



# Alüminyum Test Eğitim ve Araştırma Merkezi

Mart 2017





# Alüminyumun Sıvı Metal Hareketleri ve Ürün Kalitesine Etkisi (genel bakış)

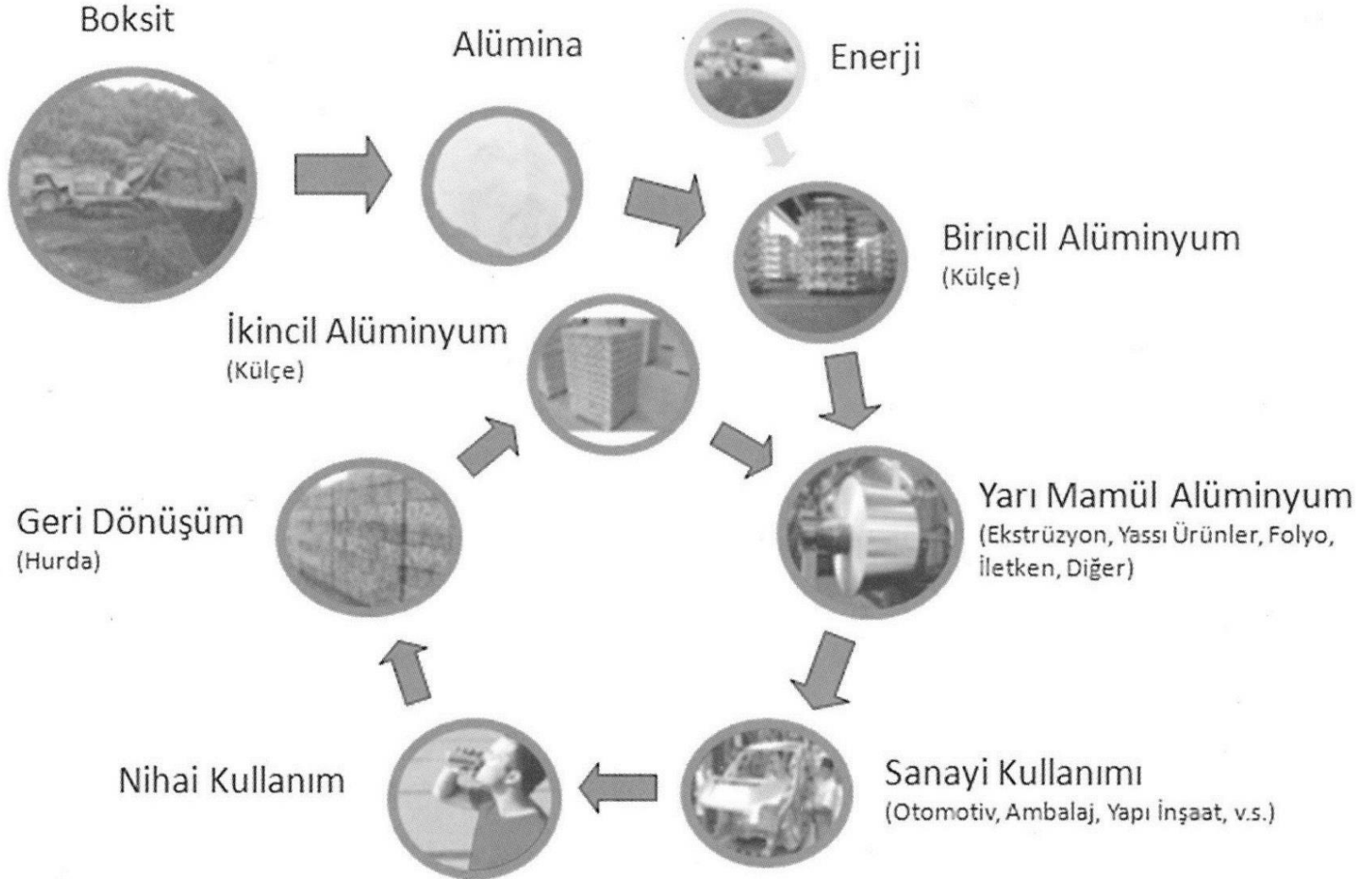
Prof. Dr. Fevzi Yılmaz  
FSMVÜ

Mart 2017

# GÜNDEM

- **1. Alüminyum hurdaların karakteristik özellikleri ve nihai ürüne etkileri**
- **2. Hurdalardan gelen kirleticilerin sıvı metal hareketlerine etkisi**
- 3. Fırın içi sıvı metal hareketlerinin nihai ürün kalitesine etkisi
- 4. Fırın içi sıcaklık ve basıncın nihai ürün kalitesine etkisi
- 5. Fırın içi degazing (degassing) işlemlerinin önemi, kullanılan yöntemler ve avantaj/dezavantajları, uygulanmasında karşılaşılan problemler
- 6. Fırın içi kompozisyonun optimize edilmesi ve önemi

# ALÜMİNYUM

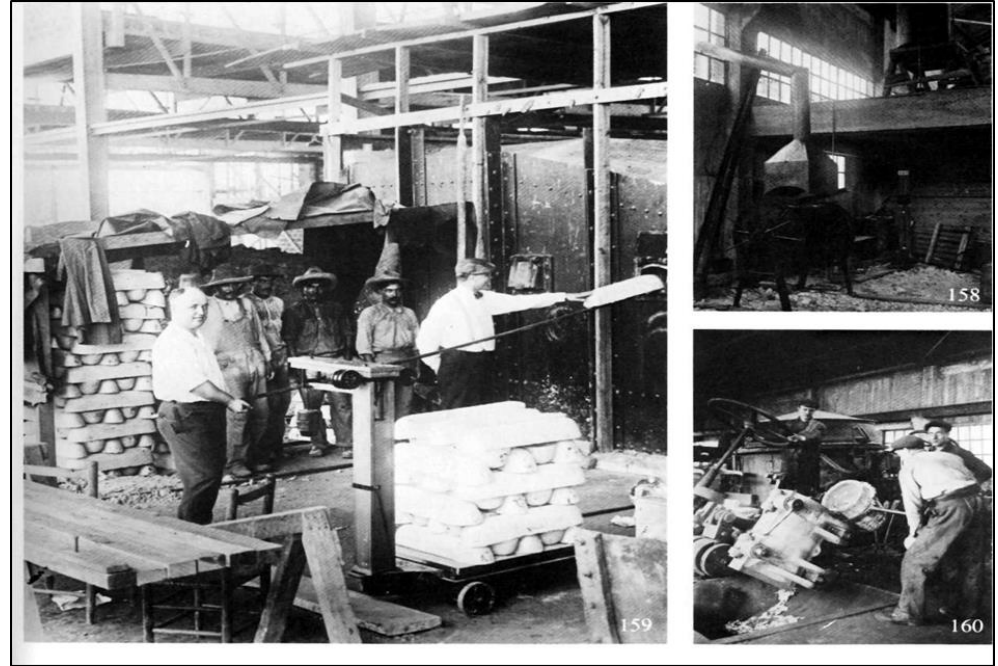
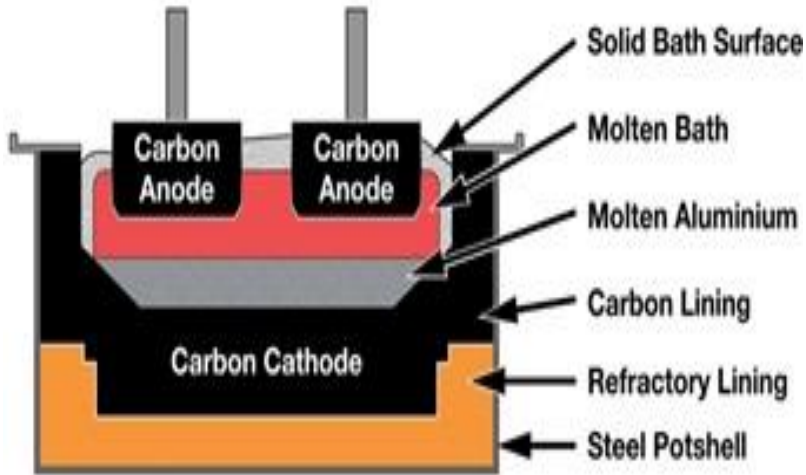


# ALÜMİNYUM

-Alüminyum, %8 yer kabuğunda en çok bulunan 3. element

-1809 Sir Humphry Davy, Aluminium (İng.), Aluminum

-Hall-Herault , 1886 endüstri başlangıcı.



Metal saflığı % 99.0 ile % 99.8 arasında olan işlenmemiş, ham alüminyuma **birincil alüminyum** denir  
*boksit, alümina, hurda, külçe*



## İkincil alüminyum: Hurdadan gelen alüminyum

- Eski hurda; kullanım ömrünü doldurmuş alüminyum malzemeler,
- İşlem hurdası; işleme süreçlerinde oluşan işlem artıkları,
- Curuf ; birincil veya ikincil alüminyumun ergitilmesi ve rafinasyonu sırasında oluşan curufun içerdiği metalik alüminyumdur.



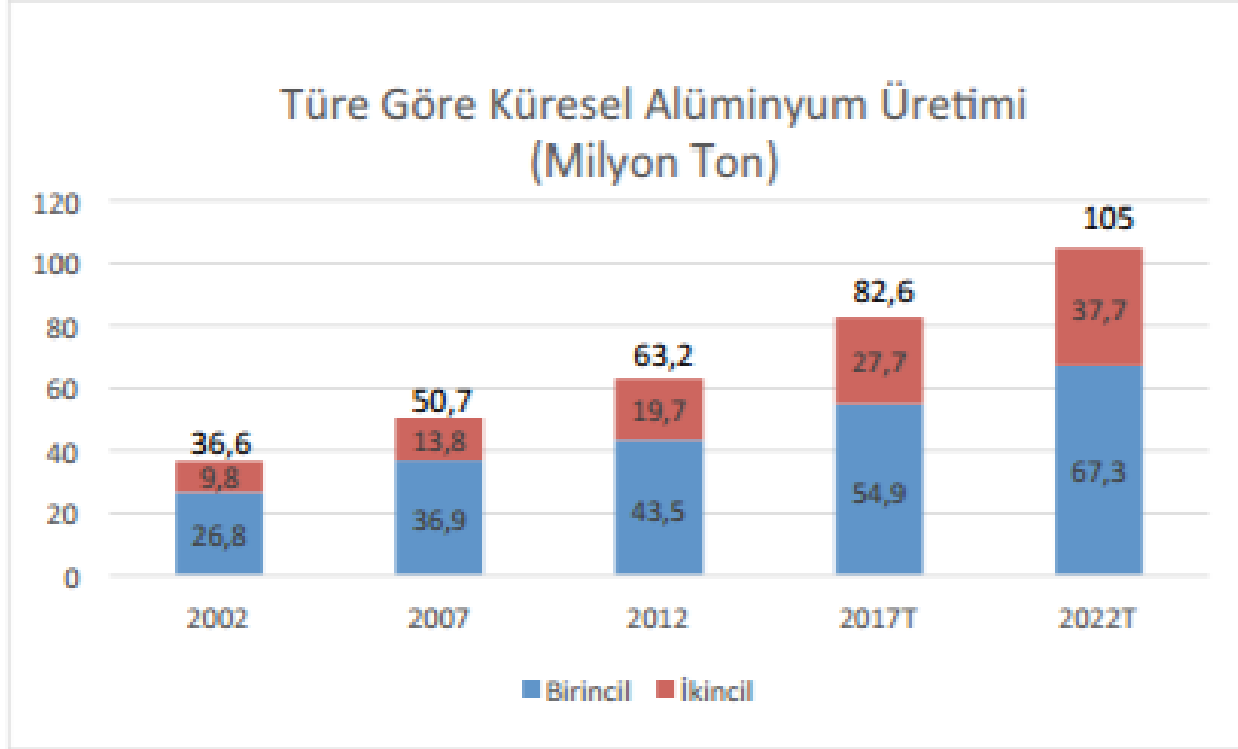
# İkincil Alüminyum

- İkincil alüminyum üretimi birincilden % 40 daha hızlı büyümektedir. Şimdiye dek üretilmiş 1 milyar ton alüminyumun % 75'i kaçınıcı kez ergitildiği bilinmeyen geri dönüşüm payıdır.
- Niye Hurda: i) Türkiye enerji yoksunudur, %75 tüketim oranı ithalata bağlıdır (ikincilde enerji tüketimi 1/20). ii) Kutsanmış insani bir davranışdır.iii) Geri dönüşüm; madencilik işlemlerini ve doğal kaynak tüketimini azaltır.





# ÜRETİM



**Grafik 3.** Küresel alüminyum üretimi ve öngörü [2]

# İkincil Alüminyum

- Kilogram ağırlığa göre hurda çelik-alüminyum: 0.2-1.8 ABD Doları, hurda plastik: 0.3-0.7 ABD Doları, hurda kağıt: 0.1-0.4 ABD Doları
- Hurda, birincilden % 15-25 daha ucuzdur.
- İkincil fiyatı= toplama/ayırma/presleme + doğal gaz/enerji + işçilik + %15 kayıp.



# ALÜMİNYUM GERİ DÖNÜŞÜMÜ

**ADIM 1**  
HURDANIN  
TOPLANMASI



**ADIM 2**  
HURDANIN  
TASNİFİ



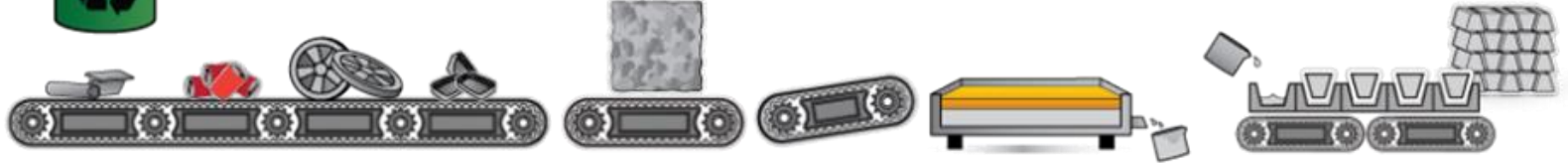
**ADIM 3**  
EZME



**ADIM 4**  
YENİDEN  
ERİTME



**ADIM 5**  
DÖKÜM



# İkincil Alüminyum

- Kullanılmış içecek kutuları (KİK,15-20 gram/kutu) değerlendirilen pay maksimum %75.
- Őarjda hurda % 75'e çıkarsa yeni içecek kutusu katışkaları birincil hammaddeliye göre % 135 fazla olabilir.
- **Satıldı-içildi-geri dönüştürüldü-içecek konu-rafa geldi** ortalama 60 gündür. İkincil alüminyumlu kutu yılda adeta 6 kez doğmaktadır.



# TANIMLAR

- **Geri dönüşüm**, hurda vasfı kazanmış yarı ürün ve ürünlerin doğaya atılmayıp çevrime (ve kullanıma) alınmasını tarif eden genel ifadedir.
- **Yeniden değerlendirme (recycling)** eski hurda eksenli ve **geri kazanma (recovery)** sözcükleri yeni hurda eksenlidir.
- **Yeni hurda** yarı ürün ve son ürünün imalat sapması iken **eski hurda** tüketicilerin attıkları veya ömürlerini doldurmuş son ürünleri kapsar.
- **Birincil üretim** doğal ham maddeden gelen ürünleri kapsarken, **ikincil üretim** hurdanın geri dönüştürülmüşü, kısaca “yeni-eski-yeni” çevrimidir.



# ikincil alüminyum

- KİK geri dönüşüm oranı %6 ile en düşük Körfez Ülkelerinde, en yüksek değer ise %98 ile Brezilyadadır (Çin'de kayıtsızlarla birlikte oran %99,5 dir). KİK toplamada Türkiye'nin oranı %75, ABD %51, AB %68, Fransa %40'dir. Avrupa Alüminyum Cemiyeti 2020 için %80 KİK toplamayı öngörmektedir.
- Japonya KİK'lerde %95 geri dönüşü nasıl yakalamıştır? 3004 alaşımı (ulaşım endüstrisi) 3025 ve 3105 alaşımı (yapı ve inşaatta)%60 - % 96 (en yüksek) geri dönüşüm malzemesi içerebilir. Otomotiv sacları için % 70 geri dönüşüm malzeme kullanımı hedeftir.
- Japonya'da (125 milyon) yılda 20 milyar alüminyum içecek kutusu toplanmaktadır. Bu, 300.000 tonluk geri dönüşüm alüminyum girdisi 6 milyar kWh enerji tasarrufu sağlar

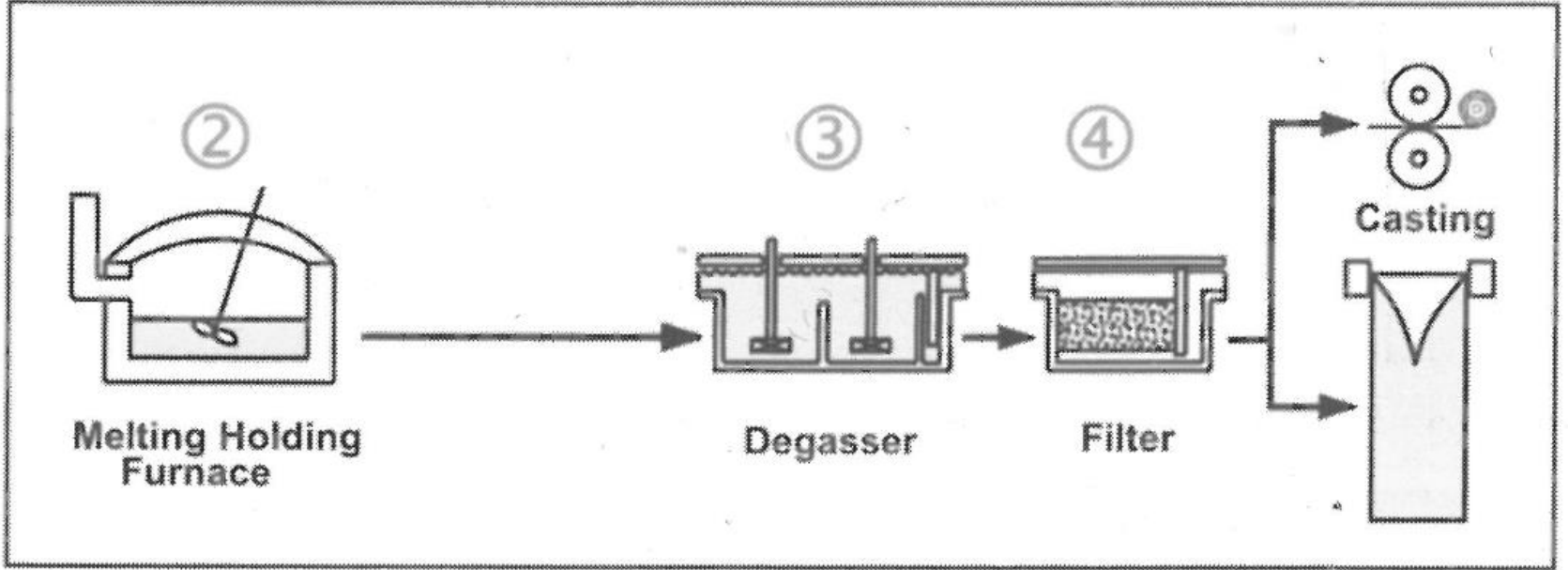
Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>) *alüminyum* : 2.70 çinko: 7.13 demir:7.87 silisyum: 2.30 bakır: 8.96

# ikincil alüminyum

- Boyalı ve yağlı hurda malzemeler ergitme öncesi boyadan ve yağdan arındırılırlar.
- Nemin giderilmesi amacı ile ön-ısıtma uygulanması da bir diğer ergitme öncesi işlemdir. 1 ton sıvı alüminyum için 300 kg tuzlu fluxtan oluşan atık sorundur.
- Hurda ergitmede döner fırınlar büyük parçalar için uygun fırınlar değildir.



# AKIŞ ŞEMASI



**Őekil 4.11.** İkincil tesis ve dökümhaneler için klor kullanılmayan işlem akış Şeması.



# AKIŞ ŞEMASI

**Tablo 4.8:** İkincil tesis ve dökümhaneler için klor kullanılmayan işlem akış şeması:

	(2) DÖNER ROTOR İLE KATI YA DA GAZ FLAKS ENJEKSİYONU	(3) HAT ÜZERİNDE DÖNER ROTOR İLE GAZ FLAKS BESLEME	(4) SERAMİK KÖPÜK FİLTRE (CFF)	(4) DERİN YATAK FİLTRESİ (DBF)
Ana amaç	Alkali ve inklüzyon giderme	Hidrojen giderme	İnklüzyon giderme	İnklüzyon giderme
İkincil amaç	Eriyiğin karıştırılması	İnklüzyon giderme		
Yerleşim	Ergitme/tutma fırını içinde	Tutma fırını ve filtre arasında	Gaz giderme ve döküm hattı arasında	Gaz giderme ve döküm hattı arasında
Tipik değerler (ppm) alkaliler ve H <sub>2</sub>	Giriş: 3 Na, 11 Ca Çıkış: <1 Na ve 4 Ca	Giriş: 0.20-0.30 H <sub>2</sub> Çıkış: 0.10-0.20	Giriş: 0.5<5 mm <sup>2</sup> /kg Çıkış: <0.1 mm <sup>2</sup> /kg	Giriş: 0.5<5 mm <sup>2</sup> /kg Çıkış: <0.1 mm <sup>2</sup> /kg
İnklüzyon giderme	Çıkış: 0.01-0.06 mm <sup>2</sup> /kg, alaşıma bağlı olarak		%40-90	%90
Curuf oluşumu	Lens ile gaz vermeye göre %25-30 daha az	Klor kullanılmadığında daha fazla		

# Plastik

# Çelik

# Alüminyum

- Alüminyum en genç metal olmasına karşın, mükemmel özellikleri nedeni ile plastik ve çelik malzemelerden daha geniş kullanım alanlarına sahiptir ve her geçen gün yeni malzeme tasarımları ile bu alanlar genişlemektedir.



# Ulaşımında **alüminyum**

- 1976'da 39 kg olan ( %3 ) oran 90'larda 89 kg'a ( %7 ) çıkmıştır.
- 1996'da araç başına 110 kg alüminyum kullanımı, günümüzde 250-340 kg'a yaklaşmıştır.
- Motor blokları, aktarma organları ve tekerler. Döküm, dövme ve ekstrüzyon işlemlerine sahip parçalar.
- Dövme alüminyumlar, A/C üniteleri ve kapatma panellerinde kullanılır.
- Kasisler, gövde ve parçaları, pistonlar, süspansiyon, fren parçaları ve hava yastıkları takip eder.



# Otomobilde Alüminyum

- AB ve ABD'de otomotivde kullanılan alüminyum malzemeler:
- i) Dış panellerde: 6016-T4, 6111-T4
- ii) İç panellerde: 5051/5182/6181A, 6111/2008/5182
- iii) Saç alaşımı: 6XXX-T4, 5754-0/5454-0
- iv) Ekstrüzyon alaşımı: 6XXX (ısıtıl sertleşme)

# TESLA MODEL S

The world's most-wanted electric car passed 100,000 units sold in December 2015. In each car, there is an extraordinary amount of raw materials.

## HERE'S WHAT'S IN IT:

# INTERIOR



### RARE EARTH METALS

While Tesla engines and batteries do not use rare earths, most high-end car speakers and other electronics use rare earth elements such as neodymium magnets



### PLASTIC

Most plastics are made from petrochemicals



### LEATHER

Leather is derived from animal skin, mainly cowhides



### SILICON

Glass windows and other features are made from silicon



### CARBON FIBER

Adds touches on interior design, as well as for external add-ons



### COPPER WIRE

Copper wire is used for electronic components



# BODY + CHASSIS



### BAUXITE

The Model S body and chassis are built almost entirely from aluminum, which comes from bauxite ore. Aluminum is light-weight, which helps to maximize the range of the battery beyond that of other EVs



Total aluminum: 410 lbs (190 kg)



### TITANIUM

The underbody of the Model S is made from ultra high-strength titanium, which protects the battery from nearly any roadside force or piercing



### BORON STEEL

High-strength boron steel is used to reinforce the aluminum at critical safety points



Iron



Boron



Coking  
Coal



Other  
Additives

Weight : 4,647 lbs

Weight distribution: 48/52

# Türk Alüminyum Sanayii

- Türk alüminyum sanayinin cari açığı 1 milyar dolar civarındadır.
- İthalatın % 82'si birincil külçedir (1 milyon ton).
- Türkiye'de kişi başına 11-12 kg alüminyum tüketilirken (ham çelik üretimi 410 kg/kişi), AB ülkelerinde 22 kg, OECD ülkelerinde 33 kg tüketilmektedir.
- Ulusal alüminyum endüstrisinin önü açıktır.

# Türk Alüminyum Sanayii

- Türk alüminyum sektörünün en önemli yapısal sorunu, üretilen alüminyumu % 70'inin ekstrüzyon ürünleri olması ve inşaat sektörüne bağlı kalmasıdır.
- Dünya tarihinde inşaat sektörü ile büyüyen ülke yoktur.
- İnşaat sektöründe yaşanan daralma, alüminyum endüstrisini doğrudan olumsuz olarak etkilerken, tersi durumda, yani inşaat sektöründe görülen büyüme, sektöre doğrudan yansımamaktadır.
- Çünkü başta PVC olmak üzere daha ucuz alternatif ürünler tercih edilmektedir.

# Türk Alüminyum Sanayii

- %35 inş. Al hammadde 2 ABD Doları
- %20 ula. Al boru 15 ABD Doları
- %15 amb. Al döküm 10 ABD Doları
- %10 ele. Al ekstrüzyon 5 ABD Doları

## **Büyüme**

Al köpük

Al pil

Al kompozit

Al savunma-füze

Al-Li roket



# Türk Alüminyum Sanayii

- Yıllık 110 milyon tonluk girdi ile gerçekleştirilen ham ve son ürün alüminyum üretiminin yarısına yakın kısmı ikincil kaynaktan gelmektedir.
- Tekrar ergitilen alüminyumun %60'ı yeni hurda niteliğindedir ve büyük ölçüde yukarıda açıklanan imalat sapması sac ve levhalardan oluşur.
- AB-27 ülkelerinde üretilen alüminyumun 2/3'ü ikincil (hurda) kaynaklıdır ve artış sürecektir.

# Türk Alüminyum Sanayii

- Alüminyum sanayicileri olarak “Geleceğimiz var” demeliyiz. Endüstri çok genç.
- İnsana ve prosese yatırım yapılmalıdır.
- Sektörün müşterileri (otomotiv gibi) küreselleşmiştir. Tedarikçi olarak alüminyum sanayicileri de küreselleşmiştir. Büyümenin motorları: iş stratejisi, sürdürülebilirlik, yeni ihtiyaç ve pazar.

# Türk Alüminyum Sanayii

- Alüminyum kum dökümünde gelişmeler hızlıdır.
- Proseslerde gelişme: Kısmi basınç, düşük basınç ve vakum sistemleri.
- Melez prosesler: Yer çekimine ters yönde yapılan döküm ile savurma döküm birlikteliği. Melez proseste önce sıvı metal yukarıdaki vakumlu kalıba doldurulur. Kalıp hızla döndürülür ve santrifüj etki ile sıvı ince kesitlere itilir. Dönme sırasında katılaşma ilerler ve merkezi yollukta henüz katılaşmayan sıvı geri alınır.

# Türk Alüminyum Sanayii

- Hızlı prototip üretme ve akıllı sistemler (CAD-CAM ile 1 gün altı süre).
- Maça imalatı ve model imalatında dış tedarik. Döküm kumu alma yerine kiralama gibi aykırı uygulamalar. Hazır alüminyum sıvı tedariki (Hazır beton benzeri)
- Malzeme ve döküm arızaları için görüntüleme (scan) , x – ışınları ve ultrasonik yöntemler.
- Döküm sonrası kumlama yerine basınçlı su kullanma.

# Türk Alüminyum Sanayii

- **Çok küçük veya çok büyük parça üretimine odaklanmak:**  
Örnek çok küçük parça dökümler ile çok büyük dökümlerde katma değer yüksektir. Orta boy parça dökümlerde düşük fiyat – düşük kar sarmalı vardır. Orta boy parça döküm üretiminde geliştirmekte olan ülkeler yoğunlaşmışlardır.
- Tedarikçi “Birinci sınıf, dünya sınıfı, sınıfında birinci – First Class; World Class; Best in Class” olma iddiasında olmalıdır.
- Bazı endüstriyel uygulamalarda metal dışı malzeme kullanımının giderek arttığı görülmektedir. Pazarı geri kazanmak veya yeni pazarlar keşfetmek ana hedef olmalıdır.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN  
**TEŞEKKÜRLER**

SORULAR – CEVAPLAR

[f.yilmaz@fsm.edu.tr](mailto:f.yilmaz@fsm.edu.tr)

[aluteam@fsm.edu.tr](mailto:aluteam@fsm.edu.tr)