukarıdaki yatak alaşımlarına önemli ölçüde girmekle beraber, daha başka alaşımlar da yaparlar.

##### 1 — LEHİM ALAŞIMLARI :

Kalay kurşun alaşımları lehimcilik işlerinde kullanılır. Bunlara yumuşak lehim denir. Örnek olarak aşağıdaki alaşımlar ele alınabilir:

% 60 Sn, % 40 Pb. 188 °C. de ergiyen bu alaşım, elektroteknikte bakır ve pirinç parçaların lehiminde kullanılır.

% 50 Sn, % 50 Pb. bileşimindeki alaşım, 215 °C. de ergir. Pirinç, bakır ve teneke parçaların, konserve kutularının, elektrik ve havagazı saçağlarının lehim işlerinde kullanılır.

Gıda maddelerinin kapları ile ilgili lehimleme işlemleri için kullanılan alaşımın % 90 Sn, % 10 Pb. oranında olması istenir. Bu alaşım 238 °C. de ergir.

Başka lehim alaşımları :

% 60 Pb, % 20 Sn, % 20 Cd.

% 85-90 Pb, % 1-5 Sn, % 7-10 Cd. Bu alaşım öncekinden daha dayanıklıdır.

% 67 Pb, % 33 Sn. oranındaki alaşım 250 °C. de ergir. Çinko ve çinko kaplı sacların lehiminde kullanılır.

% 70 Pb, % 30 Sn. bu alaşım 255 °C. de ergir. Kaba teneke lehimleri için hazırlanır.

% 75 Pb, % 25 Sn. 268 °C. de ergir. Bu alaşım havya ile lehimlemeye elverişli değildir. Lehim alevle yapılır.

% 38,1 Pb, % 61,9 Sn. Bu alaşımlar grubu içinde en kolay ergiyen alaşımdır. 183,3 °C.

##### 2 — HARF ALAŞIMLARI :

Basım işlerinde kullanılan harfler ve bunlarla ilgili parçalar kalay-kurşun alaşımlarından yapılırlar. Kalay ve kurşuna antimon karıştırılması, sertliğini ve basılma sırasında kâğıdın aşındırmasına karşı dayanımını artırır. Harflerde kullanılan bir alaşımın bileşimi şöyledir:

% 68 Pb, % 10 Sn, % 22 Sb.

% 82 Pb, % 4 Sn, % 14 Sb. bileşimindeki alaşım, sıralamada harfleri blöklara ayıran parçalarda kullanılır.

Monotip alaşımı :

% 80 Pb, % 5 Sn, % 15 Sb. Harflere ait mekanik kompozisyonlar için hazırlanır.

% 83 Pb, % 3 Sn, % 14 Sb. gazete rotatiflerindeki işlemlerde kullanılan bir alaşımdır.

Linotip alaşımı :

% 86 Pb, % 2 Sn, % 12 Sb. bileşimindedir. Gazete basım endüstrisinde kullanılır.

Başka, iki harf alaşımı:

% 60 Pb, % 15 Sn, % 25 Sb.

% 65 Pb, % 10 Sn, % 25 Sb.

### 3 — KOLAY ERGIYEN ALAŞIMLAR :

Kalay kurşun alaşımlarına, özellikle bizmut katılması ergime derecesini düşürür.

Bunlara örnek alaşımlar:

Parcet (Rose - metal) alaşımı :

% 25 Pb, % 25 Sn, % 50 Bi. 96 - 98 °C. de ergir. Elektrik kuruluşlarında, sigortalarda kullanılır.

Lipowitz alaşımı :

% 27 Pb, % 13 Sn, % 50 Bi, % 10 Cd. bu alaşım, 96 °C. de ergir.

% 26,3 Pb, % 13,7 Sn, % 50 Bi, % 10 Cd. bileşimindeki alaşım 70 °C. de ergir.

Wood metali :

% 25 Pb, % 12,5 Sn, % 50 Bi, % 12,5 Cd. bileşimindedir. Ergime derecesi: 60 °C. dir.

Ergime derecesi düşük olan bu alaşımlara "İndiyum" elementinin katılması ile ergime dereceleri daha da düşer.

Bunlara aşağıdaki alaşımı örnek alabiliriz:

Cerolow 117. alaşımı;

Bu alaşımın bileşimi: % 8,3 Sn, % 22,6 Pb, % 44,7 Bi, % 5,3 Cd, % 19,1 İn. şeklindedir. Ergime derecesi çok düşüktür. 47 °C. de ergir.

### 4 — DİĞER ALAŞIMLAR :

Kurşuna % 0,9 As. katılarak sertliği artırılır. Bu alaşım av malzemesi olarak kullanılır. Av tüfeği kurşunları ve saçmalar bu alaşımdan yapılır.

Kalay kurşun alaşımları, oyuncakların yapımı için de hazırlanır. Örneğin kurşun asker, v.b. gibi.

Bu işler için kullanılan iki alaşım aşağıda verilmiştir.

% 38 Pb, % 62 Sn.

% 67 Pb, % 33 Sn.

### SORULAR

- 1 — Çinko alaşımlarının endüstrideki önemini anlatın.
- 2 — Çinko alaşımlarının bölünmesini yapınız.
- 3 — Zamak alaşımları ile "AZ" alaşımlarını karşılaştırın.
- 4 — Bu alaşımlara giren elementlerin rolü nelerdir?
- 5 — Çinko alaşımları nerelerde kullanılırlar?
- 6 — Nasıl ergitilir, nasıl hazırlanırlar?
- 7 — Yatak alaşımı (Yatak Metali) deyince ne anlıyorsunuz?
- 8 — Bu alaşımı oluşturan madenlerin etkilerini söyleyiniz.
- 9 — Bu alaşımların genel özellikleri neler olmalıdır?
- 10 — Verilen üç tablodaki alaşımları karşılaştırınız.
- 11 — Model alaşımlarının özellikleri nelerdir?
- 12 — Lehim alaşımları hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 13 — Verilen lehim alaşımı örneklerini birbiri ile karşılaştırınız.
- 14 — Basım endüstrisinde kullanılan alaşımları ve özelliklerini anlatınız.
- 15 — Kolay ergiyen alaşımlar hakkında neler biliyorsunuz?
- 16 — Bunlar niçin kolay ergiyorlar?
- 17 — Kurşun ve kalay alaşımları daha nerelerde kullanılmak için hazırlanmaktadır?



## BÖLÜM : 6

### DÖKÜM PARÇALARIN TEMİZLENMESİ ve ONARIMI

#### 6.1 — GİRİŞ :

Çeşitli gereç ve yöntemlerle hazırlanmış kalıplara, istenilen özellikteki alaşım ergitilerek dökülür. Alaşımın, kalıp iç boşluğunda katılaşmasına kadar beklenir. Daha sonra, kalıp içindeki döküm parça çıkarılır. Kum kalıptan çıkarılan döküm parçanın yüzeyi kumlu ve çapaklıdır. Ayrıca yolluk, besleyici ve çıkıcı gibi ek kısımlarıyla, maçaları da üzerindedir. Döküm parça üzerindeki bu kısımların temizlenmesi gerekir.

Döküm parçaların temizliği, döküm atelyelerinin iş temizleme kısımlarında yapılır. Döküm parçanın gerekli temizliği ve kalite kontrolü yapıldıktan sonra, işleme atelyelerine gönderilir veya müşteriye teslim edilir.

#### 6.2 — KALIPLARIN DÖKÜMDEN SONRA BOZULMASI :

- 1 — El ile bozma
- 2 — Havalı tokmaklar ile bozma
- 3 — Makina ile bozma

Bunlar sırası ile şöyle tanımlanabilirler :

## 1 — EL İLE BOZMA :

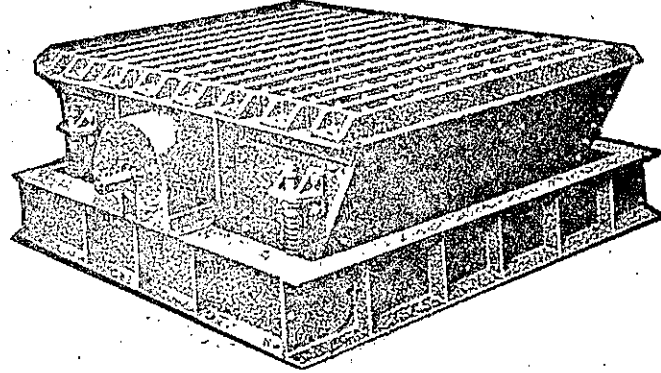
Daha çok çıkma ve madeni derecede yapılmış küçük işlerin kalıpları el ile bozulur. Bozulacak kalıplar dökümden sonra, kalıp bozma yerine getirilerek veya buldukları yerde bozulurlar. Bozma sırasında çekiç, bal- yoz, kazma ve uçları sivri baralar kullanılır. Kum içinden çıkarılmalarından sonra döküm parçalar, iş temizleme kısmına gönderilir. Kum, derece ve kalıp altlıkları (plâkalar) uygun yığınlar halinde toplanırlar.

## 2 — HAVALI TOKMAKLAR İLE BOZMA :

Orta ve büyük işlerin kalıplarının bozulmasında havali tokmaklar kullanılır. Bozulacak kalıplar, kalıp bozma yerine vinçle veya özel taşıyıcılarla getirilir. Derece vinç ile kaldırılır. Bu durumdaki kalıplar, havali tokmakların darbeleri ile bozulurlar. Özel durumlarda dereceye vibratörler bağlanır. Vibratörler, dereceyi sarsar ve içindeki kumu gevşeterek kalıbı bozar. Döküm parça iş temizleme kısmına gönderilir. Derece ve kum uygun yığınlar halinde toplanırlar.

## 3 — MAKİNA İLE BOZMA :

Genellikle seri üretim yapan döküm atelyelerinde, kum kalıplarının bozulması bazı özel makinalarda yapılır. Bu amaçla kullanılan makinalara "KALIP BOZMA MAKİNALARI" denilir. Şekil 6.1 de kalıp bozma makinalarından bir örnek görülmektedir.



Şekil 6.1 Kalıp bozma makinası

Kalıp bozma makinaları çeşitli büyüklük ve şekillerde yapılırlar. Bu makinalar, konveyör önlerine veya atelye içinde uygun görülen kısımlara konulurlar. Bozulacak kalıplar elle, bir caraskal veya vinç yardımıyla kalıp bozma makinası üzerine konulur. Çeşitli şekillerde çalışan kalıp bozma makinası kalıpları bozar. Kalıp kumu, makinanın altına iner ve özel bantlar ile siloya taşınır. Derece, ve döküm parça, kalıp bozma makinasının üzerinde kalır. Derece uygun yere, döküm parça da gerekli işlemler için iş temizleme kısmına gönderilir.

## 6.3 — DÖKÜM PARÇALARI TEMİZLEME YÖNTEMLERİ :

Döküm parçaları temizleme yöntemleri çeşitlidir. Bunları iki bölümde toplamak mümkündür:

### 1 — Kuru temizleme yöntemleri

- El ile temizleme
- Tambur ile temizleme
- Kum püskürtme ile temizleme
- Çelik saçma (bilya) savurma ile temizleme

### 2 — Yaş temizleme yöntemleri

- Basıncılı su ile temizleme
- Asit ile temizleme

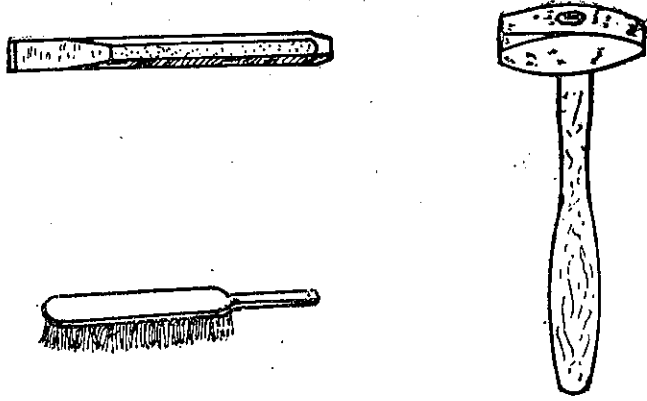
Kuru ve yaş temizleme yöntemleri arasındaki fark, temizleme işlemlerinde kullanılan araç ve gereçler yönündendir. Bu temizleme yöntemleri aşağıdaki gibi tanımlanabilirler.

### 1 — KURU TEMİZLEME YÖNTEMLERİ :

#### a. El İle Temizleme :

Kalıptan çıkarılan döküm parçaların ilk temizliği el ile yapılır. El ile temizleme genel olarak küçük ve orta büyüklükteki döküm atelyelerinde yapılır. Bununla beraber bazı büyük döküm atelyelerinde de döküm parçaların temizliği el ile yapılmaktadır.

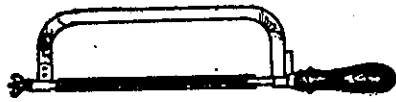
Bu temizleme yönteminde, döküm parçaların temizliği el ile yapılır. Kum kalıptan çıkarılan döküm parçanın ilk temizliği, parçanın değişik kısımlarına vurulan çekiç darbeleriyle başlar. Çekiç darbeleri ile döküm parça yüzeyindeki fazla kumlar dökülür. Daha sonra keski ve tel fırçalar ile gerekli yüzey temizliği yapılır. Şekil 6.2 de döküm parçaların temizlenmesinde kullanılan çekiç, keski ve tel fırça görülmektedir.



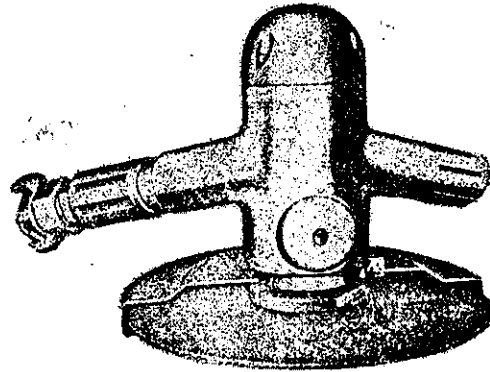
Şekil 6.2 Çekiç, keski ve tel fırça

El ile temizleme yönteminde, döküm parça üzerindeki yolluk, besleyici ve çıkıcı gibi ek kısımlar kırılır veya çeşitli kesici makinelerle kesilir. Daha sonra kesilen kısımların meme ağızları ile parça yüzeyindeki çapaklar, zımpara taşları ile düzeltilir.

Döküm parçaların temizliğinde kullanılan pekçok takım ve makineler vardır. Bunların özelliklerini iyi bilmek ve yerinde kullanmak verimli çalışmayı artırır. Örneğin şekil 6.3 de görülen el desteresi, çekiç darbeliyle kırılmayan kalın meme ağızları ve besleyicilerin kesilmesinde kullanılır. Ancak bu çalışma yorucu ve zaman alıcı olmaktadır. Bunun yerine basınçlı hava ile çalışan ve yüksek devirle dönen yolluk kesme ve yüzey taşlama makinası kullanılmaktadır. Şekil 6.4 de, yolluk kesme ve yüzey taşlama makinası görülmektedir.



Şekil 6.3 El desteresi

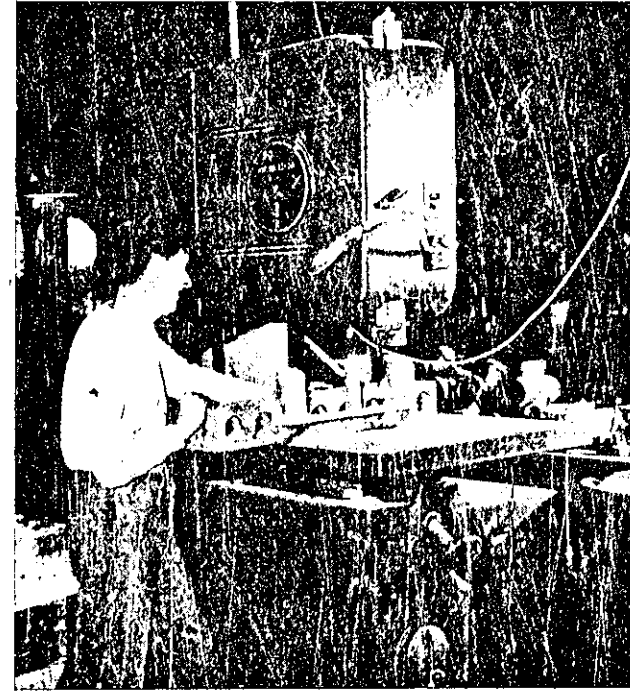


Şekil 6.4 Yolluk kesme ve yüzey taşlama makinası

Bu makina ile büyük döküm parçaların yolluk, besleyici ve çıkıcıları kesilir. Ayrıca pürüzlü yüzeylerin düzeltilmesinde de bu makinadan faydalanılır.

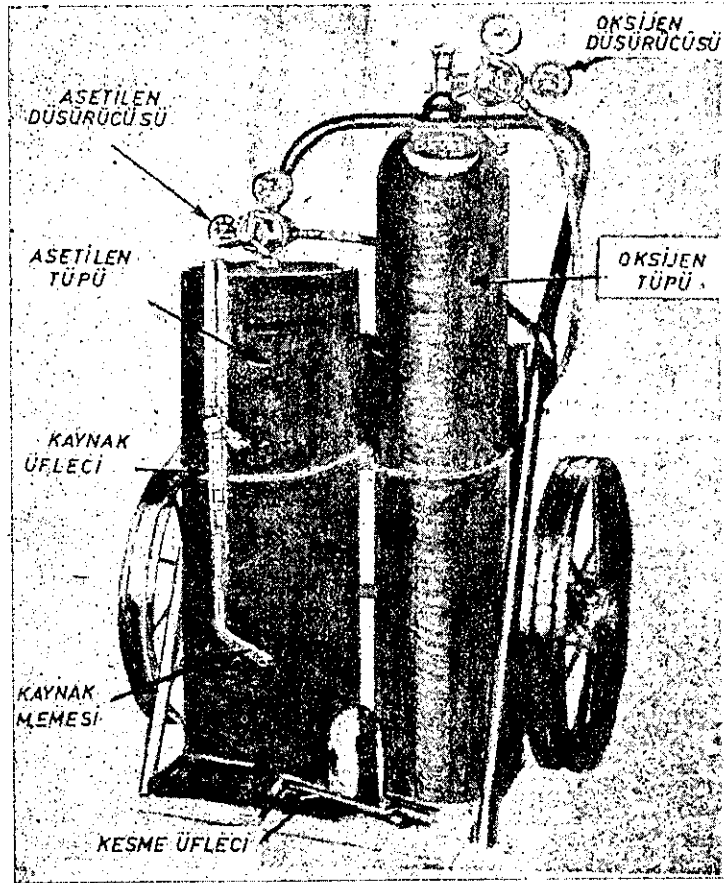
Yolluk kesme ve yüzey taşlama makinasına, istenilen uzunlukta bağlanan basınçlı hava hortumu ile atelyenin hemen her yerinde çalışmak mümkün olabilmektedir.

Döküm parçaların yolluk, besleyici, çıkıcı ve çapaklarının kesilmesinde kullanılan daha başka makineler de vardır. Bunlara bir örnek şekil 6.5 deki şerit destere makinası verilebilir. Şerit destere makinası, daha çok demir olmayan maden ve alaşımların yolluk, besleyici, çıkıcı ve çapaklarının kesilmesinde kullanılır. Bu makina, iş temizleme kısmında veya atelyenin uygun yerinde sabit olarak çalışır.



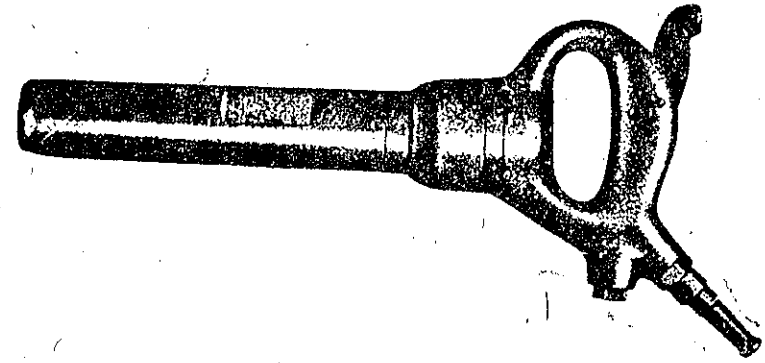
Şekil 6.5 Şerit destere makinası

Çelik dökümlerin yolluk ve besleyicileri genel olarak oksijen-asetilen kaynağı ile kesilir. Çünkü çelik döküm, diğer maden ve alaşımlara göre daha sert ve çekmesi fazladır. Bunun için meme kesitleri geniş ve besleyicileri büyük olur. Bunların döküm parçadan kesilmesi çok güç, zaman alıcı ve masraflıdır. Bu nedenle, çelik dökümlerin yolluk ve besleyicilerinin kesilmesinde oksijen-asetilen kaynağı kullanılır. Şekil 6.6 da bu amaçla kullanılan oksijen-asetilen kaynak takımı görülmektedir.



Şekil 6.6 Oksijen-asetilen kaynak takımı

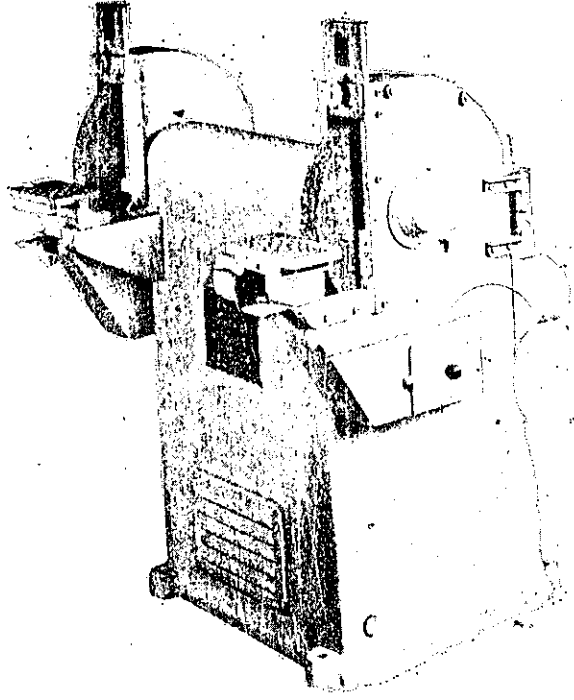
Bazı döküm parçaların mala yüzeylerinde veya maça başlarında çapaklar meydana gelir. Bunların döküm parçalardan temizlenmesi çekiç ve keski ile olur. Ayrıca döküm parçaların maçaları gene çekiç ve keski veya ucu sivri baralarla yerinden çıkartılır. Ancak bu şekillerdeki çalışma, zaman alıcı ve yorucu olur. Ayrıca her döküm parçaya bu çalışmayı uygulamak mümkün olamaz. Bunun için, Şekil 6.7 de görülen havalı keski veya kalafat tabancası kullanılır. Basınçlı hava ile çalışır. Döküm parçalardan çapak temizleneceği zaman özel keski, maça boşaltılacağı zaman ucu sivri barası takılarak kullanılır.



Şekil 6.7 Havlı keski veya kalafat tabancası

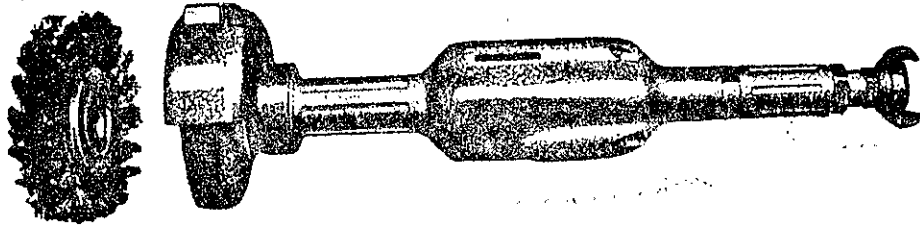
Yolluk, besleyici, çıkıcı ve çapakları ile üzerindeki kum ve maçaları temizlenmiş döküm parçaların son temizliği, zımpara taşları ile yapılır. Değişik biçimlerde yapılan zımpara taşları, çeşitli şekillerde çalışırlar. Döküm parçanın gerekli kısımları, zımpara taşında aşındırılarak düzeltilir. Küçük veya elle taşınabilen ağırlıktaki döküm parçaların gerekli temizliği şekil 6.8 deki sabit gövdeli zımpara taşı makinasında yapılır.

Bu makineler tek veya iki zımpara taşı olarak yapılmışlardır. Çalışma sırasında meydana gelen toz ve kıvılcıklar, zımpara taşının arka kısmından bir aspiratörle emilir.



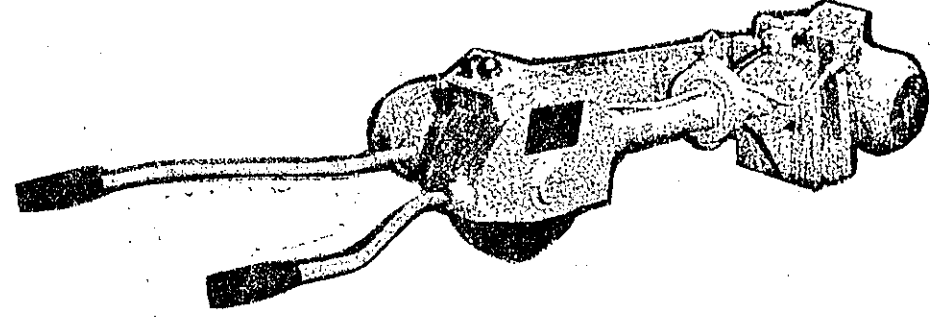
Şekil 6.8 Sabit gövdeli ve iki taşlı zımpara makinası

Döküm parçalar elle taşınamayacak kadar ağır ve sabit gövdeli zımpara taşında düzeltilemeyecek kadar büyük ise, böyle durumlarda şekil 6.9'daki zımpara taşı kullanılır. Basınçlı hava ile çalışan ve elle taşınabilen bu zımpara taşına, düz taşlama makinası da denir.



Şekil 6.9 Basınçlı hava ile çalışan zımpara taşı makinası

Bu makinarya, tel fırça da takılabilir. Böylece döküm parça yüzeyinin kısa zamanda tel fırça ile temizlenmesi mümkün olur. Aynı amaçla kullanılan bir başka zımpara taşı Şekil 6.10'daki askılı zımpara taşı makinasıdır.



Şekil 6.10 Askılı zımpara taşı makinası.

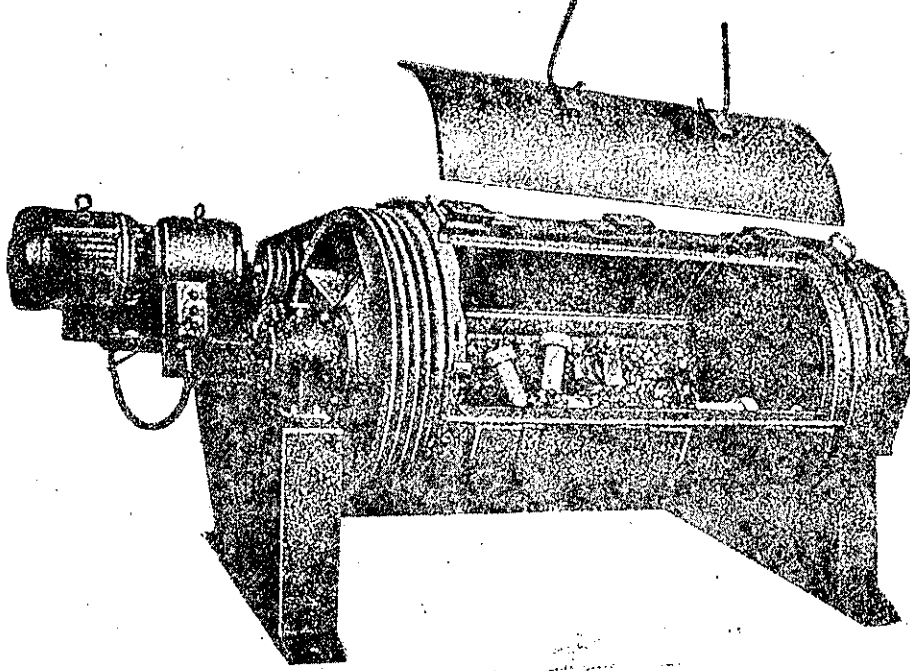
Tavana asılarak kullanılan bu zımpara taşı çok büyük döküm parçaların gerekli kısımlarının düzeltilmesinde kullanılır. Döküm parçalar, özel bir araba üzerinde bağlı olarak bu taş altına getirilerek veya özel tezgâhına bağlı olarak düzeltilir. Döküm parçanın yüksekliğine göre, tavana asıldığı zinciri aşağı - yukarı, indirilip - kaldırılarak zımpara taşının yüksekliği ayarlanır.

Döküm parçaların temizlenmesi anında fazla miktarda toz meydana gelir. Bunun için döküm parçalar, üzerleri ızgara şeklinde yapılmış masa veya zemin üzerinde temizlenir. Üzerinde döküm parça temizlenen bu kısımların altlarından aspiratörler ile tozlar emilerek alınır. Ayrıca iş temizleme kısmında çalışanlar, emniyet tedbiri olarak gözlük, maske, eldiven, önlük, tozluk ve kulaklık gibi koruyucular kullanmalıdırlar. Çünkü bu koruyucular, hem çalışanın hem de çalıştırana yararlıdır.

#### b. Tambur İle Temizleme :

Döküm parçaların tambur ile temizlenmesi, birçok döküm atelyesinde yapılır. Tamburlar, iki başından yataklanmış ve yatay olarak eksen etrafında dönen makinalardır. Gövde kısımları kalın sac levhalardan silindirik veya altıgen - sekizgen prizma şeklinde yapılır. İç gövdenin iki baş kısmı, üzerine delikler açılmış kalın sac levhalar ile kapatılmıştır. Tamburların yatakları baş (muylu) kısımlarından bir tanesinin iç kısmı

boştur. Bu boşluk tambur içinde meydana gelen tozların bir aspiratörle emilerek dışarı alınmasını sağlar. Şekil 6.11 de döküm parçaların temizlenmesinde kullanılan tambur görülmektedir.



Şekil 6.11 Tambur

Tamburlar genel olarak, 50 - 125 cm çapında ve 100 - 200 cm boyunda yapılırlar. Devir sayıları büyüklüklerine göre 25 - 30 d/d olabilir. Dönme hareketi 3 - 18 BG. deki motorlardan kayış veya dişli sistemleri ile sağlanır.

Döküm parçalar tambur içine, gövde üzerindeki boşluktan konulur veya çıkarılır. Yolluk, besleyici ve çıkıcıları kırılmış veya kesilmiş döküm parçalar, gövde iç boşluğunun % 70 - 80'ini dolduracak şekilde düzgün konulur. Geri kalan boşluğa da kalın ağaç takozlar ve madensel yıldızcıklar konulur. Madensel yıldızcıkların faydası dönme anında döküm parçalara çarparak üzerlerindeki kumları döker. Tambura döküm parçalar konulduktan sonra, tamburun kapağı kapatılır ve gövdeye civatalarla bağlanır. Daha sonra firen sistemi gevşetilerek, tambur motoru çalıştırılır ve döküm parçalar temizlenir.

Gerektiğinde tambur kapağının kaldırılıp, indirilmesinde ve ağır döküm parçaların tambura konulup, çıkarılmasında bir vinç veya caraskal kullanılabilir.

### c. Kum Püskürtme İle Temizleme

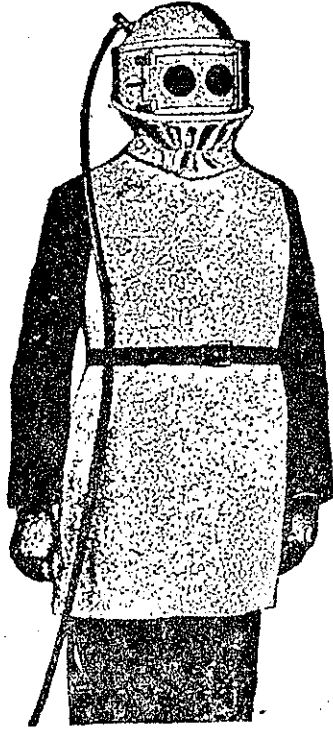
Bu temizleme yönteminde, döküm parçalar yüzeyine basınçlı hava yardımıyla silis kumu püskürtülür. Kullanılan silis kumunun kuru, kilsiz ve tane iriliğinin 1 - 2 mm. arasında olması gerekir.

Döküm parçalar döküldükleri alaşım özelliklerine göre, değişik basınçta kum püskürtülerek temizlenirler. Örneğin; dökme demir parçalar 2 atü, çelik dökümler 4 atü'lük bir basınçla temizlenirler. Bazen bu basınç 6 - 7 atü'ye kadar çıkabilir. Basınç altında püskürtülen kum taneleri, döküm parça yüzeyine yapışmış kum tanelerine çarpar ve buldukları yerden kopartır. Böylece döküm parça yüzeyi temizlenmiş olur.

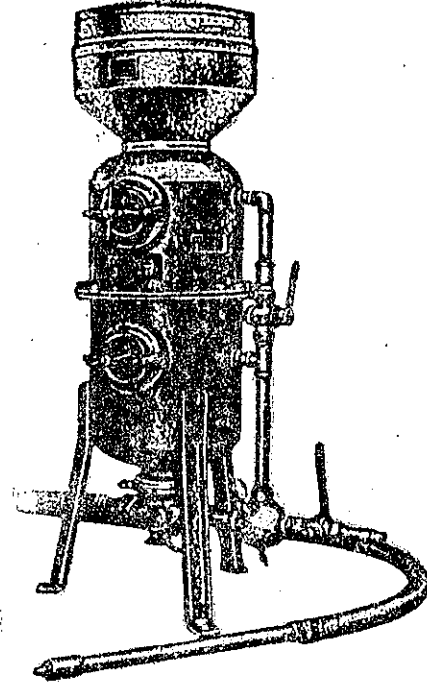
Kum püskürtme ile temizleme yönteminde, fazla miktarda toz meydana gelir. Ayrıca etrafa sıçrayan kum taneleri çalışanları rahatsız eder, hatta iş kazaları olabilir. Bunun için döküm atelyesinin iş temizleme kısmında her tarafı kapalı bir temizleme odası yapılır. Gerektiğinde bu odanın taban kısmı ızgaralı ve toz emici sistemli olabilir.

Kum püskürtme ile döküm parçaların temizliğini yapan kişinin, tozdan ve etrafa sıçrayan kum tanelerinden kendisini koruması gerekir. Bunun için şekil 6.12 de görüldüğü gibi giyinmelidir. Bu giysi ile kendisini koruyabilir. Ayrıca kendisine gerekli temiz hava başlık kısmından verilir. Temiz hava özel bir kompresörden gelir.

Kum püskürtme ile temizleme yönteminde kullanılan makineler değişik şekilde çalışabilir. Bunlardan bir örneği şekil 6.13 de görülmektedir. Bu makineye gerekli kum üst kısımdan konulur. Kum buradan basınç odasına gelir. Daha sonra basınç odasına basınçlı hava gönderilir. Kum basınçlı hava yardımıyla, makinenin alt kısmına bağlı hortuma geçer. Hortum içinden geçen kum büyük bir hızla dışarıya fırlar. Hortumun ucu, döküm parçanın temizlenecek kısımlarına tutularak gerekli temizlik yapılmış olur. Bu şekildeki kum püskürtme ile temizleme daha çok büyük döküm parçalara uygulanır.



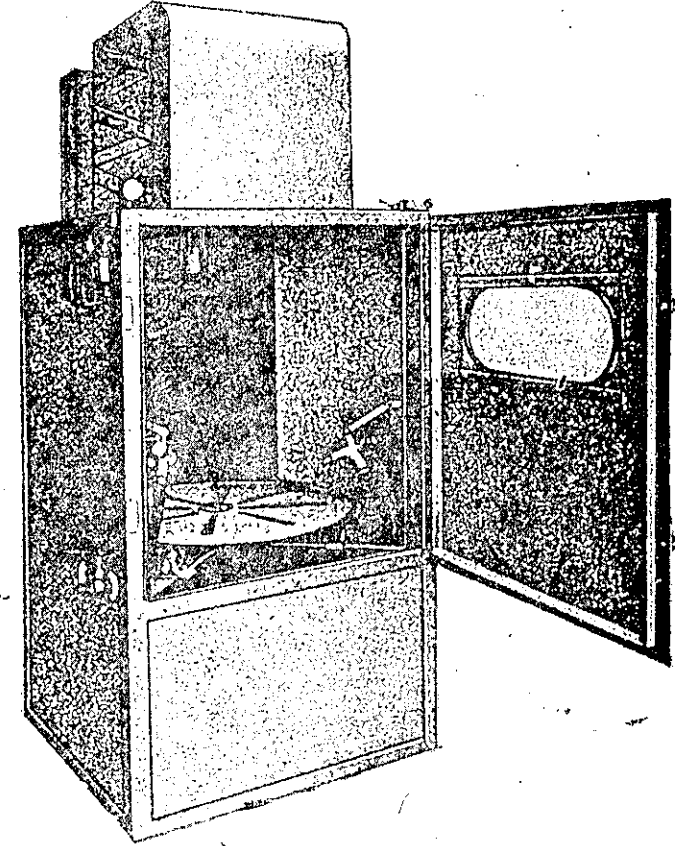
Şekil 6.12 Kum püskürtme ile temizlemede kullanılan giysi.



Şekil 6.13 Basınç odalı kum püskürtme makinası.

Bugün, döküm parçaların kum püskürtülerek temizlenmesinde, çok değişik şekillerde çalışan makineler kullanılmaktadır. Bu makinalarda kum, çeşitli şekillerde döküm parçalar üzerine püskürtülür. Bunların bir kısmında kum, sabit ağızdan püskürtülür. Temizlenecek döküm parçalar, bir döner dolap içinde veya hareketli bir bant veyahut ta bir döner tabla üzerinde bulunurlar. Bunlara bir örnek şekil 6.14 deki kum püskürtme ağızları sabitleştirilmiş temizleme makinası verilebilir. Daha çok küçük döküm parçaların temizlenmesinde kullanılır. Temizlenecek döküm parçalar makinanın döner tablası üzerine konurlar. Sonra da makinanın kapısı kapatılır. Kum püskürtme ağızlarından, kum püskürmeye başlar. Kapak üzerindeki pencereden temizlemenin iyi olup olmadığı kontrol edilir.

Döküm parçalar tablanın dönüşüyle tamamen temizlenmiş olur. Temizlemede kullanılan kum, tablanın altına düştükten sonra, arka taraftaki kepgelerle yukarıya çıkarılır. Buradan da hortumla püskürtme memelerine gelir ve basınçlı hava etkisiyle hızla dışarıya fırlar.

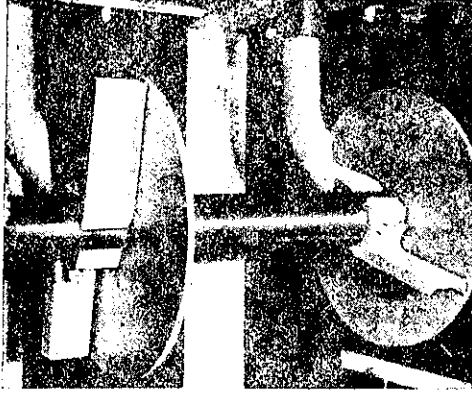


Şekil 6.14 Sabit kum püskürtme ağızlı temizleme makinası

d. Çelik Saçma (bilya) Savurma İle Temizleme :

Bu yöntemde, döküm parçaların temizliği, çelik saçma (bilya) savurma ile yapılır. Çalışma sırasında kum püskürtme ile yapılan temizleme göre, daha az toz meydana gelir. Ayrıca kullanılan çelik saçmalar, kum tanelerine göre daha fazla dayanır. Bu yöntemde çelik saçmaların savrulması, bir basınç altında yapılmaz.

Çelik saçmalar, dönme sayısı çok fazla olan özel savurma başlığın-  
dan savrulurlar. Şekil 6.15 de çelik saçmaları savuran ikili savurma baş-  
lığı görülmektedir.



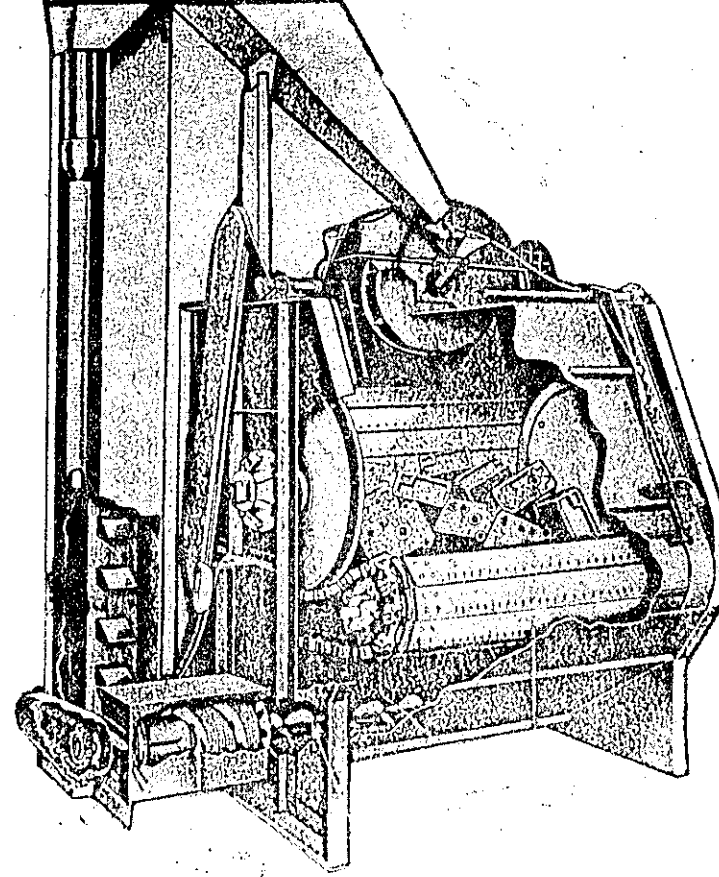
Şekil 6.15 İkili çelik saçma savurma başlığı

Çelik saçmalar, savurma başlığının merkezinden gelmektedir. Sonra  
da hızla dönmekte olan savurma başlığından fırlayarak döküm parçala-  
rın yüzeylerine çarparlar. Savurma başlıkları temizleme makinalarının de-  
ğişik kısımlarına bir veya birden çok sayıda konulabilir. Saçmalar, yu-  
varlak veya köşeli olarak, çelik dökümden veya beyaz dökme demirden  
yapılır.

Döküm parçaların, çelik saçma ile temizlenmesinde değişik biçimde  
ve çok çeşitli makineler kullanılır. Örneğin, bir savurma başlıklı olanları  
yanında, çok savurma başlıklı olanları da kullanılmaktadır. Ayrıca dö-  
küm parçalar, hareketli bant üzerinde temizlendiği gibi, asılarak da te-  
mizlenebilirler. Amaç, döküm parçaların en iyi ve en kısa zamanda temiz-  
lenmesini sağlamaktır. Şekil 6.16 da küçük tip döküm parçaların temiz-  
lenmesinde kullanılan iş temizleme makinası görülmektedir.

Bu makinada daha çok küçük tip döküm parçalar temizlenir. Temiz-  
lenecek döküm parçalar, makinanın çelik bantı üzerine elle, kovayla veya  
özel kepeçler ile yüklenir. Yükleme kapağı kapatılır ve makina çalıştırı-  
lır. Çelik bant dönerken, üzerindeki döküm parçalar da buldukları yer-  
de dönerler. Bu arada üst kısımdaki savurma başlığından çelik saçmalar  
savrulur. Savrulan çelik saçmalar, bant üzerindeki döküm parçalara çar-

parak onları temizler. Gerek bant üzerindeki döküm parçaların birbirle-  
rine sürterek dönmesi ve gerekse savrulan çelik saçmalar, temizlemenin  
iyi olmasını sağlar.

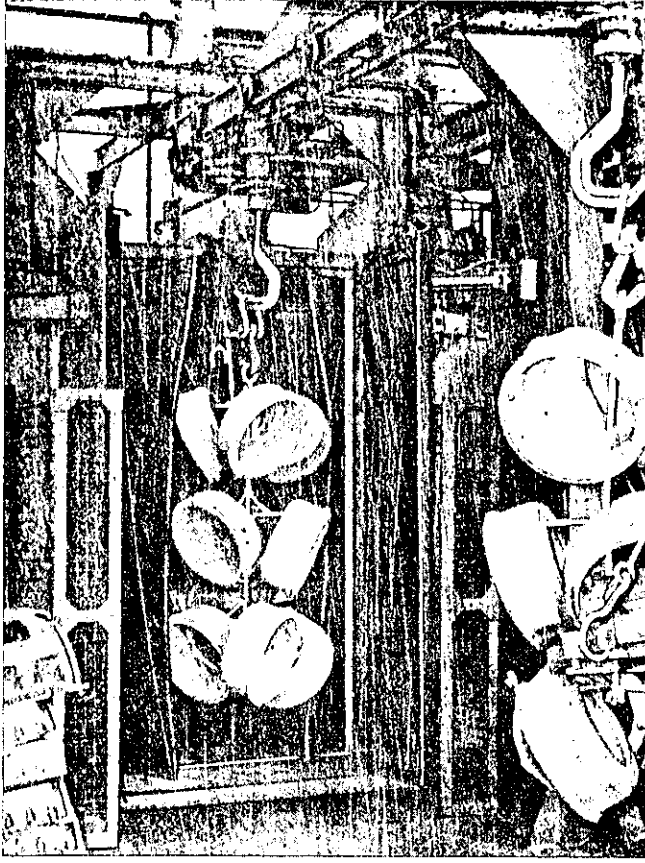


Şekil 6.16 Tek savurma başlıklı iş temizleme makinası.

Çelik saçma savurma ile temizlenecek orta veya daha büyük ölçü-  
lerdeki döküm parçalar, kancalara asılmış olarak temizlenirler. Böyle bir  
temizleme makinası şekil 6.17 de görülmektedir.

Döküm parçaların asıldığı kancalar, monoray (havayı hat) üzerinde  
hareket ederler. Monoraylar, iş temizleme makinasının içine kadar girer.  
Bazılarında ise, bir taraftan girerek, diğer taraftan çıkacak şekilde dö-





Şekil 6.17 Kancalara asılmış döküm parçaların temizlenmesi.

genmiştir. Temizlenecek döküm parçalar, kancalara tek tek veya bir kancaya birden çok sayıda asılırlar. Sonra da çelik sacma savurmalı iş temizleme makinası içine gönderilirler. Böylece gerekli yüzey temizlikleri yapılmış olur.

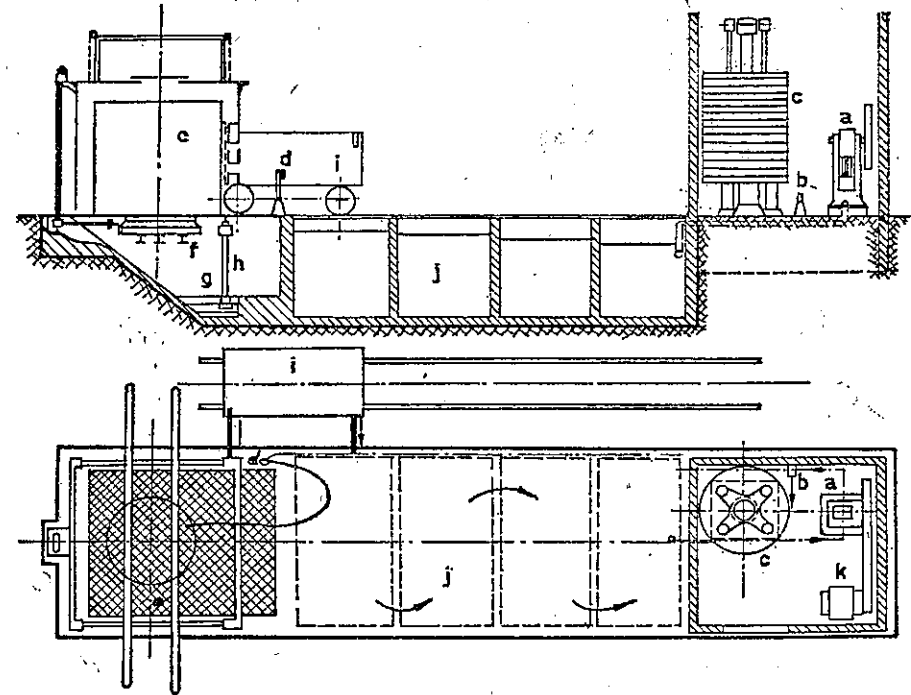
## 2. YAŞ TEMİZLEME YÖNTEMLERİ :

### a. Basıncı Su İle Temizleme :

Bu temizleme yöntemiyle, büyük döküm parçaların temizliği yapılır. Temizleme için basınçlı su kullanılır. Basınçlı su, döküm parçaların yüzeylerine yapışmış kalıp kumları ile maçaları kolaylıkla temizler. Kulla-

nılan su, 50 - 100 atü. lük bir basınçla 5-8 mm çapındaki memelerden püskürtülür. Ayrıca su hortumunun ucuna, uçları sivri demir veya çelik baralar bağlanmıştır. Bu baralar, suyun basıncına rağmen, yerlerinden kopmayan kalıp kumlarının veya maçaların temizlenmesine yardımcı olurlar.

Bu temizleme yöntemlerinde, diğer temizleme yöntemlerindeki gibi fazla gürültü ve toz meydana gelmez. Ancak rutubetli (ıslak) ortamda çalışma zorluğu vardır. Bunun için temizleme odası ile temizleyicinin bulunduğu oda bir duvar ile ayrılmıştır. Bu duvar üzerinde gözetleme pencereleri bulunur. Temizleme odasının tavanı yoktur ve büyük döküm parçalar, vinç ile buradan konulur. Döküm parçalar, temizleme odasındaki döner tabla üzerinde temizlenir. Tablanın döndürülmesiyle döküm parçanın her tarafının temizlenmesi mümkün olur. Temizleme odasının tabanı ızgaralıdır ve kullanılmış su ile kumlar alttaki özel haznelerde toplanır. Buradaki bir tulumba ile çamur ve su birbirlerinden ayrıştırılır. Çalışmaların daha iyi olması için temizleme odası ayrıca özel şekilde ısılandırılmıştır.



Şekil 6.18 Basıncı su ile temizleme tesisi.

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| a. Basınçlı su pompası | g. Suyu toplayan çukur      |
| b. Su ayarlayıcısı     | h. Tulumba                  |
| c. Su deposu           | i. Çamur arabası            |
| d. Su fişkırtıcısı     | j. Suyu temizleyen bölmeler |
| e. Temizleme odası     | k. Hareket veren motor      |
| f. Döner tabla         |                             |

Döküm parçaların basınçlı su ile temizlenmesinde çok fazla su kullanıldığından, bu tesislerin akarsu, göl veya deniz kenarında kurulması gerekir. Şekil 6.18 de bir basınçlı su ile temizleme tesisi görülmektedir.

#### b. Asit İle Temizleme :

Çok özel durumlarda bu temizleme yöntemi kullanılır. Temizleme hidroklorik (HF), hidroklorik (HCl), sülfürikasit ( $H_2SO_4$ ) vb. gibi asitler ile yapılır. Bu nedenle çalışanların sağlık yönünden çok dikkatli olmaları gerekir.

Büyük döküm parçaların temizlenmesinde, sulandırılmış asit, döküm parçalar üzerine dökülür. Küçük döküm parçalar ise, içi kurşun levha ile kaplı veya asite dayanıklı gereçlerden yapılmış asit banyolarına atılırlar. Banyodan çıkarılan döküm parçalar, bol su ile yıkanılırlar. Bu arada su içindeki döküm parçalar, tel fırça v.b. gibi takımlarla iyice temizlenirler. Böylece döküm parça yüzeyindeki asit temizlenmiş olur.

#### 6.4 — DÖKÜM PARÇALARIN KALİTE KONTROLÜ :

Döküm parçaların temizlikleri yapıldıktan sonra, gerekli kontrolleri yapılır. Döküm parçaya en basitinden en ileri düzeydeki deneylere kadar her çeşit deney uygulanır. Döküm parçanın sağlamlığı, ölçü tamlığı, kalitesi ve kimyasal bileşimine kadar hemen her şeyine bu deneylerle bakılır. Bazan bu deneylerden birkaç tanesini uygulamakta o parça hakkında yeterli bilgi sahibi olmaya yetmektedir. Döküm parçalara uygulanan belli başlı deneylerden bazıları şunlardır:

1. Göz ve çekiç deneyi,
2. Ölçü tamlığı deneyi,
3. Kimyasal deney.

#### 1 — GÖZ VE ÇEKİÇ DENEYİ :

Gözle yapılan deneyde, döküm parçada kırık, çatlak, çekinti, kum sü-rüklemesi, dart, maça kırılması, gaz boşluğu v.b. gibi hataların olup olmadığına bakılır. Bu hatalar, döküm parça yönünden bir sorun çıkarmayacaksa döküm parça kullanılabilir. Veya gerekli onarım yapıldıktan sonra kullanılabilir.

Çekiç ile yapılan deneyde ise, gözle görülemeyecek şekildeki hataların olup olmadığına bakılır. Bunun için çekiç ile döküm parçanın değişik kısımlarına vurulur. Meydana gelen ses ile parça hakkında fikir yürütülebilir. Çünkü sağlam döküm parça ile çatlak veya gaz boşluklu kısaca hatalı döküm parçanın yaydığı ses aynı şekilde (tonda) değildir.

#### 2 — ÖLÇÜ TAMLIGI DENEYİ :

Döküm parçaların dökümden sonra gerekli ölçülerde olup olmadığı-nın deneyi yapılır. Bu deneylerde resim, esas (orijinal) parça ölçüleri ile dökülen parçanın gerekli ölçülerine bakılır. Parçanın istenilen ölçülerde olmaması halinde döküm parça kullanılmaz. Ölçü tamlığı deneyi bilhassa seri üretimde çok önemlidir.

#### 3 — KİMYASAL DENEY :

Döküm parçaların kimyasal deneyleri çok önemlidir. Döküm parçalara uygulanan kimyasal deneylerden bazıları şunlardır:

- a. Kimyasal analiz deneyi,
- b. Radiografi deneyi,
- c. Manyetik toz deneyi,
- d. Flüoresan deneyi,

Döküm parçalara uygulanan bu deneyler, kimyasal analizler laboratuvarı ile gereç laboratuvarlarında yapılır. Döküm parça alaşımının terki-binde bulunan elementlerin % (yüzde) değerlerine bakılır. Bu deney ile alaşımın istenilen kalitede olup olmadığına bu arada beklenen özellikler var mıdır bunlara bakılır. Bunların tesbiti için alaşıma çeşitli sertlik deneyleri ile çekme, basma v.b. gibi deneyler uygulanır. Böylece döküm parçanın kullanılacağı yerde istenilen işi yapıp yapamayacağına karar verilir.

## 6.5 — HATALI (özürlü) DÖKÜM PARÇALARIN ONARIMI :

Dökümcünün en büyük arzusu sağlam ve kaliteli döküm parçalar dökülmektir. Böylece yaptığı işden zevk alabileceği gibi, emeklerin ve yapılan masrafların kayıp olmaması da ayrıca sevindirici olmaktadır. Fakat bu her zaman mümkün olamaz. Bir kalıbın hazırlanmasından, dökümüne kadar emeği geçenlerin hepsi her türlü önlemi alsalar bile, döküm parça bazan hatalı (özürlü) olabilmektedir.

Hatalı döküm parçaların onarımı yapılabilenleri olursa, gerekli işlemlere geçilir. Böylece onarılan döküm parçalar işe yarayacak hale gelebilir. Yalnız bu hataların onarımı yapılırken dikkat edilecek en önemli husus; onarımdan sonra döküm parçanın kullanılacağı yerde parçadan beklenen görevi yapabilmesidir. Bilindiği gibi döküm parçalar çok çeşitli yerlerde kullanılırlar. Döküm parçanın çalışacağı yer dikkate alınarak, gerektiğinde onarım yapılabilir. Döküm parçalarda meydana gelen hatalar ile bunların onarımları aşağıda belirtildiği gibi özetlenebilir.

### 1. Döküm parça yüzeyinde meydana gelen hataların onarımı :

Döküm parça yüzeyinde meydana gelen karınca, gaz boşluğu, çekme vb. gibi hatalar, çeşitli şekillerde hazırlanan karışımlarla (bunlara özel macunlar da denilir) tamir edilir. Bu karışımlardan bazıları Tablo 6.1 de verilmiştir.

Tablo 6.1 Hatalı (özürlü) Döküm Parçalar İçin Karışımlar (Macunlar)

Cinsi	Adi parçalar için karışım		Ateşe dayanıklı karışım		Rutubete dayanıklı karışım
Silisyum tozu	10			44	
Ateş toprağı				6	
Boraks					
Amonyumklorat ( $NH_4ClO_4$ )		2.5	2		4
Balmumu	18			11	
Grafit	9			22	
Demir talaşı		81			
Dökme demir (font) talaşı	45		96		94
Manganperoksit ( $Mn_2O_2$ )				11	
Deniz tuzu				6	
Kükürt	18	1	2		2
Sirke		2.5			
Su		13			
Toplam	100	100	100	100	100

Tamir edilecek hatalı kısımlar veya delikler iyice temizlendikten sonra, uygun terkipteki karışım hazırlanır. Sonra az miktarda su ile karıştırılır ve hamur haline getirilir. Bu hamur halindeki karışım deliklere ve gerekli kısımlara sürülür. Karışımın iyice sıkışması için bastırılır. Sonra ispatül vs. takım ile perdah edilir. Hazırlanan karışım 12-24 saat içinde kurur ve sertleşir. Karışım iyice sertleşince, yüzeyi kok kömürü ile sürtük düzeltilir.

### 2. Parça koyarak onarmak :

Hatalı kısımların veya deliklerin büyük olması halinde, bunların onarımları hazırlanan karışımlarla mümkün olamaz. Böyle durumlarda hatalı kısımlar uygun parçalar konularak onarılır. Gaz boşluklarından ve çekmelerden meydana gelen hatalı kısımlara ve deliklere demir, dökme demir (font) vs. gereçlerden yapılmış plâkalar kullanılır. Ancak böyle onarımlarda parçadan beklenen özellikler çok değişir. O nedenle sipariş sahibine onarım hakkında bilgi verilmesi gerekir.

### 3. Su sızdıran parçaların onarımı :

\* Su sızdıran parçaların onarımında parçalar, içine toz halinde dökme demir eğe talaşı atılmış olan amonyumklorat ( $NH_4ClO_4$ ) lı suda bırakılır. Birkaç gün bu su içinde kalan parçaların, sızdırma yapan kısımlarının kapandığı ve sızdırmadığı görülür.

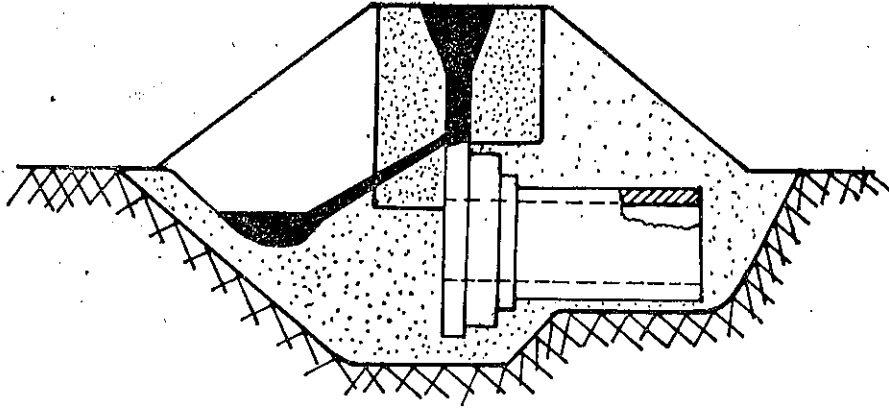
### 4. Noksan dökülmüş veya kırılmış döküm parçaların onarımı :

Noksan dökülmüş veya kırılmış döküm parçaların onarımları değişik şekillerde olabilir. Bunlar ergimiş madenle veya kaynak yapılarak onarılırlar.

#### a. Ergimiş madenle onarım :

Noksan dökülmüş veya kırılmış kısmın yüzeyi keski ve eğe ile iyice temizlenir. Bu kısmın kalıbı bir veya iki parçalı olarak iyi özellikteki kalıp kumundan veya çamurdan hazırlanır. Yolluğu açılır. Kalıp parçalarının birisinin dip kısmından sıvı madenin akması için delik açılır. Sonra kalıp parçacıkları döküm parça üzerindeki yerlerine konulurlar. Etrafları kalıp kumu ile sıkıştırılır. Bu arada sıvı madenin toplanması için, delik açılmış tarafta uygun büyüklükte bir çukur açılır. Şekil 6.19 da ergimiş madenle onarımın yapılışı görülmektedir.

Bundan sonra sıvı madenin yolluktan yavaş yavaş dökülmesine başlanır. Dökülen sıvı maden dipteki delikten akararak, açılmış olan çukurda



Şekil 6.19 Ergimiş madenle onarım

toplanır. Sıvı maden akışı devam ettikçe döküm parçanın onarım yapılan kısmı da ısınmaya başlar. Bu arada onarım yapılan kısma bir miktar boraks atılacak olursa, parçanın o kısmının ergimesi kolaylaşmış olur.

Bir demir çubuk ile parçanın onarım göreceğ kısmının eriyip erime- diği kontrol edilir. Bu kısmın sıvılaşmaya yakın bir noktaya geldiği gö- rüldüğü an dipteki maden çıkış deliği kapatılır. Sıvı maden, yolluk üst se- viyesine kadar doldurulur. Daha sonra yolluğun üzeri kok veya odun kö- mürü ile örtülür. Soğumasını yavaşlatmak için kalıp kısmı, gene ısıtılma- ya devam edilir. Bundan sonra kalıp soğumaya bırakılır ve soğuyunca da açılır. Onarım yapılan kısmın gerekli düzeltmeleri yapılır.

#### b. Oksijen kaynağı ile onarım :

Oksijen gazı ile asetilen gazı karışımı yakıldığında 3000 - 4000 °C bir sıcaklık meydana gelir. Onarılacak parça kaynak yapılmadan önce yavaş yavaş koyu kırmızı renge kadar ısıtılır. Kaynak işleminde kullanılacak par- çanın terkihi, kaynatılmada kullanılacak parça terkibine uygun olmalı- dır. Parça kaynak edildikten sonra, gayet yavaş olarak soğutulur.

#### c. Elektrik kaynağı ile onarım :

Elektrik kaynağında parçanın yalnız kaynatılacak kısmı ısındığı için, oksijen kaynağına göre daha kolay olur. Elde edilen netice ise, oksijen kaynağından daha iyidir. Bu kaynak yönteminde de parçanın uygun olan özelliklerinde aşırı derecede değişiklik meydana gelmemelidir.

#### 5. Özel karışımlar veya macunlar :

Bu karışımlar veya macunlar hemen bütün maden ve alaşımlardan dökülen parçaların onarımında kullanılırlar. Bu amaçla kullanılan kari- şım macun ve katılaştırıcı yağından meydana gelir. Bunların hazırlanma- sında uyulması gereken bilgiler, yapan ve satan firmalarca belirtilir. Bun- lardan bir örnek aşağıda belirtildiği gibi hazırlanır:

Onarılacak yüzeyin temiz, kuru, yağsız, passız ve boyasız olması gerekir. Gerekliğinde bu kısımlar bir törpü veya zımpara kâğıdı ile ha- fifçe pürüzlü yüzey haline getirilebilir. Bu, hazırlanan karışımın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlar. Eğer onarılacak parça oda sıcaklığından da- ha az bir sıcaklığa sahipse, ısıtılması gerekir. Böylece karışımın katılaş- ması hızlandırılmış olur. Bu arada onarılacak kısmın dışındaki kısımlar gres yağı veya özel bir yağ ile yağlanır. Hacim olarak belli kısım macun ve belli kısım katılaştırıcı yağı hazırlanır. Bunlar birlikte birkaç dakika bir takımla (örneğin ispatül) karıştırılır. Bundan sonra bu hazırlanan ka- rışımından onarılacak yere 6-7 mm. kalınlığında sürülür. Katılama 3-4 sa- atte tamamlanır. Daha sonra da gerekli düzeltmeler yapılır.

#### SORULAR

- 1 — Döküm parçaların temizleme yöntemleri kaç çeşittir? Söyleyiniz.
- 2 — El ile temizlemeyi anlatınız.
- 3 — Tambur ile temizlemenin nasıl yapıldığını anlatınız.
- 4 — Kum püskürtme ile döküm parçaların nasıl temizlendiğini anlatınız.
- 5 — Çelik saçma (bilye) savurma ile temizlemede kullanılan saçmaların (bilya- ların) hangi şekillerde ve gereçlerden yapıldıklarını söyleyiniz.
- 6 — Basınçlı su ile döküm parçaların nasıl temizlendiklerini anlatınız.
- 7 — Döküm parçaların temizlenmesinde kullanılan asitlerden bildiklerinizi söy- leyiniz.
- 8 — Oksi-asetilen kaynak takımı hangi dökümlerin yolluk ve besleyicilerinin keşilmesinde kullanılır? Gereğiyle anlatınız.
- 9 — Döküm parçaların temizlenmeleri ne gibi faydalar sağlar? Belirtiniz.
- 10 — İş temizleme kısmında çalışanların ne gibi emniyet tedbirleri alması gere- kir? Söyleyiniz.

## BÖLÜM : 7

### DÖKÜM HATALARI

#### 7.1 — GİRİŞ :

Dökümcülükte, yapımı istenen döküm parçaların işe yarar ve kullanılabilir durumda dökülmesi en büyük amaçtır. Fakat bütün gayretlere rağmen hatalı dökümler tamamen ortadan kaldırılamamıştır. Beklenmedik durumlar çeşitli hataları doğurur. Hataları tamamen ortadan kaldırmak değilse bile en aza indirmek elimizdedir. Hatalı dökümlerin çoğu işe yaramayıp atıldığı için atelyeye ağır zararlar verir. Zaman kaybına sebep olur. İşçinin kendine olan inancını sarsar. Bunun için hataların oluş nedenleri göz önünde bulundurularak, olmamaları için her türlü önlem alınmalıdır.

Döküm hatalarının oluşmasına neden olan sebepleri şöyle sıralayabiliriz.

- 1 — Döküm parçaların tasarımları yanlış yapılırsa,
- 2 — Hatalı model ve maça sandıkları kullanılırsa,
- 3 — Yolluk sistemi ve besleyiciler yanlış uygulanırsa,
- 4 — Kalıp ve maça yapımında kullanılan kumların seçim ve hazırlanmaları iyi olmazsa,
- 5 — Kalıplama ve maça yapım tekniği hatalı olursa,
- 6 — Dökülecek maden ve alaşımın bileşimi uygun olmazsa,
- 7 — Ergitme ve döküm tekniği hatalı uygulanırsa,

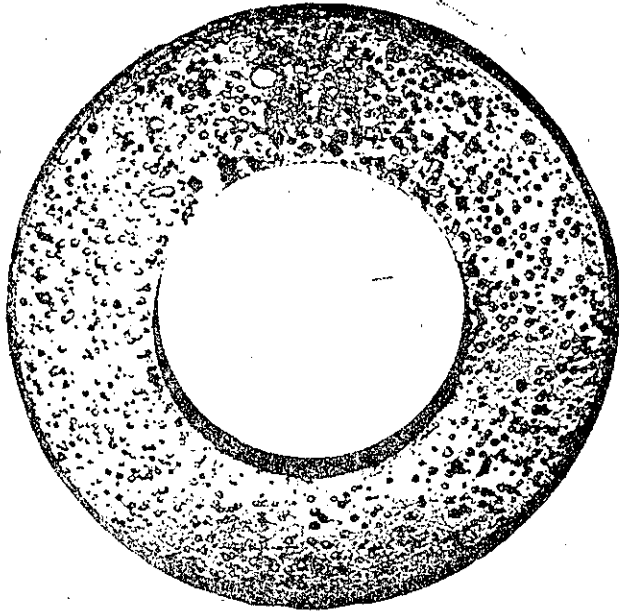
8 — Döküm parçaların dökümden sonra temizlenmeleri ve depolanmaları tekniğine uygun yapılmazsa bazı hatalar her zaman için oluşabilir.

Şimdi döküm hatalarını sıra ile açıklamaya çalışalım.

## 7.2 — GAZ BOŞLUKLARI :

### a — TANIMI :

Gaz boşlukları küre şeklinde veya daha değişik şekil ve ölçülerde olabilirler. Bunların çok büyük olanlarına kofluk, küçüklerine ise porozite —karınca— gözenek gibi isimler verilir. Şekil 7.1.



Şekil 7.1 Gaz boşlukları

Gaz boşlukları, kalıp içinde meydana gelen gazların dışarı atılmayışından ve sıvı maden kalıba girerken yolluktan sürüklediği havanın kalıp içinde toplanmasından meydana gelir. Gaz boşluğu yüzeylerinin renkleri, koyu maviden gümüşü renge kadar değişir. Döküm parçalarının genellikle

le üst kısımlarında, geniş düzgün yüzeylerde meydana gelirler. Bazen döküm parçaların alt ve değişik kısımlarında bulunabilirler. Maçadan meydana gelen gaz boşlukları ise döküm parçadaki maça boşluğunun etrafında, maça iskeletinin maça yüzeyine çok yakın olduğu yerlerde toplanır. Soğutucu ve maça desteklerinin sebep olduğu gaz boşlukları da bunların bulunduğu kısımlarda görülür.

### b — OLUŞ NEDENLERİ :

1 — Döküm parçanın konstrüksiyonu maça havalarının rahat bir şekilde alınmasını engellerse,

2 — Derece bölmeleri (feder - travers) kalıp yüzeyine çok yakın olursa,

3 — Gidici yüksekliği ve çapı yeterli ölçüde olmazsa,

4 — Kalıp kumu nemi, aşırı olursa,

5 — Kalıp kumu tane iriliği ve katkı maddeleri (kil, kömürtozu v.b. gibi) dağılımı düzenli olmazsa,

6 — Kalıp kumunun yeterli gaz geçirgenliği olmazsa,

7 — Kalıp kumu içerisinde yabancı maddeler (kireçtaşı, demiroksit, alkaliler vb. gibi) aşırı miktarda bulunursa,

8 — Kalıp kumu model çevresinde ve üst yüzeyinde aşırı sıkıştırılmışsa,

9 — Kalıpta yeterli şiş kanalı ve çıkıcı açılmamışsa,

10 — Kalıplamada sıcak derece, soğuk kum ve soğuk derece, sıcak kum kullanılmışsa,

11 — Soğuk kalıp, sıcak maça veya sıcak kalıp soğuk maça kullanılmışsa,

12 — Kalıplamada kullanılan yardımcı maddeler (kanca, firkete) model yüzeyine temas edecek şekilde yerleştirilmiş ve bu maddeler yüzeyine fazla miktarda kil veya şamut sürülmüşse,

13 — Kalıpta fazla onarım ve perdah yapılmışsa,

14 — Kalıpta kullanılan soğutucu, çivi ve maça destekleri yağı, paslı ve nemli olursa,

15 — İstenilen kalitede maden bileşimi hazırlanmamışsa,

16 — Maden veya alaşım uygun ortamda ergitilmemişse,

17 — Dökümde kullanılan taşıma potaları iyi kurutulmamış ve soğuk olursa,

18 — Kalıba soğuk maden dökülürse,

19 — Kalıp çok kısa zamanda sıvı maden ile doldurulmuşsa, döküm parçalarda gaz boşlukları oluşur.

### 7.3 — ÇUKURLUK, ÇİZGİLER ve PULLAR :

#### a — TANIMI :

Çukurluklar, kalıp boşluğundaki gazların düz yüzeylerde sıvı madenin dolmasını önleyerek bıraktığı boşluklardır.

Pullar, sıvı madenin gaz basıncının bıraktığı çukurlara girmesidir.

Çizgiler, kalıp içindeki gaz basıncından dolayı, soğuk birleşmelere benzeyen fakat soğuk birleşmelerden daha ince görünüme sahip bir yüzey hatasıdır.

#### b — OLUŞ NEDENLERİ :

1 — Düzenli olmayan kesitler yüzünden sıvı maden kalıbı kesik kesik doldurmuşsa,

2 — Aşınmış model ve maça sandıkları ince kesitler meydana getirmişse,

3 — Derece bölmelerinin (feder - travers) yeterli olmamasından, üst derecedeki kum, aşağıya doğru sarkmışsa,

4 — Yolluk sisteminde meme sayısı az tutulmuş ve yolluk basıncı yetersizse,

5 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,

6 — Kalıp kumunun yeterli gaz geçirgenliği olmazsa ve buna bağlı olarak kalıp içinde gaz basıncı artarsa,

7 — Kalıp kumu içinde gaz meydana getirici maddeler çok olursa,

8 — Kalıp kumunun dayanımının zayıf olması nedeniyle üst derece sarkarsa,

9 — Maça kumunun gaz geçirgenliği az olursa,

10 — Maçalara yeterli hava kanalları açılmazsa,

11 — Kalıp kumu aşırı derecede sıkıştırılmışsa,

12 — Kalıba yeterli şiş kanalı ve çıkıcılar açılmamışsa,

13 — Üst derecede kumun hafif sıkıştırılması dolayısıyla sarkmışsa,

14 — Yeterli sayıda kanca kullanılmamışsa,

15 — Kalıpta aşırı tamir ve perdah yapılmışsa,

16 — Yanlış ölçüde maça desteği kullanılarak kesitler inceltilmişse,

17 — Sıvı madenin akıcılığı azsa,

18 — Hazırlanan maden bileşimi fazla grafit oluşmasına sebep oluyorsa,

19 — Kalıba dökülecek sıvı maden soğuk, gazlı ve curuflu ise,

20 — Kalıba sıvı maden kesik kesik dökülmüşse,

21 — Kalıp üzerine fazla ağırlık yüklenmişse,

22 — Forsalar yüzünden, kalıp içinde maden basıncı düşmüşse, bu hatalar meydana gelir.

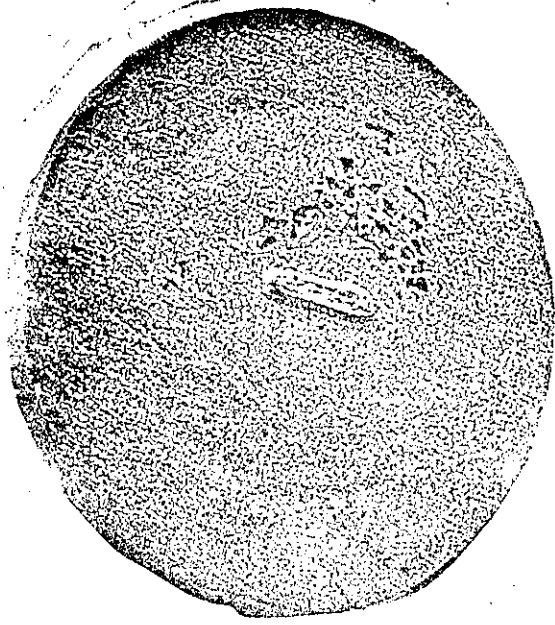
### 7.4 — DART :

#### a — TANIMI :

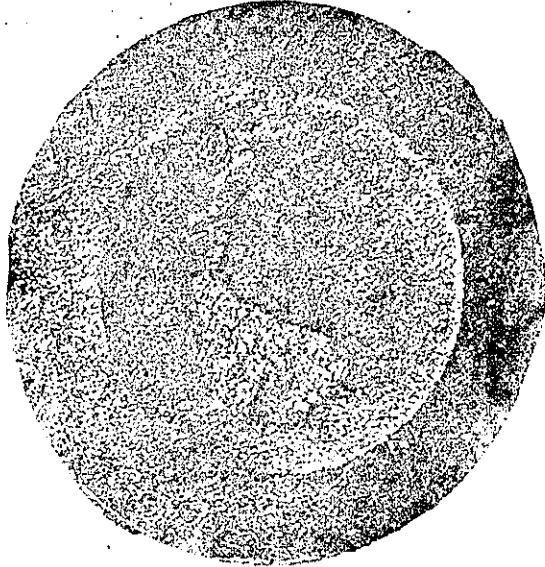
Döküm parçaların üzerinde bazen fazlalık ve noksanlıklar olur. Sıvı madenin etkisiyle kalıptan koparılan bir parça, kalıp içinde başka bir yere sürüklenir veya bir yama halinde yerinde kalır. Her iki halde de parçanın biçimi bozulmuştur. Bu şekilde oluşan hatalara dart ismi verilir. Bu hatalara geniş yüzeyli ve kalın kesitli döküm parçalarda çok rastlanır.

Sıvı maden kalıba girince, kalıp boşluğundaki ısınan havanın hacmi genişler ve basıncı artar. Kalıp kumundaki yanıcı maddelerin meydana getirdiği gaz ve su buharı da buna eklenir. Böylece kalıp içinde büyük bir basınç meydana gelir. Kalıptaki şiş kanalları, çıkıcılar ve kumun gaz geçirgenliği yeterli değilse basınç gittikçe artar. İşte bu basıncın etkisiyle sıvı madende bir çalkalanma ile kaynama meydana gelir. Sıvı madenin bu hareketiyle kalıp yüzeyinden kopan kum parça, maden üzerinde yükselir ve kalıbın üst yüzeylerinde toplanır. Pek ender olarak çıkıcı ve besleyicilerden dışarı çıkar. Bu şekilde oluşan hataya AŞINDIRMA DARTI denir. Şekil 7.2.

Genellikle geniş yüzeyli döküm parçalarda ve plâka dökümlerinde çok sık rastlanan dart hataları da GENLEŞME DARTLARI olarak isimlendirilir. Geniş yüzeyli kalıplarda, sıvı maden, kalıp yüzeyinde yayılırken genişmiş kalıp yüzeyinin bir kısmını yerinden oynatır. Tamamını yerinden kaldırmadan bir ucundan sıvı maden kumun altına girer. Kum, sıvı madenin arasında kalır. Böylece meydana gelen dart, ince bir kum tabakasıyla döküm parçadan ayrılmış, ince ve pürüzlü bir maden parçası şeklinde görülür. Bu maden parçası bir ucundan esas döküm parçasına bağlıdır. Bir çekiç veya keski darbesiyle kolayca yerinden koparılabilir. Böylece kopan parçanın yerinde bir boşluk kalır. Şekil 7.3.

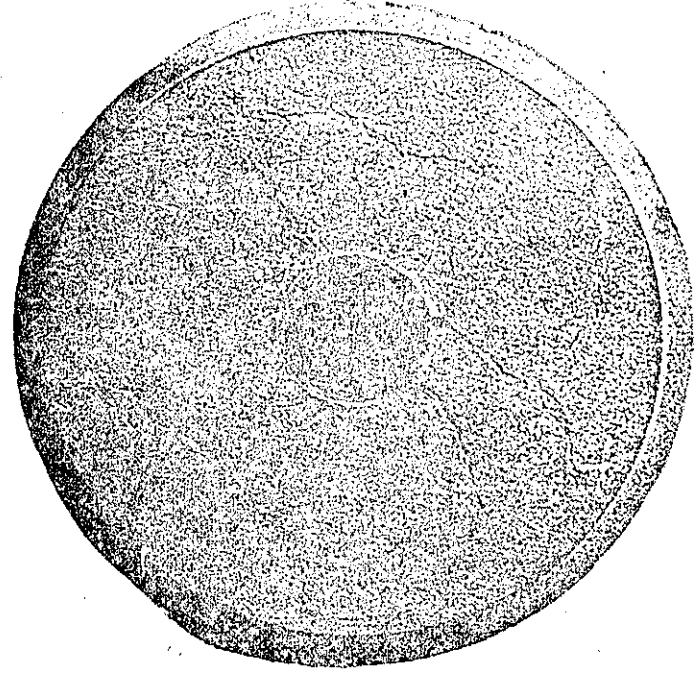


Şekil 7.2 Aşındırma dartı



Şekil 7.3 Genleşme dartı

Fare kuyruğu, genişleme dartlarının küçüğüdür. Gelişi güzel yollar halinde görülür. Şekil 7.4. Boya dartları, kumun genişlemesinden dolayı boya tabakasının kalkarak, sıvı madenin kumla boya arasına girmesiyle meydana gelir.



Şekil 7.4 Fare kuyruğu dart

**b — OLUŞ NEDENLERİ :**

- 1 — Döküm parça geniş ve düzgün yüzeylerden meydana gelmişse,
- 2 — Derece bölmeleri (feder - travers) kalıp yüzeyine çok yakın olursa,
- 3 — Sıvı maden yolluk sisteminden kalıp içine birçok meme yerine tek memeden giriyorsa,
- 4 — Maçah işlerde, yolluk memeleri, direkt olarak maçaya çarpmayacak şekilde düzenlenmemişse,



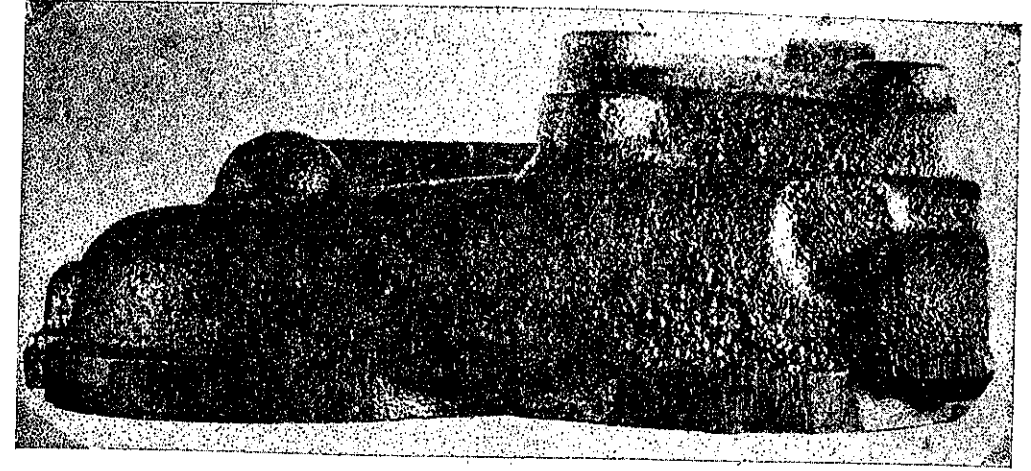
- 5 — Kalıp kumunun nemi aşırı olursa,
- 6 — Kalıp kumu tane iriliği ile katkı maddeleri (kil, kömürtozu, vb. gibi) dağılımı düzenli olmazsa,
- 7 — Kalıp kumunun yeterli gaz geçirgenliği olmazsa,
- 8 — Kalıp kumu içindeki yabancı maddeler (kireçtaşı, demiroksit, alkaliler vb. gibi) aşırı miktarda bulunursa,
- 9 — Kalıp kumunun yaş ve kuru basınç dayanımı iyi olmazsa,
- 10 — Kalıp kumunun sıkıştırılması düzensiz yapılırsa,
- 11 — Kalıpta yeterli şiş kanalı ve çıkıcı açılmamışsa,
- 12 — Kalıplamada kullanılan yardımcı maddeler (kanca, firkete) model yüzeyine temas edecek şekilde yerleştirilmişse,
- 13 — Kalıp yüzeyi aşırı tamir ve perdah edilmişse,
- 14 — Uygun kalitede kalıp ve maça boyası kullanılmamış veya gereğinden fazla kullanılmışsa,
- 15 — Maçalar iyi kurutulup pişirilmemişse,
- 16 — Boyanmış kalıplar iyi kurutulmamışsa,
- 17 — Büyük kalıplara sadece yüzey kurutması uygulanmışsa,
- 18 — Kalıp, sıvı maden ile çok yavaş doldurulmuşsa,
- 19 — Kullanılan kalıp malzemesine göre sıvı madenin döküm sıcaklığı çok yüksek olursa, döküm parçalarda dart hataları meydana gelir.

#### 7.5. — KOPARMA ve SÜRÜKLEMELER :

##### a — TANIMI :

Koparma ve sürüklemeler, sıvı madenin kalıp veya maça üzerinden akarken kumu aşındırmasından meydana gelir. Hatanın bulunduğu yer pürüzlü ve çıkıntı şeklinde görülür. Dökümden sonra döküm parçanın her hangi bir yerinde kum topluluğuna veya dağılmış kum tanelerine rastlanır. Bu hata, kalıpta yolluk memelerinin karşısına raslayan yerlerde, sıvı madenin akışına set teşkil eden yerlerde daha çok görülür. Şekil 7.5.

Döküm anında, kalıp içindeki sıcak gazlar, büyük bir basınç ve hızla çıkıcı ve besleyicilere doğru hareket eder. Gazlar, bu hareket anında üst derecede, çıkıcı ve besleyicilerin döküm parça ile birleştiği yerlerin kenarlarında, kum koparmalara ve aşındırmalara sebep olur.



Şekil 7.5 Kalıptan kum koparılması ve sürüklenmesi

##### b — OLUŞ NEDENLERİ :

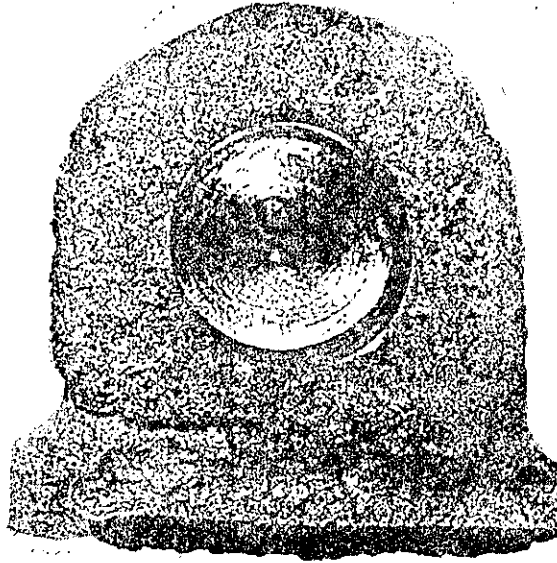
- 1 — Döküm parçada çok sayıda girinti ve çıkıntı şeklinde profiller bulunursa,
- 2 — Yolluk sistemi sıvı madenin türbülans yapmasına izin verirse,
- 3 — Meme sayısı az olursa,
- 4 — Yolluk sisteminde memelerin dağılımı direkt olarak maça ve kalıbın ince kesitlerine çarpacak şekilde yapılmışsa,
- 5 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,
- 6 — Kalıp kumunun yaş basınç dayanımı zayıf olursa,
- 7 — Kalıp kumunun kuru dayanımı az olursa,
- 8 — Kalıp kumunun gaz geçirgenliği az olursa,
- 9 — Kalıp kumu içinde yabancı maddeler fazla olursa,
- 10 — Maça bağlayıcıları zayıf olur ve maçalar fazla pişirilirse,
- 11 — Maça yüzeyleri oğuşturma, sürtme ve traşlamalardan dolayı zarar görürse,
- 12 — Gaz geçirgenliği az ve iyi pişmemiş maçalar kullanılırsa,
- 13 — Kalıp yüzeyi çok yumuşak veya aşırı sıkıştırılmış olursa,

- 14 — Geniş kalıp yüzeyleri yeterince çivilenmezse,
- 15 — Sıvı madenin döküm sıcaklığı aşırı olursa,
- 16 — Sıvı maden yüksekte ve çok hızla dökülürse kum koparma ve sürüklemeleri meydana gelir.

## 7.6 — SIVI MADENİN KUMA İŞLEMESİ (NÜFUZU)

### a — TANIMI :

Madenin kuma işlemesi (nüfuzu), bir yüzey hatasıdır. Sıvı maden kum taneleri arasındaki boşluklara girerek, kum tanelerini yerinden oynatmadan ve çıkarmadan, bu boşlukları doldurur. Bu durumda döküm parçasının yüzeyleri oldukça pürüzlüdür. Şekil 7.6.



Şekil 7.6 Sıvı madenin kuma işlemesi

### b — OLUŞ NEDENLERİ :

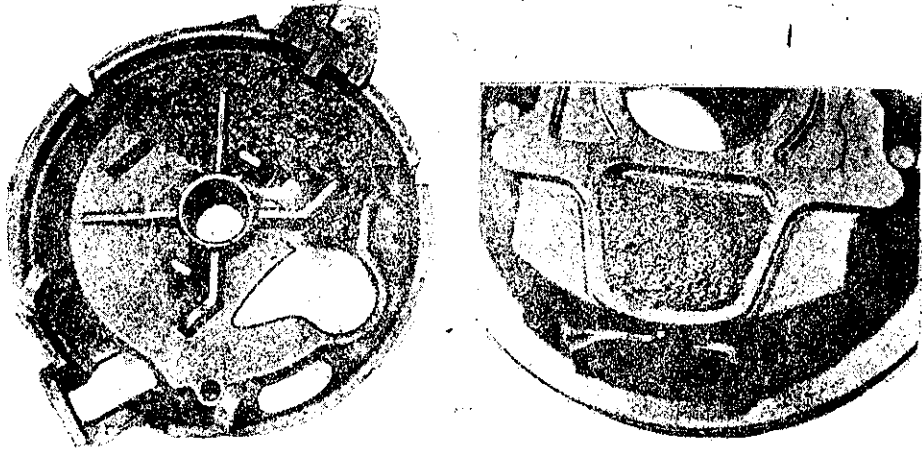
- 1 — Döküm parça keskin köşelerden ve normalin üstünde olan girinti ve çıkıntılardan meydana gelmişse,

- 2 — Modele uygun derece kullanılmamışsa ve böylece kalıp kumu iyi sıkıştırılmamışsa,
- 3 — Yolluk ve besleyicilerin yerleştirilmesi, kalıbın belirli yerlerinin çok fazla ısınmasına sebep olması,
- 4 — Gidici veya besleyici kalıp yüzeyinin dikey kısmına çok yakın yerleştirilmişse,
- 5 — İri taneli kalıp kumu kullanılmışsa,
- 6 — Kalıp kumunun şekil alma kabiliyeti az ise,
- 7 — Kalıp kumu içerisinde karbon verici (kömürtozu) madde az kullanılmışsa,
- 8 — Kalıp yüzeyi ile maden yüzeyi ayırıcıları yeterli miktarda kullanılmamışsa,
- 9 — Maçalar yumuşak ise,
- 10 — Maçalar fazla pişirilmişse,
- 11 — Kullanılan maça boyaları istenilen kalitede değilse,
- 12 — Maça yüzeyleri öğüştürme, sürtünme ve traşlamalardan dolayı zarar görürse,
- 13 — Çatlamış maçalar kullanılırsa,
- 14 — Kalıp kumu düzenli bir şekilde sıkıştırılmazsa,
- 15 — Kalıptaki keskin köşeler perdelanmazsa,
- 16 — Kalıp yüzeyinde bozulan yerler iyi tamir edilmezse,
- 17 — Kalıp yüzeyi düzgün bir şekilde boyanmazsa,
- 18 — Sıvı madenin akıcılığı ve döküm sıcaklığı fazla olursa bu hata meydana gelir.

## 7.7 — KUM DÜŞMELERİ :

### a — TANIMI :

Kum düşmeler, üst dereceden diğer bir ifadeyle kalıbın üstüne gelen yerlerinden bir parça kumun düşmesinden meydana gelen hatadır. Düşen kum parçası çok zaman kalıp içinde sıvı madenin kaynamasına yolluk, çıkıcı ve besleyicilerden dışarı çıkmasına sebep olur. Düşen kum parçası tamamen sıvı maden ile örtülerek koptuğu yerin yakınında bulunur. Bazen sıvı madenin yüzdürme etkisiyle kalıbın değişik kısımlarına sürüklenebilir. Şekil 7.7.



Şekil 7.7 Kalıpta kum düşmesi

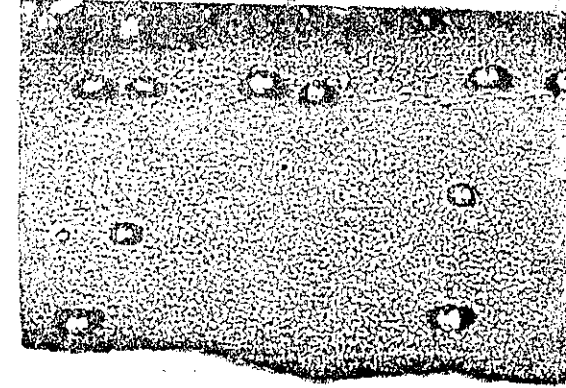
**b — OLUŞ NEDENLERİ :**

- 1 — Döküm parçada keskin köşeler, derin girintiler (cepler) varsa,
- 2 — Modelin konikliği yetersiz veya ters ise,
- 3 — Dereceler zayıf ve esnek olursa,
- 4 — Derece bölmeleri (feder - travers) yetersiz ise,
- 5 — Derece pimleri rahat çalışmaz ve üst derece rahat kapanmazsa,
- 6 — Üst dereceye aşırı miktarda ağırlık yüklenir ve bunlar usulüne uygun yüklenmezse,
- 7 — Besleyiciler derece bölmelerine çok yakın yerleştirilirse,
- 8 — Kalıp kumunun yağ dayanımı az olursa,
- 9 — Kalıp kumunun şekil değiştirme özelliği iyi olmazsa,
- 10 — Kalıp kumunun kuru ve sıcak basınç dayanımı az olursa,
- 11 — Kalıp kumu düzenli bir şekilde sıkıştırılmazsa,
- 12 — Kanca ve firketeler kalıp yüzeyine çok yakın kullanılırsa,
- 13 — Maçanın dikkatsiz bir şekilde yerleştirilmesinden dolayı kalıbın her hangi bir yeri kopar veya kırılırsa,
- 14 — Kalıp kapanırken veya taşınırken sarsılırsa,
- 15 — Kanca, firkete ve derece bölmeleri kullanmadan önce nemlendirilmezlerse,
- 16 — Astar kumu dolgu kumundan ayrılırsa, bu hata meydana gelir.

**7.8 — SAÇMA :**

**a — TANIMI :**

Saçma, küçük madeni küreciklerin döküm parçanın içinde ergimeden veya kütleye kaynamadan kalmasıdır. Şekil 7.8. Bu hata, genel olarak sıvı madenin kalıba ilk dökülüşünde veya kalıp içinde meydana gelen patlama ve kaynamalardan sonra ortaya çıkar.



Şekil 7.8 Saçma

Soğuyan saçmaları, sonradan verilen sıvı maden ergetemez. Çok küçük olanlar döküm parçanın üst yüzeylerinde toplanır. Sıvı madenin sü-rüklenmesine göre kalıp içinde köşelerde sıkışabilirler. Sıvı madenin yüz-düremediği büyük saçmalar döküm parçanın değişik yerlerinde bulunabilir.

Dökümden sonra döküm parça sağlam görünüşlüdür. Makina işçiliği sırasında ilk talaş çıkarmadan sonra saçmalar ortaya çıkar. Çok sert olduklarından makina işçiliğini de büyük ölçüde zorlaştırırlar.

**b — OLUŞ NEDENLERİ :**

- 1 — Sıvı maden kalıba kesik kesik verilirse,
- 2 — İlk döküşte kalıba çok yüksekten maden verilirse,

3 — Yolluk sistemi sıvı madeni etrafa sıyratacak şekilde açılmışsa, örneğin; gidici, curufluk, meme kesit bağlantıları dikkate alınmadan çok küçük kesitli memeler veya küçük kesitli curufluk ve buna karşılık geniş memeler açılmışsa,

4 — Gidici dibine meme bağlanmışsa,

5 — Gidici dibindeki topuk çok derin açılmış veya hiç açılmamışsa,

6 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,

7 — Kalıp kumu içinde çivi ve madeni çapaklar bulunursa,

8 — Kalıba gerekli şiş kanalları ve çıkıcılar açılmamışsa,

9 — Maça havasına sıvı maden kaçarsa,

10 — Madenin soğuk ve akıcılığının iyi olmayışından saçma hatası meydana gelir.

#### 7.9 — SERTLİK :

##### a — TANIMI :

Döküm parça kırılarak kesitine bakıldığında beyaz bir kesit görünümü vardır. Parça sert bir dokuya sahiptir. Önlem alınmazsa makina işçiliği zorlaşır. Bu hata genel olarak ince kesitli ve küçük döküm parçalarda daha çok görülür.

##### b — OLUŞ NEDENLERİ :

1 — Döküm parçanın kesit kalınlığına göre, kalıp kumunun nemi aşırı olursa,

2 — Maça ve kalıplarda kullanılan yüzey sertleştirici boyalar aşırı kullanılmışsa,

3 — Maden bileşiminde karbürleştirici mangan, kükürt, molibden, vanadyum vb. gibi elementler fazla miktarda bulunursa,

4 — Silisyum, fosfor vb. gibi grafit oluşumunu artıran elementler bileşimde yeterli miktarda bulunmazsa,

5 — Özellikle dökme demirin bileşiminde mangan ile kükürt dengesi bozulursa,

6 — Sıvı maden soğuk, oksitli ve gazlı olursa,

7 — Taşıma potaları soğuk ve astarları iyi kurutulmamışsa,

8 — Dökümden sonra kalıplar çok çabuk bozulup döküm parçalar çıkarılırsa bu hata oluşur.

#### 7.10 — SERT YERLER ve SERTLEŞMİŞ NOKTALAR :

##### a — TANIMI :

Döküm parçaların genel olarak ince kesitleri ile kalıp yüzeyine temas eden kısımları iç bölgelere göre daha çabuk katılaştır. Ayrıca kalıba ilk giren sıvı maden ile sonradan gelen sıvı maden arasında katılma farkı vardır. Döküm parçalarda, bu şekildeki farklı katılaşmalar, sert yerler ve sertleşmiş noktaların oluşmasına neden olur.

##### b — OLUŞ NEDENLERİ :

1 — Döküm parça çok farklı kesitlerden oluşmuşsa,

2 — Döküm parçaya yolluk, ince kesitlere çok uzak kısımlardan bağlanmışsa,

3 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,

4 — Maça kumlarında maça bağlayıcıları, gereğinden fazla kullanılırsa,

5 — Maçanın ısı iletkenliği fazla olursa,

6 — Maça iskeletleri maça yüzeyine çok yakın yerleştirilirse,

7 — Kalıp ve maça yüzeylerine sertleştirici boyalar aşırı kullanılırsa,

8 — Derece bölmeleri (feder-travers) kalıp yüzeyine çok yakın olursa,

9 — Kullanılan soğutucuların kullanma yerleri yanlış ve ölçüleri gereğinden büyük olursa,

10 — Kanca ve firketeler kalıp yüzeyine çok yakın kullanılırsa,

11 — Kalıp yüzeyine normalden çok fazla çivi saplanırsa,

12 — Kullanılan maden bileşimi kesit kalınlığına uygun olmazsa,

13 — Sıvı maden soğuk, oksitli ve gazlı olursa,

14 — Taşıma potaları soğuk ve astarları iyi kurutulmamışsa,

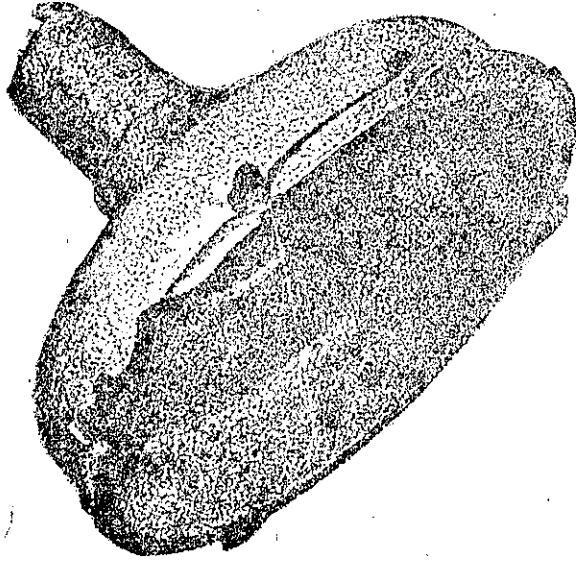
15 — Dökümden sonra kalıplar çok çabuk bozulup döküm parçalar çıkarılırsa bu hata oluşur.

## 7.11 — SOĞUK BİRLEŞME ve EKSİK KALMALAR :

### a — TANIMI :

Döküm parçalarda birbirine kaynamadan soğumuş ekler görülür. Bu hata iki yönden gelen sıvı madenin soğuk bir şekilde birbirine kaynamadan birleşmesidir. Birleşme yerleri çatlak şeklindedir. Çatlağı meydana getiren kenarlar düzgün ve yuvarlaktır. Bu hataya katmer ismi de verilir.

Eksik kalma, sıvı madenin kalıp boşluğunu tamamen doldurmayıp bir kısmının eksik kalmasıdır. Eksik kalan kısım, döküm parçanın yüzeyinde yuvarlak ve temiz olarak bir boşluk şeklinde veya kalıbın biçimini tam almamış eksik parça halinde görülür. Şekil 7.9.



Şekil 7.9 Eksik kalma

### b — OLUŞ NEDENLERİ :

1 — Döküm parça düzenli olmayan değişik kesitlerden meydana gelmişse,

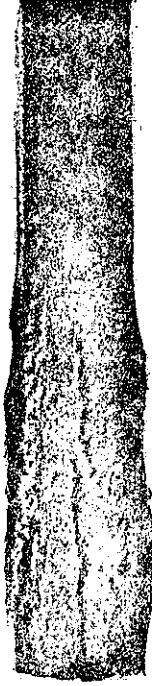
- 2 — Eskimiş model ve maça sandıkları kesitleri ince hale getirmişse,
- 3 — Üst derece sarkmış ve kesit incelmışse,
- 4 — Döküm parçaya göre yolluk kesitleri yeterli değilse,
- 5 — Yolluk sistemi döküm parçaya yanlış yerden bağlanmışsa,
- 6 — Memelerin dağıtılması yanlış yapılmışsa,
- 7 — Yolluk basıncı az ise,
- 8 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,
- 9 — Kalıp kumu içinde yanıcı maddeler çok olursa,
- 10 — Kalıp kumunun dayanımı az ise,
- 11 — Maçaların havası özellikle ince kesitli işlerde iyi alınmamışsa,
- 12 — Maça, kalıpta yukarı kalkar veya sarkarsa,
- 13 — Kalıp kumu aşırı sıkıştırılırsa,
- 14 — Kalıp kumu sıkıştırılmasının az olması nedeniyle üst derece sarkarak kesiti inceltmişse,
- 15 — Soğutucular çok soğuk ve yüzeyleri kaplanmamışsa,
- 16 — Yeterli kanca kullanılmamışsa,
- 17 — Kalıp altlıkları düzgün yapılmamışsa,
- 18 — Kalıp aşırı perdah ve tamir edilmişse,
- 19 — Yanlış ölçüde ve zayıf maça desteği kullanılmışsa,
- 20 — Sıvı madenin akıcılığı az ise,
- 21 — Sıvı maden soğuk, oksitli ve gazlı ise,
- 22 — Sıvı maden kesik kesik dökülmüşse bu hatalar meydana gelir.

## 7.12 — ŞİŞKİNLİK :

### a — TANIMI :

Döküm parçaların alt derecede kalan, kalın ve özellikle derin olan kısımlarında zararlı çıkıntılar meydana gelir. Bu kısımlarda sıvı maden

fazla basınçtan dolayı kalıbı zorlayarak şişirir. Böylece şişkinlik dediğimiz hata meydana gelir. Şekil 7.10.



Şekil 7.10 Şişkinlik

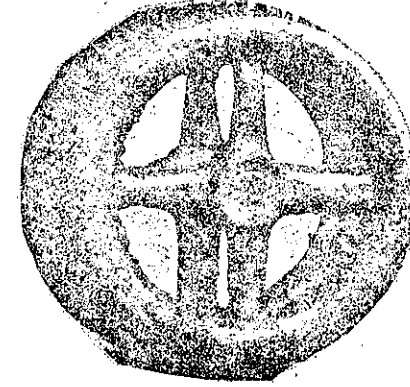
**b — OLUŞ NEDENLERİ :**

- 1 — Genellikle alt derecede derinliği fazla olan kalıplara yolluk üstten bağlanırsa,
- 2 — Kalıp kumu aşırı nemli olursa,
- 3 — Kalıp kumunun yaş, kuru ve sıcak dayanımı az olursa,
- 4 — Kalıplamada kalıp kumu özellikle alt kısımlarda yeterli derecede sıkıştırılmazsa,
- 5 — Kalıbın derin kısımları çivi ile kuvvetlendirilmezse,
- 6 — Sıvı madenin döküm sıcaklığı aşırı derecede olursa bu hata meydana gelir.

**7.13 — KAÇIKLIKLAR :**

**a — TANIMI :**

Kaçıklık, kalıp kapatılırken veya kapatıldıktan sonra alt ve üst derecenin birbiri üzerinden kaymasından sonra ortaya çıkar. Parçalı modellerin kavelâları aşınmış ve laçka olursa aynı hata meydana gelir. Şekil 7.11.



Şekil 7.11 Kaçıklık

**b — OLUŞ NEDENLERİ :**

- 1 — Parçalı modellerde, parçalar birbirini tam olarak karşılamazsa,
- 2 — Model ve maça sandığı kavelâları aşınmış ise,
- 3 — Derece pim ve pim delikleri aşınmış ise,
- 4 — Dereceler zayıf ve çarpılmış olursa,
- 5 — Çıkma derecelerde tampon dikkatsiz yapılır veya çarpılmış cetket kullanılırsa,
- 6 — Maçalar yerlerine kaçık veya iyi hizalanmamış bir şekilde yerleştirilirse,
- 7 — Model aşırı takalanırsa,
- 8 — Uygun ölçüde maça desteği kullanılmazsa,
- 9 — Üst derece ters kapatılırsa,

10 — Kalıplar taşınırken birbirine çarpıtılır ve üst derece alt derece üzerinden kaydırılırsa,

11 — Derecelere pimsiz olarak sürgü veya kenet takılırsa,

12 — Çıkma derecelere ceket, düzgün olarak takılmazsa bu hata meydana gelir.

#### 7.14 — ÇAPAK :

##### a — TANIMI :

Döküm parçaların dökümden sonra bir çizgi halinde görülmesi gereken mala yerinde bazen ince plâkalar halinde madeni parçalar bulunur. Bunlara çapak adı verilir. Bu hata çok zaman maça başlarında da meydana gelir. Bazı hallerde çapak oldukça kalın olur. Kırılması ve temizlenmesi zorlaşır. Şekil 7.12.



Şekil 7.12 Çapak

##### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Aşınmış ve çarpılmış model ve maça sandıkları kullanılırsa,
- 2 — Derecelerin birleşme yüzeyleri çarpılmışsa,
- 3 — Kalıplamadan önce derece birleşme yüzeyleri temizlenmemişse,
- 4 — Uygun olmayan derece ve pim yüksekleri kullanılırsa,

5 — Gidici, curufluk, meme ve besleyiciler derece kenarına çok yakın ise,

6 — Yolluk basıncı çok fazla ise,

7 — Kalıp kumu aşırı derecede nemli ise,

8 — Model ile maça sandığı ölçüleri birbirinden farklı ise,

9 — Maçalar aşırı derecede traşlanırsa,

10 — Maçalar yerlerine tam olarak oturtulmazsa,

11 — Kalıp mala yüzeyi, aşırı perdah ve tamir edilirse,

12 — Mala yüzeyine çapak kesilmez ve kurutulmuş kalıplarda yağlı grafit gibi sızdırmazlığı sağlayacak maddeler kullanılmazsa,

13 — Kalıplar kapatılırken iki derece arasında kum ve yabancı maddeler kalırsa,

14 — Döküm anında kalıba yeterli ağırlık yüklenmezse,

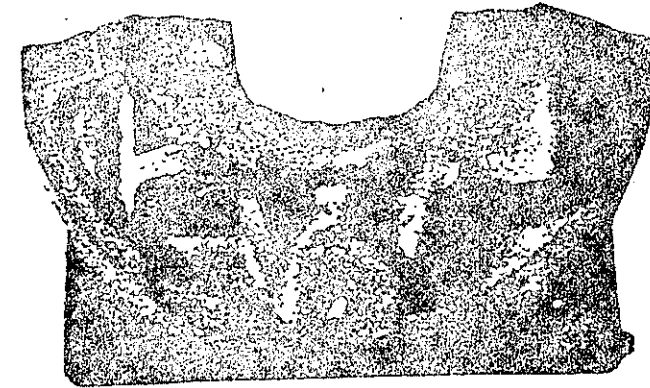
15 — Kalıplara takılan sürgü ve kenetler sağlam olmazsa,

16 — Sıvı madenin döküm sıcaklığı çok fazla, olursa bu hata meydana gelir.

#### 7.15 — FORSA ve SIZMALAR :

##### a — TANIMI :

Forsa ve sızmalar, döküm sırasında veya dökümden sonra sıvı madenin, mala yüzeyinden ve alt dereceden dışarı akmasıdır. Sıvı madenin bu şekilde kalıptan dışarı akması döküm parçasının eksik kalmasına sebep olur. Şekil 7.13. Forsa döküm sırasında, sızma ise genellikle kalıbın sıvı maden ile dolmasından sonra meydana gelir.



Şekil 7.13 Forsa veya sızma

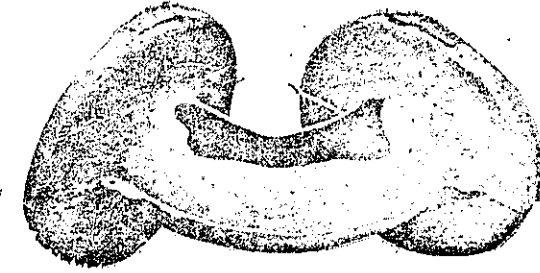
### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Modele göre derecenin ölçüleri çok küçük olursa,
- 2 — Derecelerin birleşme yüzeyleri çarpılmışsa,
- 3 — Kalıplamadan önce derece birleşme yüzeyleri temizlenmemişse,
- 4 — Çıkma derecelerin menteşe ve kilit sistemi aşınmışsa,
- 5 — Hatalı pim ve yüksükler yüzünden alt ve üst derece birbiri üzerine tam olarak oturmazsa,
- 6 — Hatalı kalıp altlıkları kullanılırsa,
- 7 — Gidici, curufluk, meme ve besleyiciler derece kenarına çok yakın ise,
- 8 — Yolluk basıncı çok fazla ise,
- 9 — Kalıp kumu dayanımı (yaş, kuru ve sıcak) düşük ise,
- 10 — Maça uygun bir şekilde yerine yerleştirilmezse,
- 11 — Maça hava kanalları maça yüzeyine çok yakın olursa,
- 12 — Maça havalarına sıvı maden kaçarsa,
- 13 — Kalıp kumunun sıkıştırılması iyi yapılmazsa,
- 14 — Mala yüzeyinde aşırı perdah ve tamirat yapılırsa,
- 15 — Kalıpların altındaki kum yataklar düzgün olmazsa,
- 16 — Mala yüzeyine çapak kesilmez ve kurutulmuş kalıplarda yağlı grafit gibi sızdırmazlığı sağlayacak maddeler kullanılmazsa,
- 17 — Büyük kalıpların derece birleşme yüzeyleri çamurlanmazsa,
- 18 — Mala yüzeyinde açılan hava kanalları kapanırsa,
- 19 — Kalıplara az veya dengesiz ağırlık yüklenmişse,
- 20 — Çıkma derecelere yapılan tampon yumuşak, ceket ölçüleri uygun olmazsa,
- 21 — Dökümden hemen sonra ağırlık, kenet ve sürgüler alınrsa bu hata meydana gelir.

### 7.16 — MAÇALARIN KALKMASI :

#### a — TANIMI :

Maça, sıvı madenin yüzdürme etkisiyle üst dereceye doğru kalkar. Böylece kesit ölçülerinde farklılıklar ortaya çıkar. Maça kalkması kaçıklık hatasının bir başka şeklidir, Şekil 7.14.



Şekil 7.14: Maçanın kalkması

### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Model ile maça sandığı ölçüleri birbirinden farklı olursa,
- 2 — Yolluk memeleri maça desteklerinin yakınından veya üzerinden kalıba bağlanmışsa,
- 3 — Kalıp kumunun kuru veya sıcak basınç dayanımı az olursa,
- 4 — Maçaya yeterli kesit ve sağlamlıkta maça demiri (iskelet) kullanılmamışsa,
- 5 — Kalıplamada, maça başları etrafındaki kalıp kumu iyi sıkıştırılmazsa,
- 6 — Model aşırı şekilde takalanırsa,
- 7 — Gerektiği hâlde maça desteği kullanılmazsa,
- 8 — Uygun ölçüde maça desteği kullanılmaz ve yerlerine iyi tesbit edilmezse,
- 9 — Kullanılan maça malzemesine göre sıvı madenin döküm sıcaklığı çok yüksek olursa bu hata meydana gelir.

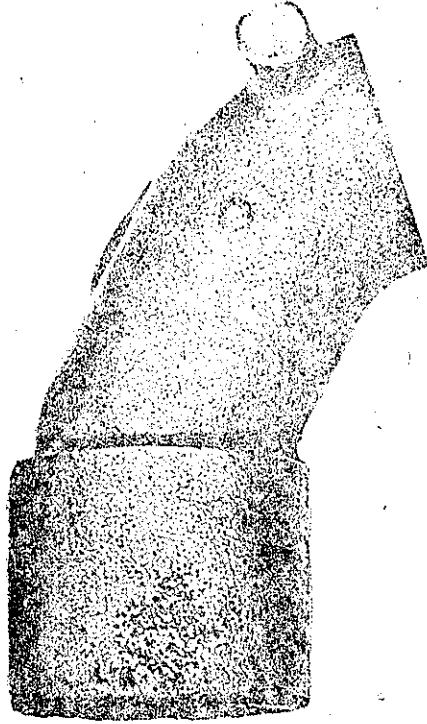
### 7.17 — DÖKÜM PARÇALARDA CURUF, PİSLİK ve DİĞER YABANCI MADDELERİN BULUNMASI :

#### a — TANIMI :

Curuf, pislik ve diğer yabancı maddeler, döküm parçaların içerisine giren, maden olmayan maddelerin parçalarıdır. Bunlar, döküm parçanın



yüzeyinde ise, genellikle temizleme sırasında yerlerinde boşluk bırakarak uzaklaşırlar. Bazen döküm parçasının herhangi bir yerinde veya ortalarında bulunabilirler. Şekil 7.15.



Şekil 7.15 Curuf ve pislikler

#### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Yolluk sistemi kesit bağlantılarının orantılı olmaması yüzünden curuf, pislik, kum vb. gibi maddeler yolluktan kalıp içine giriyorsa,
- 2 — Kalıp, maça kumunun zayıf ve ısıya dayanıklılıklarının az olması nedeniyle sıvı maden kum koparıp sürüklüyorsa,
- 3 — Kalıpta, kalıp kumu bazı yerlerde az sıkıştırılırsa,
- 4 — Kalıp ile maden yüzeyi ayırıcılarının (grafit, talk, çimento vb. gibi) ısıya dayanıklılıkları az olursa,

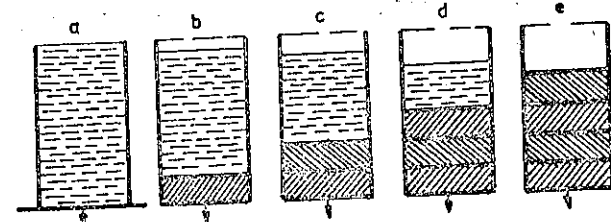
- 5 — Kalıba dökülecek olan sıvı maden soğuk, curuf lu olursa,
- 6 — Ergimiş madene sonradan soğuk maden katılırsa,
- 7 — Sıvı maden kalıba kesik kesik dökülürse,
- 8 — Pota astarları düşük sıcaklıklarda ergir, kuru ve sıcak dayanımları az olursa bu hatalar meydana gelir.

#### 7.18 — MADEN ve ALAŞIMLARININ ÇEKMESİNDEN MEYDANA GELEN HATALAR :

##### GİRİŞ :

Maden ve alaşımları ısıtılınca hacimleri genişler. Sıcaklık artmakta devam ederse ergirler. Yani sıvı hale geçerler. Sıvı haldeki fazla maden soğumaya terk edilirse, ergidiği sıcaklıkta katı hale geçer. Hacim ısınmada genişlediği gibi soğumada da küçülür. Bu küçülmeye dökümcülükte MADEN ve ALAŞIMLARININ ÇEKMESİ denir.

Küçülmeyi, sıvı madenin kalıp/içinde, alttan katılaşmaya başladığı varsayımından hareket ederek Şekil 7.16daki gibi sematik olarak açıklayabiliriz.



Şekil 7.16 Sıvı madenin katılaşması

(a) şeklinde sıvı maden kalıbı doldurmuş durumdadır. Zamanla (b, c, d) şeklinde olduğu gibi alttan tabaka tabaka katılaşır. Her tabaka katılaşırken çekmeyi yani küçülmeyi beraberinde yapar. Bu şekilde katılaşma ile kalıp içindeki maden, aşağıya doğru oturur ve en sonunda (e) şeklini alır. Böylece kalıp içindeki sıvı madenin, katılaşma sürecinde meydana getirdiği çekme veya başka bir deyimle küçülme ortaya çıkar.

Yukarıdaki kısa açıklamadan anlaşılacağı gibi dökülen işler kalıptan daima bir miktar küçük çıkar. Bu durum model ve kalıp yapımında göz

önünde bulundurulur. Maden ve alaşımları katılaştırırken, sıvı halde, sıvı halden katı hale geçerken ve katı halde olmak üzere üç defa çekme yaparlar. Yalnız esmer (gri) fontlar çekme yapmadan önce bir miktar genişleme yaparlar.

Maden ve alaşımların çekmesinden meydana gelen hatalar üçe ayrılır:

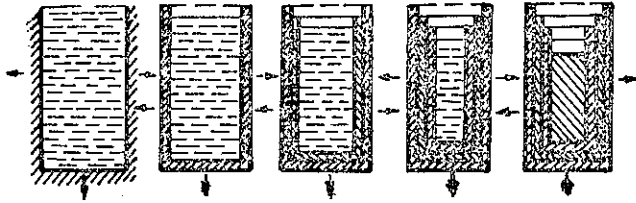
- A — Çöküntü,
- B — Gerginlikler ve çatlamlar,
- C — Çarpılmalar.

#### A — ÇÖKÜNTÜ :

##### a — TANIMI :

Maden ve alaşımları katılaştırırken düzenli ve aynı şekilde küçülmezler. Bunun sebebi açıktır. Teknolojik şartlar her zaman aynı şekilde sağlanamaz. Döküm parçada, meydana gelecek çöküntünün büyüklüğü, dökülen maden ve alaşımın çekme miktarına, parçanın durumuna, yeri ve yolluk sisteminin bağlantısına göre değişmektedir. Çöküntü, döküm parçaların genellikle üst kısımlarında, kalın kesitli döküm parçaların orta kısımlarında ve bazen de yolluğun alttan bağlandığı durumlarda alt kısımlarda meydana gelir.

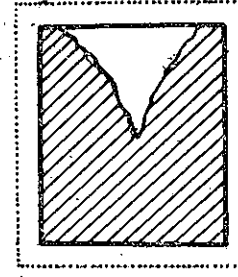
Yolluk ve besleyicilerin dışarıya açıldığını kabul ettiğimiz zaman bir kalıptaki katılaşmanın Şekil 7.17 de görüldüğü gibi üç taraftan başladığını görürüz.



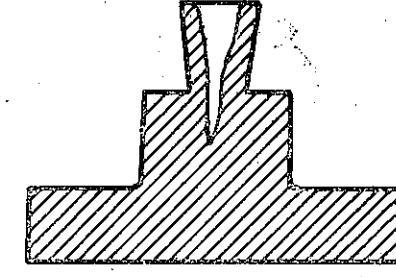
Şekil 7.17

Hava, ısıyı kalıp yüzeylerine göre daha az iletmediğinden, kalıbın taban ve yan yüzeylerinde katılaşma daha çabuk olur. Kalıbın taban ve yan yüzeylerinden itibaren sıvı maden tabaka tabaka soğur ve katılaşır. Katı-

laşan her kısım da çekmesini yaparken kendisine göre henüz sıvı durumda olan ve kalıbın orta kısmındaki sıvı madenden bir miktar maden çeker. Böylece en son soğuyan kısımda bir boşluk meydana gelir. Bu boşluk yukarıdan aşağıya doğru bir koni şeklinde iner. İşte bu boşluğa biz çöküntü adı veriyoruz. Şekil 7.18.

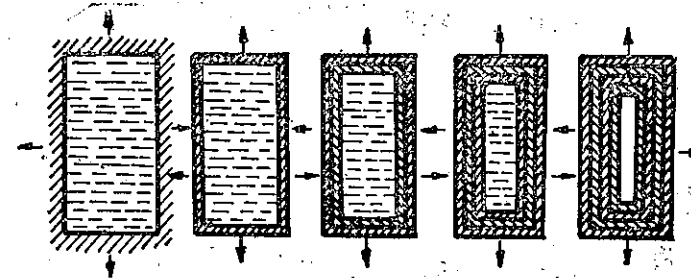


Şekil 7.18



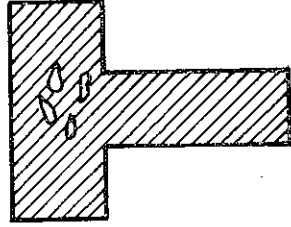
Şekil 7.19

Açık kalıplarda en son soğuyan yer üst kısım olduğuna göre çöküntü üstte meydana gelir. Bu çöküntü kapalı kalıplarda önceden önlem alındı ise yolluk ve besleyicilerde oluşur. Yolluk ve besleyiciler gerekli beslemeyi yapamadığı hallerde çöküntü döküm parçanın bünyesinde kalır. Şekil 7.19. Kalın kesitli döküm parçalarda besleyiciler yetersiz, yolluk çekmeyi önleyecek şekilde bağlanmamışsa; çöküntü orta kısımlarda meydana gelir. Bu parçalarda katılaşma Şekil 7.20 de şematik olarak gösterildiği gibi bütün yüzeylerden tabaka tabaka başlar. Merkezdeki sıvı maden katılaşan her tabaka tarafından emilir. Sonra çaresiz olarak orta kısımda boşluk kalır. Bu da çöküntüyü oluşturur.

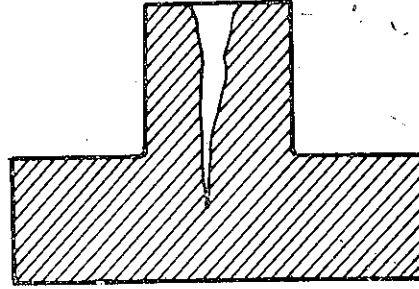


Şekil 7.20

Çöküntü genellikle bir bütün halinde olur. Bazı hallerde Şekil 7.21 de görüldüğü gibi küçük küçük boşluklar halinde de olabilir. Bazen de ince bir kanal halinde döküm parçanın iç kısımlarına kadar uzayabilir. Şekil 7.22.



Şekil 7.21



Şekil 7.22

#### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Döküm parçalar ani kesit değişmelerinden meydana geliyorsa,
- 2 — Döküm parçalar beslenemeyecek şekilde birbirinden uzakta kalın kesitlerden meydana gelmişse,
- 3 — Kesit değişmelerinde pahlar yeterli değilse,
- 4 — Kesit değişmelerindeki pahlar normalden fazla ise,
- 5 — Üst derece yüksekliği az ise,
- 6 — Yolluk ve besleyiciler döküm parçalara yanlış yerlerden bağlanmışsa,
- 7 — Uzun ve küçük kesitli yolluk memeleri açılmışsa,
- 8 — Besleyici döküm parçadan çok uzağa yerleştirilmişse,
- 9 — Besleyiciler yeterli değilse,
- 10 — Besleyicilerdeki sıvı madenin çabuk soğumaması için gerekli önlemler alınmazsa,
- 11 — Gerektiği halde iç ve dış soğutucular kullanılmamışsa,
- 12 — Kullanılan iç ve dış soğutucular yeterli değilse,
- 13 — Esmer (gri) dökme demirden dökülecek işler için hazırlanan alaşımda bileşik karbon çok fazla ise,
- 14 — Alaşımda sert karbür yapıcı elementler aşırı miktarda ise,

- 15 — Fosfor miktarı çok fazla olursa,
- 16 — Ergitme anında alaşımın bileşimi değişirse,
- 17 — Sıvı madenin kalıba çok soğuk dökülmesi sonunda besleyiciler hemen katılaşarak görevlerini yapamıyorsa,
- 18 — İşlere göre sıvı madenin döküş sıcaklığı çok fazla ise bu hata meydana gelir.

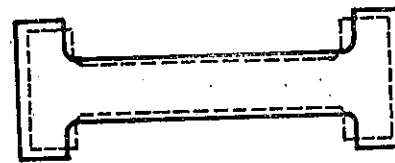
#### B — GERGINLİKLER VE ÇATLAMALAR :

##### a — TANIMI :

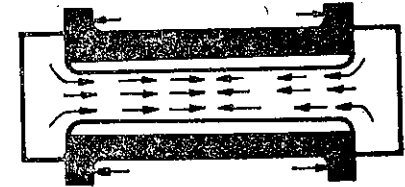
Döküm parçalarda gerginlikler iki şekilde meydana gelir. Kalıp içindeki sıvı maden katılaşırken yapacağı çekmeye maça, maça iskeleti, derece, derece bölmesi, kanca, firkete ve aşırı kalıp sıklığı engel olur. Sonunda döküm parça katılaşacağı zaman esas boyunu alamayınca içinde gerginlikler doğar. Buna dökümcülükte dış gerilme de denir.

Şekil 7.23 a da dolu çizgi ile gösterilen döküm parça henüz sıvı halde katı hale geçmiş durumdadır. Parça ağır ağır soğur ve soğuma ile beraber küçülmesini yapar. Küçülme 700 - 600 °C ye kadar devam eder. Sonunda döküm parça noktalı kesik çizgi ile gösterilen şeklini alır.

Döküm parça katılaştıktan sonra soğumaya devam ederken küçülmesine Şekil 7.23 b de gösterildiği gibi engel olunursa içinde gerginlikler başlar. Bu şekilde doğan gerginlikler çekme kuvvetleridir. Isı düştükçe çekme kuvvetleri yani gerginlik artar. Çekme kuvvetleri engeli yenmek isterler. Yenemedikleri zaman da döküm parça içinde aşırı gerginlikler başlar. Bu şekilde doğan gerginlikler çekme kuvvetleridir. Isı düştükçe çekme kuvvetleri yani gerginlik artar. Çekme kuvvetleri engeli yenmek isterler. Yenemedikleri zaman da döküm parça içinde aşırı gerginlikler meydana gelir. Bu gerginliğe dayanamayan döküm parça sonunda çatlar.

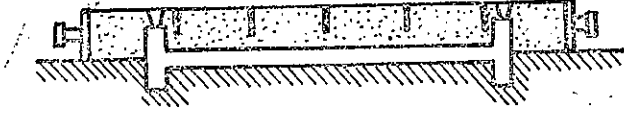


Şekil 7.23 a



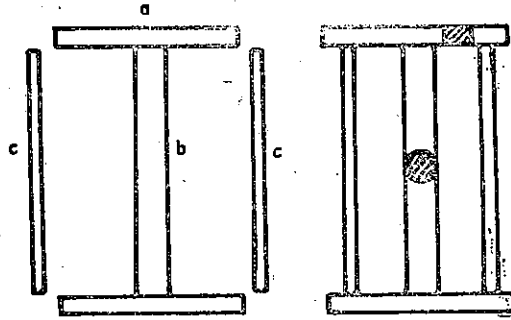
Şekil 7.23 b

Şekil 7.24 de yerde kalıplanan bir iş görülmektedir. Kullanılan kapak derecelerinin bölmeleri şekilde görüldüğü gibi kalıp yüzeyine çok yakındır. Bu durumda döküm parçasının çekmesine engel olacağı açıkça görülmektedir. Çekmeye engel olabilecek bu şekildeki örnekleri, çoğaltmak çok kolaydır.



Şekil 7.24

Farklı kesitlerden meydana gelen döküm parçalarda dökümden sonra farklı soğumalar olacaktır. İnce kesitler, kalın kesitlerden daha çabuk katılaşır ve soğur. Aynı döküm parçada farklı soğuma, ayrı ayrı zamanlarda değişik çekmelerin oluşmasına sebep olur. Bunun sonucu olarak da döküm parçaların içlerinde gerginlikler meydana gelir. Buna dökümcülükte iç gerilmeler denir.



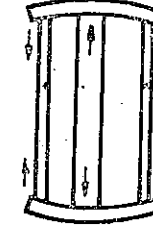
Şekil 7.25 Gerilme iskeleti

Döküm parçalarda meydana gelen iç gerilmeleri şekil 7.25 de gerilme iskeleti adı verilen döküm parça ile açıklamaya çalışalım. Bu parça şekil 7.25 de görüldüğü gibi baş taraflarından (a) parçalarıyla bağlı (b) kalın orta çubuğu ile iki adet (c) ince yan çubuklardan meydana gelmiştir. Bu çubuklar ayrı ayrı kalıplanıp dökülürse önce (c) ince yan çubuk-

ları ve sonra da (b) kalın orta çubuğu katılaşacaktır. Soğuma ilerledikçe küçülmelerini de rahatça yapabileceklerdir. Eğer bu çubuklar bir iskelet halinde birbirlerine bağlı olarak dökülecek olursa, ilk önce (c) ince yan çubukları katılaşır ve küçülmeye başlayacaktır. Fakat bu anda (b) kalın orta çubuk henüz sıvı haldedir. Esmer dökme demirler katılaşmadan önce bir miktar hacim genişlemesi yaptıkları için (c) ince yan çubukların küçülmesi sırasında (b) kalın orta çubuk büyüyecek ve onların küçülmelerine engel olacaktır. Şekil 7.26. Bu şekilde ince çubuklar tam olarak küçülmelerini yapmadan soğurlar. İçlerinde gerginlik meydana gelir. Gerginliğin artmasıyla ince çubuklar ya çatırlar ya da çekme kuvvetlerinin etkisiyle parça şekil 7.27 deki duruma gelir. Bundan sonra (b) kalın orta çubuğu katılaşır ve küçülmeye başlar. Bir an gelir parça şekil 7.28 de görüldüğü gibi esas şeklini alır. Kalın çubuk küçülmeye devam eder. Bu sırada ince çubukların mukavemeti ile karşılaşır. Bu durumda kalın çubukta çekme; ince, yan çubuklarda basınç kuvveti doğar ve parça şekil 7.29 daki şekli alır. Kalın orta çubukta iç gerginlik aşırı hale gelirse, parça çatlar ve kopar.



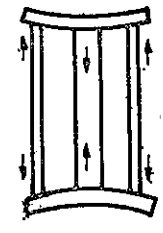
Şekil 7.26



Şekil 7.27

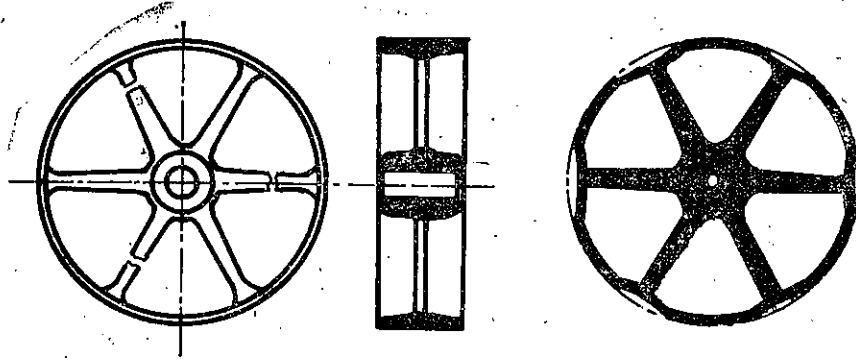


Şekil 7.28



Şekil 7.29

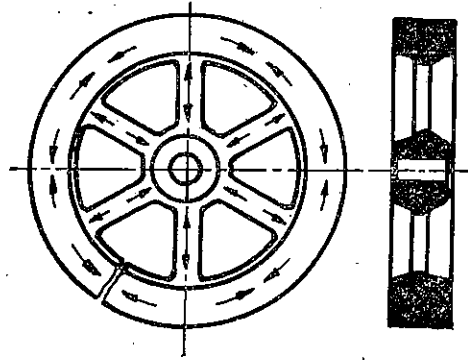
Kasnak, volan, dişli, çember vb. gibi dairesel döküm parçalarda oldukça kuvvetli gerilmeler görülür. Bilindiği gibi kasnak; ince jant, kollar ve kalın göbekten meydana gelir. Dökümden sonra önce jant, sonra kollar ve daha sonra da göbek soğur. Göbek soğurken kolları kendisine doğru çeker. Jant tamamen katılaşmış olduğundan kollar da büyük bir gerilme meydana gelir. Gerilme aşırı hale gelince şekil 7.30 a da görüldüğü gibi kollar kopar veya şekil 7.30 b deki gibi jantta eğilmeler görülür.



Şekil 7.30 a

Şekil 7.30 b

Volanda durum kasnakların tersinedir. Jant, kollar ve göbeğe göre daha kalındır. Jant en sonra katlaşıp küçülecektir. Halbuki bu sırada kollar ve göbek küçülmesini bitirmiştir. Böylece jant üzerinde gerilmeler doğar ve kolları büyük bir kuvvetle sıkar. Gerilmenin büyüklüğüne göre ya kollar parçalanır veya jant çatlar. Şekil 7.31.



Şekil 7.31

Döküm parçalarda çatlama iki türlü olur. Birincisi, parça çekmeden dolayı meydana gelen gerginliklerin etkisiyle sıcak halde iken çatlar. Buna sıcak çatlama denir. İkincisi, kalıptan sağlam çıkan parça yine gerginliklerin etkisiyle az bir darbeye sonucu çatlar veya kırılır. Bazen bu hal çalışmaya başladıktan kısa bir zaman sonra meydana gelir. Buna da soğuk çatlama denir.

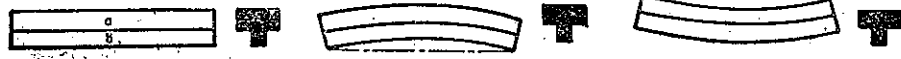
#### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Döküm parçalarda kesit değişimleri düzgün değilse,
- 2 — Kesit değişme yerlerinde pahlar yeterli değilse,
- 3 — Derece bölmeleri kalıbın girinti ve çıkıntularına iyice girerse,
- 4 — Derece bölmeleri kalıp yüzeyine çok yakın olursa,
- 5 — Yolluk ve besleyiciler derece bölmelerine çok yakın yerleştirilmişlerse,
- 6 — Döküm parçaya bağlanan birden fazla yolluk ve besleyici parçanın normal çekmesini engelliyorsa,
- 7 — Kalıp kumunun yaş, kuru ve sıcak basıncı dayanımı çok fazla ise,
- 8 — Maçaların kuru ve sıcak dayanımı çok fazla ise,
- 9 — Maça iskeletleri maça yüzeyine çok yakın yerleştirilmişse,
- 10 — Büyük maçaların genleşmelerini artırmak için orta kısımlarına kömür konulmamışsa veya boşaltılmamışsa,
- 11 — Dökümden sonra maça kumlarının boşaltılması zor oluyorsa,
- 12 — Kalıp kumu aşırı sıkıştırılmışsa,
- 13 — Kanca ve firkete gibi kalıplamada kullanılan yardımcı maddeler kalıp yüzeyine çok yakın kullanılmışsa,
- 14 — Kalıpta soğumayı dengelemek için iç ve dış soğutucu kullanmak gibi önlemler alınmamışsa,
- 15 — Hazırlanan alaşım işe elverişli değilse,
- 16 — Hazırlanan alaşım aşırı çekmeye sebep oluyorsa,
- 17 — Ergitme anında alaşımın bileşimi bozuluyorsa,
- 18 — Sıvı madenin döküm sıcaklığı çok soğuk olursa,
- 19 — Dökümden sonra kalıplar su ile ıslatılırsa,
- 20 — Dökümden sonra kalıp erken bozulursa,
- 21 — Dökümden sonra sıcak parçalar üzerine su atılarak veya soğuk hava üflenerek soğutulursa,
- 22 — Mekanik kalıp bozma makinası çok sert çalışırsa,
- 23 — Yolluk ve besleyiciler dikkatsiz kırılırsa,
- 24 — Dökümden sonra dereceler taşınırken düşürülürse,
- 25 — Parçalar temizlenmek için tambura birbirlerine çarpacak şekilde yerleştirilirse bu hata meydana gelir,

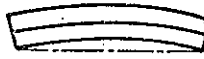
## C — DÖKÜM PARÇALARIN ÇARPILMASI :

### a — TANIMI :

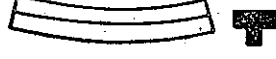
Maden ve alaşımların çekmesinden döküm parçalarda çatlama ve kırılmalar olduğu gibi çarpılmalar da olur. Çarpılmadan sonra döküm parçaların biçimleri bozulur. Kamburlaşır ve eğrilirler. Şekil 7.32 deki döküm parça bir kalın ve bir de ince çubuktan meydana gelmiştir. (b) kısmı ince olduğundan (a) kalın kısmından önce katılaşır ve çekme yapar. Fakat bu sırada (a) kısmı genişleme yapmaktadır. Bunun için arada bir gelişki doğar. Böylece (b) parçası normal boyunu alamaz yani küçülemez. Döküm parça çarpılarak Şekil 7.33 deki hale gelir. (a) kısmı katılaşıp küçülmeye başlayınca (b) tamamen katılaştığı için onun küçülmesine engel olur. Neticede parça şekil 7.34 deki duruma gelir. Eğilme ka-



Şekil 7.32

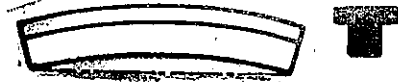


Şekil 7.33

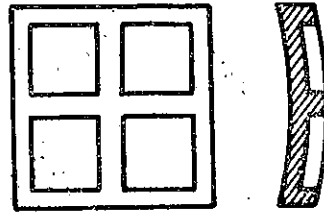


Şekil 7.34

lin kısım tarafına doğru olur. Aynı parçada kesitler yer değiştirmiş olsaydı, yani ince kesit üstte, kalın kesit altta bulunsaydı, eğilme, şekil 7.35 de olduğu gibi ters tarafta, fakat yine de kalın kısım tarafına doğru olacaktır. Şekil 7.36 daki plâkanın takviye kısımları incedir. Dökümden sonra ilk önce bu kısımlar soğur ve katılaşır. Plâkanın üst kısmı daha sonra soğuyup katılaşacağından eğilme bu tarafa doğru olur.

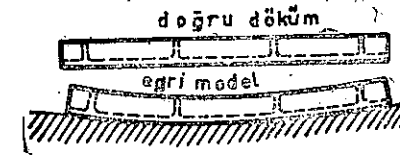


Şekil 7.35



Şekil 7.36

Bazı parçalar düzgün olarak çarpılır yani eğilirler. Bunların modellerini aksi tarafa eğri olarak yapmakla düzgün döküm parçalar elde edilir. Şekil 7.37 de böyle bir parça görülmektedir. Model eğri yapılmıştır. Parça, dökümden sonra çekerek bu eğriliğini ortadan kaldırır ve düzelir. Döküm parçaların çarpılıp eğrilmemesi için nedenler ayrı ayrı göz önüne alınarak gerekli önlemler alınmalıdır.



Şekil 7.37

### b — OLUŞ NEDENLERİ :

- 1 — Döküm parçaların kaburga ve takviyeleri parçanın büyüklüğüne göre yanlış ölçüde ve az sayıda olursa,
- 2 — Döküm parçalar çok farklı kesitlerden meydana gelirse,
- 3 — Döküm parçaların normal çekmesine derece bölmeleri engel olursa,
- 4 — Yolluk sistemi parçanın düzenli çekmesini engellerse,
- 5 — Yolluk sisteminin kesitleri kalıbın hızla doldurulmasını sağlıyorsa,
- 6 — Kalıp kumunun yaş, kuru ve sıcak dayanımı aşırı olursa,
- 7 — Yolluk memeleri geliş güzel dağıtılarak soğuma düzensiz bir hale getirilirse,
- 8 — Maçaların kuru ve sıcak dayanımları fazla olursa,
- 9 — Dökümden sonra maça kumu rahat boşaltılamazsa,
- 10 — Kalıplamada alt ve üst derecelerin sıkıştırılması birbirinden farklı olursa,
- 11 — Alaşımda bileşik karbon yüzdesi fazla olursa,
- 12 — Alaşımda sert karbürleri meydana getiren elementler aşırı olursa,
- 13 — Sıvı madenin döküm sıcaklığı çok düşük ise,

- 14 — Ergime anında alaşımın bileşimi bozulursa,
- 15 — Sıvı madenin kalıba dökülüşü çok yavaş olursa,
- 16 — Dökümden sonra derecelerden kenet ve sürgüler çabuk alınır veya ağırlıklar erken kaldırılırsa,
- 17 — Dökümden sonra dereceler çok çabuk bozulursa bu hata meydana gelir.

### SORULAR

- 1 — Döküm hatalarının oluşmasına neden olan temel ilkeleri açıklayınız.
- 2 — Döküm parçalarda gaz boşlukları nasıl meydana gelir?
- 3 — Döküm parçalarda meydana gelen çukurluk, çizgiler ve pullar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 4 — Dart hatasını tanımlayınız?
- 5 — Döküm parçalarda dart hatalarını meydana getiren sebepleri açıklayınız.
- 6 — Sıvı madenin kuma işlemlerini (nufuzu) açıklayınız.
- 7 — Üst dereceden kum düşmemesi için hangi önlemler alınır?
- 8 — Saçma nedir, açıklayınız.
- 9 — Döküm parçalarda sertlik nasıl oluşur?
- 10 — Döküm parçalarda soğuk birleşme ve eksik kalmaların olmaması için nasıl önlem alınır?
- 11 — Döküm parçalarda kaçıklık nasıl önlenir?
- 12 — Döküm parçalarda çapak hatası nasıl meydana gelir?
- 13 — Maden ve alaşımların çekmesinden meydana gelen döküm hataları nelerdir?
- 14 — Çöküntü nedir?
- 15 — Döküm parçalarda meydana gelen gerginlik ve çatlama anlatınız.
- 16 — Döküm parçalarda çarpılma neden olur?

## BÖLÜM : 8

### ÇEŞİTLİ KALIP YAPMA ve DÖKÜM YÖNTEMLERİ

#### 8.1 — GİRİŞ :

Bugün döküm atelyelerinde daha temiz yüzeyli ve kaliteli parçalar dökülebilmek, kalıp yapma zamanını azaltmak ve dökülecek kalıpların bekleme zamanlarını kısaltmak amacıyla bilinen kum kalıpgilğinden başka, daha değişik kalıp yapma yöntemleri de uygulama alanına girmiştir.

#### 8.2 — ÇEŞİTLİ KUMLARLA YAPILAN KALIPLAR :

##### 1 — ÇİMENTOLU KUMLARLA YAPILAN KALIPLAR :

Silis kumlarına bağlayıcı olarak % 8-10 oranında portland çimentosu karıştırılır. Bu karışıma % 4-10 oranında su katılarak çimentolu kalıp kumları elde edilir.

Kullanılan silis kumunun büyük çoğunluğu 0.3-1 mm. büyüklüğündeki tanelerden oluşur. Portland çimentosunun kalsiyumoksit (Ca O) miktarı % 60-65 kadar olmalıdır. Hazırlanan yeni çimentolu kuma, gerektiğinde % 50-80 kadar kullanılmış fakat temiz çimentolu kumdan da katılabilir. Model yüzeyine yeni hazırlanmış çimentolu kumdan 30-50 mm. kalınlığında, geriye kalan kısmına da kullanılmış eski kumdan kullanılır.

Hazırlanan çimentolu kum en kısa zamanda kullanılmalıdır. Çünkü çimento havadaki nemden etkilenerek sertleşir. Kalıpların büyüklüğüne bağlı olmakla beraber normal olarak 2 - 4 saat içinde sertleşir. Çimentolu kalıpların yapımında çalışanların eldiven giymeleri yararlı olur.

Çimentolu kum, maça yapımında da kullanılır. Fakat madenin katılaşması anındaki hacim küçülmesinde, çimentolu maça ve kalıp kısımları, sıcak çatlamalara neden olur. Ayrıca dökümden sonra, kumun kolayca boşalmasını sağlamak için bazı özel maddeler katılır. % 2 - 4 kadar katılan bu maddeler, selulozeter (alkilin), selulozglykolat ve bazı organik maddelerdir. Bu maddeler, dökümden sonra kumun kolay dağılmasını sağladığı gibi, çimentonun da kolay sertleşmesini ve kalıbın gaz geçirgenliğinin artmasını sağlar. Çimentolu kumlar daha çok büyük döküm kalıplarının yerde hazırlanması için uygundur.

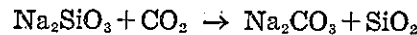
#### Curuf kullanılması:

Çimentolu kuma özel hallerde curuf da katılır. Yüksek fırın veya kupol ocaklarından çıkan curuf öğütülür. % 25 - 30 kadar curuf kullanılır. Bu şekilde hazırlanan kum da 4 - 5 saat içinde kullanılmalıdır. Model yüzeyine bu karışımdan 20 - 30 mm. kalınlığında örtülür. Geri kalan kısım normal killi kalıp kumlarıyla doldurulur. Kalıp ve maça yapımında, normal kuma karşılık dayanımı ve gaz geçirgenliği bakımından üstünlükleri vardır.

## 2. CAM SUYU KATILMIŞ KUMLARLA YAPILAN KALIPLAR (CO<sub>2</sub> Metodu) :

Bu yöntem çoğunlukla maçaların yapımında kullanılır. Aynı zamanda kalıpların yapımına da uygulanabilmektedir.

Bağlayıcı olarak cam suyu (sodyum silikat) kullanılan kumlarla yapılan kalıplara karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı verilir. Sodyum silikat bu gaz ile karşılığınca soda ve silise dönüşür. Kum tanelerini birbirine bağlar. Bu olay, havada beklemekle de olur. Ancak zaman almaktadır. Denklem aşağıdaki gibidir:



Dökülecek-maden ve alaşım cinsine göre kalıp ve maça kumlarının hazırlanması ve bileşimleri Tablo 8.1 de verilmiştir.

Tablo 8.1 Dökülecek maden ve alaşıma göre camsulu kum örnekleri

Cinsi	Yıkanmış silis Kg.	Cam suyu Kg.	Asfalt Bağlayıcısı Kg.	Taş kömürü tozu Kg.
Çelik döküm	100	5	1	—
Esmer dökme demir	100	4	1	—
Hafif maden alaşımları	100	3	—	1

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazının basıncı 2 - 2,5 Atü, kalıp veya maça kumlarının içinden geçirilme zamanı da 2 saniyeden birkaç dakikaya kadar sürer. Bu süreler, kalıp veya maçaların büyüklüklerine göre otomatik olarak ayarlanır. Açık havada bırakılan kalıplar sertleşirler. Fazla karbondioksit verildiği zaman kalıbın bozulması güçleşir. Modelin kumdan kolayca çıkarılması için, normalden daha fazla koniklik verilmelidir. Bu yöntemle, daha çok hava soğutmalı motor silindirleri, motor kafaları, vantilatör dişlileri, her büyüklükteki döküm parçaların kalıpları hazırlanabilmektedir.

## 3 — KABUK KALIP YÖNTEMİ :

Bu yönteme "Shell molding" ve "Croning yöntemi" de denir.

Özellikle :

- Çok sayıda dökülen parçalar için ekonomik olur.
- Çok duyarlı ve temiz yüzeyli döküm parçalara uygulanır.
- Gaz geçirgenliği çoktur ve çıkıcılara gerek yoktur.
- Çok az kalıp malzemesi (% 5 - 6) kadar kullanılır.
- Yalnız pahalı sentetik reçinelere gerek vardır.
- Sağlam iş sayısı çok fazladır.
- Dökümden sonra parçalar çok kolay temizlenir.

Kabuk kalıp yöntemindeki masraflar, kum kalıplarının masraflarından daha azdır.

Kabuk kalıplığında kullanılan kalıp malzemesi, yıkanmış ve kurutulmuş silis kumu ile % 4 - 10 kadar fenol formaldehit reçinesi, novalack (sertleştirici hexa eklenerek) karışımından meydana gelir. Eskiden sen-



Hazırlanan çimentolu kum en kısa zamanda kullanılmalıdır. Çünkü çimento havadaki nemden etkilenerek sertleşir. Kalıpların büyüklüğüne bağlı olmakla beraber normal olarak 2-4 saat içinde sertleşir. Çimentolu kalıpların yapımında çalışanların eldiven giymeleri yararlı olur.

Çimentolu kum, maça yapımında da kullanılır. Fakat madenin katılaşması anındaki hacim küçülmesinde, çimentolu maça ve kalıp kısımları, sıcak çatlamalara neden olur. Ayrıca dökümden sonra, kumun kolayca boşalmasını sağlamak için bazı özel maddeler katılır. % 2-4 kadar katılan bu maddeler, selulozeter (alkilin), selulozglykolat ve bazı organik maddelerdir. Bu maddeler, dökümden sonra kumun kolay dağılmasını sağladığı gibi, çimentonun da kolay sertleşmesini ve kalıbın gaz geçirgenliğinin artmasını sağlar. Çimentolu kumlar daha çok büyük döküm kalıplarının yerde hazırlanması için uygundur.

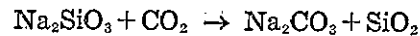
#### Curuf kullanılması:

Çimentolu kuma özel hallerde curuf da katılır. Yüksek fırın veya kupol ocaklarından çıkan curuf öğütülür. % 25-30 kadar curuf kullanılır. Bu şekilde hazırlanan kum da 4-5 saat içinde kullanılmalıdır. Model yüzeyine bu karışımdan 20-30 mm. kalınlığında örtülür. Geri kalan kısım normal killi kalıp kumlarıyla doldurulur. Kalıp ve maça yapımında, normal kuma karşılık dayanımı ve gaz geçirgenliği bakımından üstünlükleri vardır.

## 2. CAM SUYU KATILMIŞ KUMLARLA YAPILAN KALIPLAR (CO<sub>2</sub> Metodu) :

Bu yöntem çoğunlukla maçaların yapımında kullanılır. Aynı zamanda kalıpların yapımına da uygulanabilmektedir.

Bağlayıcı olarak cam suyu (sodyum silikat) kullanılan kumlarla yapılan kalıplara karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı verilir. Sodyum silikat bu gaz ile karşılığınca soda ve silise dönüşür. Kum tanelerini birbirine bağlar. Bu olay, havada beklemekle de olur. Ancak zaman almaktadır. Denklem aşağıdaki gibidir:



Dökülecek maden ve alaşım cinsine göre kalıp ve maça kumlarının hazırlanması ve bileşimleri Tablo 8.1 de verilmiştir.

Tablo 8.1 Dökülecek maden ve alaşıma göre camsulu kum örnekleri

Cinsi	Yıkamış silis Kg.	Cam suyu Kg.	Asfalt Bağlayıcısı Kg.	Taş kömürü tozu Kg.
Çelik döküm	100	5	1	—
Esmer dökme demir	100	4	1	—
Hafif maden alaşımları	100	3	—	1

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazının basıncı 2-2,5 Atü, kalıp veya maça kumlarının içinden geçirilme zamanı da 2 saniyeden birkaç dakikaya kadar sürer. Bu süreler, kalıp veya maçaların büyüklüklerine göre otomatik olarak ayarlanır. Açık havada bırakılan kalıplar sertleşirler. Fazla karbondioksit verildiği zaman kalıbın bozulması güçleşir. Modelin kumdan kolayca çıkarılması için, normalden daha fazla koniklik verilmelidir. Bu yöntemle, daha çok hava soğutmalı motor silindirleri, motor kafaları, vantilatör dişlileri, her büyüklükteki döküm parçaların kalıpları hazırlanabilmektedir.

### 3 — KABUK KALIP YÖNTEMİ :

Bu yönteme "Shell molding" ve "Croning yöntemi" de denir.

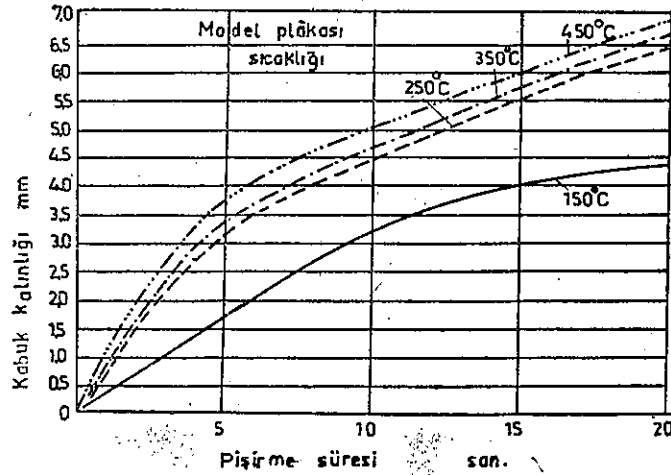
Özellikle :

- Çok sayıda dökülen parçalar için ekonomik olur.
- Çok duyarlı ve temiz yüzeyli döküm parçalara uygulanır.
- Gaz geçirgenliği çoktur ve çıkıcılara gerek yoktur.
- Çok az kalıp malzemesi (% 5-6) kadar kullanılır.
- Yalnız pahalı sentetik reçinelere gerek vardır.
- Sağlam iş sayısı çok fazladır.
- Dökümden sonra parçalar çok kolay temizlenir.

Kabuk kalıp yöntemindeki masraflar, kum kalıplarının masraflarından daha azdır.

Kabuk kalıpcılığında kullanılan kalıp malzemesi, yıkamış ve kurutulmuş silis kumu ile % 4-10 kadar fenol formaldehit reçinesi, novalack (sertleştirici hexa eklenerek) karışımından meydana gelir. Eskiden sen-

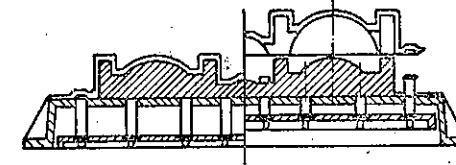
tetik reçine tozu, % 0,2 kadar yağ (karışımı yumuşatıp homogen hale getirmek için) kum ile (yıkamış kurutulmuş silis) karıştırılırdı. Yeni yöntemlerde reçinelerin metil alkol içindeki eriyikleri (novolack) kullanılmaktadır. Hava üflenirken çözücü alkol uçarak çok reçine yerine, aynı dayanım için kullanılan reçine % 3 e kadar düşer. Bu suretle de toz kaldırılmadan çalışma sağlanmış olur. Kalıp yapımında 280 °C ye kadar ısıtılmış madeni model plakası üzerine silicol emülsiyon (% 2 silikon) püskürtülür. Üzerine kalıp kumu doldurulur, 4 - 8 saniyelik bir bekletme ile pişer ve 4 - 5 mm. kalınlığında sert bir kabuk elde edilmiş olur. Bu kabuk kısmın üzerinde kalan kalıp kumu alınır ve tekrar kullanılmak üzere kum silosuna doldurulur. Elde edilmiş olan kabuk kalıba istenilen dayanımı kazandırmak için henüz model üzerinde iken 450 °C lik bir fırında 1,5 dakika tutulur. Şekil 8.1 deki diyagramda kabuk kalınlığının, pişirme zamanına bağlı olarak artışı görülmektedir.



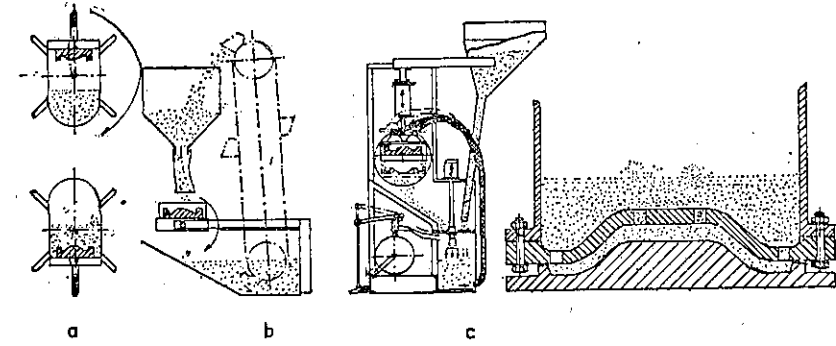
Şekil 8.1

Diğer bir kabuk kalıplığı yöntemi de, alt model plakası üzerindeki kum, yine ısıtılmış bir erkek plakası ile preslenerek aradaki kabuk kalınlığı kadar boşluk bırakılır. Şekil 8.2 de böyle bir kalıp şekli görülmüyor.

Bir de, kumun preslenmesinden başka dişi ve erkek kalıp aralarında bırakılmış olan boşluğa basınçlı hava ile kalıp kumu püskürtülür ve boşluk doldurulur. Şekil 8.3 (a-b-c) de değişik metodlar görülmektedir.



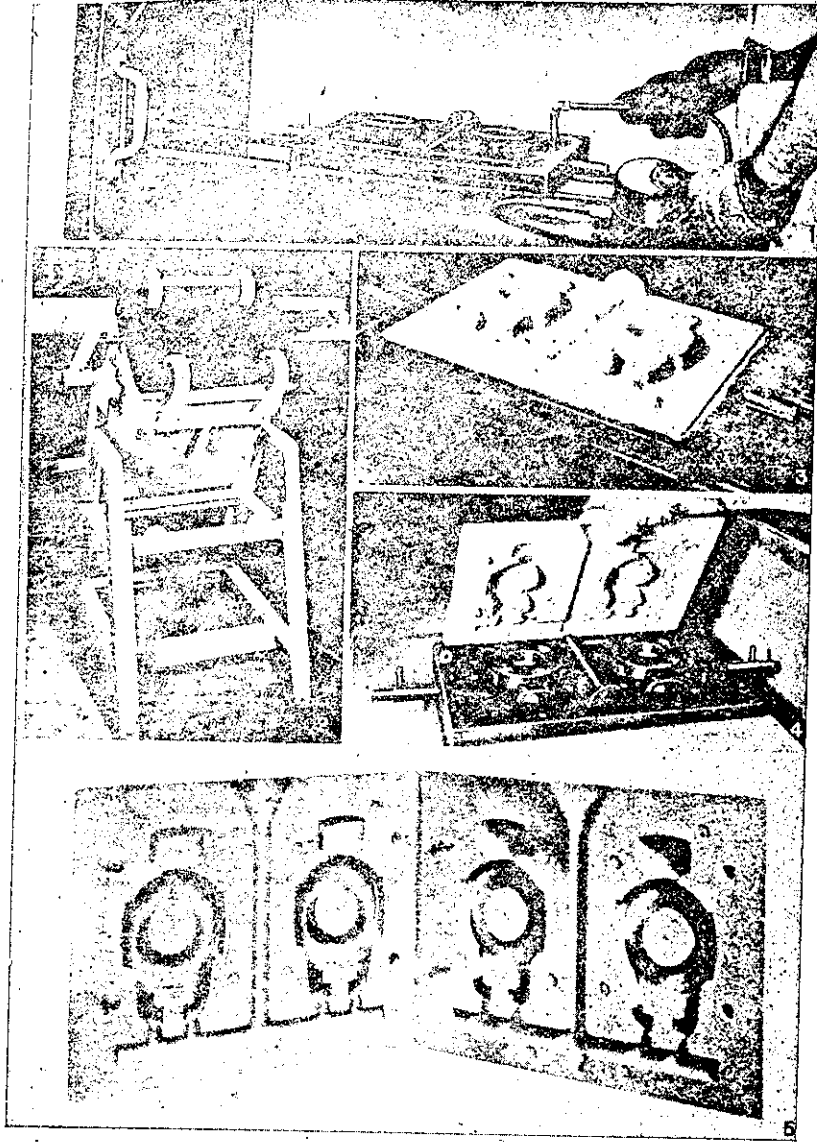
Şekil 8.2 Kabuk kalıp



Şekil 8.3 Kabuk kalıp yapma yöntemleri

Zamanla model plakası üzerine yapışarak sertleşen kum artıklarını temizlemek gerekir. Bunlar mekanik bir sistemle kum püskürtülerek veya 50 - 70 °C ye kadar ısıtılmış % 10 luk sodyumhidroksit (NaOH) banyosuna daldırılarak temizlenir. Ancak bu işlem dökme demir veya çelikten yapılmış modeller için uygun olup, alüminyumdan yapılmış modellere uygun değildir.

Kabuk kalıp olarak hazırlanmış olan yarım kalıplara, yine aynı yöntemle yapılmış olan içi boş maçalar da yerlerine konulduktan sonra kapatılırlar ve yapıştırılırlar. Çoğunlukla ek kısımlarına yolluklar da yerleştirilir. Şekil 8.4 de kabuk kalıplarının işlem sırası verilmiştir.



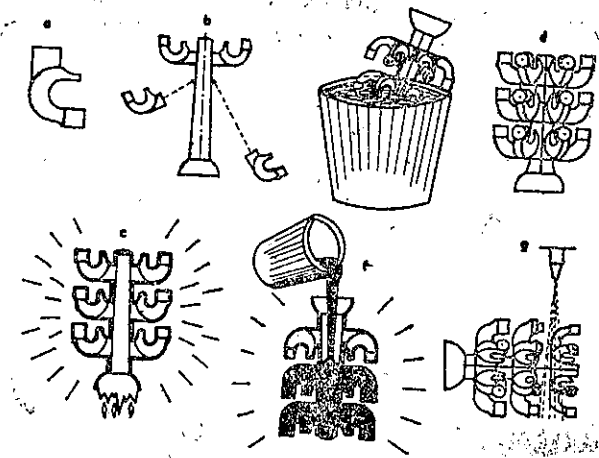
Şekil 8.4 Kabuk kalıp yapılışının işlem sırası

- 1 — Madeni olan kalıp modelinin sıcaklığının ölçülmesi,
- 2 — Hazırlanmış olan kabuk kalıp kumunun sıcak model üzerine döndürülerek, kabuğun meydana getirilmesi,
- 3 — Sıcak madeni model üzerinde, kabuk kalıbın elde edilmesi,
- 4 — Elde edilen kabuk kalıbın model üzerinden alınışı,
- 5 — Yarım yarım yapılmış olan kabuk kalıpların birleştirilmesi.

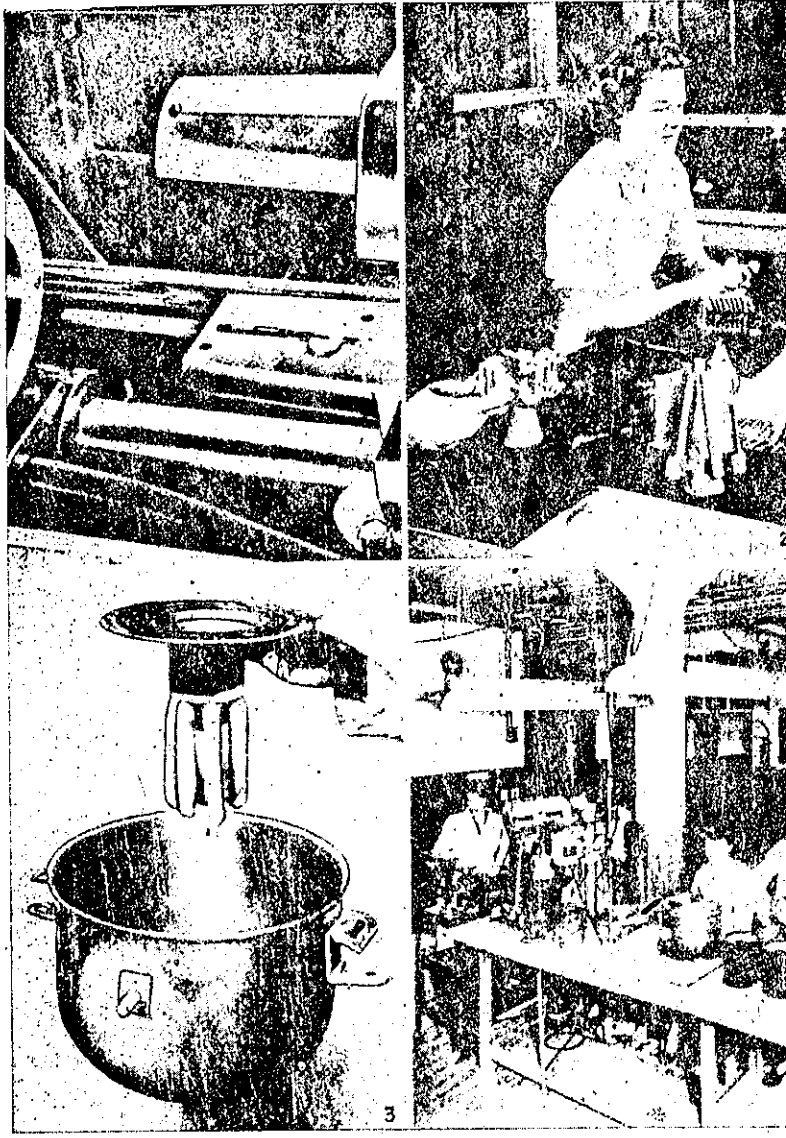
Hazırlanmış olan kalıpların yolluk ağızları gerekirse bir kâğıt yapıştırılarak kapatılır. Sıvı maden kalıba dökülürken bu kâğıt örtüler yanar. Kapatılmış olan kabuk kalıplar, bir çelik çerçeve içine yanyana dizilirler. Dökümleri sırasında meydana gelecek olan basınçları karşılamak için, araları ufak çelik bilyalarla veya kum gibi maddelerle doldurulur. Bu boşluklar daha çok kuru silis kumu ile doldurulmakta ve hatta çok küçük parçalar için kabuk kalıplarının kendi dayanımları yeterli olmaktadır.

#### 4. — MUM MODEL İLE YAPILAN KALIPLAR (Duyarlı döküm) :

Bazı parçaların dökümünde, modeller mumdan (balmumu, parafin, v.b.) yapılır. Bu iş için aynı özellikte başka gereçler de kullanılmaktadır. Kolay ergiyen (mum, v.b.) gereçlerden özel yöntemlerle yapılan modeller kalıplanır. Kalıplar kurutma fırınlarında kurutulur. Kurutma sırasında, model ergiyerek kalıptan dışarı akar. Kalıp boşalır. Ergitilen maden bu kalıba dökülerek parça veya parçalar elde edilir. Bu yöntem çok eski yıllarda süs eşyası dökümünde kullanılırdı. Aynı zamanda, kalıbının yapımı diğer yollarla mümkün olmayan parçalar (üzüm salkımı gibi), için de bu yöntem seçilirdi. Zamanımızda geliştirilerek endüstride seri üretimde kullanılmaktadır. Bu yöntem "Duyarlı Döküm" veya "İleri Dökümcülük" gibi adlar da verilmektedir. Modellerin yapılmasına ait çeşitli işlemler şekil 8.5 ve şekil 8.6 da görülmektedir.



Şekil 8.5 Mum kalıp yapımı ve dökümü



Sekil 8.6 Hassas (duyarlı-Investment Casting) döküm için seramik kalıbın hazırlanışı.

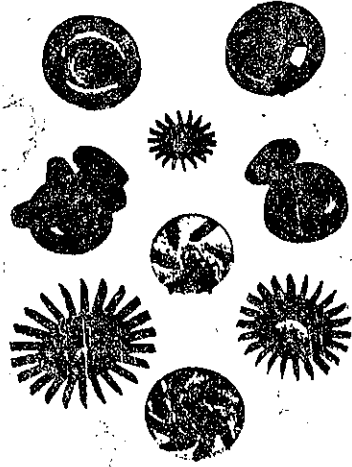
- 1 — Preste madeni kalıp içinde mum modellerin yapılışı,
- 2 — Mum modellerin, mumdan yapılmış bir yolluk sistemine bağlanmalarıyla elde edilen salkım modeller,
- 3 — Mum model salkımının, kalıplamada kullanılan gereç içine daldırılarak istenilen kalınlıkta kaplanması,
- 4 — Hazırlanmış kalıpların ters çevrilip ısıtılarak içlerinin boşaltılması ve döküme hazırlanması.

Model için kullanılan gereç balmumu veya termoplastik yapay maddelerdir. Model yapılacak olan balmumunun sertliğini artırmak için, balmumuna parafin veya şellak (schellack) katılır. Polyestrol (Polystrol ( $C_6H_5CH_2CH_2$ ) gibi termoplastik maddelerden, model yapılırken bu maddeler pres döküm ile şekillendirilir. Preslerde az sayıdaki modellerin yapımları için (100 - 4000 adet) ana madeni kurşun veya kalay olan alaşımlardan yapılan kalıplar, biraz daha fazla sayıdaki modellerin yapımları için (1000 - 20000 adet ana model üzerine krom çeliği püskürtülüp, geri kalan kısmı dökme demir olan kalıplar, daha çok sayıdaki modellerin yapımları için de (20000 ve daha çok adet) aşınmaya dayanıklı çelik blokların mekanik olarak işlenmeleriyle elde edilmiş olan kalıplar kullanılmaktadır.

Pres dökümle elde edilmiş olan çok sayıdaki küçük modeller ısıtılmış olan takımlarla birbirlerine kaynatılırlar veya (benzol, toluol vb. gibi) maddelerle yapıştırılırlar. Hazırlanan salkım halindeki modeller, daldırma ile kaplama (dipcoat) denilen bir sıvıya daldırılır. Bu sıvı, birinci örtü olarak, çok ince ateşe dayanıklı silis tozlarının bir bağlayıcı ile karışımından meydana gelir. Bu ince yüzey kaplaması, sıvı madenin kuma dökümü sırasında, sıvı maden ile kalıp gereci arasında ayırıcı bir gaz film tabakası görevi yapar. Bu gaz, sıvı madenin kalıp gerecine girmesini önler. Seramik astar gereci bu nedenle, maden ile reaksiyona girecek hiçbir yabancı maddeyi bulundurmamalıdır. Kalıbın bu üst astarı için kuvars unu, eritilmiş kuvars, doğal veya eritilmiş sirkonoksit, korund, silimanit, mullit, kromoksit veya bunların karışımı kullanılır. Öğütülmüş gerecin tane iriliği 0,04 mm. den büyük olmamalıdır. Bağlayıcı olarak ayırıcı, hidroliz veya çözücü bileşenin buharlaşması sonunda elde edilen silis kreminin  $Si(OH)_4$ , çeşitli ergiyükleri kullanılır. Bunlar ısıtıldıklarında, saf silisyumoksit haline dönerler. Fosforik asit ve bazı tuzları, ısı karşısında üst düzeyde seramik gereç ile reaksiyona gireceğinden bağlayıcı olarak kullanılabilirler. Bazı toprak alkali madenlerin tuzları da katılır. Alüminyum ve kromklorid'in su veya alkoldeki eriyüklerinden çok az miktarlar, bazı artırıcı maddelere karıştırılarak da kullanılabilir.

Hazırlanmış olan model salkımı üzerine ince seramik tabaka, daldırma, püskürme, veya fırça ile kaplandıktan sonra, daha iri taneli seramik madde serpilir. Havada kurutmadan sonra, alt ve üst kısmı açık olan sac kutu içerisinde de geri kalan boşluk seramik gereçten hazırlanan akıcı çamur ile sarsmalı (vibratörlü) masada doldurulur. Şekil 8.7 de bu yöntemlerle dökülmüş bazı örnek parçalar görülmektedir.

Kalıp, model gerecinin ergiyeceği sıcaklığa ısıtılır ve içinin boşaltılması sağlanır. Kalıp 6 - 8 saat kadar, 800 - 1000 °C de pişirilir. Daha sonra sıcak kalıp içine sıvı maden dökülür.



Sekil 8.7

Bu yöntemle, yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler, gaz türbini kanatları ve kesici takımlar için nikel ve kobalt tabanlı (alaşım) çelikler ile ölçüleri çok küçük ve dökümü zor olan parçalar dökülmektedir. Hesap makineleri, yazı ve dikiş makineleri için birçok küçük parça, işlenmeye gerek kalmaksızın temiz olarak dökülürler. Bu yöntemle çok küçük parçalardan 50 Kg. lık parçalara kadar döküm yapılabilir.

### 5 — KÖPÜK KALIP YÖNTEMİ :

Çok ince gözenekli polystrol sert plastik süngerden yapılmış modeller, yolluk ve çıkıcıları ile birlikte ve hatta varsa kumdan yapılmış parçaları da yerleştirilerek, normal kalıp kumu içinde sıkıştırılır. Sıvı maden döküldüğünde bu sert plastik sünger, gazlaşarak yok olur. Bu yöntem özellikle prototipler, az sayıdaki işler, büyük makina parçaları, bazı yedek parçaların çok acele dökümleri gibi durumlarda kullanılır. Hazır olan sünger bloklar, mekanik olarak işlenerek ve yapıştırılarak döküm kalıbı için model hazırlanır. Bu yöntemle dökülmüş parçalarda birleşme yerleri ve çapıkları olmaz.

### 8.3 — KOKİL KALIP DÖKÜMCÜLÜĞÜ (Sürekli Kalıplar) :

#### 1 — KOKİL DÖKÜMÜN TANITIMI :

Kokiller madenden yapılmış ve döküm için bir çok defalar kullanılabilen devamlı (sürekli) kalıplardır. Kokil ismi, çelik fabrikalarında blum, kütük veya slab'lerin yapılmasında içerilerine ergitilmiş çelik dökülen çok kalın kesitli döküm kalıplar için veya kum kalıplığında çabuk soğuması istenilen kısımlara konulan döküm soğutucular için kullanılır.

Bir de devamlı (sürekli) kalıp niteliğinde olup, şamut, kil gibi seramik maddelerinden yapılmış ve az onarımlarla 10 - 15 defa kullanılabilen kalıplarda, kokil kalıp görevi sağlamaktadır. Seramik kokil yapımında kullanılan daha yeni ve geliştirilmiş gereçler, silisyumkarbit ve camsuyu (sodyumsilikat) ile kuars kumu ve bağlayıcı olarak etilsilikat gibi maddelerdir. Kil veya kaolinin yakılmasıyla silimanitin elde edilir. Silimanitin, bağlayıcı olarak etilsilikatle karıştırılmasında silester, mullit ( $SiO_2 + Al_2O_3$ ) gibi maddeler oluşur. Yüksek sıcaklığa dayanıklı olan bu maddelerden sürekli kalıplar yapılmaktadır. Alçı, asbest, mağnezit gibi maddeler, organik katkı maddeleriyle sınırlı olsa da sürekli kalıp yapımında kullanılırlar. Bu kalıplara devamlı veya sürekli "Kalıplar" denilmekle beraber, "Dayanıklı kalıplar" demek daha doğru bir ifade olmaktadır.

Sürekli kalıplar için uygun bir gereç de grafitir. Grafit işlenmesi ve onarımı kolay, çok yüksek sıcaklıklara dayanabilen, genleşmesi az, ısı iletimi iyi olan bir kalıp gereci olarak kullanılmaktadır. Statik döküm, pres ve savurma döküm tekniği için de uygundur. Grafitin aşınması fazla olduğundan özel itina gösterilmesi gerekir.

En çok kullanılan kokil kalıp gereci dökme demirdir. Dökme çelik veya blok çelik çok az kullanılır. Genellikle perlitik esmer dökme demirden kokil kalıplar yapılmaktadır. Blok çelikten talaş kaldırarak kalıp yapmak uygun değildir. Kokil kalıp içine konulacak olan maça parçaları, ısıya dayanıklı çelikten, normal kumdan veya kabuk maça olarak yapılır.

Kokil gereci olarak aşağıdaki bileşim iyi sonuç vermektedir. (silisyum miktarı kesit kalınlığına göre ayarlanmaktadır.)

C	Si	Mn	P	S
3.30	1.20	0.60	en çok 0.10	en çok 0.05
3.50-3.70	2.20	0.80	0.25	0.12

Kokil dökümcülüğündeki önemli noktalar aşağıda belirtilmiştir:

a — Kokil kalıpta sıvı madenin soğuması hızlı olduğundan yapı sık dokulu olmaktadır. Yalnız sıvı madenin akışkanlığı zorlaşacağından, madenin akıcılık özelliğine göre, parçanın ve yolluk sisteminin iyi ölçülendirilmesi gerekir.

b — Kokil geci gaz geçirmediğinden, kalıp içinde uygun yerlere hava kanalları açılmalıdır.

c — Kalıp dolarken içerde hava kabarcığı kalmamalıdır. Bunun için kalıp uygun bir eğimle tutularak hava çıkışı kolaylaştırılır.

d — Besleyicileri sadece besleme yapacak ek kısımlar olarak değil, aynı zamanda basınç yapabilecek kısımlar olmalıdır.

e — Çok çeken ve dökümü zor olan madenler için, (örneğin ağır madenler) sarsmalı döküm tekniği uygulanmalıdır.

f — Dökümden sonra parça, kokil içinden çabuk çıkarılmalıdır. Çekerek sıkışma ve çatlama için koniklikler de fazla olmalıdır.

g — Kum maçalar, alaşımın soğumasıyla artan sıkma sonunda esnerler. Halbuki madeni maçalar sert olduklarından sıcak çatlamalara sebep olurlar. Bu nedenle özellikle alaşımli çelikler için, kokil kalıp yapımında çok önemli tedbirler almak gerekir.

h — Dökülecek olan parçanın şekli çok karışık olmamalıdır. Mümkün olduğu kadar basitleştirilmelidir.

ı — Madeni maça parçaları, ısıya dayanıklı çelikten yapılmalı ve soğuyan alaşım sıkılaşmaya başlamadan çekerek çıkartılmalıdır. Kokil dışından çıkartılamayan madeni maçalar için kumdan yapılmış maçalar kullanılır.

j — Kokil iç yüzeyine püskürtülecek bir sıvı madde madenin kokile yapışmasını önler ve soğuma etkisini azaltır. Grafit esaslı siyah püskürtme sıvısı çabuk soğumayı, kaolin esaslı olanlar ise daha yavaş soğumayı sağlarlar.

k — Kokiller soğukken döküm yapılmamalıdır. Ani ısı değişmesi patlamalara ve çatlamalara neden olur. Soğuma hızı da fazla olur. Döküm sıcaklıklarını uygun seçmeli veya işlem anında kalıbı (bakır döküm ve bronzlarda) soğutmak veya (Mg ve Al alaşımlarında) arada bir ısıtmak gerekmektedir.

1 — Dökülecek olan parçalarla birlikte elde edilmek istenen vidalar, burg ve boruların kokil içine yerleştirilerek döküm ile kaynaşmaları mümkündür. Bunun için yüzeylerinin önceden uygun bir şekilde hazırlanması, difüzyon yoluyla kaynamasını kolaylaştırır. Kokil dökümcülüğünün kum kalıplara oranla iyi taraflarını bilmek, döküm yöntemini belirlemede çok yardımcı olmaktadır.

## 2 — KOKIL DÖKÜMÜN BAŞLICA YARARLARI :

a — Katılaşmanın ve soğumunun çok hızlı oluşu, daha sık ve ince bir iç yapının elde edilmesini sağlar. Çekme gerilmesi ve akma sınırı artar. Daha fazla sertlik ve tokluk elde edilir. Döküm süresi kısalmır.

b — Gaz kabarcığı ve karıncalanma, gibi boşluklar meydana gelmez,

c — Ölçü değişimi daha az olduğu için hassas toleranslar ve işleme payları verilir,

d — Düzgün yüzey ve iyi taşlanabilme, parlatılma özellikleri vardır,

e — Kokil ile alaşımların sıcaklıklarının ayarlanmasıyla elde edilecek parça sertlikleri ayarlanabilir,

f — Dayanıklı olduklarından daha ince kesitli parça, ufak yolluk ve çıkıcılar konulduğundan, daha az gereç kullanılır,

g — Bu yöntemle yapılan işler çok kısa zamanda teslim edilir,

h — Küçük bir alanda fazla miktarda üretim sağlanır,

i — Çok sayıda parça dökmek maliyeti düşürür,

k — Çok fazla bilinçli işçilere de gerek yoktur.

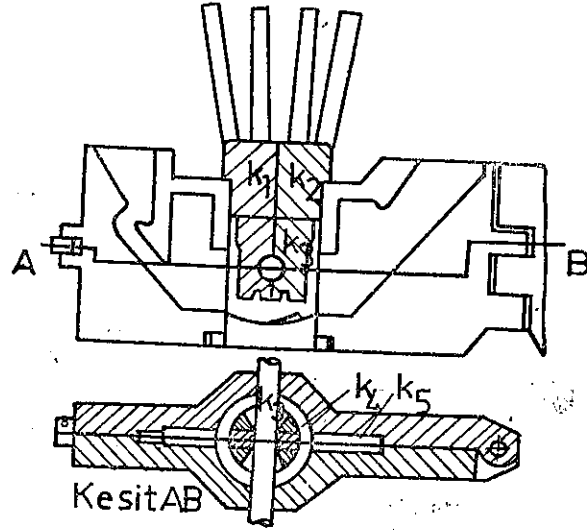
## 3 — KOKIL KALIPLARIN HAZIRLANMASI :

Döküm için kullanılacak kokilin şekillendirilmesinden önce, dökülecek parçanın kokil dökümü için uygun bir şekilde hazırlanması gereklidir. Kalıbın kısımlara ayrılması, sıvı madenin akışını kolaylaştırmak gibi noktalarda, kuma döküm teknolojisinin kuralları uygulanmaktadır. Ancak kokil dökümcülüğünde, konikliklerin daha fazla olması, hızlı soğuma nedeniyle en ince kesitin 3 mm. den az olmaması gerekir.

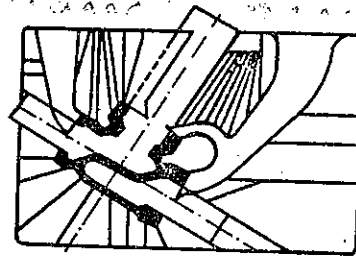
Eurada tanıtılmış olan kokiller, sıvı madenin kendi ağırlığı ile kokil boşluğunu doldurulması esasına göre incelenmektedir. Basınçlı dökümler için kullanılan kokiller, daha ileride açıklanmıştır.

Kokil geşitleri, kalıbın tamamının madeni veya kum ile karışık olarak meydana getirilmesine göre bölümendir.

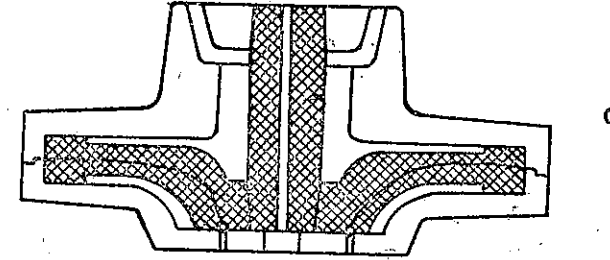
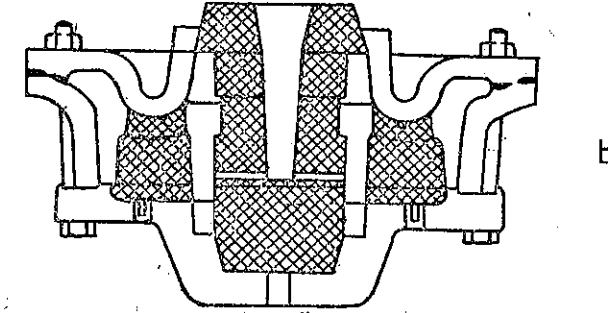
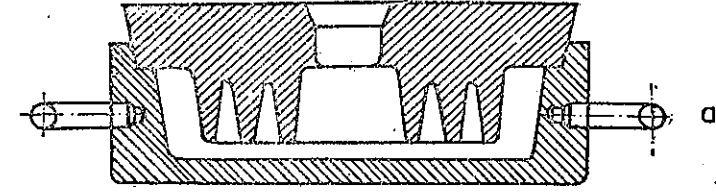
Bütün kokiller sadece madeni parçalardan meydana getirilirler. Şekil 8.8. Karışık kokillerde, kalıp boşluğuna kum veya kabuk maçalar kullanılır. Şekil 8.9 da yarı kokiller de alt kalıp madenden, üst kalıbın yarısı kumdan yapılmaktadır. Şekil 8.10 (a-b-c) de değişik kokiller görülmektedir.



Şekil 8.8 Piston kalıbı



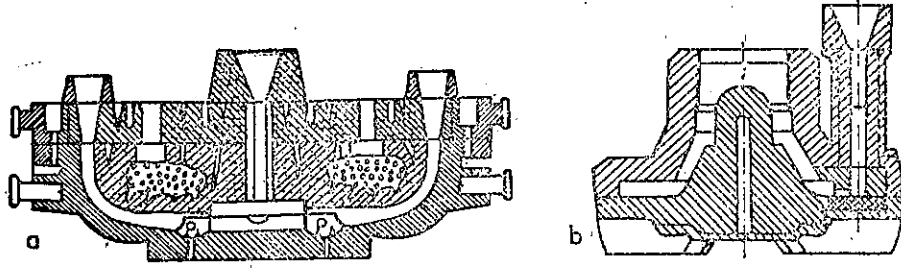
Şekil 8.9 Yarım kokil kalıp



Şekil 8.10 Değişik kokil kalıp

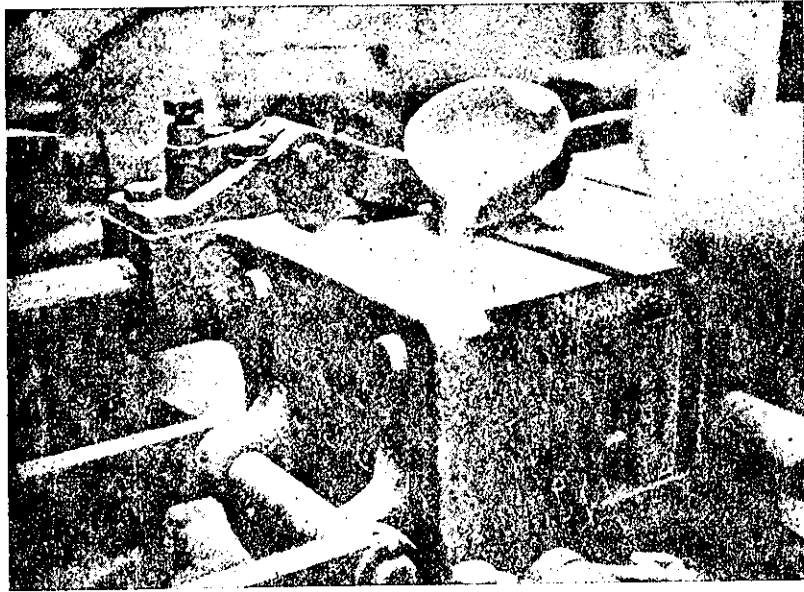
Kokilde dökülecek parçanın büyüklüğüne ve şekline göre, bir veya iki parça aynı kokil içine yerleştirilir. İki parça yerleştirilmesi halinde, simetri eksen, esmer döküm için dişey ve çelik döküm için yatay olarak kabul edilir.

Sıvı madenin direkt olarak döküldüğü büyük kokillerde, özel bir yolluk sistemi bulunmaz. Sıvı maden dişey olarak kalıbın havşasından dökülür. Fakat genellikle kokiller için yatay yolluk sistemi öngörülür. Bunlar da kokilin ayrılma yüzeylerinde bulunurlar. Bazan yolluk sisteminin kokil dışında, maça veya seramik gereçten yapıldığı da görülmektedir. Şekil 8.11 (a-b) de olduğu gibi.

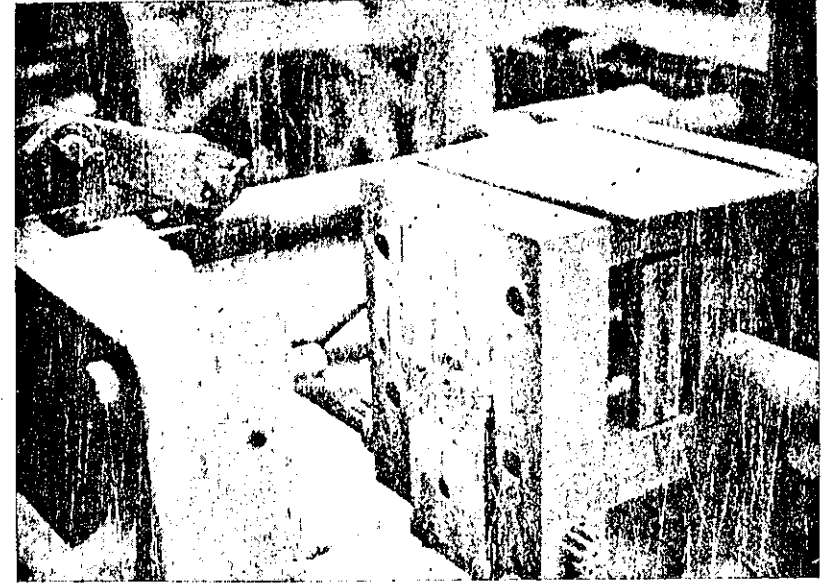


Şekil 8.11 Çeşitli gereçlerden yapılmış yolluklar

İki parçalı kokillerde yolluk alttan verildiğinde, parçanın büyük kısmı altta bırakılır. Bu şekilde kokil içindeki alaşımın akışı yavaşlatılarak kokilin ömrü uzatılır. Kokil yukarıdan direkt olarak dökülecek olursa, parçanın ağır kısmı üst kısma getirilmelidir. Şekil 8.12 (a-b) bir kokil kalıp, şekil 8.13 de karışık bir kalıp ve şekil 8.14 de kilitleme şekilleri görülmüyor.



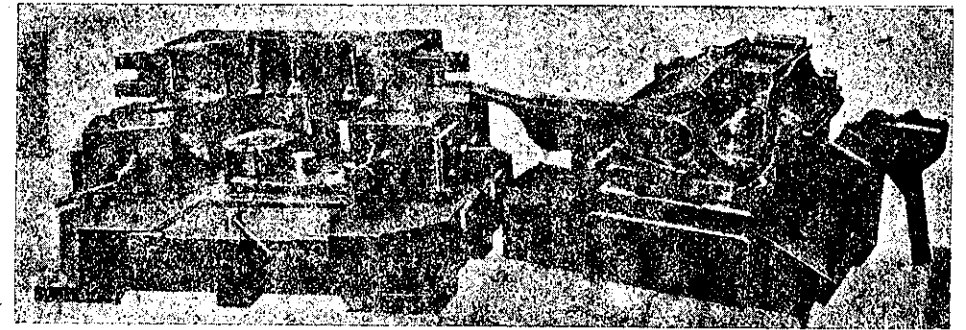
Sıvı madenin kokil kalıba kepçe ile dökülüşü



2

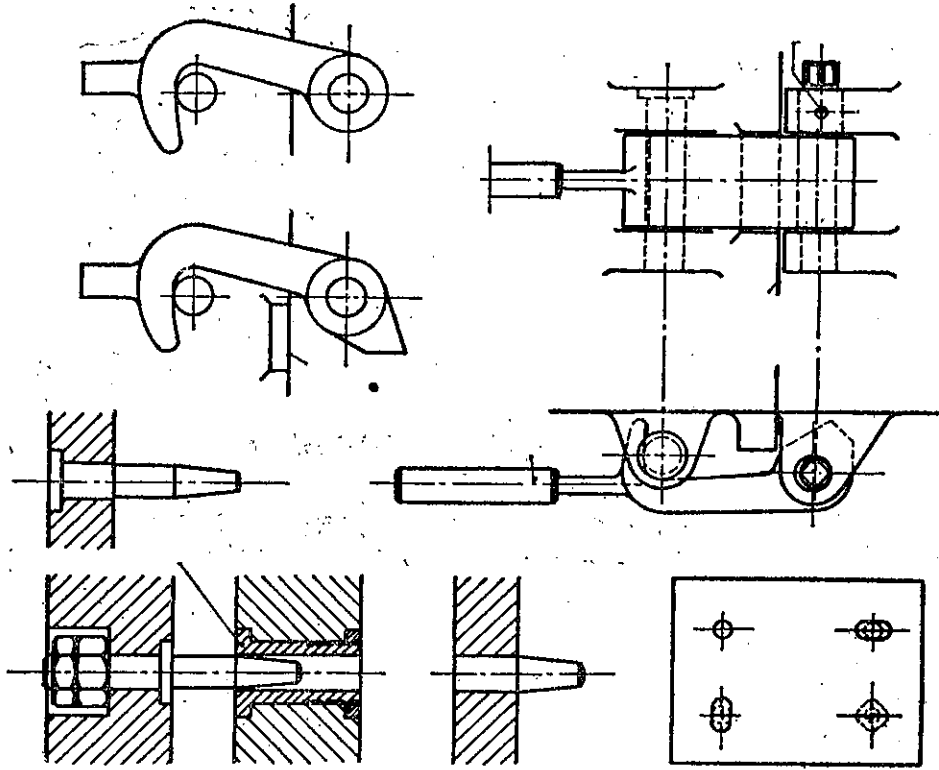
(b)

Şekil 8.12 Dökümden sonra kokil kalıbın açılmış şekli ve içinde dökülmüş parça



Şekil 8.13 Karışık bir parçanın kokil kalıbının açılmış şekli

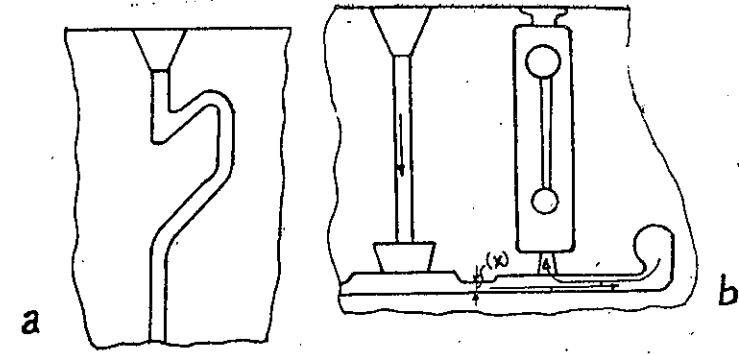




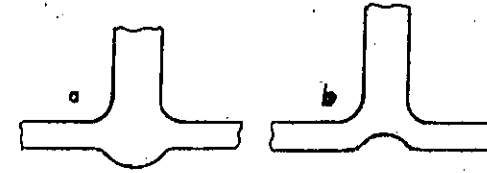
Şekil 8.14 Kokil kalıpların çeşitli bağlantı, kilitleme ve pimlenme şekilleri.

Kokil yolluklarının, hızlı, sakin ve düzgün bir maden akışı sağlayacak şekilde ölçülendirilmesi gerekir. Dar yolluklar donarak tıkanmalara, çok geniş yolluklar ise, sıvı madenin anafor yapmasına ve sıçrayarak donan küçük maden damlacıklarının meydana getireceği hatalara neden olurlar. Alaşımın yolluk içinde akışını yavaşlatmak ve curufu da temizlemek için sifonlu veya santrifüjlü yolluklar kullanılmaktadır. Şekil 8.15 (a - b).

Yolluk birleştirmeleri için uygun olan ve olmayan sistemler şekil 8.16 (a - b) de görülmektedir.



Şekil 8.15 Kokil kalıp yolluk sistemi.

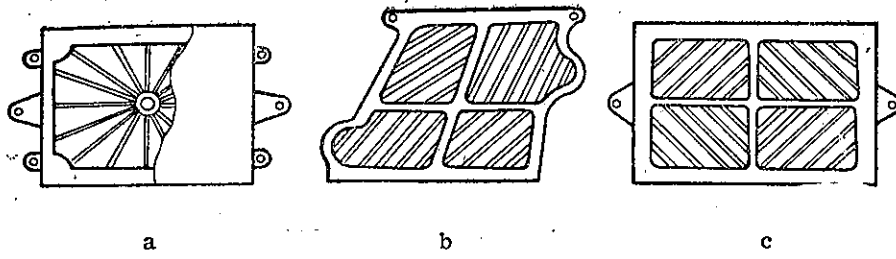


Şekil 8.16 Yolluk birleştirme şekli.

Dökülecek parçanın kesit kalınlığına göre, kokil kalıbın da kesit kalınlığına aşağıdaki değerler önerilmektedir. Bu değerler yapılmış deneyler sonucuna görelerdir.

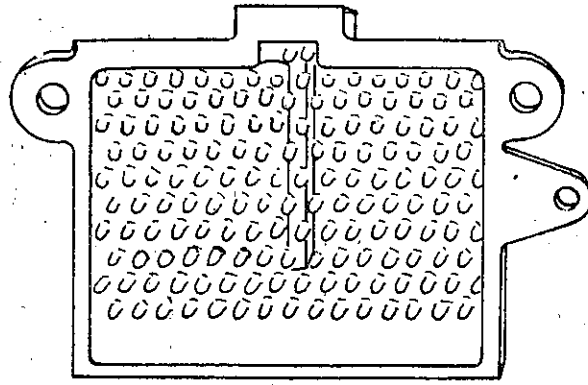
Dökülecek parçanın kesit kalınlığı	Kokil kalıbın kesit kalınlığı
20 mm.	10 - 20 mm.
20 - 50 mm.	20 - 35 mm.
50 mm.	50 ile parça kesit kalınlığının % 70 i kadar.

Kokillerdeki kesit kalınlıklarının mümkün olduğu kadar sabit kalması arzu edilmektedir. Bunun için kokillerin dış yüzeyleri dolu olarak değil de, kanatçıklar ve federler ile takviyeli bir şekilde yapılmaktadır. Şekil 8.17 (a-b-c) de görüldüğü gibi.



Şekil 8.17 Kanatçık ve federlerle soğutma

Kokillerin ömrüne en çok etki eden şey, kullanılan alaşımdan çok kokilde meydana gelen ısı değişmelerin zorlamalarıdır. En normal homojen ısı dağılımını sağlayan iğneli soğutma çıkıntılı kokillerdir. Şekil 8.18 de iğneli soğutma çıkıntılı kokilden bir örnek görülmektedir.

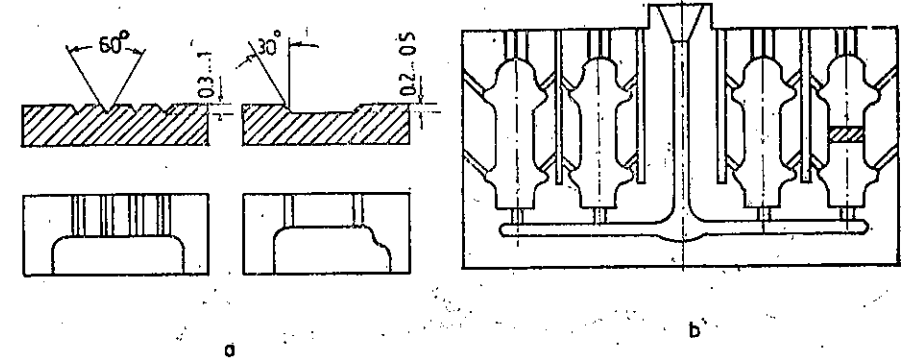


Şekil 8.18 İğneli soğutmalı kokil.

Çok seri olarak çalışan bazı kokillerde doğal olarak hava soğutmalı kokiller yeterli olamazlar. Kalın kesitli kokilleri soğutmak için kalıpların içinden su dolaştırılması da gerekmektedir.

Madeni kokillerin gaz geçirgenlikleri olmadığından, kokillere ayrıca içerdeki havanın çıkışını sağlayacak ince kanallar açılmalıdır. Kokillerde yükselen sıvı madenin sürüklediği gazların, keskin köşeler veya üst kısımlarda bulunan yerlerde sıkışıp kalması, kalıpların uygun yerlerine yer-

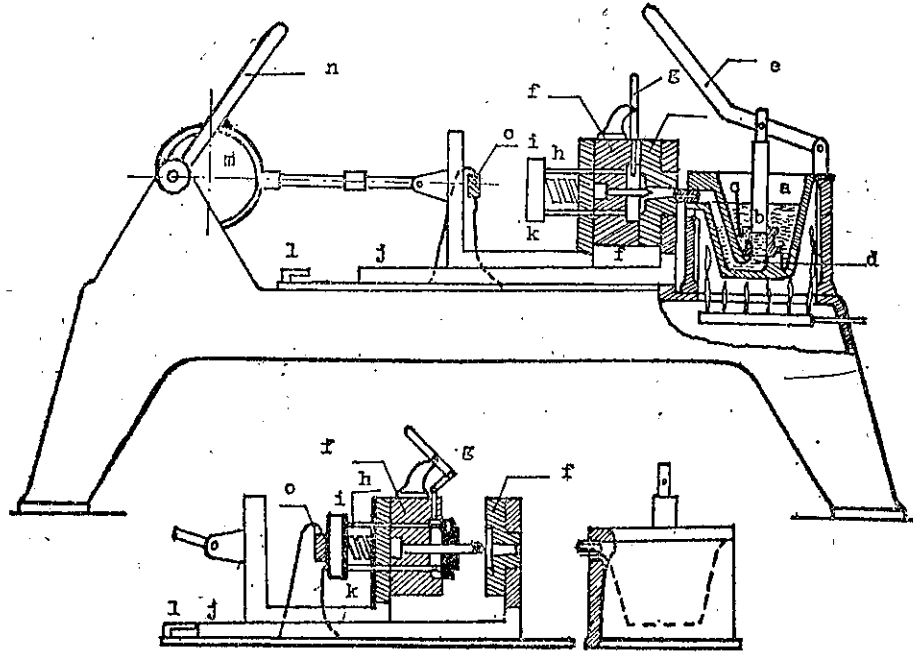
leştirilecek uygun çıkıcılarla önlenir. Çıkıcısı bulunan kokillerde, hava boşaltma işlemi bunlar tarafından sağlanmaktadır. Bazen kanallar veya delikler yerine, parça üzerine daha büyük çaplı çıkıcılar açılarak alaşımın bir kısmının kokil dışına akışı sağlanır. Çok önemli olan parçaların dökümünde, kokil içindeki havanın, vakum ile emilmesi de yapılır. Kokillerdeki havanın boşaltılması için açılmış deliklerden ve kanallardan bazı örnekler Şekil 8.19 (a-b) de görülmektedir.



Şekil 8.19 Kokillerde hava kanalları.

#### 8.4 — BASINÇLI DÖKÜM :

Çelikten yapılmış kokil (sürekli) kalıplar içine sıvı madenin yüksek basınçla doldurulmasına "Basınçlı Döküm" denir. Bu yöntem sıvı madenin basınçla, oldukça karışık parçaların sadece, çapak temizleme işlemiyle, doğrudan doğruya elde edilmesidir. Kokil dökümcülüğünde, sıvı maden yer çekimi yardımıyla kalıbı doldururken, o yöntemin bir gelişmiş uygulaması olan basınçlı döküm de, sıvı madenin ek bir basınçla kalıbı doldurması söz konusudur. Endüstride "PÜSKÜRTME DÖKÜM" denilen uygulama, sıcak hazne (pota) yöntemini, "PRES DÖKÜM" denileni ise soğuk hazne (pota) yöntemini belirtmekle beraber, bunlar geniş anlamda "BASINÇLI DÖKÜM" olarak tanıtılmaktadır. Şekil 8.20 de pistonlu ve Şekil 8.21 de basınçlı hava ile çalışan sıcak potalı pres döküm makineleri görülmektedir.



- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| a - Hazne (pota) | i - Plaka       |
| b - Piston       | j - Kızak       |
| c - Delik        | k - İtici kızak |
| d - Basınç odası | l - Sınır       |
| e - Kol          | m - Kam         |
| f - Kalıp        | n - Kol         |
| g - Maça         | o - Tampon      |
| h - İtici        |                 |

Şekil 8.20 Pistonlu ve sıcak hazneli (pota) pres döküm makinası.

### 1 — BASINÇLI DÖKÜMÜN YARARLARI :

Basınçlı dökümün gittikçe artan şekilde kullanılması aşağıdaki anlatılan yararlarındandır.

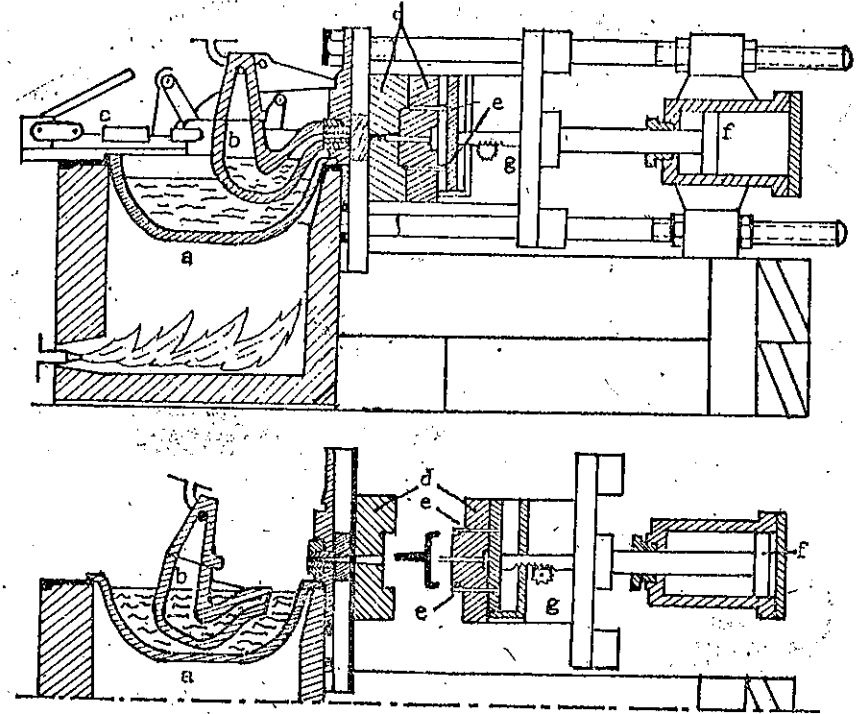
- a — Ölçü tamlığı çok iyi ve çok sayıdaki işlerde az tolerans farkı,
- b — Karmaşık parçaların çok kolay elde edilebilmeleri,
- c — Farklı madenlerin kolaylıkla birleştirilmeleri (kompozit gereçler),

d — İnce kesitli, işleme payı az ve sık doku nedeniyle gereç kazancı,  
e — Çok güzel dış görünüşü ile dış yüzey işlemlerinin ortadan kalkması,

f — Çok sayıdaki üretimde, aynı kalıp kullanıldığından parçalarda mutlak bir eşitlik sağlanır, (ölçü tamlığı)

g — Çok sayıdaki işlerde, hızlı gereç akışı, az işçilik ve çok verim nedeniyle, pahalı kalıplara karşılık düşük maliyet sağlanır,

h — Saat parçaları için 0,1 gramdan, 25 ile 35 Kg. alüminyum motor bloku dökümüne kadar olan büyük işlerin dökülebilmeleri sağlanır.



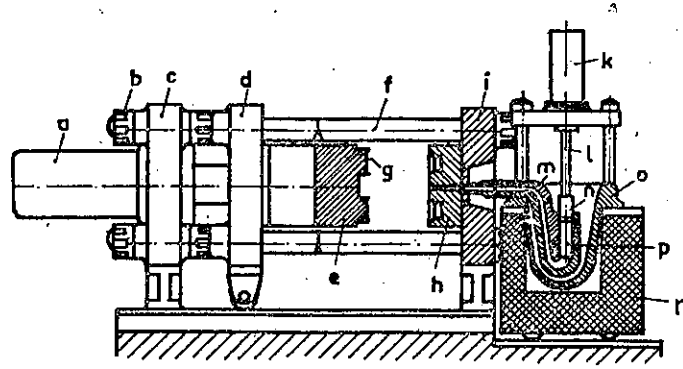
- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| a - Hazne (pota) | e - İtici          |
| b - Basınç odası | f - Piston         |
| c - Manivela     | g - Kramiyer dişli |
| d - Kalıp        |                    |

Şekil 8.21 Basınçlı hava ile çalışan sıcak hazneli (potalı) pres döküm makinası.

## 2 — BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMLERİ :

Başlıca iki yöntem uygulanmaktadır. Kurşun gibi ergime sıcaklıkları düşük metaller için uygulanan sıcak hazne yöntemi ile bronz gibi daha yüksek sıcaklıklarda eriyen alaşımlar için uygulanan soğuk hazne yöntemi.

Sıcak hazneli basınçlı döküm makinasında metaller, basınç haznesi içinde devamlı olarak sıvı halde bulunmaktadır. Basınç genellikle bir pistonla (70 ile 250 atü) yapılır. Fakat bazen de (20 ile 60 atü. lük) basınçlı havayla yapılmaktadır. Bakır hariç bütün basınçlı döküm alaşımları için uygun bir yöntemdir. Püskürtme zamanı daha seri olarak uygulanabildiğinden, soğuk hazneli sisteme göre otomasyona daha uygundur. Şekil 8.22 de sıcak hazneli bir basınçlı döküm makinası görülmektedir.

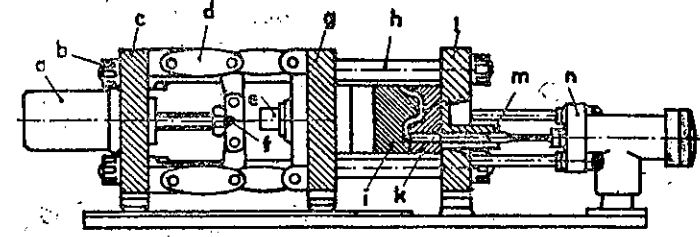


- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| a - Piston kısmı                      | i - Sabit gövde       |
| b - Somun                             | k - Piston            |
| c - Gövde                             | l - Mil               |
| d - Hareketli kısım                   | m - Meme              |
| e - Hareketli kısma bağlı yarım kalıp | n - Sıvı maden girişi |
| f - Mil                               | o - Pota              |
| g - Kalıp yüzeyi                      | p - Basınç yeri       |
| h - Sabit yarım kokil kalıp           | r - Ocak              |

Şekil 8.22 Sıcak hazneli basınçlı döküm makinası.

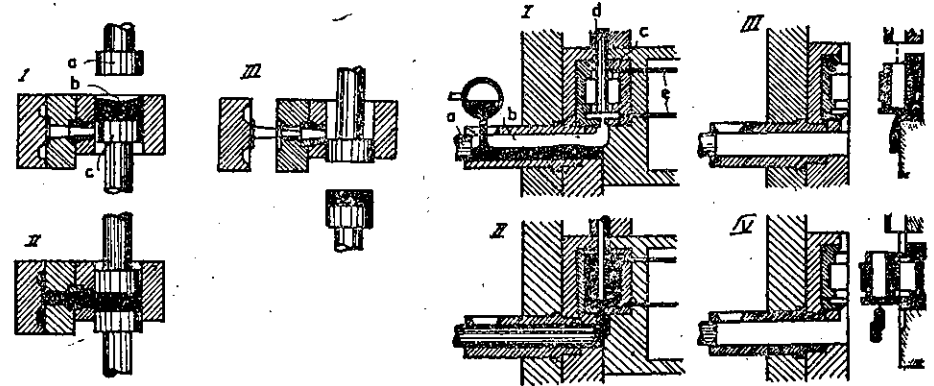
Şekil 8.23 de görülen soğuk hazneli basınçlı döküm makinasında basınç, pistonla yapılmaktadır. Pistonun hareketiyle basınç haznesi (silindir), sıcak tutma haznesinden ayrılmaktadır.

Şekil 8.24 (a-b) de zamanımızda az kullanılan dikey ve en çok kullanılan yatay basınç hazneli makinalardaki çalışma yöntemi görülmektedir.



- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| a - Piston kısmı    | h - Mil                   |
| b - Somun           | i - Hareketli kokil       |
| c - Gövde           | k - Sabit kokil           |
| d - Mafsal          | l - Gövde                 |
| e - Basma yeri      | m - Sıvı maden haznesi    |
| f - Ayar kısmı      | n - Basma pistonu gövdesi |
| g - Hareketli kısım |                           |

Şekil 8.23 Soğuk hazneli basınçlı döküm makinası.



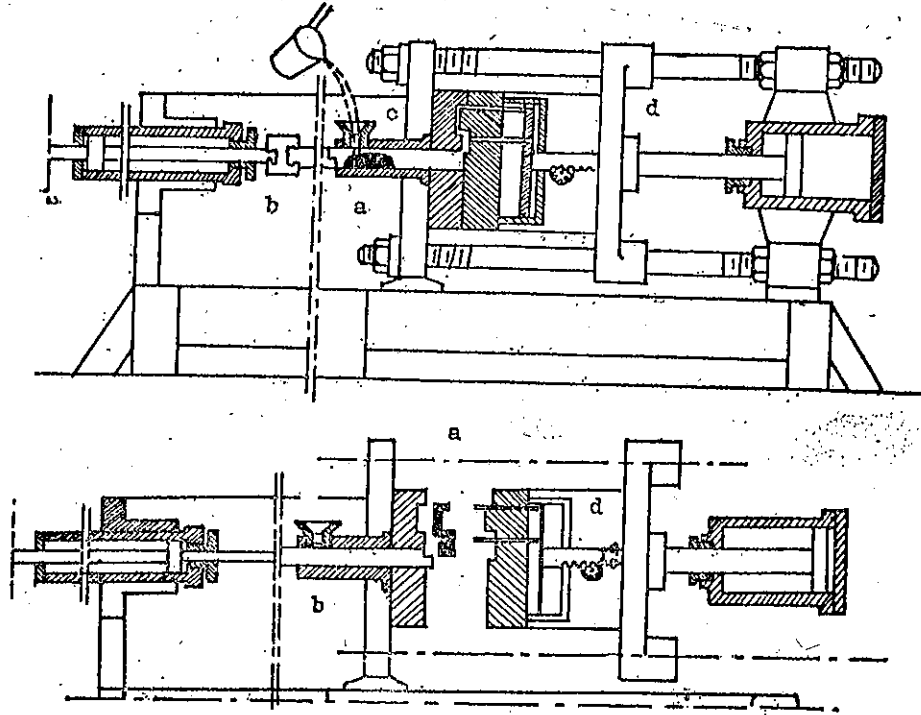
Düsey

Yatay

- |                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| I - Sıvı madenin hazneye dökülüşü | I - Kokilin kapalı şekli |
| a - Piston                        | a - Piston               |
| b - Hazne                         | b - Hazne                |
| c - Alt piston                    | c - Kokil kalıp          |
| II - Pres edilişi                 | e - İttiler              |
| III - Kokilin açılışı             | II - Pres edilişi        |
|                                   | III - Kokilin açılışı    |
|                                   | VI - Parçanın alması     |

Şekil 8.24 Dikey ve yatay basınç hazneli makinaların çalışma yöntemi.

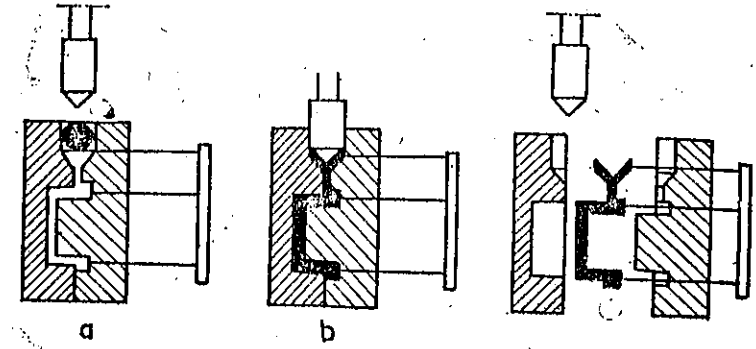
dir. Bu makinalardan sıvı maden, basınç odasına, püskürtmeden az önce konulduğundan, gerek silindirin ve gerekse pistonun karşılaşacağı ısı zorlamalar daha az olur. Aynı zamanda basınç silindiri içinde madenin bulunma zamanı çok kısa olduğundan, (örneğin Al) çelik hazne yüzeyine etkisi az olur. Şekil 8.25'de soğuk hazneli pres döküm makinası, Şekil 8.26'da pres yeri kalıp yolluğunda ve Şekil 8.27'de dik pistonlu pres döküm görülüyor.



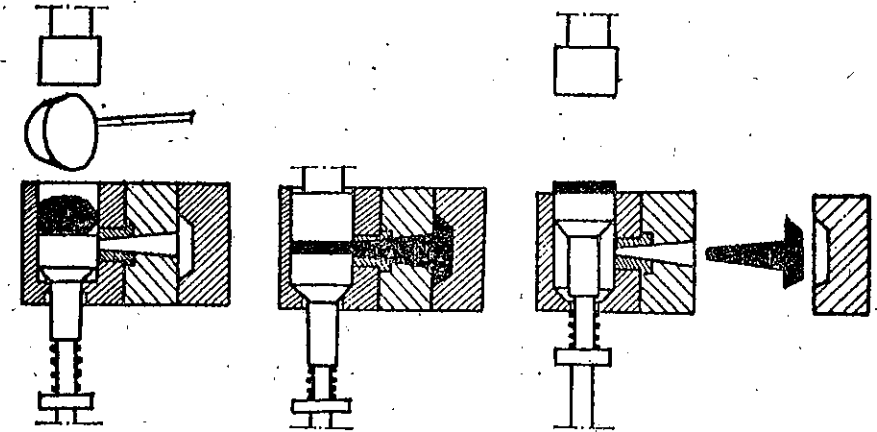
- a - Kalıp  
b - Piston  
c - Basınç odası  
d - İttiler

Şekil 8.25 Soğuk hazneli pres döküm makinası.

Bütün basınçlı döküme elverişli alaşımlar ve hatta bakır alaşımları da bu makinalarda üretilir. Fakat soğuk hazneli makinalarda, otomatik



Şekil 8.26 Pres yeri kalıp yolluğunda olan pres döküm kalıbı



Şekil 8.27 Dik pistonlu pres döküm makinası.

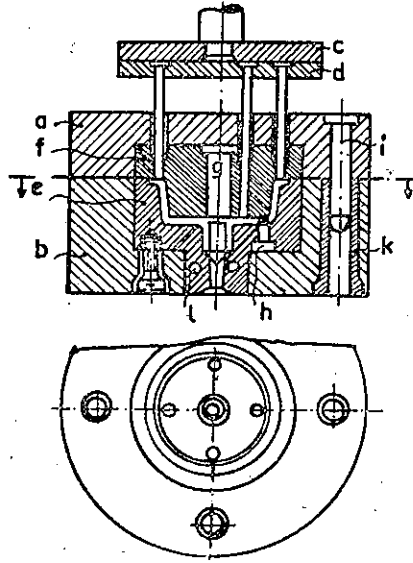
olarak sıvı maden verilmesi için gerekli tesisat pahalı ve çok arıza yaptığından, elle taşınan kepçe ve potalar kullanılmaktadır. Bu nedenle de verimler düşük olmaktadır.

Yalnız magnezyum alaşımları için kükürdioksit (SO<sub>2</sub>) koruyucu gazı ile otomatik olarak sıvı maden verilmesi iyi sonuç vermektedir. En bü-

yük üstünlük, yüksek sıcaklıkta eriyen bakır alaşımlarında, katılaşma noktasının hemen biraz altında 2000 atü gibi basınçlarla çalışmanın sağlanabilmesidir. Böyle büyük basınç altında katılaşma, malzemeye yüksek dayanım ve tokluk kazandırmaktadır. Sıcak hazneli ve yarı otomatik makineler saatte 600 parça, çinko için tam otomatik tesisler ise saatte 1200 parça verme kapasitesine ulaşır. Soğuk hazneli makinalarda bu miktar 300 - 350 parça kadardır. Tablo 8.2 ve Tablo 8.3 de çeşitli madenlerin pres döküm alaşımları verilmiştir.

### 3 — BASINÇLI DÖKÜM KALIPLARI :

Basınçlı döküm kalıplarına bir örnek Şekil 8.28 deki iki parçalı kalıp verilebilir. Bu kalıpta sıvı madenin girişi ve dökülmüş parçanın itilişi için gerekli iki bölüm ve yanlardan çekilerek çıkartılan çelik maçalar vardır. Bakır alaşımları dökümü için yapılan kalıplarda soğutma, su ile yapılır. Bunun için kalıpta soğutma suyu kanalları bulunması gerekir.



- a - Üst kalıp zarfı
- b - Alt kalıp zarfı
- c - İtici üstü
- d - İticilerin bağlantı yeri
- e - Alt kokil
- a - Üst kalıp zarfı

- g - Madeni maça
- h - Madeni maça
- i - Hava yeri
- i - Bağlantı pimi
- k - Pim yatağı

Şekil 8.28 İki parçalı basınçlı döküm kalıbı.

Tablo 8.2 ALÜMİNYUM PRES DÖKÜM ALAŞIMLARI

Maden	Bileşim % de					
	1. Alaşım	2. Alaşım	3. Alaşım	4. Alaşım	5. Alaşım	6. Alaşım
Bakır	0.6 en çok	0.6 en çok	3.0 — 4.0	0.6 en çok	0.20 en çok	3.0 — 4.0
Silisyum	4.5 — 6.0	11.0 — 13.0	4.5 — 5.5	9.0 — 10.0	0.5 en çok	7.5 — 9.5
Demir	2.0 en çok	1.3 en çok	1.3 en çok	1.3 en çok	1.8 en çok	1.3 en çok
Mağnezyum	0.1 en çok	0.1 en çok	0.1 en çok	0.4 — 0.6	7.5 — 8.5	0.1 en çok
Manganez	0.3 en çok	0.3 en çok	0.5 en çok	0.3 en çok	0.3 en çok	0.5 en çok
Çinko	0.5 en çok	0.5 en çok	0.6 en çok	0.5 en çok	0.1 en çok	0.6 en çok
Nikel	0.5 en çok	0.5 en çok	0.5 en çok	0.5 en çok	0.1 en çok	0.5 en çok
Kalay	0.1 en çok	0.1 en çok	0.3 en çok	0.1 en çok	0.1 en çok	0.3 en çok
Diğer mad.	0.2 en çok	0.2 en çok	0.5 en çok	0.2 en çok	0.1 en çok	0.5 en çok
Alüminyum	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

Tablo 8.3 Çeşitli madenlerin pres döküm alaşımları

**MAGNEZYUM PRES DÖKÜM ALAŞIMLARI**

Maden	Bileşimi % de		
	Alaşım AS100	Alaşım AZ91A	Alaşım AZ91B
Alüminyum	9.0 — 11.0	8.3 — 9.7	8.3 — 9.7
Manganez	0.1 en az	0.13 en az	0.13 en az
Çinko	0.3 en çok	0.4 — 1.0	0.4 — 1.0
Silisyum	1.0 en çok	0.5 en çok	0.5 en çok
Bakır	0.05 en çok	0.1 en çok	0.3 en çok
Nikel	0.03 en çok	0.1 en çok	0.3 en çok
Mağnezyum	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

**ÇINKO (Tutya) PRES DÖKÜM ALAŞIMLARI**

Maden	Bileşimi % de		
	Alaşım 1	Alaşım 2	Alaşım 3
Bakır	2.5 — 3.5	0.1 en çok	0.75 — 1.25
Alüminyum	3.5 — 4.5	3.5 — 4.30	3.5 — 4.30
Mağnezyum	0.02 — 0.1	0.03 — 0.08	0.03 — 0.08
Demir	0.10 en çok	0.1 en çok	0.1 en çok
Kurşun	0.007 en çok	0.007 en çok	0.007 en çok
Kadmiyum	0.005 en çok	0.005 en çok	0.005 en çok
Çinko	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

**PRİNG PRES DÖKÜM ALAŞIMLARI**

Maden	Bileşimi % de		
	A Tipi alaşım	B Tipi alaşım	C Tipi alaşım
Bakır	57.0 en az	63.0 — 67.0	80.0 — 83.0
Silisyum	0.25 en az	0.75 — 1.25	3.75 — 4.25
Kurşun	1.5 en çok	0.25 en çok	0.15 en çok
Manganez	0.25 en çok	0.15 en çok	0.15 en çok
Alüminyum	0.25 en çok	0.15 en çok	0.15 en çok
Kalay	1.50 en çok	0.25 en çok	0.25 en çok
Demir	0.25 en çok	0.15 en çok	0.15 en çok
Mağnezyum	—	0.01 en çok	0.01 en çok
Diğer mad.	0.50 en çok	0.50 en çok	0.25 en çok
Çinko	30.0 en az	Geri kalan	Geri kalan

Az sayıda yapılan kurşun, kalay ve çinko dökümleri için kalıp yapım gereci % 0,6 - 0,8 karbonlu alaşımsız ve sertleştirilmemiş çeliktir. Çok sayıda yapılan hafif alaşımlar ve çinko alaşımları için ise, bileşiminde % 15 volfram, % 10 krom ve % 1,5 vanadyum bulunan sıcak iş çelikleridir. Çelik mağaların yüzeyleri nitrürasyon ile sertleştirilmiş olmalıdır. Kalıbın iç yüzeyleri de polisajdan sonra, camtozu bulunduran bir su püskürtülerek kaplanır. Bu suretle döküm anında püskürtülecek olan yapışmayı önleyici sıvının yüzeye yapışması sağlanmış olur.

İyi yapılmış bir kalıp ile çinko ve mağnezyum alaşımlarından 250 binden fazla iş alınabilir. Bu rakam bakır alaşımları için 10 binden az olur.

**4 — KOKİL KALIPLARDA YÜZEY AYIRICILARI :**

Yüzey ayırıcı madde parça ile kalıp arasında ince bir katman meydana getirir. Amacı, sıvı madenin kalıp yüzeyini etkilemesini önlemektir. Ayırıcı kullanılmazsa, kalıp çabuk yıpranır. Parça kalıp içine yapışır. Ayırıcı yapışmayı önleyerek parçanın kalıptan kolay çıkmasını sağlar. Çekme parçaların kolay çıkması da bu yüzey ayırıcıların yardımı ile olur.

Yüzey ayırıcı kalıp yüzeyine homogen bir şekilde yayılmalı ve çok ince bir katman olmalıdır. Kalıbı ve madeni etkilememelidir. Sık sık sürülmeyi veya yenilenmeyi gerektirmemelidir. Dökülen parçaların yüzeylerinde lekeler meydana getirmemelidir. Buhar ve zehirli gazlar oluşturmamalıdır.

Birçok memleketlerde, hazırlanmış yüzey ayırıcıları satılır. Ancak, bunlar bütün amaçlar için yararlı olamazlar. Bazı organik flor bileşikleri, silikonlar ve bunların diğer bazı gereçlerle karışımları işe yarayabilmektedir. Molibden sülfür (MoS<sub>2</sub>) iyi bir ayırıcı görevi yapabilmektedir. Balmumu, ispermeçet, v.b. doğal ve sentetik mumlar kullanılabilir. Ancak kalıbın köşelerinde birikintiler oluşturdukları için, çeşitli karışımları kullanılır. Balmumu çinko alaşımlarında iyi sonuçlar verir. Ancak alüminyum alaşımlarında kullanılamaz. Yüzey ayırıcısı olarak madensel yağlar da kullanılabilirler. Bunlar kalıbı etkilemez ve oksitlenme yapmazlar. Özellikle, grafitle karışımları birçok durumlarda iyi sonuçlar vermektedir. Alüminyumun düşük basınçla dökümünde yağlı ayırıcılar yararlı olurlar. Ancak, yüksek basınçla yapılan dökümlerde kullanılamazlar. Yağ grafit karışımı yüzey ayırıcıların, dökülen parçaların yüzeylerinde lekeler meydana getirmesi tehlikesi bulunmaktadır.

Kokil kalıplarda kullanılan yüzey ayırıcıların dikkatle seçilmeleri gerekir. Kullanılmadan önce, laboratuvarlarda, parlatılmış çelik yüzeyler üzerinde yüksek sıcaklıklarda etkileri denenmelidir. Aynı zamanda, kul-lanma şartları denenmeli ve gözlenmelidir.

#### 5 — BASINÇLI DÖKÜM ALAŞIMLARI :

Kalıp kumlarına dökümü yapılan her maden ve alaşımın basınçlı dö-küme de uygun olacağı düşünülemez. Basınçlı döküm için gerekli genel özellikler şunlardır:

a — Katılma olayının belirli bir sıcaklıkta meydana gelmesi ge-rekir. Bu nedenle ötektik alaşımlar ve saf madenler basınçlı döküme el-verişli değildir. (kurşun (Pb) ve kalay (Sn) hariç).

b — Sıcak tutma haznesinde hiç bir kristal ayrışımı olmamalıdır,

c — Keskin ve ince hatların iyi olması için alaşımın yeterli bir akı-cılığı olmalıdır.

d — Hızlı soğumaya rağmen çöküntü ve iç boşluklar meydana gel-memelidir,

e — Kalıp içindeki engellere rağmen, çatlama ve gerginlikler olma-malıdır,

f — Sıvı madenin zararlı gazlardan korunması gerekir. (vakumda döküm)

#### 6 — PRES DÖKÜM :

Basınç haznesi ve yolluk sistemi bulunmayan bu yöntem değişik bir basınçlı döküm şekli olarak kabul edilebilir. Kalıp içine doldurulan, katı-laşma noktası altındaki sıvı maden üzerine, ucunda esas veya parçanın iç kısmının şekli bulunan erkek kalıp ile preslenir. Burada gereç yanlar-dan yükselerek taşar ve çapaklar sıyrılarak pres döküm parça elde edil-miş olur.

#### 7 — ÇEŞİTLİ PRES KALIP BİLEŞİMLERİ :

##### SICAK İŞLEME ÇELİĞİ :

İsminden de anlaşılacağı gibi bu çelik, genellikle 595 - 1095 °C sıcak-lıklar arasında ısıtılarak işlenmesi gereken işlerde kullanılır. Bu işleme başlanırken, takım ve kalıplar da 315 - 650 °C arasında ısıtılırlar. Bu çe-lik özelliği bakımından, Sıcak Dövme, Sıcak Kalıptan Çekme, Sıcak Kes-me veya Sıcak Kenar Düzeltme işlerinde kullanılırlar.

Bu guruba giren Sıcak İşleme Çelikleri dört bölüme ayrılır:

— % 0.40 Karbon, % 5.00 Kromlu cinsleri :

% 0.40 Karbon, % 0.40 Manganez, % 1.00 Silisyum, % 5.00 Krom,  
% 0.35 Vanadyum, % 1.25 Tungsten (Wolfram).

— % 5.00 Krom, % 1.25 Tungsten, % 1.25 Molibtenli cinsi :

% 0.30 Karbon, % 0.40 Manganez, % 1.00 Silisyum, % 5.00 Krom,  
% 0.25 Vanadyum, % 1.25 Tungsten, % 1.25 Molibten.

— % 9.00 Tungstenli (Wolframli) cinsi :

% 0.25 Karbon, % 0.30 Manganez, % 0.30 Silisyum, % 3.25 Krom,  
% 0.25 Vanadyum, % 9.00 Tungsten.

— Düşük Karbonlu Yüksek Hız cinsi :

% 0.53 Karbon, % 0.30 Manganez, % 0.30 Silisyum, % 4.00 Krom,  
% 1.10 Vanadyum, % 18.00 Tungsten.

##### DÖKÜM KALIPLARININ ÇELİK BİLEŞİMİ :

Karbon % 0.35

Manganez % 1.60

Silisyum % 0.25

Ölçülerde büyük bir hassasiyet ve sertleşmede emniyet istenen ka-lıplarda, bu özellikteki çelik kullanılır. Çünkü bileşiminde Tungsten, Krom v.b. gibi maddeler olmadığı için, çok düşük sıcaklıklarda da sertleşir ve böylece çarpılma ve bozulmaların büyük ölçüde önüne geçilmiş olur.



### PRES DÖKÜM KALIPLARI İÇİN ÇELİK BİLEŞİMİ :

Karbon	% 0.35
Manganez	% 0.30
Silisyum	% 0.30
Krom	% 3.50
Tungsten	% 9.00
Vanadyum	% 0.40

Bu bileşimdeki Sıcak İşleme Çeliği kalıp yapımına çok elverişli olmaktadır.

### 8.5 — SAVURMA DÖKÜM :

Sıvı maden dökülen kalıplar döndürülerek, meydana gelen merkezkaç kuvvetin etkisinden yararlanır. Bu etki ile daha sıkı bir doku ve daha kaliteli parçalar elde edilir. Bu yönteme "Savurma Döküm" adı verilir. Birçok silindirik parçalar yanında, özellikle boru dökümünde geniş ölçüde uygulanmaktadır.

### 1 — BORULARIN SAVURMA DÖKÜM YÖNTEMİ İLE

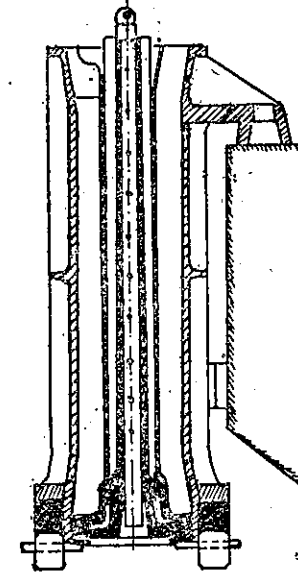
#### DÖKÜLMESİ :

Savurma dökümün en büyük uygulama alanı dökme demirden başınca dayanan boruların yapımıdır. Esmer dökme demir borular yer altına döşenen, iç basınç, eğilme, bütün yüzeyler korozyon etkisi altında bulunan, su ve gaz iletimi hatlarında rahatlıkla kullanılır. Esmer dökme demir borular özellikle korozyona karşı yüksek dayanımları nedeniyle, koruyucu örtüsü bulunan çelik borulara bile tercih edilmektedirler. Bazı topraklardaki hafif asidik etkiler, termal sulardaki erimiş maddeler, kimya sanayiindeki hafif asit veya bazik sıvılar için dökme demir borular tercih edilmektedir.

#### a — Boruların Statik Dökümü :

Bu yöntemde borular düşey olarak dökülürler. Boru üretimi, Şekil 8.29 da görüldüğü gibidir. 20 - 25 kalıbın bir dairesel döküm makinasına bağlanmak suretiyle, oldukça geliştirilmiş olmasına karşılık, bir çok sanjinaları bulunmaktadır. Kum kalıp içine düşey statik dökümde, çok uzun olan maçalar eğilmekte, maça destekleri kuma batarak borularda zayıf

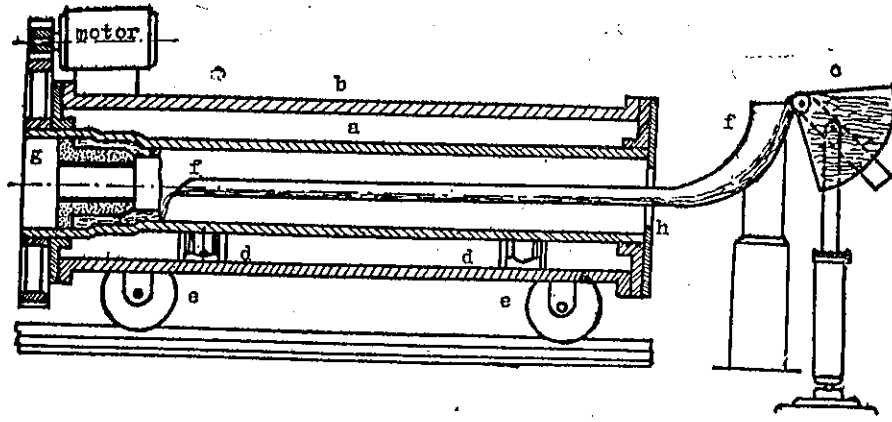
noktaları meydana getirirler. Ayrıca da boru üst kısımlarında curuf vb. gibi pislikler toplandığından hatalı olabilirler. Aşağıda büyük grafit yapı rakçıkları bulundurmakta ve savurma dökümüne göre çok düşük dayanımda olmaktadır.



Şekil 8.29 Statik döküm yöntemiyle boru yapımı

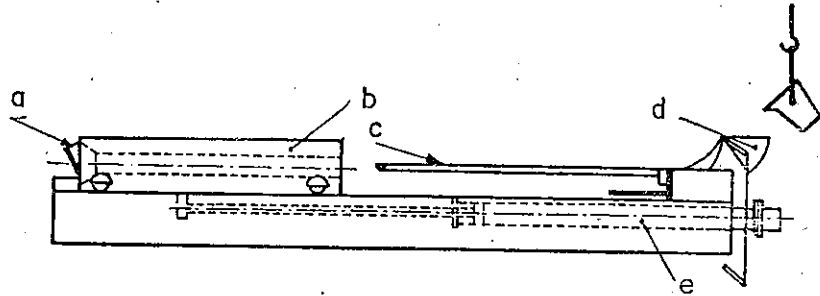
#### b — Boru Dökümü İçin Kullanılan Savurma Döküm Makinaları:

Boruların bu yöntemle dökümünde kullanılan makinalar De Lavaud ve Briede tarafından geliştirilmiştir. Sistemde su gömleklili ve ısıya dayanıklı çeliklerden (% 2 Cr; % 0,4 Mo) yapılmış kokil kalıplar kullanılmaktadır. Bunlar tekerlekler üzerinde dönerler. Kalıbın bir ucu açıktır. Madeni veren uzun oluk buradan girer. Oluğa maden eğilebilen bir potadan gelir. Kalıp içine dökülür. Kalıbın diğer ucu, borunun profili şişkin başını meydana getirecek bir maça ile kaplanmış durumdadır. Kokili taşıyan arabanın hareket hızı, maden potasının dökme hızıyla ayarlı bir şekilde olması gerekir. Şekil 8.30 da savurma döküm makinasının kesiti ve Şekil 31 de savurma döküm yöntemiyle bir borunun yapım işlem sıraları görülmektedir.

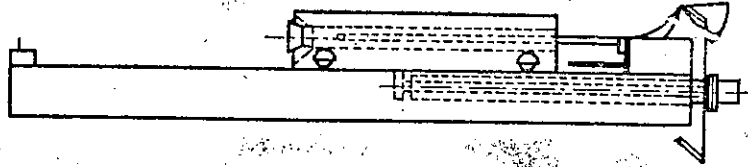


- a - Boru kalıbı  
b - Gövde  
c - Pota  
d - Ruleler  
e - Tekerlekler  
f - Maden dökme oluğu  
g - Maça  
h - Bilezik

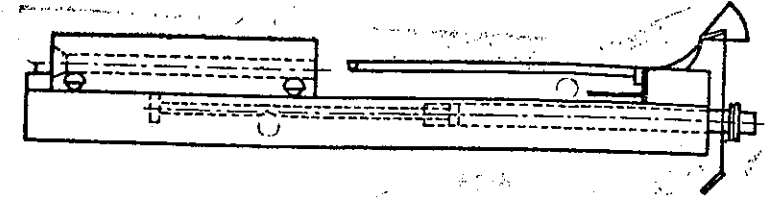
Şekil 8.30 Savurma döküm makinası kesiti.



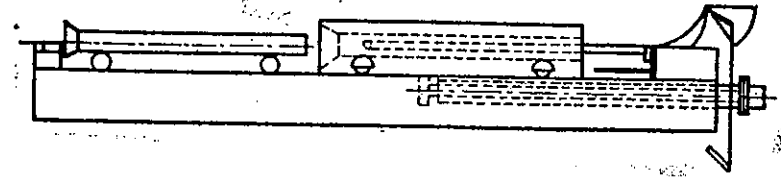
Baş kısmına maçanın yerleştirilişi



Dökümün başlaması



Dökümün bitişi

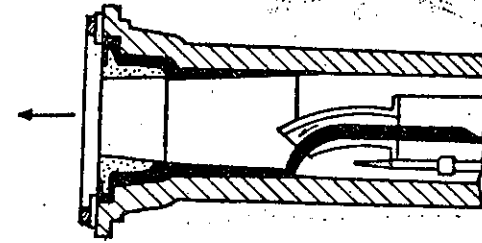


Dökülen borunun kalıptan alınışı

- a - Baş maçasının konması  
b - Soğutma suyu  
c - Döküm yoluğu  
d - Özel döküm potası  
e - Hareket silindiri

Şekil 8.31 Savurma döküm yöntemiyle boru yapımı.

Şekil 8.32'de ise, borunun profilli manşon kısmını meydana getiren maça, kalıptaki yerine yerleştirilmiş şekilde görülmektedir.



Şekil 8.32 Borunun profilli manşon kısmı.

Kökilin dönme hızı  $n = 2000 \sqrt{d}$  dön./dak. olarak hesaplanır.  
d = boru çapı mm.

Dökümden önce kokil içine, ince bir toz halinde ferrosilisyum, grafit, bentonit ve alüminyum tozunun karışımları püskürtülür. Alaşım 4 ilâ 6 saniye içinde karıştırılır. Durdurulan kokil içinden kızıl renkteki boru, iç kısmından tutan kışkaçlarla dışarı çekilir. Kızgın borular 20 m. boyunda ve 920 - 960 °C sıcaklıktaki tav fırınlarından geçirilir. Böylece ani soğuma nedeniyle boru dış yüzeylerinde meydana gelen sert beyaz yapının yeniden esmer dökme demir yapısına dönüşmesi sağlanmış olur. Tavlamadan önce alaşımın yapılışı çok ince ve kısa boylu yayılmış grafit yaprakcıklarından oluştuğu halde, tavlama sonunda temper grafitine benzer grafit rozetlerine dönüşür.

150 °C'ye kadar normal olarak soğutulan borular, 120 °C sıcaklık-taki zift banyosuna daldırılarak korozyona karşı dayanımları artırılır.

c — Savurma dökümün, statik döküme göre üstünlükleri şunlardır:

- a — Dayanım % 20 - 25 kadar fazla olmaktadır,
- b — Aynı dayanım için, daha ince kesit kalınlığı yeterli olacağından, % 25 kadar gereç tasarrufu sağlanmış olur,
- c — Sık doku, karıncasız, boşluksuz ve diğer yabancı maddelerden temizlenmiş bir yapı elde edilir. Bütün curuf oksitler ve mangansülfür (MnS) yalnızca iç yüzeylerde toplanır,
- d — Kesit kalınlıkları bütün yüzeylerde aynı olur,
- e — Dökümden sonra yapılan tavlama ile sağlam bir yapı elde edilir, kırılma azalır,
- f — Rutubetli toprak içindeki korozyona karşı dayanımı, % 20 artar. Çünkü dış yüzeyde, tavlama anında çok ince bir kükürt tabakası oluşur,
- g — Savurma döküm makinasında çalışan 4 kişiyle, saatte 15 - 20 boru üretilmektedir. Bu işlem, statik döküme göre % 100 - 150 kadar üretim artışı sağlanmış olur.
- h — Çalışmalar daha küçük oranda yapılır, bu da % 50 yer kazanımını sağlar.

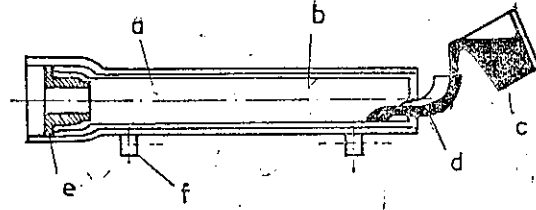
Savurma döküm boruları 5 m. boyunda, 600 mm. ve hatta özel hallerde 1500 mm. iç çapa kadar yapılırlar. Bu borular 10 atü'ye kadar dayanabilir. Kalın kesitli borular 20 atü ve özel hallerde de 32 atü iç basınca dayanıklı olacak şekilde yapılmaktadır. Tablo 8.4'de değişik iç basınçlar için boru iç çapları ile kesit kalınlıkları verilmiştir.

Tablo 8.4 Savurma döküm borularının değişik iç basınçlara göre, iç çapları ve kesit kalınlıkları.

Boru iç çapı mm.	İÇ BASINÇ Atü.					
	8	10	16	20	25	32
	ET KALINLIĞI mm.					
40	6	7	8	8	8	8,5
50	6,5	7	8	8	8,5	9
(60)	7	7,5	8,5	8,5	9	9,5
65	7	7,5	8,5	8,5	9	9,5
(70)	7,5	8	8,5	8,5	9	9,5
75	7,5	8	8,5	9	9,5	10
80	7,5	8	9	9	9,5	10
(90)	7,5	8	9	9	9,5	10,5
100	7,5	8	9	9,5	10	11
125	7,5	8,5	9,5	10	11	12
150	8	9	10	10,5	11,5	13
(175)	8,5	9,5	10,5	11	12,5	14
200	9	10	11	12	13	15
(225)	9,5	10,5	11,5	12,5	14	16
250	10	11	12	13	14,5	17
(275)	10,5	11,5	12,5	13,5	15,5	18
300	11	11,5	13	14	16	19
(325)	11,5	12	13,5	14,5	17	20
350	12	12,5	14	15,5	17,5	20,5
(375)	12	12,5	14	16	18,5	21,5
400	12,5	13	14,5	16,5	19	22,5
(450)	13	13,5	15	17,5	20,5	24,5
500	14	14,5	16	18	22	26,5
600	15	15,5	17	20	23	27,5

## 2 — KUMLA ASTARLANAN BORU KOKİL KALIPLARI :

Yatay olarak duran ve yürüme-yen bir sehpa üzerinde sadece dön-rüle-bilen bir basit kokil içinde, boru dış yüzeyini oluşturacak şekilde kum kalıp hazırlanır. Şekil 8.33. Hazırlanan kalıbın kum kalınlığının 100 mm. den az olmaması gerekir. Daha çok silis (kuvars) tozu ile bentonit karışımı kullanılır. Kalıp kumdan olduğu için soğuma hızı yavaş olur. Kum maça profilli manşon olan uca yerleştirilir. Sıvı maden bir oluktan uygun bir hızla dökülür. Her dökümden sonra kum kalıp (astar) değiş-ceğinden, bir çok savurma döküm kokilinin arka arkaya hazırlanması gereklidir. Kum gömlek kalınlığı yeteri kadar fazla alınarak, her iki ucunda, profilli manşon şeklinde elde edilmesi sağlanır.



- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| a - Kalıp      | d - Yolluk           |
| b - Kum gömlek | e - Manşon kısmı     |
| c - Pota       | f - Destek tekerleri |

Şekil 8.33 Kum astarlı kokilde savurma döküm

Bu yöntemde, dökülen borulara ısı işlem uygulanmaz. Makinanın verimi saatte 10 adet civarındadır. Son zamanlarda gelik kokil içine, reçine-kum karışımından daha ince gömlek yerleştirilerek ve soğuma hızını biraz daha artırarak üretim artırılmıştır.

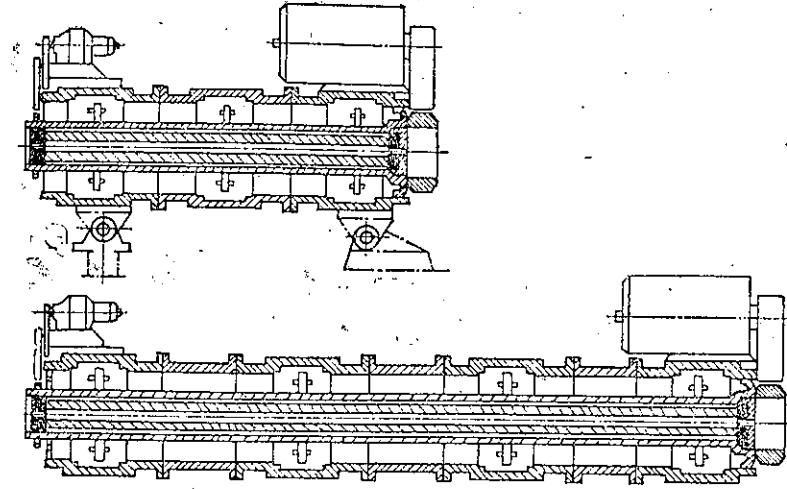
Kısa parçaların düşey eksenli makinelerde, daha hızlı devir sayıları ile, savurma dökümü yapılır. Bu durumda boru alt kısımlarında, kesit kalınlığı biraz fazla olmaktadır.

### 3 — ÇELİĞİN SAVURMA DÖKÜMÜ :

Çelik alaşımlarının çekmesi fazla ve ergime sıcaklığı yüksektir. Bu yüzden savurma yöntemi ile dökümü de çok güç olur.

Yatay savurma döküm makinası ile, iç yüzeyi 3-4 mm. kum astar ile kaplı ve suyla soğutulan kokiller içinde 3300 - 6750 mm. boyunda, (örneğin 500 mm. dış ve 70 mm. iç çapında) 3 tona kadar kalın kesitli borular dökülebilir. Yüksek alaşımlı krom-nikel (Cr-Ni) çeliğinden dökülen bu yarı mamul borular, sonradan çeşitli yöntemlerle (sıcak çekme veya Mannesman çapraz' vals yöntemi gibi), dikizsiz boru üretiminde hammadde olarak kullanılırlar. Şekil 8.34'de savurma olarak dökülen çelik hammadde boruların makinası görülmektedir.

Röchling-Wetzlar yönteminde ise, havayla soğutulan dökme demirden yapılmış ağır kokiller, iç yüzeyi kille astar boyası yapılarak kullanılırlar. Bu yöntemde katılaşma anında çatlama olmaması için aksel boyda bir basma kuvveti katılaşma süresince alaşımı sıkarak.



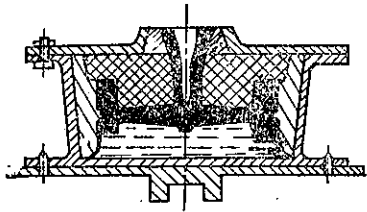
Şekil 8.34 Çelik hammadde boru makinası.

20 ile 45 ton ağırlığında hammadde boru blokları düşey savurma döküm makinelerinde (Thyssen-Hütte) dökülerek, sonra da gerekli işler için hammadde olarak kullanılırlar. Kullanma yerleri dikizsiz boru, vagon teker gemberleri, içi boş boru şaftları, dişli taslakları ve flanşlar, uçak motoru silindirleri vb. gibi. Kullanılacağı yere göre boru iç yüzeyi, delikten biraz büyük çaplı bir çelik malafayı kuvvetle, presleyerek geçirmek suretiyle, hassas ölçü ve sıkı bir iç yapıya kavuşur.

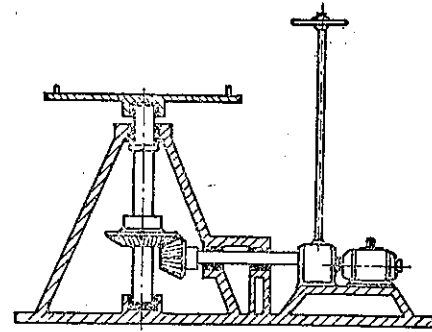
### 4 — ÇEŞİTLİ PARÇALARIN SAVURMA DÖKÜMÜ :

Çeşitli makina parçaları düşey eksenli savurma döküm makinelerinde merkezkaç kuvvetinin etkisinin iyi kalıp doldurma yönteminden yararlanılarak dökülebilirler. Dönme eksenine üzerine yerleştirilen yolluk kanalıyla verilen sıvı maden, çevredeki kalıba doğru savrulur. Çok duyarlı (hassas) parçaların, küçük tolerans sınırları içinde yapımı mümkündür. Dökülecek parçaların dönme eksenine göre oldukça simetrik bir şekle sahip olmaları gerekir. Yüksek ergime sıcaklığı ve dökümü zor olan maden ve alaşımlar bu yöntemle, ince kesit kalınlıklarında dökülebilmektedirler.

Şekil 8.35 ve Şekil 8.36 da bu amaçla yapılmış bir savurma kalıbı ve bu kalıbın bağlanarak savrulduğu makinanın kesitleri görülmektedir.

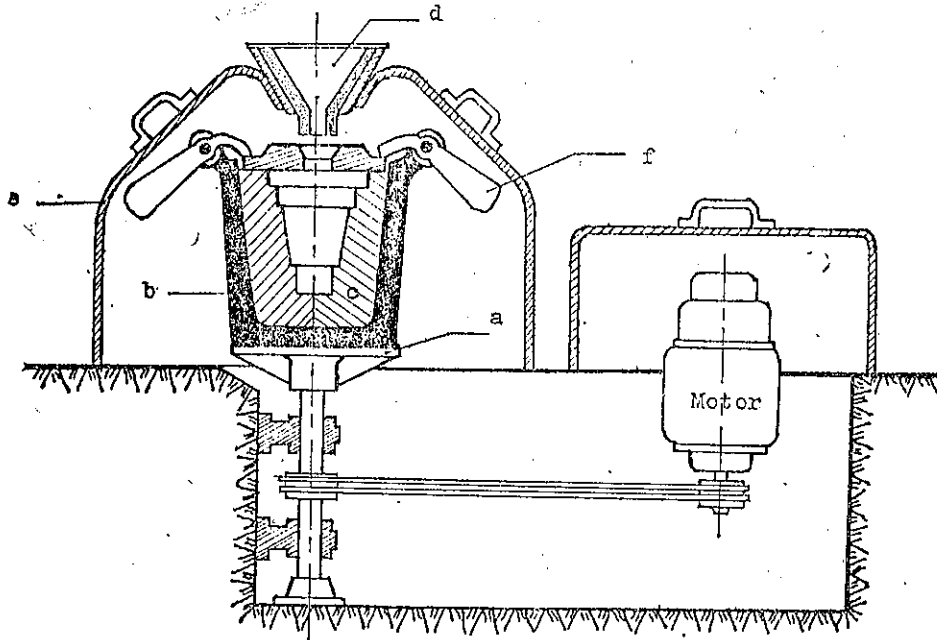


Şekil 8.35 Savurma kalıbı



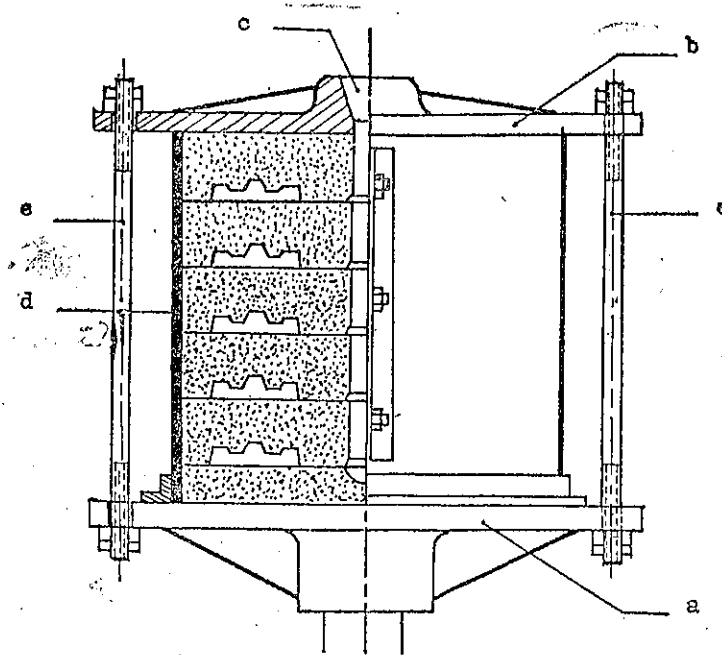
Şekil 8.36 Savurma makinası kesiti

Şekil 8.37 de ise savurma döküm sistemi ile, Şekil 8.38 de savurma dökümle yapılacak bir kalıp görülmektedir.



- |                  |              |
|------------------|--------------|
| a - Tabla        | d - Yolluk   |
| b - Kalıp tutucu | e - Muhafaza |
| c - Kalıp        | f - Kilit    |

Şekil 8.37 Savurma döküm sistemi



- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| a - Döner tabla | d - Kalıplar          |
| b - Üst tabla   | e - Bağlama çubukları |
| c - Yolluk      |                       |

Şekil 8.38 Savurma döküm kalıbı.

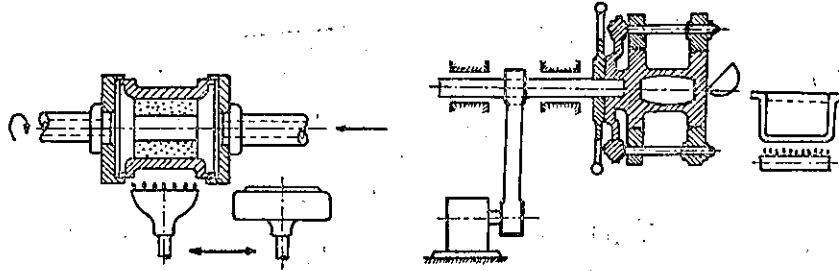
### 5 - SAVURMA DÖKÜMLE BİRLEŞTİRME :

Merkezkaç döküm makinası ile iki ayrı maden veya alaşım birleştirilip birbirine bağlanabilir. Örneğin, bir çelik veya dökme demir yatak içine sıvı haldeki yatak alaşımı (kurşun bronz, yatak metali, v.b.) bu yöntemle kaplanır. Şekil 8.39 da savurma dökümle birleştirme yapan makineler görülmüyor.

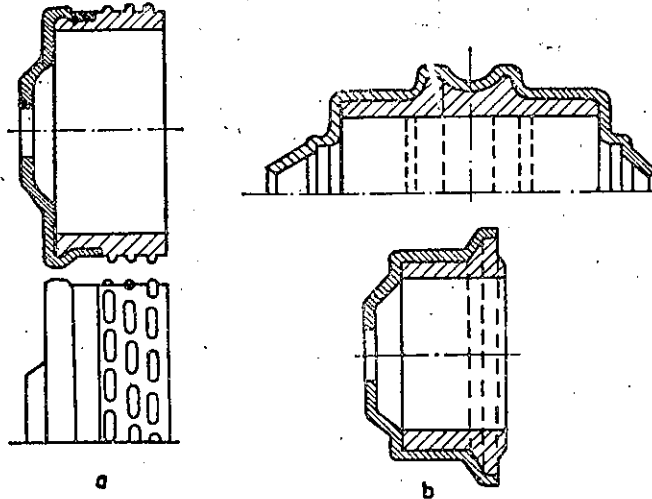
Fren kampanalarının, preslenerek şekil verilmiş olanı çelik kasnak içlerine, aşınma ve ısı iletme özellikleri çok iyi olan esmer dökme demirle birleştirilmeleri uygulaması bugün çok yaygındır. Şekil 8.40 (a-b) de bu yöntemle 760 °C kadar ısıtılan çelik tambur kasnağı, savurma döküm makinasına bağlanır: Dökme demirin kaynamasını sağlamak için kalıbı soda eriyiği ile temizlemek gerekir.

Dökülen esmer dökme demirin bileşimi aşağıdaki gibi olmalıdır.

Karbon	% 3,7
Silisyum	% 1,9
Manganez	% 0,7
Fosfor	% 0,1
Kükürt	% 0,05
Krom	% 0,35
Molibden	% 0,35
Nikel	% 1,4



Şekil 8.39 Savurma döküm birleştirme makinası.



Şekil 8.40

Aynı şekilde kağıt ve tekstil sanayii için, iç kısmı dökme demir, dış yüzeyi paslanmaz nikelli çelikten olan hadde silindirleri de yapılmaktadır.

## 6 — SAVURMA DÖKÜME BENZER YÖNTEMLER :

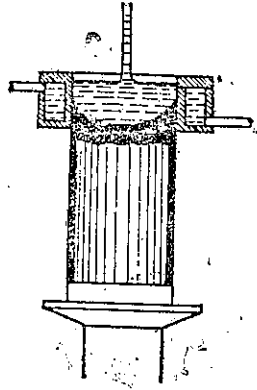
Savurma döküme benzediği halde, dönme sayısının çok az olması nedeniyle, merkezkaç kuvvetten yararlanılamayan bu yöntemle, iç çapları çok küçük burçlar veya dolu çubukların dökümü (dökme demir, çelik döküm ve özellikle demirsiz alaşımlar için) yapılmaktadır. Boru hammaddesi veya burçların ortalarındaki delik merkezkaç kuvvet etkisiyle olmayıp, dönme ekseninde bulunan bir çelik maça ile elde edilmektedir. Yavaş dönmeye sıvı maden, katılaşıpken çelik maçaya ve kokilin iç yüzeyine sürtüldüğünden çelik maçanın çıkarılması kolaydır. Bu durum ayrıca yüzeylerin çok temiz ve sık dokulu olmasını sağlamış olur. İç delik yüzeyi çabuk soğuduğundan sert olmakta, iyi ölçü ve eksen tamlığı vermesi nedeniyle de (örneğin rulman yataklarının bilezikleri gibi) duyarlı parçaların üretiminde kullanılmaktadır.

Bu yöntemle 15-300 mm. çapındaki borular, 15-300 mm. çapında ve 600 mm. boyunda burçlar dökülebilir. 30 mm. kesitinde ve 1400 mm. boyunda çubuk ve borular da yapılabilmektedir.

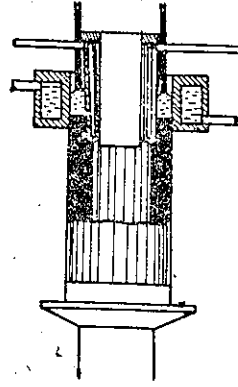
## 8.6. — DEVAMLI (Sürekli) DÖKÜM :

Bu yöntem değişik bir döküm şeklidir. Dolu ve içi boş, uzun parçaların elde edilmesinde uygulanır. Sıvı maden su ile soğutulan bir kokil kalıp içine dökülür. Kalıbın soğutma hızı, madenin katılma hızına göre ayarlanır. Sürekli olarak akan maden kokil kalıbın biçimini alarak katılaşıp. Bu şekilde "DEVAMLI (Sürekli) DÖKÜM" meydana gelmiş olur. Şekil 8.41 de boru biçiminde parçaların devamlı dökümü yapıpı şematik olarak gösterilmektedir.

Dökülen parçaların bazıları, potaya alınan sıvı maden miktarına göre sınırlanır. Buna "Yarı Devamlı Döküm" denir. Bazı uygulamalarda, özellikle hafif alaşımlarda sonsuz boylarda parçaların dökümü yapılır. Bu da "Tam Devamlı Döküm" adını alır. Devamlı döküm dikey ve yatay olabilir.



Şekil 8.41



Şekil 8.42

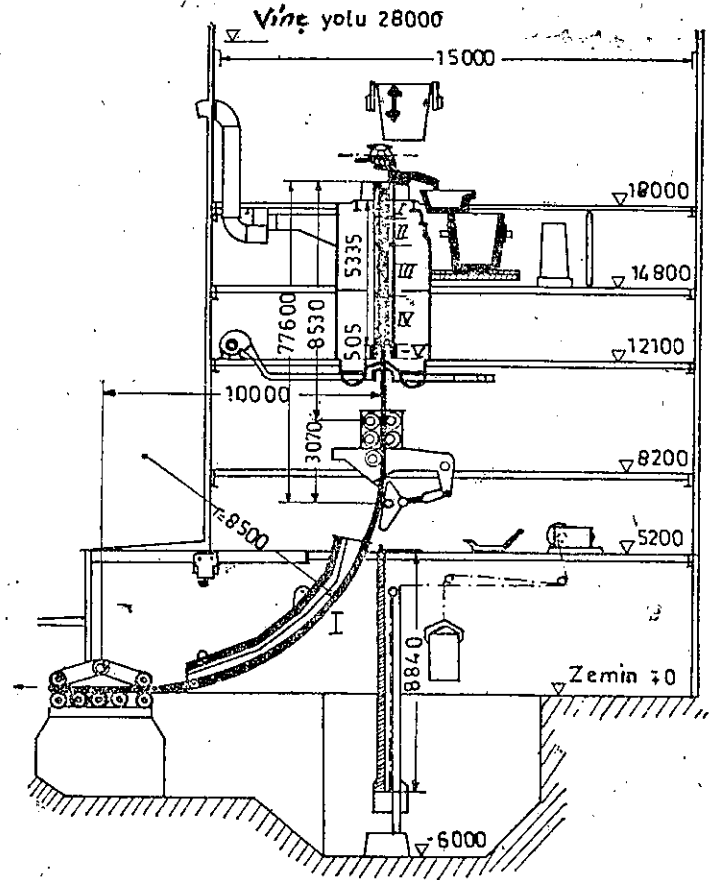
### 1 — ÇELİĞİN DÜŞEY OLARAK DEVAMLILIK DÖKÜMÜ :

Çeliğin devamlı dökümü, çoğunlukla yarı mamüllerde veya doğrudan doğruya boru ve çeşitli profillerin yapımında kullanılır. Şekil 8.43 de görülen kuruluşta devamlı dökümle çelik blok elde edilmektedir. Burada  $50 \times 50$  mm. ölçüsünde (8) tane çubuk  $7-10$  m/dak. hızla,  $225 \times 25$  mm. ölçüsündeki kütükler  $1$  m/dak. hızla ve  $1500 \times 200$  mm. ölçüsündeki kütükler ise  $0,7$  m/dak. hızla oluşturulabilirler. Kuruluşlar buna göre düzenlenir.

Kokil kalıbın iç yüzeyi sert krome edilmiştir ve kendisi dövme bakırdandır. Soğutma, aşağı doğru gittikçe artarak püskürtülen su ile sağlanır. Kalıp içinde aşağı doğru akan sıvı maden katılaşıp biçimlenir. Kalıba az bir titreşim verilir. Başlangıçta kalıbın alt çıkışına, bir yönlendirici kayıt yerleştirilir. Sıvı madenin teması ile katılaşmasında, yönlendirici aşağı doğru çekilerek işlem başlatılır. Soğutma bölgesi (6) mm. dir. Tam katılaşmamış olan parçanın biçim değişikliğine uğramaması için, soğutulmuş silindirler arasından geçirilir. Parçanın yüzey kısmı  $680$  °C. dolayındadır ve buradan kızıl renkte çıkar. Taşıyıcı silindirler arasından aşağı doğru ilerler. Kuruluşun yüksekliğinin azaltılması için, şekilde görüldüğü gibi eğici silindirler yardımı ile bir dönüş yaptırılır. Burada parçanın yüzey sıcaklığı  $810$  °C. dolayında olur. Daha sonra  $960$  °C'ye yükselir. Bunun nedeni gerecin iç kısmının sıcaklığıdır. Bundan sonra, uygun kanallarda kayan parça, silindirler arasında düzleştirilir. Daha sonra, kullanılma yerlerine göre, oksijenli kesiciler ile istenilen boyda kesilir.  $30$  tonluk bir potanın içindeki madenin dökümü, bu tip

bir kuruluşta,  $30$  dakika dolayında tamamlanır. Gelecek dökümün hazırlıkları ile beraber, toplam işlem ( $60$ ) dakikayı bulur. Bu kuruluşlardaki kokil kalıplar ( $1000$ ) döküme kadar kullanılabilirler. Potadaki madenin %  $95-96$  kadarı yararlı döküm şekline getirilebilir.

Alaşımli ve alaşımsız, dinlendirilmiş çelik türleri devamlı döküme elverişlidir. Çatlamaya müsait çelik alaşımları, örneğin silisyumu çok olan çelikler bu yönteme uygun sayılmazlar. Çünkü su soğutması işleminin etkisi ile çatlama meydana gelebilir. Aynı zamanda dinlendirilmemiş çelikler, gaz boşlukları oluşturabileceğinden bu yönteme elverişli görülmezler.



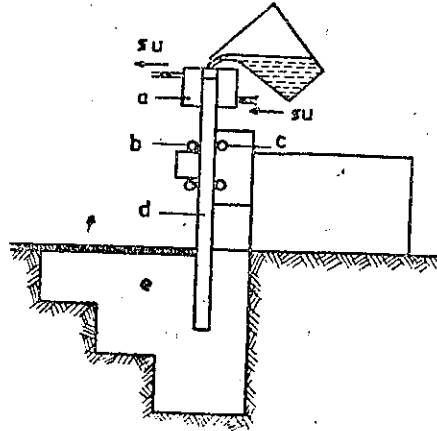
Şekil 8.43 Devamlı döküm kuruluşu şeması.

## 2 — DÜŞEY VE YATAY DEVAMLI DÖKÜM YOLU İLE DÖKME

### DEMİRİN DÖKÜMÜ :

400 mm. çapa kadar, dökme demirde devamlı dökümün uygulanması az görülür. Diğer yöntemler daha uygun görülmektedir. Ender durumlarda, örneğin yatak yapımları için dökme demir çubuklarda uygulandığına rastlanmaktadır.

Şekil 8.44 de görülen makinada devamlı döküm yöntemi ile çubuk dökümü yapılmaktadır. 100 mm. çapında ve 1,7 m. boyunda parçaların bu makina ile dökülmesi (5) dakikada sağlanmaktadır.



- a - Su haznesi
- b - Rule
- c - Rule

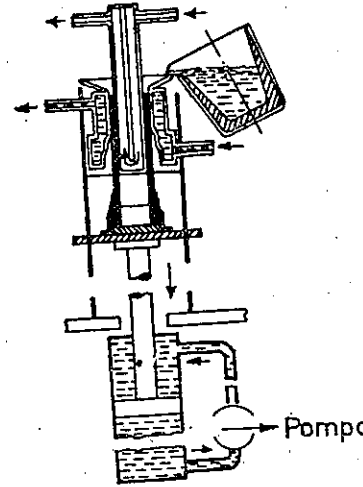
- d - Üretim
- e - Zemin altı derinliği
- f - Madensel zemin

Şekil 8.44 Devamlı döküm yöntemi ile dolu çubuk yapımı.

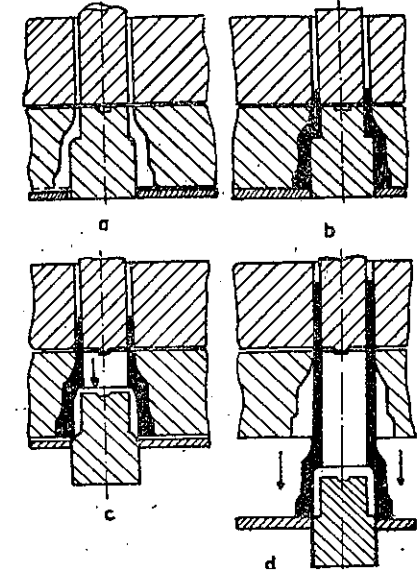
Yatay devamlı dökümde, dökme demirin dökümü iyi sonuçlar vermektedir. Bunun için şekil 8.46 dakine benzer makinalardan yararlanır. 35 - 80 mm. çapında dolu çubuklar 0,2 - 1 m/dak. yürüme hızı ile bu makinada dökülmektedir. Küçük çaplı çubuklarda beyaz doku meydana gelir. Çubuklar sert olur. Bunun için kokil kalıp parçaları, ısı iletkenliği ve özgül ağırlığı fazla olan, aşınmaya dayanıklı grafitten yapılırlar. Kalıplar 6 - 24 saatte değiştirilir. Bu şekilde elde edilen dökme demir çubuklar ince taneli ve sağlam olurlar.

Devamlı dökümde, döküm boruların yapımı çok ucuza sağlanabilir. Üretim çok hızlı olur. Bunun yanında, savurma dökümdeki, boru baş kısımlarına konan kum maçalara gerek görülmez. Burada çelik maçalardan yararlanılabilmektedir.

Şekil 8.45 de boruların devamlı (sürekli) döküm yöntemi ile yapımı görülmüyor. Şekil 8.46 da ise borunun flans kısmındaki değişik biçimi meydana getiren çelik kalıp parçaları görülmektedir.



Şekil 8.45 Düşey olarak devamlı boru dökümü

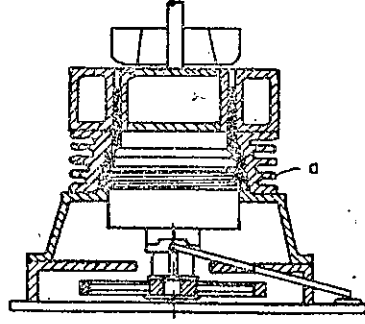


- a - kapalı kokil kalıp
- b - Sıvı madenin doluşu
- c - Manşon kokilinin şekilli
- d - Borunun istenen uzunlukta yapılışı.

Şekil 8.46 Manşon için çelik kalıplar

Şekil 8.47 de boru uç manşonunun (flans kısmının) doğrudan doğruya vidalı olarak elde edilmesini sağlayan kalıp görülmektedir.





Şekil 8.47 Vidalı boru manşonu

### 3 — DEVAMLI (Sürekli) DÖKÜMÜN YARARLARI :

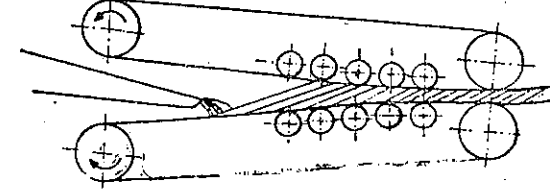
- Döküm koşullarının düzenli olması ile karıncasız, homogen ve öncül kristallerden arınmış bir iç yapı oluşur.
- Bu yüzden, küçük kesitli kütükler diğer çelik üretimlerindeki, büyük kütüklerin haddeleme işlemlerine gerek kalmaz. Bu işlemlerde kullanılan haddeleme kuruluşlarına ait harcamalar da ortadan kalkmış olur.
- Verim % 8-15 artmış olur. Çünkü burada besleyici, çıkıcı, çapak, v.b. kayıplar ile tavlamadaki oksitlenme kayıpları yoktur.
- Dökülen kütüklerin yüzeyleri temiz olduğundan, ayrıca bir temizleme yapılmaz.
- Sıcak işlemler için gerekli, hafif alaşımlar ve çelik ön alaşımları tamamen devamlı (sürekli) döküm yöntemi ile elde edilebilir.

### 8.7. — BAŞKA DEVAMLI DÖKÜM YÖNTEMLERİ :

#### 1 — HAZALET YÖNTEMİ :

Bu yöntem, haddeleme ile dökümü birleştirmektedir. Şekil 8.48 de

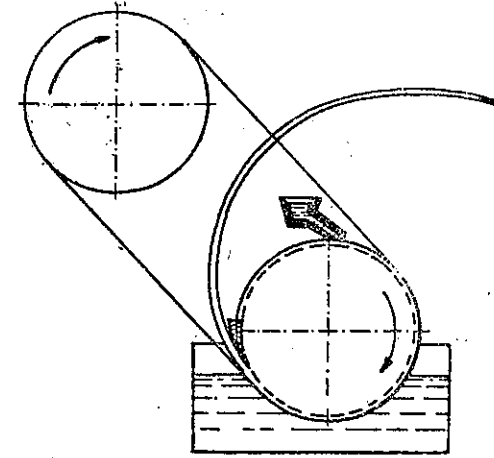
görüldüğü gibi uygulanır. Kalıplar, iki hadde arasında gerilmiş bir çift banttın meydana gelmektedir. Sıvı maden çelik bantlar arasında dökülür. Merdaneler arasından geçerken istenen şekli alır.



Şekil 8.48 Merdaneli ve çelik bantlı sistem.

#### 2 — PROPERZİ YÖNTEMİ :

Sıvı maden, devamlı bir bantı gerdiren ve ön soğutucu bir banyo içine dalmış bulunan merdane üzerine dökülür. Bu yöntem daha çok üçgen kesitli çubukların elde edilmesine uygulanır. Taşıyıcı silindirlerin dönme hızı 1,5 — 2,5 d/dak. dolayındadır. 400 Kg.lık çubuklar bu şekilde bir saatte elde edilebilir. Bu yöntem Şekil 8.49 da şematik olarak gösterilmiştir.



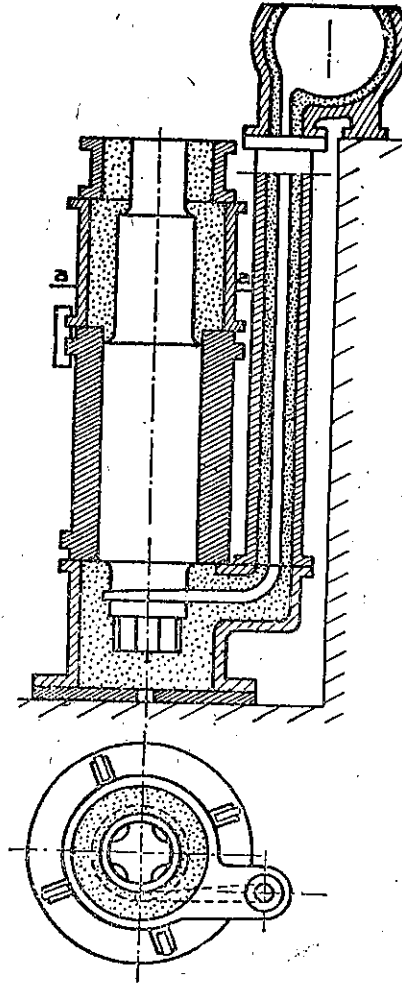
Şekil 8.49 Sonsuz (nihayetsiz) bantlı sistem

## 8.8. — HADDE SİLİNDİRLERİNİN DÖKÜMÜ :

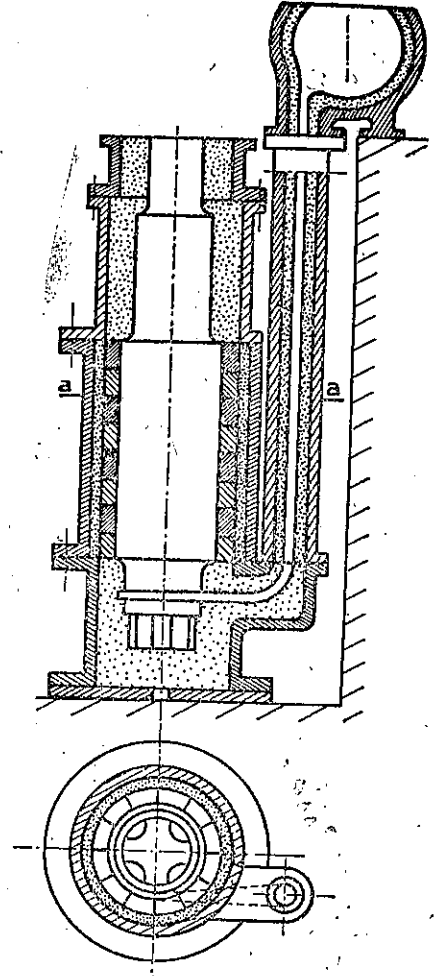
Dökme demirden dökülen bazı parçaların yüzey kısımlarının sert olması istenir. Bu parçaların kokil kalıplara dökülmesi gerekir. Bu parçaların işlenmesi gereken kısımlarının normal ve diğer kısımlarının da sert olması istenir. Sert olması istenen kısımları kokile alınır. Normal olması gereken kısımları da kumla kalıplanır. Kokille temas eden kısımları çabuk soğur ve sert olur. Çünkü karbonun grafit halinde ayrılmasına zaman kalmaz. Bu kısımlar beyaz dökme demir olur. Kumda kalıplanmış olan kısımlar da normal sertlikte kalır ve işlenmeleri kolay olur. Hadde silindirlerinin haddeleme yapan kısımları sert ve yatakladığı baş kısımları normal olur. Bundan başka yüzeylerinde sertlik istenen parçalara da kokil uygulanmaktadır. Bu yolla elde edilen parçalara su verilmiş dökme demirler ismi de verilmektedir. Kokiller dökümden önce 250 °C'ye kadar ısıtılırlar. Sonuca döküm sıcaklığının tesiri büyük olur. Soğumayı hızlandırmak için bazı kokillerin içinden su dolatılmaktadır. Bu şekilde dökülen parçaların üst yüzeyi beyaz dökme demir, iç kısımlara doğru gidildikçe esmer dökme demir yapısında olduğu görülür. Bu şekilde dökülecek parçalar için silisyumu ve manganezi az olan alaşımların uygun olduğu görülmüştür. Beyaz dökme demirden, esmer dökme demire geçişin yavaş olması için dökülen madenin fazla tavlı olmaması gerekir. Kokil kısımların yüzeyleri ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanır. Böylece kokillerin ömrü de uzatılır. Şekil 8.50 ve Şekil 8.51 de iki şekilde dökülebilen hadde silindirlerinin kesit olarak kalıplanmaları görülmektedir.

Bir hadde silindiri alaşımı aşağıdaki gibidir:

Bileşik karbon	% 0,8
Toplam karbon	% 3,0 — 3,3
Silisyum	% 0,8
Manganez (ençok)	% 0,6
Fosfor (ençok)	% 0,5
Kükürt	% 0,1



Şekil 8.50 Tek parçalı kokille silindir dökümü



Şekil 8.51 Çok parçalı kokille silindir dökümü

### 8.9. — MEEHANİTE DÖKME DEMİR DÖKÜMÜ :

Bu yöntem, ilk defa yapanın adını taşımaktadır. Yirminci yüzyılın başlarında A. R. Meenan tarafından bulunmuştur. Esmer dökme demirin geliştirilmiş bir şeklidir. Beyaz dokuda katılaşması gereken bir dökme demir, sıvı maden potada iken bazı toprak alkali metaller karıştırılarak esmer dökme demir şeklinde katılaşması sağlanır. "Kalsiyum-silisyum" aşılması ile ayrılan grafitin lamel (yaprak-pul) grafit şeklinde oluşması önlenir. Düzgün dağılımlı bir grafitlenme meydana gelir. Katılan "kalsiyum-silisyum" miktarı ton başına 2,5 - 3,5 Kg. olarak hesaplanır.

Bu yöntemde ısıya, korozyona, aşınmaya dayanıklı, iç yapısı homojen olan bir esmer dökme demir elde edilir. Dökülen parçaların özelliklerinin kesit kalınlıkları ile ilişkisi çok az olur.

Bu döküm şeklinde istenen sonuçlar için, normal kupol ocakları yeterli olamamaktadır. Bu ocaklarda, hava delikleri arasındaki açıklıklar fazladır. Meehanite döküm yönteminde kullanılan kupol ocaklarında, hava delikleri arasındaki boşluklar, havanın daha düzenli ve eşit dağılımını sağlayacak şekilde düzenlenir. Hava delikleri küçültülerek sayıları artırılır. Üst hava delikleri düzeni kullanılır. Ocağın çalışmasında yüklenmesi, gereğine göre ayarlanır ve özenle uygulanır. Vezinlere % 50 - 80 gelik hurdası konur. Bu şekilde karbon miktarı düşürülmüş olur. "Kalsiyum-silisyum"un potaya atılması düzenli bir şekilde gerçekleştirilir. Otomatik duruma getirilmesi daha yararlıdır.

Her türlü çalışma, özenli bir denetim altında tutulmalıdır. Her çesit tekniğin yanında, istenene uygun döküm parçaların elde edilmesi, dökümdeki çalışma koşulları ile yakından ilgilidir.

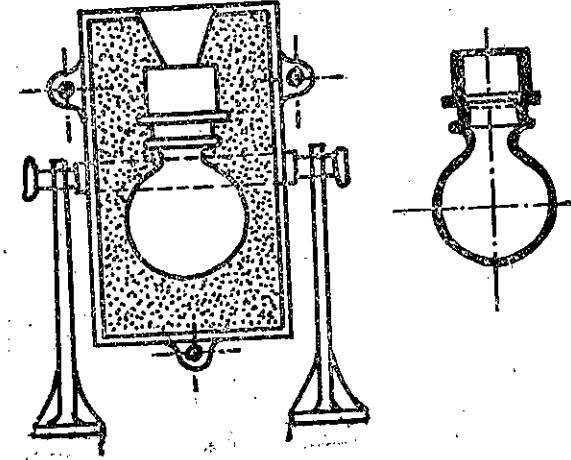
### 8.10 — BOŞALTMA DÖKÜMÜ :

Kalıba dökülen sıvı maden bir süre (5 - 15 saniye) bekletildikten sonra, kalıp ters çevrilerek boşaltılır. Bu bekletilme zamanında bir miktar maden, kalıp iç yüzeylerinde bir kabuk şeklinde istenilen kalınlıkta katılaşır. Böylece, açılan kalıptan içi boş bir parça elde edilir. Bu par-

ça, maça kullanılmadan içi boş olarak elde edilmiş olur. Bu yöntem "BOŞALTMA DÖKÜMÜ" adı verilir. Boşaltma döküm, kokil veya çok az sayıdaki işler için kum kalıpta da yapılır. Şekil 8.52 de döndürme sistemine bağlanmış bir boşaltma döküm kalıbı ve elde edilen döküm parçasının kesiti görülmektedir.

Boşaltma döküm için en uygun maden çinko (tutya) dr. Saflığı ölçüsünde daha iyi sonuçlar alınmaktadır. Madenin özellikleri, tavi ve kalıpta bekletilme zamanı, başarı için çok önemlidir.

Boşaltma döküm, diğer bazı alaşımlara da (alüminyum, pirinç vb.) uygulanabilmektedir.



Şekil 8.52 Boşaltma döküm yöntemi

## SORULAR

- 1 — Çimentolu kumda kalıplamanın yararlarını söyleyiniz.
- 2 — Bu kalıplamanın özelliklerini anlatınız.
- 3 — Karbondioksit (veya sodyum silikat) yöntemi hakkında neler biliyorsunuz?
- 4 — Maça ve kalıp kumları karbondioksit gazı ile nasıl sertleşirler?
- 5 — Kabuk kalıpcılığı hakkında bildiklerinizi kısaca anlatınız.
- 6 — Bir kabuk kalıbın nasıl yapıldığını açıklayınız.
- 7 — Model ergitme ile yapılan kalıplara dökümün uygulanması hakkında neler biliyorsunuz?
- 8 — Köpük kalıp nedir?
- 9 — Kokil kalıp nedir?
- 10 — Yararları nelerdir?
- 11 — Bir kokil kalıp nasıl yapılır?
- 12 — Kokil kalıp gereçleri hakkında neler biliyorsunuz?
- 13 — Kokil kalıbın yararları nelerdir?
- 14 — Basınçlı döküm nedir, nasıl uygulanır?
- 15 — Basınçlı döküm makinalarını bölümleyiniz.
- 16 — Basınçlı döküm kalıplarının nasıl yapıldıklarını ve özelliklerini söyleyiniz.
- 17 — Savurma döküm nedir?
- 18 — Yararları nelerdir?
- 19 — Kaç türlü savurma döküm yöntemi vardır?
- 20 — Devamlı döküm hakkında neler biliyorsunuz?
- 21 — Hadde silindirlerinin dökümünü anlatınız.
- 22 — Meehanite dökme demir dökümü hakkında bildiklerinizi anlatınız.
- 23 — Boşatma döküm nedir, nasıl uygulanır?

## BÖLÜM : 9

### DÖKÜM LABORATUVARI

#### 9.1. — GİRİŞ :

Çağımızda her meslek dalı incelendiğinde hepsinin her geçen gün, bir önceki güne göre daha iyiye gittiği, daha gelişmiş teknoloji içinde çalışmakta olduğu görülmektedir. Bu durum dökümcülük için de geçerlidir. Dökümcülük de geçmiş yıllardan başlayarak, bugüne kadar çok büyük aşamalar yaparak gelmiştir. Ve hâlâ bu gelişimini tamamlamış değildir.

Dökümcülükte son 50 yılın aşaması, geçmiş yıllarda yapılmış tüm gelişimleri gerek zaman kısalığı ve gerekse gelişim ve buluşlar yönünden oldukça geride bırakmıştır. Son yıllardaki hızlı gelişimin nedenleri araştırıldığında, kökeninde LABORATUVAR çalışmalarının olduğu görülür.

Bugün laboratuvarsız veya laboratuvara dayalı olmadan hemen hiç bir çalışma yapılmamaktadır. Sorunların çözümünde, çalışmaların daha iyiye götürülmesinde, yeni maden ve alaşımlarının geliştirilmesinde hep laboratuvar çalışmalarının yön vericiliği vardır.

Döküm atelyelerinin girdisi olan maden, kum, kil, yakacak, kömürtozu, kireçtaşı vb. gibi hammaddelerin analizinden başlayıp, bunlardan yapılmış yarı mamul maddelerin çıkışına kadar; atelyenin hemen her bölümünde ve kısımlarında, laboratuvarın etkinliğini ve yön vericiliğini görmek mümkündür. Kısaca LABORATUVAR, DÖKÜMCÜLÜKTE BEYİN görevi yapmaktadır.

Hiç kuşkusuz laboratuvar büyük görevi ve faydalarına karşın, atelyenin tüketicisi durumundadır. Çünkü, gerek kuruluş masraflarının ve gerekse deneylerde kullanılan kimyasal maddelerin çok pahalı olması atelyeye bir yük getirmektedir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarının SABİR, BİLGİ ve BECERİ işi olduğu da dikkate alınır, deneylerin yapımında ve sonuçlandırılmasında bilgili ve becerili teknik elemanlara gerek vardır. Bütün bu giderlere ve zorluklara karşın laboratuvarın, hemen her döküm atelyesinde bulunması büyük yarar sağlamaktadır.

Laboratuvarın kuruluşu küçük tip döküm atelyeleri açısından büyük sorun taşımaktadır. Çünkü, küçük tip döküm atelyeleri laboratuvar yatırımları ve işletilmeleri açısından fazla masraflara giremezler. Böylece döküm atelyeleri ise; girdi hammaddeleri ile ürettiklerini zaman zaman laboratuvarlarda yaptıracakları deneyler ile sorunlarını çözebilirler. Böylece o döküm atelyesinde bilinçli bir çalışmayla kaliteli döküm parçalar dökülebilir. Soruna bu şekilde yaklaşım, üretilen mamül yönünden o döküm atelyesine büyük yararlar sağlar.

Dökümcülükte istenilen düzeydeki laboratuvar, "DÖKÜM LABORATUVARI" adı altında birkaç laboratuvarın birleşmesinden meydana gelir. Her laboratuvar, kendi kuruluş amaçlarına göre ayrı konular üzerinde çalışır. Bugün döküm laboratuvarından, beklenen hizmetlerin yerine getirilmesi bakımından öyle bir bölümlenmeye de esasen gerek vardır.

Döküm atelyelerinde kullanılan hammaddeler için yakın yıllara kadar yeterli düzeyde standartlaşma yapılmamıştır. Ancak son 25 - 30 yıldan bu yana her alanda olduğu gibi, bu alanda da çeşitli deneyler ve bunların yapımında kullanılan çeşitli deney cihazları geliştirilmiştir. Bizler de, diğer ülkeler gibi bu alanda araştırmalar yapan ve bunları daha çok kullanan ve satan ülkelere teknoloji transferi ile deney cihazları satın almaktayız. Bu amaçla kullanılan deney metodları ve cihazları kendiliğinden bu alanda bir standart oluşumunu sağlamıştır. Elde edilen laboratuvar sonuçları daha çok, bu alanda ileri gitmiş ve gelişmiş ülkelerin elde ettikleri sonuçlar ile karşılaştırılarak söylenmektedir. Döküm laboratuvarını oluşturan çeşitli laboratuvarları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

## 9.2. — DÖKÜM LABORATUVARININ ÇEŞİTLERİ :

- A — Kum deneyleri laboratuvarı
- B — Kimyasal deneyler laboratuvarı,

C — Mikroskopsal deneyler laboratuvarı

D — Mekaniksel deneyler laboratuvarı

Döküm laboratuvarının oluşumunu sağlayan bu laboratuvarlar, yaptıkları çalışmalar bakımından aşağıdaki gibi açıklanabilirler:

## A — KUM DENEYLERİ LABORATUVARI :

Kalıp ve maçaların yapımında kullanılan kumların deneyleri bu laboratuvarında yapılır. Kumlara yapılan deneyler çok çeşitlidir. Bu deneylerin yapımında değişik özelliklere sahip deney cihazlarından yararlanılır. Döküm kalıp ve maça kumlarının belirli zamanlarda çeşitli deneyleri yapılır. Bu deney sonuçlarına göre, yapılan kalıp ve maçaların iyi özellikte olup olmadığına karar verilir. Hatalı ve istenilen özelliklere göre hazırlanmamış kumlardan yapılan kalıp ve maçalar, gerektiğinde bozulabilir ve kullanılmazlar.

Kum deneylerinin yapılması, çeşitli döküm hatalarının oluşmasını önler. Bunun sonucu olarak iyi kalitede döküm parçalar dökülür. Böylece yapılmış olan masraflar ve zaman kayıpları önlenmiş olur.

## I. DÖKÜM KUMLARININ DENEYLERİ :

Döküm kumlarına yaş ve kuru halde iken çeşitli deneyler uygulanır. Bu deneyler sırası ile aşağıdaki gibidir :

### I — Yaş durumda uygulanan deneyler

- a — Rutubet tayini
- b — Gaz geçirgenlik
- c — Yaş basınç dayanımı
- d — Yaş dayanım
- e — Akıcılık

### II — Kuru durumda uygulanan deneyler

- a — Kuru gaz geçirgenlik
- b — Kuru basınç dayanımı
- c — Kuru dayanım
- d — Kuru çekme dayanımı

### III — Kumlara uygulanan diğer deneyler

- a — Kireçtaşı tayini
- b — Kil tayini
- c — Elek analizi

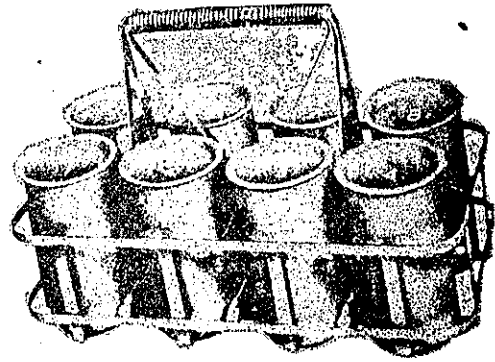
## 2. KILLERE UYGULANAN DENEYLER :

- a — Kilin benzidin deneyi
- b — Kilin süspansiyon deneyi
- I — Yaş durumunda uygulanan deneyler

Deneyde kullanılacak kum örneği; kum hazırlama, kalıp veya maça yapım kısımlarından alınır. Alınacak kum örneği, esas yığının değişik kısımlarından deneylerin yapımına yetecek miktarda olur. Çeşitli bölümlerden alınacak örnek kum bir veya birden çok sayıda olabilir.

Örnekler için ağızları kapaklı ve üzerinde hangi kısımdan alındığını belirten işaret ve numaralar bulunan kaplar kullanılır. Bu kapların topluca taşınabilmesi için gereğinde hepsini alabilecek şekilde özel taşıyıcılar kullanılır. Şekil 9.1 de kum örneği alma kapları ve özel taşıyıcı görülmektedir.

Kum örnekleri laboratuvara getirildikten sonra sıra ile çok kısa zamanda elenerek, aynı kaplara konular ve ağızları tekrar kapatılır. Bu amaçla kullanılan elek, kalıpcının atelyede kullandığı eleğin bir benzeridir. Bu eleme işlemi kısa zamanda yapılmaz veya kum açık havada bırakılırsa, kumdaki rutubet buharlaşır. Bu da yanlış deney sonuçlarını verebilir. Bundan sonra esas deneylere sıra ile başlanır.



Şekil 9.1 Kum örneği alma kapları ve özel taşıyıcı

### a — Rutubet Tayini

Bu deney gerek zaman değerlendirilmesi ve gerekse özelliği nedeniyle öncelikle yapılmalıdır. Kumdaki suyun kurutulması devam ederken, geçecek zaman içinde diğer deneylere geçilebilir.

Rutubet deneyi, kum içinde bulunan suyun 105 — 110 °C de buharlaştırılması suretiyle yapılır. Elde edilen değerlere göre kumdaki % (yüzde) nem (rutubet) miktarı belirtilir. Bu deney için özel terazide 20 - 50 gr. arasında kum örneği tartılır. Tartılan kum örneği, kurutma cihazının özel tavaasına dökülür. (Bu işlem bazı cihazlarda darası sıfırlanmış tava içine kum konularak tartılır.) Tava içindeki kum örneği ağırlığına göre 4 - 10 dakika arasında kurutulur. Kurutma zamanı bitiminde kum, cihaz içinde soğuyuncaya kadar bekletilir. Elde edilen sonuca göre % (yüzde) nem miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

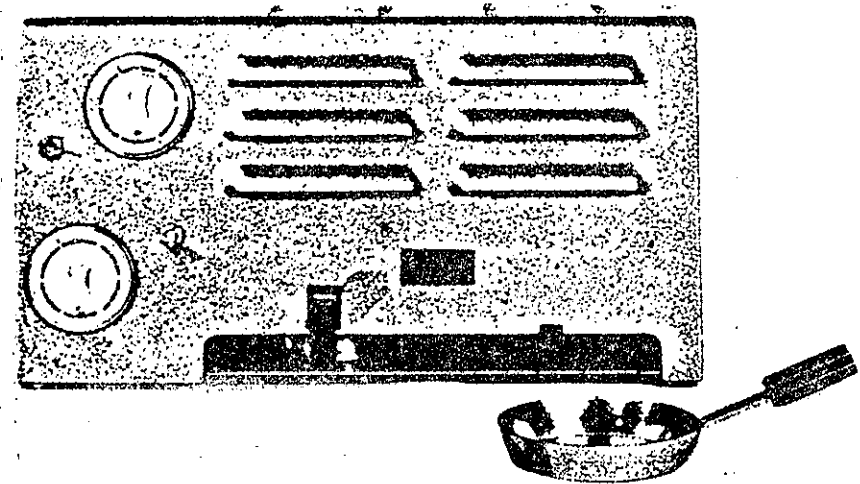
$$\% \text{ Nem} = \frac{G - G_1}{G} \cdot 100$$

Burada; G = Rutubetli kum örnek miktarı

G<sub>1</sub> = Kurutulmuş kum örnek miktarı

Kurutulmuş kumun soğutulma işlemi, bazen bir desikatör içinde yapılabilir. Ayrıca kurutma sonunda kumun sabit tartıma gelmesine kadar birkaç defa yapılabilir. Fakat günlük olarak yapılan deneylerde bu denli duyarlılıkta (hassas) bir çalışmaya gerek duyulmaz.

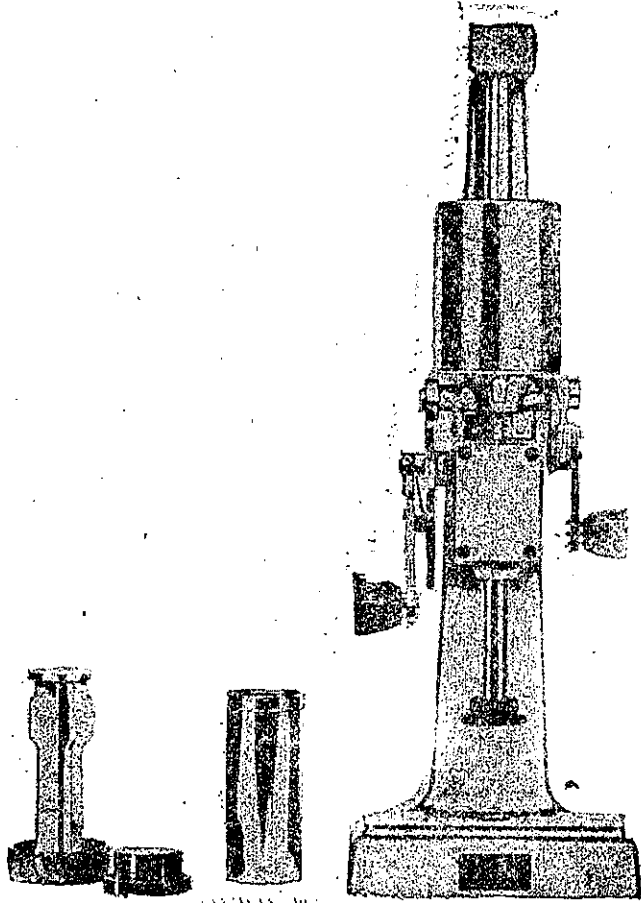
Kalıp kumunun kurutulmasında değişik kurutma cihazları kullanılır. Bunlar bir veya birden çok sayıda kurutma tavahı olarak yapılırlar. Ayrıca kurutma işlemi cihaz içinde meydana gelen sıcak havanın kum yüzeyine, üstten bir vantilatör ile üflenmesi şeklinde veya enfrarüj lambalı olarak yapılırlar. Şekil 9.2 de enfrarüj lambalı kurutma cihazı görülmektedir.



Şekil 9.2 Enfrarüj lambalı rutubet kurutma cihazı

### Standart deney parçasının hazırlanması:

Gaz geçirgenlik, yağ basınç dayanımı, yağ dayanım, kuru gaz geçirgenlik ve kuru basınç dayanımı ile daha değişik deneyler için STAN-DART DENEY PARÇASI'nın hazırlanması gerekir. Standart deney parçası Şekil 9.3'deki ÇEKİÇ denilen cihazda hazırlanır. Çekiçte, standart deney parçasının hazırlanmasında ayrıca tüp, tüp altlığı ve örnek çıkarma desteği de kullanılır. Çekiçte örnek hazırlarken dikkat edilecek en önemli husus, standart deney parçasının mümkün olan en kısa zamanda hazırlanmasıdır.



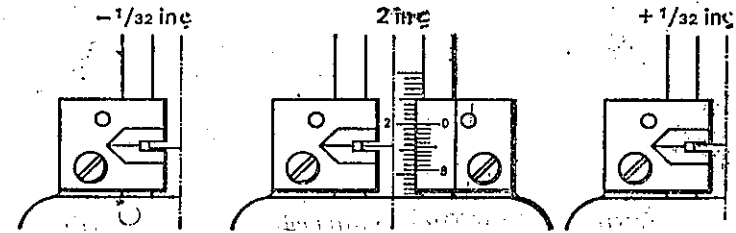
Şekil 9.3 Deney parçası hazırlama çekiç

2 inç çapında ve 2 inç yüksekliğinde (50,8 mm çapında ve 50,8 mm yüksekliğinde) olan silindir şeklindeki bir deney parçası, özel bir tüp içine konulan örnek kum üzerine 14 LİBRE (6,342 kg.) ağırlığındaki parçanın 3 defa düşürülmesiyle elde edilir. Bu şekilde hazırlanan deney parçası A.F.S. (Amerikan Dökümcüler Birliği)'nin kabul ettiği bir standart deney parçasıdır. Genel olarak bu ölçüler, önemli deney ve araştırma çalışmalarının yapımında kabul edilir. Günlük yapılan deneylerle, tolerans kabul edilen çalışmalarda ise, bu ölçülerin  $\pm 1/32$  inç veya  $\pm 0,3$  mm. farklı olması kabul edilebilir.

Deney parçasının gerekli ölçülerini verecek şekilde hazırlanabilmesi için, gerekli miktardaki kum terazide tartılır. Bu kum miktarı, kumun cins ve durumuna göre değişebilir. Bu miktar genel olarak 135 - 170 gr. arasında değişir.

Tartılan kum, özel altlığı üzerine yerleştirilmiş ve çapı 2 inç olan tüp içine dökülür. Örnek kumun tüp içindeki dağılımının iyi bir şekilde olmasına dikkat etmek gerekir. Tüp ve altlığı çekiçin altına getirilir. Tüp altlığının altında bulunan ufak bir çukurluk, çekiç alt gövdesi üzerindeki yerine oturtulur. Böylece de tüp, sıkıştırmaya uygun dikey duruma alır. Tüpü, çekiç altına yerleştirmek için Şekil 9.3'de görülen cihazın sol tarafında bulunan kol ve buna bağlı kamdan yararlanılır. Kolun döndürülmesiyle sıkıştırma başlığı yukarıya kalkar. Daha sonra tüp yerine oturtulur.

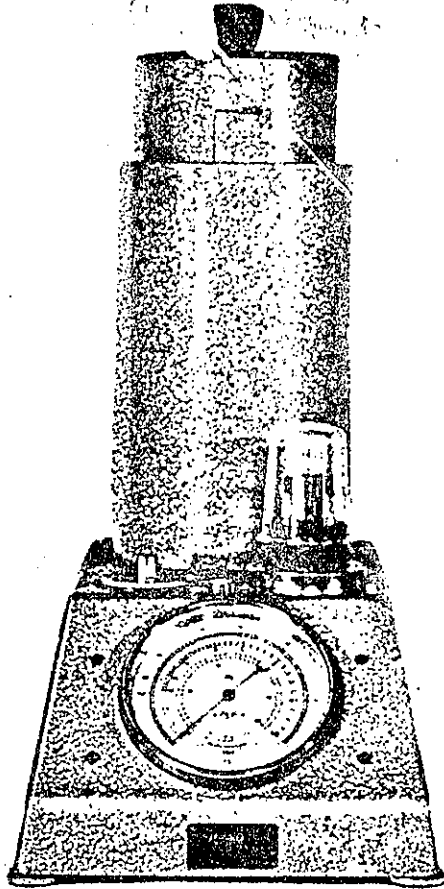
Sıkıştırma başlığını yukarıya kaldıran kol tekrar fakat özenle döndürülür. Bu hareket ile sıkıştırma başlığı yavaş yavaş aşağıya indirilerek, tüp içine girmesi ve kuma temas etmesi sağlanır. Kumun tüp içinde sıkıştırılması için, cihazın sağ tarafında bulunan kol 3 defa çevrilir. Bu dönme hareketi ile ağırlık yukarıya kalkar ve aşağıya düşer. Düşmesi ile de sıkıştırma başlığını kum yüzeyine bastırır. Bu düşürme hareketi ortalama olarak 3 defa ve belli zaman aralıkları ile tekrarlanır.



Şekil 9.4 Standart deney parçasının ölçü kontrolü

Bundan sonra kum deney parçasının boyunun istenilen ölçülerde olup olmadığının kontrolü yapılır. Bu ölçüler, Şekil 9.4 de görülen şekillerdeki gibi olabilir.

Standart ve toleransı kabul edilebilir örnek deney parçası, tüple birlikte çekiç altından alınır. Bunun için gene sıkıştırma başlığını yukarıya kaldıran sol taraftaki kol ve buna bağlı kamdan faydalanılır. Bundan sonra gaz geçirgenlik deneyine geçilir. Aynı şekilde yağ basınç dayanımı, yağ dayanım, kuru gaz geçirgenlik ve kuru basınç dayanım deneyleri için gerekli örnekler, hep aynı şekilde bu çekişte hazırlanırlar.



Şekil 9.5 Gaz geçirgenlik cihazı

#### b — Gaz geçirgenlik :

Bu deneyi, çekişte, standart yöntemlerle hazırlanmış standart deney parçasından 1 cm. su sütunu basıncındaki havanın 1 cm<sup>2</sup> kesit alanından dakikada geçiş miktarıdır diye tanımlayabiliriz. Döküm kumlarının gaz geçirgenliğinin ne kadar önemli olduğu bilinmektedir. Bu deney, kalıptan veya maçadan havanın ve gazların geçiş kolaylığını göstermektedir. Kalıp ve maça kumlarının gaz geçirgenliğinin deneyinde kullanılan cihazlardan bir örnek Şekil 9.5 de görülmektedir.

Deney için gerekli standart deney parçası, çekişte hazırlanır. Gaz geçirgenlik deneyi, standart deney parçası tüp içinde olduğu halde yapılır. Gaz geçirgenliği ölçülecek kumun özelliğine göre mavi veya kırmızı işaretlerle belirtilmiş orfislerden uygun olanı kullanılır. Bunlardan 0-50 arasındaki değerleri gösteren küçük çaplı orfisi, kırmızı renk ise 0-500 arasındaki değerleri gösteren büyük çaplı orfisi belirtir.

Deney için belli hacimdeki havanın, cihazın hava fanusuna (kovana) alınması gerekir. Bunun için, cihaz üzerindeki 3 yollu hava musluğu emme (A harfi) durumuna getirilir ve hava fanusu yavaş yavaş yukarıya kaldırılır. Burada dikkat edilecek en önemli nokta; fanus hızla yukarıya kaldırılarak, cihaz içindeki su dışarı taşırılmamalıdır. Fanus, üzerindeki (0) sıfır veya onun daha aşağısındaki (X) işareti görülünceye kadar yukarıya kaldırmaya devam edilir. Fanus içine 2000 cm<sup>3</sup> hava alınır. Sonra hava musluğu kapalı (E harfi) durumuna getirilir.

İçinde standart deney parçası olan tüp, cihaz üzerindeki özel yerine yerleştirilir. 3 yollu hava musluğu, bundan sonra açık (B harfi) durumuna getirilir. Fanus içindeki hava, tüp içindeki kum taneleri arasından geçer. Bu arada fanus da aşağıya inmeye başlar. Fanus içindeki hava, kum taneleri arasından geçerken, fazlası ayrı bir bölmede bulunan su yüzeyine basınç yapar ve sıkala üzerindeki ibreyi döndürür. İbrenin bu şekildeki hareketiyle sıkala üzerinde gösterdiği rakam, deneyi yapılan kumun gaz geçirgenlik numarasını belirtir.

Gaz geçirgenlik deneyinde kullanılan bu cihaz, kuru gaz geçirgenlik deneyinin yapımında da kullanılır.

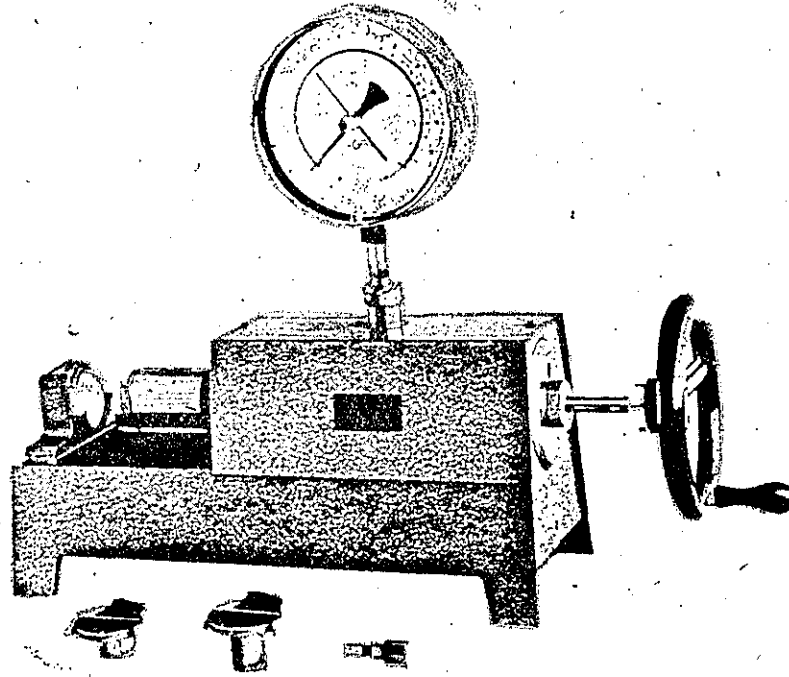
#### c — Yağ basınç dayanımı :

Yağ basınç dayanımı deneyini, standart yöntemlerle hazırlanmış standart deney parçasının üzerine gittikçe artan bir kuvvetle basılarak kırılma anında ölçülebilen en yüksek basınçtır diye tanımlayabiliriz.



Bu deney, gaz geçirgenlik deneyinin sonunda ve standart deney parçasının tüp içinden çıkarılmasından hemen sonra yapılır. Tüp içindeki standart deney parçasını çıkarmak için Şekil 9.3'de görülen örnek çıkarma desteği kullanılır. Tüp, standart deney parçasının çekitte sıkıştırılma yönü, örnek çıkarma desteği üzerine gelecek şekilde geçirilir. Bundan sonra tüp, yavaş ve belli bir kuvvetle aşağıya doğru bastırılır. Bu hareket ile standart deney parçası tüp içinden çıkarılır. Çok hızlı bastırılarak standart deney parçasının ezilmesinden veya örnek çıkarma desteği üzerinden düşürülmesinden kaçınılmalıdır.

Bu deneyde dikkat edilecek en önemli nokta; tüp içinden çıkarılmış olan standart deney parçası, açık havada çok kısa zamanda kurduğundan deneye hemen geçmek gerekir. Örneğin; yüksek gaz geçirme özelliğine sahip kumlar, çok çabuk kururlar. Bunun için deneylerinin en kısa zamanda yapılması gerekir.



Şekil 9.6 Yaş basınç dayanım cihazı

Bu deneyin yapımında da gene değişik yöntemlerle çalışan çeşitli cihazlar kullanılır. Bunlardan bir örnek Şekil 9.6'da görülmektedir. Bu

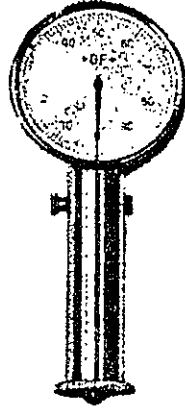
cihaz elle ve hidrolik olarak çalışır. Tüp içinden çıkarılmış standart deney parçası, sıkıştırma yönü sağ tarafa gelecek şekilde cihazın düz sıkıştırma çenelerine özenle yerleştirilir. Daha sonra cihazın kolu belli bir hızla döndürülür. Kolun dönmesiyle çeneler arasındaki örnek yüzeyine gittikçe artan bir basınç gelir. Bu arada sıkala üzerindeki siyah renkli ibre ile göstermeye yardımcı olan kırmızı renkli ibre birlikte dönmeye başlar. Standart deney parçası dayanabileceği en büyük basınçta kırılır ve dağılır. Bu durum standart deney parçasında önce orta kısımlarında bir şişme, çatlama sonunda da az veya çok sayıda parçalara ayrılma şeklinde görülebilir. Kırılma ile birlikte siyah renkli ibre hızla geriye döner. Kırmızı renkli ibre deney sonucunun kolay okunmasını sağlayacak şekilde yerinde kalır.

Bu amaçla yapılmış deney cihazlarının bazılarında hareketi küçük bir motor sağlar. Ayrıca çalışma yöntemi de bu cihaza göre daha değişiktir. Yaş basınç dayanım deneyinde kullanılan bu cihaz, yaş kesme, kuru basınç dayanımı, kuru kesme vb. gibi çeşitli deneylerin yapımında da kullanılır.

#### d — Yaş dayanım

Kalıp ve maçaların yaş haldeyken belli bir dayanıma sahip olmaları istenir. Kalıplanan model, kum içinden çıkarıldıktan sonra kumun yığılıp, kalıbın bozulmaması gerekir. Aksi halde gerek kalıp ve gerekse maçalar yapıldıklarından sonra yığılır, dağılır ve ölçü tamlıklarını bozarlar. Bu arada hazırlanan kalıp ve maçaların, madenin çeşitli etkilerine dayanması istenir. Bunun için kalıp kumunun belli bir basınçta sıkıştırılması gerekir. Aşırı şekilde sıkıştırılmış veya yumuşak hazırlanmış kalıptan da istenilen neticeler elde edilemez. Bunun için hazırlanan kalıpların yeterli sıkılıkta olup olmadıkları kontrol edilir. Bunun ölçülmesinde Şekil 9.7'de görülen cihaz kullanılır.

Bu cihazın tabanında (alt kısım) küçük bir bilya vardır. Buna yapılan hafif bir basınç, bağlı yayı iter ve ibreyi döndürür. Bundan yararlanarak, kalıp iç yüzeylerinin dayanımları ölçülür. Derin yerlerin ölçülmesinde cihazın kilitleme sisteminden yararlanır. Böyle kısımların ölç-



Şekil 9.7 Yaş dayanım cihazı

çülmesinde cihazın kilitlenmesi çalıştırılır. Cihaz kalıp dışına çıkarılarak göstergedeki rakam okunur. Çeşitli deneylerde bulunan ortalama değerlere göre kumların yaş dayanımları aşağıdaki gibidir. (A.F.S.'ye göre)

Çok az sıkıştırılmış kalıplar	20 — 40
Az sıkıştırılmış kalıplar	40 — 50
Orta sıkılıktaki kalıplar	50 — 70
Çok sıkıştırılmış kalıplar	70 — 85
Çok fazla sıkıştırılmış kalıplar	85 — 100

Kalıbın yaş dayanımı kontrolü yukarıda anlatıldığı gibidir. Ancak laboratuvarında bu deney kısaca şöyle yapılır. Örnek kumdan standart ölçüleri verecek miktarda tartılır ve tüp içine dökülür, Tüp çekice yerleştirilir ve standart deney parçası hazırlanır. Sonra tüp, çekiçteki yerinden alınır ve sıkıştırma yönü aşağıya gelecek şekilde (ters) çevrilir. Tüp bu durumda iken, örnek çıkarma desteği üzerine yerleştirilir ve tüp altlığı alınır. Daha sonra yaş dayanım cihazı ile kum örneğin değişik kısımlarındaki sıkılığı ölçülür.

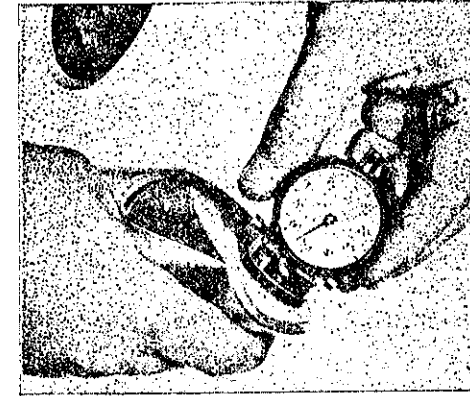
#### e — Akıcılık

Akıcılık, kalıp kumları için önemli bir özelliktir. Model yüzeyinin girintili ve çıkıntılı kısımlarını kalıp kumunun sarması ve ayrıca en derin

kısımlara kadar girmesi gerekir. Bunu ancak iyi bir akıcılık özelliğine sahip kalıp kumu yapabilir. Akıcılığı iyi olmayan kalıp kumu, modelin bütün yüzey şekillerini tam olarak çıkaramaz. Bu nedenle kalıp kumunun zaman zaman akıcılığı kontrol edilir.

Akıcılık deneyi, çekiçte özel olarak hazırlanan örnek üzerinde yapılır. Deney tüpü, altlığı üzerine yerleştirilir ve içine 60° (derece) açı verecek şekilde özel olarak hazırlanmış bir saç parça yerleştirilir. Daha sonra tüpün tamamı, deneyi yapılacak kalıp kumundan doldurulur. Tüp, çekiçteki yerine yerleştirilir. Ağırlık 3 defa belli zaman aralıklarıyla düşürülür ve tüp, çekiçteki yerinden alınır.

Sıkıştırılmış kum örneği, örnek çıkarma desteğiyle tüp içinden çıkarılır ve özel yatağına alınır. Yaş dayanım cihazı ile kum örneğinin önce en ince uç kısmı, daha sonra dip (geri) kısmının eğimli yüzeyleri ölçülür. Uç kısmının rakamı, dip kısmının rakamına bölünmesiyle bulunur. Yapılan deneyler sonucuna göre iyi özellikteki kumun akıcılığı % 45 - 50 arasında olmalıdır. Şekil 9.8 de akıcılık deney örneğinin yaş dayanım cihazıyla ölçülmesi görülmektedir.



Şekil 9.8 Akıcılık deney örneğinin ölçülmesi

#### II — Kuru durumda uygulanan deneyler

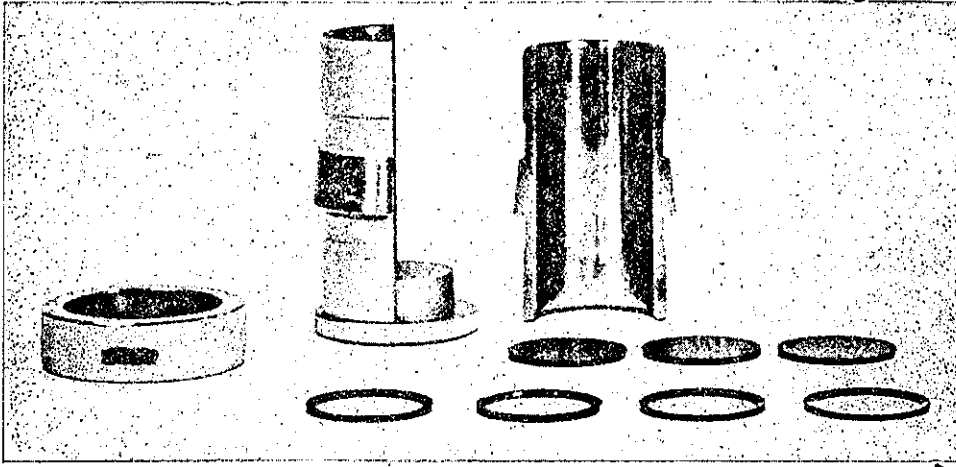
Kalıplar genel olarak yaş (rutubetli) olarak dökülürler. Fakat bazı özel işlerin kalıpları ile maçaları kurutulularak dökülürler. Kurutulularak dökülecek kalıpların kumları ile maçaların yapıldığı kumların, yaş halde

iken beklenen özelliklerden daha farklı özelliklere sahip olması istenir. Kurutulmuş kalıp kumları ile maça kumlarının istenilen özelliklerde olup olmadıkları, laboratuvarında yapılan çeşitli deneylerle anlaşılır.

Kurutulmuş kalıp ve maça kumlarına uygulanan deneyler sırası ile aşağıda açıklandığı gibidir.

#### a — Kuru gaz geçirgenlik

Bu deney yapılmadan önce gerekli olan standart deney parçasının hazırlanması, fırında kurutulması gerekir. Kurutularak deneyleri yapılacak olan kalıp ve maça kumlarının standart deney parçaları Şekil 9.9 da görülen iki parçalı veya Şekil 9.10 daki kesik tüpte hazırlanır.

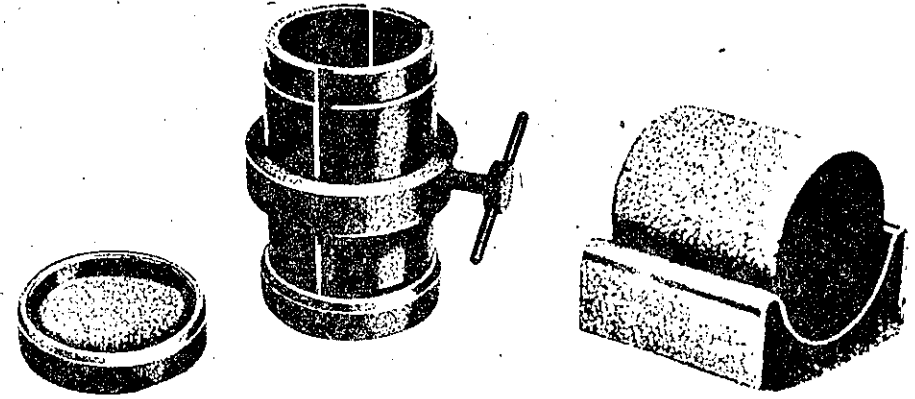


Şekil 9.9 İki parçalı deney tüpü ve bilezikleri

Bu tüpler, dıştan halka geçirilerek veya yan kısımdaki vidası sıkılarak birleştirilirler. Ancak bunların birleştirilmesinden önce, tüpün taban kısmına özel bir bilezik yerleştirilir. Bilezik, standart deney parçasının gaz geçirgenliği ölçülürken veya kurutma işlemi yapılırken taban kısımlarının kırılıp, ufalanmasını önler. Kuru gaz geçirgenlik deneyi için geçiğe, bilinen şekilde ve standart ölçülerde deney parçası hazırlanır.

Standart deney parçası tüpten çıkarılmadan önce, örnek çıkarma altlığı üzerine standart deney parçasının çapına uygun bir ince plaka konur. Standart deney parçası bu plaka üzerine çıkarılır ve fırında kurutulur.

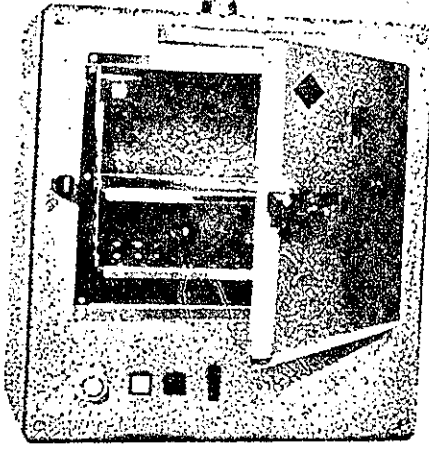
Bu plaka, standart deney parçasının sürtmeler sonucu tabanının ufalanması ve düzgünlüğünün bozulmasını önler. Bu işlemler, maça kumlarından hazırlanacak standart deney parçalarına da uygulanır. Bu şekilde hazırlanmış standart deney parçaları, fırında dikine durdurularak kurutulur ve pişirilirlir. Eğer standart deney parçası dikine konularak fırında kurutulamayacak ise, bu durumda deney parçası özel şekilde hazırlanmış bir yatak üzerine konulur. Deney parçası bu yatak üzerinde kurutulur. Şekil 9.11 de standart deney parçasının yatağına konulmuş durumu görülmektedir.



Şekil 9.10 Kesik deney tüpü ve altlığı

Şekil 9.11 Standart deney parçası ve özel yatağı

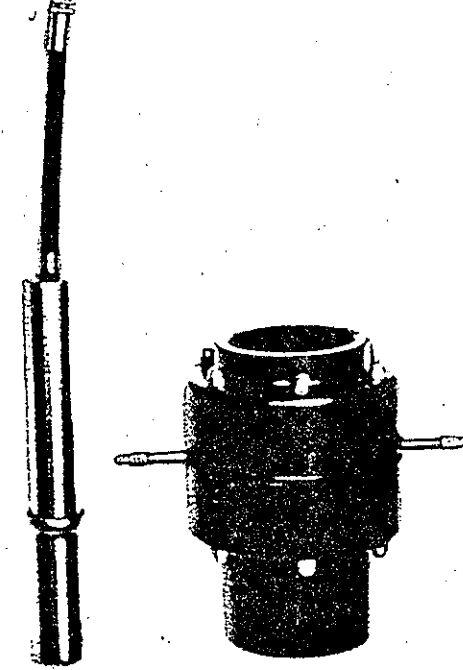
Kurutma veya pişirme işlemlerinde kullanılan fırınlar, özel şekillerde ve çok değişik biçimlerde yapılmışlardır. Bunlara bir örnek Şekil 9.12 de görülen fırın verilebilir. Bu fırınlar özel termostatlı ve tam otomatik olarak çalışırlar. İstenilen sıcaklık düşerse kendi kendine otomatik olarak devreye girer ve sıcaklığı istenilen noktada tutar. Bu fırınlar, laboratuvar deneyleri için 240 - 250 °C sıcaklığa kadar çalışacak şekilde yapılmışlardır. Çok duyarlı yapılmaları nedeniyle oldukça özenli kullanılmalarını gerektirir. Bu da uzun yıllar çalışmasını sağlar.



Şekil 9.12 Laboratuvar fırını

Kalıp kumunun kurutulması 105 - 110 °C de, maçaların pişirilmesi 200 - 240 °C arasında yapılır. Kurutulmuş veya pişirilmiş standart deney parçaları, fırında veya desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulurlar. Amaç, kurutulmuş standart deney parçasını, atmosferin kötü etkilerinden korunmak ve deney sonuçlarının daha iyi çıkmasını sağlamaktır. Bundan sonra kuru gaz geçirgenlik deneyine geçilir.

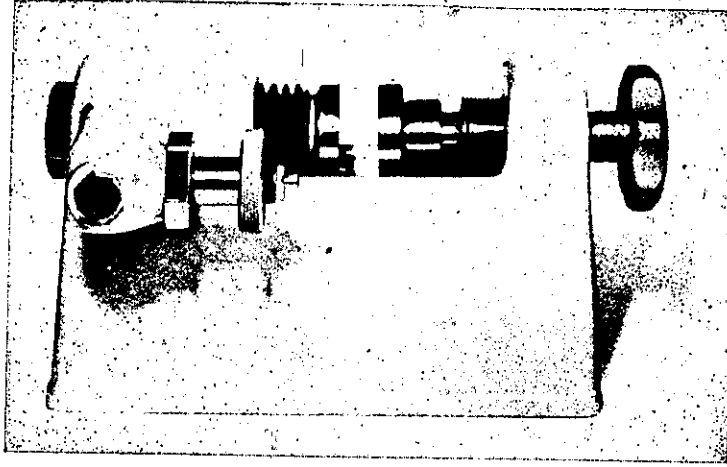
Kuru gaz geçirgenlik deneyi için, Şekil 9.13 de görülen cihaz kullanılır. Standart deney parçası bu cihaz içine, çelik bilezikli kısmı, cihazın iç taban kısmına gelecek şekilde yerleştirilir. Bundan sonra pompa, cihazın yan tarafındaki özel yere bağlanır. Cihazın iç lastik yüzeyi hava kaçağını önleyecek şekilde, pompa ile şişirilir. Burada özen gösterilecek en önemli nokta; bu lastik kısmın gızilip yırtulmasını veya aşırı basınçlı hava ile patlamasına önlemektir. Bundan sonra gaz geçirgenlik cihazında, standart deney parçasının gaz geçirgenliği ölçülür. Bu amaçla hazırlanmış bazı cihazlarda ise; gaz geçirgenlik deneyi yapılmadan önce, standart deney parçası ile cihaz iç yüzeyi arasında kalan boşluğa cıva konur. Konulan cıva, bu boşluktan hava kaçmasını önler. Bundan sonra gaz geçirgenlik deneyine geçilir.



Şekil 9.13 Kuru gaz geçirgenlik cihazı ve pompası

#### b — Kuru basınç dayanımı

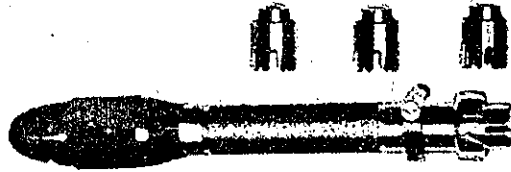
Kalıp ve maça kumlarına kurutulduktan sonra uygulanan bir deneydir. Bu deney için gerekli sayıda standart deney parçaları, yağ basınç dayanımındaki gibi hazırlanırlar. Bunlar fırında kurutulur veya pişirilirler. Daha sonra deneye geçilir. Deney, yağ basınç dayanım cihazında yapılır. Ancak çok yüksek dayanım gösteren kumların (özellikle yağlı maça kumları) deneyleri için Şekil 9.14 de görülen yardımcı cihaz kullanılmaktadır. (Bazı cihazlarda bu deney doğrudan yağ basınç cihazında yapılmaktadır.) Bu cihaz hidrolik olarak çalışır. Kullanılacağı zaman özel yerinden yağ basınç dayanım cihazına bağlanır. Standart deney parçası, bu cihazdaki düz çeneler arasına yerleştirilir. Yağ basınç dayanım cihazının kolu yavaş yavaş döndürülür ve standart deney parçasının, kuru basınç dayanımı ölçülür.



Şekil 9.4 Kuru basınç dayanım cihazı

#### c — Kuru dayanım

Bu deney kurutulmuş kalıp kumlarına uygulanmakla beraber daha çok pişirilmiş maçalara uygulanır. Bu deneyin yapımında Şekil 9.15 de görülen cihaz kullanılır. Pişirilmiş maça yüzeyinin sertliği okunur. Daha sonra bıçak ağzı döndürülerek maçanın yüzey altı sertliği ölçülür. Bu deney ile kurutulmuş kalıp ve pişirilmiş maçaların ne kadar dayanım gösterdikleri öğrenilir.



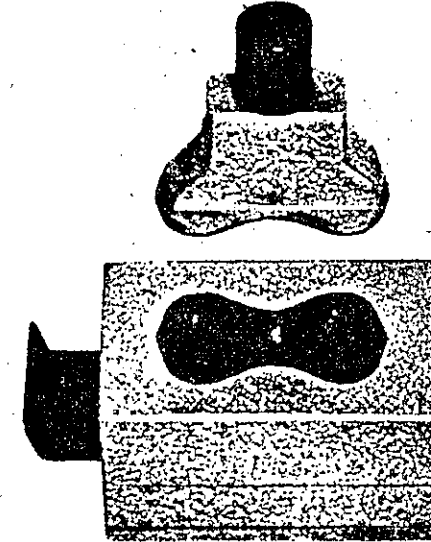
Şekil 9.15 Kuru dayanım cihazı

Kurutulmuş kalıplar ile maçaların sertlik değerlerini bulabilmek için çekiçte, standart deney parçası hazırlanır. Sonra bunlar fırında kurutulur veya pişirilirlir. Bu durumdaki dayanımları ölçülür. Kurutulmuş kalıplar ile maçaların dayanım değerleri aşağıda görüldüğü gibidir.

Kurutulmuş yumuşak kalıplar	20
Kurutulmuş sert kalıplar	40
Pişirilmiş yumuşak maçalar	35
Pişirilmiş orta sertlikteki maçalar	50
Pişirilmiş sert maçalar	75
Pişirilmiş çok sert maçalar	

#### d — Kuru çekme dayanımı

Bu deney de kalıp ve maça kumlarına kurutulduktan veya pişirildikten sonra uygulanır. Bu deneyden amaç, standart deney parçasının üzerine gittikçe artan bir çekme yüküne ne kadar dayanabildiğini öğrenmektir. Deney için özel standart deney parçaları hazırlanır. Bunların hazırlanmasında Şekil 9.16 da görülen özel sıkıştırma başlığı ile maça sandığı kullanılır. Bunun için sıkıştırma başlığı, çekicinin miline bağlanır. Maça sandığı deney kumu ile doldurulur. Çekiçte sıkıştırma yapılır. Fazla kum, maça sandığı üstündeki master ile kesilerek alınır. Standart deney parçası, maça sandığı içinden çıkarılır ve laboratuvar fırınında kurutulur veya pişirilir.



Şekil 9.16 Sıkıştırma başlığı ve maça sandığı

Bu deney, yağ basınç dayanım cihazında yapılır. Deneyin yapımında, parçası şekline uygun cihaz kullanılır. Şekil 9.17. Bu cihaz, yağ basınç dayanım cihazının çeneleri arasına bağlanır. Daha sonra hazırlanmış deney parçası çeneler arasına yerleştirilir. Yağ basınç dayanım cihazının kolu yavaş yavaş döndürülür. Bu hareket ile cihazın sıkma çeneleri birbirlerinden uzaklaşırken, yerleştirilmiş deney parçasını da çeker. Bu çekme sonunda deney parçası, belli bir yük altında kopar. Bulunan rakam, deneyi yapılan kumun kuru çekme dayanımını belirtir.



Şekil 9.17 Çekme deneyi cihazı

### III — Kumlara uygulanan diğer deneyler

Kalıp kumlarına yukarıda açıklanmış olan deneylerden başka; kum hakkında daha çok bilgi sahibi olmak ve tam kontrollü bir çalışmayı yapabilmek için başkaca deneyler de uygulanır. Bu deneylerden bazıları aşağıda açıklanmıştır:

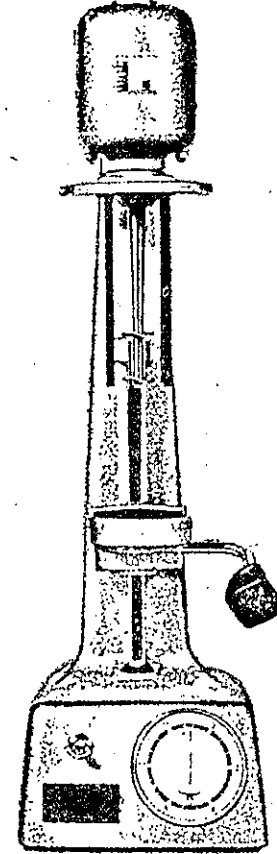
#### a — Kireçtaşı tayini

Bu deney çok kısa zamanda yapılır. Bununla kalıp kumu içinde kireçtaşının olup olmadığı veya varsa, duruma göre döküm atelyesinde kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmesinde yardımcı olur.

Bu deney için kalıp kumundan bir miktar örnek alınır. Asitten etkilenmeyecek bir cam kap içine veya saat camı üstüne konulur. Sonra da bu kum örneği üzerine bol miktarda derişik (sulandırılmamış) hidroklorik asit dökülür. Kumda kaynamanın olup olmadığına bakılır. Kaynama, hava kabarcıkları (habbe) şeklinde görülür. Hava kabarcıklarının fazlası çıkması kireçtaşı miktarının fazlalığını belirtir.

#### b — Kil tayini

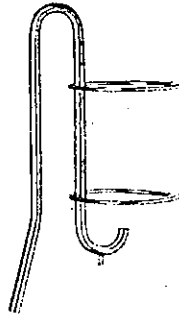
Bu deney, kalıp kumu içindeki kil miktarının bulunması için yapılır. Kil tayini için Şekil 9.18'deki yüksek devirli karıştırıcı cihaz kullanılır. Bu deney için kalıp kumunun esas yığınınından örnek alınır. Bu örnek kumdan 100 gr. kadar tartılır ve kurutulur. Bu kurutmaya tartım sonuçlarının hep aynı değeri vermesine kadar devam edilir. Bu şekilde kum sabit tartıma gelmiş olur. Bundan sonra bu kumdan 20 - 50 gr. tartılır ve 800 - 1000 cc. lik bir beherglasa (silindirik cam kap) konulur. Üzerine deneyi hızlandırıcı olarak 25 cc. % 3 lük sodyumhidroksit (NaOH) ve 475 cc. safsu konulur.



Şekil 9.18 Yüksek devirli karıştırıcı

Bu su miktarı gerekirse daha da fazla konulabilir. Önemli olan cihazda karıştırma yapılırken, suyun beherglas dışına taşmamasıdır. Beherglas karıştırıcıya yerleştirilir. Kumun cins ve özelliğine göre karıştırma zamanı 5 - 20 dakikadır. Zaman bitiminde beherglas karıştırıcıdaki yerinden alınır. İçine karıştırmak için cam baget (cam çubuk) konulur ve üst seviyeye kadar su doldurulur. Cam baget ile karıştırılır ve kum dinlenmeye bırakılır. Bu dinlenmede kum taneleri beherglasın dibine çöker. Kil taneleri ise, üst kısımlarda yüzer. Bu dinlenme zamanı, kumun cinsine, tane yapısına doğal veya yapay oluşuna, kullanılmış veya kullanılmamış oluşuna göre değişir. Genel olarak bu dinlenme zamanı, doğal kalıp kumlarında 30 - 40 dakika, yapay kumlarda daha azdır.

Yeterli görülen bir dinlenme zamanından sonra, kum taneleri üzerindeki kirli ve killi su beherglasın dışına alınır. Bunun için Şekil 9.19 da görülen özel sifon kullanılır. Beherglasa tekrar eksilen su kadar konulur, cam baget ile karıştırılır ve dinlenmeye bırakılır. Tekrar beklenir ve sifonlanır. Bu işleme, sifonlanan suyun renginin temiz (berrak) olmasına kadar devam edilir. Son sifonlamadan sonra, beherglas, fırına konulur. Fırında suyun tamamı buharlaştırılır ve kalan kum tartılır. Bulunan kum miktarı, deneye giren kum miktarından çıkarılır. Aradaki fark tartılan kum miktarına göre kil değerini gösterir. Bu kil değeri % (yüzde) değerine yükseltilecek kumun kil miktarı belirtilir.



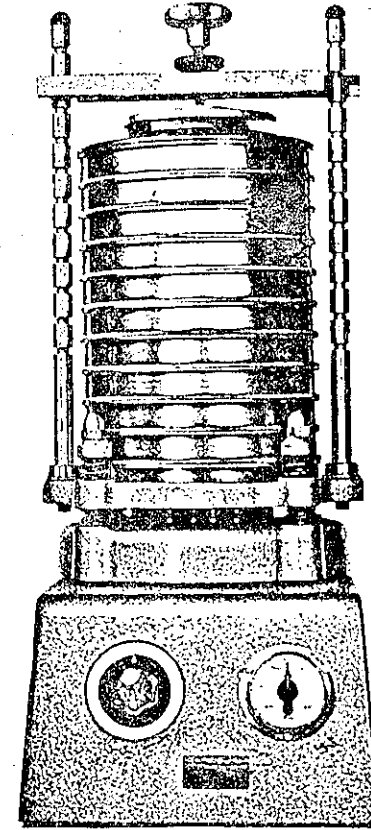
Şekil 9.19 Sifon

#### c — Elek analizi

Bu deneyde 50 gr. kadar yıkanmış, kuru ve kilsiz kumun veya kil taini yapıldıktan sonra kalan kumun elek analizi yapılır. Bu deney için, değişik büyüklükte gözleri (delikleri) bulunan elekler kullanılır. Bu elekler, en büyük gözlüsü en üstte olmak üzere, gittikçe küçülen gözlü

olanlarına doğru üst üste dizilirler. En alt kısma da tava konulur. Elekler, cihazları yapan ülkelerin kullandıkları ölçü sistemlerine göre ayrı şekillerde yapılırlar. Örneğin; Amerikan A.F.S. ye (inç sistemi) göre kullanılan standart elekler 6,12,20,30,40,50,70,100,140,200,270 no. ve tavadan oluşur. Alman (DIN) ve İngiliz (BS) standartlarına göre, bunlar daha değişik ölçülerdedir.

Elekler üst üste konulduktan sonra, deneyi yapılacak kum en üstteki eleğe dökülür ve kapağı kapatılır. Elekler, Şekil 9.20 de görülen sarsmalı cihaza yerleştirilir. Gerekli yerlerinden bağlanır ve cihaz çalıştırılır. Sarsmalı şekilde çalışan bu cihazda kum, 12 - 20 dakika arasında sarsılır. Bu sarsma hareketiyle, kum tanelerinin elek gözlerinden geçmeleri sağlanır. Daha sonra elekler sıra ile alınır ve her elek üzerinde kalan kum taneleri tartılır.



Şekil 9.20 Standart elekler ve sarsmalı cihazı

Tartım sonuçları, bu deney için hazırlanmış olan Tablo 9.1'e yazılır. Tartılan kum sonuçları, gr. yazılı kolona ve ait olduğu elek no. hizasına alt alta yazılır ve toplanır. Böylece deneye giren kum miktarının aynı olup olmadığı da kontrol edilir. Sonra gerekli hesaplama yapılarak % kolonuna, her elek üzerinde kalan kum miktarı tartılarak yazılır ve toplanır. Örneğin; deneye 50 gr. kadar kum alınmış ise, her elek üzerinde kalan miktarın 2 katı alınarak % kolonuna yazılır.

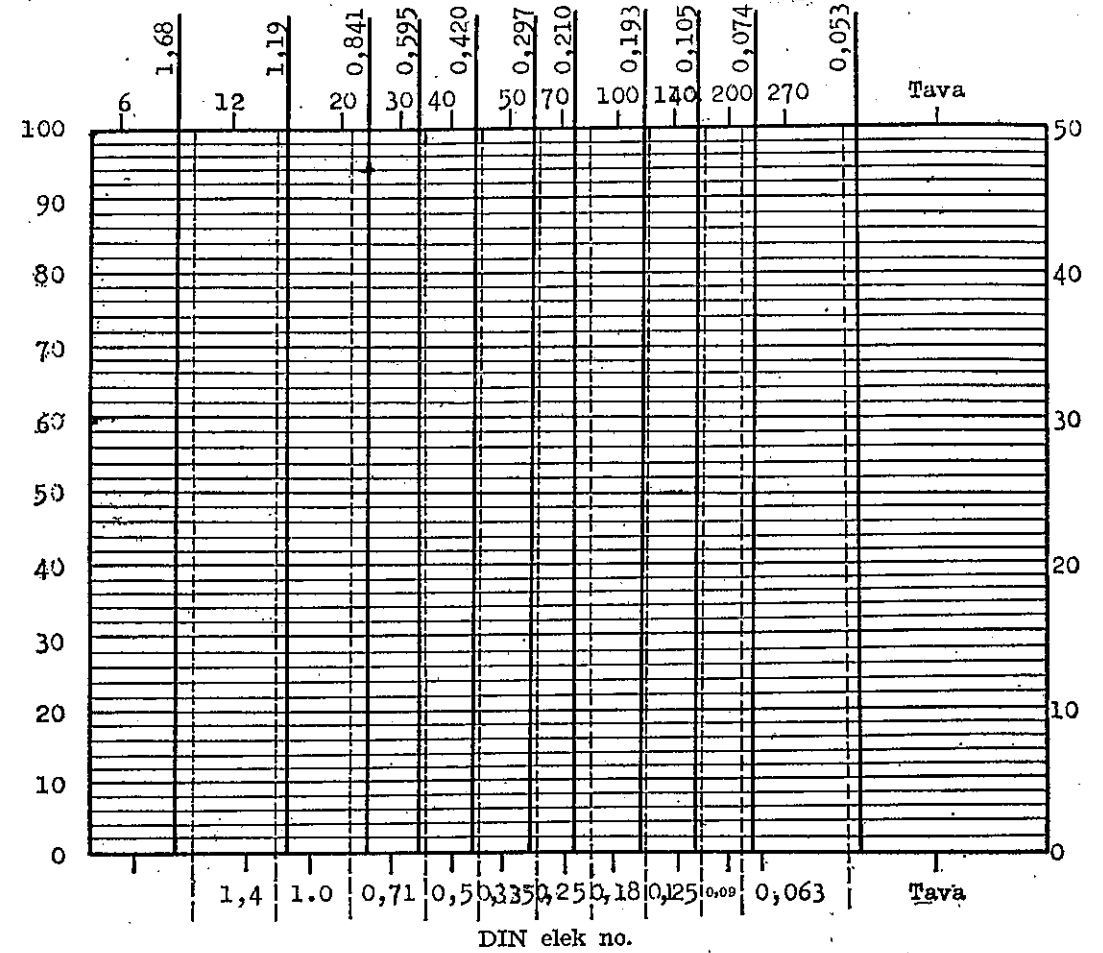
Tablo 9.1 Elek analizi yazım tablosu

KUMUN CİNSİ						
TANE ŞEKLİ						
ASIT DENEYİ						
% KİL MİKTARI						
% RUTUBET MİKTARI						
% KAYIP DENEYİ						
ELEK CİNSİ						
AFS		DIN		Gr.	%	FAKTÖR
No.	mm.	mm.				
6	1,68	1,40		5	6	TOPLAM ÇARPIM SONUCU
12	1,19	1,00		7,5	9	
20	0,841	0,71		11,5	15	
30	0,595	0,50		20	25	
40	0,420	0,355		30	35	
50	0,297	0,25		40	45	
70	0,210	0,18		50	60	
100	0,193	0,125		70	81	
140	0,105	0,09		100	118	
200	0,074	0,063		140	164	
270	0,053	Tava		200	275	
Tava				300		
TOPLAM						
TANE İRİLİĞİ						
Açıklamalar:						

Bu hesaplamalardan sonra % (yüzde) kolonundaki her elek hizasındaki rakamlar ile deneyde kullanılan eleklerin faktör kolonundaki sayılarıyla çarpılır. Bulunan sonuçlar, toplam çarpım sonucu kolonuna alt alta yazılarak toplanırlar. Bundan sonra A.F.S. ye göre tane incelik No. sunun hesaplanmasına geçilir. Bu hesaplamada aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{AFS tane incelik No} = \frac{\text{Toplam Çarpım Sonucu}}{\text{Elek üstü \% toplamı}}$$

TABLO 9.2 Kum taneleri dağılım diyagramı çizim tablosu  
A.F.S. elek no.





AFS tane incelik No. değeri küçük olursa (örneğin 40-50 gibi bir değer) kum tanelerinin büyük, bu değer büyük ise, kum tanelerinin küçük olduğunu belirtir.

Bundan sonra, yüzde elek üstü diyagramının çizimine geçilir. Bu diyagramın çiziminde, Tablo 9.2 kullanılır. Diyagramın çiziminde deneyde kullanılan eleklerin cinsi ile Tablo 9.1'deki Gr. veya % kolonlarındaki değerlerin herhangi birisi alınır. Çıkan eğrinin durumu bize, o kum için alınacak önlemlerin neler olması gerektiğini belirtir.

## 2. KILLERE UYGULANAN DENEYLER

Kalıp kumlarına katılan maddeler pek çoktur. Ancak bunlar içinde en sık kullanılan ve de etkili olanı kildir. Kilin iyi veya kötü özellikte olması, döküm kalıp kumuna çok etki eder. Bu nedenle kullanılacak kil için uygulanan deneylerin sonuçlarına göre karar verilir. Killere uygulanan belli başlı deneylerden ikisi şunlardır:

- a — Benzidin deneyi
- b — Süspansiyon deneyi

Bu deneyler aşağıdaki gibi açıklanabilir:

### a — Kilin benzidin deneyi

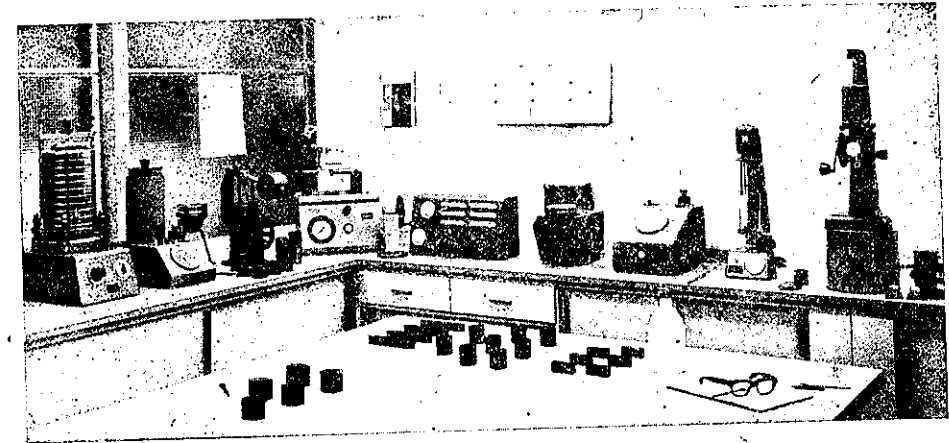
Kil hakkında çok kısa zamanda bilgi veren pratik bir deneydir. Bu deneyde kil üzerine benzidin çözeltisi damlatılır. Benzidin çözeltisi, toz benzidin, eter içinde çözülmüş şeklidir. Öğütülmüş ve elenmiş kil üzerine birkaç damla benzidin çözeltisi damlatılır. Benzidin çözeltisinin kile etkisi ile, kilde bir renk değişimi görülür. Meydana gelen renk mavinin çeşitli tondaki renkleridir. Renk ne kadar koyu maviye dönüşürse, kilin iyi olduğunu belirtir. Bu deney pratik bir bilgi verir. Burada çok koyu renk verdiği için iyi özellikte olduğu söylenebilecek bir kil; bazen yapılan diğer deneylerde aynı özelliği göstermeyebilir. Kilin benzidin deneyi yerine daha çok bilgi vereni süspansiyon deneyidir.

### b — Kilin süspansiyon deneyi

Kilin süspansiyon deneyi, o kil hakkında geniş bir bilgi verir. Deneyi yapılacak olan kil 200 No. lu elekten geçebilecek şekilde öğütülür ve elenir. Bir miktar kil alınır ve kurutma fırınında sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur. Bundan 4 gr. tartılır ve 100 cc. lik bir mezür içine dökülür. (Mezür; üstünde hacmini belirten rakamlar bulunan uzun cam

kap'tır) Bunun üzerine deneyi hızlandırıcı olarak 0,2 gr. kadar magnez-yumoksit (MgO) konulur. Sonra da 100 cc. çizgisine kadar safsu konulur. Bunlar yüksek devirli bir karıştırıcıda 1 saat kadar karıştırılır. Karışımından sonra 24 saat kadar beklenir. Zaman bitiminde kilin, su içinde süspansiyon (şişme) durumuna bakılır. İyi özellikteki kilin 95-100 çizgileri arasında şişme göstermesi gerekir. Bundan daha düşük seviyeli olması ve iyi bir şişme göstermemesi kilin iyi özellikte olmadığını gösterir.

Buraya kadar tanıtılmış olan kum deneyleri ve cihazlarından başka, kalıp ve maça kumlarına uygulanan daha birçok deneyler ve bunların yapımında kullanılan cihazlar vardır. Ancak burada tanıtılmış olan deneyler ve cihazları hemen her döküm atelyesinde uygulananlardır. Şekil 9.21 de kum deneylerinde kullanılan cihazlardan bazıları görülmektedir.



Şekil 9.21 Kum deneylerinde kullanılan cihazlardan bazıları

## B. KİMYASAL DENEYLER LABORATUVARI

Maden ve alaşımlar ile bazı gereçlerin kimyasal bileşimlerinin analizleri bu laboratuvarında yapılır. Bu konuda, dökme demirlerin bileşimlerinde bulunan elementlerin (örneğin; karbon - silisyum - manganez - fosfor ve kükürt) hangi işlemlerin uygulanmasıyla buldukları kısaca anlatılmıştır.

Bilindiği gibi, dökme demirlerin bileşimlerinde ana yapı demirden başka, karbon - silisyum - manganez - fosfor ve kükürt bulunur. Bu elementler doğada, demir filizlerinde vardır. Bunların ergitilmesiyle elde edi-

len ham demir bileşimine, oradan da dökme demir, çelik döküm vb. demirli alaşımların yapılarına geçerler. Bu elementlerin az veya çok miktarda buldukları zaman, alaşımda ne gibi özelliklerin meydana gelmesine neden oldukları, geniş açıklamalar halinde Genel Dökümcülük Bilgisi cilt II'de anlatılmıştı.

Kimyasal deneyler laboratuvarında çalışırken özen gösterilmesi gereken pek çok noktalar vardır. Bunların en önemlisi; çalışmaların asitlerle yapılması nedeniyle, çalışanların çok özenli davranmalarını gerektirir. Çalışanların asitleri tanımadan kullanmaları veya birbirleri ile karıştırılmaları halinde hem kendileri hem de çevreleri büyük tehlike içinde kalabilir. Bunun için bu konuda yetişmiş teknik elemanlardan yararlanılmalıdır. Esasen teknik eleman bulunmazsa, sıhhatli bir deney çalışması yapılamıyacağı gibi, yapılması halinde de deney sonuçları üzerinde kesin fikirler yürütmek mümkün değildir. Bu nedenlerden dolayı analiz laboratuvarındaki çalışmalar çok önemlidir.

Bugün, bu deneylerin her biri için çok geliştirilmiş cihazlar kullanılır. Ancak, burada daha çok, az masraflı ve basit yöntemler ile temel bilgi açıklamaları üzerinde durulmuştur.

#### a. Deney için örnek alınması

İçindeki karbon - silisyum - manganez - fosfor ve kükürt miktarı bulunması istenilen ham demir - çelik döküm ve dökme demirden gerekli miktarda örnek talaş alınarak deneye başlanılır. Bunun için deneyi yapılacak gereçlerin çeşitli yerlerinden örnekler seçilir. Seçilen örnekler talaş alınmadan önce, temiz, oksitsiz, kumsuz, yağsız ve kuru olması gerekir. Daha sonra deneylere yetecek miktarda matkapla, örnek talaş alınmasına geçilir. Talaş alınacak örneğin kalın ve büyük olması halinde değişik kısımlarına önce 10 mm. çapındaki matkapla havşa ağızları açılır. Sonra da 8 mm. çapındaki matkapla talaş alınır. Talaş alınacak örneğin ince kesitli veya bu amaçla hazırlanmış ve özel şekillerde dökülmüş olması halinde; örnek parçanın her iki yüzeyine de önce 10 mm. çapındaki matkapla havşa ağızları açılır. Sonra 3 mm. çapındaki matkap-

la boydan boya delikler açılır. Bundan sonra örnek parça altına temiz bir kâğıt konularak, 8 mm. çapındaki matkapla deliklerden talaş alınır.

Alınan talaş, ağızları kapaklı özel örnek alma kaplarına veya ağızları kapaklı şişelere alınır. Kapların üzerine gerekli tanıtıcı bilgiler yazılır. Bundan sonra analiz deneylerine geçilir.

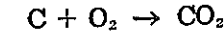
#### b. Karbon Tayini Deneyi

Deneyi yapılacak gereğten gerekli miktarda örnekler tartılır. Bu örnekler;

- I. Ham demir (pik) için 0.10 - 0.25 gr.
- II. Dökme demir için 0.20 - 0.50 gr.
- III. Çelik döküm için 0.90 - 1.50 gr. arasında alınır.

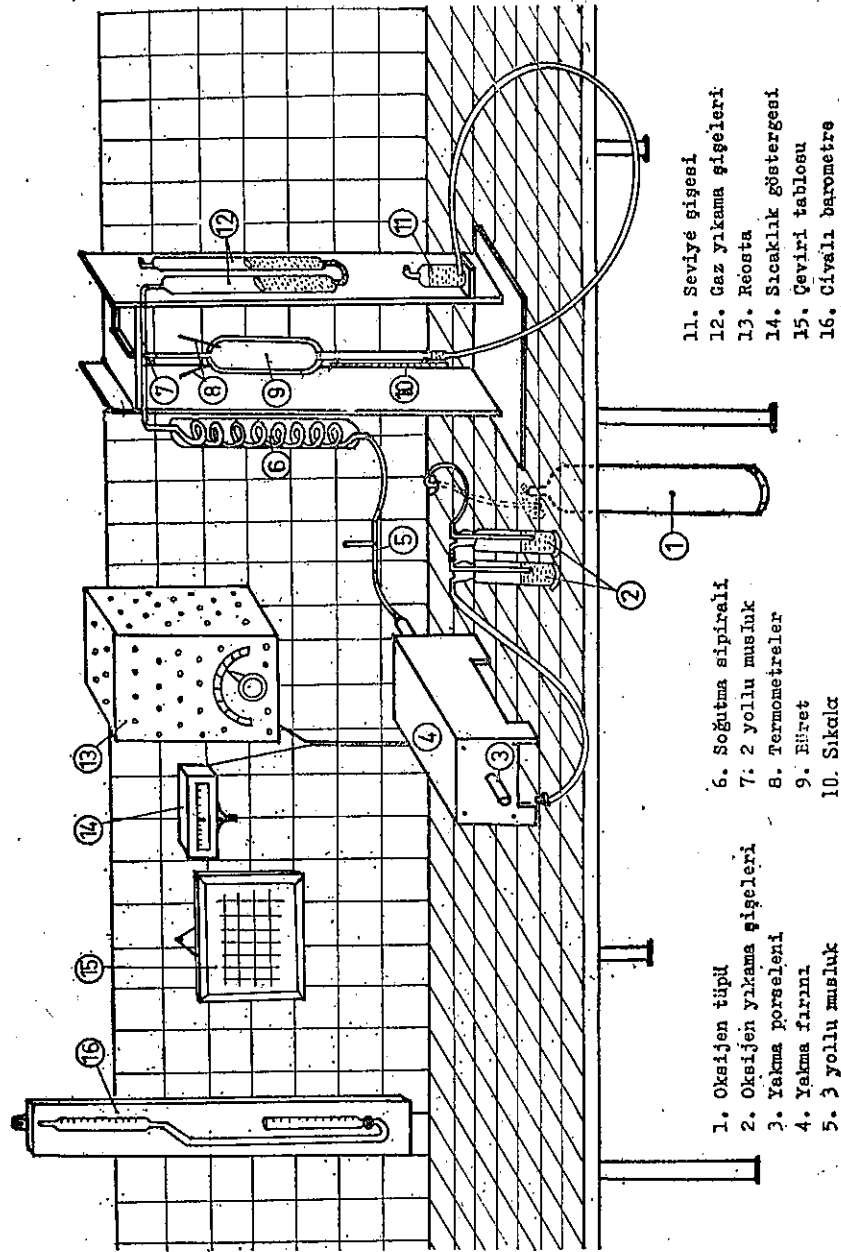
Deney için Şekil 9.22 de görülen cihazın yakma fırını 1250 - 1300 °C ye kızdırılır. Cihaz bir defa oksijen ile temizlenir. Sonra yakmayı hızlandırmak için porselen kayıkçık içerisindeki talaş üzerine bir miktar bakıroksit (CuO) ve sodyumperoksit (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) konulur. Deneye başlamadan önce, deney cihazının kontrolü için standart örnek ile bir defa kontrol yapılır. Elde edilen neticeye göre, esas örneklerin deneyine geçilir.

Porselen kayıkçık, yakma fırınının en sıcak bölgesine sürülür. Saf oksijen verilmeye başlanır. Oksijen, potasyumhidroksit (KOH) ve derişik sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) bulunan yıkama şişelerinden geçerek temizlenir. Bu oksijen, yakma fırını içine gönderilir. Oksijen örnek içindeki karbonu yakar ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı oluşur.



Karbondioksit gazı, içinde % 5 lik sülfirik asit bulunan büret'te toplanır. Bu arada seviye şişesi yavaş yavaş aşağıya indirilir.

Yakma işlemi bitince, oksijen gelişi kesilir. Kayıkçık yakma fırını içinden alınır. Seviye şişesi bürete yaklaştırılır. Seviye şişesindeki ve bürettteki sülfirik asitler aynı hizaya getirilir. Sıkaldan, sülfirik asitin gösterdiği rakam okunur.



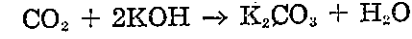
11. Seviye şişesi
12. Gaz yıkama şişeleri
13. Reosta
14. Sıcaklık göstergesi
15. Çeviri tablosu
16. Cıvalı barometre

6. Soğutma siphirali
7. 2 yollu musluk
8. Termometreler
9. Büret
10. Sıkacı

1. Oksijen tüpü
2. Oksijen yıkama şişeleri
3. Yıkama porseleni
4. Yıkama fırını
5. 3 yollu musluk

Şekil 9.22 Karbon tayin cihazı

Bürete toplanmış karbondioksit gazı, içinde potasyum hidroksit bulunan yıkama şişelerine gönderilir. Sonra tekrar bürete alınır. Bu yıkama işlemine en az üç defa devam edilir. Yıkama işleminde, karbondioksit gazı, potasyumhidroksit içinde, potasyum karbonat haline dönüşür.



Son yıkamadan sonra büret ile seviye şişesi seviyeleri tekrar kontrol edilir. Eksilen gaz hacmi okunur. Büret içindeki sülfirik asidin sıcaklığına bakılır. Son olarak da barometreden, cıva basıncına bakılır. Elde edilen bu değerlere göre gerekli hesaplamalara geçilir.

Önce, özel çeviri tablosundan, cıva basıncı ve deneyin yapıldığı sıcaklık dikkate alınarak FAKTÖR sayısı bulunur. Eksilen gaz hacmi ile deneye giren örnek talaş miktarı da belli olduğu için aşağıdaki formül uygulanır.

$$\% \text{ Karbon} = \frac{F \cdot H}{G}$$

F = Faktör (çeviri tablosundan bulunur.)

H = Büret üzerindeki sıkaladan okunan ilk ve son rakamlar arasındaki fark (cm<sup>3</sup>)

G = Deneye giren örnek talaş miktarı (gr)

Bu uygulama da enaz 3 defa yapılır. Elde edilen sonuçların ortalaması alınarak, o gercin % (yüzde) karbon değeri belirtilir.

### c. Perklorik metot ile Silisyum tayini

0.5 - 2 gr. arasında örnek talaş tartılır ve 400 cc lik temiz bir beherglasa konulur. Beherglasın ağzı bir saat camı ile kapatılır. Örnek üzerine her gram için 30 cc. kaynar saf su konulur. Bunun miktarı kadar da derişik hidroklorik asit (HCl) ilave edilir. Beherglas bundan sonra, ocak üzerine oturtulur ve kaynayıncaya kadar bekletilir. Beherglasa örnek miktarına göre 10 - 25 cc perklorikasit (HClO<sub>4</sub>) konulur. Tekrar ocak üzerinde buharlaştırılır. Koyu renk perklorikasit buharları çıkar. Bu işleme kuru luğa kadar devam edilir. Sonra örnek, ocak üzerinden indirilir. Soğutulur ve 10 - 15 cc. kadar derişik hidroklorikasit konulur. Daha sonra da 50 - 100 cc. kadar sıcak saf su, beherglasın iç yüzeyi yıkanarak konulur. Örnek tekrar 10 dakika kadar ısıtılır.

Kutusu üzerinde MAVİ RENK ÇİZGİ bulunan süzgeç kâğıdı, bir cam huni içine yerleştirilir. Örnek bunun içine azar azar dökülerek süzülür. Süzme işlemi bitince % 5 lik hidroklorikasit ile süzgeç kâğıdı ve beherglas yıkanır. Sıcak saf su ile de yıkama yapıldıktan sonra süzme işlemi biter.

Darası alınmış platin kroze içine, içinde çökelek bulunan süzgeç kâğıdı konulur. Yakma fırınında kızdırılarak yakılır. Platin kroze tekrar tartılır. İlk tartımla son tartım arasındaki fark bulunur. Bu değerler aşağıdaki formüle uygulanır.

$$\% \text{ Silisyum} = \frac{A \cdot F}{G} \cdot 100$$

A = Son tartım ile ilk tartım arasındaki fark.

F = Faktör (sabit sayı olup, bu değer 0,4672 dir.)

G = Alınan örnek miktarı (gr)

Bu uygulama en az üç örnekle yapılır. Elde edilen sonuçların ortalaması alınarak, o gercin % (yüzde) silisyum miktarı bulunur.

#### d. Persülfat metodu ile Manganez tayini

300 cc. lik beherglasa 0,5 - 3 gr. arasında üç tartım alınır. Birer tane cam baget konulur ve beherglasların ağızı birer saat camı ile kapatılır. Örnekler üzerine her gram ağırlıkları için 30 - 40 cc. asitler karışımı konulur. Konulan asitler karışımının oluşturacağı reaksiyon tamamen bittikten sonra, beherglas ocak üzerine alınır. Azotdioksit (NO<sub>2</sub>) dumanları bitinceye kadar saat camı yerinden alınmaz. Çözülmemiş örnek kalmayınca, beherglas, ocak üzerinden indirilir. Asitler karışımının miktarı kadar kaynar haldeki saf sudan konulur. Sonra da hafif sıcaklıkta 10 dakika kadar dinlendirilir.

Diğer taraftan saf su ile yıkanmış 500 cc. lik erlenmayere 3 adet kaynama taşı konulur. (Kaynama taşları ileride yapılacak kaynatma işleminde, kaynamanın çabuk olmasına yardım eder.) Daha sonra erlenmayerin üzerine cam huni konulur. Huni içine, kutusu üzerinde SİYAH RENK ÇİZGİ bulunan süzgeç kâğıdı yerleştirilir. Örnek sıcak haldeyken süzmeye başlanır. Son olarak beherglas ve süzgeç kâğıdı 3 defa sıcak saf su ile yıkanır. Huni altındaki erlenmayer ocak üzerine alınır ve 5 - 10 dakika kaynatılır. Ocaktan indirilir her gram örnek için 10 cc. gümüş nitrat (AgNO<sub>3</sub>) konulur. Tekrar kaynatılır ve ocaktan indirilir. Her gram örnek için 15

cc. yeni hazırlanmış amonyumpersülfat [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>] çözeltisi konulur. Bu andan itibaren çözeltilinin rengi sarıdan, potasyumpermanganatın (KMnO<sub>4</sub>) rengine (koyu vişne) döner. Çözelti tekrar ocakta kaynatılarak, amonyumpersülfatın fazlası ortamdan uzaklaştırılır. (Bu işlem 4-10 dakika kadar devam eder.)

Kaynama bitince çözelti su ile soğutulur. Ayarlı sodyumarsenit (NaAsO<sub>2</sub>) çözeltisi ile titre edilir. Bu titre işlemiyle çözeltilinin rengi vişne renginden, sarı renge dönüşür. Titre sonunda 5 dakika kadar beklenir. Bu arada sarı renk, potasyumpermanganat rengine dönüşmemelidir. Titrasyon işleminden sonra, aşağıdaki formülden manganez (kısaca mangan da denir) miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ Manganez} = \frac{A \cdot B}{G} \cdot 100$$

A = Ayarlı sodyumarsenit sarfiyatı.

B = Ayarlı sodyumarsenit (NaAsO<sub>2</sub>) Faktörü.

G = Alınan örnek talaş miktarı. (gr)

#### e. Fosfor tayini

300 cc. lik beherglas içine, örnek talaştan iki veya üç tartım alınır. Her beherglasın içine birer cam baget ve ağızlarına birer saat camı konulur. Her örnek üzerine 65 cc. kadar 1/3 lük nitrikasit (HNO<sub>3</sub>) konulur. Ocak üzerine alınır ve örnek gözülünceye kadar ocak üzerinde tutulur. Azotdioksit (NO<sub>2</sub>) dumanları bitince, örnek, ocak üzerinden indirilir. Konulan 1/3 lük nitrikasit kadar kaynar saf su konulur. 10 dakika kadar beklenecek, çözelti dinlendirilir.

Kutusu üzerinde SİYAH RENK ÇİZGİ bulunan süzgeç kâğıdı ile erlenmayerdeki çözelti süzülür. Sıcak saf su ile beherglas ve çözelti üç defa yıkanır. Süzülme tam bitinceye kadar beklenir. Sonra çökelek devreden çıkarılır. Erlenmayer içindeki çözelti üzerine 10 cc. kadar potasyumpermanganat konulur. Ocak üzerinde kaynatılır. Çözeltilinin rengi koyu vişne iken kaynatma ile koyukahve rengi olmaya başlar. Renk koyukahve olunca, hemen sülfürözasit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) katılır. Bu arada renk açık sarı olur. Bundan sonra çözelti tekrar ocak üzerine konularak buharlaştırılır. Böylece çözelti miktarı azaltılır. Bu arada azotoksitleri de ortamdan uzaklaştırılır. Ocaktan indirilen örnek, soğumaya bırakılır.

Soğumuş örnek üzerine 50 - 60 cc. kadar amonyaklı amonyummolibdat ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ) çözeltisi konulur. Bu arada erlenmayer içindeki çözelti kuvvetle çalkalanır. Bu çalkalamaya dipte bir tortu oluncaya kadar devam edilir. Bundan sonra, örnek, 8 - 10 saat kadar kendi haline bırakılır.

Bekletilerek dinlendirilmiş örnek, kutusu üzerinde MAVİ RENK ÇİZ-Gİ bulunan süzgeç kâğıdından süzülür. Evvela 2/98 lik nitrikasit ile 3 defa yıkanır. Sonra 10 gr./litrelik potasyumnitratlı ( $KNO_3$ ) saf su çözeltisi ile 5 - 6 defa yıkanır. Süzüntü mavi turnosol kâğıdı ile kontrol edilir. Renk kırmızıya dönüyorsa yıkama işlemi bitmiş demektir. Süzgeç kâğıdı ve içindeki çökelek alınır. Bunlar, çöktürmeyi yaptığımız erlenmayer içine atılır. Sonra 25 - 30 cc. kadar saf su konulur ve çökeleğin çözülmesine çalışılır. Çökelek üzerine indikatör olarak 3 damla fenolftalein damlatılır. Sonra da örnek üzerine ayarlı sodyumhidroksitten ( $NaOH$ ) damla damla fakat yavaş olarak büretten katılır. Çözelti çalkalanır. Bu arada sodyumhidroksitin etkisi ile çökelti çözülür. Renk pembeye döner.

Renk pembe olunca, sarf edilen sodyumhidroksitin 8 - 10 cc. kadar fazlası katılır. Bundan sonra diğer bürette bulunan ayarlı nitrikasit ile fazladan katılan sodyumhidroksiti, nitrikasit ile geri titre etmekle, ne kadar fazla sodyumhidroksit kullanıldığı bulunur. Bunlar aşağıdaki formülde yerlerine konularak hesaplama yapılır.

$$\% \text{ Fosfor} = \frac{(A - B) \cdot F \cdot 0,01844}{G} \cdot 100$$

A = Sodyumhidroksitin ( $NaOH$ ) sarfiyatı

B = Nitrikasit ( $HNO_3$ ) sarfiyatı

F = Sodyumhidroksit ile nitrikasit faktörlerinin birbirlerine dönüşüm faktörleri

0,01844 = Sabit sayı

G = Alınan örnek miktarı (gr)

#### f. Kükürt tayini

500 cc. lik erlenmayer içine 2.5 - 5 gr. kadar örnek talaş konulur. İçinden ucu geçebilecek şekilde delinmiş ve huni geçirilmiş bir mantar, erlenmayerin ağzına yerleştirilir. Mantar etrafında gaz kaçağını önlemek için kollodyum ile kapatılır. Huninin içine 150 - 200 cc. kadar 1/1 lik hidroklorik asit ( $HCl$ ) konulur. Musluk açılarak asitin damla damla, erlenmayerin içine akması sağlanır. Asit azaldıkça huniye tekrar konulur.

100 cc. lik mezür içine 40 cc. kadmiyumklorür ( $CdCl_2$ ), geri kalan kısmına da saf su konulur. Konulan saf su bir bulanıklık meydana getirir. Bunu gidermek için amonyak ( $NH_3$ ) katılır. Bu çözelti 800 cc. lik uzun bir beherglas içine dökülür. 100 cc. kadar da saf su konulur. Bu hazırlıklardan sonra deneye başlanır.

Önce 1/1 lik hidroklorik asitin erlenmayer içine akması sağlanır. Bir reaksiyon başlar ve kükürtdioksit gazı çıkar. Bu gaz cam borulardan geçer ve beherglas içindeki amonyaklı kadmiyumklorür çözeltisinden geçer. Kadmiyum klorür ( $CdCl_2$ ), kükürtdioksitdeki ( $SO_2$ ) kükürtü tutarak sarı renkte kadmiyumsülfür ( $CdS$ ) halinde çöker. Sonraları reaksiyon azalacağından dıştan az alevli bir havagazı beki ile ısıtılır. Bu işleme su buharı çıkıncaya kadar devam edilir. Sonra da beherglas hemen alınır.

100 cc. lik bir mezür içine 1/1 lik hidroklorikasit konulur ve çıkış borusundaki sarı renkli kadmiyumsülfür çökeleği alınır. Hemen beherglasın içine boşaltılır. İndikatör olarak bir miktar nişasta çözeltisi katılır.

Ayarlı potasyumiyodat ( $KIO_3$ ) çözeltisi bürete konularak, titre edilir. Bu arada çözelti bir cam bağıt ile karıştırılır. Çözeltinin rengi son bir iki damla ile mor halini alır. Bundan sonra da bürette eksilen potasyumiyodat ölçülür. Neticeyi bulmak için aşağıdaki formül uygulanır.

$$\% \text{ Kükürt} = \frac{A \cdot F \cdot 0,016}{G} \cdot 100$$

A = Potasyumiyodat ( $KIO_3$ ) sarfiyatı

F = Potasyumiyodatın faktörü

G = Alınan örnek miktarı (gr)

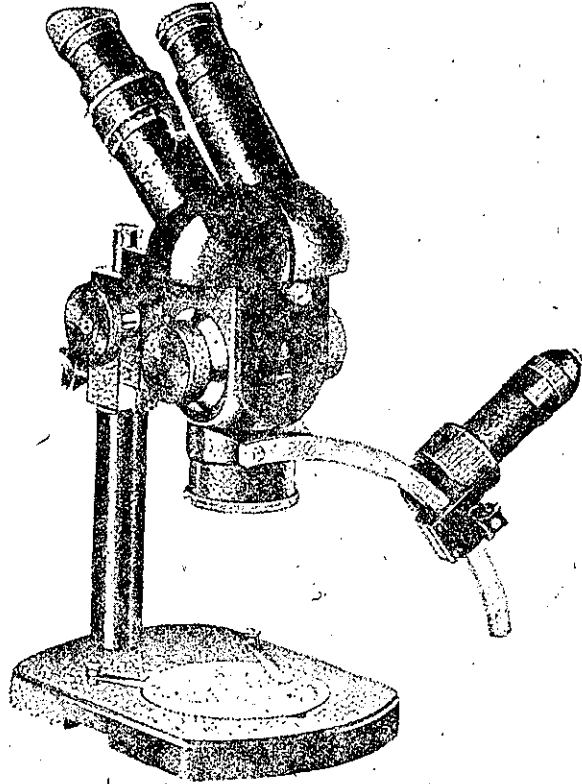
0,016 = Sabit sayı

#### C — MİKROSKOPSAL DENEYLER LABORATUVARI

Bu laboratuvarında isminden de anlaşılacağı gibi çeşitli gereçler ile maden ve alaşımların yapıları incelenir. İncelemelerde kullanılan cihazlar genellikle mikroskoplardır. Mikroskoplar, incelenen yüzeyleri büyütecek şekilde yapılırlar. Laboratuvar deneylerinde çok çeşitli mikroskoplar kullanılır.

Döküm laboratuvarında kum taneleri ve çeşitli gereçler ile maden ve alaşımların yapılarının incelenmesinde değişik mikroskoplar kullanılır.

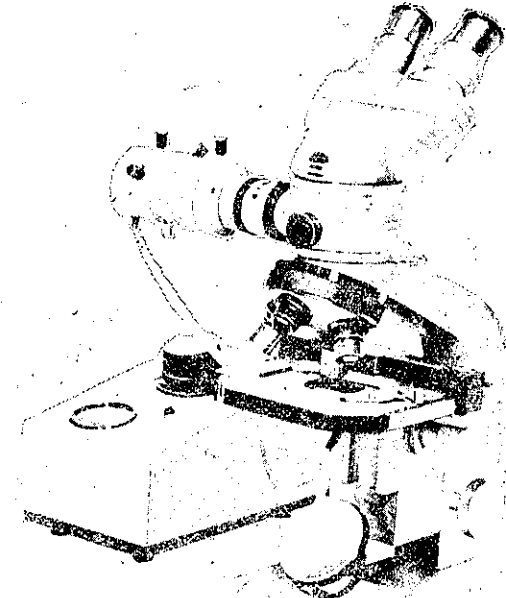
Şekil 9.23 de kum taneleri ile çeşitli gereçlerin incelenmesinde kullanılan bir mikroskop görülmektedir. Bu tip mikroskoplar alttan ve üstten aydınlatmalı olarak çalışırlar. İncelenen yüzeyleri 100 defaya kadar büyütülebilmektedir.



Şekil 9.23 Mikroskop

Maden ve alaşımların mikro yapılarının incelenmesinde kullanılan mikroskoplar ise, daha değişik özelliktedir. Bu amaçla kullanılan mikroskoplara "Metalografik Deney Mikroskopları" denilir. Bu mikroskoplarda incelenen yapıların çok fazla büyütülmesi (örneğin, 500 - 1000 - 2000 ve daha çok) gerekir. Metalografik deney mikroskoplarına bir örnek

Şekil 9.24 de görülmektedir. Bu mikroskoplar da üstten veya alttan aydınlatmalı olarak çalışırlar. İncelenen yapıyı ekrana aktaracak şekilde yapılmış-olanları yanında, fotoğraf çekilebilenleri de vardır.



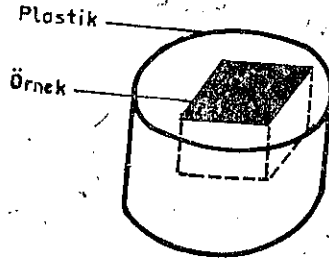
Şekil 9.24 Metalografik deney mikroskobu

Mikroskoplar, incelenen gereçleri veya yapıları büyüterek en ince ve en küçük ayrıntılarına kadar görebilmeyi sağlarlar. Büyütme objectiv ve okuler yardımıyla olur. İncelemeler, tek veya çift (iki) gözle bakılarak yapılır.

Metalografik deneyler için incelenecek gereçten örnek alınır. Alınan örnek, polisaj (parlatma) işleminde elle tutulamayacak kadar büyük değilse, çeşitli gereçler içine gömülerek polisajlar yapılabilir. Bazen bu amaçla özel cihazlar kullanılır. Şekil 9.25 de plâstik içine gömülmüş bir örnek görülmektedir.

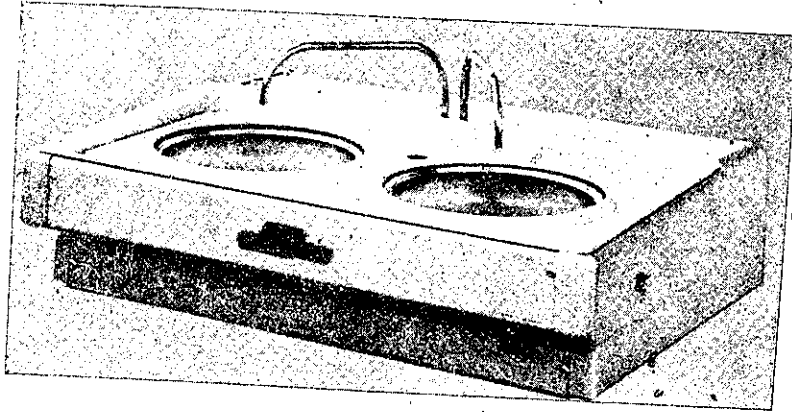
Alınan örneklerin polisajları, çeşitli polisaj cihazlarında zımpara kâğıtları ve keçe disklerle yapılır. Kullanılan zımpara kâğıtları değişik se-

killerde ve büyük taneliden çok küçük taneliye kadar yapılırlar. Örneklerin parlatılmasında, önce zımpara kâğıtları sonra da keçe diskler kullanılır.



Şekil 9.25 Plâstik içine alınmış örnek

Polisaj işlerinde kullanılan cihazlar çok çeşitlidir. Tek zımpara kâğıtlısı kullanıldığı gibi, iki veya özel bağlantılarla daha çok sayıdaki zımpara kâğıtlı olanları da kullanılır. Şekil 9.26 da iki zımpara kâğıtlı polisaj cihazı görülmektedir. Bunların devir sayıları 150 - 300 arasında olup, polisaj işleminde su kullanılır.



Şekil 9.26 Polisaj cihazı

Polisaj yapılan örnekler, mikroskopta incelenirken çeşitli asitlerle dağlanırlar. Bundan amaç, dokuların daha iyi görülmesini sağlamaktır. Örneklerin yüzeylerinde kısa zamanda pas oluşmaması için, polisaj yapılan yüzeyler saf alkol ile silinir. Daha sonra bu örnekler, içinde rutubete karşı koruyucu madde bulunan desikatör (özel cam kab) içinde korunurlar.

#### D. MEKANİKSEL DENEYLER LABORATUVARI

Bu laboratuvarında maden ve alaşımlara, daha çok fiziksel deneyler uygulanır. Maden veya alaşım örneğine, çeşitli deneyler yapılır. Bunlardan bazıları sertlik (Erinel, Vickers ve Rockwel) deneyleri ile çekme, basma, koparma vb. gibi deneylerdir. Bütün bu deneylerin amacı, deneyi yapılan maden veya alaşımın istenilen özellikte olup olmadığının kontrolüdür. Bu laboratuvarında kullanılan deney cihazları ve yapılan deneyler "Gereç Dersi" kapsamına girmektedir. Bunlar için gerekli bilgiler, gereç dersi kitaplarından öğrenilebilir.

Buraya kadar tanıtılmış olan çeşitli laboratuvarlar, DÖKÜM LABORATUVARI adı altında toplanabilirler. Döküm laboratuvarı daha iyi ve daha kaliteli bir üretim yapmada oldukça etkin ve yön vericidir. Laboratuvar çalışmaları, döküm atelyesinde uygulanmak, plânlanan atelye çalışmalarına yön vermek ve onu yönetenleri uyarmak için değerlendirilmiştir. Laboratuvarla uyumlu çalışan döküm atelyeleri, daima en iyiyi yaparlar, çok kısa zamanda gelişir ve isim sahibi olurlar.

#### 9.3 SICAKLIK ÖLÇME CİHAZLARI (pirometreler)

Sıcaklığın ölçülmesinde kullanılan çeşitli sıcaklık ölçme cihazları vardır. Bunlara kısaca pirometreler de denilir. Sıcaklık ölçme cihazları genel olarak üç bölüme ayrılmaktadır:

1. Isı elektriksel pirometreler
2. Işınmalı pirometreler
3. Lâmbalı pirometreler

Bunlar aşağıda açıklandığı gibi tanımlanırlar.

#### 1. ISI ELEKTRİKSEL PİROMETRELER (Daldırma pirometre)

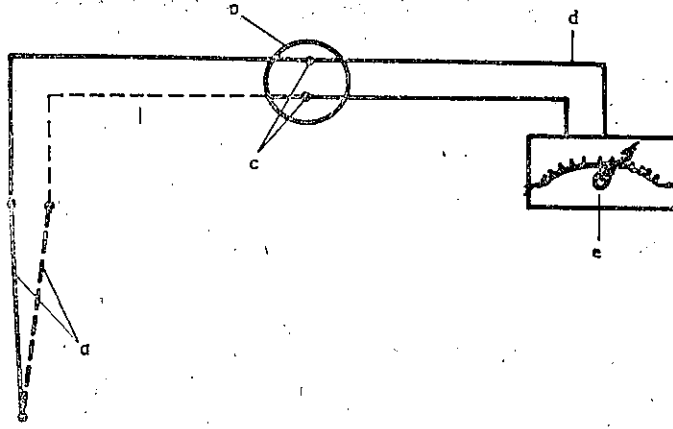
Bu pirometreler iki ana parçadan oluşur. Bunlar;

- a. Milivoltmetre

Milivoltmetre ile termoeleman birbirlerine bakır iletgenlerle bağlanmışlardır.

- b. Termoeleman (ısıl pil)

Aynı cins olmayan iki maden veya alaşımdan yapılmıştır. Bu iki telin birer uçları birbirlerine lehimlenmiş veya kaynak edilmiştir. Şekil 9.27.



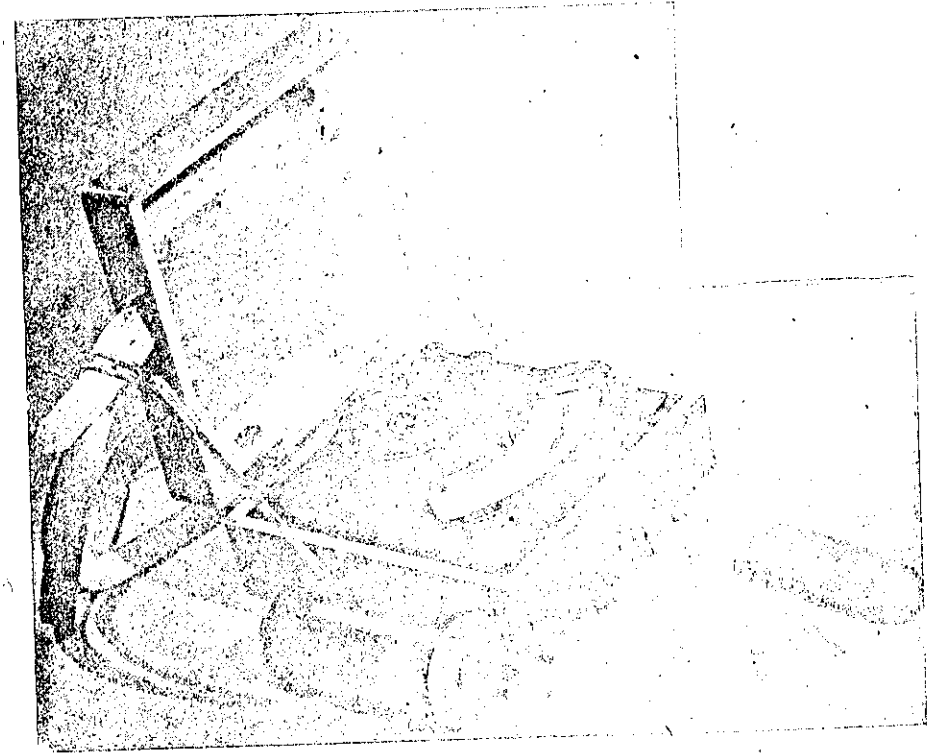
- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| a- Termo elemanlar     | e- Milivoltmetre    |
| b- Bağlantı yeri (baş) | d- Bakır iletkenler |
| c- Soğuk birleştirme   |                     |

Şekil 9.27 Isı elektriksel pirometre

Elemanları meydana getiren tellerin birbirlerine lehim veya kaynak edildikleri uçlar kızdırılırsa, iki değişik bileşimdeki tel arasında bir elektriksel gerilim farkı doğar. Tellerin kızdırılmış olan serbest uçları arasında bir milivoltmetre bağlanırsa, meydana gelen elektriksel gerilim ölçülür. Milivoltmetrede ölçülecek gerilim değeri, kaynaklı veya lehimli uçlarla, soğuk uçların sıcaklıkları arasındaki farka ve tellerin yapıldıkları gereçlerin cinsine bağlıdır. Her termoelemanın ısı elektriksel gerilimi, artan sıcaklıklarla birlikte artar. Milivoltmetre sıcaklığa göre bölümlenirse, direkt olarak sıcaklığın okunması mümkün olur. Milivoltmetrenin göstergesinin sıcaklığa göre bölümlenmesinde, termoelemanın serbest uçları genellikle + 20 °C sıcaklıkta tutulur. Böylece sıcaklık ölçümünde, serbest uçların sıcaklığının +20 °C de olması gerekir. Eğer termoeleman telleri kısa olursa, cihaz, sıcaklığı ölçülecek maden veya alaşımın yakınında

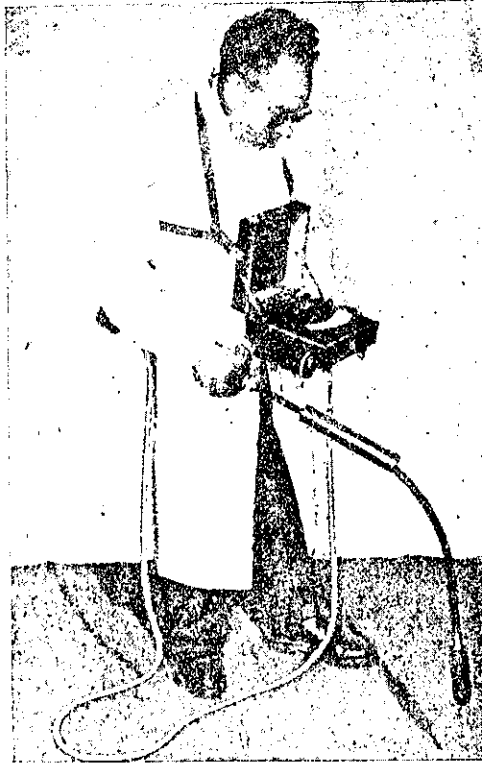
bulunur. Bu da kaynak edilmemiş serbest uçların sıcaklığını yükseltir. Sonuç olarak da bizim yanlış bir değer okumamıza neden olur. Bunu önlemek için gerektiğinde termoelemanın serbest uçlarına bazen uzatma (denkleştirme) iletkenleri bağlanır. Bu şekilde termoelemanların boyları uzatılmış olur. Fakat bu uzatmalar genellikle pahalı iletkenlerden yapılmış olan termoelemanlara uygulanır.

Termoeleman tellerinin kaynaklı tarafı bir boru içinde bulunur. Boru, sıcaklığı ölçülecek maden veya alaşıma daldırılır. Borunun içinde kalan tellerin birbirlerine değmemesi için tellerden birine porselenden veya seramikten yapılmış özel bir boru veya boncuklar takılır. Şekil 9.28 ve Şekil 9.29 bu pirometrenin kullanılışı görülmektedir.



Şekil 9.28 Isı elektriksel (Daldırma) pirometrenin milivoltmetresi ve daldırma uçları





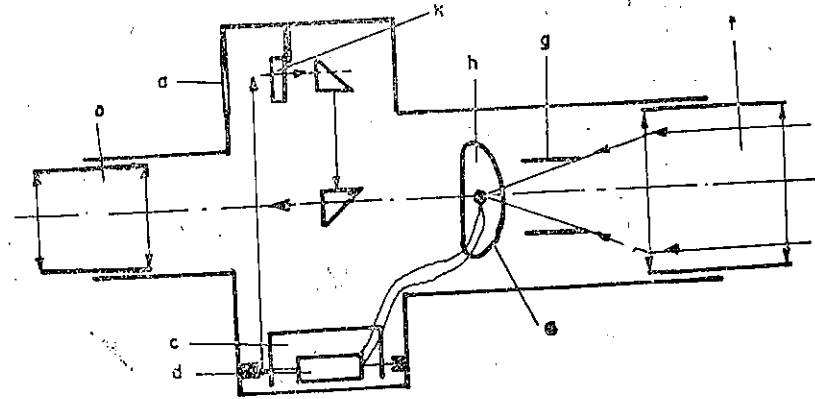
Şekil 9.29 Isı elektriksel (Daldırma) pirometrenin kullanılışı

Termoelemanların yapıldıkları gereç cinsi, ölçülecek sıcaklığın değerine göre seçilir. Örneğin; 500 °C ye kadar olan ölçümlerde bakır ve konstantan tellerinden, 800 °C ye kadar olan ölçümlerde demir ve konstantan tellerinden, 1100 °C ye kadar olan ölçümlerde nikel ve nikel-krom alaşımından yapılmış tellerden, 1600 °C ye kadar olan ölçümlerde ise plâtin ve plâtin-kadmiyum alaşımından yapılmış teller seçilir.

## 2. IŞINMALI PİROMETRELER

Işınmalı pirometrelerin dış görünüşü dürbünü andırır. Şekil 9.30 da bir ışınmalı pirometre görülmektedir. Bu pirometre ile sıcaklığı ölçülecek maden veya alaşıma bakılır. Sıcaklığı ölçülecek olan maden veya alaşımdan yansıyan ışınlar ölçüme yardımcı olurlar. Işınlar "h" ile gösteri-

len siyah renkli plâtin levhaya çarpar. Bu levhannın üzerinde termoeleman tellerinin birbirlerine lehimlenmiş uçları bulunur. Burası, sıcaklığı ölçülen maden veya alaşımdan gelen ışınlarla ısınır. Işınmanın azlığına veya çokluğuna göre de milivoltmetrenin ibresi az veya çok hareket eder. Cihaz göstergesi sıcaklığa göre bölümlenmiştir. Buradan sıcaklığı direkt olarak okumak mümkündür.



- a - Aydınlatma yeri
- b - Okuler (gözlem yeri)
- c - Miknatis
- d - Milivoltmetre
- e - Küresel yüzey

- f - Objektif
- g - Silindirik ekran
- h - Siyahlatılmış platin sac
- k - Dereceleme

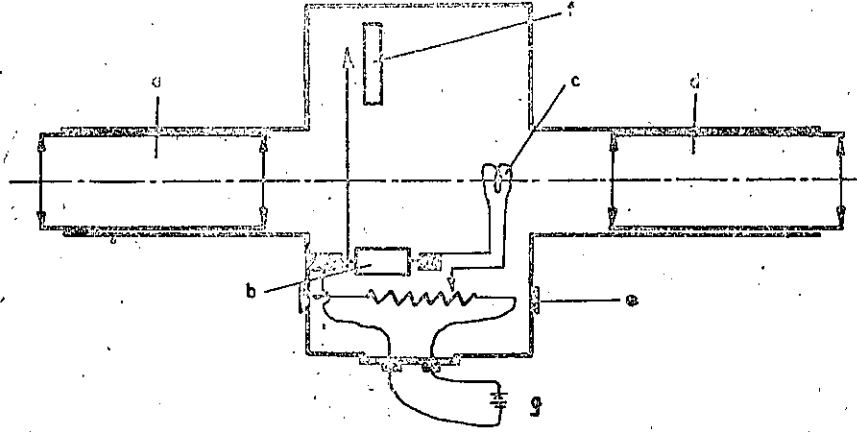
Şekil 9.30 Işınmalı pirometre

Işınmalı pirometreler, maden veya alaşımların yüzeysel sıcaklığını ölçerler. Bu pirometreler, sıcaklığı ölçülecek yere değmediği için, çok yüksek sıcaklıkların ölçümüne de uygundur. Bu pirometre ile sıcaklık ölçümü yapılırken, sıcaklığı ölçülecek yerin görülmesi gerekir. Yüzeyleri curuf vs. ile örtülü maden veya alaşımların sıcaklığını, bu pirometre ile ölçmek hatalı sonuçlar verir.

## 3. LAMBALI PİROMETRELER

Dış görünüşleri ışınmalı pirometrelere benzer. Şekil 9.31. Yalnız çalışma yöntemleri değişiktir. İçinde 4.5 V. luk el feneri piliyle yanan bir

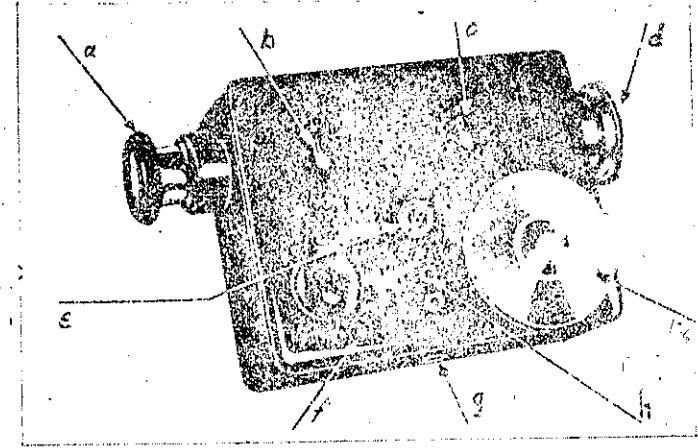
lamba vardır. Bu lambanın parlak veya sönük yanması, devredeki bir direncin azaltılıp artırılması ile sağlanır. Pirometre ile sıcaklığı ölçülecek yere bakılır. Görüntüyü veren düğmeye parmakla basılır. Lambanın ışığı ile sıcaklığı ölçülecek olan maden veya alaşımın rengi aynı oluncaya kadar gerekli direnç düzenlenmesi "e" ile yapılır. Bunun için alaşımın görüntüsü ile lamba ışığı üst üste çakıştırılır. Ondan sonra, lamba devresine seri bağlanmış ve bölümlenmesi sıcaklığa göre yapılmış olan ampermetreden sıcaklık okunur.



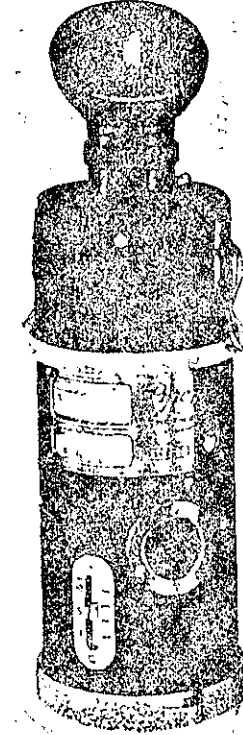
- |                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| a - Objektif             | e - Ayar reostası |
| b - Milivoltmetre        | f - Derece yeri   |
| c - Lamba                | g - Pil           |
| d - Oküler (gözlem yeri) |                   |

Şekil 9.31 Lambalı pirometre

Bu yöntemle göre çalışın daha başka çeşit pirometreler de vardır. Örneğin; Şekil 9.32 de ve Şekil 9.33 de bu pirometreler görülmektedir. Paslanmaz çelikler hariç, 500 °C sıcaklığa kadar olan ısıtmalarda çeliğin yüzünde meydana gelen oksitlerden dolayı çeşitli renkler meydana gelir. (Meneviş renkleri). Örneğin; bu renkler 200 °C de açık sarı veya ayva sarısı, 300 °C de lacivert veya koyu mavi, 500 °C den sonra her sıcaklığın kendine özgü renkleri olduğundan, bu renklere göre sıcaklığın tahminen kaç derece olduğu söylenebilir. Ancak bunu çok tecrübeli bir eleman gözle bakınca, 15 - 20 °C lik gibi ufak hatalarla söyleyebilmektedir.

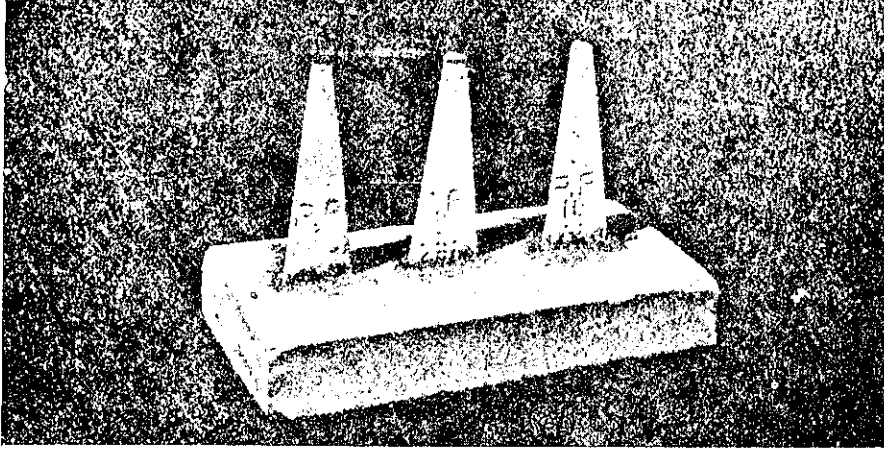


- |                          |                 |                       |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| a - Objektif             | b - Siyah ekran | c - Kırmızı ekran     |
| d - Oküler (gözlem yeri) | e - Düğme       | f - İkaz lambası      |
| g - Ayak yeri            | h - Pil prizmi  | k - Ayarlayıcı reosta |
- Şekil 9.32 Lambalı pirometre

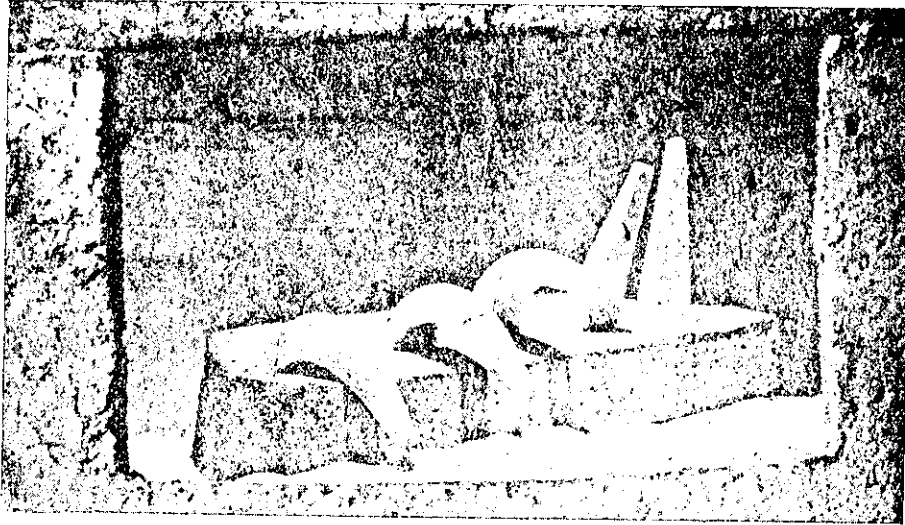


Şekil 9.33 Değişik tipte bir lambalı pirometre

Özel hallerde sıcaklığın ölçümünde Seger Konileri (piramitleri) de kullanılmaktadır. Şekil 9.34 ve Şekil 9.35.



Şekil 9.34 Sıcaklığı ölçülecek fırın için hazırlanmış Seger Konileri



Şekil 9.35 Seger Konilerinin sıcaklık ölçümünden sonraki durumları.

## SORULAR

- 1 — Döküm laboratuvarının çeşitlerini söyleyiniz.
- 2 — Döküm kumlarının deneyleri kaç çeşittir? Söyleyiniz.
- 3 — Rutubet tayin deneyinin yapılışını anlatınız.
- 4 — Standart deney parçasının ölçülerini ve yapılışını söyleyiniz.
- 5 — Gaz geçirgenlik cihazını tanıtmınız.
- 6 — Yaş basınç dayanım cihazını tanıtmınız ve bir deneyin yapılışını anlatınız.
- 7 — Akıcılık deneyinin yapılmasının nedenlerini anlatınız.
- 8 — Kumlara kuru olarak uygulanan deneylerin neler olduğunu söyleyiniz.
- 9 — Laboratuvarda kullanılan kurutma ve pişirme fırınının özelliklerinden bildiklerinizi söyleyiniz.
- 10 — Kumlara uygulanan diğer deneylerin neler olduğunu söyleyiniz.
- 11 — Kumlarda bulunan kilin tayin deneyini anlatınız.
- 12 — Kumların tane dağılım deneyinin yapılışını anlatınız.
- 13 — Killere uygulanan benzidin deneyinin yapılışını anlatınız.
- 14 — Kimyasal deneyi yapılacak gereçten örnek talaş nasıl alınır? Anlatınız.
- 15 — Karbon tayin deneyi için çeşitli gereçlerden ne kadar örnekler alınır? Çeşitli gereçlere göre belirtiniz.
- 16 — Kükürt tayini nasıl yapılır? Kısaca anlatınız.
- 17 — Mikroskoplar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 18 — Mikroskopta inceleme yapılmadan önce, örneğe ne gibi işlemler uygulanır? Anlatınız.
- 19 — Mekaniksel deneylerden bildiklerinizi söyleyiniz.
- 20 — Döküm laboratuvarına neden gerek vardır? Gereççeleri ile anlatınız.
- 21 — Pirometreler ne iş görür ve nerelerde kullanılırlar?
- 22 — Pirometreleri bölümleyiniz ve nasıl çalıştıklarını anlatınız.

## BÖLÜM : 10

### MALİYET HESABI

Gerçekleştirilen üretimin bütün süreçlerinde yapılan harcamaların toplamına "Maliyet Fiyatı" denir. Bu fiyatın çıkarılması "Maliyet Hesabı" dır. Satış fiyatı maliyet fiyatına bağlı olarak belirlenir. Maliyet fiyatı "Ön maliyet" ve "Gerçek maliyet" olmak üzere iki şekilde hesaplanır.

Ön maliyet, sipariş alınırken ve işe başlamadan önce yapılır. Sipariş alınırken müşteriye bildirilecek fiyat olduğu için çok önemlidir. İmalâtın bitiminde hesaplanacak olan gerçek maliyet fiyatına uygun olması zorunludur. Ön maliyet fiyatı, gerçek maliyet fiyatından az olursa, atelye zarara girer, fazla olursa, siparişin alınmama tehlikesi doğar. Rekabet imkânı ortadan kalkar. Bu yüzden çok dikkatli davranılır. Yapımı istenen parçanın, daha önce yapılmış benzerleri örnek alınarak, gereç miktarları ve yapım işlemleri karşılaştırılır. Yeni fiyat buna göre belirlenir. Birçok, birbirine benzer parçalar için (Kg) fiyatı verilebilir. İşin bitiminde, parçalar tartılarak alınacak ücret yani maliyetin fiyatı tesbit edilir. Yapımları birbirine benzer olan parçaların harcamaları, gerçeğe çok yakın değerlerde hesaplanabilir. Harcanan-gereçler ve işlem sıralarına göre ödenecek işçilik ücretleri çok önemli ve etkili olur.

Gerçek maliyet fiyatı, üretimin bitiminde hesaplanır. İki hesabın eşitliği veya çok yakın olması atelye şefinin bilgi ve becerisini kanıtlar.

Maliyet fiyatının hesaplanmasında yapılan harcamalar üç bölümde toplanabilir:

- 1 — Gereç harcamaları,
- 2 — Ödenen işçilik ücretleri,
- 3 — Genel giderler.

## 1 — GEREÇ HARCAMALARI :

Yapılan parçalara harcanan maden, kok kömürü, kum, kil, kömürtozu, beziryağı, ateş tuğlası, şamut, demirgubuk, tel, çivi, motorin, v.b. gereçlerin miktarları bulunur. Bunların fiatları tesbit edilerek gereç harcamaları ortaya çıkarılır. Maden dışındaki gereçlerin miktarları, atelyenin durumuna göre kabul edilen yüzdelerle beraber, atelye şefinin bilgi, beceri ve tecrübesine bağlı olur. Maliyet fiatının düşürülmesi veya gereksiz yükseltmemesi için, gereç harcamalarında ekonomiye çok önem verilir. Gereğinden fazla kullanılan gereçler maliyet fiatını yükseltir. Örneğin, maçasız kalıplama olanağı bulunan bir parçada maça kullanılmamalıdır. Aynı şekilde, yaş kumla kalıplanarak dökülebilecek olan bir parçanın kalıbının kurutulmasından kaçınılmalıdır. Sıvı maden döküm sırasında sağa sola saçılmamalı ve gereğinden çok maden ergitilmemelidir. Yolluk, çıkıcı ve besleyiciler, maden kaybına neden olacak gibi gereğinden büyük tutulmamalıdır. En kolay kalıplama yolu seçilmeli ve kalıp kumunun gereksiz harcanması önlenmelidir.

## 2 — İŞÇİLİK ÜCRETLERİ :

Atelyeye gelen gereçlerin taşınması ve yerleştirilmesinden başlayarak, madenlerin ergitilip alaşımların hazırlanmasına, kumların, kalıp ve maçaların hazırlanması ile kalıpların kapatılması, dökümü ve dökülen parçaların çıkarılıp temizlenmesine kadar yapılan çalışmalar için çeşitli ücretler ödenmektedir. Bunlara kalite kontrol ve lâboratuvar çalışmaları da eklenecektir. Bütün bu çalışmalar için, emek karşılığı olarak ödenen ücretlerin toplamı "İşçilik Harcamaları"nı verir. Maliyeti yükseltmemek için, bu çalışmalar da büyük bir titizlikle yürütülür. Çok önemli olan zaman kaybı mutlaka önlenmelidir. Ayrıca, bir kalıp ustasının (ki ücreti yüksektir), meydan işçisinin yapacağı işte çalıştırılması, işçilik harcamasının artmasına neden olacaktır. Bundan özenle kaçınılmalı ve atelyeye fazla işçi alınmamalıdır.

İşçiliklerin ödenmesinde ya gündelik yöntemi veya parçabaşı ve prim sistemleri uygulanır.

Bunlar çalışma yerinin durumuna ve yapılan işlere göre ayarlanabilir. Prim sistemi, hem parçabaşı hem de gündelik yöntemlerinde uygulanabilir. Tesbit edilen miktardan fazla iş yapana prim verilir. Bu yüzden, bu sistemin imalâtı hızlandıracağı düşünülür. Ancak yorucu olabileceği için, verimi düşürebilme tehlikesi bulunmaktadır.

## 3 — GENEL GİDERLER :

İmalâta doğrudan doğruya girmeyen birçok gereç ve ücretler bu bölümde düşünülür. Atelyenin ve çalışanların temizliğinde ve makina ve aygıtların bakımında, onarımında kullanılan gereçler (yağ, üsttübü, süpürge, sabun, v.b.) burada yer alır. Büroda çalışan personel ile imalâta direkt girmeyen işçilerin ücretleri ve çeşitli taşıma harcamaları buraya girer. Elektrik ve su harcamaları da bu bölümde düşünülür. Bütün bu harcamalar, imalât fiatına bir yüzde oranla katılırlar. Bu oran kurumun durumuna göre saptanır. Birçok kurumlarda % 30 — 100 oranında kabul edilmekle beraber, bazı kurumlarda daha çok yüksek oranlara (% 500 gibi) çıktığı görülmektedir. Genel giderler bölümünde de imalât fiatını yükseltmemek için, ekonomiye çok önem verilmelidir. Kurumlardaki bina, kuruluş ve makina amortismanları da bir yüzde oranla genel giderlere eklenir.

Yukarıda anlatılanların ışığında, bir maliyet fiatı şu şekilde hazırlanacaktır:

— İmalâta harcanan gereçler bütün ayrıntılarına göre hesaplanacaktır,

— Bütün işlemlerdeki, değişik miktarda bulunan işçilikler toplanarak öncekine eklenecektir,

— Genel giderler kurumun çalışma durumuna göre saptanan oran da hesaplanarak katılacak ve maliyet fiatı bulunacaktır,

Buna eklenecek kâr oranı ile imalâatın satış bedeli ortaya çıkarılacaktır.

## OKULLARIMIZDAKİ MALİYET HESABI UYGULAMALARI :

Mesleki ve Teknik Okulları'mızın Döner (Mütedavil) Sermayeleri vardır. Öğretimle beraber imalât yapılmaktadır. Bazı okullarımızda ayrı sipariş atelyeleri bulunmaktadır. İmalât yapıldığı için, atelye şefleri maliyet hesaplamalarının yapımı ile görevlidirler.

Atelyelerimizde, maliyet hesapları iki şekildedir:

1 — Temrin çalışmaları ve harcamaları ile yapılan siparişlerin maliyet hesapları:

Bunlar ancak Bakanlık siparişi olabilir. Gereci öğretim ödeneğinden alınır. İşçiliği ve diğer harcamaları yoktur. Böyle siparişlerin maliyeti, harcanan gereçlerin fiatları toplamına eşit olur. Bu fiat, imalâatın gönderildiği yere, demirbaş fiatına esas olmak üzere bildirilir.



ci haklarının hangi öğrencilere yazıldığı gösterilmektedir. Burada öğrenciler ile bu siparişte çalıştıkları saat, saat ücreti ve yazılan miktarlar yer almaktadır. Bunların toplamı, öğrenci hakları toplamıdır. Örnekte bu miktar 15000 TL. dir. Öğrencilere ödenen saat ücreti Bakanlık tarafından bildirilen sınırlar içinde olur.

Pusulanın sağ alt bölümünde, toplamlarla genel giderler, kâr, v.b. yer almaktadır. Örnekte görüldüğü gibi öğrenci haklı (15000 TL.), kullanılan gereçlerin tutarı (434 100 TL.), ve ödenen işçilikler (250 000 TL.) alt alta yazılmıştır. Bunların toplamı siparişin maliyet toplamını (699 100 TL.) verir. Bundan sonra, işletme ve idari masraflar karşılığı, amortisman, elektrik ve kâr gelmektedir. Bunların ilk üçü genel giderler olarak düşünüldüğü halde, bizim maliyet hesaplarımızda ayrı ayrı alınır. Yüzde oranları bakanlığın belirttiği sınırlar içinde alınır. İşletme ve idare masrafları % 15-30 arasında alınır da bakanlık siparişlerinde % 15 kabul edilir. Bazı özel durumlarda, gerecin müşteriye ait olduğu veya gereç kullanılmayan siparişlerde % 50 ye kadar çıkabilir. Örnekte % 15 (104 485 TL.) dir. Bina, makina, v.b. amortismanı % 100 e kadar olabilir. Bakanlık siparişlerinde % 1 alınır. Diğer siparişlerde enaz % 5 dir. Harcanan elektrik burada ayrı olarak ele alınmıştır. Döküm işlerinde elektrik harcamaları % 5 oranına kadar yeterli olmaktadır. Atelye şefi tarafından saptanır. Örnekte % 4 dolayında (32 595 lira 35 kuruş) alınmıştır. Kâr yine bakanlığın verdiği sınırlar içinde olur. Bakanlık siparişlerinden % 5 oranında alınır. Örnekte aynı oranda (42 230 TL.) hesaplanmıştır. Bu bölümdükilerin toplamı (886 830 TL.) döküm için satış fiyatını vermektedir. Buna göre bir takım tesviyeci mengenesinin fiyatı 886 lira 83 kuruş olmaktadır.

#### b) Mamül Eşya Maliyet Pusulasının kesilmesi :

Tablo 10.2 de görülen bu pusula da diğerine benzer sütunları içerir. Üst kısımda siparişin cins ve miktarları ile sipariş numarası yazılır. Bakanlık siparişlerinde, ilgili dairenin verdiği sipariş numarası, diğer siparişlerde döner sermaye saymanlığının verdiği okul içi sipariş numarası kullanılır. Sipariş numarasının üstünde pusulanın cilt ve sıra numarası yer alır.

### MÜTEDAVİL SERMAYE MAMUL EŞYA MALİYET PUSULASI.

Cilt No. : 1  
Sıra No. : 18

Tablo 10.2 Döner (Mütedavil) Sermaye Mamül Eşya Maliyet Pusulası

Eşyanın cinsi ve evsafı Eşyanın miktarı	DÖKÜM		MODEL		Atelyesi		Atelyesi		Atelyesi		Atelyesi		Atelyesi		YEKÜN	
	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi	Atelyesi
Atelye hesabına kaydedilecek iptidai maddeler ve malzeme tutarı	434 100	298 800														463 900
Öğrenci hakları tutarı	15 000	5 000														20 000
İşçilik ücreti (işletme ve idari masraflar karşılığına kaydedilecek)	250 000	60 000														31 000
Yekün (Hazıra yapılan)	699 100	94 800														793 900
İşletme ve idari masraflar kâr. % 15	104 485	14 220														119 085
Amortisman % 1	80 396	10 920														91 316
Elektrik	375 975	5 488														380 835
Kâr % 5	42 230	5 480														48 010
<b>UMUMİ YEKÜN</b>	<b>886 830</b>	<b>121 380</b>														<b>1 008 210</b>

Yukarıda yazıt eşya anbara alınması ve defterine kaydedilmiştir.

Yukarıda gösterilen eşyanın anbara alınması ve defterine yazılması  
Döküm / 19  
Eşya Bina / 19  
Atelyesi / 19  
Şefi / 19  
Müdür / 19

Anbar defteri No. \_\_\_\_\_

Orta kısımda, daha önce de değinildiği gibi imalât - maliyet pusulasının son bölümündeki toplam ve yüzdeler yer alır. Siparişin yapımına katılan atelyeler için sütunlar ayrılmıştır. Bunlardan ilk sütuna, siparişin bitirildiği ana atelyeye ait değerler yazılır. Diğer atelyelere ait değerler sıra ile diğer sütunlara kaydedilir. Örnekte dökülen mengeneler için model yapılmıştır. Ana atelye döküm atelyesidir. Başka atelyelerin katkısı yoktur. Bunun için döküm atelyesine ait değerler ilk sütuna yazılmıştır. Model atelyesinin imalât - maliyet pusulasından alınan değerler ikinci sütuna kaydedilmiştir. Diğer sütunlar boş kalmış ve bir çizgi ile kapatılmıştır. Maddelerdeki değerlerin toplamları en sağ sütundaki "Yekün" (toplam) de kaydedilmiştir. Bu sütundakilerin toplamı ise sağ alt köşededir. Bu miktar son maliyet daha doğrusu satış fiyatını (1.008 100 Tl.) verir.

Pusulalar atelye şefi, ambar memuru tarafından imzalanır ve Okul Müdürü tarafından onaylanır.

Yapılan siparişin ambara teslimi ile beraber pusulalar saymanlığa verilir. Saymanlıkta ilgili defterlere geçirilir.

Atelyeye alınacak döner sermaye gereçleri, atelye şefi tarafından lüzum gösterilerek ilgililer tarafından alınır. Ambara giren gereç ambar defterine kaydedilir. Buradan gerekli belgeler düzenlenerek atelyeye çıkartılır. Atelye şefi aldığı gereçleri bir ambar defterine kaydeder. Siparişlere harcandıkça defterden düşülür.

Yıl sonunda atelye şefi bir envanter düzenler. Bunu saymanlığın hesapları ile karşılaştırır. Atelye zimmetinde kalan gereçler yeni ambar defterine kaydedilir.

Okullarımızda yapılan döner sermaye siparişleri öğretime yardımcı olur. Sürekli işlerin öğretimi aksatmamasına dikkat edilmelidir. Çok pahalı olan pratik öğretimin yükünü, döner sermaye siparişleri bir oranda hafifletmeğe yardımcı olur.

## SORULAR

- 1 — Bir imalâtın maliyet hesabı ne zamanlarda ve niçin yapılır?
- 2 — Ön maliyet hesabının niçin önemli olduğunu söyleyiniz.
- 3 — Bir maliyet hesabı neleri içine alır?
- 4 — Maliyetin ucüza çıkması için gereç harcamalarında nelere dikkat edilmelidir?
- 5 — İşçilik ücretleri nasıl saptanır?
- 6 — İşçilikten tasarruf için nelere dikkat edilir?
- 7 — Genel giderler deyince neyi anlıyorsunuz?
- 8 — Genel giderlere giren faktörleri sıra ile ele alarak tanıtmamız yapınız.
- 9 — Okullarımızda kaç türlü sipariş vardır?
- 10 — Döner (Mütedavil) sermaye siparişleri nasıl alınır?
- 11 — Döner sermaye siparişlerinde öğrenci hakları nasıl yazılır?
- 12 — İmalât - Maliyet pusulası nedir, nasıl düzenlenir?
- 13 — Bu pusulada genel giderler nasıl ele alınmıştır?
- 14 — Elektrik nasıl hesaplanır?
- 15 — Mamül Eşya Maliyet pusulası niçin ve nasıl düzenlenir?
- 16 — Bir sipariş için kaç tane ve kim tarafından yazılır?
- 17 — Bir mamül eşya maliyet pusulasının hazırlanışını sıra ile anlatınız.
- 18 — 100 Kg. ağırlığında örnek bir parça seçerek bunun maliyet fiyatını çıkartınız ve imalât - maliyet pusulası ile mamül eşya pusulasını kesiniz.
- 19 — Atelyemizdeki bir döner sermaye siparişinin geçirdiği süreçleri anlatınız.



## TERİMLER SÖZLÜĞÜ

### A

Alaşım	: En az biri maden olmak üzere iki veya daha çok elementin karışımı.
Alkalin	: Na ve K bileşikleri.
Almasilisyum	: Silisyumlu bir alüminyum alaşımı.
Alpaks	: Silisyumlu bir alüminyum alaşımı.
Alugir	: Alüminyum alaşımı.
Alümin	: Alüminyumoksit.
Amyant	: Isıya dayanıklı bir silikat.
Antifrikسیون	: Çok sert ve çok yumuşak madenlerin karışmasından meydana gelen yatak alaşımı.
Apatit	: Kalsiyumlu fosfor filizi.
Atü.	: Atmosfer basıncı.

### B

Baryum	: Bir elementtir.
Basıncılı döküm	: Madenin kalıba basınç altında gönderildiği bir döküm yöntemi.
Benzidin deneyi	: Kilde renk deneyi.
Berilyum	: Çok hafif ve kırılğan bir element.
Besleyici	: Çöküntüyü önlemek için uygun yerlere yerleştirilen sıvı maden depoları.
Bizmüt	: Kolay ergiyen, çok kırılğan bir element.
Boksit	: Alüminyum filizi.
Bor	: Bir maden
Boraks	: Sodyumlu bir bor bileşiği; yüzey örtücü flaks.
Boşaltma döküm	: Dökülen kalıptan, madenin tam katılaşmasından önce boşaltılması ile, maçasız içi boş olarak elde edilmesini sağlayan yöntem.
Bravnit	: Manganoksit.
Brinell	: Sertlik ölçme yöntemi.
Bronz	: Bakır kalay alaşımı.

**C**

Camsuyu	: Sodyumsilikat.
Cerolov	: Çok düşük sıcaklıkta ergiyen alaşım.
Cllycometal	: Çinko alaşımı.
Croniğ yöntemi	: Kabuk kalıp yöntemi.
Curuf	: Maden ve alaşımların ergitme sırasında üzerinde toplanan pislik.
Çapak	: Dökümde parçanın mala hizasında meydana gelen ince maden levhaları.
Çıkıcı	: Kalıptaki gazların çıkması için açılan kanallar.
Çöküntü	: Dökümde madenin çekmesi ile meydana gelen boşluklar.

**D**

Dart	: Dökümde madenin kalıp yüzeyindeki kumu kaldırması ile oluşan döküm hatası.
Dolomit	: Isıya dayanıklı bir; kalsiyumkarbonat ve magnezyum karbonat karışımı.
Döküm hatası	: Dökülen parçalarda görülen hatalar.
Döner sermaye	: Siparişlerin yapımı için müesseselerde kurulan bir sistem .
Düralümin	: Bir alüminyum biçimlendirme alaşımı.

**E**

Elektron	: Bir cins magnezyum alaşımı.
Epson tuzu	: Magnezyum bileşiği.

**F**

Fenol formaldehit	: Sentetik reçine.
Flaks	: Maden ve alaşımların ergitilip dökülmesinde kullanılan temizleme maddesi.
Flüoresan deneyi	: Dayanım deneyi (çatlakları bulmak için).
Flüorür	: Alüminyum alaşımlarında kullanılan koruyucu flaks.
Formaldehit	: Sentetik reçine.
Forsa	: Dökümde madenin dereceden dışarı kaçması.
Fosforit	: Kalsiyumlu fosfor filizi.

**G**

Gözenek	: Madenlerin içinde ve kumlardaki küçük boşluklar.
Gun - metal	: Özel bronz alaşımı.
Gümüş	: Değerli ve beyaz bir maden.

**H**

Hazallett yöntemi	: Yapanın adıyla anılan sürekli döküm yöntemi.
Hosmannit	: Bir manganoksit.

**K**

Kabuk kalıp	: Kalıbın kabuklar şeklinde oluşturulduğu bir kalıplama yöntemi .
Kadmiyum	: Bir elementtir.
Kalemin	: Çinko filizi.
Karıncı	: Döküm parçalarda küçük gaz boşlukları şeklinde meydana gelen bir döküm hatası.
Kasnalit	: Magnezyum filizi.
Kofluk	: Büyük gaz boşluğu döküm hatası.
Kokil kalıp	: Madensel kalıp.
Konveyör	: Atelyelerde kullanılan iletici bir düzen.
Kriyolit	: (NaF — AlF <sub>3</sub> ) Sodyum — Alüminyum flüorür.
Krizobenil	: Berilyum filizi.
Krokite	: Krom filizi.
Kulis	: Buhar lokomotiflerinde hareketi ileri geri değiştiren sistem.
Kuvars	: Kristalize olmuş silisyumoksit.

**L**

Linotip	: Basım işlerinde kullanılan harf alaşımı.
Lipovits	: Kolay ergiyen harf alaşımı.
Lidyum	: Bir maden.

**M**

Magnezit	: Magnezyumkarbonat
Manganit	: Manganez filizi.
Mat	: Bakır filizinin ergitilmesiyle elde edilen bileşik.
Mayşor	: Nikelli bir piring alaşımı.
Meehanite döküm	: Grafitlerin pul şeklinde oluşması önlenerek elde edilen (Ca-Si) ile bir tür dökme demir

Meme	: Yolluk sisteminin kalıp boşluğuna bağlanan kısmı.
Mispikel	: Arsenik filizi.
Molibden	: Bir maden.
Monoray	: Tek ray üstünde çalışan bir kaldırma ve taşıma aygıtı.
Monotip alaşımı	: Bir harf alaşımıdır.
Muffel	: Çinko elde etmede kullanılan bir ergitme ocağı.
Mullit	: Kalıp astar malzemesi. (SiO <sub>2</sub> — Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )

### N

Nitrürasyon	: Azotla yüzey sertleştirme.
Novalak	: Metil alkol eriyiği.

### O

Orpiment	: Arsenik filizi.
----------	-------------------

### P

Palit	: Bir kurşun alaşımı.
Parcet alaşımı	: Düşük sıcaklıkta eriyen bir alaşım.
Perrotin	: Nikel filizi.
Pirinç	: Bakır çinko alaşımı.
Pirometre	: Yüksek sıcaklık ölçme aleti. (aygıtı)
Plak model	: Plaka üzerine modellerin bağlandığı, bir model sistemi.
Polystrol	: Model yapımı için kullanılan (termoplastik) madde.
Porozite	: Gözenek.
Pota	: Maden ergitme ve taşıma kabı.
Pres döküm	: Bir basınçlı döküm.

### R

Realger	: Arsenik filizi.
---------	-------------------

### S

Savurma döküm	: Merkezkaç kuvvetten yararlanılarak yapılan bir döküm yöntemi.
Selenyum	: Bir element.
Silimanit	: Kalıp astar malzemesi.

Silester	: Silimanitin etilsilikatle karışımından elde edilen madde.
Selüloz eter	: Kalıp kumu bağlayıcısı.
Selüloz glikolat	: Kalıp kumu bağlayıcısı.
Seryum	: Bir maden.
Shell molding	: Kabuk kalıp yöntemi.
Silumin	: Silisyumlu bir alüminyum alaşımı.
Soğutucu	: Kalıplardaki kalın kısımların dengeli soğumasını sağlayan madensel parça.
Sodeberg	: Özel bir elektrot.
Sürekli döküm	: Devamlı döküm.
Süspansiyon deneyi	: Kil deneyi.

### S

Şellak	: Balmumuna katılan sertleştirici madde.
--------	--

### T

Talk	: Yüzey ayırıcı madde. Magnezyum silikat.
Tıkaç	: Yolluklarda tıkama için kullanılan bir takım.
Titan	: Bir maden.
Thoryum	: Bir elementtir.
Termoplastik	: Model yapma malzemesi.
Tunç (bronz)	: Bakır kalay alaşımı.

### V

Vibratör	: Titreşim yapan bir aygıt.
Volfram	: Bir maden.

### W

Water-caket	: Bakır elde edilmesinde kullanılan dik ocak.
-------------	---

### Y

Yatak metali	: Yataklar için hazırlanan alaşım.
Yolluk sistemi	: Kalıpların boşluğuna sıvı madenin dökülmesini sağlayan ve havşa (hazne) gidici, topuk curuf, kanalı ve memeden meydana gelen bir sistemdir.

### Z

Zamak	: Çinko alaşımı.
-------	------------------

## KAYNAK KİTAPLAR

1. BAC, Münevver ve Nurettin. Kimya-I. Remzi Kitapevi. İstanbul-1977.
2. BAYDUR, Galip. Malzeme. Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu. Ankara-1970.
3. BAYIN, Ömer. Kimya -II. Emel Ofset. İstanbul-1978.
4. Prof. BEKMAN, Avni Refik. Metaller Kimyası. Ankara Fen Fakültesi yayınları -1956.
5. COSTE, H. Pyrometrie. Syndicat Général Des Fondateurs De France.
6. COSTE, H. Cours Elementarie De Fonderie. Tome: IV, V, VI, VIII, Syndicat Général Des Fondateurs De France -1966.
7. ÇUHADAR, Nurettin. Madenlerin Mekanik Teknolojisi, İmal Usulleri Cilt-I. Döküm. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Sayı: 124 -1947.
8. DOEHLER, H. H. (Çeviren -BAYVAS, M. Şevki). Basınçlı Döküm. M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No. 80 -1974.
9. DOĞANAY, Cemal. Dökümcülük Bilgisi. Sümerbank Yayınları -1944.
10. DOĞMUŞ, Halil. Demir Olmayan Maden ve Alaşımın Ergitme Ocakları. Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu Matbaası. Ankara -1971.
11. DÖKER, Mehmet. Döküm İşleri Meslek Teknolojisi. Yeni Kitapevi, Konya -1944.
12. DRUOT, A. Cours De Technologie D'Atelier. Sixieme Volume, Fonderie. Ecoles Nationales D'Arts et Metiers -1952.
13. DURAN, Ali Duray. Dökümlerin Temizlenmesi ve Temizleme Makinaları ile Döküm Laboratuvarı Ders Notları. Ankara -1971
14. DURAN, Ali Duray — ÇELİK, Süleyman — SÜZEN, Cumhuriyet. Dökümcülük İş ve İşlem Yaprakları Sınıf-2. M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No. 41. Başbakanlık Basımevi. Ankara -1979.
15. DURAN, Ali Duray — ÇELİK, Süleyman — SÜZEN, Cumhuriyet. Dökümcülük İş ve İşlem Yaprakları Sınıf -3. M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Etüd ve Programlama Dairesi Atelye Öğretim Yaprakları Serisi No. 13. M. E. Basımevi. İstanbul -1979.

16. Prof. ERSÜMER, Aram — Y. Müh. ŞEN, Yılmaz. Genel Döküm. Ofset Matbaacılık Ltd. Şti -1972.
17. Prof. ERSÜMER, Aram. Bakır Alaşımaları Dökümü ve Isıl İşlemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Sayı: 1046 -1976.
18. FİDANER, Sabri. Dökümcülük Meslek Teknolojisi Sınıf-5 Ders notu. Ankara -1955.
19. GERIN, M. Conferences Sur Les Fours De Fusion En Fonderie. D'Alliages Cuivreux. Ecole Supérieure De Fonderie.
20. HEINE, Richard W. — LOPER, Jr. Carl R. — ROSENTHAL, Philip C. Principles of Metal Casting. Mc. — Hill Book Company. Newyork -1967.
21. HILL, G. — CHAUSSIN C. Cours De Metallurgie. Dunod -1968.
22. KAYA, Halil. Malzeme. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları Ankara -1949.
23. KAYA, Halil. Malzeme II. Millî Eğitim Basımevi. İstanbul -1956.
24. FERRET, R. (Tercüme edenler: Prof. ÇUHADAR, Nurettin — Doç. ERSÜMER, Aram.) Hafif Alaşımaların Dökümü. İ.T.Ü. Matbaası -1955.
25. RUSINOFF, S. E. Foundry Practices. American Technical Society, Chicago -1964.
26. (Çeviren) Y. Müh. Dr. SARIBAŞ, Reşat. Döküm Arızaları Atlası. Makina Mühendisleri Odası Yayını No. 62 -1971.
27. SÜRENKÖK, Ruhi. Malzeme. M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları Ders Kitapları. Millî Eğitim Basımevi. İstanbul -1970.
28. Alliages Cuivreux. Syndicat Général De Fondeurs De France -1967
29. Alliages Legers. Syndicat Général De Fondeurs De France -1967.
30. American Foundrymen's Society. Analysis of Casting Defects -1966.
31. American Society For Metals. Metals Handbook. Volume 5. Forging and Casting.
32. +GF+ George Fischer Limited. Schaffhausen Switzerland.
33. Harry, W. Dietert Co., Tools for Countrole. Catalog No 117, ve 118, 9330 Roselaw Ave., Detroit 4, Michigan -1951.
34. Makina Mühendisleri El Kitabı Cilt -2. TMMOB. Makina Mühendisleri Odası Yayınları No. 100. Ankara -1976.
35. T.S.E (Türk Standartları Enstitüsü) Yayınları. Ankara.

## İNDEKS

### A

Alaşım : 1, 3, 78, 131, 133  
 Alkalın : 204  
 Almasilisyum : 101  
 Alpaks (silumin) : 97  
 Alugir : 137  
 Alümin : 11, 12, 13, 48  
 Alüminyum : 11, 29, 39, 44, 94, 118  
 Amonyumklorat : 162, 163  
 Amyant : 14  
 Antifriksiyon : 134  
 Antimon : 22, 31, 132  
 Apatit : 21  
 Arsenik : 23, 31

### B

Bakır : 3, 27, 95, 118  
 Baryum : 21, 24, 25  
 Basınçlı döküm : 72, 132  
 Basınçlı su havuzu : 159  
 Benzidin deneyi : 262  
 Berilyum : 21, 41  
 Besleyici : 51, 105, 152, 167, 178, 193, 194, 214  
 Bizmut : 23, 132  
 Boksit : 11  
 Bor : 108  
 Boraks : 122, 164  
 Borik asit : 127,  
 Boşaltma döküm : 129, 257  
 Bravnit : 20  
 Brinell : 39  
 Bronz (tuğu) : 22, 31, 32, 34, 38, 76

### C

Camsuyu (sodyumsilikat) : 204, 213  
 Ceraskal : 145  
 Cerolow : 140  
 Clycometal : 137  
 Croning yöntemi : 205  
 Coldschmid : 137  
 Curuf : 189, 204

### Ç

Çapak : 186  
 Çarpılma : 200, 202  
 Çıkıcı : 51, 105, 152, 174  
 Çimentolu kum : 203  
 Çinko (tutya) : 16, 28, 34, 36, 41, 78, 93, 118, 127, 129  
 Çöküntü : 192, 194, 234

### D

Dart : 171, 172  
 Davlumbaz : 58  
 Demir : 30, 39, 47, 95  
 Dolomit : 14  
 Döküm hatası : 167  
 Döküm Laboratuvarı : 259  
 Döner (mütedavil) sermaye : 309  
 Duralümin : 102

### E

Elek analizi : 280  
 Elektrik kaynağı : 164  
 Elektron : 118, 119  
 Epsom tuzu : 14

**F**

Fenol formaldehit : 205  
Flaks : 24, 108, 125, 126  
Flüoresan deneyi : 161  
Flüorür : 21, 108  
Formaldehit : 122  
Forsa : 171, 187  
Fosfor : 21, 30, 36  
Fosfor tayini : 291  
Fosforit : 21

**G**

Garniyerit : 19  
Gaz boşluğu : 167  
Gaz geçirgenlik : 267  
Genel gider : 307, 309  
Glüsenyum : 48  
Gözenek : 168  
Grafit : 162  
Grafit pota : 59, 60, 61, 62, 74  
Gun-metal : 34  
Gümüş : 118

**H**

Hata : 167, 171, 174  
Hatalar : 161, 162  
Hidroflorik asit : 160,  
Hidroklorik asit : 160

**K**

Kabuk kalıp : 205, 207  
Kaçıklık : 185  
Kadmiyum : 23, 118, 121  
Kalay : 18, 27, 34, 129, 234  
Kalemin : 16  
Kalite kontrol : 160  
Karbon tayini : 287,288  
Karıncı : 168  
Karnalit : 14  
Kavrama : 74

Kil tayini : 279  
Kimyasal deneyler : 260, 285  
Kireçtaşı tayini : 278  
Kofluk : 168  
Kokil : 98, 131  
Kokil kalıp : 213, 223, 224  
Konveyör : 145  
Kriyolit : 12, 13  
Krizoberil : 21  
Krokrit : 22  
Krom : 22, 236  
Kromit : 22  
Kulis : 33  
Kum deneyleri : 260  
Kurşun : 18, 34, 35, 129, 234  
Kuru dayanım : 271, 275, 276  
Kuars : 17  
Külçe : 72  
Kükürt : 162, 180  
Kükürt tayini : 292

**L**

Laboratuvar : 259  
Lehim : 139, 140  
Linotip : 140  
Lipowitz : 140  
Lityum : 137  
Lurgi : 137

**M**

Maça : 50, 104, 173, 180, 181, 188  
Maça desteği : 169, 171  
Maça iskeleti : 181  
Madeni model : 129, 138  
Mağnezit : 14  
Mağnezyum : 13, 96, 117, 118, 119, 121  
Maliyet fiatı : 307, 309  
Manganez : 20, 29, 38, 40, 44, 78, 95,  
118  
Manganez tayini : 290, 291

Manganit : 20  
Mat : 6, 9  
Maysor : 46  
Meehanite döküm : 256  
Mekanik deneyler : 261, 297  
Meme : 173, 175  
Metil alkol : 206  
Mikroskopsal deneyler : 261, 293  
Mispikel : 23  
Molibden : 101, 235  
Monoray : 157  
Monotip aлаşım : 140  
Muffel : 17

**N**

Nikel : 19, 29, 38, 45, 77, 95  
Novalack : 205

**O**

Oksijen kaynağı : 164

**P**

Palid : 137  
Parcet aлаşımı : 140  
Perrotin : 19  
Piring : 41, 42, 43, 44, 45, 78  
Pirolüzit : 20  
Pirometre : 297, 300, 301  
Plak model : 129, 138  
Porozite : 168  
Pota : 59, 63, 74, 107, 125  
Portland çimentosu : 203  
Pres döküm : 223, 224, 225, 228

Püskürtme makinası : 155

**R**

Radyografi deneyi : 161  
Realger : 23  
Rokwel ocağı : 55  
Rutubet deneyi : 263

**S**

Salkım yolluk : 52  
Savurma döküm : 53, 132, 236  
Selülozeter : 204  
Selüloz glikolit : 204  
Shell molding : 205  
Silikat : 204  
Silis : 203, 205  
Silisyum : 19, 30, 37, 46, 94  
Silisyum tayini : 289  
Silumin (alpaks) : 97  
Sirke : 162  
Sodyum : 108  
Soğuk birleşme : 182  
Soğutucu : 169  
Södeberk : 12  
Statik döküm : 236  
Stibin : 22  
Sürekli döküm : 252  
Süspansiyon deneyi : 262

**Ş**

Şarlıye ocağı : 54  
Şerit testere makinası : 147  
Şişkinlik : 183

**T**

Talk : 14  
Tambur : 145, 151, 152  
Tıkaç : 152  
Titan : 95, 99, 100, 108  
Toryum : 131  
Tunç (bronz) : 27

**V**

Vibratör : 144  
Vinç : 145  
Volfram : 235

**W**

Water — caket : 8

Wood : 23, 140

**Y**

Yaş dayanım : 269  
Yatak metali : 134,  
Yolluk : 51, 104, 123, 163, 167, 173,  
177, 180  
Yolluk kesme makinası : 146, 147  
Yüzey taşlama makinası : 146

**Z**

Zamak : 16, 130, 131  
Zımpara taşı : 149