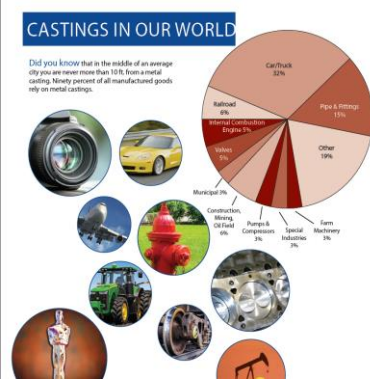


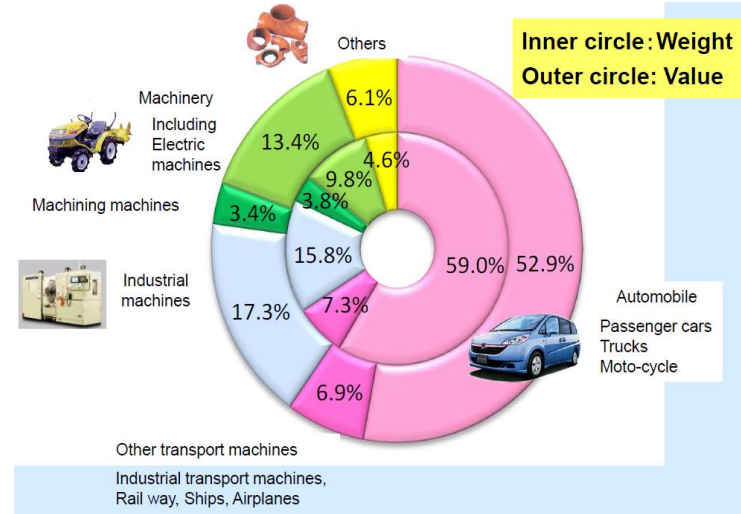
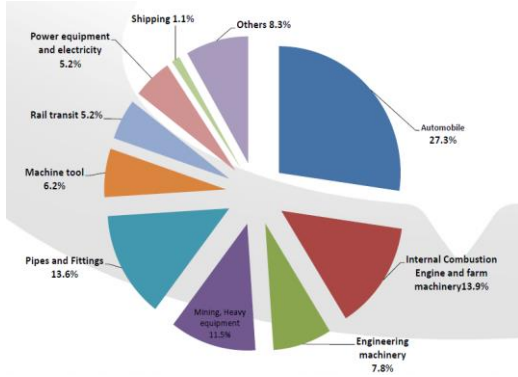
DÖKÜM SANAYİNİN YENİ TEKNOLOJİLER VE DEĞİŞEN PAZAR YAPISI İLE İMTAHANI

Yaylalı Günay, Eylül 2016

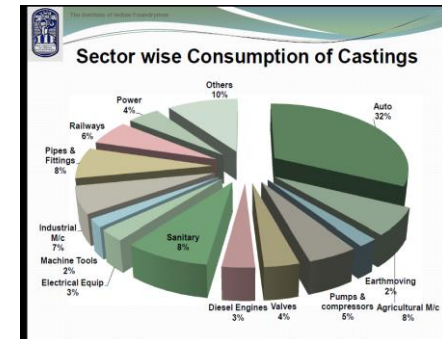
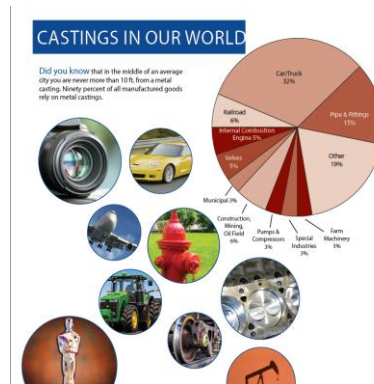
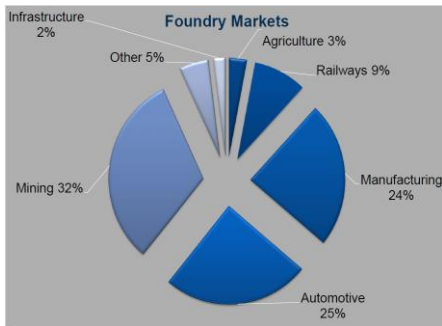


***"Hala çalabilen zilleri çalın, kusursuzluğu unutun.
Herşey de bir çatlak vardır; ışık içeri böyle girer."***

Leonard Cohen



• *Dünya Döküm Pazarları Nelerdir, Nerelededir?*



Bu araba da bitti, bu satıcı da...



Bu döküm de bitti, bu dökümcü de...



GİRİŞ:

Tüm dünyada sayısallaşma, internet kullanımının artması, ekoloji, şehirleşme, yaşlı oranının yükselmesi, farklılıklara yönelme gibi konular nedeni ile üretim sektörleri yapı değişikliğine gitmek zorunda kalmaktadırlar.

İş yapış şekillerinin klasik endüstri kurallarının dışına taşıdığı, insan beyninin kullanmadığı rezervlerinin devreye girme baskısı ile üretim, pazarlama, yaşam alışkanlıkları, rekabetciliğin yeni evrelerindeki değişim tüm sektörleri etkilemektedir.

Döküm sektörünün, değişim yaşayan tüm sektörlerle hizmet verdiği için bu yeni yapılanmadan etkilenmemesi beklenilmemelidir.

Yeni oluşan, sürekli değişen ve birbiri ardına gelen yapısal ve finansal krizlerin olduğu bir dünyada, iş yapış şekilleri de değişmektedir.

Her yapının satılabildiği, yeni fikir ve üretim şekillerinin devreye girmediği bir yapının, bu yeni ve çalkantılı dünyada yerini koruyabilmesi çok zor görülmektedir.

Teknoloji ve Pazar Değişimi Döküm Sanayini Nasıl Etkiliyor?

A) Düşük karbon teknolojileri:

- ***a) Araçlarda hafifleme***
- ***b) Parçalarda artan ölçüsel hassasiyet***
- ***c) Değişen ve gelişen kalite yaklaşımı***
- ***d) Yeni malzeme bilimi***

B) Dijitalleşme

- ***a) Her yerde, her işlemde simülasyon***
- ***b) Bilginin toplanması, paylaşılması, kullanılması***
- ***c) Süreçlerin on-line takibi***

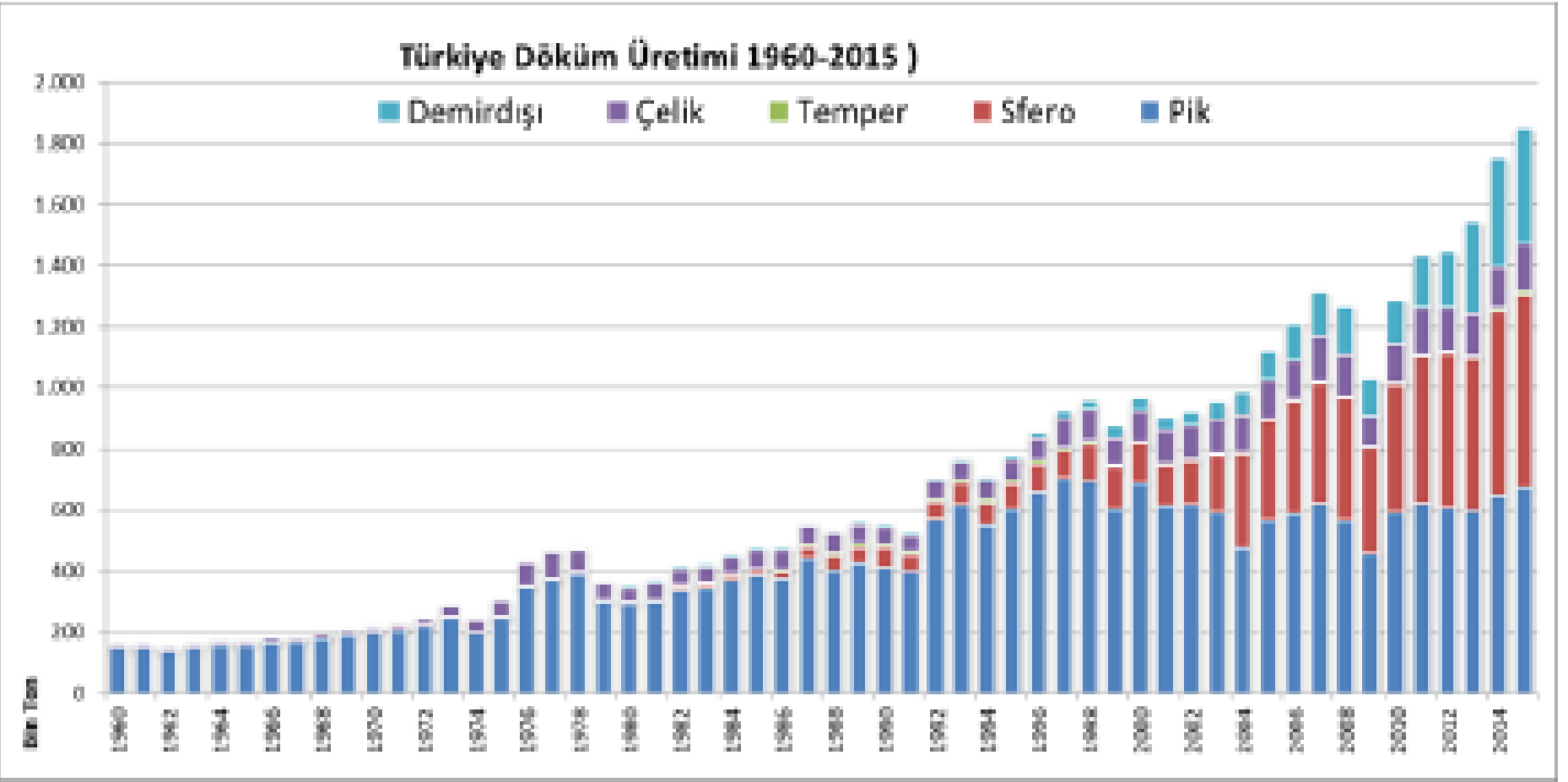
C) Globalleşme

- ***a) Ürünlerin satıldığı yerde üretilmesi***
- ***b) Yan sanayicilerin ana sanayinin yakınında üretim yapma zorunluluğu***
- ***c) Ekolojik, geri dönüşümlü, etik ve toplum kurallarına uyumlu üretim***

Döküm üretim miktarlarının gelişimi

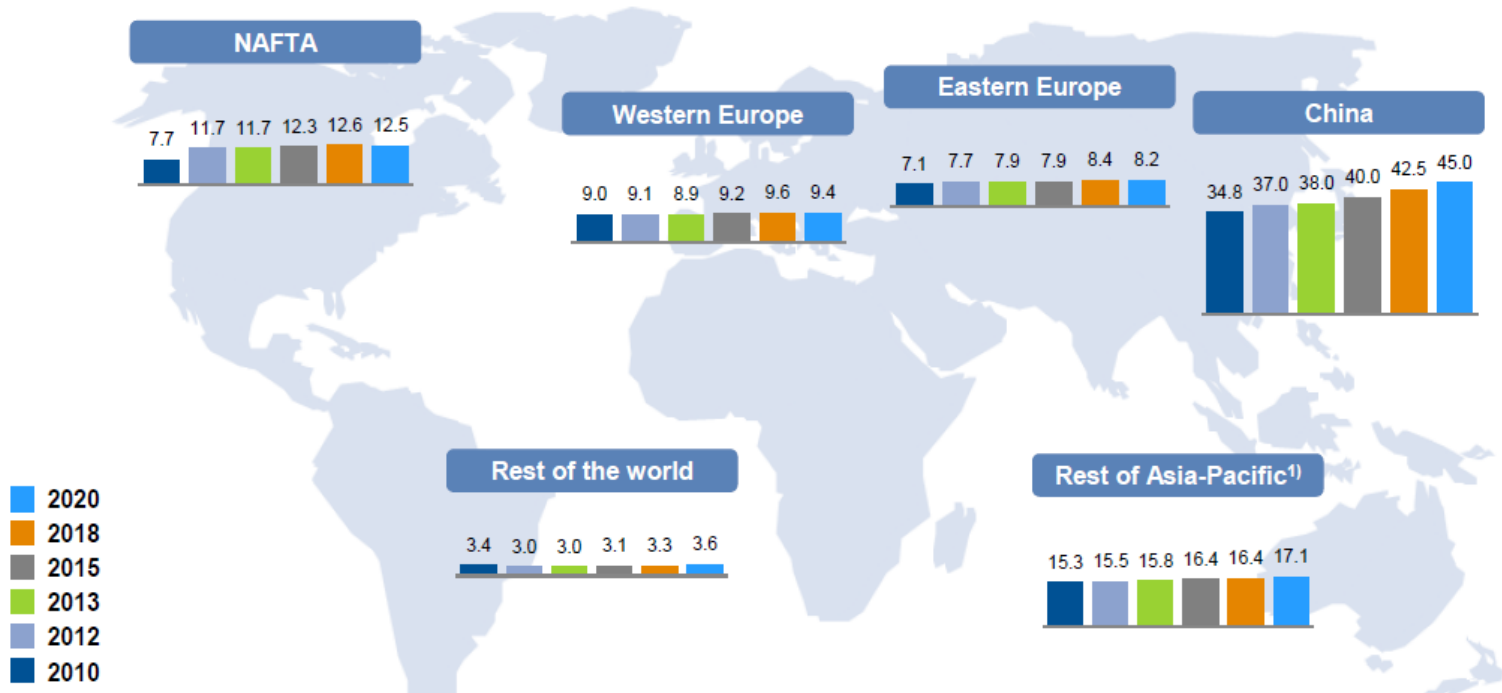
- ***Dünya toplam döküm artışı giderek yavaşlamakta olup, yıllık artış %2-3 ortalamasına gelmiştir. AB'de, Türkiye hariç büyüme % 1.5 civarındadır. Önümüzdeki yıllarda gerek ana pazarlarda hafifleme eğilimi, maliyet düşürücü önlemler ve genel ekonominin yavaşlaması ile, bu oranların daha da azalması beklenilmektedir.***
- ***Toplanan verilerin doğruluğu kabul edilirse, Türkiye'de farklı bir gelişme görülmekte ve fiili döküm üretimi yıllık %6-13 (5 yıllık ort. %7.5/yıl) büyümektedir. Bu büyümede ort. %12-13/yıl büyüyen Al dökümün önemli payı vardır.***

Tüdoksad verilerine göre Türkiye döküm üretimi değişimi



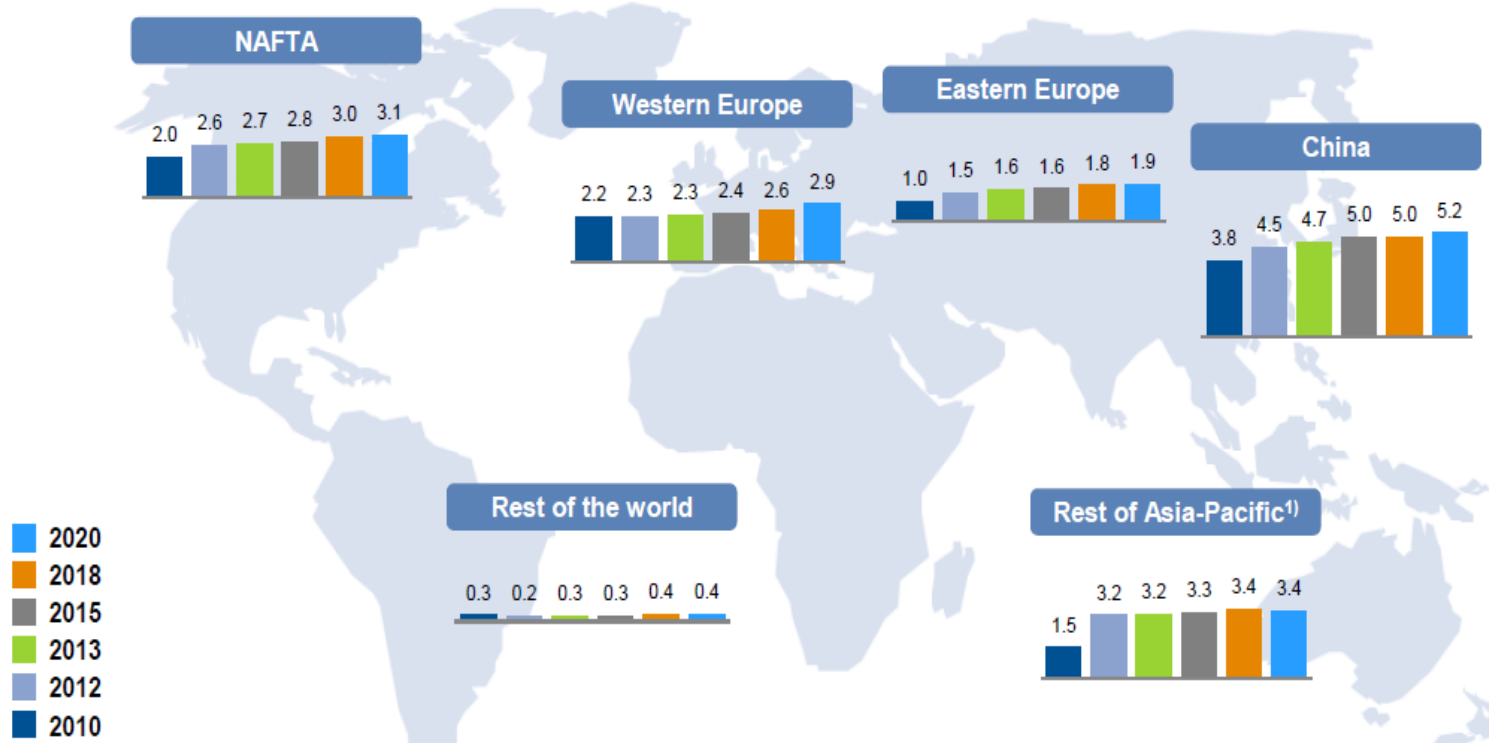
Demir bazlı döküm üretiminde AB ve ABD büyüme görülmemekte, ana büyümenin Çin ve Asya ülkelerinde olacağı öngörülmektedir

Global grey iron, ductile iron and steel cast production (in million tons)



Aluminyum döküm üretiminde ise araçlarda hafifleme, elektrikli araçların pazarda paylarının artması ile, AB ve ABD’de demir bazlı dökümlere göre daha etkin bir büyüme beklenilmektedir. Çin ve Asya ülkelerinde ise büyüme oranlarının daha yüksek olacağı öngörülmektedir

Global aluminum cast production (in million tons)



Dünya döküm pazarının değişim tahminleri (2015-2020)

1) Demir bazlı metaller:

- a) AB’de 5 yıllık artış beklentisi %2 (yıllık %0.4)***
- b) NAFTA’da (Meksika dahil) 5 yıllık artış % 1.5 (yıllık artış % 0.3)***
- c) Çin ve Doğu Asya’da 5 yıllık artış %12 (yıllık % 2.3)***

2) Demir dışı metaller:

- a) AB’de yıllık artış beklentisi %20 (yıllık %4)***
- b) NAFTA’da 5 yıllık artış beklentisi %10 (yıllık %2)***
- c) Çin ve Doğu Asya’da 5 yıllık artış %4 (yıllık %0.8)***

Bu tahminlerin, döküm ürünleri pazar yapısında olacağı görülen gelişmelere göre iyimser kalması beklenilmelidir.

Yıllık üretimde, malzeme açısından değişimler yaşanmaktadır. Bu değişim gelecek yıllarda daha da artacaktır. Demir bazlı metallerden, demir dışı metallere, oradan da kompozit-karbon fiber malzemelere kayış giderek artacaktır.

- a) Alüminyum döküm, 5 yıllık artış, % 20***
- b) Küresel grafitli dökme demir, 5 yıllık artış, % 8***
- c) Gri dökme demir, 5 yıllık azalış, %10***

Alüminyum dökümde üretim metodları olarak ta artış yüksek basınç ve alçak basınç alanlarında olmaktadır. Yüksek basınç metodun'da 1.5 mm kalınlığında 1 mt ebatları aşan parçalar ile alçak basınç metodu ile klasik jant üretimini ötesinde demir bazlı metallerden alüminyuma dönüştürülen birçok emniyet parçasının üretilmesi seri olarak yapılmaktadır.

- DÜNYA DÖKÜM SEKTÖRÜNÜN MEVCUT PAZAR PAYI ve ÜRETİM:

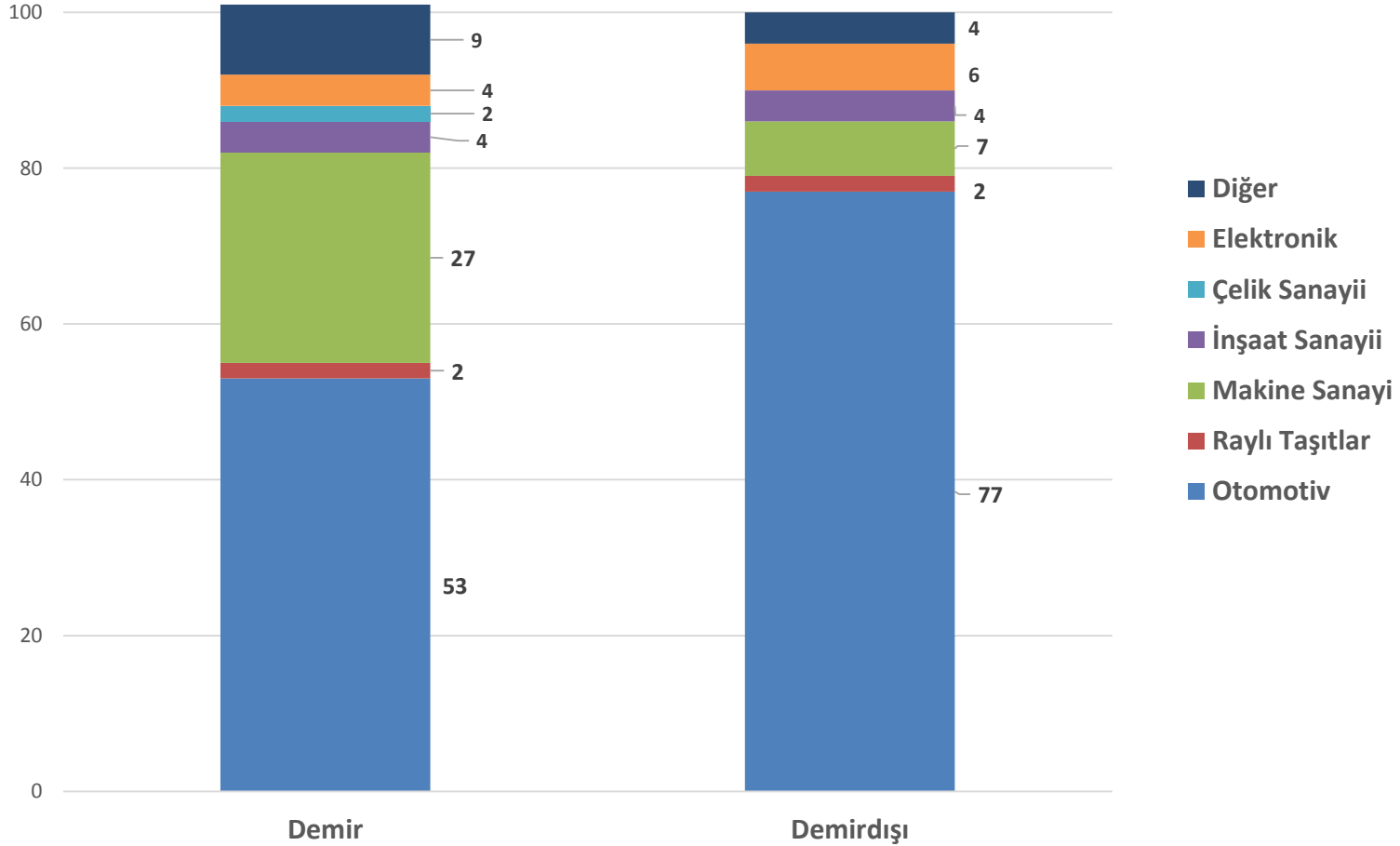
Dünya döküm üretimi incelendiğinde, en önemli pazarın otomotiv sektörü (araç, kamyon, otobüs, tarım ekipmanları, hafriyat makinaları) olduğu görülmektedir. (%60)

Bunları enerji, madencilik, elektrik makinaları, beyaz eşya gibi sektörler izlemektedir. (%20)

Makina üretimi: (%15)

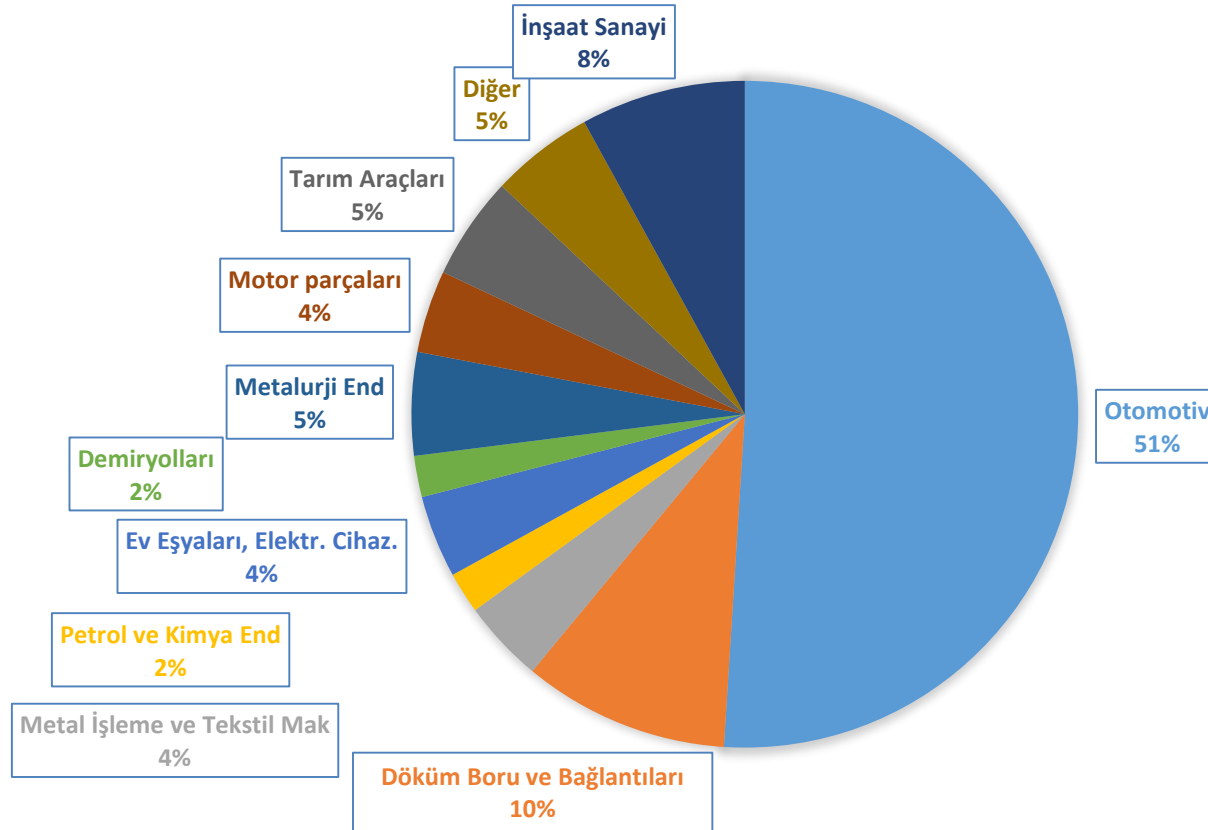
Dünya yıllık döküm miktarlarının gelecekteki artışlarını basit yüzde ekstrapolasyon ile yapılması artık olanaksız. Son 5 yıl incelendiğinde artış oranının gittikçe azaldığı ve gelecek 10 yılda daha da azalacağı beklenilmelidir. (2011-15 artışları, %2-3)

Almanya Döküm Pazarı



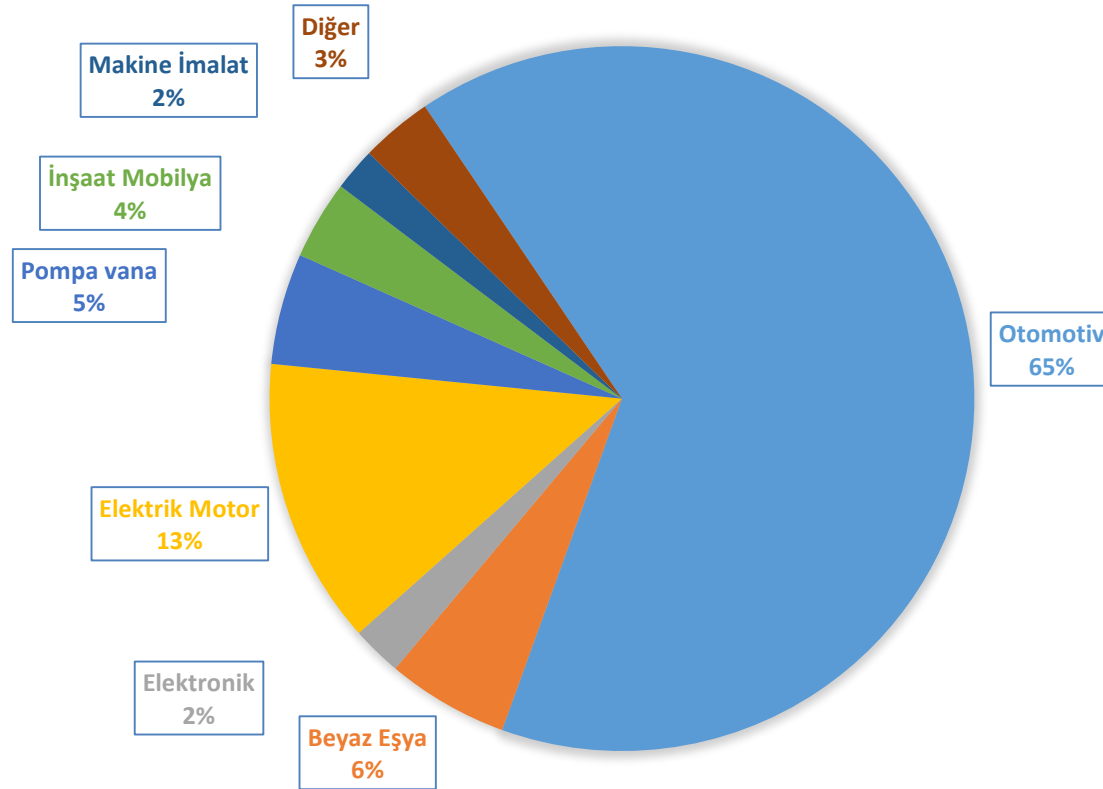
Türk Döküm Sektörü Demir Bazlı Ürünler Pazar Dağılımı

DÖKÜMÜN SEKTÖRLERE GÖRE DAĞILIMI (DEMİR+ÇELİK)



Türk Döküm Sektörü- Demir Dışı Pazar Dağılımı

DÖKÜMÜN SEKTÖRLERE GÖRE DAĞILIMI (DEMİRDİŞİ)



- ***Temel Döküm Pazarlarındaki Değişimin İncelenmesi***

Değişim beklenen ana pazarlar

Sektörün ana pazarlarına bakıldığında, **pazarın %75'ini oluşturan ilk 4 döküm pazarının önümüzdeki 10 yıl içinde önemli değişime uğrayacağı bilinmektedir.**

Yeni yapıya uymak için atılım ve değişim yaşayan döküm pazarları:

- a) Otomotiv sanayi**
- b) Enerji üretimi**
- c) Elektrik/elektronik aletler**
- d) Beyaz eşya**

Bu sektörlerdeki değişim incelendiğinde,

a)Nihai ürünlerdeki yapısal değişim nedeni ile döküm parçalara talebin azaldığı,

b)Malzeme tiplerinde ve kullanım miktarlarında değişim yaşandığı,

c)Üretim yerlerinin ise mevcut sanayileşmiş ülkelere, son ürünün satıldığı yerlere doğru kaydığı gözlenmektedir.

Döküm parça talebini, teknolojisini ve rekabet gücünü etkileyecek faktörler

- ***Araçlarda elektrifikasyon***
- *Araçlarda hibritleşme,*
- *Yakıt hücreli araçlar,*
- ***Araçların küçülmesi,***
- ***Araç hafiflemesi,***
- ***Araç kullanımında ve pazarında üretim miktarını etkileyecek değişimler,***
- *Şehirleşme,*
- ***Uçak, otobüs, kamyonlarda hafifleme,***
- *Kullanılan malzemelerin değişimi,*
- *Döküm üretim metodolojilerinin değişimi,*
- *3D lazer sinterleme*
- ***Dökümüm araç/makinanın üretildiği yerde üretilmesi zorunluluğu,***
- *Dökümün kullanıldığı araç/makina/ekipmanın tüketiminde farklılaşma*
- ***Enerji üretim makinalarında teknoloji değişimi***
- *Alternatif enerji üretim metodları*
- ***Şehir mobilyalarında ve inşaat sektöründe alternatif malzemelerin kullanımı***

1) Otomobil Sektöründeki Değişim ve Döküm Sektörüne Etkileri:

Gelecekte enerji ve araç ilişkileri ne olacak? 1

- 1) *Mevcut şekli ile araç teknolojisi ve kullanım/sahip olma anlayışının sürdürülebilmesi mümkün görülmemekte,*
- 2) *Araçlarda hidrojen yakıt hücrelerinin kullanımı?*
- 3) *1 lt veya Nm³/km yakıt harcayan araçların imali*
- 4) *Herkesin nano ölçeklerinde araçlar kullanması*
- 5) *Çevreyi kirletmeden üretilmiş elektrik hatlarından şarj edilen akülü araçların kullanılması*
- 6) *Araç kullanmadan ve sağa sola gitmeden her işi internet, cloud ve apps üzerinden yapmak,*



Aging Population



Urbanization



Concession in Cities



IHS Inc. All Rights Reserved.

Gelecekte enerji ve araç ilişkileri ne olacak? 2

7) Her evde değişik iş ve mesafeler için farklı araçların bulunması

8) Petrol yakıtlarının merkezi yerlerde yakıt hücreleri vasıtası ile en verimli ve temiz şekilde elektrik enerjisine çevrilerek, tüm kullanımın elektrik (akü) olarak yapılması

9) Yaşlanan toplum ve genç nesil araba alma sevdasından vazgeçmesi

10) Şehirleşmenin artması, otomobil sevdasını azaltıyor. (trafiğe kapalı yollar, park yeri, plaka sınırlaması, araç kiralama/paylaşma)

11) Yeni nesillerin çevre ve ekolojiye yaklaşımları ve beklentileri çok farklı

12) Ülkelerin enerji ve çevre politikalarının bu beklentilere uyması ve yakıt sarfiyatı/emisyonlar için bağlayıcı kurallar koyması



Yoğun trafik ve park sorunu araç sahipliğini ve özel araç kullanım alışkanlıklarını değiştirerek, dünyadaki araç üretiminin değişimini etkilemektedir



***“LET’S UBER”, Otomobil sahipliğini öldüren slogan...
Amaç “A” noktasından “B” noktasına gitmekse,
alternatif çok...***

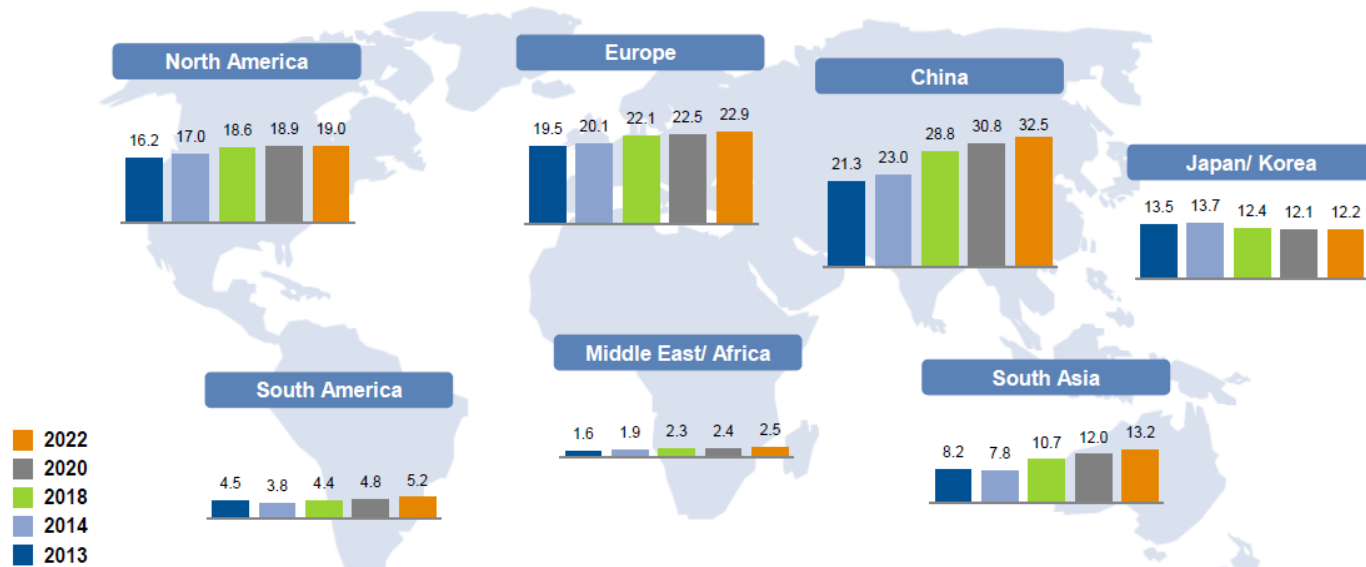


Dünyadaki araç üretimi gelişmekte olan pazarlarda artmakta, diğer ülkelerde genelde hurdaya çıkan araçların yenilenmesi ile %1-2/yıl temposunda gelişmektedir. 2015'de artış sadece %1 olup, 2016'da artış olmayacağı planlanmaktadır.

Light vehicles: China dominates while production in Japan/ Korea declines

5

Global light vehicle production (in million)

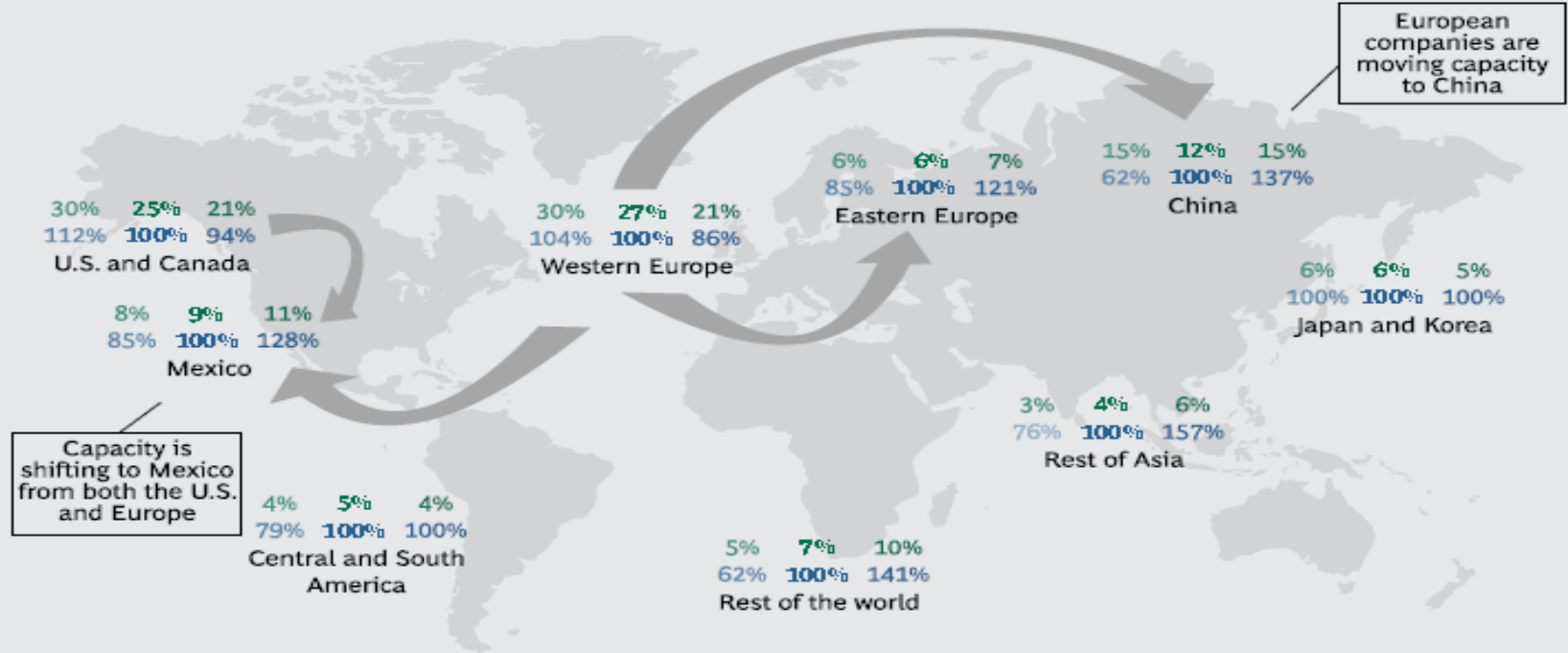


- The German car manufacturers are expected to gain market share during the recovery of the Western European automotive industry
- The positive development in North America results from growing production in Mexico and investments of foreign OEMs in the US
- South Asia and Japan/ Korea lose production volumes to China

Otomotiv üretiminin AB ve ABD'den gelişmekte olan ve pazarın canlı olduğu ülkelere kayması ile, yan sanayicilerin de bu ülkelere gitme zorunluluğu ortaya çıkmakta

EXHIBIT 1 | Auto Suppliers Are Shifting More Plants from Europe and the U.S. to Emerging Markets

Regional distribution of the production sites of the suppliers surveyed



Share of global sites

X% Five years ago X% 2014 X% In five years²

Change in the number of sites

X% Five years ago X% 2014 X% In five years²

Source: BCG survey of 42 global auto suppliers.

Note: "Relative per region" shows the number of sites as a percentage of 2014 figures.

²Based on survey participants' planned site locations and subject to change.

Araçlarda döküm parça miktarını etkileyen faktörler:

- 1) Her 4 yılda bir düşürülen ve aşılması halinde araç üreticilerinin yüksek parasal cezalar ödediği emisyon limitleri değerlerini tutturmak için tüm aracın hafifletilmesi. Hafifletmenin ilk etapta demir bazlı metallerden, Al,Mg'a, bilahere kompozit ve fiber malzemelere dönüşüm.***
- 2) Küçük araçların tercih edilmesi ve satışlarının artması***
- 3) İçten yanmalı motorlar yerine hibrit, elektrikli ve H2-hücreli motorlar kullanılması***

4) Hibrit + elektrik motorlu araçlarda, hafiflemenin haricinde döküm parçaların tipi ve miktarı fazla etkilenmemektedir. Sadece, demir bazlı parçalar, demir dışı metallere ve kompozit karışımlara dönüşmektedir.

5) Elektrikli araçlarda ise, motor, dişli kutusu, diferansiyel gibi birçok döküm parça devre dışı kalmaktadır. Araç üzerindeki diğer döküm parçalar da hafifleme akımı nedeni ile değişime uğramaktadır.

Hafifleme yöntemleri

- *Elektrikli, hibrit ve yakıt hücreli araçların üretim ve kullanımının öne çekilmesi,*
- *Araç ölçülerinin küçülmesi,*
- *Küçük araç satışlarının tüm satışların %70'ini oluşturması,*
- *Tüm parçaların küçülmesi,*
- *Döküm parçaların et paylarının incelmesi ve bunu sağlayacak döküm teknolojilerinin geliştirilmesi,*
- *Metalik ve kompozit hafif malzemelere geçiş,*

Araç emisyon değerlerinin yıllara göre değişimi

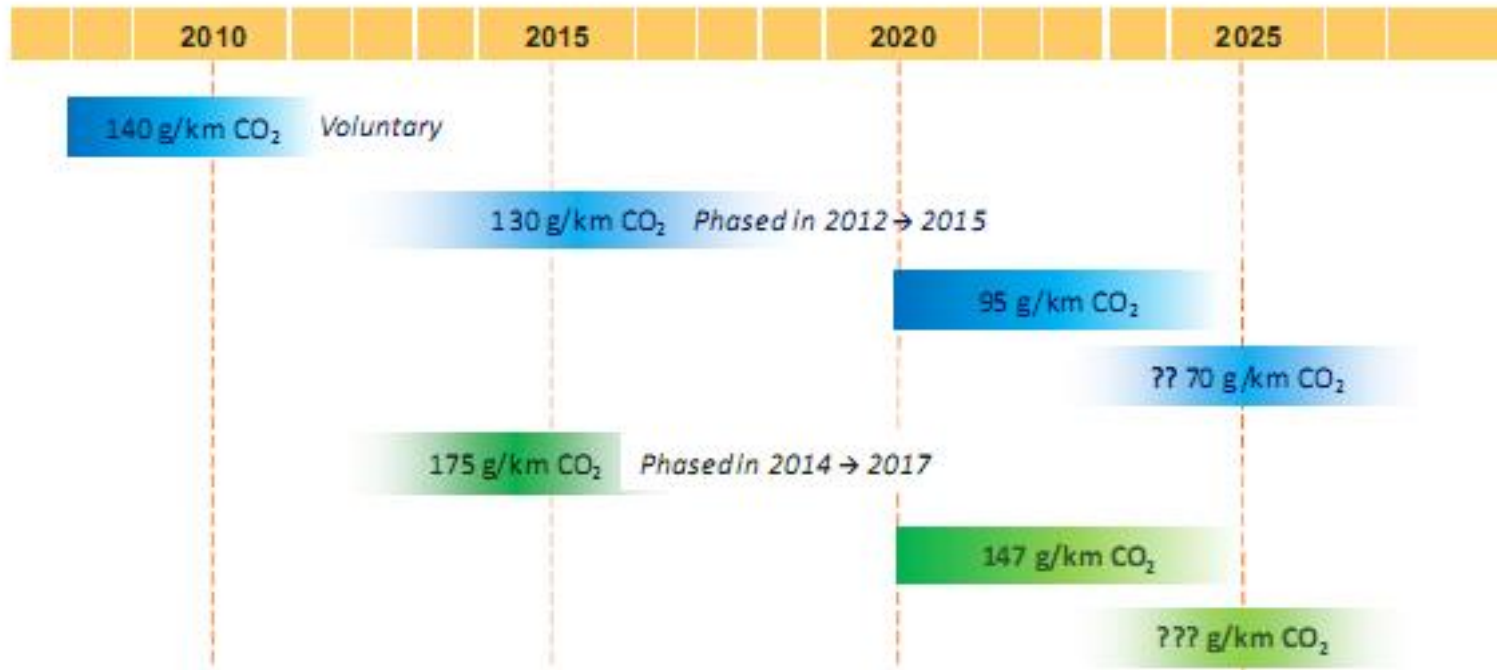
Otomobil: Mavi; Hafif ticari araç: Yeşil

Eksoz emisyon değerlerinin 95 gr/km CO₂ değerinin altına düşürülmesi halinde, araçların küçültülüp, hafifletilmesi veya tahrik sisteminin elektrikli tipe dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bu limitlere ulaşabilmek için araçların hafiflemesi ve petrol yakıtlarının kullanılmaması gerekiyor.

Eksoz gazı emisyonları sadece CO₂ miktarı ile sınırlı olmayıp, CO, NO_x ve partikül emisyonlarını da kapsamaktadır.

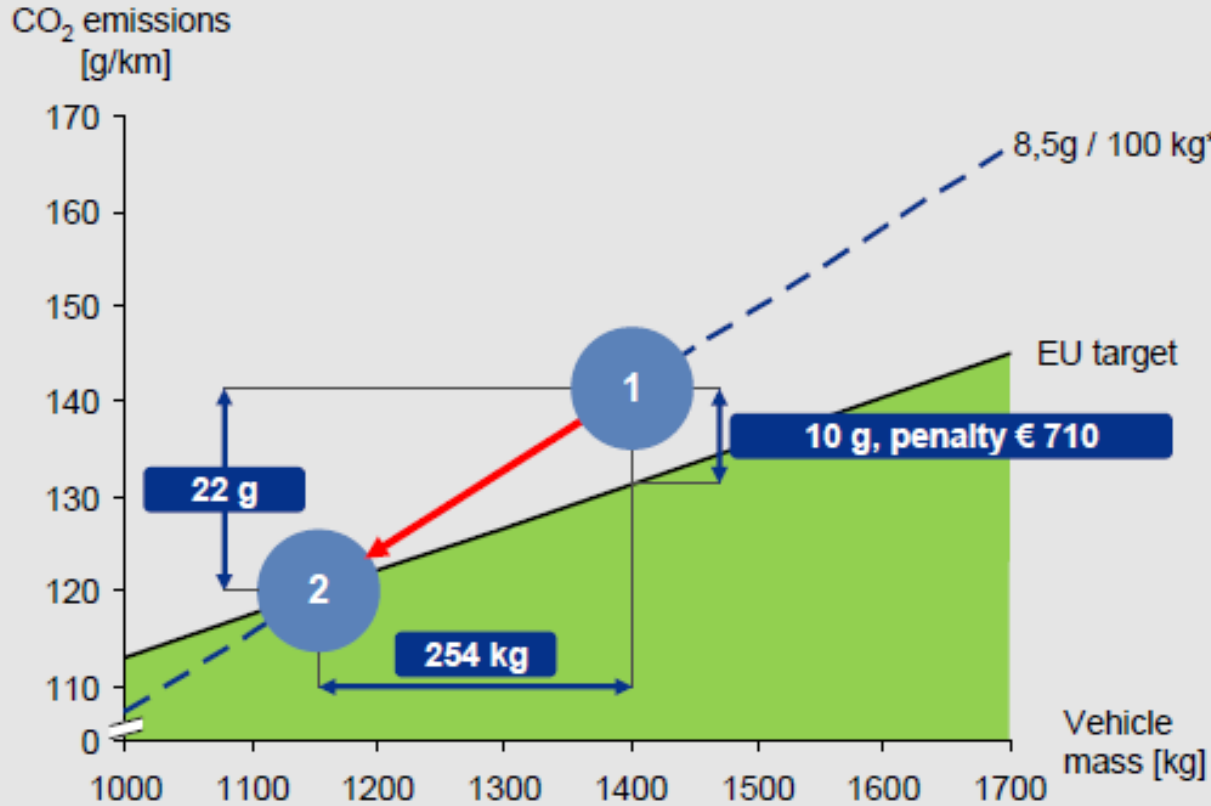
Yıllık emisyon azaltma gereksinimi: %4 /yıl



**Emisyon limiti olan 130 gr CO₂/km limitini geçip ceza odememek için, araçlar hafifleyecek
(Beher araç için limitin 10 gr geçilme cezası 710 €)**

are alüminyum, kompozitler, yüksek dayanımlı elik kullanımı.

Kullanım alanında enerji tasarrufu ve ekoloji için tedbirler alınırken, alüminyumun üretiminde enerji savurganlığı için tedbirler alınması söz konusu olamaz



Elektrikli araç pazarı gelişimi

- ***Elektrikli araçların pazarda alacağı paylar için çeşitli zamanlar ve çeşitli kuruluşlar tarafından tahminler yapılmaktadır. Bunların her biri farklı kriterler kullandıkları ve değişik dünya görüşlerini yansıtmaya çalıştıkları için birbirini tutmamaktadır.***
- ***Genelde 2020, 2030 ve 2050 yılları için elektrikli araçlar, hibrit araçlar ve hidrojen-hücreli araçlar için tahminler yapılmaktadır.***
- ***Tüketicilerin yenilikler, teknoloji, ekoloji, yaşam kolaylığı gibi konularda yapılan tüm tahminlerin ötesine geçerek beklentilere çok daha önce ulaştığı ve geçtiği de unutulmamalıdır.***
- ***Tamamı elektrikli sistem ile tahrikli otonom araçların kanuni problemleri çözüldüğünde, Moore kanununu da aşarak beklenilenin ötesinde ilgi göreceği hesaplanmaktadır.***
- ***Elektrikli araç bataryalarının fiyat ve tahrik mesafeleri kabul edilebilir seviyelere süratle gelmektedir. Ayrıca, klasik Li-ion batarya yerine, daha etkin Li-S, Li-O₂, Mg-S bataryalar geliştirilmektedir.***

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR ARTIK BİR REALİTE...

İlk elektrikli hibrit otomobil. J.Lohmer ve F.Porsche, 1899

İçten yanmalı motor/generator/Kurşun Akü/Teker hareket motorları

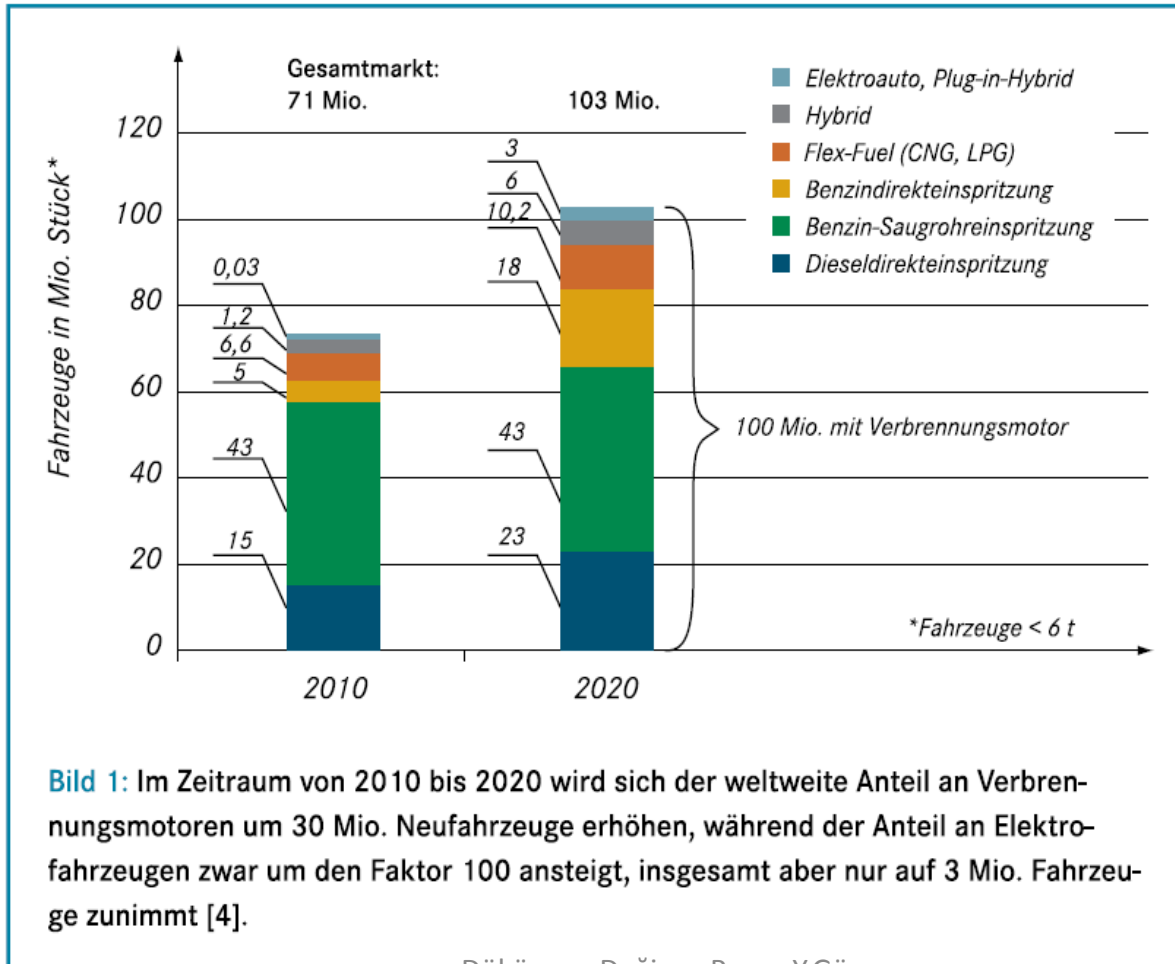


Elektrikli araçların pazar payının gelişimini etkileyen faktörler:

Ekonomik faktörler	-Mevcut tesislerin elektrikli araç üretimine dönüşümüne direnç -Sektör dışı firmaların elektrikli araç işine girmesi (Tesla, Faraday, Google, Apple)
Teknolojik faktörler	-Akü yeteneklerinin geliştirilmesi -Akü fiyatlarının azalması -Şarj tesislerinin her yere kurulması
Politik faktörler	-Araç üreticileri ve çevre komisyonları arasındaki duello -Elektrikli araçlar için destek primi
Ekolojik faktörler	-CO2, Nox, partikül emisyon miktarları
Sosyal faktörler	-Araç tipinin değişimine kullanıcıların alışması -Yeni teknolojilere merak ve uyum

Değişik dönemlerde ve değişik kuruluşlarca, dünyada araç üretim adetleri ve hangi tahrik grubu kullanılacağı hakkında projeksiyonlar yapılmakta.

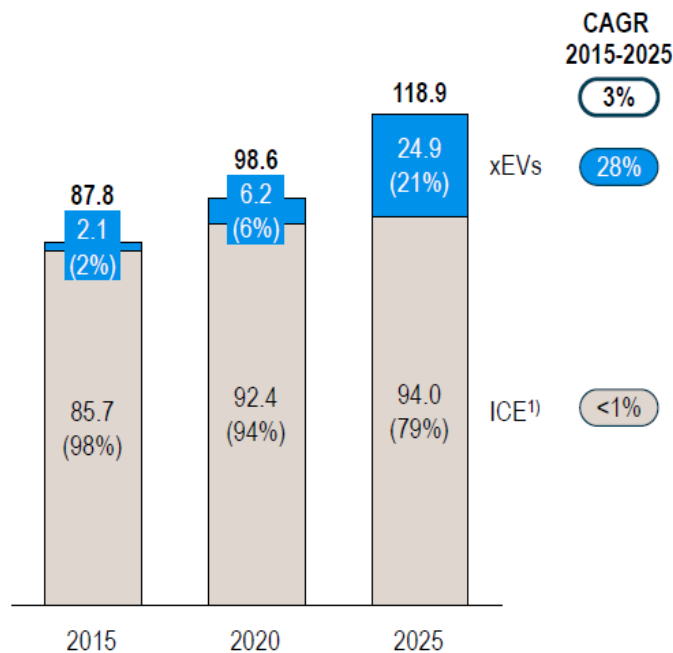
Değişimin yavaş olacağı beklentisi olan tahminde 2020'de 3 milyon elektrikli ve 6 milyon hibrit araç üretileceği belirtilmekte



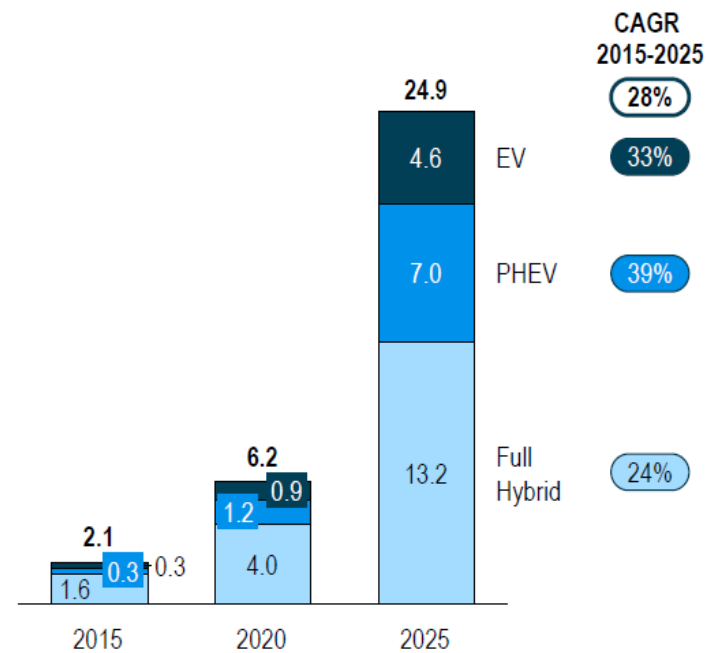
2016'da yapılan bir araştırmada, 2025 yılında yıllık elektrikli araç üretimi 25 milyon adete ulaşacak. (Lazard + Roland Berger, 2016)

Implications on powertrains (1/2): Alternative powertrains

Global powertrain production [m units]



Global xEV production [m units]

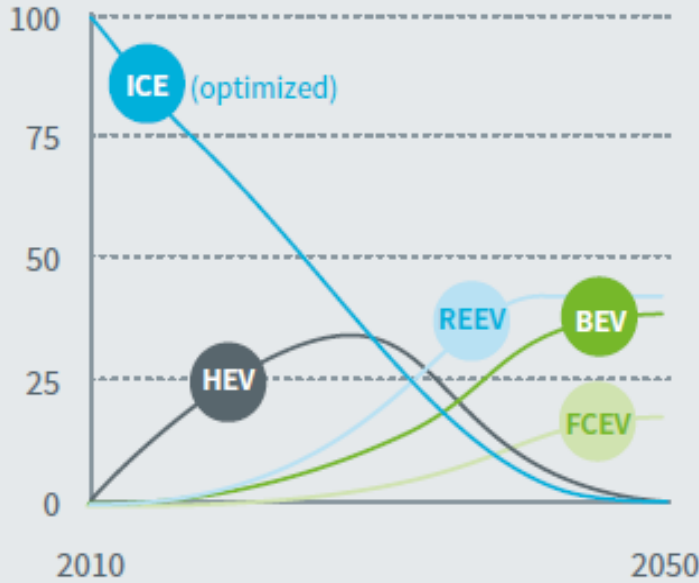


1) Including mild hybrid vehicles (up to 20 kW) and ICE start-stop

Bir ara değer olarak eğer ort. emisyon değeri olarak 40 gr CO₂/km alınır, içten patlamalı motorların ömrü bir süre daha uzayabilecek, hibrit ve elektrikli araçlar 2020'den başlayarak, 2040'larda pazarın %40'ını oluşturacaktır.

2° climat goal leads to a 3 technology world → Below 40

Cap of 40 g CO₂/km in 2050



- ICE remains dominant until 2025, but loses market share to xEVs
- Over time, BEVs, REEVs and FCEVs dominate small, medium and large vehicles, respectively
- xEVs lead to singular drivetrain scenario

***Araç tahriklerinin yeni karışımı:
Dizel kalkıyor. Elektrikli motor ve türevleri toplamı
2025'de %40'a, 2030'da % 66'ya ulaşıyor.***

- *Today, diesels account for about half of the European new-car sales and gasoline-powered vehicles control the other half with alternatives powertrains accounting for just a fraction. That is expected to change dramatically in 2030*

28% -- Gasoline hybrids

25% -- Gasoline

20% -- Battery-electric vehicles

18% -- Gasoline plug-in hybrids

9% -- Diesel

Source: AlixPartners, Eylül 2016

Elektrikli araçlara geçişi hızlandırmak için, çeşitli ülkeler elektrikli araç satışlarına 16910 €'a varan teşvik vermektedirler

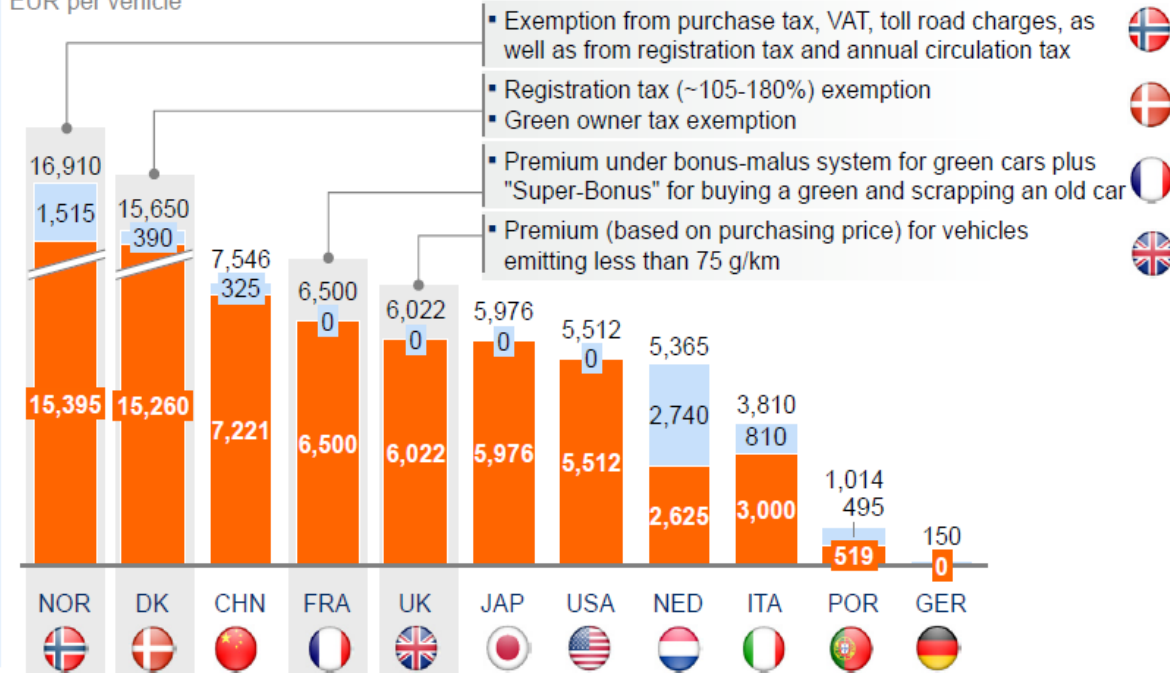
Exhibit 1.6

Stimulating EV demand: Governments

STATUS JAN 2014

National purchasing subsidies (EV compared to ICE car)¹

EUR per vehicle

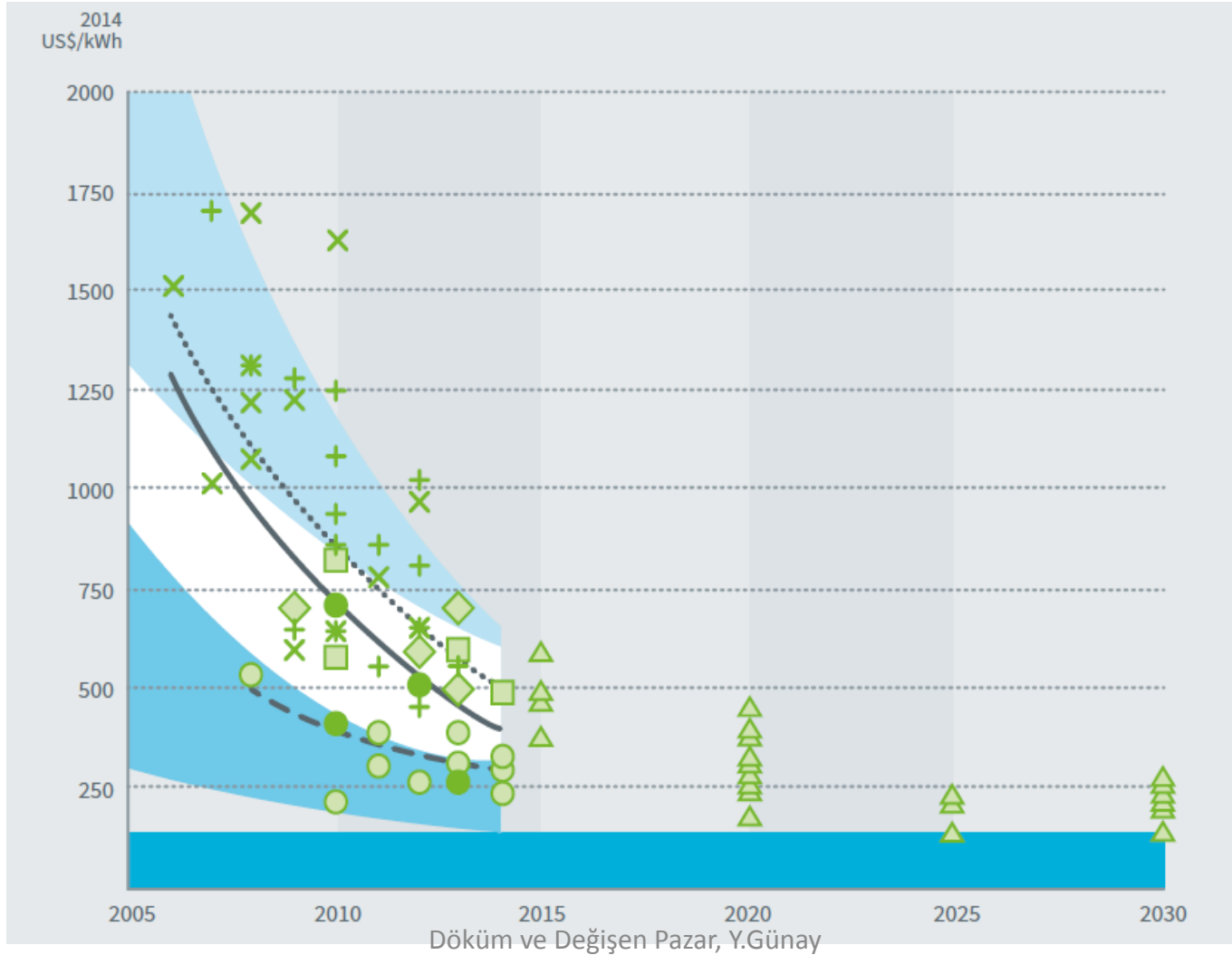


¹ Calculations (annual benefits) based on compact class car vs. xEV (subsidies are usually created in a way that also new/fuel efficient cars receive benefits, e.g. taxes based on CO2 emissions); only national subsidies counted – additional local subsidies/incentives might exist

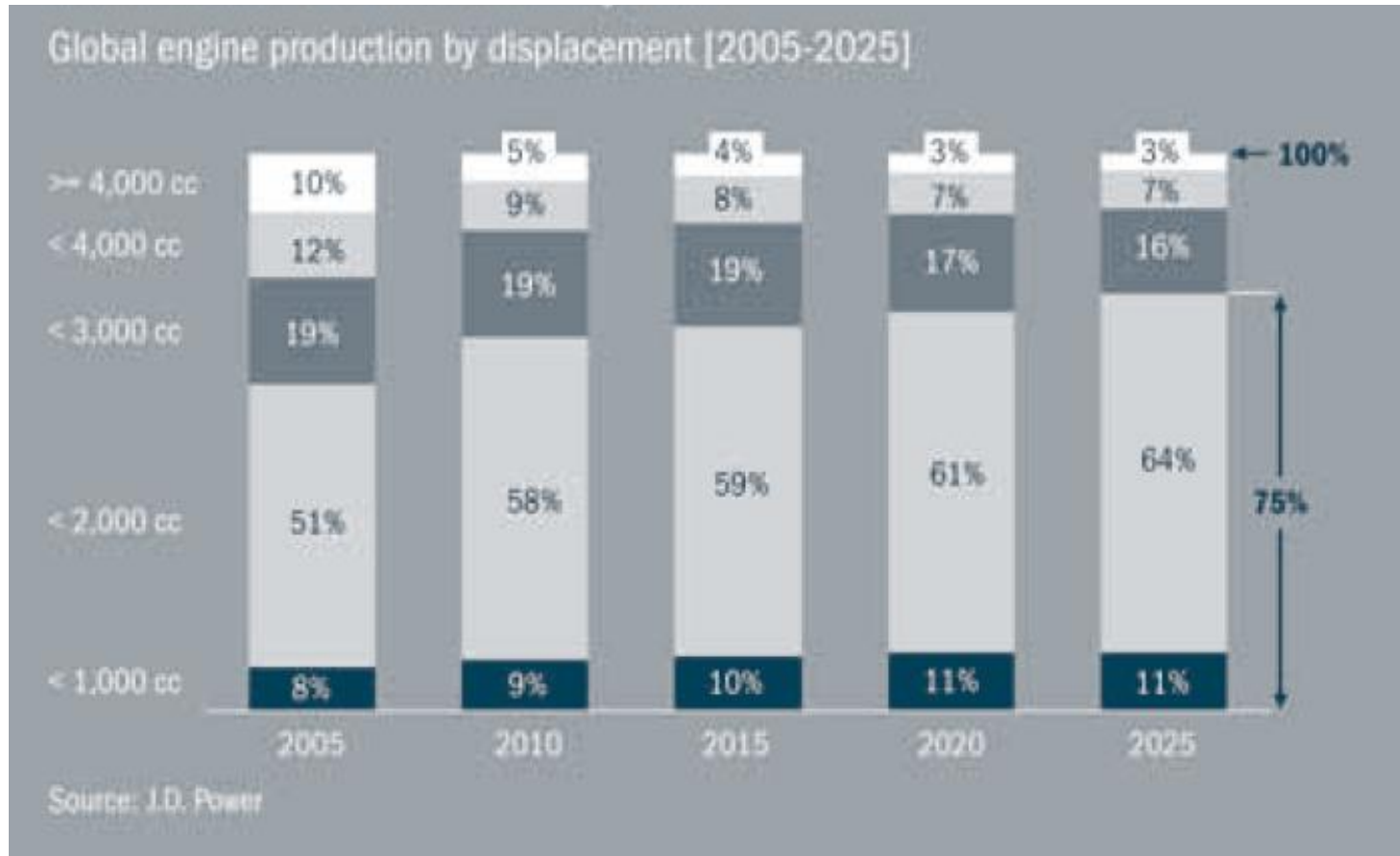
² Cumulated recurring benefit assuming a 5 year holding period

SOURCE: Tax authorities; Press search; McKinsey

Elektrikli araçlar için akü üretim fiyatları gelişen teknolojilerle sürekli düşmektedir. Ekonomik bir denge için 150 \$/kw kabul edilebilir bir değer olarak hedeflenmektedir. Hızlı gelişen ARGE ve teknoloji ile bu rakamın 100 \$/kw seviyesine daha kısa sürede erişeceği beklenilmektedir



Araç sahibi olma hevesinin azalmasının yanında, üretilen araçların çoğunluğu küçük ve hafif araçlar yapısında. Bu da araçlarda kullanılan döküm miktarının azalmasını etkilemekte. Araçların motor hacimleri ve gövdeleri küçülse bile, güvenlik, müşteri beklentileri, pazar payı gibi birçok faktör bu araçlarda her türlü lüksün bulunmasını önlememektedir. Bu ekipmanlar ile ağırlığı artan araçların emisyon değerlerini tutturabilmek için, aracın her komponentinde alüminyum, kompozitler vs gibi hafifletici malzemelerin kullanımı artmaktadır



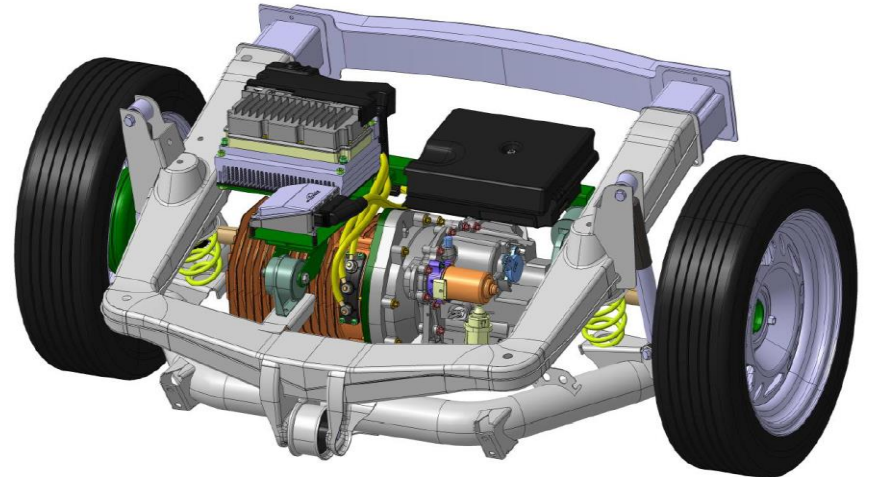
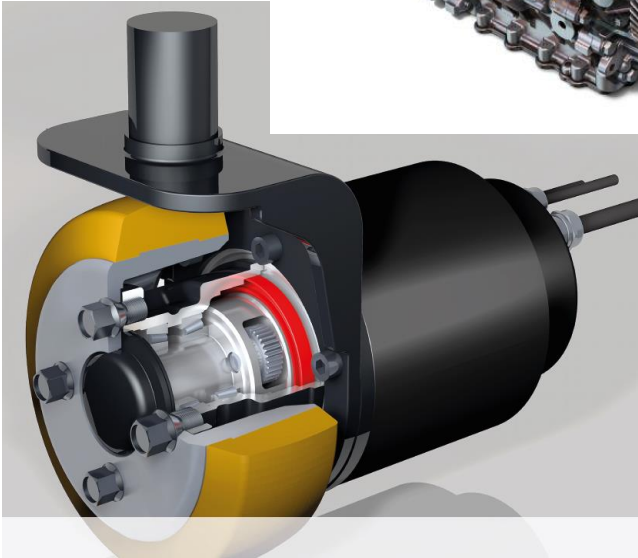
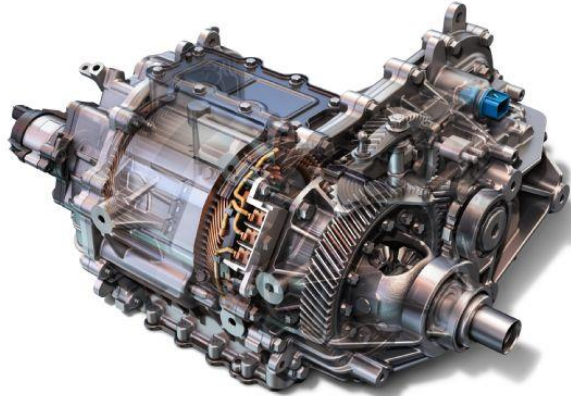
Çeşitli araçlarda değişen/değişecek tahrik merkezleri

İçten yanmalı motorlar	Hibrit araçlar	Elektrikli araçlar
Dizel/Benzinli motor (1.5-3 lt)	Daha küçük dizel/benzinli motor (1-1.2 lt)	-----
-----	Ana şaftın içten yanmalı motor ve elektrikli motorla tahriki	4 adet elektrik tahrik grubu
7-9 vitesli dişli kutusu	7-9 vitesli dişli kutusu	Basit ileri-geri dişli kutusu
Diferansiyel	Diferansiyel	-----

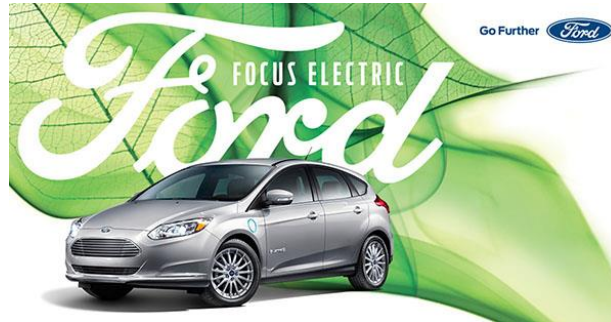
Gerek malzeme değişimleri, gerekse et payı incelmeleri ve gerekse yanma verimlerinin arttırılması ile *ort. 450 kg gelen 4 silindirli bir içten yanmalı motor, bugün 300 kg'a kadar hafifletilmiştir. Bu ağırlığın 100 kg'ı Al, 100 kg'ı demir bazlı döküm, 50 kg'ı saç, 50 kg'ı ise plastik veya kompozit malzemelerden oluşmaktadır.*



Elektrikli araçlarda motor-şanzımanın yerini elektrik motoru ve basit bir vites kutusu almaktadır. Arka aksta ise, her teker elektrik motoru ile ayrı ayrı tahrik edilmektedir.



Ford ve Chevrolet elektrikli akü ile araç platformundaki birçok ünite kalkmakta veya küçülmekte.



Motor, sanzıman, transmisyonun yerini elektrik motorlu 4 adet köşe modülü ve aküler alacak

.....



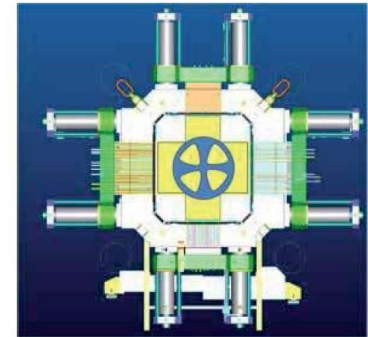
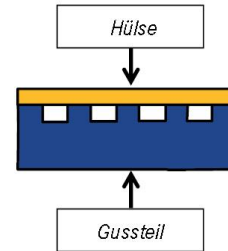
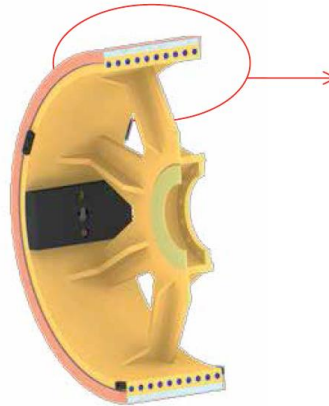
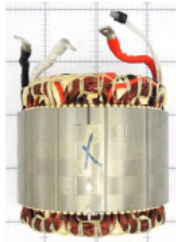
.....



Döküm ve Değişen Pazar, Y.Günay

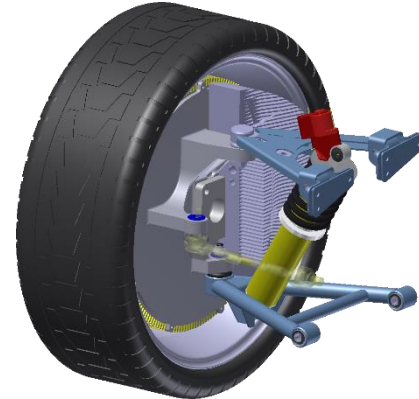
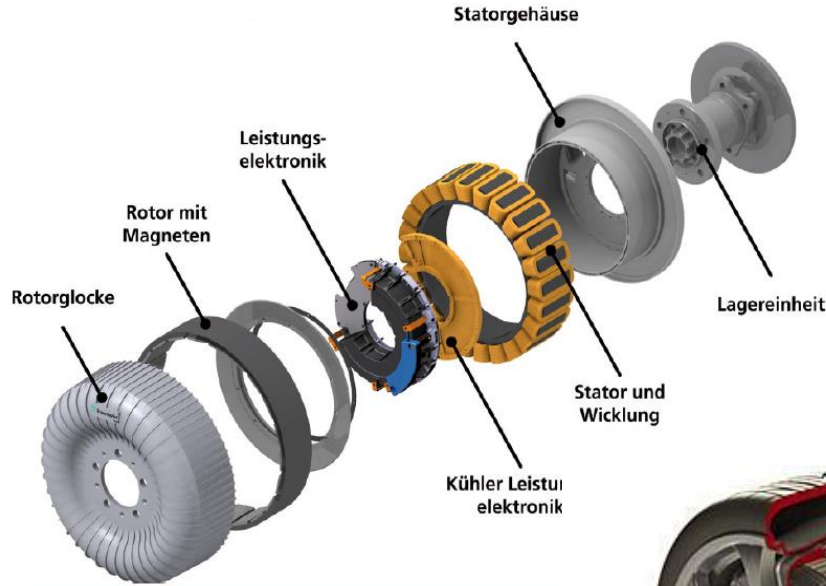


Elektrikli araçların tahrik motorları özel bir yapıda olup, güç altında ve frenlemede ısınmalarına karşı soğutma sistemli olmalılar. Ana gövde yüksek basınç alüminyum olarak üretilmekte. Elektrikli araçların motorlarında Nd-Neodymium mıknatıslar kullanılarak güç arttırılmakta, motor ağırlığı azalmakta, ısınma düşürülmektedir. *Bu parçaların dökümü, işlenilmesi döküm açısından özellikler göstermektedir*

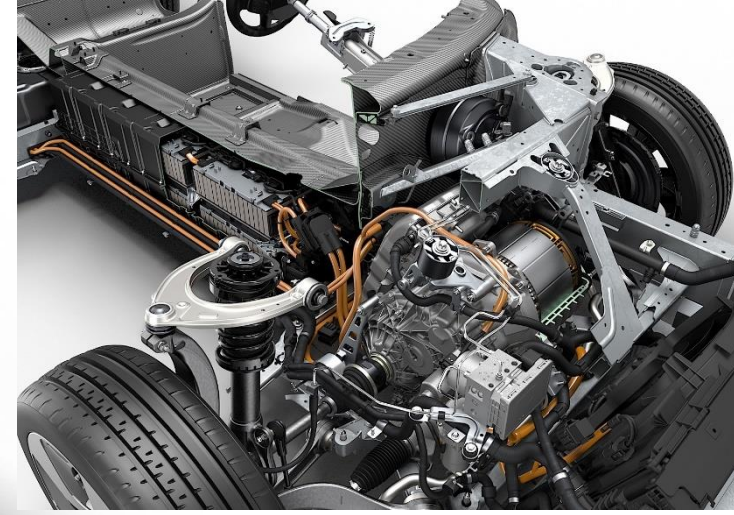
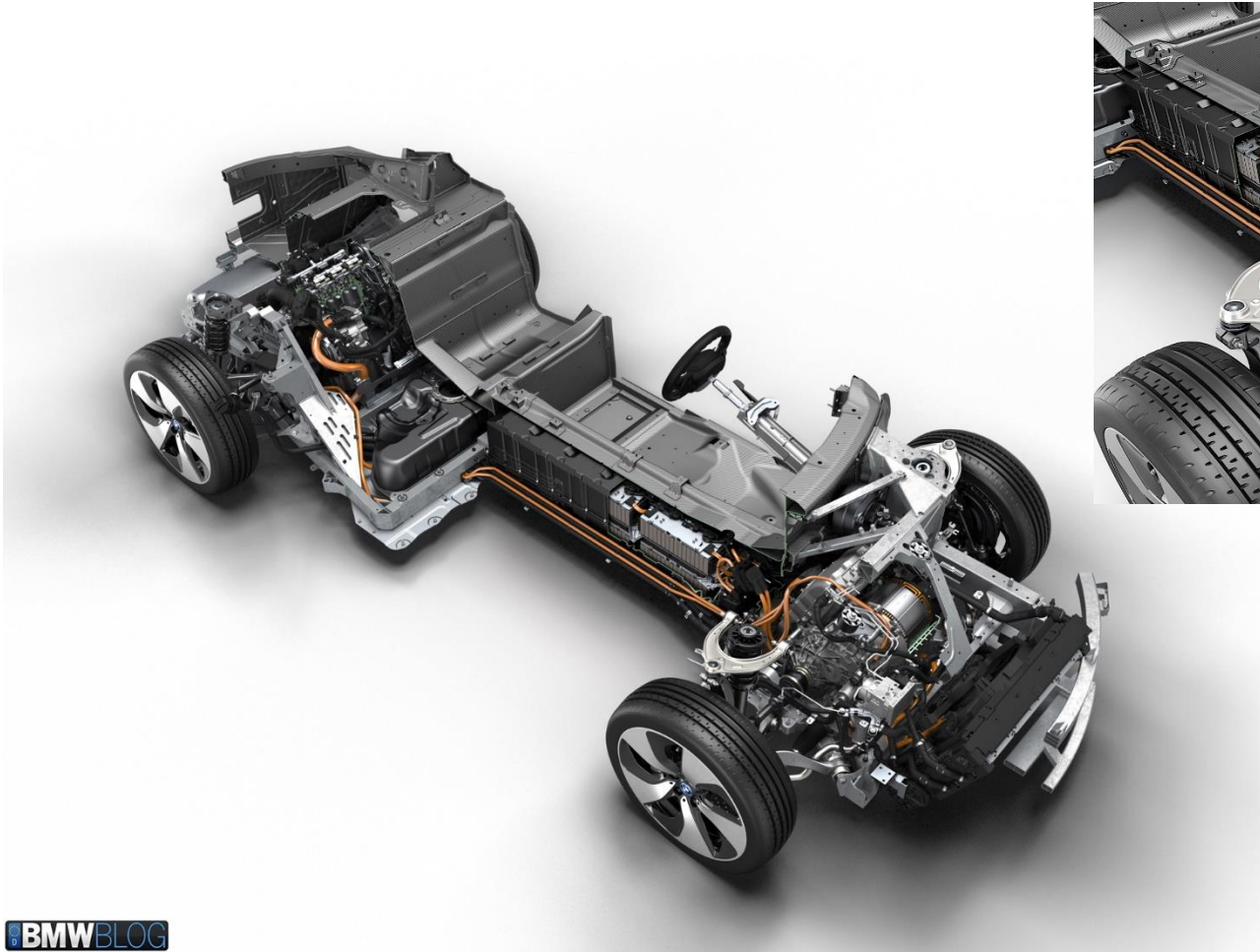


Werkzeugkonzept

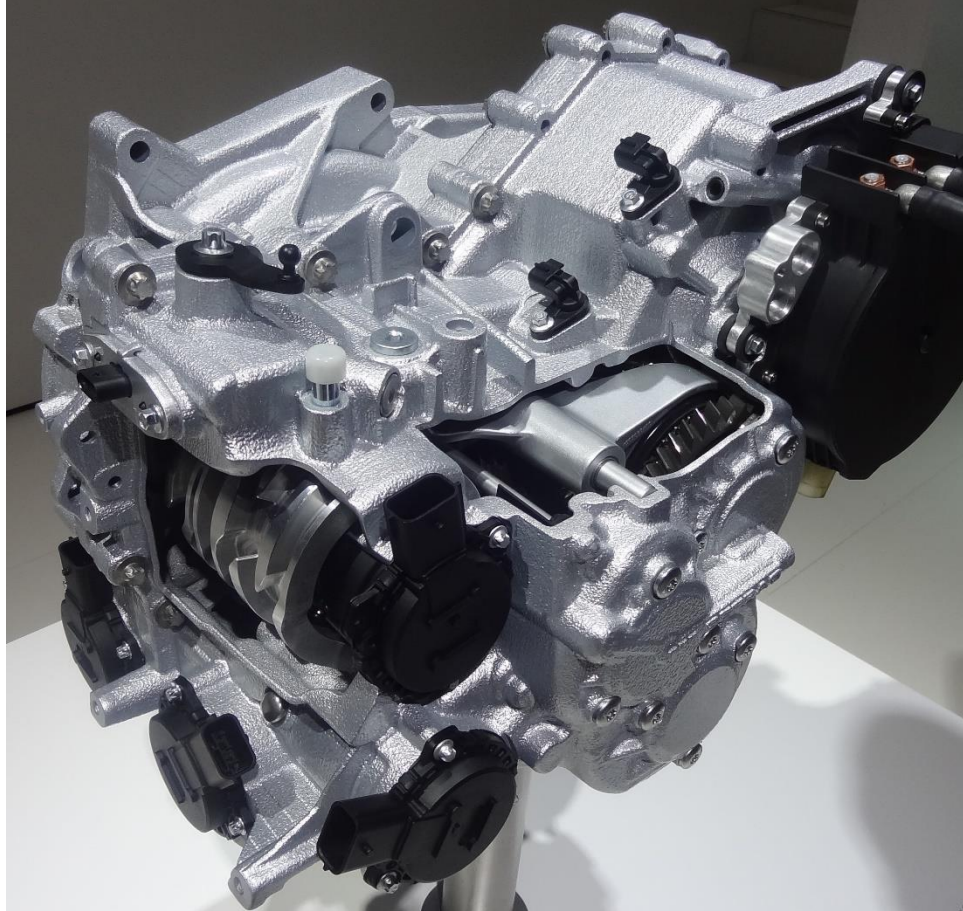
Elektrikli araçlarda kullanılan teker tahrik motor, fren ve porya grubu (4 adet). Toplam döküm ağırlığı 5 kg/köşe (Mevcut araçlarda ort: 8 kg/köşe)



Bmw i8 elektrikli ve dizel hibrit araçta ise hem elektrik tahrik, hem de küçük bir dizel motor bulunmaktadır



Araçların tahriki elektrikli ve hibrit sistemlerle hafiflemekte birlikte, şanzımanlarda küçülmekte ve döküm parçaları daha komplike hale gelmektedir.



***Çeşitli sistemlere göre üretilen ortalama araçlardaki ekipmanların metalik malzeme ağırlıkları (kg)
(%30 döküm + %40 hadde/dövme + %30 diğer malzemeler)***

Araç tipi	Tahrik grubu	Şanzıma n grubu	Dolu depo/Ak ü metal kısmı	Fren/teker/suspansiyon	Karesö ri/iç hacım	Platfor m	Akslar/ Direksiyon	Toplam
İçten yanmalı motorlu araç	300	150	70	160	200	250	150	1280
Hibrit araç	150	100	50 + 50	120	200	175	120	965
Elektrikli araç	Ön:90 Arka: 50	40	60	100	175	150	90	755

Elektrikli araçlardaki döküm parçalara örnekler:

(Bunlardan bazıları mevcut içten yanmalı motor kullanan araçlarda da olmasına rağmen, elektrikli araçların ağırlığı, platform yapısı nedeni ile hem şekil değiştirmekte, hem de hafiflemektedir)

- ***Elektrik motor gövdeleri ve bağlama ayakları***
- ***Motor ve akü soğutma sistemi,***
- ***Batarya sehpa ve çerçevesi,***
- ***‘Range extender’ ünite gövdesi***
- ***Dişli kutusu***
- ***Fren sistemleri ve teker köşe grubu***
- ***Süspansiyon, akson***
- ***Kumanda sistemi kutuları***
- ***Şasi ve platform parçaları, genelde Al, yüksek basınç***

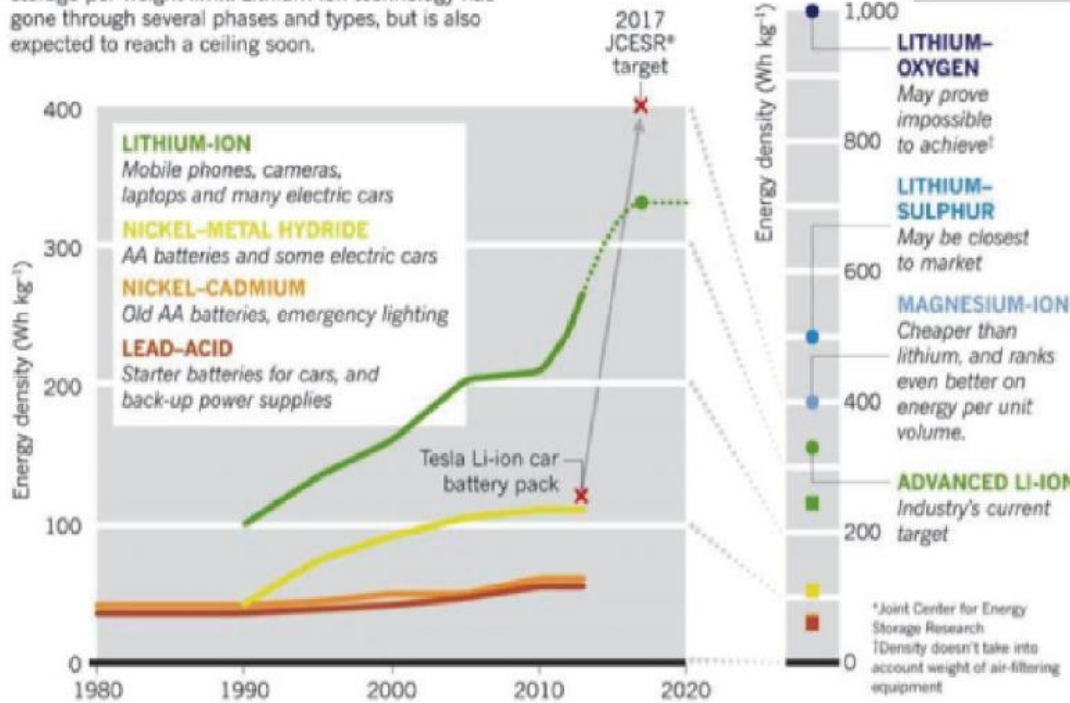
Motorlarda artan verim ve küçülme

- ***Hibrit araçlarda 2.0 lt/4 Sil. gibi büyük motorlar yerine verimliliği arttırılmış 1.0 lt/3 Sil. Motorlar kullanılmaktadır.***
- ***Motor gövdesi alternatif olarak Al/Mg, dişli kutuları Mg olması halinde mevcut 2.0 lt motor + şanzıman grubu 340 kg'dan 181 kg'a düşmektedir.***
- ***Bir başka alternatif olarak 1.0 lt'lik motorun dışı kompozit, içi Al olması halinde ağırlık olarak 160 kg'a kadar azalmaktadır.***

Elektrikli araç bataryaları için yapılan çalışmalar ile mevcut Li-İon bataryaların 200 Wh/kg enerjisi Li-S, Li-O₂ veya Mg-İon bataryalarla 600-800 Wh/kg yükseltilebilecektir. Bu durumda, bataryalar küçülecek, araç sürme mesafesi artacaktır. (Dünya Li kullanımı 2015'de 185 000 t, 2025'de 535 000 t)

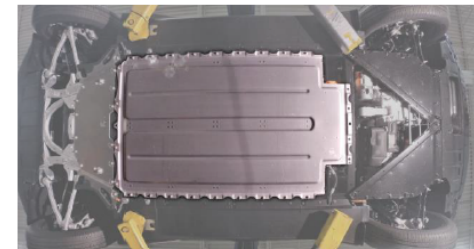
POWERING UP

Portable rechargeable batteries tend to hit an energy-storage-per-weight limit. Lithium-ion technology has gone through several phases and types, but is also expected to reach a ceiling soon.



Source: Nature (<http://www.nature.com/news/the-rechargeable-revolution-a-better-battery-1.14815>) (<http://www.nature.com/news/the-rechargeable-revolution-a-better-battery-1.14815>)

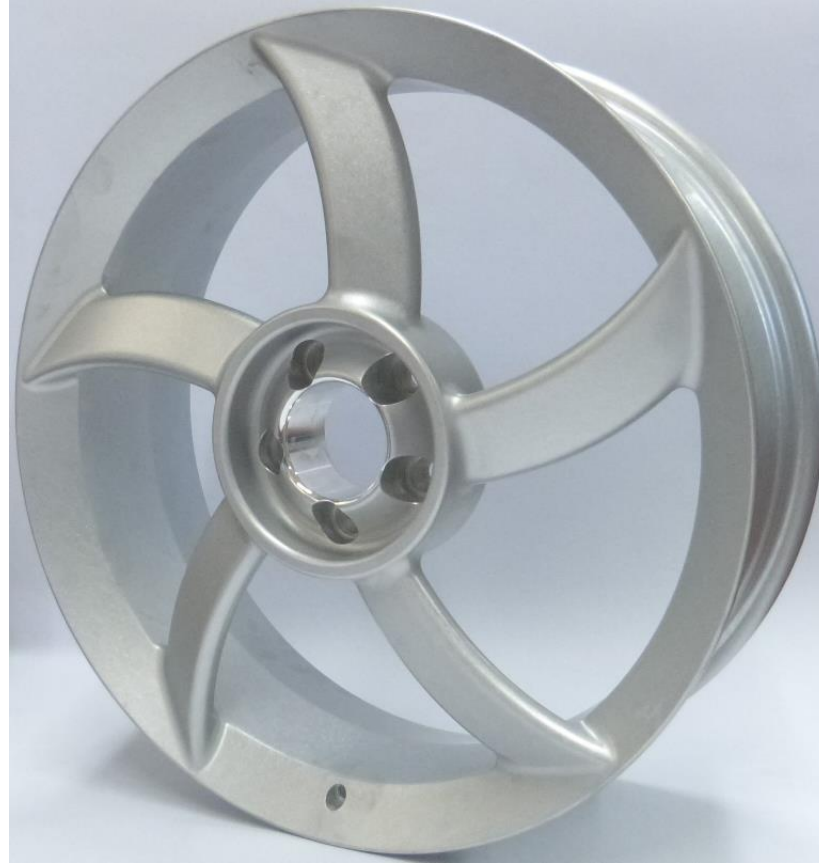
Elektrikli akü çerçevesi, Alt parça: 6.4 kg, Üst parça: 9.140kg, EN-AC AlSi10MnMg, 80 x 50 x 15 cm. Al döküm elektrikli araçlarda önemini kaybetmiyor



***BMW, X5 e-drive, batarya taşıyıcı, AlSi10MnMg, YB
Döküm, işlenmiş ağırlık 6.4 kg***



Elektrikli teker tahrik ünitesini soğutabilen jant dizaynı



Araçlarda emisyon değerlerini tutturmak için hafifleme akımı nedeni ile, otomobilde alüminyum malzemenin kullanımı her yıl artmaktadır

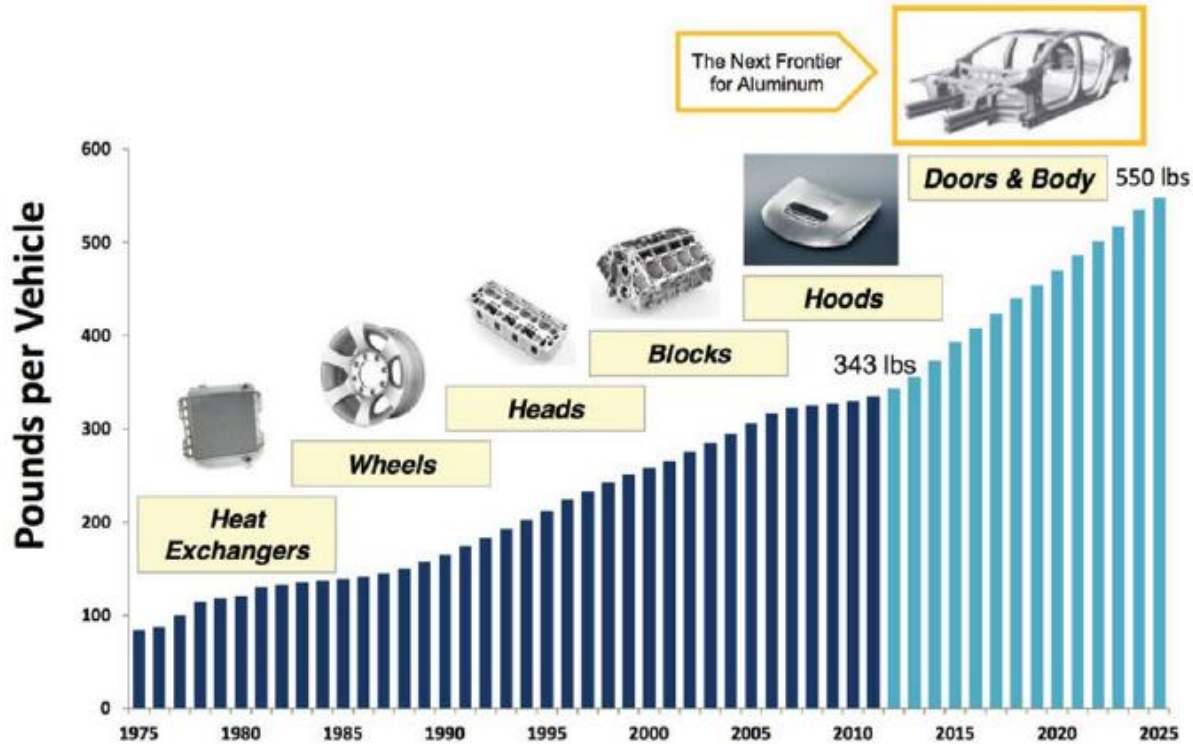
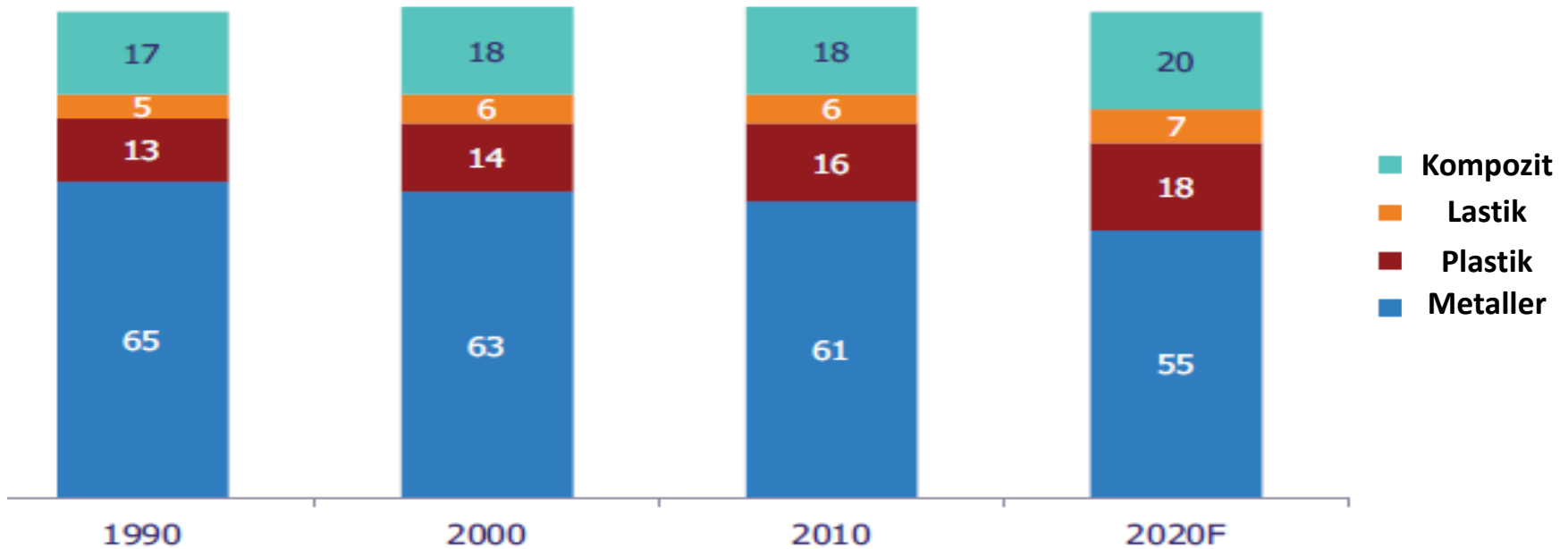
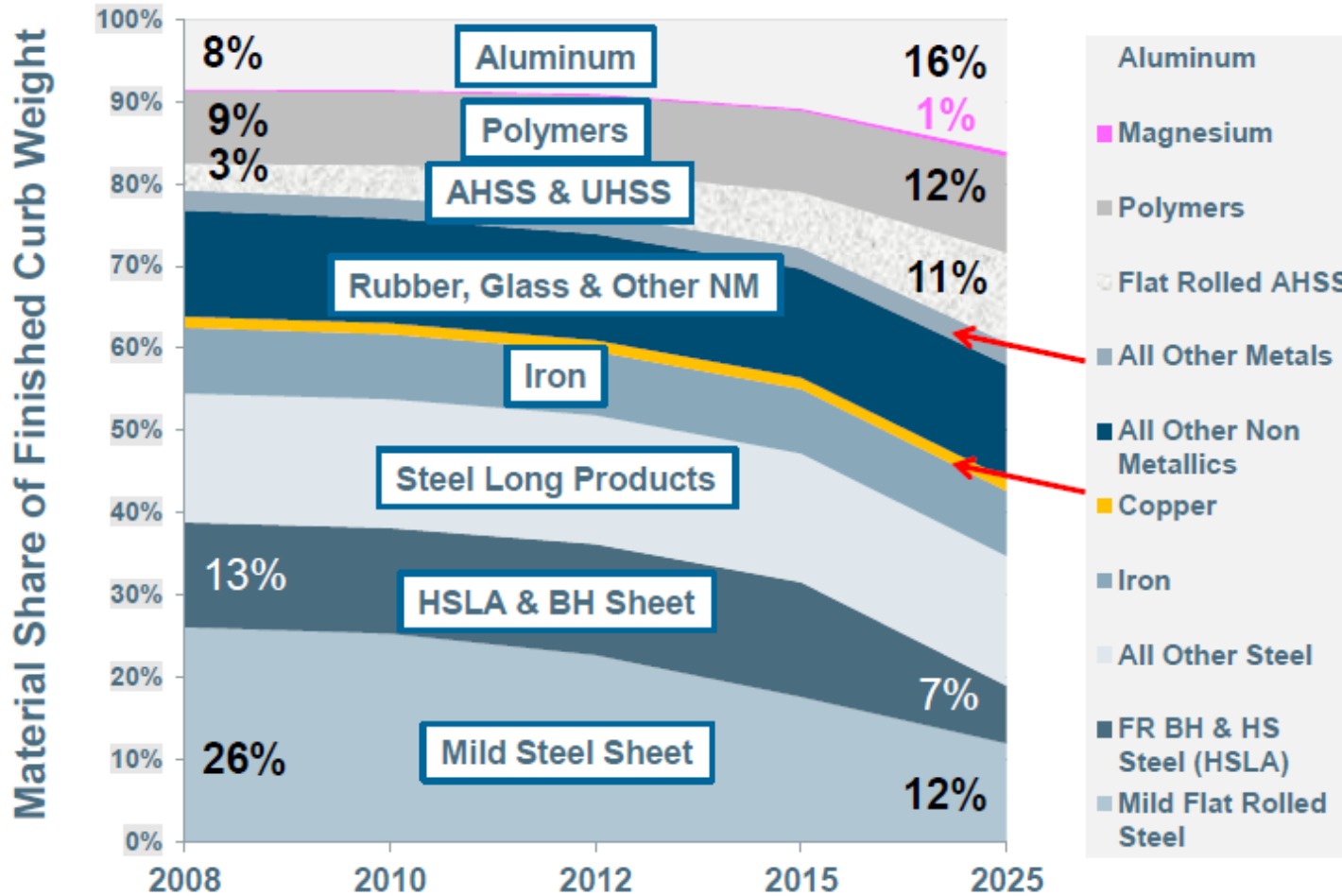


Figure 29 - Aluminum content in automotive.

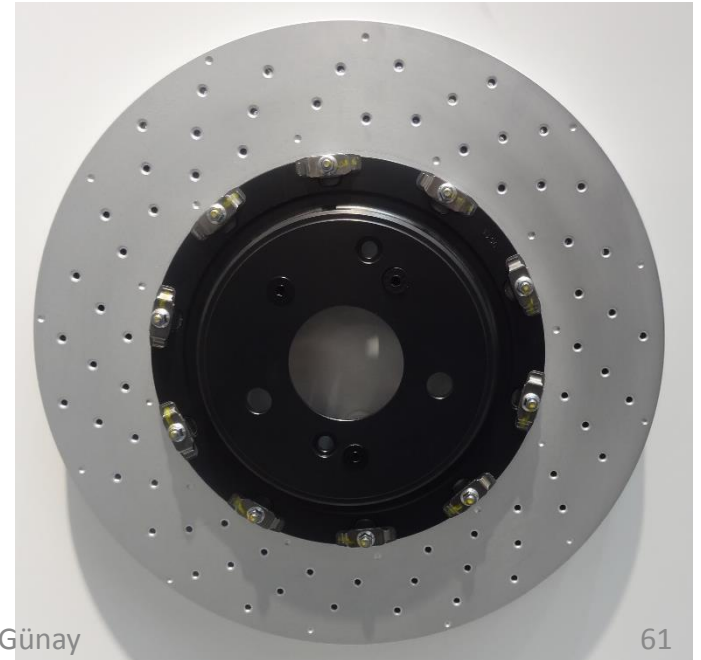
Araçlarda kullanılacak malzemelerin oranlarının değişimi (1990- 2020). **Metalik malzemeler azalıyor.**



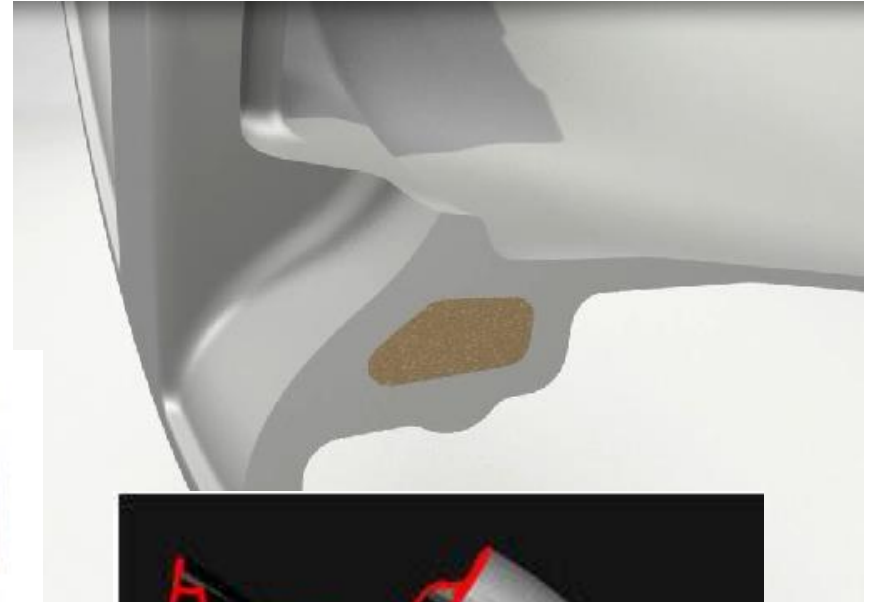
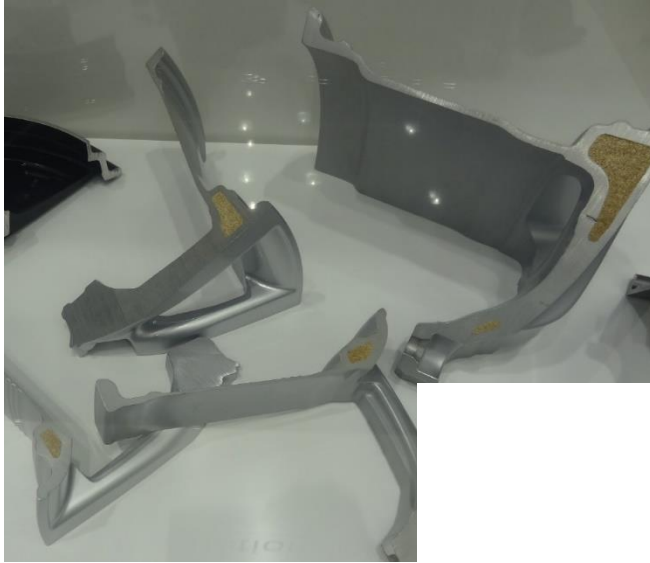
2025'de araç ağırlık dağılımı. Kaybın demir bazlı metallerde olduğu ve bunların yerinin alüminyum, kompozitler ve yüksek dayanımlı çeliklerin aldığı görülmektedir.



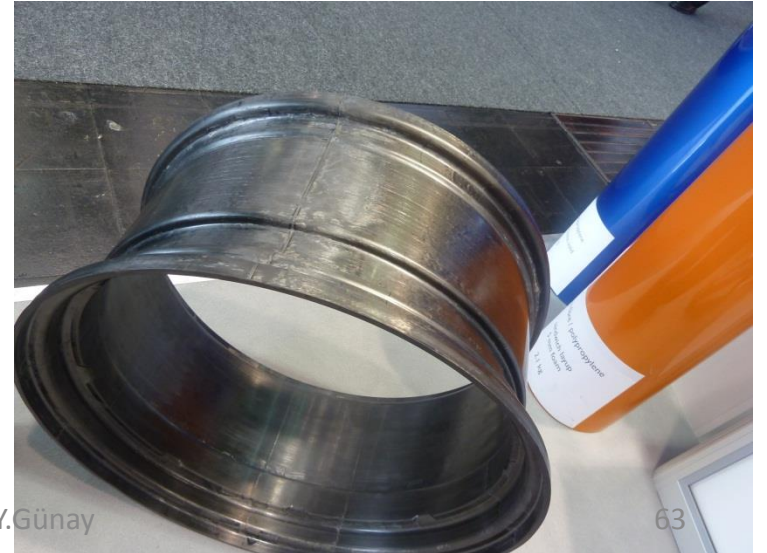
Çeşitli analizlerde dökme demir olarak dökülen fren diskleri ve küresel grafitli dökme demir olarak üretilen fren kaliperleri araçların yaylanan ağırlığını azaltmak için, fren diskleri CCB- Karbon seramik malzemedен veya CCM- Seramik kompozitlerden (sağ alt köşe), kaliperler ise tek parça YB Alüminyum (Al-Li alaşımı) dökümden üretilmektedir. (Brembo Meksika'da Al-kaliper dökcek 15000 tonluk döküm tesisi kurdu)



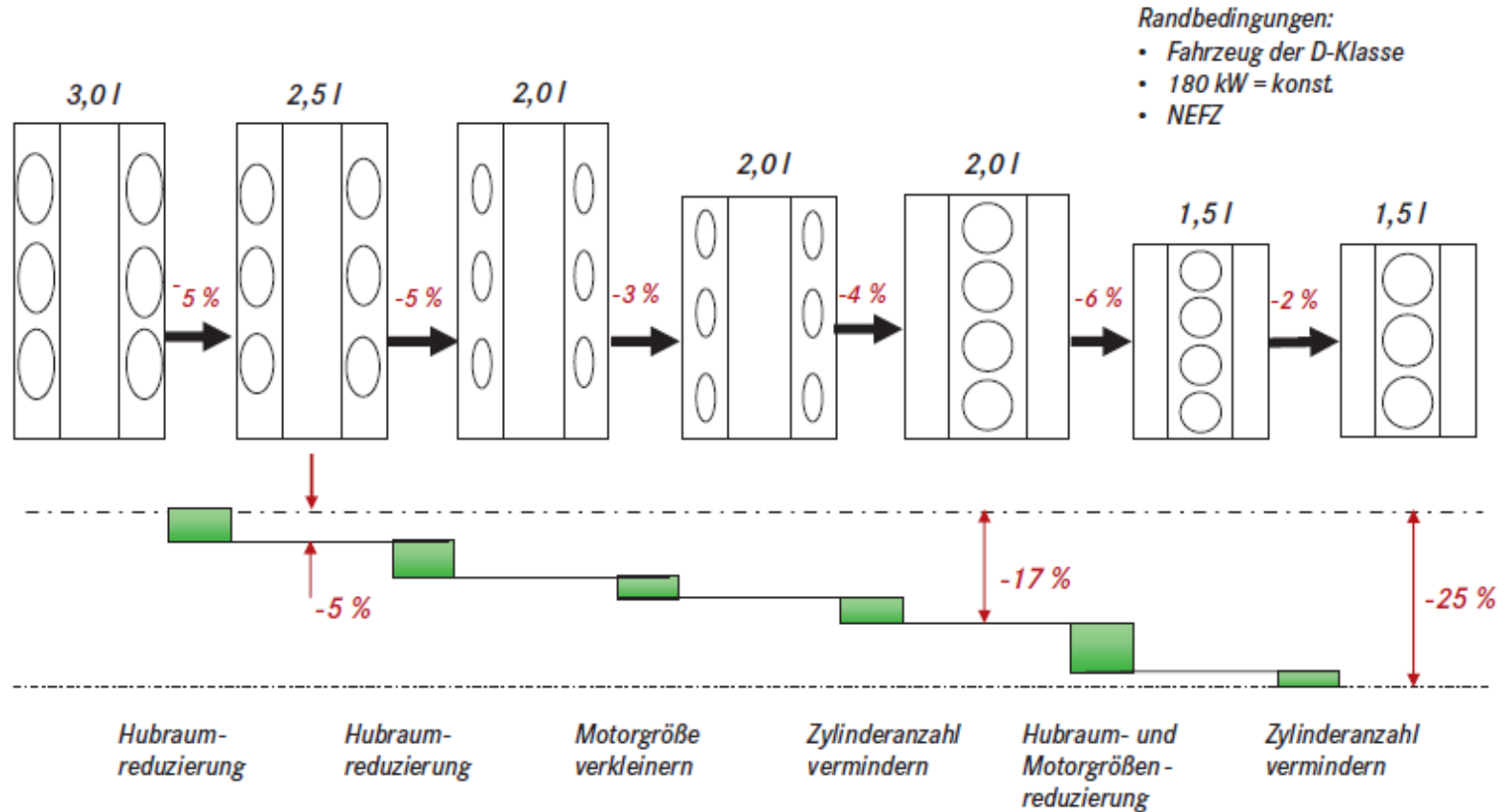
Reçineli kum maça kullanarak jantın hafifletilmesi (Air Inside), çekinti olasılığının azaltılması, lastik oturma yüzeyinin beslenilmesi için koniklik + işleme payının arttırılması gibi konuların gündemden çıkması. Borbet dışında bu tekniği “Air Inside” adı ile uyguluyorlar.(BBS) Ağırlıktaki azalma daha rahat bir sürüş olanağı sağlıyor.



*Karbon fiber kompozit jant
aluminyum jant üreticileri
için bir tehlike mi? Her
jantta 4 kg ağırlık
tasarrufu yapılabililiyor.*



Emisyon limitlerine uyabilmek için içten yanmalı motorlarda 180 KW çıkış gücü sabit tutularak silindir sayısı ve çaplarının azalması ve turbo sistem ile yakıt kullanımı %25 azaltılmıştır. (Blokun döküm ağırlığı ise 260 kg'dan 45 kg'a inmiş, malzeme Vermiküler grafitli dökme demir olmuştur)



**Dikey motor dökümü.
Metal alttan dolup, maça
engeli ile
karşılaşmadığından 2.5
mm et kalınlığında motor
blokları sakatsız olarak
dökülebiliyor**



Döküm ve Değişen Pazar, Y.Günay

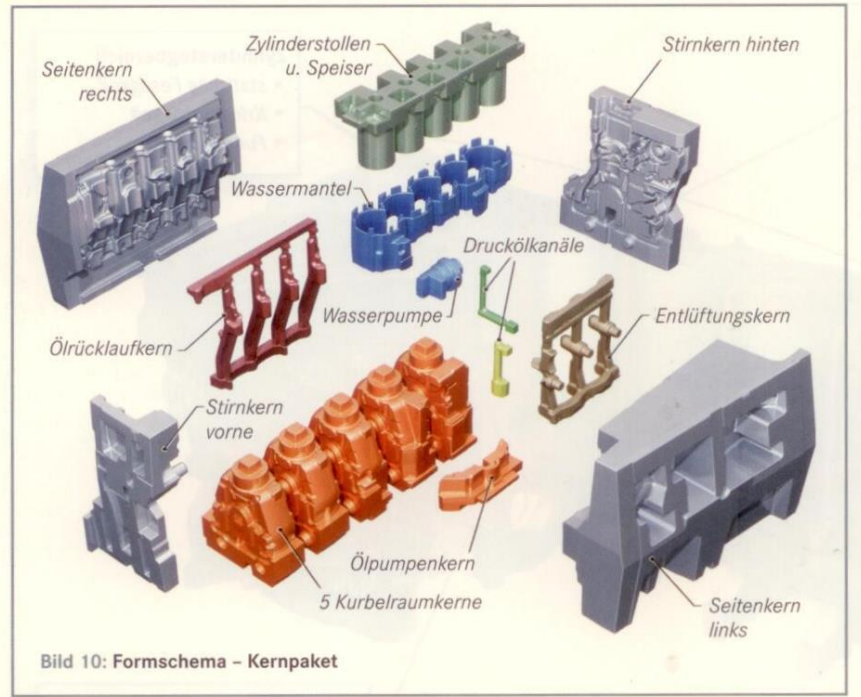


Bild 10: Formschema – Kernpaket

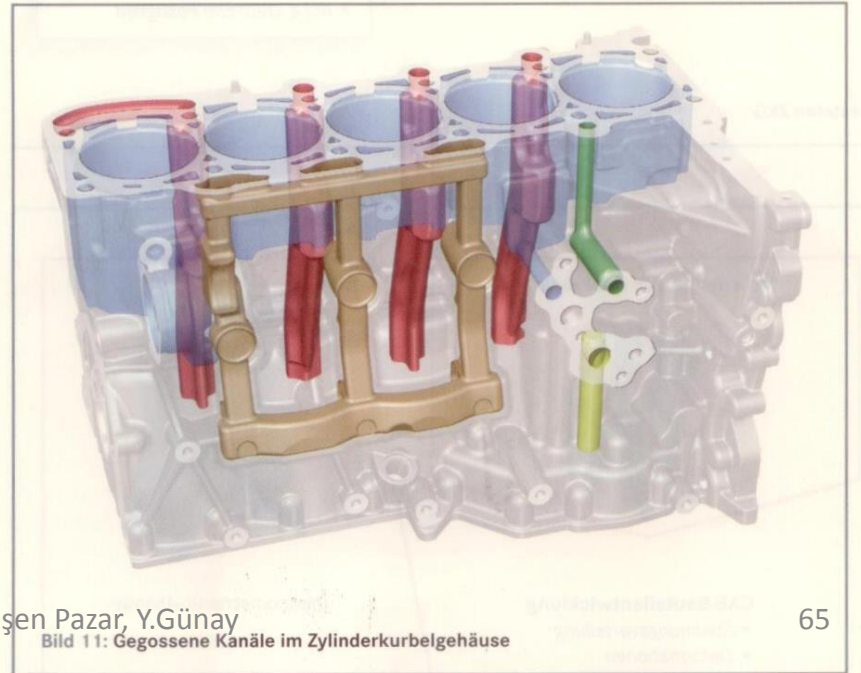


Bild 11: Gegossene Kanäle im Zylinderkurbelgehäuse

Bmw Hibrit Motor Gövdesi

Gövde =Mg yüksek basınç döküm.

Silindir ve kep yüzeyleri =Al yüksek basınç döküm.

Hibrit olarak dökülüyor.

BMW 1995'den beri dökme demir motor kullanmıyor

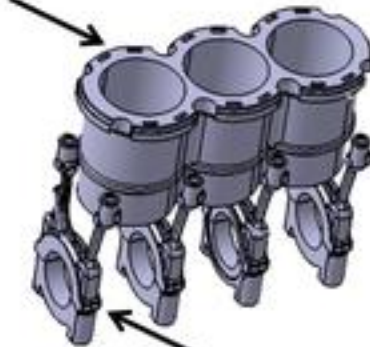


Motor gövdeleri pik, vermicular grafit, magnezyum gövde/aluminyum gömlek-kep aşamasından geçip, komposit gövde ve aluminyum gömlek-kep aşamasına gelerek original ağırlıklarının %45'li ile üretilir duruma gelmektedir. Motor silindir hacimleri da 3-3.5 lt'lerden 1.0 lt'ye düşmesine rağmen, güçleri 120-130 Hp seviyesinde

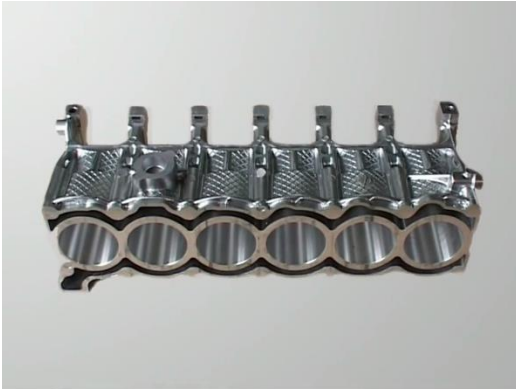
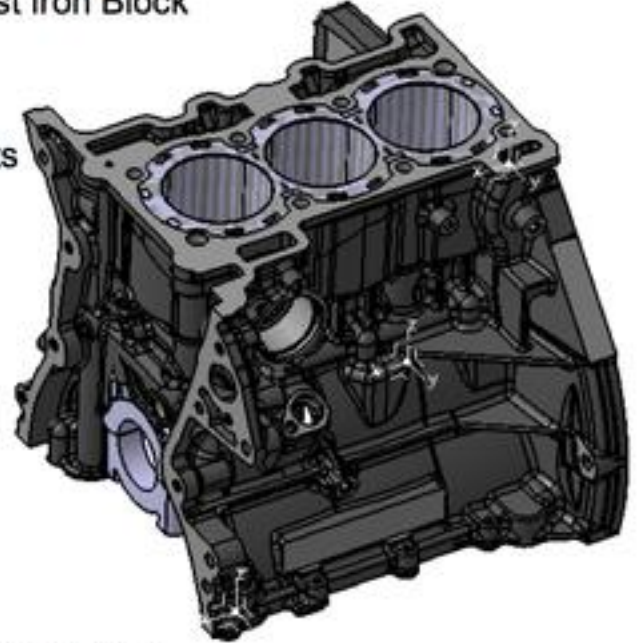


- Multi Material Cylinder Block
 - Saves 13.5 kg (~55%) from Cast Iron Block
 - Composite Block Body
 - Aluminum Sleeves
 - Powdered Metal Bulkhead Inserts

ALUMINUM SLEEVE INSERT
w/PTWA COATED BORES



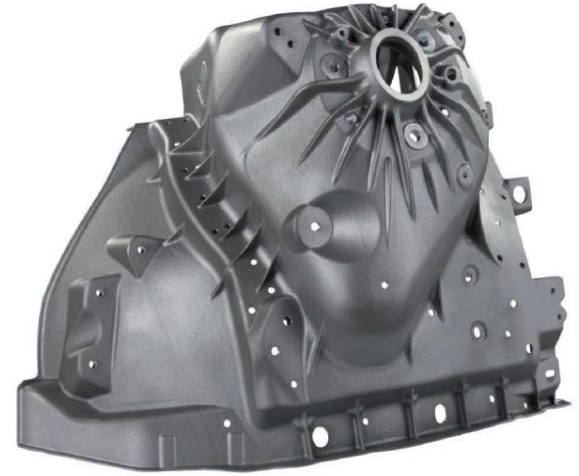
POWDER METAL BULKHEAD INSERTS



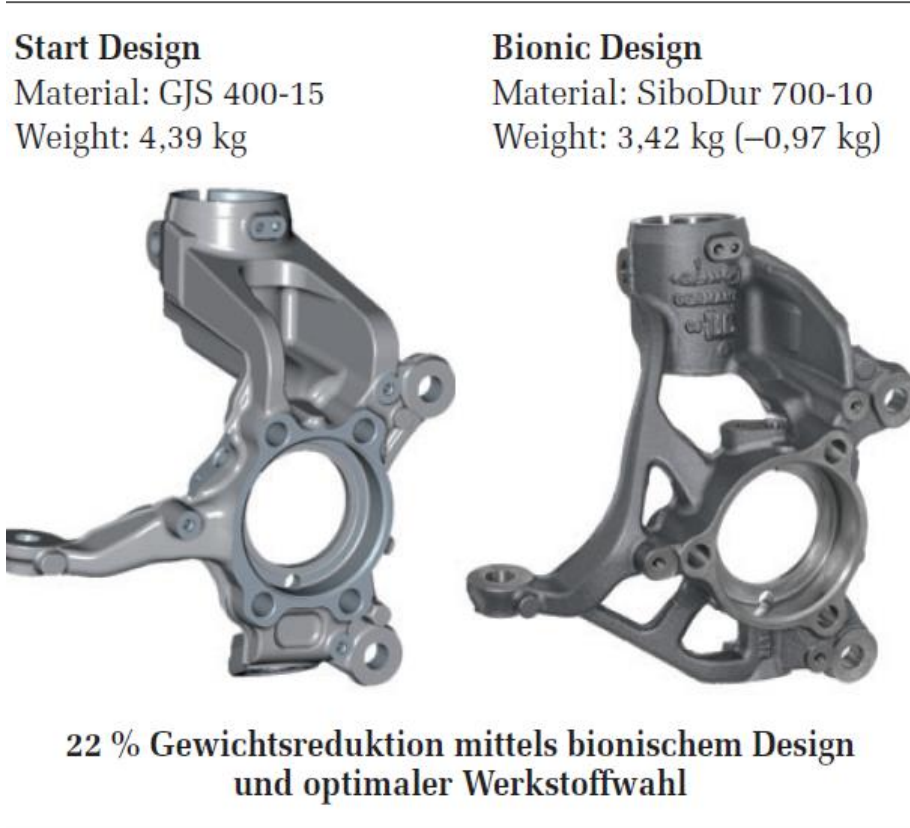
Tek silindirli kompozit motor. %55 cam fiber takviyeli %45 fenolik reçineli kompozit ile yapılan motor gövdesi Al-dökümden %20 daha hafif (Fraunhofer, 2016)



Hafifleme, araçların küçülmesi ve yeni bir yapı olan elektrikli araçlarda kullanılan döküm parçalar, döküm teknolojisinin tüm olanaklarını kullanarak üretilmek zorunda. Su soğutmalı bir turbo şarj parçası (solda), saç parçadan dönüştürülen karasöri kule parçası (sağda) bunlardan bazıları



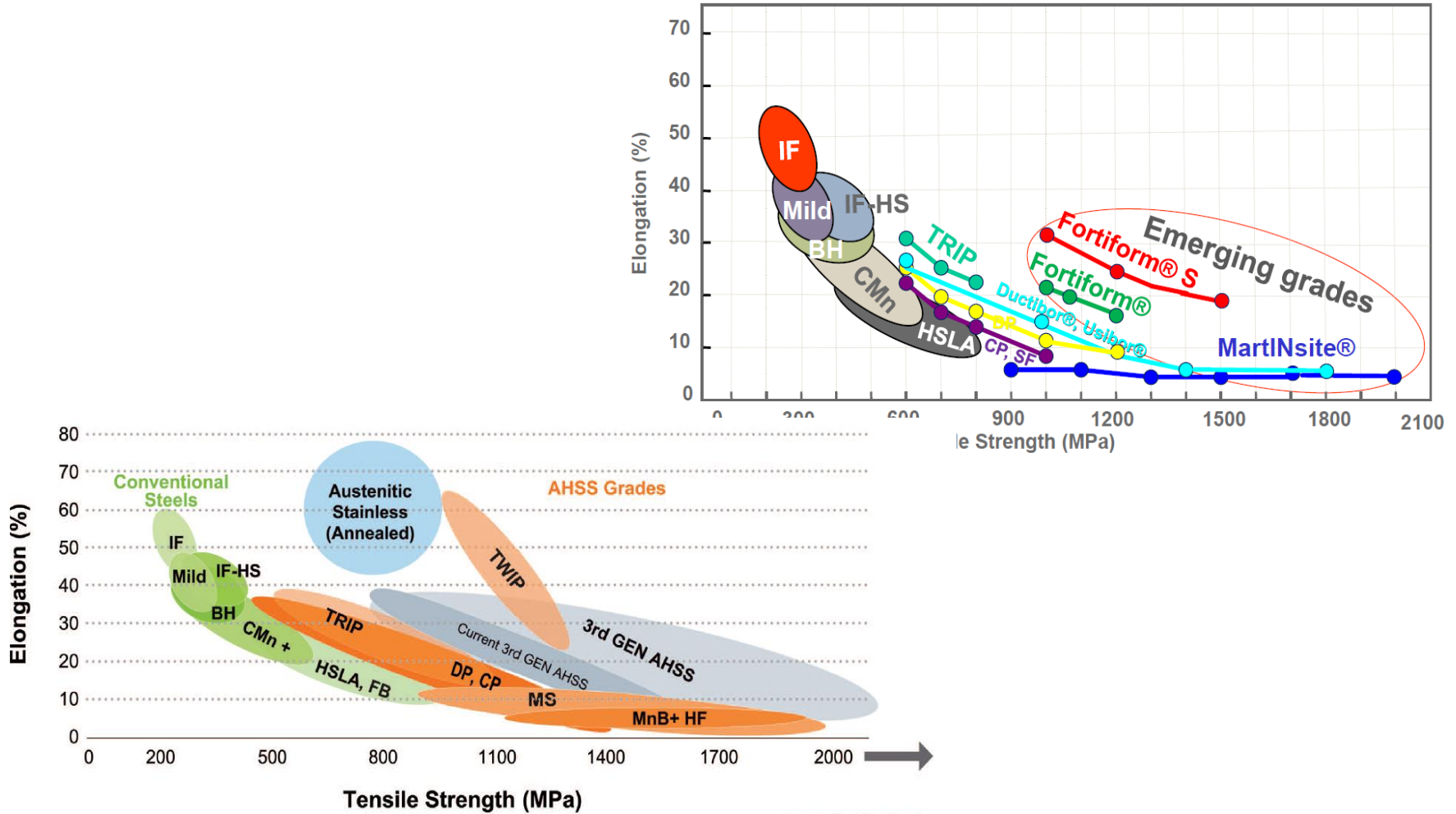
Araçlarda hafifleme sadece daha hafif bir malzemeye geçme yolu ile yapılmamakta, ürün simulasyon teknikleri ve bio-dizayn anlayışı ile yeniden oluşturularak hafifletilmekte, aynı tip malzemenin değişik bir alaşımı da kullanılarak tasarruf sağlanılmaktadır. Bu dönüşümü ve hizmeti sağlayamayan döküm tesisleri ise, yeni siparişler alamamakta ve pazardan çekilmektedirler. Bu şekilde, bir çok parçada yeni dizaynlar yapılarak malzeme döküm olarak kalsa bile hafiflediği için, toplam yıllık dünya döküm tonajı etkilenmektedir.



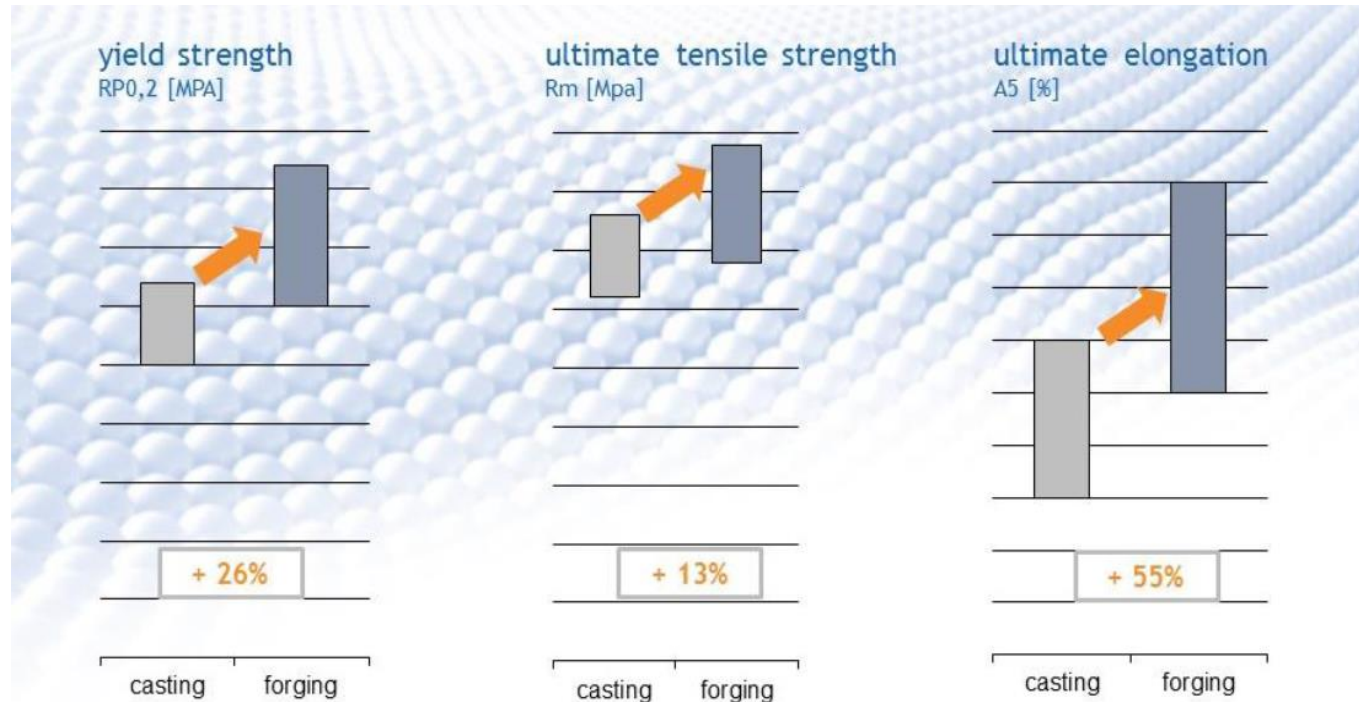
Magnezyum YB döküm bir çok araçta hafifliği nedeni ile yer almaya devam etmektedir. Bazı pahalı arabaların jantları (Porsche, Bentley), gösterge ön paneli (X3-X5), SUV'lerin arka kapısı (Chrysler). (Malz: AM60B, YB döküm, 7 kg, 150x120x30 cm, çelik saç tipine göre %50 ağırlık tasarrufu.



Döküm ve hadde Al malzemelere ve kompozit/fiber malzemelere karşı çelik endüstrisi de pazar payını kaybetmemek için mikro alaşımlı ve partikül katkılı malzemeler üretmektedir.



Aluminyum döküm parçaların bir başka rakibi de aluminyum dövme ürünlerdir. Dayanım ve uzama yönünden döküm yolu ile üretilen aluminyum parçalara göre %20-50 daha fazla katkı sağlanabilmektedir. Aluminyum dövme ürünler, kamyon ve SUV araçlarda jant, akson, salıncak gibi parçalarda tercih edilebilmektedir. Ana dezavantajlar: fiyat, üretici sayısının azlığı, dövme aluminyumun mekanik özelliklerine ulaşan döküm aluminyum alaşımlarının süratle geliştiriliyor olması



Araçlarda yaşanacak değişimin döküm sektörüne etkisi

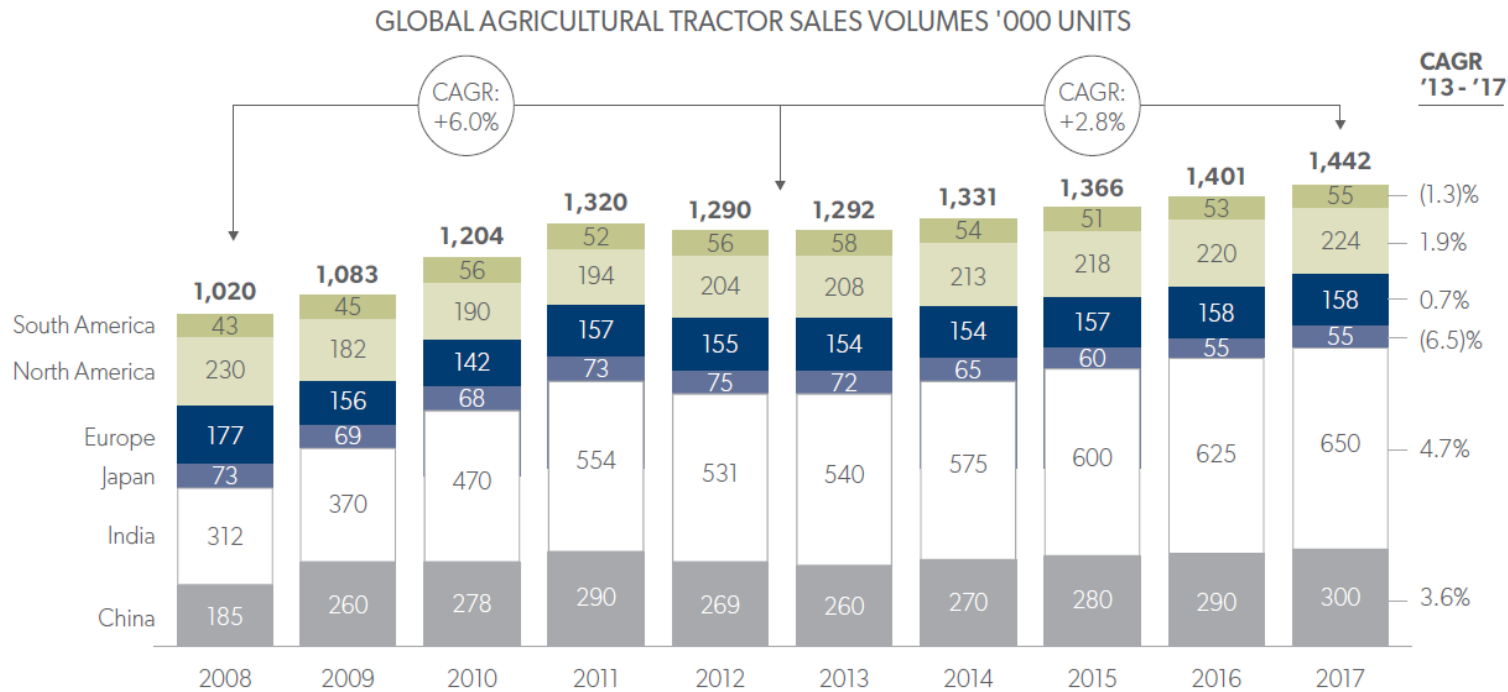
- a) Büyük hacimli ve çok silindirli içten yanmalı motorlar daha küçük ve verimli motorlarla değişecek, **(Döküm sektörüne etkisi “EKSİ”)**
- b) Demir bazlı motorlar yerine Al, Mg veya kompozit motorlar üretilmesi **(Toplam döküm miktarına etkisi “EKSİ”)**
- c) Araçlar hafiflediği ve daha etkin frenleme ve suspansiyon sistemi ile yan ekipmanlar da küçülecek **(Döküm sektörüne etkisi “EKSİ”)**
- d) Otomatik şanzıman ve diferansiyel ile hafifleme **(Döküm sektörüne etkisi “EKSİ”)**
- e) İçten yanmalı motor yerine, elektrikli motor kullanılması **(Döküm sektörüne etkisi “EKSİ”)**
- f) Saç olarak üretilen parçaların, yüksek basınç Al veya Mg olarak üretilmesi **(Döküm sektörüne etkisi “ARTI”)**

SONUÇ:

Araçın “teker üzerinde hareket eden bilgiyara dönüştürecek” tüm bu değişim, klasik araç yapısında önemli yer tutan gri, küresel grafitli dökme demir ve çelik sac malzemelerin azalarak yerlerinin, Al, Mg döküm, hadde Al, yüksek dayanımlı çelik saclar, kompozit ve karbon fiber malzemelerin almasına neden olmaktadır.

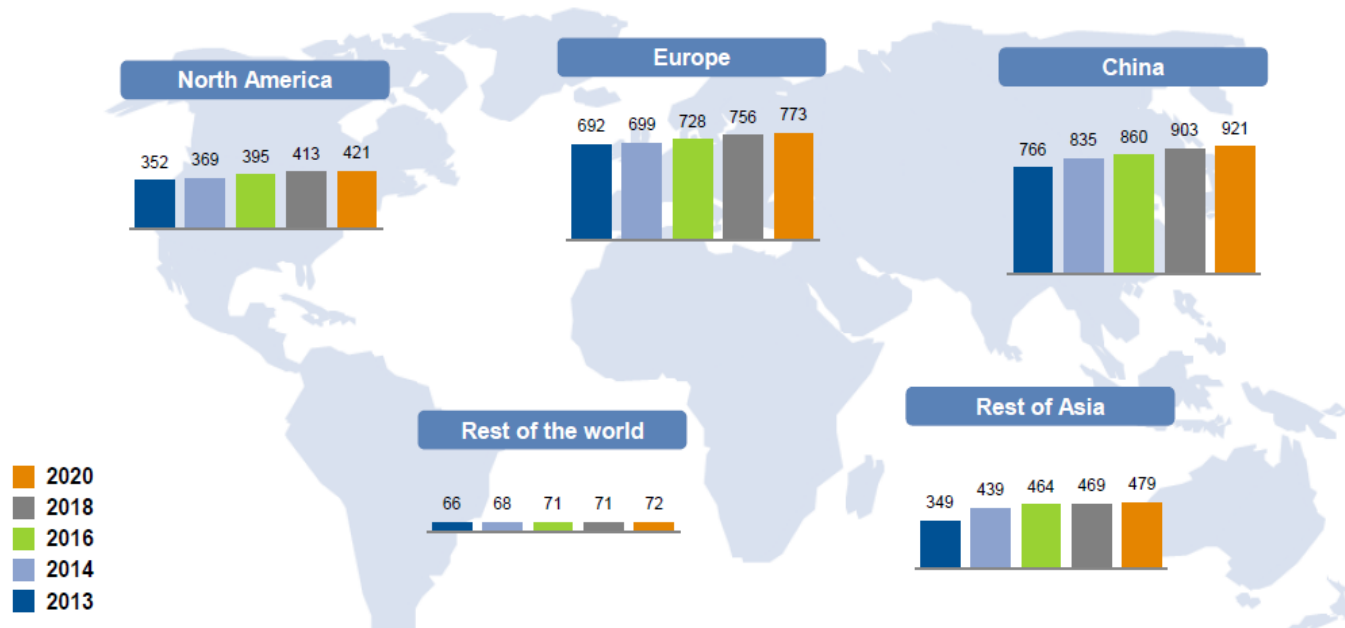
2) Makina, Tarım ve Uçak Sektörünün Değişimi ve Döküm Sektörüne Etkileri

Önemli miktarda demir bazlı döküm parça kullanan tarım ekipmanları dünya bazında talebinde a) Traktör pazarının doyuma yaklaşması, b) İntensif tarım yöntemlerinin gelişmesi c) Tarımda Endüstri 4.0 metodolojilerinin kullanılmaya başlaması ile yüksek verimliliğin sağlanması nedenleri ile Hindistan hariç diğer ülkelerde büyük artışlar beklenilmemektedir. (Yıllık bazda %2.8 ort. artış) Daha verimli motorlar kullanılması ile 6 sil. motorlar 3 sil.'e düşürülerek döküm kullanımında azalma beklenilmektedir.



Makina üretimi genelde tüm dünyada yıllık %1.5 civarında büyümektedir. Demir bazlı dökümlerin egemen olduğu makina üretiminde, malzeme yapısının bu malzemelerin alایشlandırılması ve daha etkin dizaynlar kullanılmasından fazla değişim göstermemesi beklenilmektedir

Global mechanical engineering revenues (in €bn)



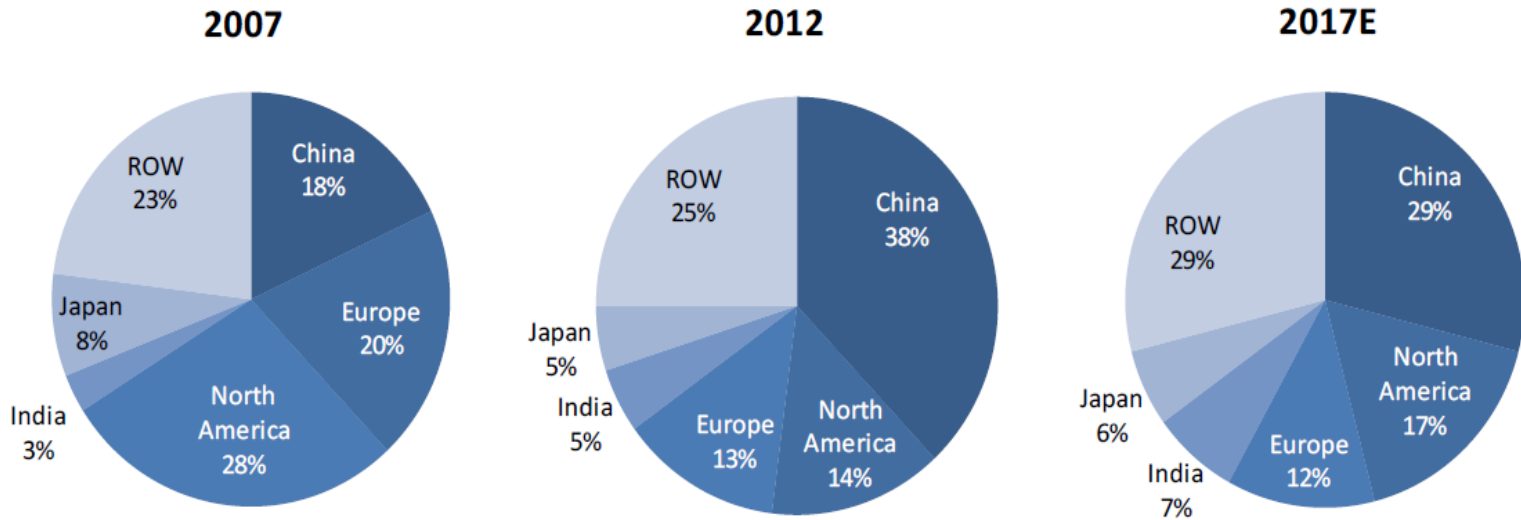
- Globally, we expect a strong increase in demand for mechanical engineering products
- In 2016, revenues of China will surpass the sum of both North America and rest of Asia taken together
- In Europe, Germany and Italy gain market shares to the detriment of other Western European countries
- As in the automotive industry, trends towards lightweighting and higher flexibility in robotics & machine tools increase the use of aluminum

Makina sanayinin hizmet verdiği sektörler. Önemli miktarda döküm kullanan bu sektörlerden “Robotlar, tıp, plastik” dallarının büyümesi beklenilmekte. Bu sektörlerde de döküm yerine kompozitler kullanılması artmaktadır

- ***Petrol***
- ***Demir-Çelik-Döküm***
- ***İşleme***
- ***Yiyecek***
- ***Tıp***
- ***Matbaa***
- ***Lastik,***
- ***Plastik***
- ***Tekstil***
- ***Ahşap***
- ***Konveyör***
- ***Ambalaj***
- ***Enerji***
- ***Robotlar***

İnşaat ve hafriyat makinaları alanında AB’de genişleme beklenilmemektedir. Türkiye’de inşaat işleri 5 yıllık bir perspektivde büyümeye devam edeceğinden, bu pazara iş yapan döküm sektörü satışlarında azalma beklenilmemelidir.

Exhibit 11: Global Construction Equipment Geographic Mix (2007-2017E)
US\$ in millions, unless otherwise stated



Source: Off-Highway Research

Uçak sanayinde metalik malzemeler yerlerini süratle kompozit ve fiber malzemelere bırakmaktadırlar. Kullanılan metalik malzeme olarak Al-Li (8090) alaşımı ön plana çıkmaktadır. Airbus A350’de 1000 civarında parça klasik döküm veya şekillendirme yerine 3D Baskı ile yapılmaktadır.

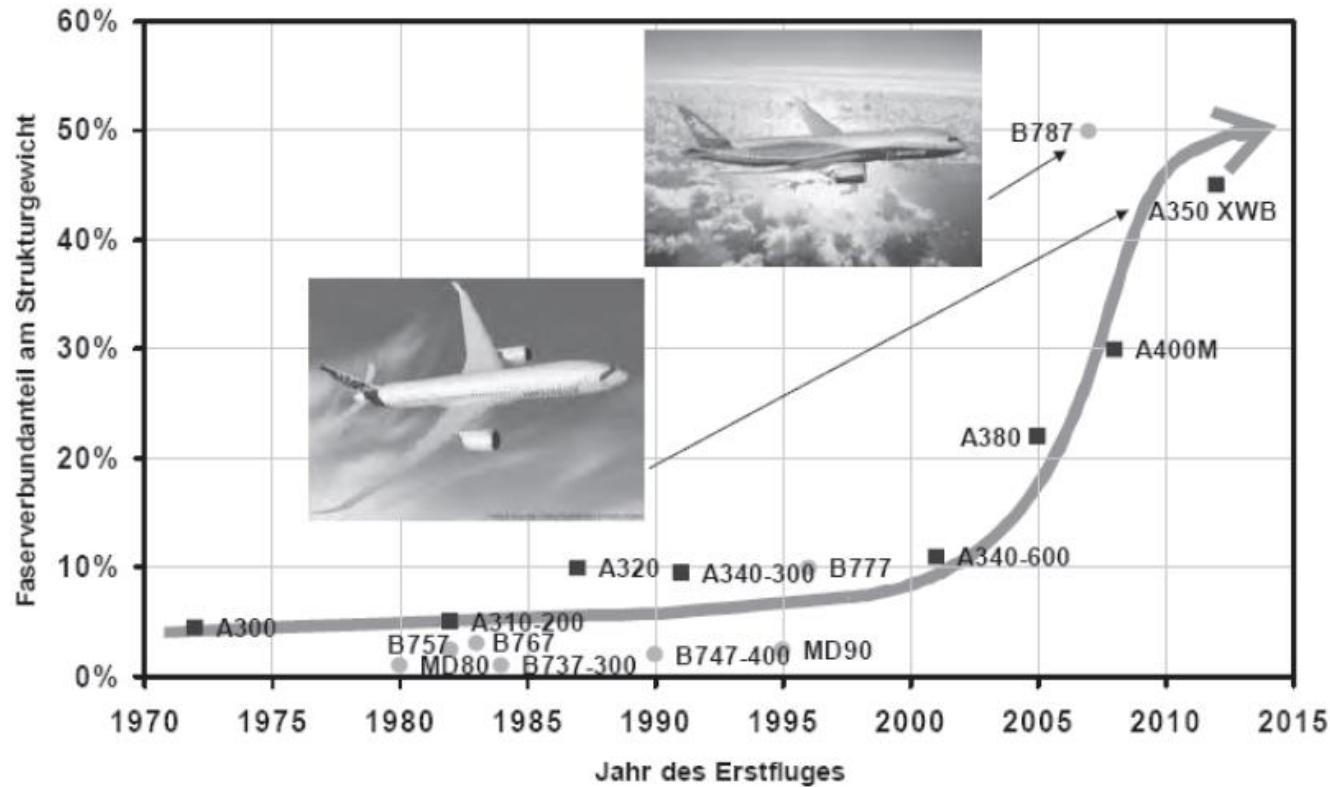


Abb. 3: Einsatz von Faserverbundwerkstoffen am Beispiel Flugzeugbau
(Quelle: DLR Center of Excellence Composite Structures)

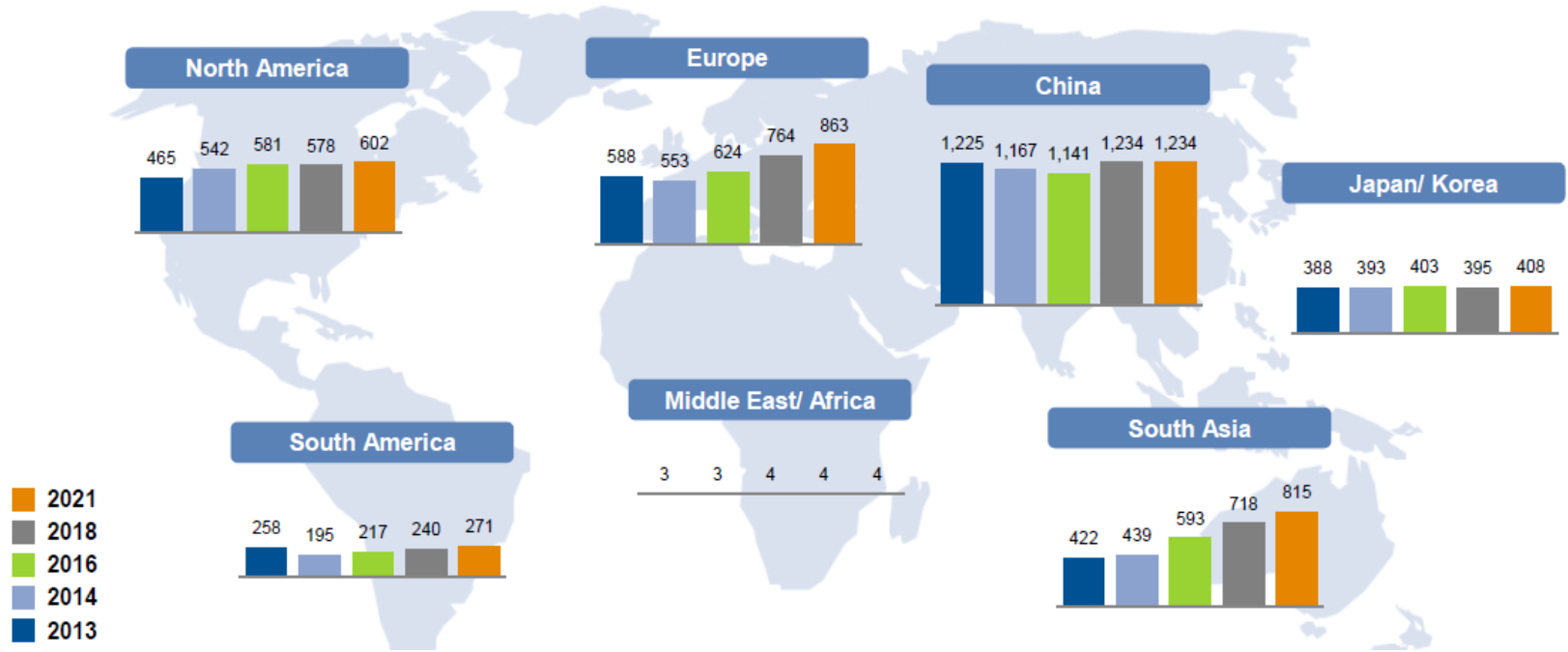
Koltuksuz Boeing 787 Dream Liner- Metalik hiç bir malzeme kullanılmadığı görölmekte



3) Kamyon ve Otobüs Sanayinin Değişimi ve Döküm Sektörüne Etkileri:

Dünya kamyon satışları yük taşıtlarında da emisyon limitlerine uyma kuralı getirildiği ve Euro 6-7 motorlar kullanılmaya başlandığından, filoların yenilenmesi ile artmaktadır. Emisyon kurallarının daha sıkı uygulandığı AB ve ABD’de bu artış 5 yıl süre ile devam edecektir

Global truck production (in thousand)

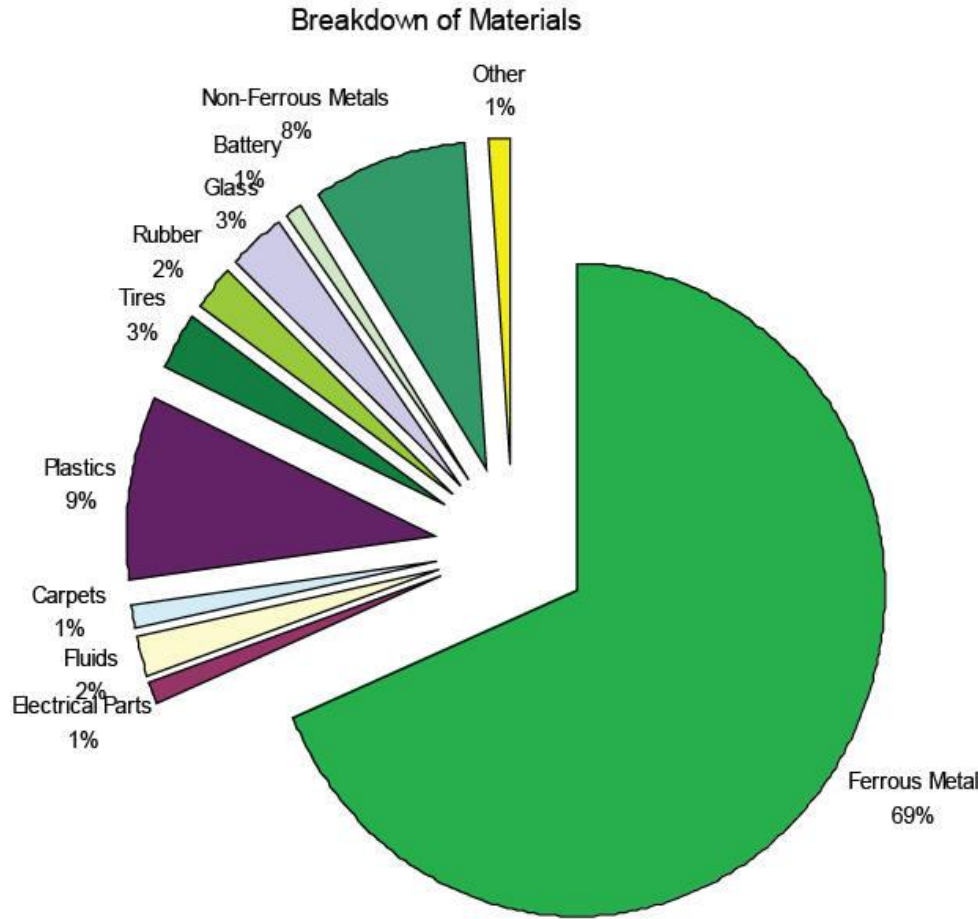


- **Dünya kamyon taşıtları üretiminin**
- **a) doyuma ulaşılması**
- **b) taşınacak malların üretiminin pazarın olduğu ülkede yapılıyor olması nedeni ile yıllık ort. %2 artması beklenilmektedir. Kamyonlarda, ağırlık sınırlandırması ve tek seferde daha fazla mal taşınabilmesi için, önemli ölçüde hafifletme çalışmaları yapılmaktadır.**
- **Motorların verimliliğinin arttırılması ile 6 sil. Yerine 4 sil. motorlarla aynı tork ve güç elde edilmesi sağlanılmaktadır.**
- **Kampana, fren, amortisör, transmisyon ve aks sistemlerinde dökme demir yerine Al ve kompozit malzemeler, şaside klasik çelikler yerine yüksek dayanımlı mikro alaşımlı çelikler kullanılarak ağırlık azaltılmaktadır.**
- **2-4 saatte bir dinlenme molası verme zorunda olan sürücü nedeni ile elektrikli araçların şarj meselesi de problem olmaktan çıktığı için elektrik tahrikli kamyonlar hızlı bir şekilde pazarda yerlerini almaya başlamıştır.**

Kamyonlarda ilk safhada içten yanmalı motorlar kalmasına rağmen, *elektrikli araç tipleri yollarda kullanılmaya başlanılmıştır. 2-4 saatte bir yapılan söför dinlenme molası sırasında bataryalar şarj edilmektedir.*



Kamyonlarda malzeme dağılımı demir bazlı metallere bağlı olmasına rağmen, aracın yük taşıma kapasitesini arttırmak için, birçok ekipmanda demir dışı ve kompozit malzemeler kullanılmaya başlanılmıştır



Kamyon ve otobüslerde daha fazla yük taşıyabilmek ve emisyon değerlerine uyabilmek için her komponent grubunda hafifleme önem kazanmaktadır. Bu değerlendirmede fiyat/sağladığı avantaj hesabı sürekli yapılarak dönüşüme karar verilmektedir. Genelde, eğilim ağır demir bazlı döküm, dövme ve hadde ürünlerden kaçarak, alüminyum, kompozitler veya karbon fiber malzemelere geçilmesidir.



BRAKE DRUM 	Iron	Steel shell with iron liner	168 lbs
---	------	-----------------------------	---------

WHEEL 	Steel	Aluminum	307 lbs
---	-------	----------	---------

LEAF SPRINGS 	Steel	Composite	125 lbs per Trailer
---	-------	-----------	---------------------

Use of aluminum structures for trailer suspensions



Integration of brake structure and knuckle

Ağır vasıtalarda elik jant yerine Alüminyum dövme jant kullanımı, sağladığı ağırlık tasarrufu nedeni ile süratle artmaktadır. Her tekerde (22.5 in jant) takr. 16 kg tasarruf ile bir TIR'da 140 kg'a varan ağırlık tasarrufu sağlanabilmektedir. Dövme Al jant fiyatının, elik janta göre 4-5 defa daha pahalı olmasına rağmen, uzun vadede taşınan yük ve emisyon limitlerinin tutturulması açısından tercih edilmektedir.



Tamamı dökme demir olarak dökülen kampanalar yerine, dış çelik saç konstruksiyonun içine savurma döküm olarak dökülen gri dökme demir kampanalar kullanılmaktadır. Dökme demir olarak 52 kg gelen bir kamyon/otobüs kampanası, bu yeni şekli ile 38 kg gelmektedir. Çekicisi ile beraber bir TIR'da toplam ağırlık tasarrufu 130 kg'a ulaşmaktadır. Araç ağırlığının azalmasının yanında, parça ağırlığının azalması, fren sistemi maliyetini de düşürmektedir.



**Dışı çelik saç, fren yüzeyi savurma
dökme demir ağır vasıta fren kampanası**

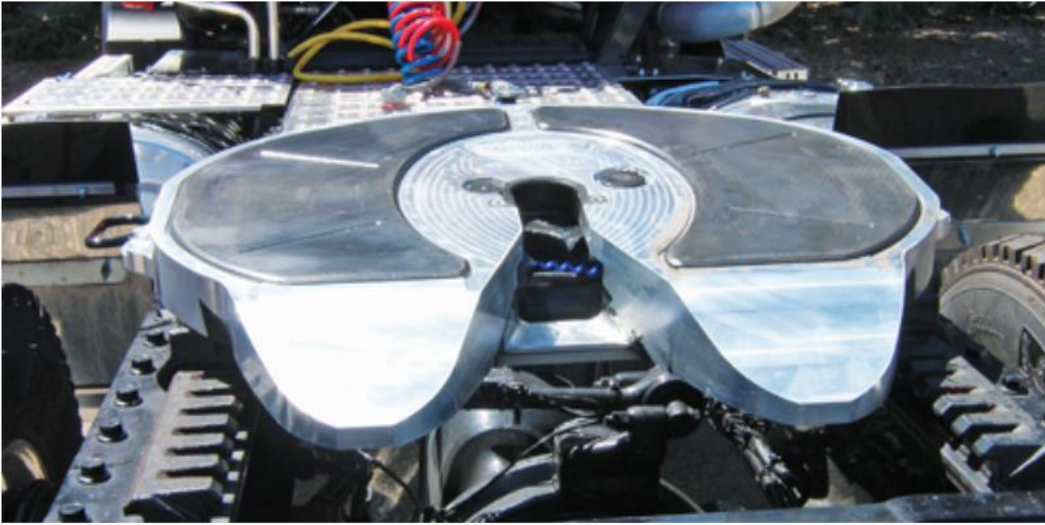
Dışı alüminyum, fren yüzeyi dökme demir olan kampanaların bir ilerki etabı olarak, komple kampana alüminyum-kompozit malzemeden yapılmaktadır. Sıvı alüminyum içine emdirilmiş karbon veya grafit malzeme ile elde edilen kompozit sıvı ile kampana dökümü yapılmaktadır. Bu yolla, kampana normal döküm kampanaya göre %45 hafifleyerek 28 kg'a düşmektedir. 3 akslı bir kamyon veya otobüste ağırlık tasarrufu 175 kg'a ulaşmaktadır. Bunun yanında, fren yüzeyinde kılcal çatlaklar, balanssızlık, atıklık yaşanmamakta, daha kısa fren mesafesi ve balata ömrü elde edilmektedir. (Accurite)



Kamyon ve otobüslerde, kampana yerine fren diski kullanımı artmaktadır. Fren disklerinin fren sisteminde daha ağır ekipmanlar kullanılması nedeni ile, komple fren grubunda ağırlık azalması sağlanamamaktadır.



Küresel grafitli dökme demir veya çelik döküm olarak üretilen dorse bağlama kilidinin dövme alüminyumdan üretilmesi ile TIR'larda 50 kg'lık ağırlık azalması sağlanılabilmektedir. Ayrıca, demir döküm parçalarda iyileştirilmiş dizayn ile parçalar hafifletilmektedir. (Sağ resim: Aks taşıyıcıda hafifleme %17)



Kamyonlar ve bazı otomobillerde tahrik şaftı çelik malzemeden Al veya karbon fiber malzemeye dönüştürülmekte, pahalı olmasına rağmen 4 misline yakın hafifleme sağlanabilmektedir

Weight savings (kg)	Cost Increase	Driveshaft Design
base	base	 Steel
4	++++	 Carbon Fiber •

Dünya otobüs üretim ve satışı

- ***Dünya'da otobüs üretim ve satışı, şehirleşme, araç kullanmada azalma, yaşlanan nüfus ve en önemlisi şehirlerdeki kirlilik nedeni ile 2025'e kadar yıllık %3.5 civarında artacaktır.***
- ***Otobüslerde kullanılan elektrikli tahrik sistemleri ile 300 km şehir içi yol yapılabilir.***
- ***Elektrikli araçlara alternatif olarak, hidrojen hücreli otobüsler birçok ülkede kullanılmaktadır.***
- ***Bugün için 4.3 €/km olan otobüs sürüş maliyetinin, 2025 yılında 3.5 €/km'ye düşürülerek, dizel otobüs sürüş maliyeti ile aynı seviyeye gelmesi planlanmaktadır***

Çin’de hava kirliliği nedeni ile büyük şehirlerde tüm otobüsler elektrikli tipe dönüştürülmektedir

Londra’nın meşhur çift katlı otobüsleri peyderpey elektrikli olmaktadır. Elektrikli otobüsün dizele göre yakıt maliyeti 3’de 1.

Türkiye’de Temsa ve Otokar ilk şehir içi elektrikli otobüsleri üretmiştir



Doruk Electra

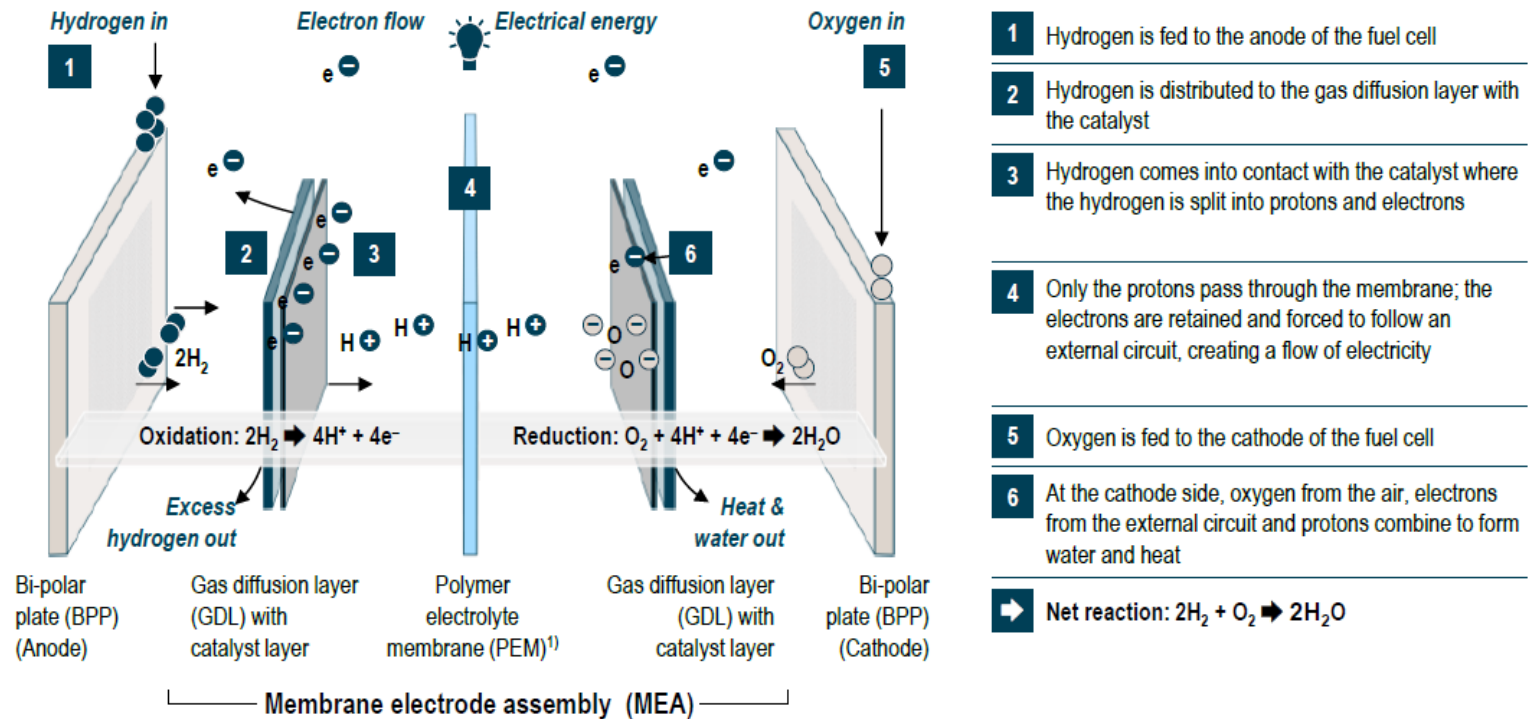
Araç enerji yönetim
ve güç kontrol ünitesi

Akü paketi ve kontrol ünitesi,
LiFeMgPO₄ (lityum demir
magnezyum fosfat), 170kWh



3 faz AC, 103kW elektrik tahrik
motoru ve robotize edilmiş manual
şanzıman

Araçlarda ve özellikle otobüslerde, içten yanmalı motorlar yerine kullanılan yakıt hücresinin şematik görünüşü. Ana yakıt sudan veya fosil yakıtlardan elde edilen H₂ olup, yanma ve araç hareket ettirecek enerji ürettikten sonra atık olarak havaya su buharı olarak atılan ekolojik ve ekonomik bir sistem olarak kullanımı artacaktır. ($2H_2 + O_2 = 2 H_2O$). Bu tahrik sisteminde döküm ürünler önemli miktarda azalmakta olup, yanma hücresi, transmisyon, fren sistemleri, platform ve karasoride kullanılmaktadır.



1) Also: proton exchange membrane

Figure 2: Schematic view of a polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC)

5) Enerji Üretimindeki Değişim ve Döküm Sektörüne Etkisi:

Elektrik enerjisinin gelecek yıllarda üretim metodları ve rüzgar enerjisinin gelişimi. (%10/yıl)

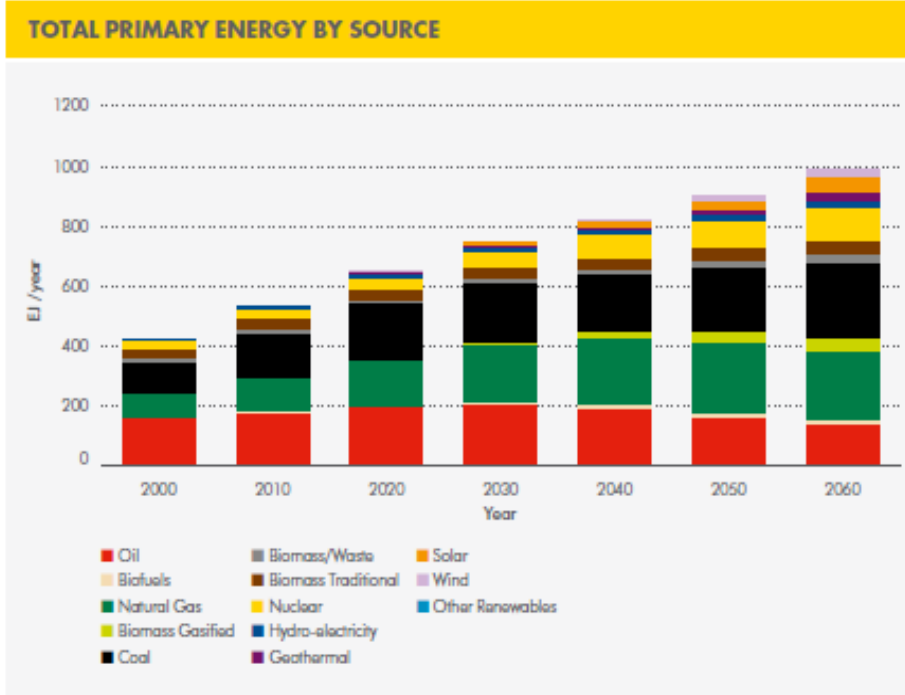
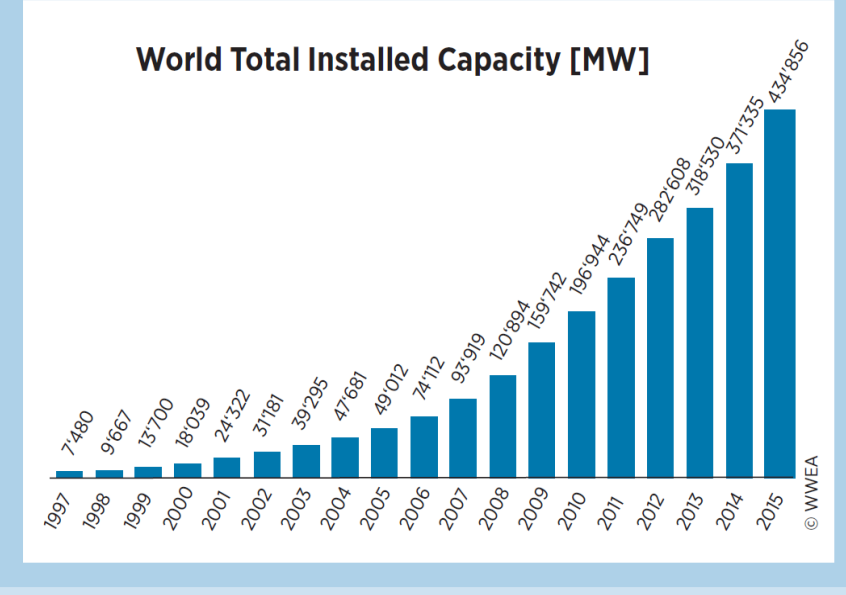
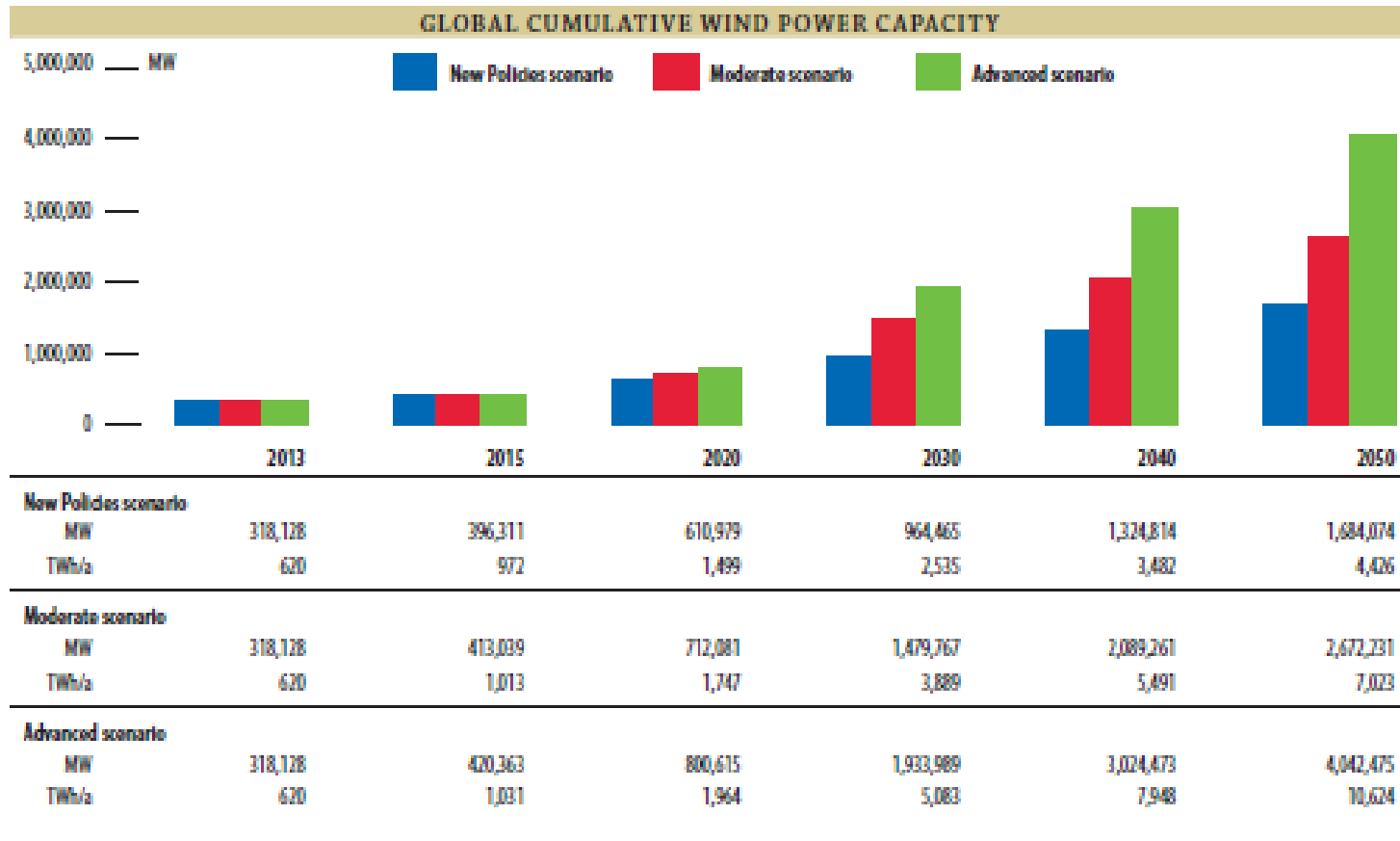


Figure 1: World installed wind power capacity, 1997-2015



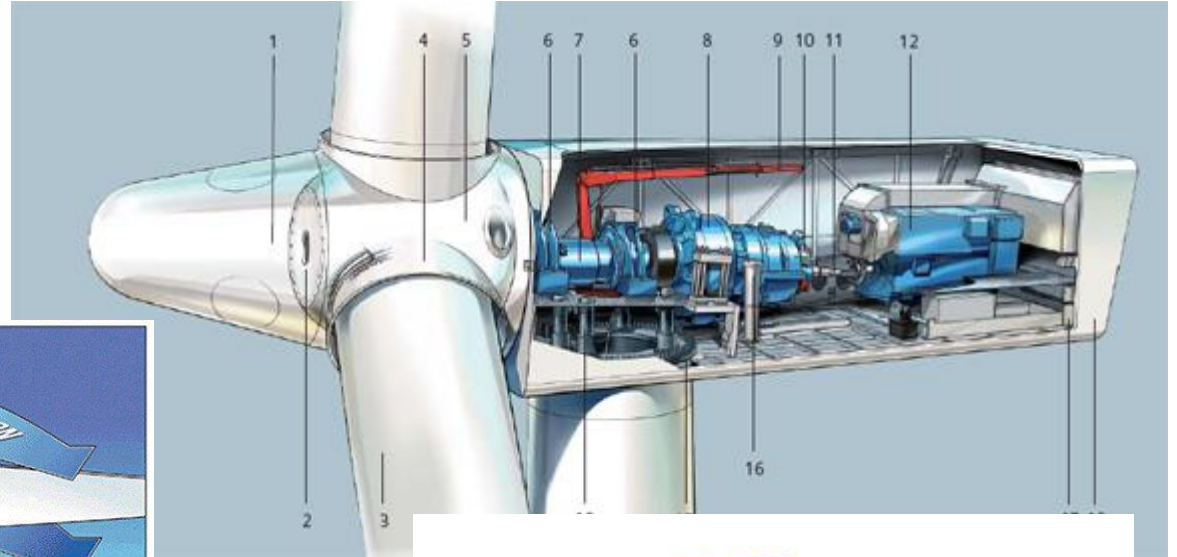
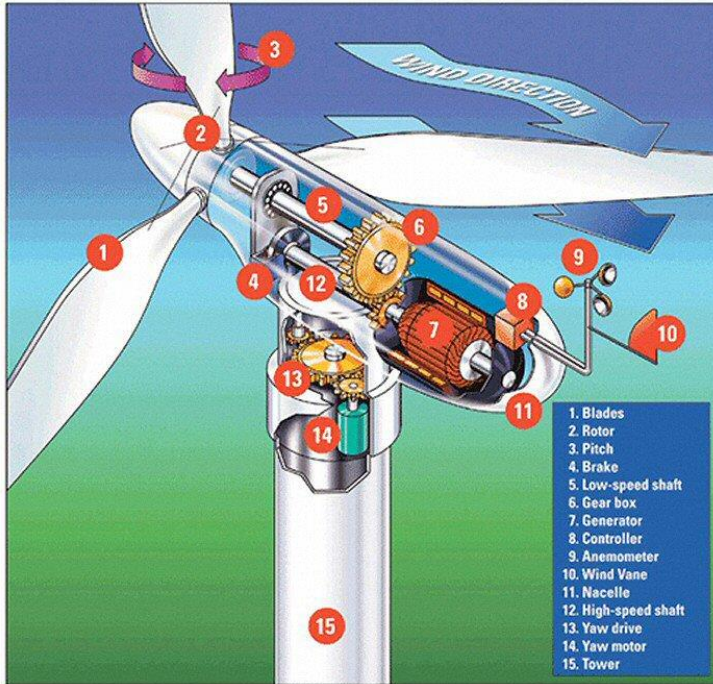
Rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi ort. yıllık 60 000 MW artmaktadır



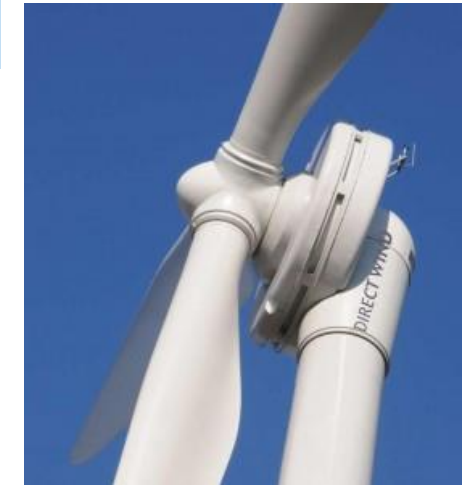
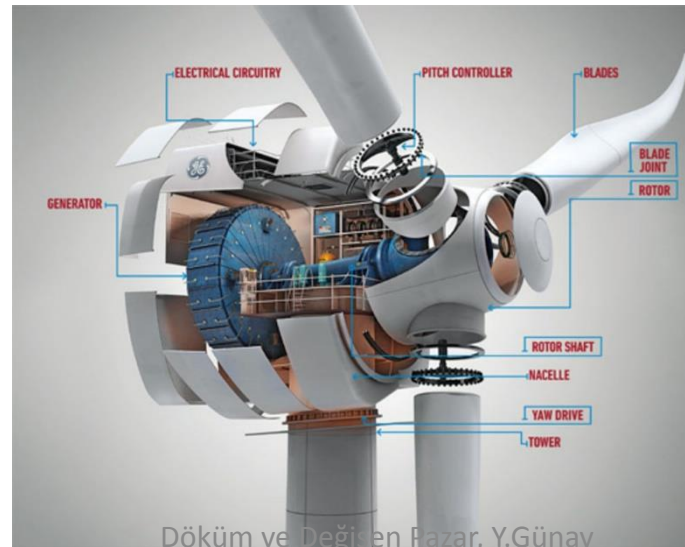
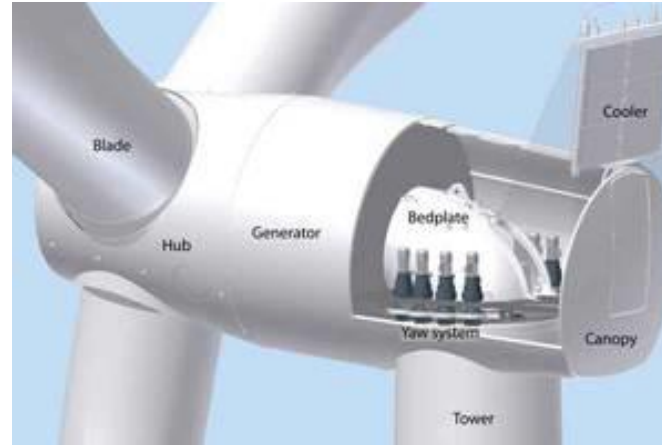
Rüzgar santralleri döküm sektörünün ana müşterilerinden biridir

- ***2010 larda 1 MW rüzgar enerjisi santralında 30 ton döküm kullanılmasına rağmen, 2014’de dişli kutusu yerine direkt akuple teknolojisinin kullanılması ile 20 t/MW, 2020’de ise 15 ton/MW döküm kullanılması planlanmaktadır.***
- ***Dişli kutusuz direkt akuple rüzgar santralleri, ses, bakım, uzun ömür ve maliyet konularında avantaj sağlamaktadır.***
- ***Yıllık 60000 MW yeni tesis için ort. 10-15 ton/kw döküm talebi azalmasının, küresel grafitli ve çelik döküm üretimine yıllık 450 – 900 000 ton etkisi olacaktır.***

Dişli kutulu sistem ile çalışan rüzgar santralinde pervane shaftı önce dişli kutusuna, sonra generatöre bağlanmaktadır

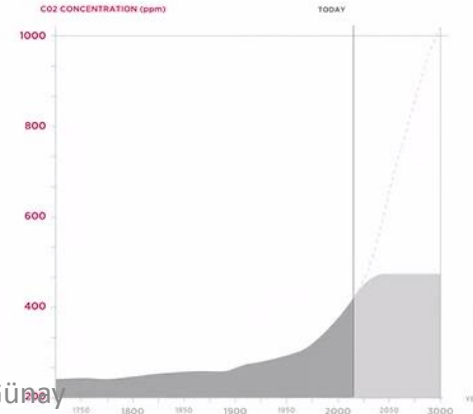
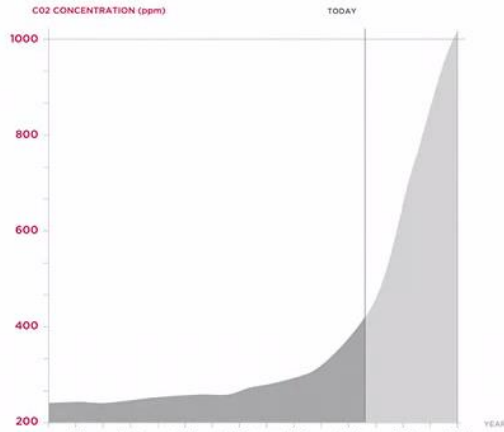


Direkt akuple rüzgar santrallerinde ise, aradaki dişli kutusu kullanılmayarak, pervane şaftı generatöre bağlanmaktadır



- ***Ağır ve zor yatırımlar gerektiren merkezi elektrik üretme tesisleri yerine lokal, ev çatı üstü, küçük rüzgar satralları gibi sistemlerle enerji ve yatırım verimliliği sağlanabilmektedir.***
- ***Büyük santrallarda kullanılan döküm ve metalik malzemeler yerine daha hafif ve küçük ekipmanlar kullanılması, döküm pazarının değişmesine neden olmaktadır.***

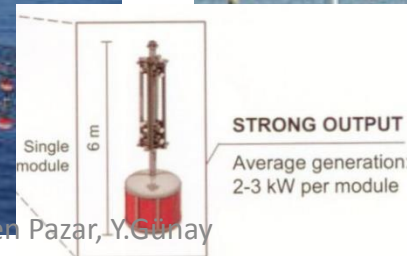
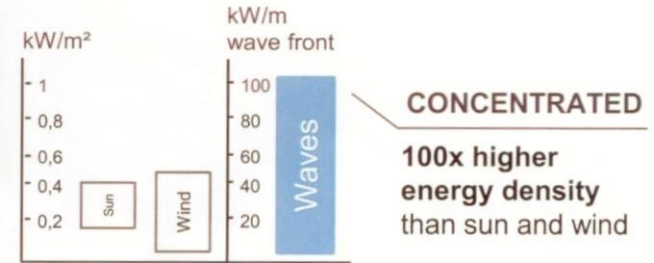
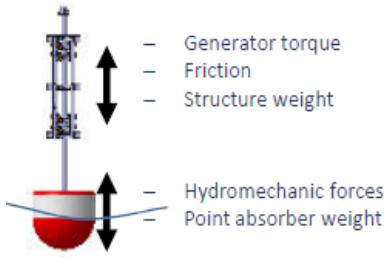
Fabrikalar ve evler güneş enerjisini lithium-ion akülerde depolayıp kullanarak, daha ucuz enerji kullanma olanağı elde edebilmektedirler. Bu şekilde atmosfere salınan CO2 gazları da önemli ölçüde azalmaktadır.



Güneş enerjisi paneli taşıyıcı ayağı, 3.940 kg, En AC AlSi10MnMg. Rüzgar türbinlerinde kaybolan döküm payının bir miktarı, panel taşıyıcılar, güneşe göre panel döndürücüler, pompalar, motorlar ile geri geliyor



SinnPower adı ile deniz dalgalarından enerji üreten sistem. Birim modül 2 kw. Grup halinde 70 kw enerji üretme kapasitesinde. (Döküm parça yok)



***Doğal kaynaklardan enerji üreten bir sistem:
EnerKite /Enerji üreten uçurtma. Düşük rüzgar alan yerlerde
bile 500 KW'a kadar enerji üretilip, stoklayabilen sistem.
Dünyanın %80 alanında kullanılabiliyor. Döküm ihtiyacı
düşük.***



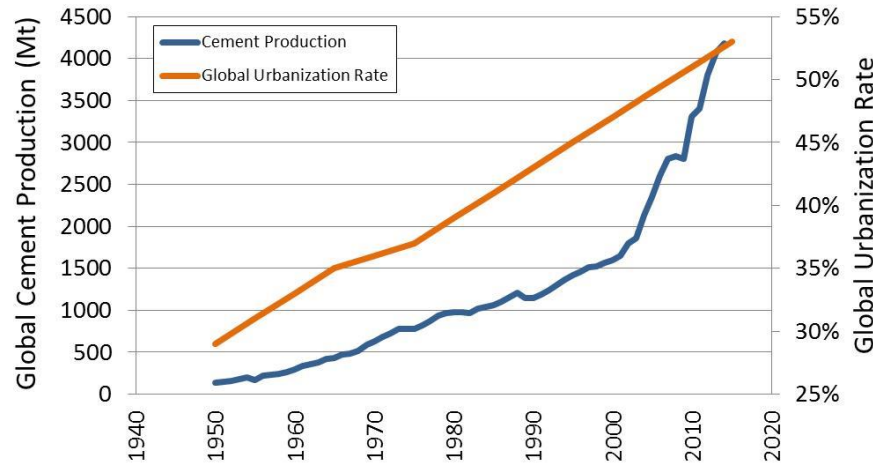
6) Diğer Döküm Pazarlarındaki Değişimin Döküm Sektörüne Etkileri:

Çimento Sanayii

- ***Dünyada şehirleşme, bina yenileme, ulaşım alt yapıları, yeni eğlenme/dinlenme yerleri sayı ve ölçekleri arttığından inşaat ve çimento sanayinde büyüme öngörülmektedir.***
- ***Nakliye maliyetleri ve çimento teknolojisinin zor olmaması nedeni ile yatırımlar ürünün kullanıldığı alanlarda yapılmakta olup, sürekli aşınan döküm astar ve öğütme elemanlarının lokal kaynaklardan temini tercih edilmektedir.***

Çimento Sanayii

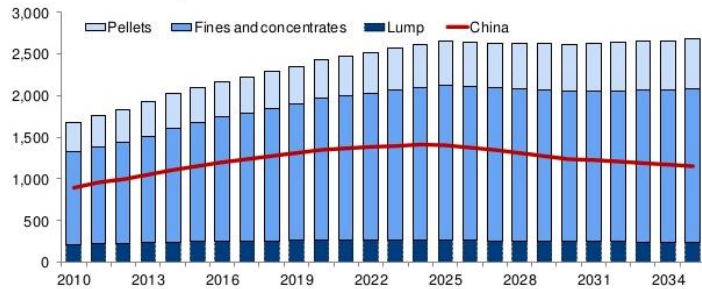
- **Çimento üretim miktarı artmasına rağmen, değiştirilen öğütme teknolojisi, ısıl işlem ve mikro alaşımlandırma ile geliştirilen aşınmaya dayanım özellikleri nedeni ile ton çimento başına kullanılan aşındırma malzemesi miktarı gittikçe azalmaktadır. 1980’li yıllarda 200 gr/ton olan miktar bugün 25 gr/tona inmiş, özel alaşımlandırma ile 15 gr/ton hedeflenmektedir.**
- **Yıllık 4 milyar ton dünya çimento üretiminde aşınma malzemeleri miktarı bugün için 80-100 000 tona inmiştir.**



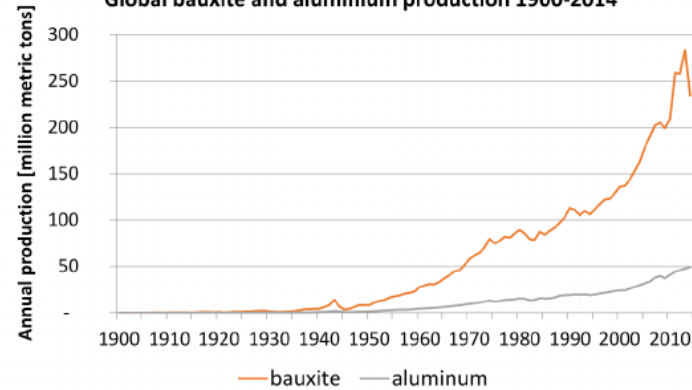
Demir cevheri, boksit, kömür, altın madenciliği

Post-2025, global demand for iron ore will stabilise, as yearly declines in Chinese consumption set in

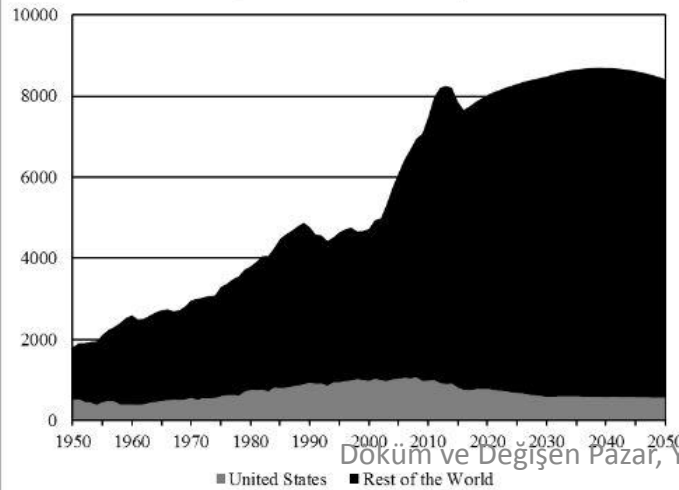
World demand for iron ore, Mt



Global bauxite and aluminium production 1900-2014



World Coal Production (Million Tons, 1950-2050)



Dokum ve Değişen Pazar, Y. Günay

Madencilik

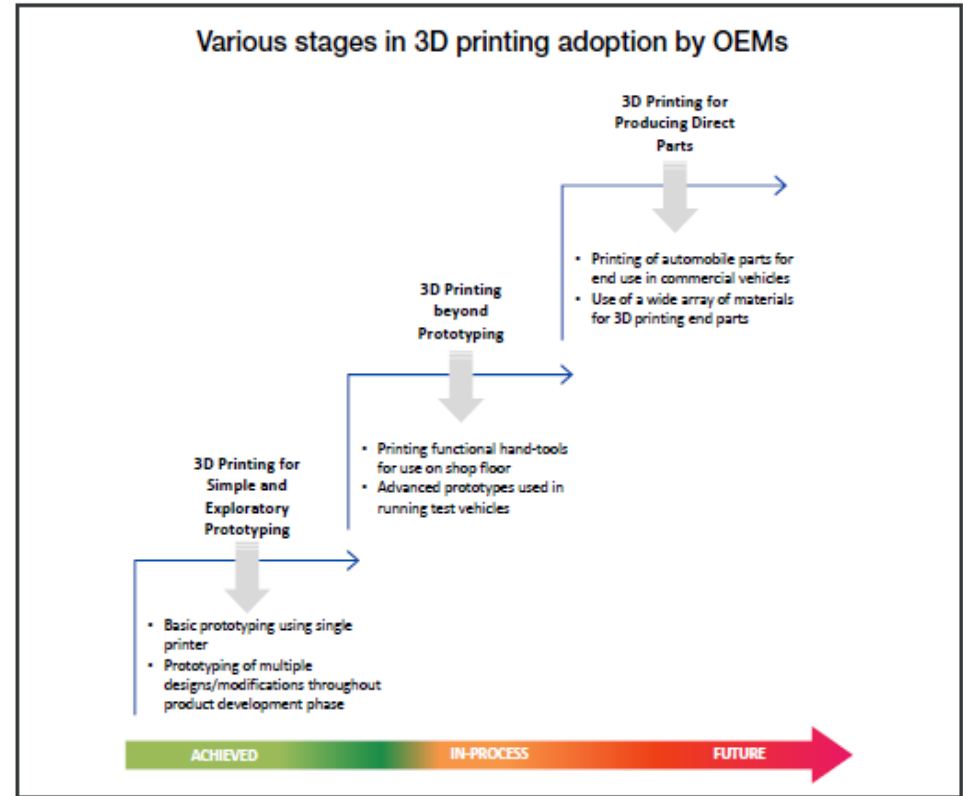
- *Dünya döküm üretiminin takr. %6'sı (6 milyon ton) madenlerin kazılması, çıkarılması, öğütülmesi ve işlenilmesi için üretilmektedir.*
- *Maden sektöründeki gelişmelerin döküm talebine etkisi:*
- *a) Ana metallere talebin kullanım kaynaklarındaki azalma, (Etki eksi)*
- *b) Alternatif metaldışı malzemeler, (Etki eksi)*
- *c) Metallerin %90'lara varan geri kazanım bilinci, (Etki eksi)*
- *d) Aşınma malzemelerinde alaşımlandırma ve ısıtma işlem tekniklerindeki gelişmeler (Etki eksi),*
- *e) Madenlerin daha derinlerden çıkartılması, tenörün azalması (Etki artı)*
- *Aluminyum (Boksit) kullanımının artma katkısı da göz önüne alınarak, toplam madencilik sektörü döküm talebinde %10 (600 000 t/yıl) azalma öngörülmektedir.*

Kuma, kalıba dökümün ana rakiplerinden biri Laser Sintering (3d Printing).

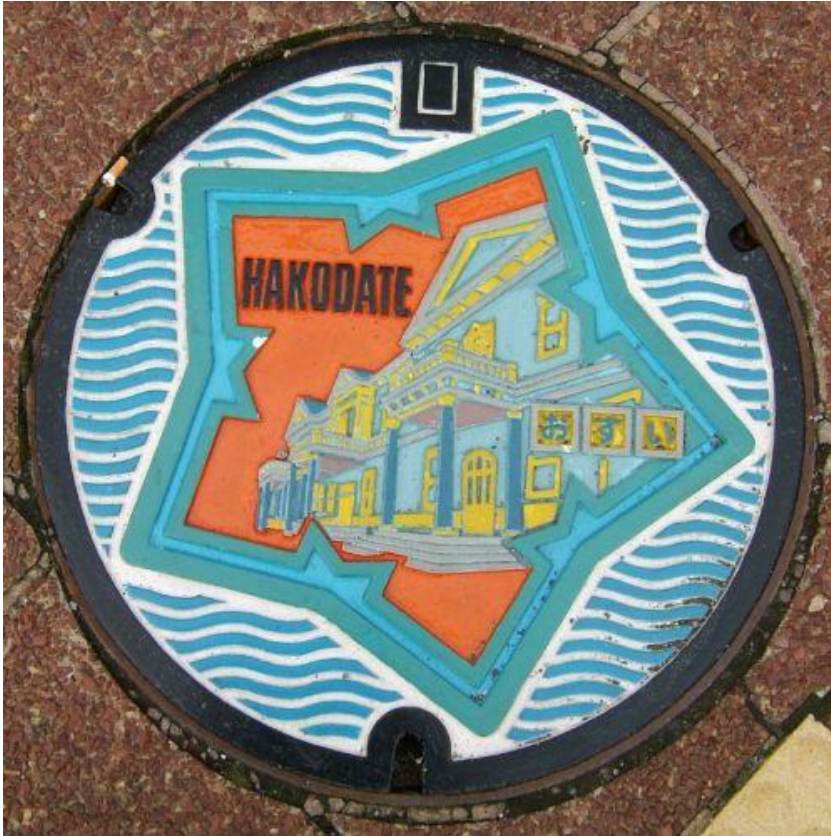
Döküm olarak üretimi zor olan bir valf bloğu “Laser Sintering” metodu ile vaktinde üretilebilmektedir. 20 cm’den 580 cm’ye kadar çeşitli analizlerde döküm parçalar lazer sinterleme metodu ile 100 adete kadar ekonomik olarak yapılabilir.



Ana makina ve araç üreticileri için 3D baskı ve Lazer Sinterleme metodları ile üretim yapılması, bu teknolojinin gelişmesi ile numune/prototip/önseri aşamalarını geçerek yıllık düşük adetlerde yapılan üretimleri de içerecek boyuta gelmiştir. Otomotiv ve uçak sanayinde yıllık 1 milyar \$'lık 3D ürünü kullanılmaktadır. 2019'da toplam 3D Baskı pazarının 29 milyar \$'a varması beklenilmektedir.



çerçeve mobilyaları ve kanalizasyon sistemi parçaları daha hafif, daha az kaygan, ucuz olduklarından ve çalınma riskleri düşük olduğundan demir bazlı metallerden fiber kompozit malzemelere dönüşüyor. Kompozit kapaklar gerekli tüm trafik yük ve darbe testlerinden geçebiliyor. Süslü resimler içeren döküm kapaklar her zaman kalacak. Dünya döküm üretiminde, şehir mobilyaları toplam üretimin %3'ünü (3 milyon ton) oluşturmakta olup, azalmanın %10 olması beklenilmektedir. (300 000 t)



Büyüyen pazarlardan biri: Çelik veya sfero döküm trafik kasisi.

Kaybolan pazarlardan biri: Hızlı işleme ile beraber dövme veya hadde cam eşya kalıpları



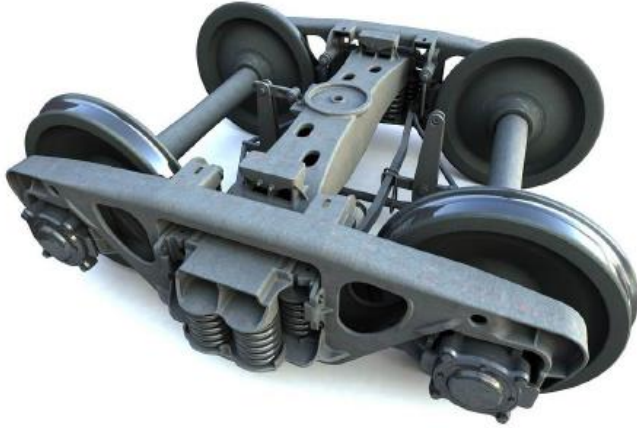
Aluminyum tren vagonları. Dış cephe, platform, koltuklar aluminyum yapıda. Daha hızlı tren, daha az enerji harcaması. (Talgo, İspanya)



Heykel üretiminde döküm vazgeçilmez kalıyor. Bu pazarda da rakip ve ucuz malzemeler var. Ucuz heykeller poliamid'den dökülüyor



Bunların her zaman yeri var...



• ***SONUÇ ve DEĞERLENDİRME***

Döküm müşteri pazarlarındaki değişimlerin dünya ve Türk döküm sektörüne etkilerinin eldeki en iyi datalara göre hesabı:

1) Genel traktör satış yapısının küçük aile tipi traktöre dönmesi ve dizel motorları ile diğer hidrolik aksamın verimlerinin artıp, hafiflemesi ile her traktörde 150 kg döküm kaybı olmaktadır.

Yıllık 1.5 milyon traktörün, takr. 1 milyonu bu gelişmeden etkilenmesi ile, bu sektörde döküm kaybı 150 000 ton/yıl olacaktır. Sektör büyümesinin yıllık % 2.8 olması, bu kaybın geri kazanılmasına yetmeyecektir.

Türkiye’de traktör üretiminin önemli bir bölümü bu dar pazara ihraç edilmektedir. Yerli pazarda, tarım destekleri nedeni ile büyüme devam edecektir.

Gelişimlerin, bu pazara parça veren veya yedek parça üreten döküm sektörünü kısa vadede etkilememesi beklenilmemelidir. Uzun vade için alternatif pazarlar araştırılmalıdır.

2) İçten yanmalı motorların 3 lt'lerden 1.2 lt'lere kadar küçülmesi ile döküm üretim kaybı:

Döküm gövdesi, kafalar, krank/kam mili, karter ve üst kapakların küçülmesi, et paylarının incelmesi, bazılarının plastik malzemeye dönüşmesi, demir bazlı malzemelerden Al, Mg ve kompozitlere dönülmesi ile, motorlarda kullanılan **döküm miktarının toplam olarak %20 azalacağı hesaplanmaktadır.**

Dünyada toplam içten yanmalı motor üretimi (elektrikli araçlar düşüldükten sonra) 2020'de 85 milyon adet olarak alınırsa, ort. 100 kg olan **motor dökümünde 20 kg'lık azalmanın etkisi 1.7 milyon ton olacaktır.**

3) Fren sistemi, diskleri, kampana, akson ve poryalarda malzeme tiplerinin değişimi ile **toplam döküm kaybı 400 000 ton/yıl**

4) Kamyon ve otobüslerde akslar, amortisör sistemi, şanzımanlardaki ort. döküm ağırlığı 500 kg/araç. Bu değerde malzeme değişimi, simulasyonla yeniden dizayn ile yapılan tasarruf 140 kg/araç. **Yıllık 5 m kamyon/otobüs üretimi ile azalacak döküm 700 000 t/yıl**

5) Otomobillerde elektrifikasyon ile dizel araçta bulunan 300 kg döküm miktarı, motor ve şanzımanın kalkması ile 150 kg'a düşecektir.

Buna göre elektrikli araçlar ile toplam döküm azalması:

a) 2020'de 10 m elektrikli araç ile = 1.5 m ton/yıl

b) 2020-2035 arası 20 m elektrikli araç ile = 3 m t/y

c) 2035'den sonra 50 m elektrikli araç ile = 7.5 m t/y

5) Kamyon/otobüslerde elektrifikasyon ve H2-hücreli tahrik sistemi ile, kalkan motor ve küçülen şanzıman bu ekipmandaki ort. 600 kg ağırlığı 350 kg'a düşürerek döküm parçaların 250 kg azalmasına yol açacaktır. 2020 sonrası 1 milyon elektrikli veya H2 yakıtlı kamyon veya otobüs için döküm kaybı 250 000 t/yıl olacaktır.

6) Rüzgar enerji santrallerinde direkt akuple sisteme geçiş ile ort. 30 t/MW olan döküm kullanımının 15 t/kw'a gerilemesi 60000 MW/y turbin yapımının yarısının direkt akuple sistem olması ile kayıp:

$$15 \text{ t/MW} \times 30000 \text{ MW/y} = 450 \text{ 000 t/y}$$

7) Alüminyum (Boksit) kullanımının artma katkısı da göz önüne alınarak, toplam madencilik sektörü döküm talebinde %10 (600 000 t/yıl) öngörülmektedir.

- **8) Makina, pompa, ventil, elektrik motorları, inşaat, hafriyat makinaları, maden sanayii gibi dünya döküm talebinin %30'unu oluşturan sektörlerde de, hafifleme, yeniden dizayn, verim artışları gibi maliyet düşürücü çalışmalar, döküm miktarına etki etmektedir.**
- **Bu sektörlerde küçük ve büyük tipler arasında çok fark olduğu için hafifleme, dizayn iyileştirmesi, verim artışının döküm ağırlıklarına etkisinin hesaplanması oldukça zordur. Motorlarda Al'a dönüş, motor verimliliğinin %30'lara varan artışı, pompalarda dayanıklı plastiklere dönüşümü ve et payı incelmeleri, makinaların hafiflemesi gibi faktörlerin düşürdüğü toplam döküm ağırlığı, artan pazarın getirdiği artı etkiyi dengeleyecektir.**
- **Yeni dizaynlar ve malzemeler, sadece döküm yolu ile yapılabilecek zorluk ve teknolojide olduklarından, miktar azalsa bile dökümün vazgeçilmezliğini kanıtlamaktadır.**

-Pazardaki yapısal değişimin oluşturduğu döküm miktarının azalmasına karşı, bazı alanlarda kazanımlarda söz konusudur.

- a) Araç platformları, karasöri parçaları gibi daha evvel çelik hadde ürünlerinden oluşan yapı, Al, Mg döküm ve Al hadde mamullerinden yapılmaktadır. Araçta hadde mamüllerden döküme dönüşen ağırlık 50 kg Al+Mg /araç olup, takr. 50 milyon araç/yıl ile 2.5 milyon ton ek demir dışı döküm gerektirmektedir.**
- b) Elektrifikasyonda kullanılan akü gövdesi, elektrik tahrik motorları Al döküm olarak üretilmektedir**
- c) Yeni tip enerji üretim tekniklerinde döküm ekipmanlara talep artmaktadır.**

Döküm Pazarının 10 yıllık Gelecekte Değişimi-1

Döküm Pazarı	Döküm talebi değişim nedeni	Etki, kg/birim	Etki, Birim/yıl	ToplamEtki, Ton/yıl
Tarım makinaları	Küçük traktöre eğilim	(-) 150	1 milyon tarım aracı	(-) 150 000
İçten yanmalı motorlar	Küçülen motor	(-) 20	85 milyon içten yanmalı motor	(-) 1 700 000
Fren sistemi	Hafifleme, malzeme değişimi	4 kg/araç	100 milyon araç/yıl	(-) 400 000
Kamyon, Otobüs	Hafifleme, malzeme değişimi	(-) 140	5 milyon kamyon/otobüs	(-) 700 000
Otomobil elektrifikasyonu	Alt. tahrik sistemi	(-) 150	20 milyon elektrikli araç	(-) 3 000 000
Kamyon, otobüs elektrifikasyonu, H2-hücre	Alt. tahrik sistemi	(-) 250	1 milyon kamyon/otobüs	(-) 250 000

Döküm Pazarının 10 yıllık Gelecekte Değişimi-2

Döküm Pazarı	Döküm talebi değişim nedeni	Etki, kg/birim	Etki, Birim/yıl	ToplamEtki, Ton/yıl
Rüzgar santralleri	Direkt akuple sistem	(-) 15 000	30 000 MW yeni rüzgar santrali/yıl	(-) 450 000
Madencilik	Talep azalması, malzeme teknolojisi	-	-	(-) 600 000
TOPLAM AZALMA				(-) 7 250 000
Dövme ve haddeden döküme dönüş	Karasöri ve platformlarda hadde parçaların, alüminyum döküm ve kompozitlere dönüşümü	(+) 50	50 milyon araç	(+) 2 500 000
Pazar büyümesi	Nüfus artışı, şehirleşme, yeni binalar, makineler	(+) % 1.5	100 milyon ton	(+) 1 500 000
NET DEĞİŞİM				(-) 3 250 000 Ton/yıl

Listeye konulmamış değişimler:

- ***1) Otomobil, kamyon, tren, uçak, metro gibi döküm kullanıcılarında hafif metalik ve kompozit malzemelere geçişin etkisi (EKSi)***
- ***2) Otomobillerde araçların küçülmesi (EKSi)***
- ***3) Küçük ebatlı otonom araçlar (EKSi)***
- ***4) Üretim süreçlerinde döküm yerine 3D-Laser Sintering tekniklerinin yayılması (EKSi)***
- ***5) Şehir mobilyalarında döküm dışı üretim (EKSi)***

ANA TEMA:

Daha hafif, daha küçük, daha ekolojik

- ***Araçlarda elektrik tahrik, hibritleşme ve hafifleme döküm sanayine talebi azaltacak.***
- ***Hafifleme ve ürünlerin kompaktlaşması döküm sanayinde teknoloji ve bilgiyi gerektirecek***
- ***Hafifleme döküm sanayinde metaller arası rekabeti ve metaller yerine alternatif malzemeler konusunu ön plana getirecek***

- *Döküm sanayinden birçok beklenti olmasına rağmen, bunlardan en önemlileri:*
- *a) Hafif ve ince döküm dökebilme*
- *b) Değişik analiz ve malzemelerin üretilebilmesi*
- *c) Ürünler limitlerde dizayn edildikleri için, hatasız döküm üretebilme*
- *d) Esnek üretimin programlanabilmesi*
- *e) Atık ve enerji verimliliği*
- *f) Endüstri 4.0 anlayışı ile tüm süreç boyunca bağlantı*

Sektör müşteri yapısı, üretim teknolojileri, malzeme tipleri, pazar düzeninin değişiminin Türk döküm sektörüne olası etkileri:

Türk Döküm Sektörü, hem yeni yapılan yatırımlar, hem de tek vardiye çalışma alışkanlığı nedeni ile fiili üretimine göre çok daha fazla üretim kapasitesine sahiptir. Sektörde, fiili yıllık üretim ve satış rakamlarının üzerinde raporlama yapılması da gerçek ülke üretiminin tespitinde tartışmaya açık bir konudur.

Tüm dünyada da, üretilen döküm ürünleri ham, işlenmiş veya montajlı şekilde toplam üretimin %30'u ihraç edilmektedir (2012'de takr. 90 milyon tonun %35'i, 2014'de 100 milyon tonun %30'u). İhracat oranlarının azalması, artık pazar ülkelerinde yerel döküm üretimi yapıldığının bir göstergesidir.

Türk Döküm Sektörü, üretiminin %62-68'inin ihraç ederek çalıştığı, hedef pazarlardaki a) teknolojik gelişmeleri b) ürün değişikliklerini c) pazarın son ürünün satıldığı ülkelere kaymasını yakından izlemelidir.

Araçların yapısal değişimi sonucu, azalacak döküm talebinin ötesinde, yeni parçaların bir çoğunun Türk Döküm Sektörü tarafından üretilmesi zor görülmektedir.

- a) Araç geliştirilirken, bu parçaların dizaynında beraber çalışıp, prototipi/ön seriyi üreten firmalar, seri üretimde ilk tercih olacaktır.***
- b) Araç üretimleri, artık satıldıkları ülkelerde yapılmaya başlanıldığı için, firmalar yakınlarındaki yan sanayilerden parça almaktalar.***

Teknolojik ve pazar yapısı nedeni ile oluşan bu değişimlere ek olarak, Türk döküm sektörünü etkileyebilecek hususlar:

- 1) Araç üretiminin satıldığı yerde yapılması ile döküm talebinin Türk döküm sektörünün ana pazarı olan AB ülkelerinden, gelişmekte olan ülkelere kayması***
- 2) Makina üretimin ana üreticilerin buralarda tesis kurması ile, bölgesel ülkelere kayması***
- 3) Talep olarak artan Al döküm kapasitesine cevap verecek kalite/mühendislik katmanlı tesis olmaması***

• **Sektör;**

a) Değişen parça şekillerine, malzeme tiplerine, üretim metodlarına uyumu,

b) Azalan pazarda, yeni olanaklar araştırmayı,

c) Alternatif malzeme ve üretim taktiklerine karşı rekabetsizliğini geliştirmeyi,

d) Yeni kapasiteler eklemekten önce, mevcut kapasiteyi tam olarak doldurmayı,

e) Üretim verimliliğinin her açıdan dünya “benchmark” değerlerinin ötesinde “bestmark” seviyelerini hedeflemeyi,

f) Süreçlerin malzeme teslimatçılarından, müşteri ürün konseptini de içerecek, ürünün son noktasına kadar “Akıllı Tesis” anlayışı ile takibi,

g) Pazarın olduğu yere üretim tesislerini taşımayı öncelikle değerlendirmeye almalıdır.

Döküm sanayinin yeni yapıya uyması için yapması gereken değişimler-1

(Teknolojik üstünlük, zor ürünler üretebilme ve bilgi...)

- 1) Daha ince, hafif ve mekanik özellikleri yüksek demir bazlı malzemeler ve döküm teknikleri,***
- 2) Karmaşık şekilli ince, tek parçada birkaç döküm parçayı birleştiren, ısıl işlem gerektirmeyen analizde demirdışı malzemeler,***
- 3) Değişik malzemelerin aynı döküm parçada ortak kullanılmasını sağlayacak teknoloji***
- 4) Kullanılan kaynaklarıda tasarruf ve geri kazanma***
- 5) Ekolojiye önem verilmesi (ihracat için temel istek)***
- 6) Enerji verimli süreçler***
- 7) İşlemeye gerek kalmayan veya en aza indirecek toleransları sağlayacak üretim metodları,***

Döküm sanayinin yeni yapıya uyması için yapması gereken değişimler-2

- 8) 1 veya 1000 adet parçayı üretebilecek yapı,***
- 9) Endüstri 4.0'ın kurallarını uygulayan döküm tesisleri***
- 10) Pazar gelişmelerini yakından takip edip, önceden tedbir alabilen bir yönetim yapısı***
- 11) Azalan otomotiv pazar payını doldurabilecek yeni alanlar aranılması***
- 12) Konfor zonunun dışındaki pazarlara yönelme ve buralarda üretim yapma zorunluluğu***

Döküm sanayinin yeni yapıya uyması için yapması gereken değişimler-3

13) Dünya ekonomisinin daralması, döküm talebinin azalması ile düşen kapasiteler için, fiyat kırıp, komşunun işine göz dikme yerine alternatif ürünlere yönelme,

14) Parça üreticiliğinden, bitmiş montaja hazır komponent üreticiliğine geçme becerisi,

15) Ürün ömrü boyunca teknik sorumluluğun üstlenilmesi,

16) Bu değişimi hissedecek, planlayacak ve uygulayabilecek yapı ve düşünce seviyesinde yeterli sayıda insan kaynağı. Emekli olan uzman dökümcü kadrosu yerine bu işe heves duyacak genç kadroların konulması

Döküm sektörü, rekabetciliğini arttırmak, mesafe olarak ulaşabildiği pazarlarda payını kaybetmemek için iş yapma şekil ve süreçlerini yakından takip edip, savurganlıklarını azaltmalıdır.

Endüstri 4.0 metodolojileri yeni tesislerde kullanıldığı gibi, mevcut tesislere de uygulanabilmektedir. Türk döküm sektörünün bu konuya sistematik yaklaşarak, yeni pazarlarda yerini alması gerekmektedir.

Endüstri 4.0 prensiplerini uygulayan yeni döküm fabrikaları (SigniCast, Heger-Ferrit, Nemak)



Gelecek stratejileri için, mevcut kafa yapımızın gözden geçirilmesi gerek...

- ***Değişimin kademe kademe ve yavaş olduğu, ayrıca öngörülebildiği bir dünyadan, teknoloji, ilişkiler, etik değerler, beklentiler ve beğenilerin eskisi daha tamamlanmadan değiştiği bir dünyaya geçiliyor.***
- ***Çoğumuzun kafa yapısı ve eğitimi tahmin edilebilir yavaş değişim dünyasına göre ayarlı. Geriye bakıp, tecrübelerimize, yaşadıklarımıza göre gelecek için stratejiler hazırlamak yerine, yeni müşteri beklentileri, ürünün gelecekteki yeri, önemi, pazarın değişimi, üretimdeki teknolojik atılımlar ve ürünü üreteceklerin yetenek ve beklentileri göz önüne alınarak yapı oluşturulmalıdır.***

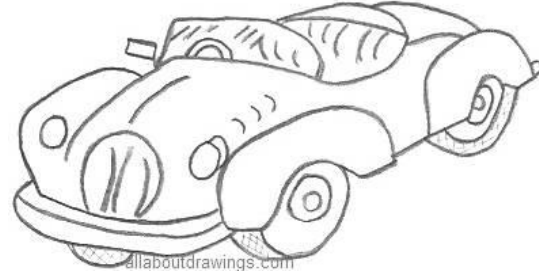
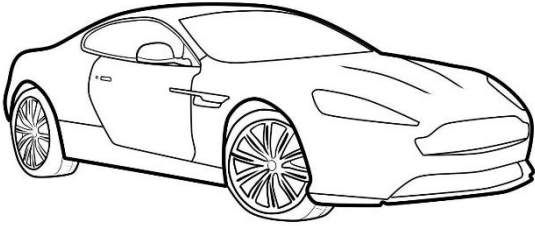
ANA TEMA ve SON SÖZ...

- ***Dünün metodolojileri ile bugünün işlerini yapıp, yarın iş hayatında kalmak artık olanaksız...***

Çözün bakalım...

A şehri ile B şehri arasındaki mesafe 200km ise 100km/saat hız ile gidilerek bu mesafe 2 saatte alınır.

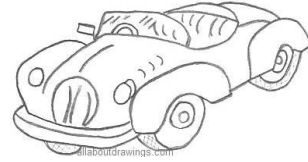
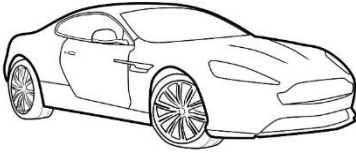
Yolun ilk yarısı 50km/saat ile gidilecek olursa seyahatı aynı sürede tamamlayabilmek için yolun ikinci yarısında kaç km/saat hızla gidilmelidir?



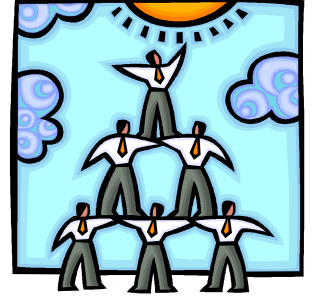
Çözün bakalım...

A şehri ile B şehri arasındaki mesafe 200km ise 100km/saat hız ile gidilerek bu mesafe 2 saatte alınır.

Yolun ilk yarısı 50km/saat ile gidilecek olursa seyahatı aynı sürede tamamlayabilmek için yolun ikinci yarısında kaç km/saat hızla gidilmelidir?



Türk döküm sanayii bulduğunuz hızla gidebilirse değer üretebilecektir...



- ***Beni dinlediğiniz için teşekkür ederim***



yaylaligunay@gmail.com

yaylaligunay@gunaycon.com