

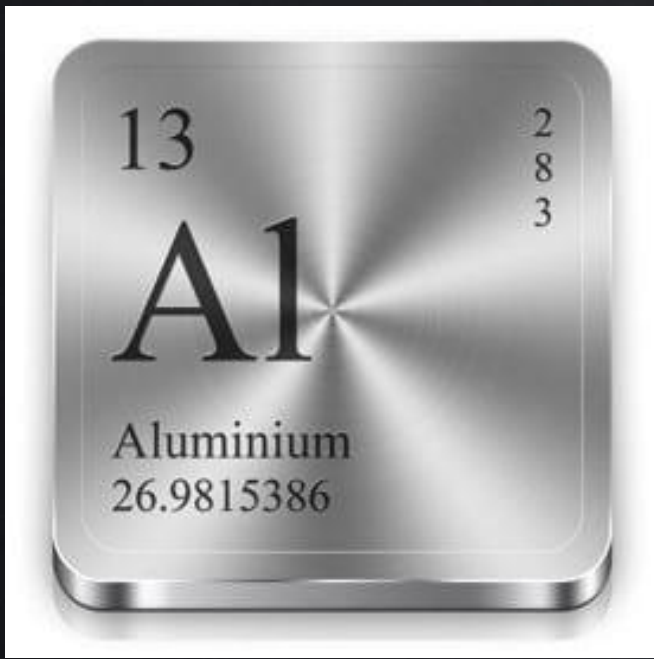


T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

Cephe Akademi Mesleki Gelişim Eğitimi

Dersin Adı: Alüminyum
Eğitmen Adı: Dr. Gökhan ÖZER





ALÜMİNYUM

İÇERİK

- **Genel Bilgiler**
- **Alüminyumun genel özellikleri**
- **Kullanım alanları**
- **Alüminyum rezervleri**
- **Dünya alüminyum üretimi**
- **İthalat/ihracat**
- **Türkiye'deki durum**
- **Dünya alüminyum üretimi**
- **Birincil/ikincil alüminyum üretimleri**
- **Alüminyum alaşımları**
- **Isıl işlemler**
- **Döküm yöntemleri**
- **Haddeleme**

Genel Bilgiler

- Bu elementimiz gümüşi beyaz bir metaldir ve periyodik tablodaki 13 elementtir. Bu metalimiz hakkında şaşırtıcı bir gerçek, dünyanın en yaygın metali olması ve Dünya'nın ana kütlelerinin% 8'inden fazlasını oluşturması.
- Ayrıca gezegenimizde oksijen ve silikondan sonra üçüncü en yaygın kimyasal elementtir.
- Alüminyum, günümüzde yaklaşık yıllık 24 milyon tonluk tüketimiyle, dünyada en çok tüketilen demir dışı metaldir.

Genel Bilgiler

Alüminyum, Amerikan İngilizcesinde *aluminum* olarak, İngiliz İngilizcesinde ise *aluminium* olarak yazılır. Bu durum 1808' de bu elementi ilk olarak izole eden Davy' nin tutarsızlığından kaynaklanmaktadır. Davy elemente ilk olarak *aluminium* adını verdikten 4 sene sonra fikrini değiştirip *aluminum*' da karar kaldı.

Amerikalılar bu terimi benimserken İngilizliler sodium, calcium gibi terimlerdeki *-ium* kalıbını bozduğu için bunu beğenmeyip ona bir sesli harf ve dolayısıyla bir hece eklediler. Böylece *aluminium* terimi ortaya çıktı.

Kilometretaşları

- 1808 İngiliz Davy (ekstraksiyon)
- 1825 Danimarkalı Oersted (saf alüminyum)
- 1886 Fransız Heroult ve ABD Hall (endüstriyel üretim)
- 1886 Alman Bayer (Bayer prosesi)

Alüminyumun Genel Özellikleri

Temel Özellikleri

Atom Numarası

13

Atom Ağırlığı

26,9815386 g/mol

Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk

2,70 g/cm³

Ergime Noktası

660,32°C

Atom Özellikleri

Kristal Yapısı

Yüzey Merkezli Kübik (YMK)

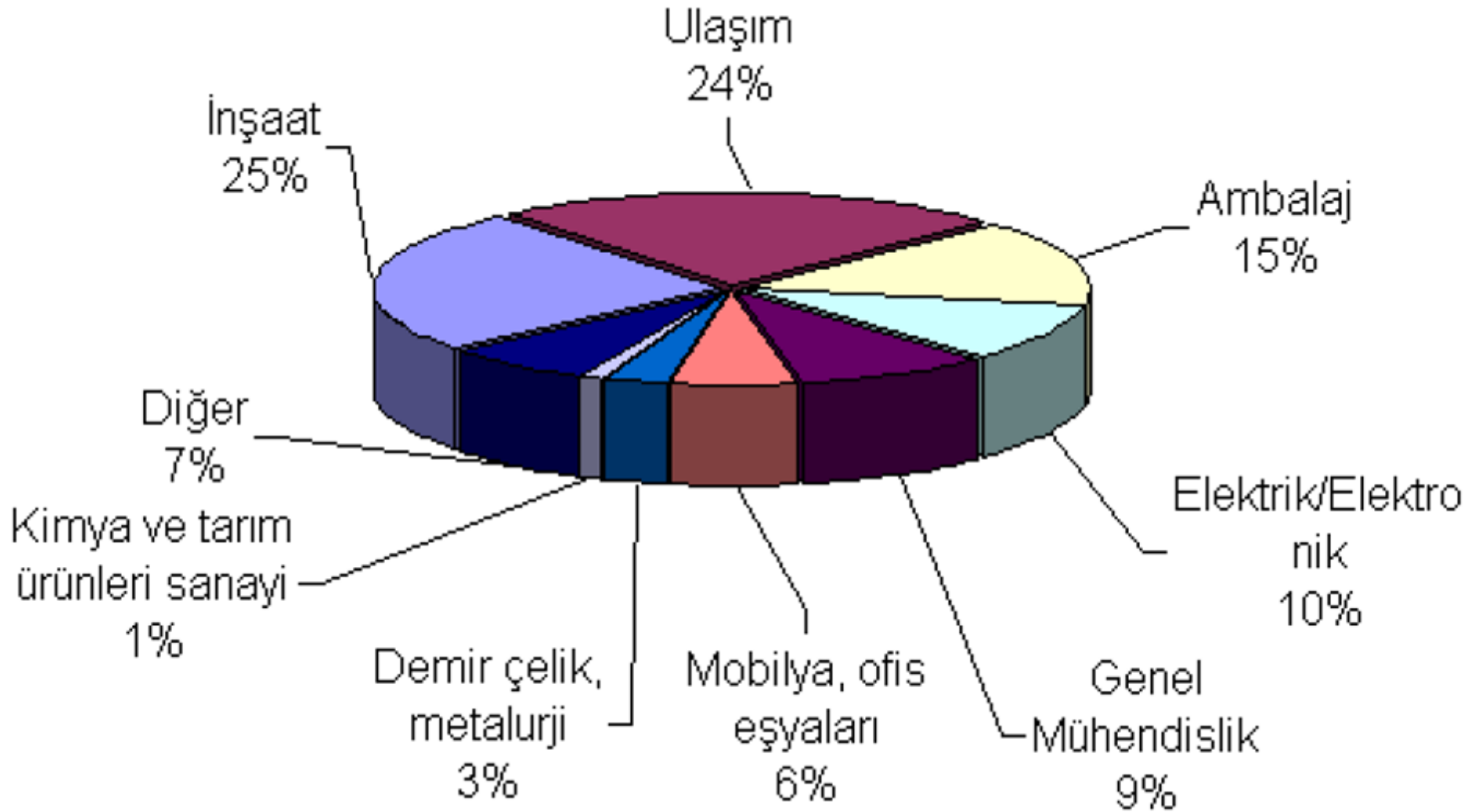
Atom Yarıçapı

0,143 nm

Alüminyumun Üstün Özellikleri

- ✓ Mekanik dayanım (alaşıma bağlı),
- ✓ Hafiflik,
- ✓ Korozyon dayanımı,
- ✓ Elektriksel iletkenlik,
- ✓ Kolay işlenebilme,
- ✓ Geri dönüştürülebilme,
- ✓ Optik özellikler,
- ✓ Darbe dayanımı.

Kullanım Alanları



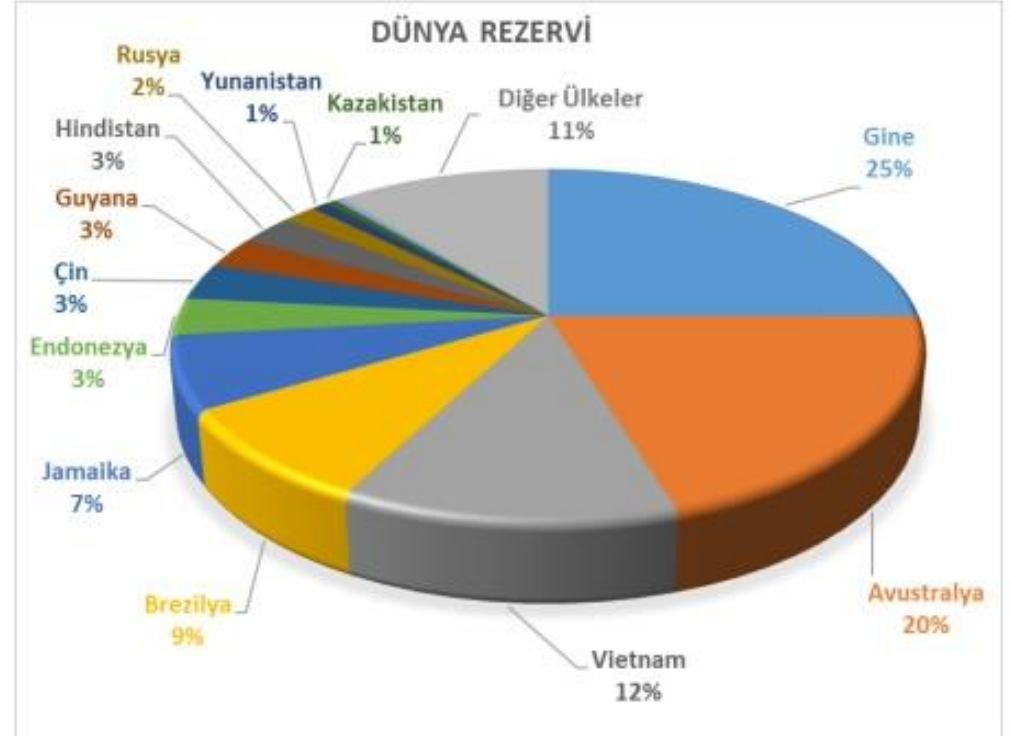
Kullanım Alanları

- Günümüzde alüminyum, çelikten sonra en çok kullanılan metal haline gelmiştir.
- Alüminyum ve alaşımları, kurşun, kalay ve çinko gibi tüm demir dışı metallerin toplam kullanımından daha çok miktarda kullanılmaktadır.
- Alüminyum hafif bir metal olma özelliği ile uçak ve uzay araçları dahil bütün taşıt araçlarında ve inşaat sektöründe; iletkenlik özelliği ile elektrik-elektronik araçların yapımında (elektrik kablosu , elektrik nakil hatları v.b.) tercih edilmektedir. Alüminyumun parlak ve şık görüntüsünden yararlanılarak dekoratif amaçlı mobilya , süs ve ev eşyaları yapımında kullanılmaktadır.
- *Yüksek dayanıklılık/ağırlık oranı sayesinde cephe kaplamalarında tercih edilir.*
- Özellikle ulaştırma, inşaat ve ambalaj sektörlerinde olmak üzere, yeni teknolojilerin de etkisiyle kullanımı sürekli artan alüminyum, 21. Yüzyılın metali olarak görülmektedir.

Alüminyum Rezervleri

Dünya işletilebilir boksit rezervi

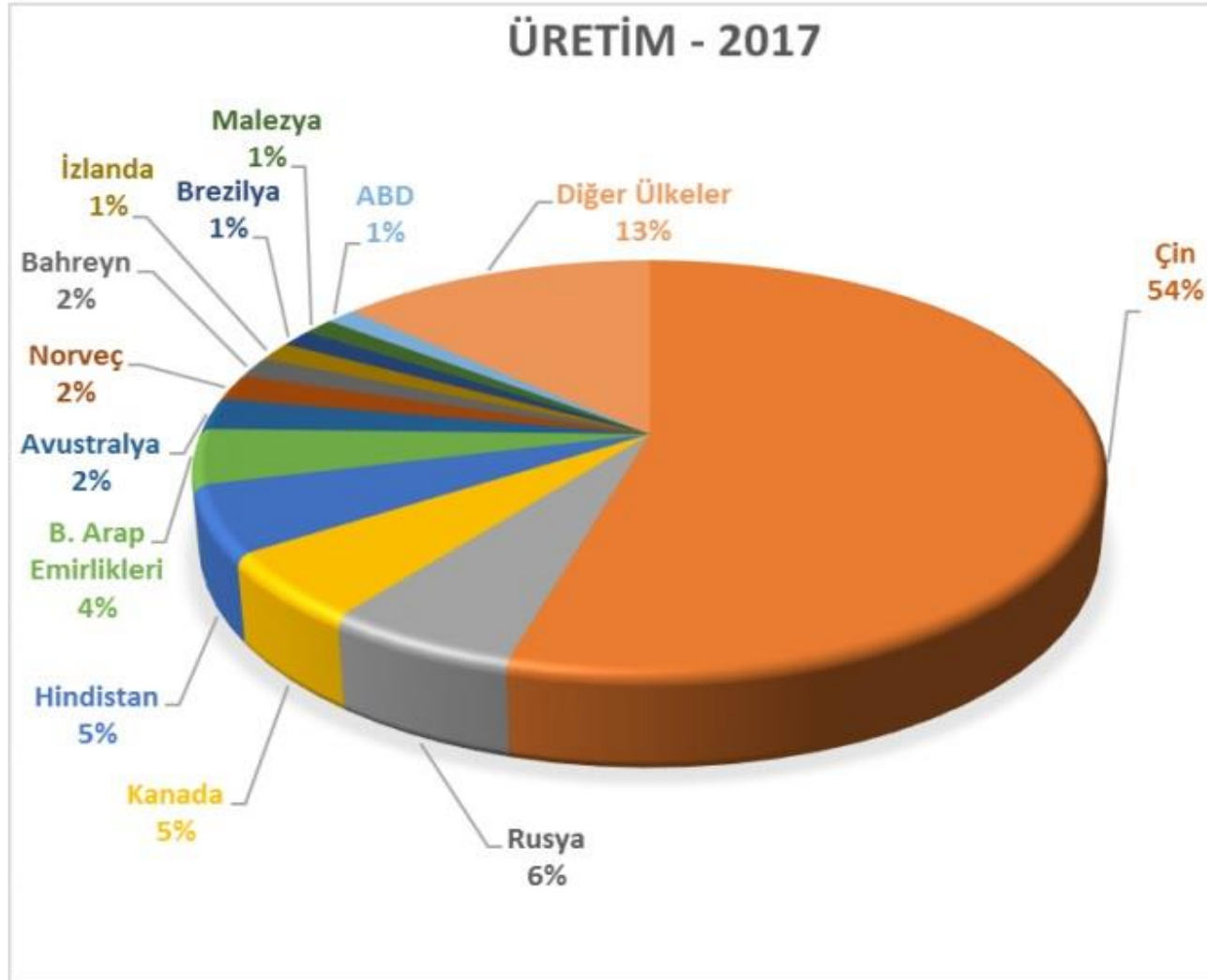
ÜLKE	REZERV (ton)	DÜNYA PAYI (%)
Gine	7.400.000.000	25
Avustralya	6.000.000.000	20
Vietnam	3.700.000.000	12
Brezilya	2.600.000.000	9
Jamaika	2.000.000.000	7
Endonezya	1.000.000.000	3
Çin	1.000.000.000	3
Guyana	850.000.000	3
Hindistan	830.000.000	3
Rusya	500.000.000	2
Yunanistan	250.000.000	1
Kazakistan	160.000.000	1
Malezya	110.000.000	0
ABD	20.000.000	0
Diğer Ülkeler	3.200.000.000	11
Toplam	30.000.000.000	100



(Kaynak: USGS Mineral Commodity Summaries 2018)

(Kaynak: USGS Mineral Commodity Summaries 2018)

Dünya Üretimi



(Kaynak: USGS Mineral Commodity Summaries 2018)

ÜLKE	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Çin	23.500.000	26.500.000	28.300.000	31.400.000	31.900.000	32.600.000
Rusya	4.024.000	3.600.000	3.300.000	3.530.000	3.560.000	3.600.000
Kanada	2.780.000	2.967.000	2.858.000	2.880.000	3.209.000	3.212.000
Hindistan	1.704.000	1.703.000	1.939.000	2.355.000	2.723.000	3.200.000
B. Arap Emirlikleri	1.820.000	1.864.000	2.341.000	2.464.000	2.500.000	2.600.000
Avustralya	1.860.000	1.777.000	1.703.000	1.646.000	1.634.000	1.490.000
Norveç	1.145.000	1.155.000	1.250.000	1.225.000	1.220.000	1.220.000
Bahreyn	890.000	913.000	931.000	961.000	971.000	960.000
İzlanda	803.000	836.000	830.000	845.000	855.000	870.000
Brezilya	1.436.000	1.304.000	962.000	772.000	793.000	800.000
Malezya	120.000	291.000	400.000	400.000	620.000	760.000
ABD	2.070.000	1.946.000	1.710.000	1.587.000	818.000	740.000
Suudi Arabistan	0	187.000	662.000	835.000	840.000	740.000
Güney Afrika	665.000	822.000	745.000	695.000	701.000	714.000
Türkiye	43.700	42.200	30.400	45.900	50.000	82.000
Diğer Ülkeler	6.139.000	6.903.000	6.010.000	6.343.000	5.596.000	6.412.000
Toplam	49.300.000	52.200.000	54.200.000	58.100.000	58.900.000	59.900.000

(Kaynak: USGS Mineral Commodity Summaries 2018)

Dünya alüminyum üretiminde lider şirketler

İşletme Adı	Ülke	ÜRETİM (Ton)		2016-2017 Değişimi (%)
		2016	2017	
Hongqiao Group	Çin	5.886.000	6.446.000	9,5
UC Rusal	Rusya	3.685.000	3.700.000	0,4
Shandong Xinfā	Çin	3.200.000	3.700.000	15,6
Chalco	Çin	3.000.000	3.700.000	23,3
Rio Tinto	Kanada	3.646.000	3.551.000	-2,6
EGA	B.Arap Emirlikleri	2.471.000	2.500.000	1,2
CPI	Çin	2.300.000	2.400.000	4,3
Alcoa	ABD	2.420.000	2.300.000	-5
East Hope	Çin	2.100.000	2.100.000	0
Norsk Hydro	Norveç	2.085.000	2.094.000	0,4
Yunnan	China	1.200.000	1.600.000	33,3
Gansu Donxing	Çin	1.153.000	1.359.000	17,9
Hindalco	Hindistan	1.130.000	1.266.000	12
Vedanta	Hindistan	923.000	1.213.000	31,4
Toplam		35.199.000	37.929.000	7,8

İthalat/İhracat

Alüminyum ve alüminyum ürünlerinde dünya ithalat ve ihracat lideri on ülke, 2017

2017		2017	
İthalatçı Ülkeler	Değer (milyar \$)	İhracatçı Ülkeler	Değer (milyar \$)
ABD	23,3	Çin	22,6
Almanya	18,7	Almanya	16,4
Japonya	8,3	ABD	11,6
Fransa	6,8	Kanada	9,8
Çin	6,6	Rusya	6,7
G.Kore	6,5	İtalya	6,4
İtalya	6,3	B.Arap Emirlikleri	6,2
Meksika	5,9	Fransa	5,3
İngiltere	5,1	Hollanda	4,8
Hollanda	4,9	İspanya	4
Diğer	81,1	Diğer	78,7
Toplam	173,5	Toplam	172,5

Kaynak: International Trade Center-ITC

Alüminyum Ticareti

Alüminyum ve alüminyum ürünlerinde dünya ithalat ve ihracat lideri on ülke, 2017

2017	
İthalatçı Ülkeler	Değer (milyar \$)
ABD	23,3
Almanya	18,7
Japonya	8,3
Fransa	6,8
Çin	6,6
G.Kore	6,5
İtalya	6,3
Meksika	5,9
İngiltere	5,1
Hollanda	4,9
Diğer	81,1
Toplam	173,5

2017	
İhracatçı Ülkeler	Değer (milyar \$)
Çin	22,6
Almanya	16,4
ABD	11,6
Kanada	9,8
Rusya	6,7
İtalya	6,4
B.Arap Emirlikleri	6,2
Fransa	5,3
Hollanda	4,8
İspanya	4
Diğer	78,7
Toplam	172,5

Türkiye'deki Durum

Türkiye boksit rezervleri

BÖLGE	BOKSİT REZERVİ (bin ton)				Cevher TİPİ
	Görünür	Muh.+Müm.	Toplam	İşletilebilir	
Seydişehir-Akseki	35.251	1.253	36.504	31.000	Böhmitik
Muğla-Milas-Yatağan	9.400	11.200	20.600	17.500	Diasporitik
Tufanbeyli-Saimbeyli	5.500	6.000	11.500	9.800	Diasporitik
Zonguldak-Kokaksu	5.900	3.400	9.300	5.000	Böhmitik
Yalvaç-Şarkikaraağaç	0	115.600	115.600	0	Demirli-Diasporitik
İslahiye-Payas	0	215.500	215.500	0	Demirli-Diasporitik
Bolkardağı-Mersin	0	3.900	3.900	0	Diasporitik
Alanya	1.300	7.700	9.000	0	Diasporitik
Toplam	57.351	364.553	421.904	63.300	



Seydişehir Alüminyum Tesisleri 2005 yılında özelleştirme kapsamında satılmıştır. Tesislerde halen birincil alüminyum, külçe, ingot çeşitleri, alaşımlı külçe, sıcak rulo, levha vb. ürünlerin üretimi yapılmakta olup yıllık üretim kapasitesi şu şekildedir (www.cengizholding.com.tr);

500.000 ton/yıl	Boksit İşleme
340.000 ton/yıl	Alüminyum Hidrosksit (Nemli)
13.600 ton/yıl	Kuru Alüminyum Hidroksit
3.600 ton/yıl	Etifine (Özel Hidrat)
200.000 ton/yıl	Alüminyum Oksit
105.000 ton/yıl	Ham Alüminyum
150.243 ton/yıl	Döküm Ürünleri

Türkiye 2017 yılı ürün tipi bazında alüminyum ithalat ve ihracat verileri

ÜRÜN TİPİ	İHRACAT	İTHALAT
	DEĞER (Milyon \$)	DEĞER (Milyon \$)
Birincil Alüminyum (7601)	91,10	2.272,96
İkincil Alüminyum (7602)	31,25	124,08
Alüminyum tozları ve ince pullar (7603)	4,10	12,71
Çubuk ve profiller (7604)	674,49	64,16
Teller (7605)	33,37	90,80
Saclar, levhalar (7606-7607)	743,30	653,23
Diğer (7608-7614)	407,72	143,18
TOPLAM	2.085,33	3.361,12

Kaynak: TÜİK

Yıllar	İhracat		İthalat	
	Miktar (kg)	Değer (\$)	Miktar (kg)	Değer (\$)
2013	215.732.175	7.231.111	34.716.157	15.976.394
2014	212.747.263	8.813.512	32.589.010	14.307.093
2015	226.021.519	8.785.103	30.493.172	10.371.356
2016	502.506.237	13.750.101	34.900.010	9.831.494
2017	627.036.214	14.854.686	52.143.788	16.980.195

Kaynak: TÜİK

Dünya Alüminyum Üretimi



Birincil Alüminyum Üretimi



Boksit cevheri



Alümina



Boksit Madenciliği



**Boksit
Cevherinden
Bayer Prosesi ile
Alümina Üretimi**



**Alüminadan
Elektroliz Yöntemi
ile Sıvı Alüminyum
Üretimi**

Alümina: Al_2O_3

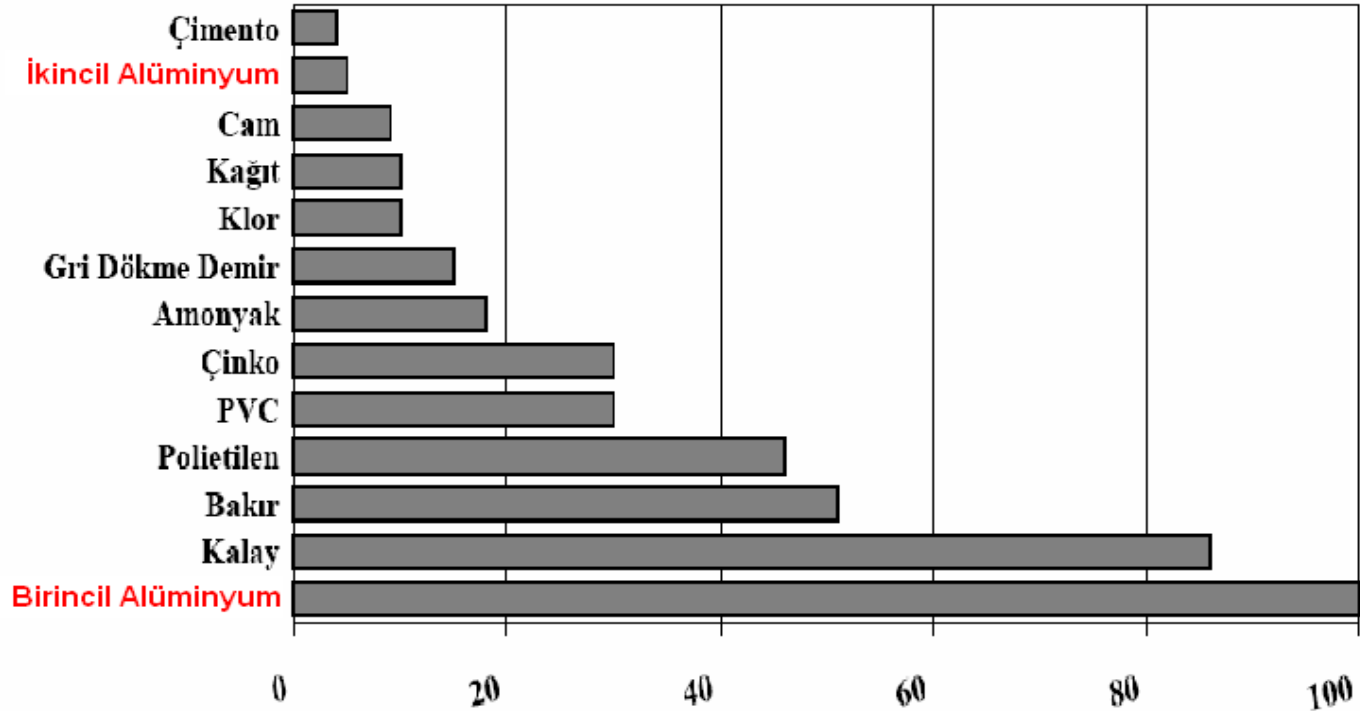
**4 ton
Boksit**



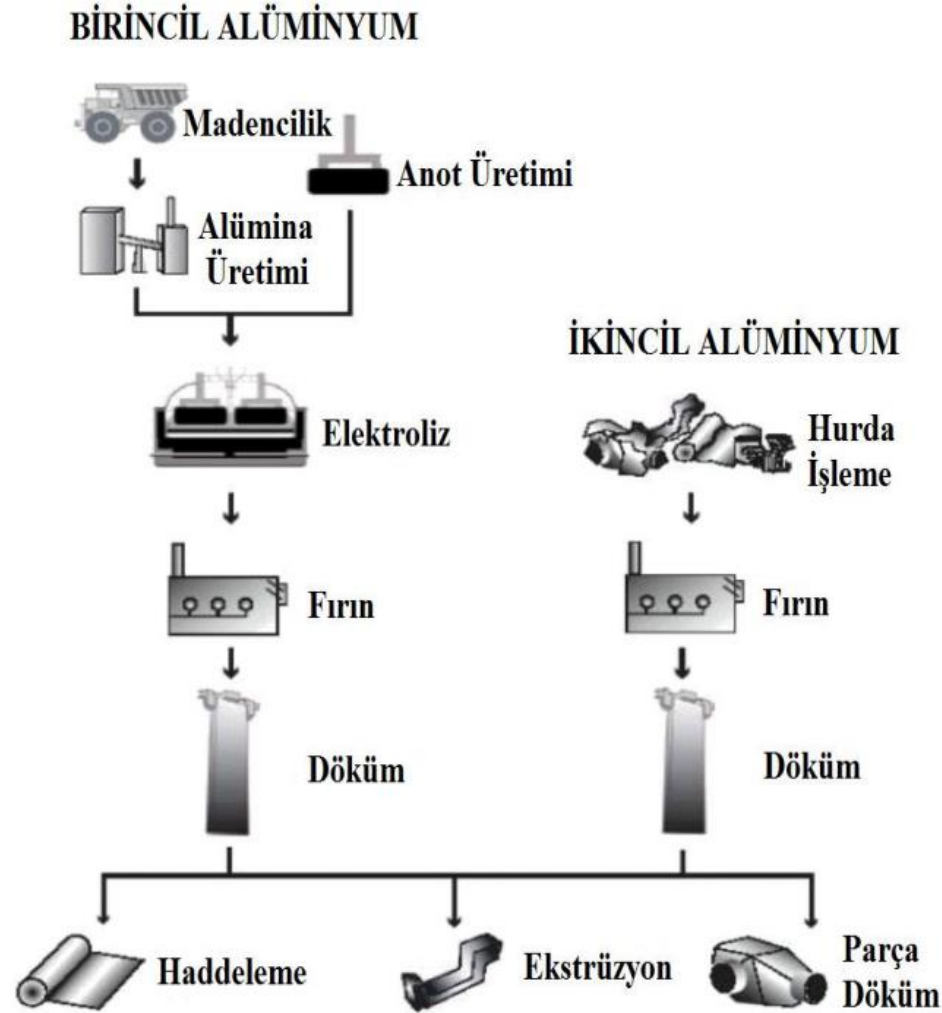
**2 ton
Alümina**



**1 ton
Alüminyum**



İkincil Alüminyum Üretimi (Geri Dönüşüm)



Birincil ve ikincil alüminyum üretimi akış diyagramı

Alüminyum üretimi için enerji gereksinimleri karşılaştırılması

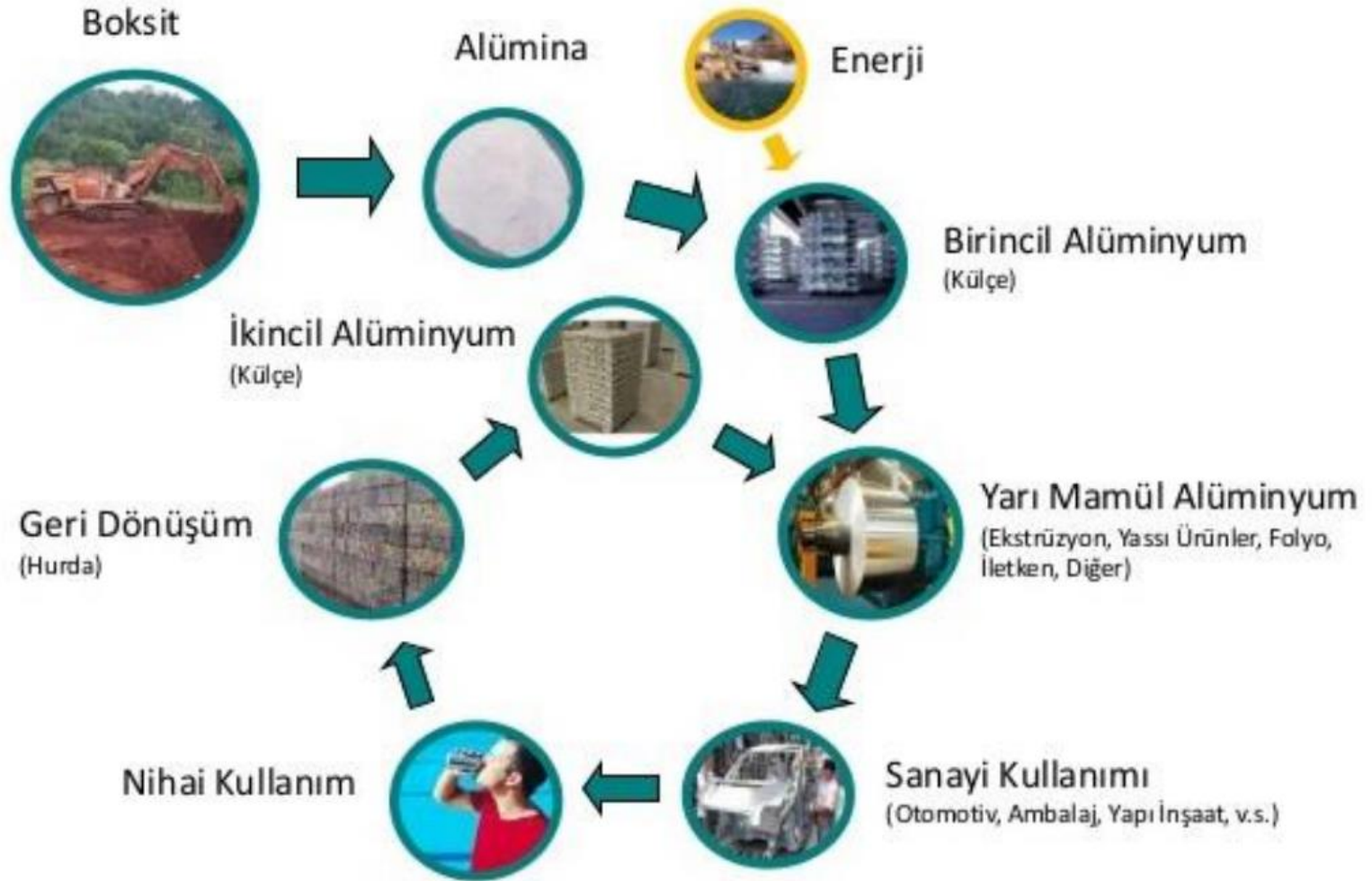
İŞLEM	kWh/kg	KAZANÇ
Elektrolizle Al Üretimi	14,0	
Hurda Ergitimi	0,52	%96

1 ton alüminyumun geri dönüştürülmesi ile:

- 4-5 ton boksit madeni,
- 1 300 kg kırmızı çamur,
- 4 ton kimyasal madde,
- 14 000 kWh elektrik enerjisi kullanımı,
- 15 000 litre soğutma suyu,
- 90 milyon ton CO2 çıktısı.

Birincil ve ikincil alüminyum endüstrilerinin karşılaştırılması

Birincil Alüminyum Endüstrisi	İkincil Alüminyum Endüstrisi
Yüksek yatırım maliyeti	Düşük yatırım maliyeti
Uzun üretime geçme süresi	Kısa üretime geçme süresi
Yüksek enerji tüketimi	Enerji tasarrufu
Doğal boksit kaynaklarının hammadde olarak kullanılması	Boksit kaynaklarının kullanımında tasarruf
Yüksek oranda kirli gaz salınımı	Düşük oranda kirli gaz salınımı



Alüminyum üretim zinciri (kaynak: Türkiye Alüminyum Sanayicileri Derneği-TALSAD)

Alüminyum Alaşımları

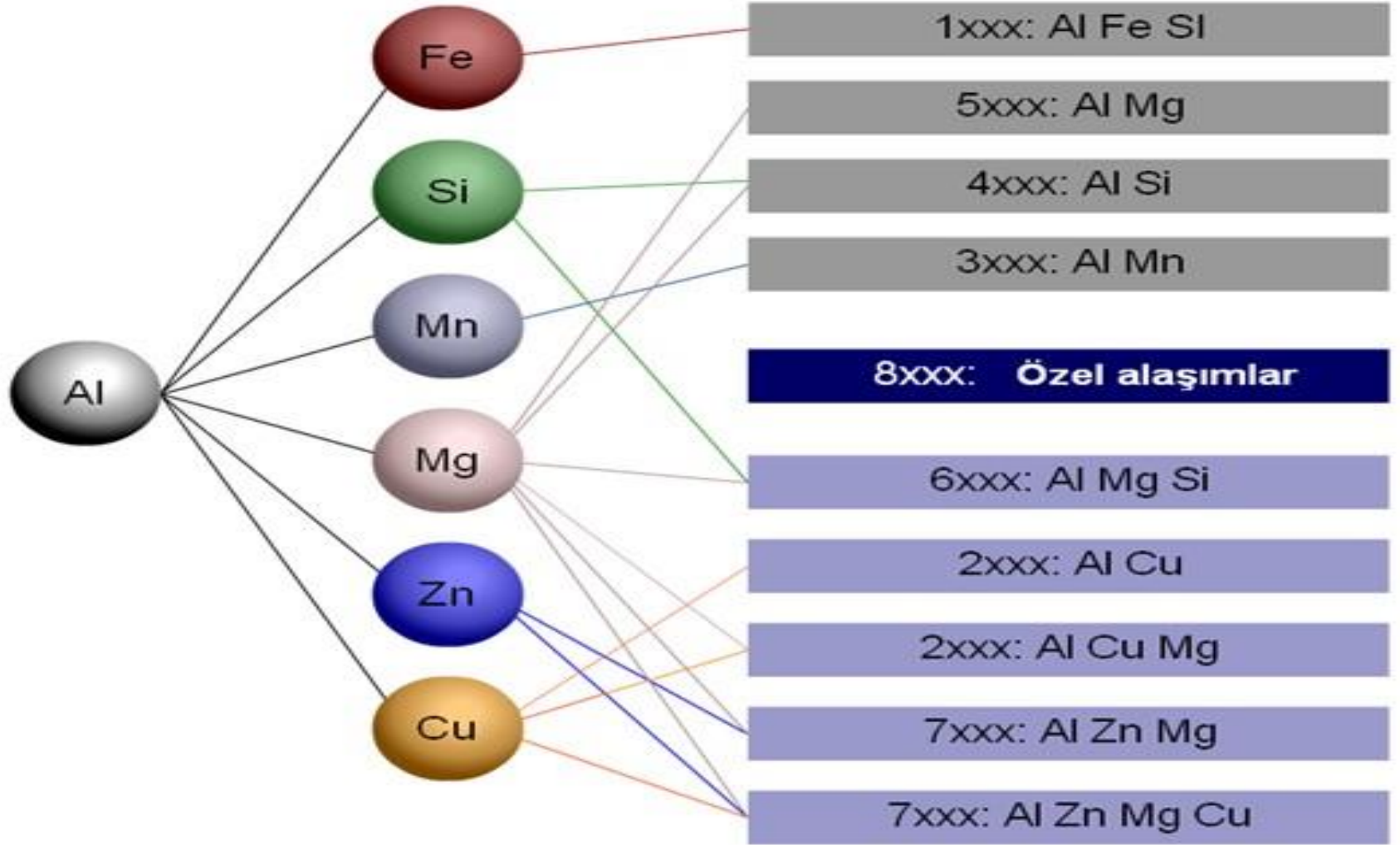
Alüminyum Alaşımları



Döküm alaşımları



Dövme alaşımları



Isıl işlem uygulanamaz

Isıl işlem uygulanabilir

ALAŞIM ELEMENTLERİNİN ALÜMİNYUM ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

	Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti	Cr	Ni	Li	Zr	V	Sn	B	Bi	Pb
Yoğunluk	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑
Akışkanlık	↓	↑	↑	↓	↓	~	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sertleşme	↑	↑	↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑	↑	-	-	-	-	↓	-	-	↓
Mukavemet	↑	↑	↑	↑	↑↑	↑↑↑	↑↑	-	↑	-	-	-	↑	↑	-	-
Elektrik İletkenliği	↓	↓↓	↓↓	↓↓↓	↓↓	↓	↓↓↓	↓↓↓	↓	↓↓↓	↓↓	↓↓	~	↑↑	~	-
Korozyon Mukavemeti	-	↑	↑↑	↑↑	↓	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	-	↓	↓
Isısal Genleşme Katsayısı	-	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	-	↓	↓	-	-	-	-

↑	↓	~	-
Arttırır	Azaltır	Değişmez	Karakteristik değil ya da bilinmiyor

<u>Form</u>	<u>Designation</u>	<u>Alloy Constituents and heat-treat-ability</u>	<u>Key Properties</u>	<u>Examples for Applications</u>
Cast	Special	Si + Mg Cu Zn — HT	Low solidification shrinkage, good fluidity, good weldability, & high corrosion & wear resistance	Used in aircrafts and automotive parts, internal combustion engines' pistons and Diesel engines
	1xxx	- + - — Non-HT	Excellent corrosion resistance & workability High thermal & electrical conductivity	Used in general purposes, electrical applications, food packaging, chemical & petrochemical applications, & building components
	2xxx	Cu + Cu Fe Mn Zn Zr — HT	High strength & toughness Low corrosion resistance - unweldable	Used in the aircraft industry, weapon manufacturing, rivets, & sports equipment
	3xxx	Mn + Cu Mg Si Fe — Non-HT	Moderate strength & good workability	Used in general purposes, building sheets, domestic electrical appliances, heat exchangers & cooking utensils
	4xxx	Si + Fe Cu Mg Mn — Non-HT	Lower melting point	Used for welding wires & brazing alloys
	5xxx	Mg + Mn Si Fe Zn — Non-HT	Moderate to high strength, good weldability and corrosion resistance	Used in building & construction, storage tanks, pressure vessels, electronics, truck bodies, & marine applications
	6xxx	Mg - Si + Zn Fe Mn — HT	High formability & weldability, excellent corrosion resistance, moderately high strength	Used in architectural, structural, & automotive applications
	7xxx	Zn - Mg + Si Fe Cu Zr Ag — HT	Very high strength, excellent fatigue resistance - highest ageing potential	Used in the aircraft industry, weapons, bolts, transportable bridging, & armour plating.
Wrought	8xxx	Otherwise: Sn, Ni, Si, Fe, Li — Non-HT	Depending on the alloying element used	Some are used in aircraft wing skins, missile bodies, gas turbine engine components, & pistons & rotating aircraft engine parts

	Alaşım kompozisyonu	Sertleřtirme Metodu	ekme mukavemeti aralığı(Mpa)	ekme mukavemeti Aralığı(ksi)
1xxx	Al	Cold work	70–175	10–25
2xxx	Al-Cu-Mg	Isıl işlem	170–310	25–45
2xxx	Al-Cu-Mg-Si	Isıl İşlem	380–520	55–75
3xxx	Al-Mn-Mg	Cold work	140–280	20–40
4xxx	Al-Si	Cold work	105–350	15–50
5xxx	Al-Mg	Cold work	140–280	20–40
5xxx	Al-Mg-Mn	Cold work	280–380	40–55
6xxx	Al-Mg-Si	Isıl işlem	150–380	22–55
7xxx	Al-Zn-Mg	Isıl işlem	380–520	55–75
7xxx	Al-Zn-Mg-Cu	Isıl işlem	520–620	75–90
8xxx	Al-Li-Cu-Mg	Isıl işlem	280–560	40–80

Alaşım serilerinin bazı farklılıkları

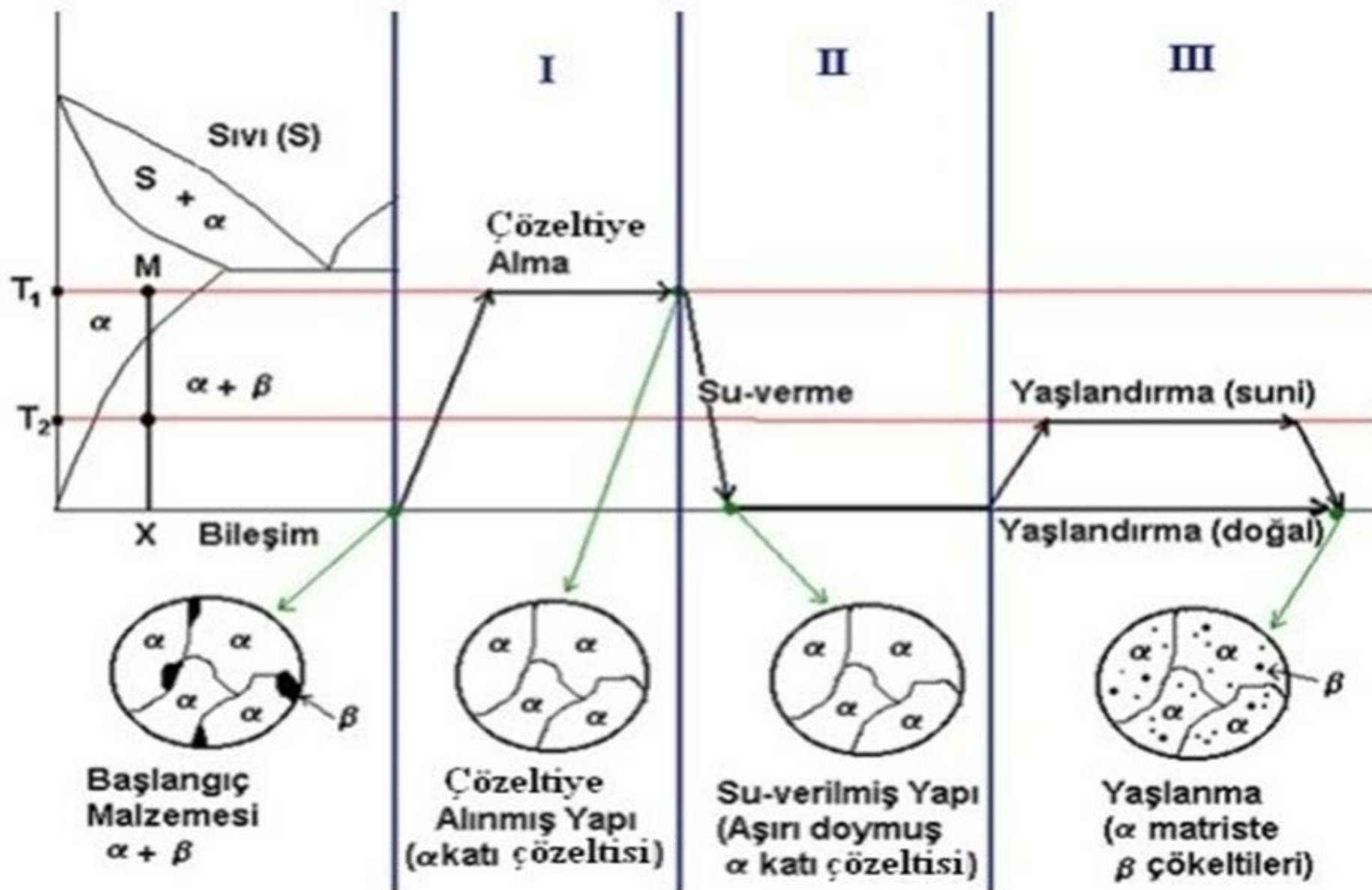
Isıl İşlem

Alüminyum alaşımlarına uygulanan ısı işlem proseslerinin kodlaması

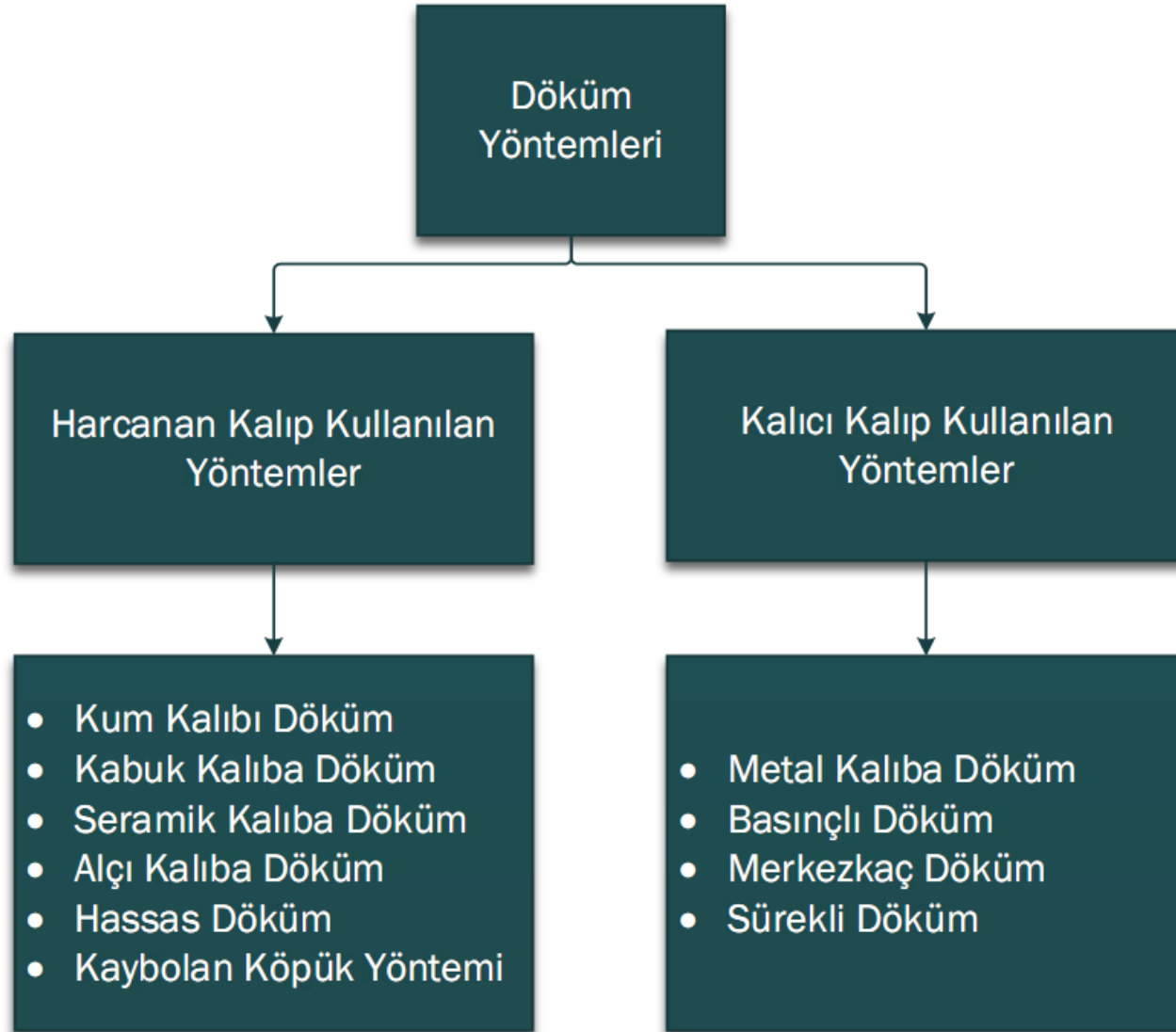
Temper	Temper Kodu	Açıklama
F		Mekanik veya ısı işlem görmemiş (döküm, dövülmüş vb.) halde
O		Tavlanmış ve yeniden kristalleşmiş (İri tane yapısına sahiptir, ilgili alaşımın en gevrek halini ifade eder)
H	H1x	Soğuk işlem uygulanmış
	H2x	Soğuk işlenmiş ve kısmen tavlanmış (x, farklı sertlikleri ifade etmektedir.)
	H3x	Sadece soğuk işlem uygulanmış ve kararlı
	H4x	Soğuk işlem uygulanmış ve malzeme yaşlanmaması için düşük sıcaklıkta ısı işlemle stabilize edilmiş (x, stabilizasyon sonrası sertleşme işlemini ifade eder.)
W		Çözeltiye alınmış

T	Yaşlandırma işlemini göstermektedir	
	T1	Sıcak şekillendirme sonrası soğumuş ve doğal olarak yaşlanmış
	T2	Sıcak şekillendirme sonrası soğumuş, soğuk deformasyon uygulanmış, doğal olarak yaşlanmış
	T3	Çözeltiye alınmış, soğuk işlenmiş ve doğal yaşlandırma uygulanmış
	T4	Çözeltiye alınmış ve doğal yaşlanmış
	T5	Sıcak şekillendirme sonrası soğumuş ve yapay yaşlandırılmış
	T6	Çözeltiye alınmış ve yapay yaşlanmış
	T7	Çözeltiye alınmış ve stabilize edilmiş (aşırı yaşlanmış)
	T8	Çözeltiye alınmış, soğuk işlenmiş, yapay yaşlandırılmış
	T9	Çözeltiye alınmış, yapay yaşlandırılmış ve soğuk işlem uygulanmış
	T10	Sıcak şekillendirme sonrası soğumuş, soğuk işlem uygulanmış yapay yaşlanmış

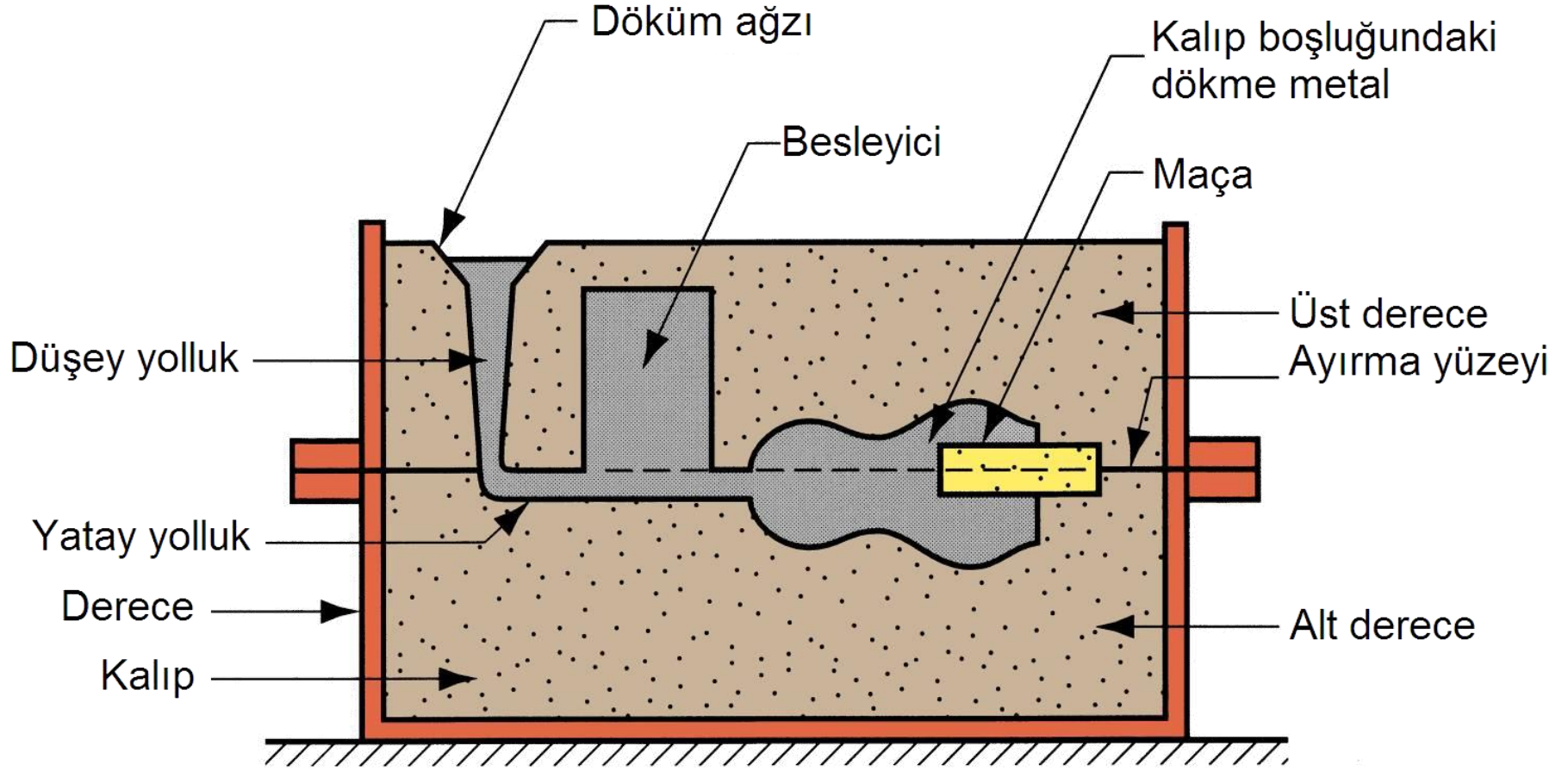
Sıcaklık



DÖKÜM



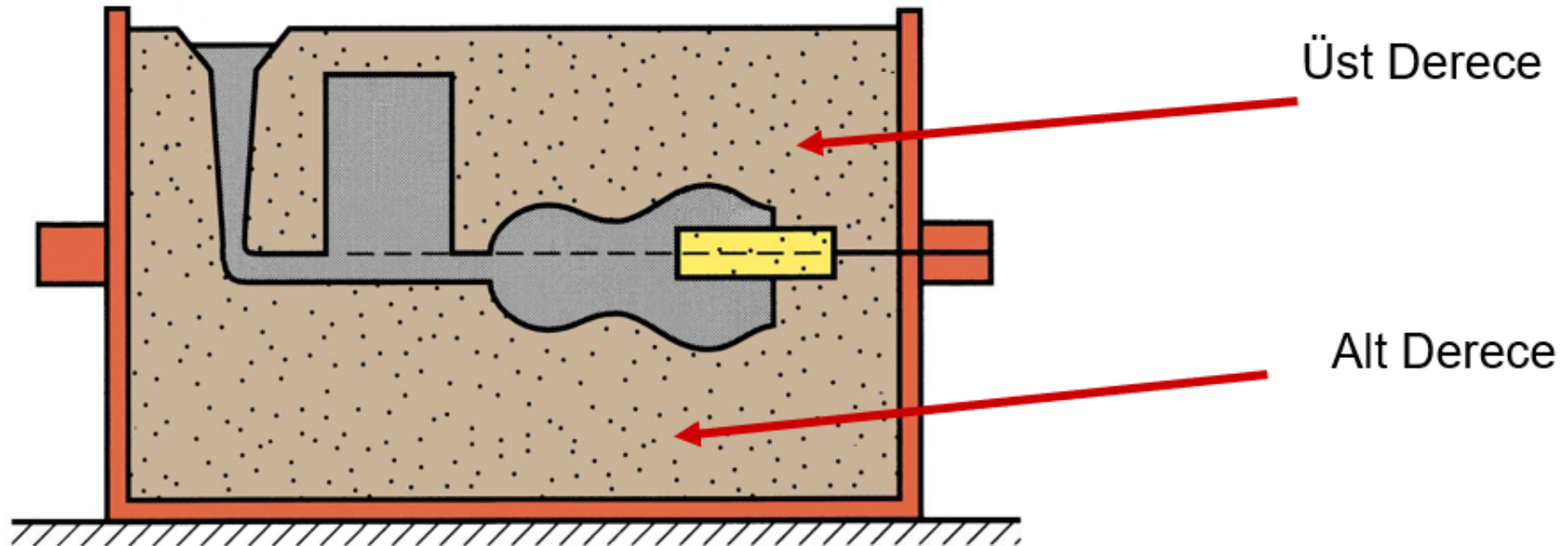
Kum Kalıba Döküm

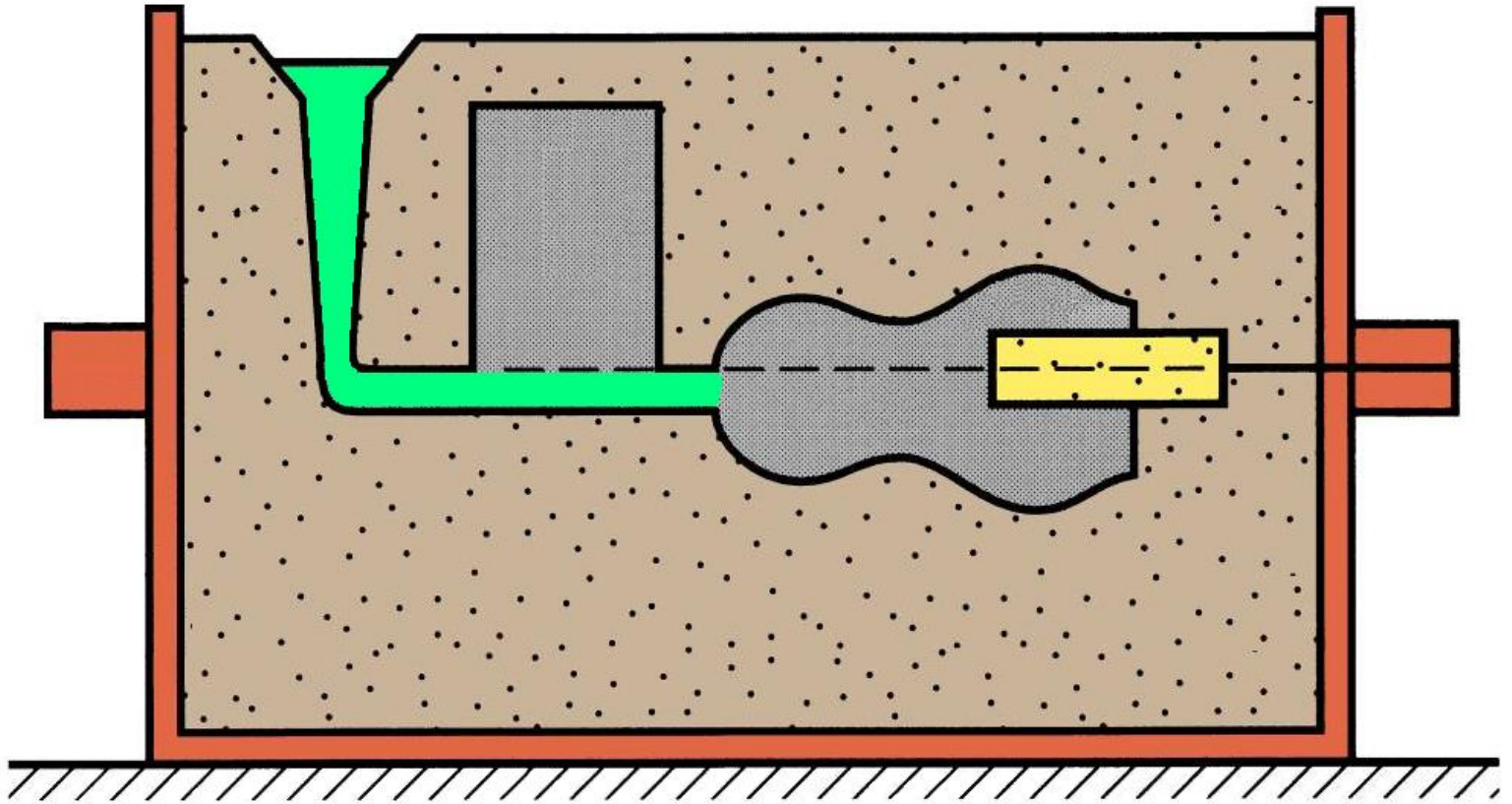


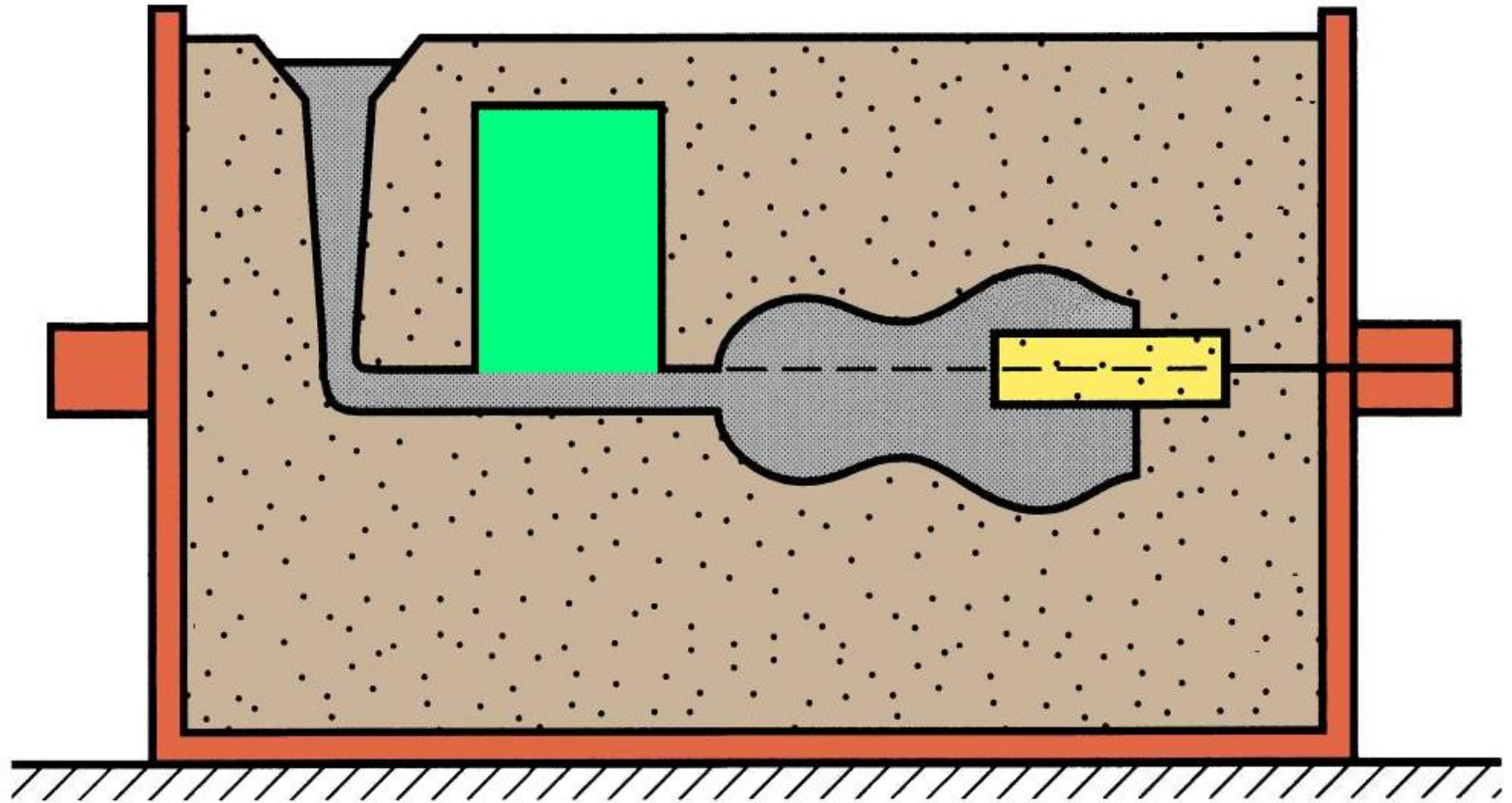
(b)

Kum Döküm Kalıp Terimleri

- Kalıp iki yarıdan oluşur:
 - *Üst derece* = kalıbın üst yarısı
 - *Alt derece* = alt yarısı
- Kalıp yarıları, *derece* denen bir kutunun içindedir
- İki yarı, ayırma yüzeyinde birbirinden ayrılır



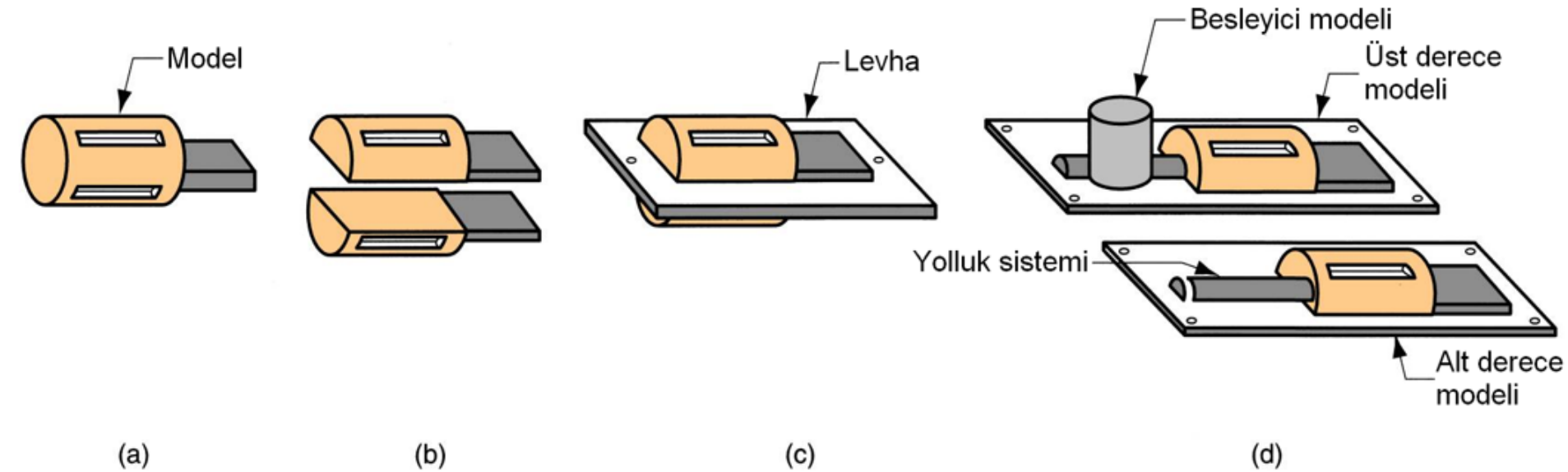




Model Türleri

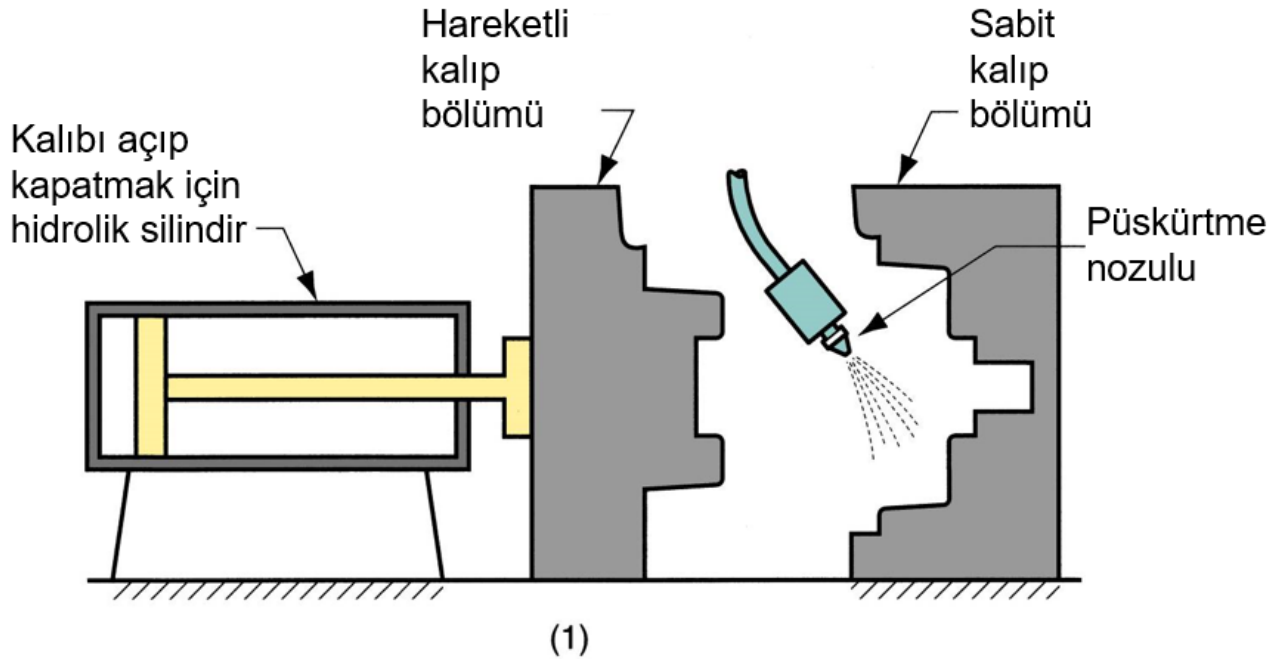
Kum dökümünde kullanılan model türleri:

- (a) Katı model
- (b) Ayrık model (Serbest Model)
- (c) Levhalı model
- (d) Üst ve alt derece modelleri

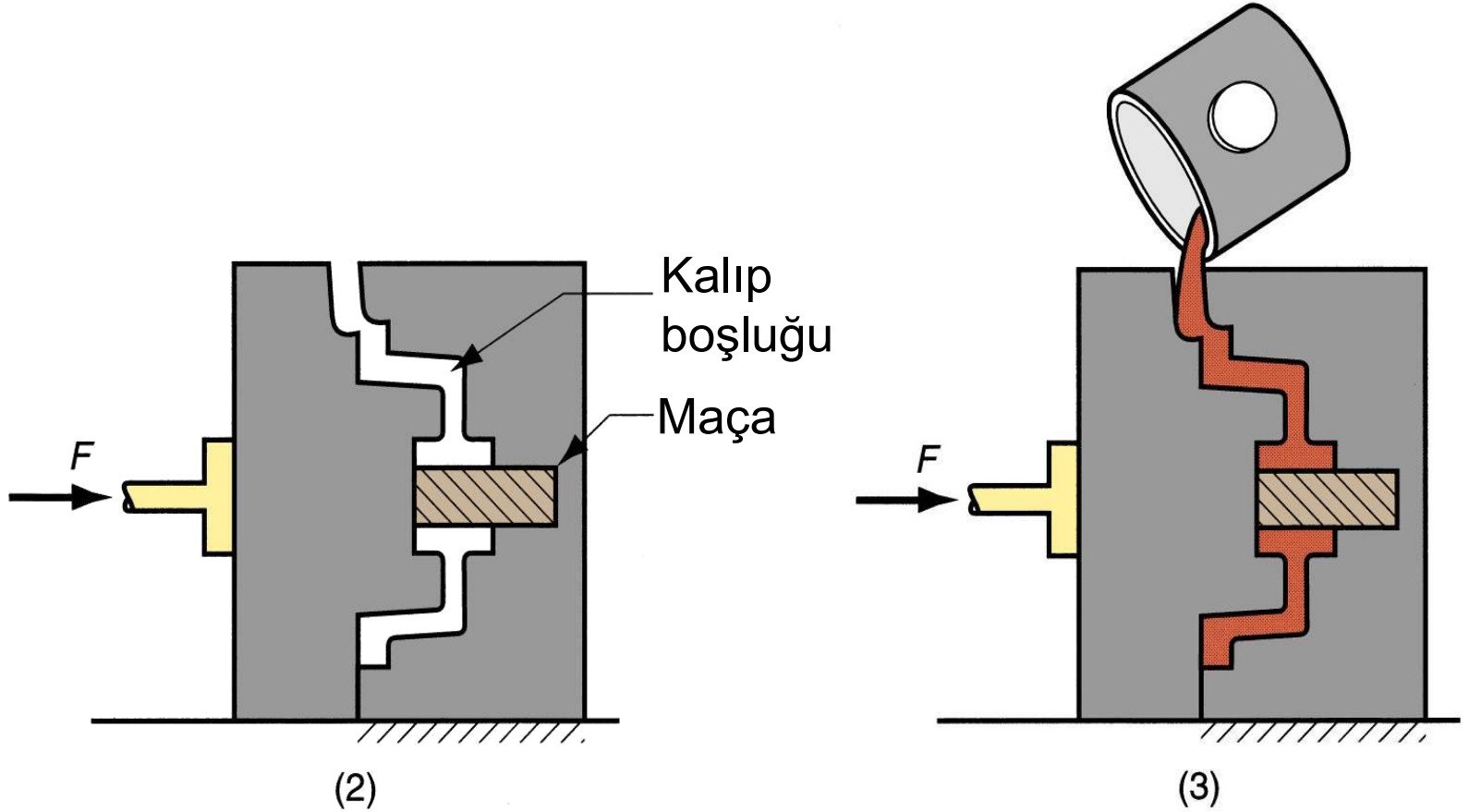


Kokil (Metal) Kalıba Döküm

Kokil Kalıba Döküm



Kokil kalıba dökümde aşamalar: (1) kalıp ön tavlınır ve kalıp ayırıcı bir sıvı ile yağlanır



(2) maçalar (kullanılıyorsa) yerleştirilir ve kalıp kapatılır, (3) erimiş metal, içinde katılaşacağı kalıba dökülür.

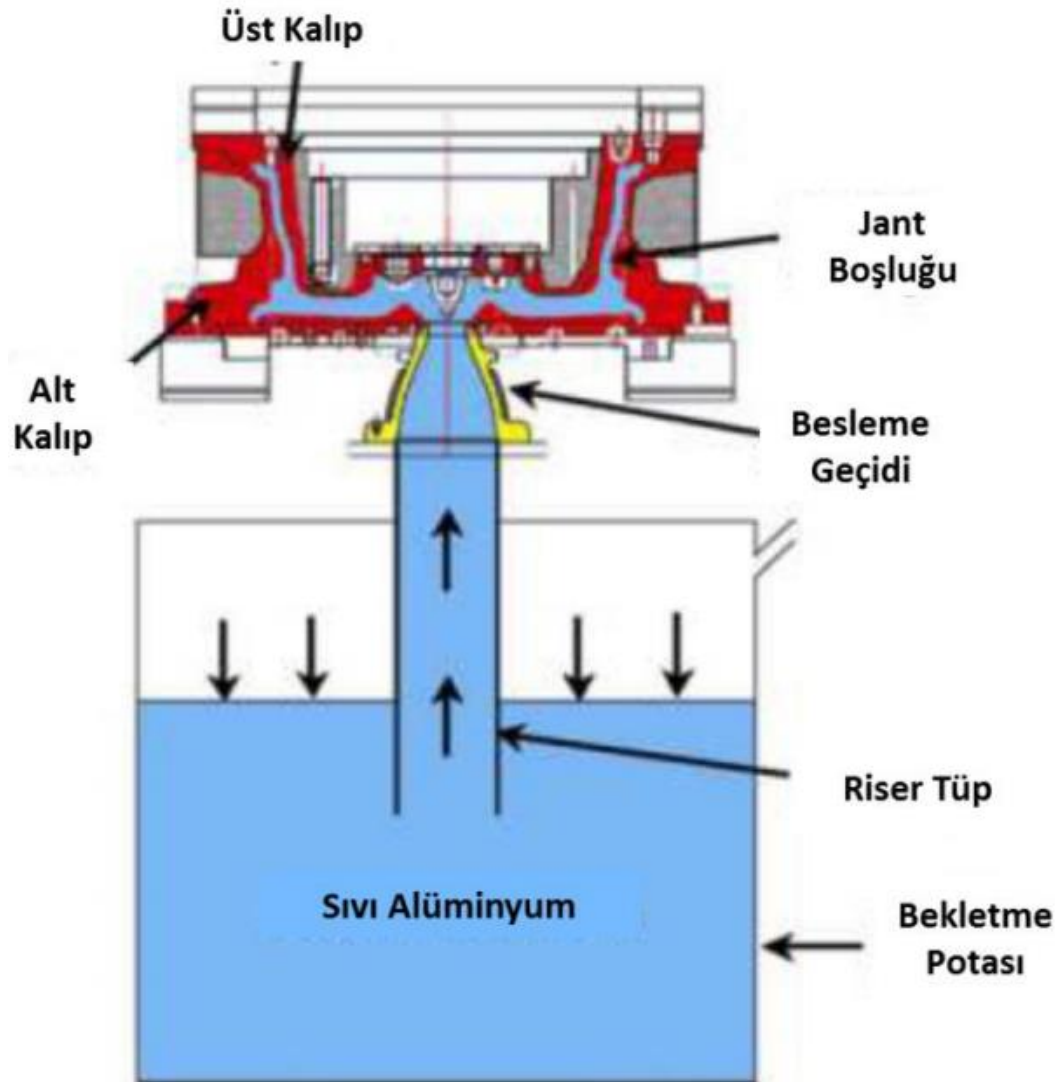
Alüminyum Basınçlı Döküm (Metal Enjeksiyon)

Alüminyum döküm üretiminin % 85'i basınçlı döküm prosesleri ile yapılmakta olup üretimin % 50'si otomotiv sektörünün taleplerini karşılamaktadır.



Alçak Basıncılı Döküm

- Alçak basınçlı döküm yöntemi özellikle alüminyum jant ve silindir kafası gibi otomotiv uygulamalarında kullanılır.

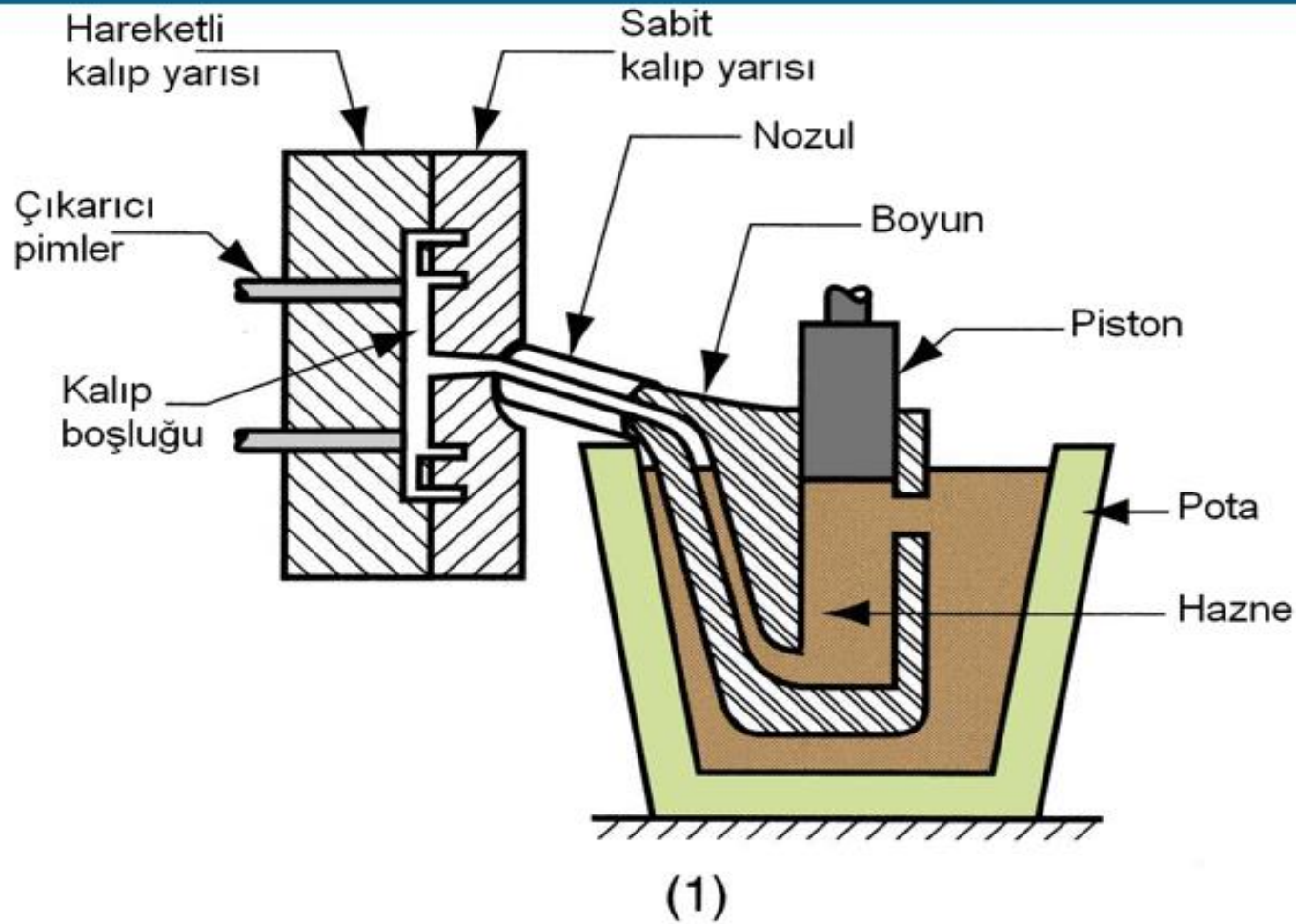


Yüksek Basıncılı Döküm

İki temel tür:

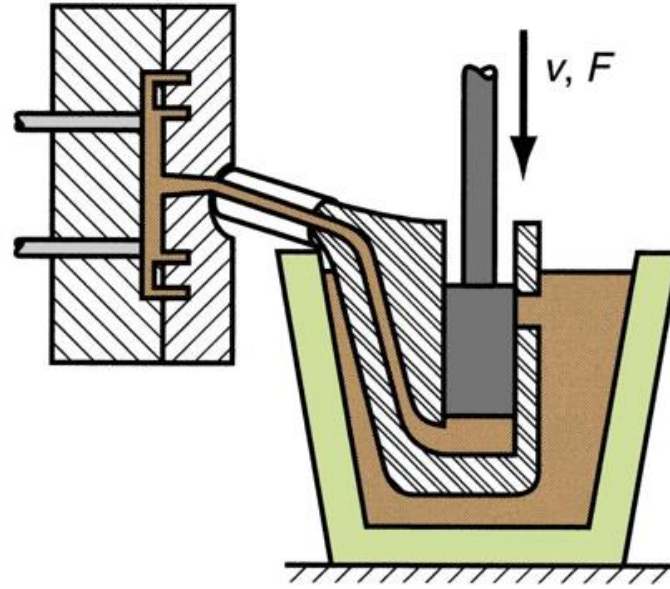
- *Sıcak hazneli makina*
- *Soğuk hazneli makina*

Sıcak Hazneli Basıncılı Döküm



Sıcak hazneli döküm çevrimi: (1) kalıp kapalı ve piston gerideyken, erimiş metal hazneye doğru akar

Sıcak Hazneli Basıncı Döküm



(2)

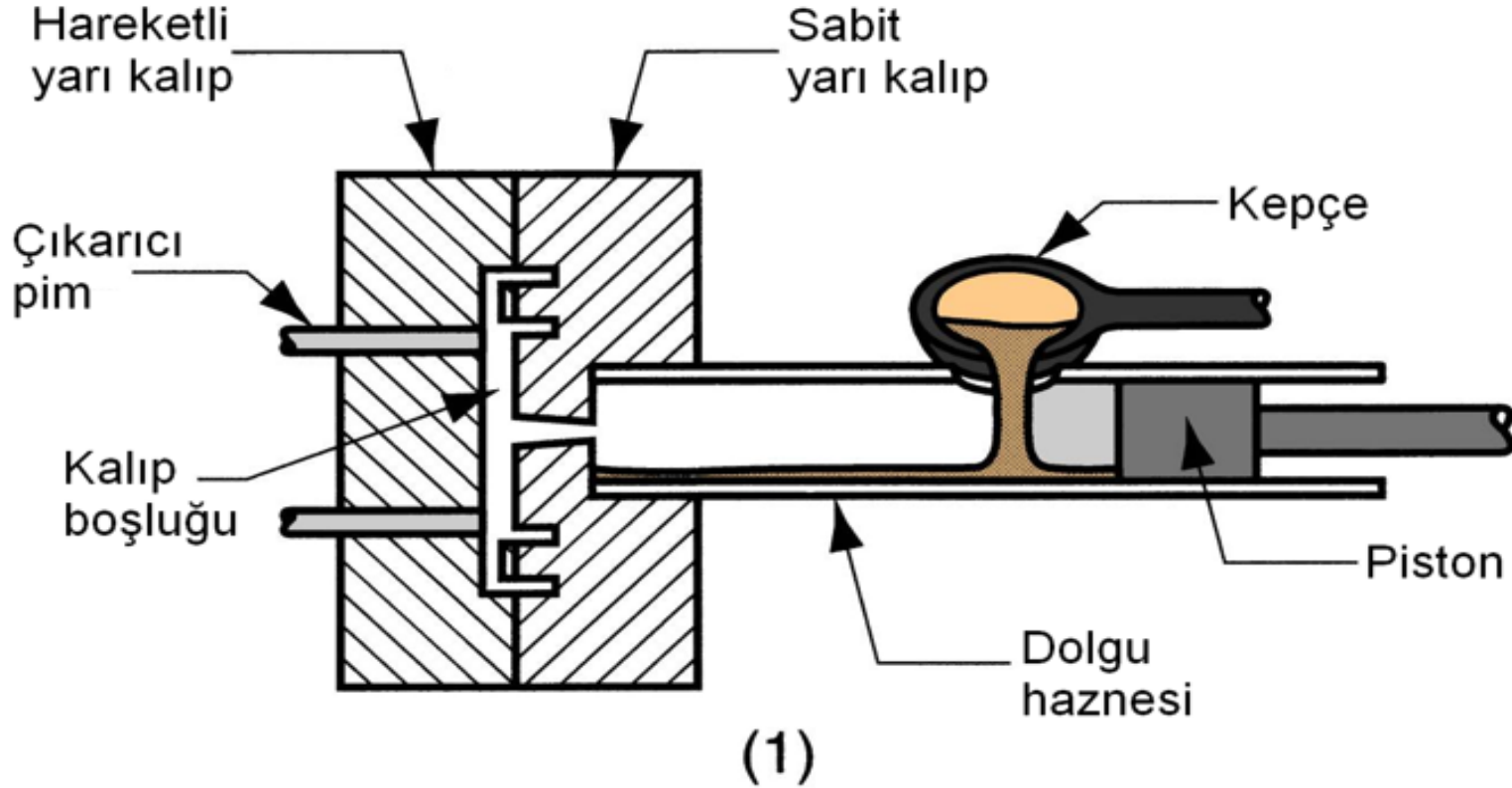
Sıcak hazneli döküm çevrimi: (2) zimba haznedeki metali kalıbın içine akmaya zorlar ve soğuma ve katılaşma sırasında basıncı sürdürür

Sıcak Hazneli Basıncılı Döküm

Metal, bir kap içinde eritilir ve bir piston, metali yüksek basınç altında metal kalıba enjekte eder

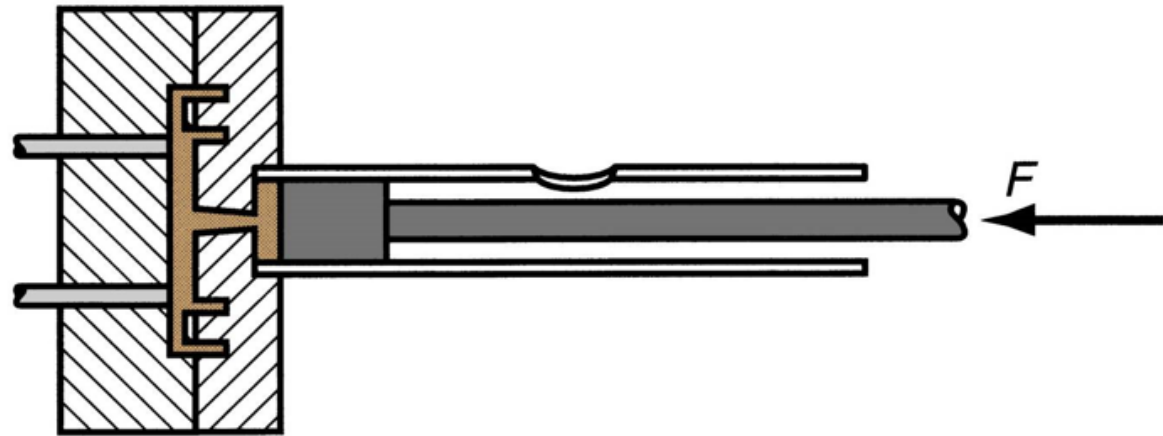
- Yüksek üretim hızları – Saatte 500 parça yapılması mümkündür
- Uygulamaları, silindir-pistonu ve diğer mekanik bileşenleri kimyasal olarak etkilemeyen, düşük sıcaklıkta eriyen metallerle sınırlıdır
- Döküm metalleri: çinko, kalay, kurşun ve magnezyum

Soğuk Hazneli Basıncılı Döküm



Soğuk hazneli basınçlı döküm çevrimi: (1) kalıp kapalı ve piston gerideyken erimiş metal hazneye dökülür

Soğuk Hazneli Basıncı Döküm



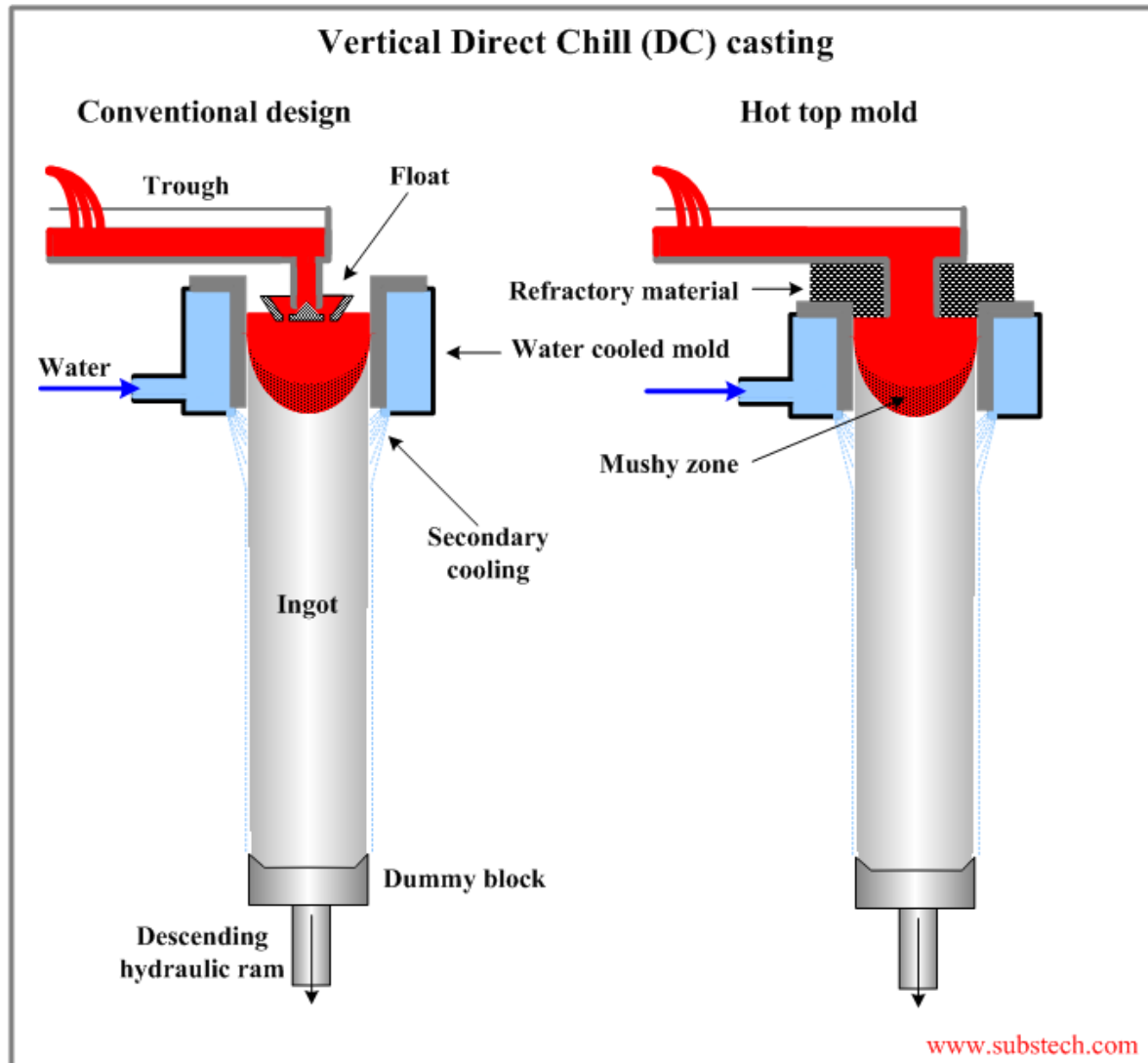
(2)

Soğuk hazneli dökümde çevrim: (2) Piston hareket ettirilerek metali kalıp boşluğuna akmaya zorlarken soğuma ve katılaşma sırasında basıncı sürdürür

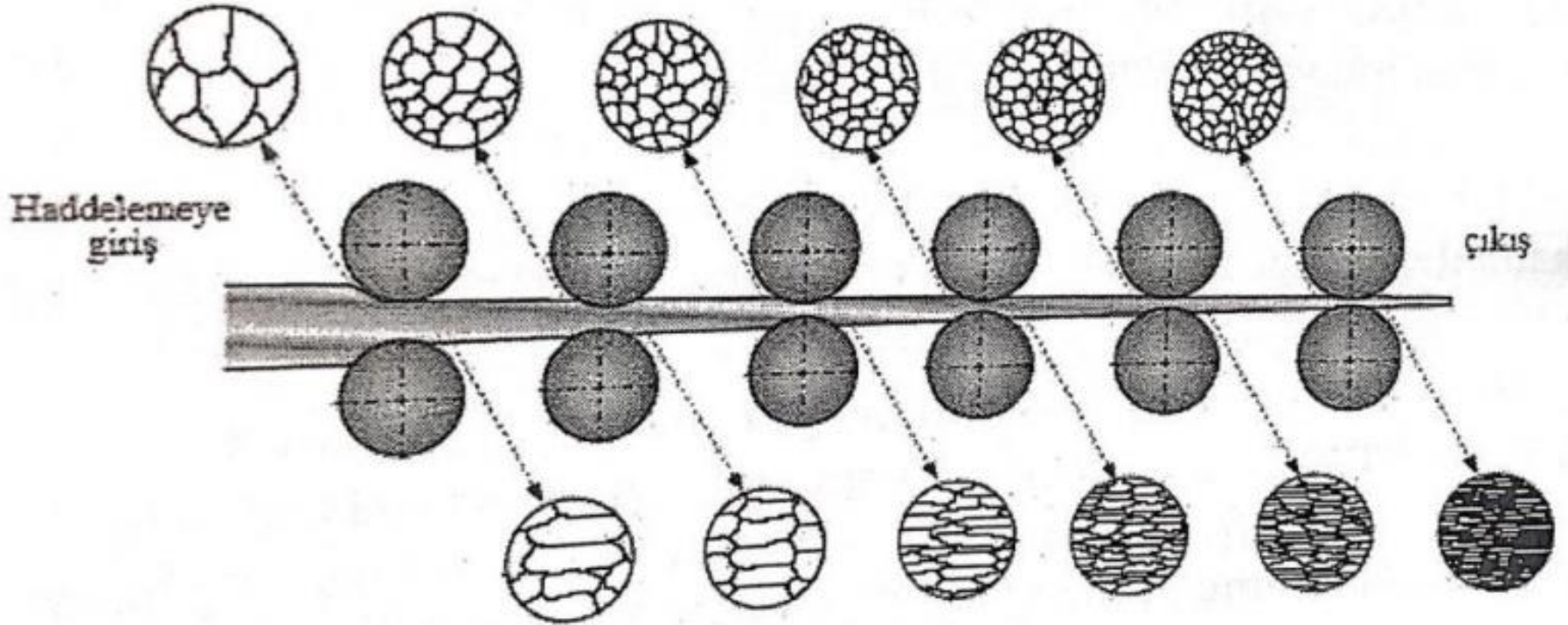
Parametre	Alçak basınç	Yüksek basınç
Doldurma	3 -30 m/sn	50-200 m/sn
Giriş hızı	0.1-0.6 m/sn	20-60 m/sn
Metal basıncı	30-100 kPa	10-60 MPa
Kalıp sıcaklığı	300-450 °C	160-260 °C
Katılaşma zamanı	30-300 sn	1-10 sn
Çevrim zamanı	3-10 dak	20-120 sn

ÖZELLİK	KUM DÖKÜM	KOKİL DÖKÜM	BASINÇLI DÖKÜM
Yatırım	Düşük	Orta	En yüksek
Döküm Hızı	En düşük	11 kg/saat (parça küçük)	5 kg/saat (parça küçük)
Parça Biçimi	İç boşluklu parçalar için uygun	İç boşluklar basit değilse kum maça kullanılır	Metal maça ile karmaşık iç boşluklar elde edilemez
En az Cidar Kalınlığı	3 – 5 mm	3 – 5 mm	1 - 2 mm
Üretim Hızı	En düşük	Kumdan daha iyi	En yüksek
Maçalar	Kum	Metal ve kum	Metal ve basit biçimli
Boyut Toleransı	300 mm/m	10 mm/m	4 mm/m
Yüzey Pürüzlülüğü	7 – 12 μm	4 – 10 μm	1,2 μm
Gözenek Oluşumu	Özenli çalışma gerektirir	Özenli çalışma gerektirir	Gözeneklilik en az
Soğuma Hızı	0,1 – 0,5 $^{\circ}\text{C/sn}$	0,3 – 1 $^{\circ}\text{C/sn}$	50 – 500 $^{\circ}\text{C/sn}$
Tane Büyüklüğü	Kaba	İnce	Çok ince
Dayanım Değerleri	En düşük	İyi	Mükemmel
Aşınma Dayanımı	İyi	İyi	Mükemmel

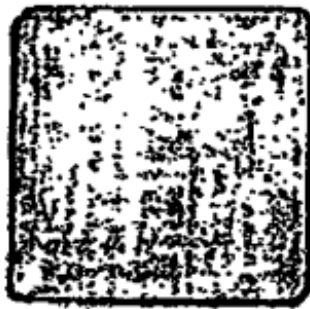
Biyet Dökümü



Haddeleme



BLUM



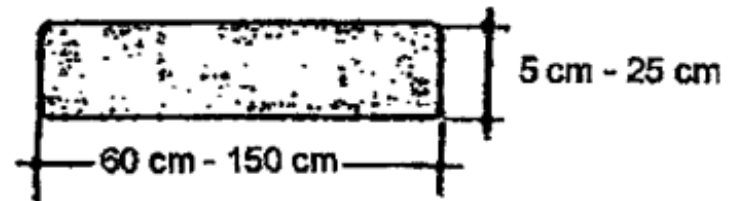
Min. (15 cm x 15 cm)
Max. (30 cm x 30 cm)

KÜTÜK

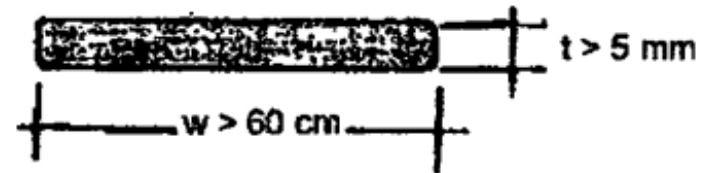


Min. (5 cm x 5 cm)
Max. (15 cm x 15 cm)

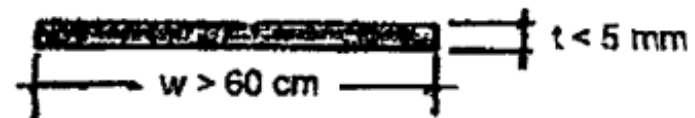
SLAB



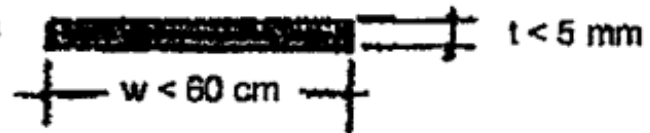
LEVHA

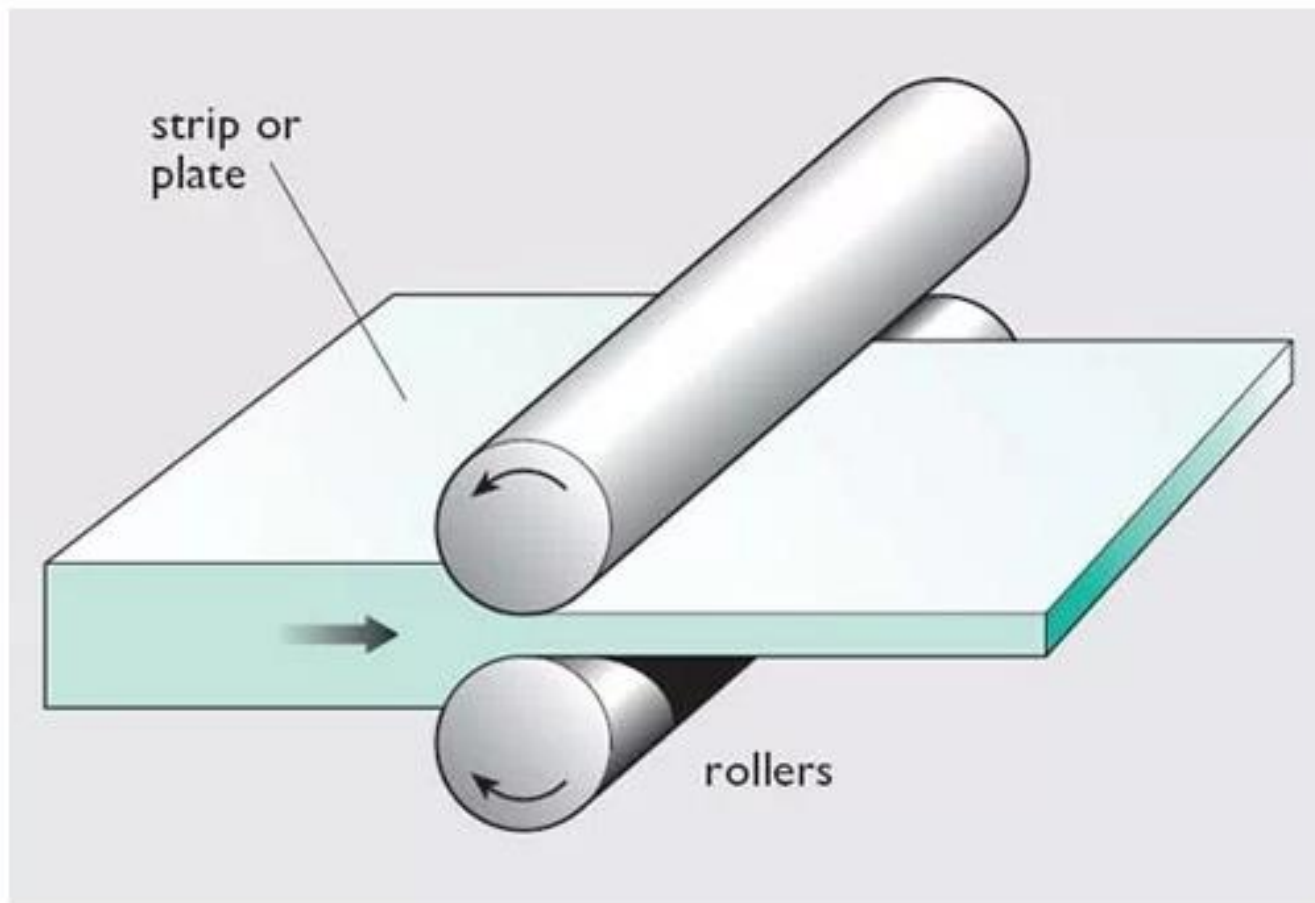


SAC



BAND





gozer@fsm.edu.tr