Teknik yazı

YENİ DÜNYA, YENİ EĞİLİMLER, TEKNOLOJİLER VE TÜRK DÖKÜM SEKTÖRÜ

Yaylalı GÜNAY Günay Danışmanlık

ÖZET

Gelişmekte olan ülkelerdeki orta sınıfın sayı ve oranları yükseldikçe, bu ülkelerde gerek pazarın talebi, gerek ülke yönetimlerinin talebi ve gerekse rekabet koşulları nedeni ile araç, makine ve benzeri tüketim ürünlerinin üretimi bu ülkelere kaymaktadır.

Bunun yanında enerji, hava kirliliği, şehirleşme ve maliyet nedenleri ile araçlarda ve makinalarda ağırlık azaltma gündemin ana maddelerinden biri halindedir. Metalurji bilimi bu hafifleme sürecinde yeni malzemelerin ve üretim teknolojilerinin yaratılmasında ön plandadır.

Metalurji ve özellikle döküm sektörünün dünyada ve Türkiye'de rekabet gücünü koruyabilmesi, daralan pazarlarda payını koruyabilmesi için, bu yeni teknolojilere uyum sağlaması, yer yer öncülük etmesi gerekmektedir. Tebliğde, yeni teknolojiler, malzemeler, üretim metodları değerlendirilmekte ve sektörün bu yeni dünyada rekabetçiliğinin devam ettirilebilmesi için yapılması gerekenler değerlendirilmektedir.

Anahtar sözcükler: Döküm, araçlarda hafifleme, üretim süreçleri, nano teknoloji, gelecekteki fabrikalar

ABSTRACT

With the increase in the number and percentage of the middle class in developing countries additionally süpported with the demand of the market and the changing competitive conditions, as well as the governmental regulations, the production facilities for the automotive, machinery and similar products are being transferred to these regions.

Due to the energy usage, air pollution, urbanization and cost factors, lightening of the transportation vehicles and machinery is another main issue on the agenda. In the design of technologies and development of new materials and alloys, metallurgical science and technology is on the front arena.

In order to protect their existing competitive power and to increase the market shares in these countries, metallurgical and mainly foundry industry of the World and Turkish foundry industry have to adopt their existing systems to these new technological trends and also be development leaders in certain cases.

Present paper analyses the new technologies, trends, materials, production methods and brings forward some of the action plans the foundry sector has to apply in order to strengthen the competitive power in this new world.

Key Words: Casting, lightening in automotive industry, production processes, nano technology, future factories

GİRİŞ

Yeni Dünya'ya Bir Bakış

Yeni oluşan, sürekli değişen ve birbiri ardından gelen yapısal, finansal krizlerin olduğu, bir bölgede olan gelişmenin diğer bölgeleri ve sektörleri kısa sürede etkilediği bir dünyada, iş yapış şekilleri de değişmektedir. Her yapılanın satılabildiği, yeni fikir ve üretim şekillerinin devreye girmediği bir yapının, bu yeni ve çalkantılı bir dünyada yerini koruyabilmesi çok zor gözükmektedir.

Yeni dünya artık bir VUCA dünyasıdır.

VUCA kısaltması, İngilizce;
V : Volatile (Değişken);
U : Uncertain (Kesin değil);
C : Complex (Karmaşık ve kaotik)
A : Ambiguous (Çok yönlü) sözcüklerinin ilk harflerinden oluşmuştur.

VUCA dünyasında ana tema atılganlık, herkesin beklemediğini, beklemediği zamanda sunmak, karmaşıklıkta bile atılım yapmak, hafifte olsa bile işiniz ile ilgili bir ayak izi bırakmak ön plandadır.

Dünya ekonomisi ve yaşamını etkileyen başka bir kısaltılmış söz ise "4P"'dir.
Bu da İngilizce
People (İnsanlar),
Planet (Dünya),
Prosperity (Zenginlik)
Profit (Kar)
sözcüklerinin baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır.

Bu kısaltmanın ana felsefesi kar ve zenginlik, insanlara ve dünyamıza rağmen elde edilmemeli, bu 4 vazgeçilmez faktör beraberce yeni dünyada var olabilmelidir.

Yeni dünya bu dengeler ve karmaşıklıkların akıllıca yönetilmesinin yanında, sistemin canlılığını sağlayacak bir teknoloji ve hızlı değişim dünyası olacak ve olmaktadır. Tüm üretim, hizmet ve geliştirme sistemleri eğer ayakta kalmak istiyorlarsa, bu teknolojiler ile yaşayıp varlıklarını değerlendirmek durumundadırlar. (Şekil 1)

Şekil 1 : 2014 ve sonrası Dünya'yı çalkalayacak teknolojiler (1)

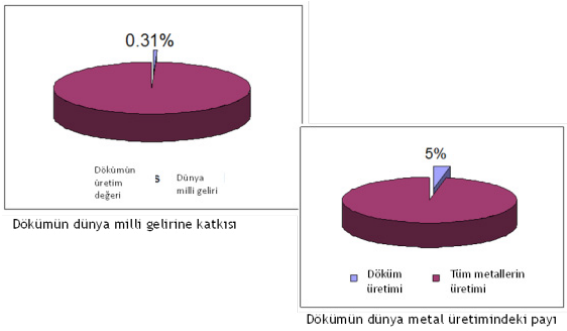
Türkiye ve Türk metalurji sanayinin bu yeni dünya gerçeği karşısında yeri ve geleceğinin ne olabileceği tartışmaya açıktır. Bu yeni dünyada yer alabilmek için; Türk sanayicisi, "yaratıcı, yenilikçi ve maliyet kavramlı" oyuncular olmak zorundadır.

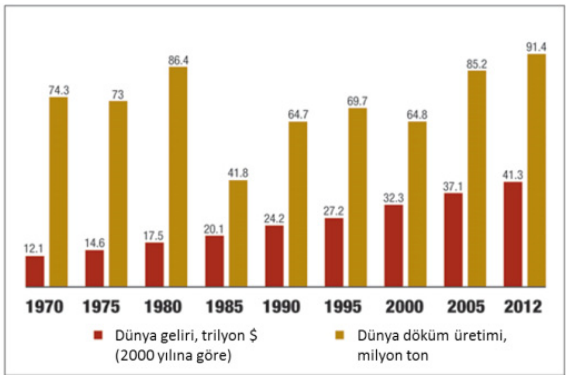
İNCELEME

1) 2014 Yılı ve Sonrasında Dünya Döküm Sanayinin Genel Görüntüsü:

- Döküm fabrikası sayısının hem dünyada, hem Türkiye'de azalması, verimsiz ve karsız fabrikaların kapanması, birleşmeler, iki-üç tesisten oluşan üretim tesislerinin birleştirilmesi,
- Verimsiz ve kar etmeyen fabrikaların gelecek dönemlerde de tasfiyesinin devam etmesi,
- Mühendislik katkısı olmayan ürünleri üretmeyen fabrikalarda gerileyen kar marjları ve azalan talep,
- Gelişmekte olan ekonomiler hariç, gelişmiş ekonomilerde sıfırdan yeni döküm tesisi yatırım sayısı azalması. Genelde revizyon, kısmi yenileme, rekabet gücünü arttırıcı öne ve geriye doğru entegrasyon yatırımları tercih edilmesi. Özellikle Almanya'da yüksek işçilik ücretini dengeleyecek prodüktivite ve otomasyon yatırımları yapılmaktadır.
- Döküm sektöründe, 10000 yıldır önemli değişim göstermeye üretim süreci, son 50-60 yılda önemli yapısal değişime girmiştir. Son 10 yıldır ise, bir çok yaratıcı teknoloji, genelde tutucu döküm teknolojisini değiştirmektedir.
- İlk sürecinden son sürecine kadar sayısal teknoloji ile donanmış döküm tesisleri artık gündemdedir.
- Yeni malzemeler ve yeni üretim metotlarının uygulanması ile, dökümün vazgeçilmezliği tehlikeye girmektedir (Al, Mg, karbon fiber, komposit malzemeler, hibrit motorlar, elektrikli araçlar, plastik sistemler)
- Yeni dönemde, bu yeni teknolojiler ve metotlarla, döküm ürünleri diğer üretim rakiplerine göre yerlerini korumak ve güçlendirmek için önemli atılımlar yapmak zorundadır.
- Süreçlerinde ve çalışma şekillerinde yeni düzene uymakta zorlanan ve en önemlisi müşteriye güven vermede başarılı olamayan döküm fabrikalarının devre dışı kalması kaçınılmaz olmaktadır. Uzun vadede, sadece dayanıklı olanlar ayakta kalabilmekte, bu nedenle dünyada döküm fabrikası sayısı her yıl %4-5 arasında azalmakta, fakat toplam üretim gelişmekte olan ülkelerin katkılarıyla artmaktadır.
- Çin'de döküm fabrikası sayısı 2020'ye kadar 30 000'den 10 000'e düşürülerek, verimliliğin 12 t/adam-yıl'dan 29 ton/adam-yıla yükseltilmesi hedeflenmektedir. (2) Benzer verimlilik iyileşmesi tüm dünyada da gözlenmektedir.

Otomasyon, verimlilik, çevre kurallarının sıkılığı, kalite beklentilerinin artması, süreçlerde yenilikler döküm yatırımlarını daha pahalı hale getirmekte, bu nedenle yeni yatırımlarda önemli büyüme beklenilmemektedir.
Üretilen ürünlerin kullanıldığı yerler, en azından bugün için alternatifsiz bir üretim şekli olması ve birçok dizayn problemine çözüm olmasına rağmen dökümün dünya milli gelirine katkısı %0.3'ü aşmamakta, dünyadaki tüm metal üretiminin ise %5'inin oluşturabilmektedir.(Şekil 2)

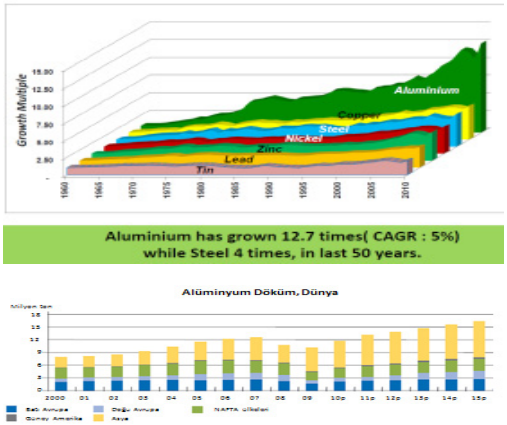




Şekil 2 : Döküm üretim değerinin dünya milli gelirine ve üretimini dünya metal üretimine oranı (üst) Dünya gayri safi gelirine göre dünya döküm üretim miktarının değişimi (alt) (3)

Dünya milli gelir artışı ile karşılaştırıldığında, döküm üretimi yılda % 1.5-1.8 arasında artmasına rağmen, dünya milli geliri % 3.5-3.7 arasında artmaktadır.

Döküm sektöründe büyümede metaller arasında önemli farklılıklar olup, öncülüğü alüminyum almaktadır. Son 50 yılda alüminyum kullanımı 12.7 (yıllık %5), çelik kullanımı 4 katı artmıştır (Şekil 3)



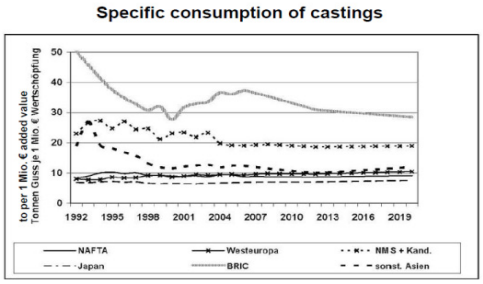
Şekil 3 : Yıllara göre alüminyum ve çelik kullanımının büyümesi

Döküm üretimi ve kullanımının, dünyadaki değişik ülkelerin ekonomilerinde farklı etkileri olmaktadır. En büyük etki Çin'de görülmekte, Türkiye alt sıralarda yer almaktadır (Şekil 4)

Ülke	Döküm üretimi (kişi beşı kg)	Döküm üretimi (1.000$ bazında milli gelire göre kg)
Çin	26.4	9.52
Rusya	30.0	3.11
Hindistan	6.4	6.01
Brezilya	11.6	1.57
Kore	44.0	2.04
Japonya	34.5	0.90
Almanya	47.4	1.17
Türkiye	13.4	1.44
Dünya ort.	19.1	0.71
A.B.D	24.1	0.51
Meksika	13.4	1.34
İngiltere	6.4	0.14

Şekil 4 : Kişi başına ve 1000$'lık gayrisafi miili gelir başına düşen döküm üretimi (3)

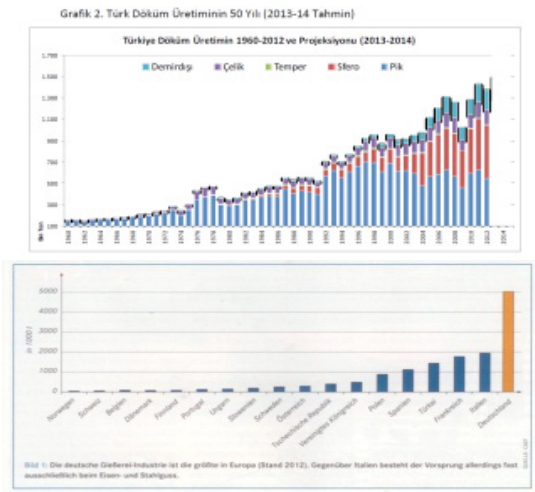
Döküm ürünlerinin kişi başı kullanımı ve ekonomiye katkısı ise AB ve Nafta ülkelerinde yüksek (10 kg döküm 1000 € katma değer yaratıyor), gelişmekte olan ülkelerde ise alt seviyededir. (30 kg döküm 1000€ katma değer yaratabiliyor) (Şekil 5)



Şekil 5 : Döküm ürünlerinin kişi başına kullanımı (4)

2000'li yıllardan itibaren, döküm üretimi ve kullanımı gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır. 2020 yılında BRİC ülkelerinin döküm üretiminin %60'ının yapacağı tahmin edilmektedir. (5)

Yıllar itibari ile sağlıklı bir gelişme gösteren Türk Döküm sektörü, dünya döküm üretiminde 13.cü, AB'de 4.cü, çelik dökümde 2.ci, lamel ve küresel grafitli dökme demir'de 3.cü, alüminyum dökümde 6.cı durumdadır. (Şekil 6)

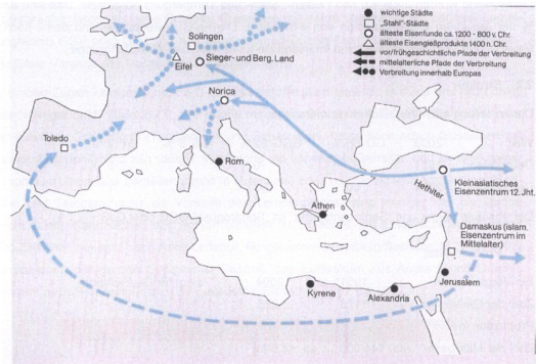


Şekil 6 : Türk döküm üretimi ve AB'deki yeri(6)

Üretilen ürünlerin karmaşıklığı, malzeme bilimi ve zorluk dereceleri göz önüne alındığında sıralama önceliği AB ve ABD'ye geçmektedir.

Türkiye'deki diğer sektörler göz önüne alındığında başarı gibi görünen bu sıralamanın gelecek yıllarda korunabilmesi için Türk döküm sektörü, teknoloji, müşteriye hizmet anlayışı, ileriye ve yerine göre geriye doğru entegrasyon, enerji ve ekoloji, üretim verimliliği ve ürün karmaşıklık seviyesi konularında yapısal değişikliklere girmek zorundadır.

Dökümün ilk Anadolu'da yapıldığı ve buradan Avrupa'ya dağıldığı çeşitli kaynaklar ve araştırmalarda belirtilmiştir. (Şekil7)



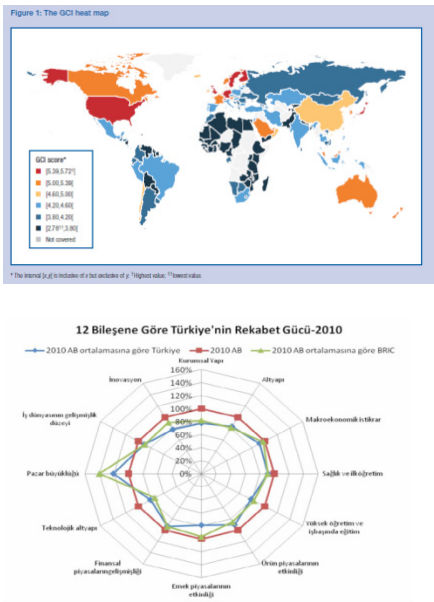
Şekil 7: Dökümün Anadolu'dan Avrupa'ya yayılması

Anadolu tarih boyunca insanların kullandığı araçlar ve malzemeler üretiminde öncü olmuştur. (ilk metal- Çatalhöyük 11000 yıl önce, ilk tapınak- Göbeklitepe 12000 yıl önce, ilk döküm-Nevari-Çöri, Kültepe-Kaniş 8000 yıl önce)

Dünyadaki bu yeni eğilimler karşısısında, Türk döküm ve metalürji sektörü olarak kendi kendimize sormamız gereken bazı sorular:

- Döküm ve metalürji sektöründe ne kadar öncüyüz?
- Dünya nerede biz neredeyiz?
- Her şey yıllık üretim tonajı mı? Yoksa rekabet gücü ve inovasyon mu?
- Bu tonajlar ve sıralama gelecek yıllarda tutulabilecek mi?

Dünya'da her alanda, bir hiper rekabet dönemi olduğu, ülkelerin, şirketlerin uluslararası alanda pazar kapmak için her türlü yeni yaklaşımı değerlendirdiği bir ortamda, Türk sanayicisinin de teknoloji, prodüktivite, pazarlama, inovasyon yönünden atılımlar yapma zorunluluğu vardır. Türkiye BRİC ve AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında rekabet gücü açısından geride kalmaktadır (Şekil 8)



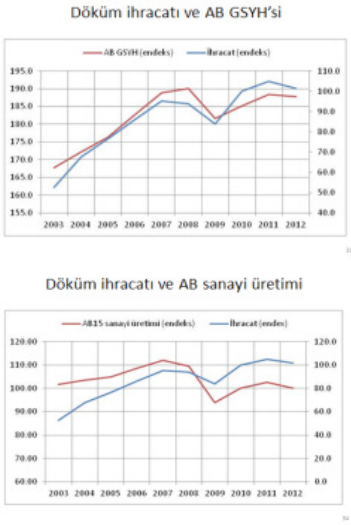
Şekil 8 : Türkiye'nin hiper rekabet döneminde dünya (üst) ve BRIC ülkelerine göre (alt) rekabet gücü

Teknolojik ürün fiyatları, basit ve klasik üretim teknolojileri ile yapılan üretimlere göre 10-20 kat daha yüksek fiyatlarla satılabilmektedir. Standart bir lamel grafitli dökme demir döküm parça 1.25 $/kg fiyata satılırken, bu dökümün kullanıldığı bir "Premium" otomobilin kg fiyatı 55 $'dır. Bunun yanında Türkiye'nin ürettiği, teknoloji ürünleri alt kategorilerde olup, 12.2 $/kg, ABD ve Japonya'nın sattığı teknolojik ürünler ise 53-68$/kg mertebesindedir.

2) Döküm Ürünlerinin Pazarı

Döküm ürünlerinin dünya pazar dağılımında, ana müşteri grubu otomotiv olup, üretimin %50'si otomotiv ve bağlı sektörlere, %30'u makine sektörüne satılmaktadır. Türkiye dağılımı da benzer yapıdadır.

Türkiye'nin döküm üretiminin %65'i AB ülkelerine ihraç edilmektedir. Bu nedenle AB ülkelerindeki ve özellikle araç ve makine sanayindeki ekonomik gelişmeler Türk döküm üretimini yakından ilgilendirmektedir. Türk döküm ihracatı ile AB'nin GSYH'sı ve sanayi üretimi birbirine paralellik göstermektedir. (Şekil 9)



Şekil 9 : Türk döküm endüstrisinin AB ekonomisine bağlılığı (7)

3) Türk Döküm Sektörü Pazarının Değerlendirilmesi

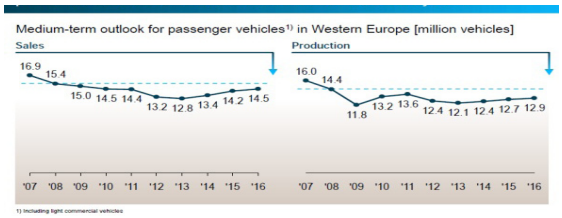
Döküm sektörünün ana iki müşterisi olan taşıt araçları sanayii (%50) ve makine imalat sanayilerinin (%30) gelecek 10 yılda büyüyeceği ve satışlarını arttıracağı öngörülmektedir.

A) Makine İmalat ve Mühendislik Pazarı

2020 yılına kadar tüm dünyada ve en yakın pazarımız olan AB'de yıllık %3-10 arasında büyüme beklenilmektedir. Türk döküm sektörü, mühendislik ve makine ürünleri içeren bu pazara gerek yurt içi ve gerekse yurt dışında önemli hizmetler vermektedir.

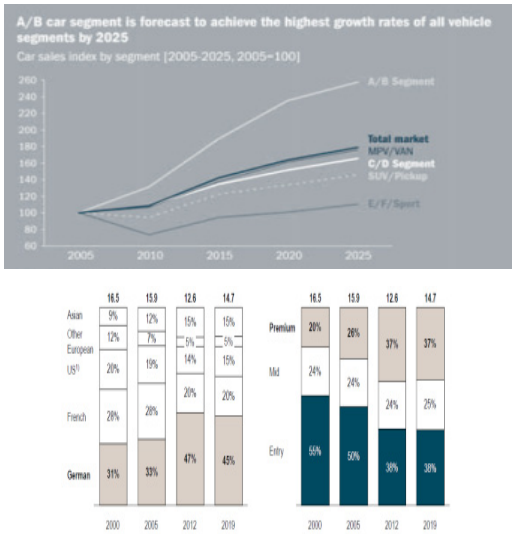
B) Taşıt Araçları Pazarı

Türk döküm sektörünün ana müşterisi olan Türkiyede'ki ve AB'deki araç üreticilerinin gelecek yıllarda yıllık üretim adetleri önemli miktarda artmayacaktır.(Şekil 10) (8)(10)



Şekil 10 : AB otomobil + hafif ticari araç üretiminin gelecek tahminleri (9)

Türk döküm sektörünün ana pazarı olan, AB'deki otomobil üreticilerinin ürettiği araçlar gittikçe lüks araç türüne doğru kaydığından (Şekil 11)), Türk komponent üreticileri ve bunlara döküm parça veren döküm sektörü, yüksek hizmet ve kalite bekleyen bu premium sınıf araç üreticileri için kalite, müşteri, hizmet ve teknoloji anlayış ve yeteneklerini geliştirmek zorundadırlar. Döküm sektörünün üretimini arttırabilmek için genişleyen A/B sınıfı küçük araçlara ürün verme çalışmasına girmeleri gerekmektedir.



Şekil 11 : AB 'de lüks araç üretimi artmasına rağmen (alt), dünyada ise küçük araç üretimi artmaktadır (üst).(11)

DEĞERLENDİRME

1) 2014 Sonrası Döküm Pazarını Etkileyecek Faktörler

21.ci yüzyılda önemli değişimler yaşamakta olan dünya sanayii ve pazarları döküm sektörünün pazarlarını da önemli şekilde etkilemektedirler.

A) Düşük karbon teknolojileri:
- a) Araçlarda hafifleme
- b) Dökümlerde artan ölçüsel hassasiyet
- c) Değişen ve gelişen kalite yaklaşımı
- d) Yeni malzeme bilimi

B) Dijitalleşme (Sayısallaşma)
- 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

Bu yeni beklentilere karşı döküm fabrikaları ne yapabilirler:

A) Hiçbir şey:
Zaman içinde küçülüp, niş pazarlara yöneliyorlar

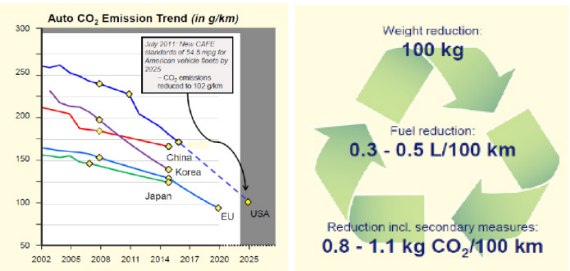
B) Kapatma:
Bir çok tesis zarar edip, gelecek görmediği için kapanıyor . Çalışan döküm tesis sayısı her yıl azalıyor

C) Satış:
Büyüme ve yeni anlayışlarla çalışma heves ve gücü kendilerinde bulamayan döküm fabrikaları, tesis veya şirketlerini fonlara, rakiplere veya bu işi daha iyi yapacağına inananlara satıyorlar.

D) Yeni beklentilere uyum ve işe devam:
Süreçler, müşteriye yaklaşım, ürün portföyü, insan kaynakları, teknolojik yatırımlar, yenilikçi sistemler ve en önemlisi "işi yönetmeye" başlayarak yeni pazarda yer almak.

2) Otomotiv Sektöründeki Hafifleme ve Düşük CO2 Salınımı Hedefinin Döküm Sektörüne Etkisi;

Gerek AB, gerekse ABD'nin öncülük ettiği araç emisyon değerleri (gr CO2/km), bir çok otomobil, kamyon, traktör üreticisi firmanın cezalar nedeni ile ana hedefi haline gelmiştir. Bilinçli müşterilerin %60'ı düşük yakıt sarfiyatı ve emisyon değerine bakarak araç almaktadırlar. Aracın hafiflemesinin enerji kullanımı ile çevre kirliliğine direkt etkisi bulunmaktadır. (Şekil 12)



Şekil 12 : Araçlarda emisyon limit değerlerinin (gr CO2/km) yıllara göre değişimi

Araç hafifletmede görev "Metalurji Bilimi"ne düşmektedir.

Araç üreticileri bu değerleri tutturmak için:

a) Araçların ölçü ve ağırlıklarını düşürmektedirler

b) Motor ve güç aktarma gruplarının ağırlıklarını indirmektedirler

c) Toplam araçta çeşitli aksesuarlar eklenmesine rağmen, ağırlık azalması sağlamaktadırlar.

Tüm bu tedbirler, aracın ağırlığının önemli bir kısmını oluşturan metalik malzemeler için hem bir tehdit, hem de bir fırsat ve meydan okuma olanağıdır.

Metalurji Bilimi yeni malzemeler geliştirmekte, araç dizayn edenler gereksiz şartnamelerini yeniden düzenlemekte, metal üreticileri ise bu yeni malzemeleri en ekonomik üretme süreçlerini oluşturmaktadırlar.

Araç hafiflemesinin döküm sektörüne etkisi iki alanda olacaktır:

a) Elektrikli araçlara geçişte azalacak döküm talebi, 2020'de dünya çapında üretilmesi planlanan takr. 10 milyon elektrikli araç için 650-700.000 tondur.

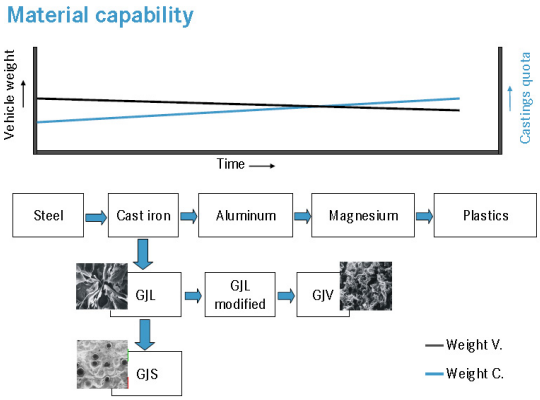
b) Araç hafifleme çalışmalarında azalacak döküm tonajı ise, motor, şasi, transmisyon, dingiller, et payı incelmeleri, Al/Mg'a dönüşüm, kompozitlere geçiş nedenleri ile 2-2.5 milyon tondur.

3) Araç Hafiflemesinin Döküm ve Metalürji Bilimine Katkıları

A) Genel Bilgi:

Araçların emisyon limitlerini tutturabilmek ve yakıt tasarrufu sağlamak için hafifletilmesi döküm sektörünün yıllık üretim miktarını azaltmasına rağmen, yapısal değişiklik getireceği ve metalürji bilimini geliştireceği için sektör açısından artı bir kazanç olacaktır.

Araçta hafifleme denince ilk akla gelen, araçlarda çok miktarda kullanılan özgül ağırlığı yüksek olan dökme demir ve çelik malzemelerin yerlerine daha hafif olan Al ve Mg'un kullanılması olmuştur. Zaman içinde, bu ağırlık hafiflemesi emisyon limitlerine ulaşmaya yetmediğinden kompozitler, karbon fiber ve plastik ürünlere yönelinmiştir. (Şekil 13)



Şekil 13 : Araç üretiminde kullanılan malzemelerin zamana göre değişimi ve alüminyum ve kompozitlerin yıllara göre artışı

Araç hafiflemesi süresinde kullanılan malzemelerin özellikleri Şekil 14 'de verilmektedir.

	Çelikler	Alüminyum alaşımları	Magnezyum alaşımları	Polimerler	Polimer Kompozitler
Mevcut ürün şekilleri	Sac, çubuk, boru, döküm, dövme	Plaka, çubuk, ekstrüzyon, döküm, dövme	Döküm	Plaka, kalıplanmış şekil, ekstrüzyon	Plaka, kalıplanmış şekil, haddelenmiş şekil
Yoğunluk (g/mm3)x10-2	0.72 - 0.80	0.26 - 0.27	0.19	0.11 - 0.22	0.17 - 0.19
Elastik Modül (GPa)	207	69 - 73	45	0.69 - 3.3	3.4 - 34
Akma dayanımı (MPa)	172 - 900	68 - 590	206	41 - 90	97 - 145
Kopma dayanımı (MPa)	365 - 1200	310 - 620	310	55 - 1124	110 - 172
Uzama %(mm/mm)	10 - 55	6 - 20	15	-	-
Poisson Oranı	0.3	0.33	-	-	-
Termal genleşme (mm/mm/°C)	10.8 - 19.4	19.4 - 24.5	25	81 - 216	16.7 - 90
Termal iletkenlik (W/(m.°K))	36 - 52	159 - 216	100	0.2 - 0.5	0.2 - 0.8
Korozyon direnci	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük
Kullanılabilir Sıcaklık Aralığı (°C)	315	150	120	120	150
Birleştirme tekniği	Ark, punta kaynağı, bükme, mekanik	Ark, punta kaynağı, bükme, mekanik	Bükme, mekanik	Bükme, mekanik	Bükme, mekanik
Şekillendirme özelliği	İyi	Orta - İyi	-	Düşük	Düşük
Göreceli fiyat	Düşük	Orta	Orta	Düşük	Orta

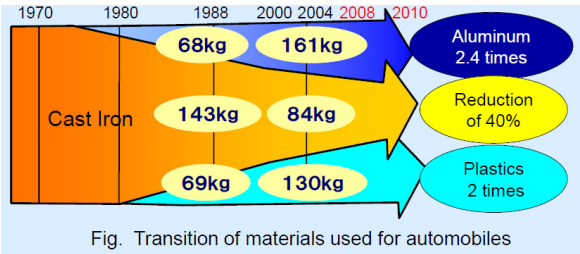
Şekil 14 : Araçların hafifletilmesinde kullanılan malzemelerin özellikleri

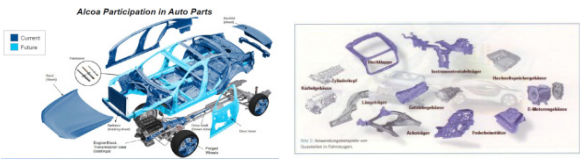
Malzemelerin mekanik özellikleri ve özgül ağırlıklarına göre yapılan hafifletme seçimine maliyetlerin eklenmesi ile, hafifletme sürecinde en fazla kullanılan alüminyum beher N/mm2 kopma dayanımı için en pahalı malzeme olmasına rağmen, emisyon değerleri nedeni ile gene alüminyum tercih edilmektedir. (Şekil 15)

Mekanik özelliklere göre maliyet		
Lamel grafitli DD	$\frac{1500\$/t}{250\ N/mm^2}$	= 6$/N/mm²
Çelik döküm	$\frac{3000\$/t}{500\ N/mm^2}$	= 6$/N/mm²
Temper döküm	$\frac{2000\$/t}{400\ N/mm^2}$	= 5$/N/mm²
Küresel grafitli DD	$\frac{1700\$/t}{500\ N/mm^2}$	= 3.4$/N/mm²
Ostemperlenmiş DD	$\frac{2500\$/t}{1000\ N/mm^2}$	= 2.5$/N/mm²
Alüminyum döküm	$\frac{8000\$/t}{200\ N/mm^2}$	= 40$/N/mm²

Şekil 15 : Çekme dayanımı ve ürün fiyatlarıyla, alternatif malzemelerin birim maliyeti

2 lt'lik motoru olan 1360 kg ağırlığındaki bir sedan araçta, hafifleme ve enerji tasarrufu nedenleri ile, alüminyum ve plastik kullanımı artmakta, dökme demir azalmaktadır. Araç üretiminde kullanılan döküm, dövme, hadde mamulü alüminyum miktarının 2030 yılı itibari ile ağırlıkça %67'ye ulaşması beklenilmektedir. (Şekil 16)





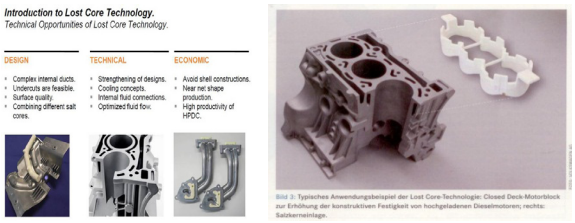
Şekil 16 : Araçlarda bugünkü ve gelecekteki alüminyum kullanım yerleri ve miktarları

B) Hafiflemenin döküm teknolojisindeki uygulamaları;

a) Tuz maça kullanılarak "closed deck" motor gövdesi dökümü

Araçlardaki esas ağırlık tasarrufu ve verim artışı, motor ve şanzıman gruplarında yapılan iyileştirmelerdir.

Bu ürünler genelde lamel grafitli dökme demir olarak üretilmelerine rağmen, yakıt verimi beklentilerinin artması ve döküm teknolojisinin ilerlemesi ile alüminyum döküm olarak imal edilmeye başlanılmıştır. İlk başlarda yüksek basınçlı alüminyum döküm metodu ile 'open deck' şeklinde üretilen motorlar, 2010 yılında geliştirilen 'tuz maça' sistemi ile 'closed deck' olarak üretimi yapılarak, toplam motor maliyeti azaltılmaktadır. (Şekil 17)



Şekil 17 : Tuz maça kullanılarak 'open deck' motor blokları, dökme demir gibi 'closed deck' olarak dökülebilmektedir.

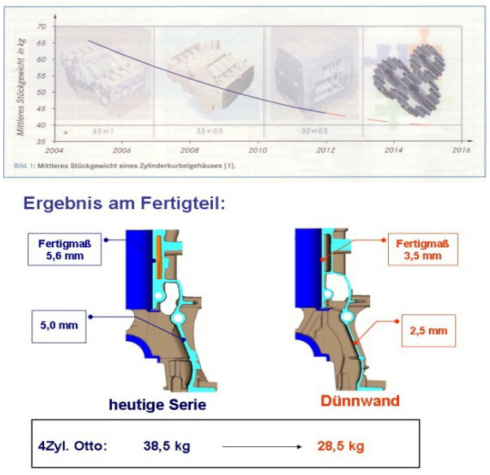
b) Hibrit motor gövdesi

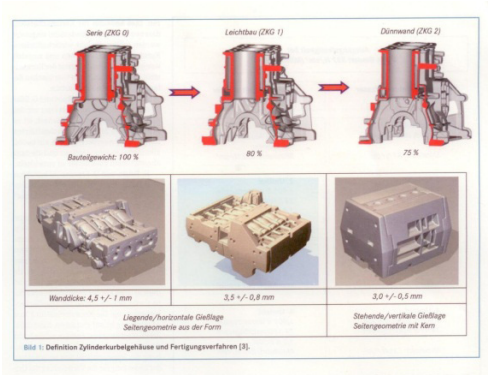
Bazı araç üreticileri alüminyum motorların ağırlığını daha da düşürebilmek için gövdeyi Mg yüksek basınçlı döküm, darbe ve ısıya maruz silindirler ve kep bölgesini alüminyum yüksek basınç olarak hibrit şekilde üretmektedirler. (Şekil 18)

Şekil 18 : Al-Mg hibrit motor

c) Aluminyum motorlara karşı demir dökümcülerin hamlesi:

Al ve Mg'un motor üretiminde kullanılması ile pazar kaybeden dökme demir üreticileri, teknolojilerini geliştirerek, döküm et paylarınıı inceltip, malzeme dayanımını yeni tip motorlarda artan yanma odası basıncına dayanacak yumru grafitli dökme demir kullanarak arttırmayla cevap vermişlerdir. Döküm teknolojileri ve süreçlerindeki ilerleme, dökme demir motorlarda alışılagelmiş olan 4.5+/-1 mm olan et paylarını, dikey döküm yaparak 3.0 +/-0.5 mm'ye indirilmesini ve blok ağırlığını 38.5 kg'dan 28.5Kg'a inmesini sağlamıştır. (Şekil 19)



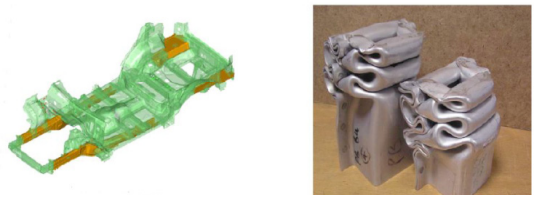


Şekil 19 : Dökme demir motor bloklarında teknoloji ve süreç iyileştirmeleri ile azalan blok ağırlığı ve et payı inceltilmesi (12)

Araçlarda hafifleme sadece otomobillerde kalmayıp, CO2 salınımı sınırlamasının kamyon ve kamyonetlerde de uygulanmaya başlaması ile ticari ve sokak aralarındaki çatışmalarda manevra yeteneği arayan askeri araçlarda da alüminyum ve kompozit kullanımı arttırılmaktadır. (Şekil 20)

Şekil 20 : Kamyonet ve askeri araçlarda alüminyum ve komposit kullanılan araçlar (13)

Araç şasi, platform ve karoserisinde kompozit malzemelere karşı Bi, B,Cr; Mn ve Ti katkılı alüminyum alaşımlar üretilerek, hafifletmede Pazar yarışı devam etmektedir. (Şekil 21)

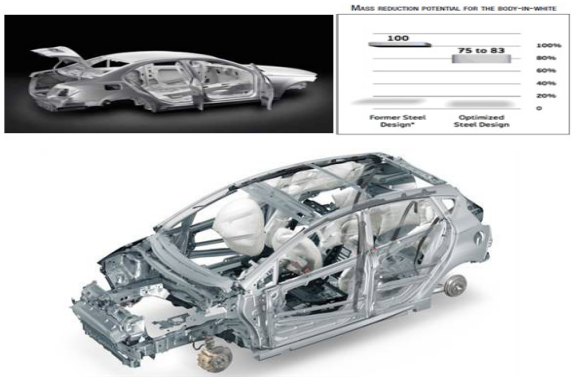


Şekil 21 : Al 6000 serisi malzemelerle araçta 6 kg ağırlık ve %9 maliyet tasarrufu sağlanılmaktadır (14)

d) Komposit malzemeler ve karbon fiber kullanımı,
Bu malzemelerin kullanımı hafifleme talebinin yükselmesi ile artmaya başlamıştır. Saç veya alüminyumdan üretilmiş gövde (Body in White), karbon fiber kullanılması ile (Body in Black) adını almaktadır. (Şekil 22)

Şekil 22 : Araçlarda artan 'karbon fiber' kullanışının artışı karoserinin adını 'beyaz gövde'den 'siyah gövde'ye çevirmektedir. (15)

e) Hafifleme hamlesinde çelik üreticilerinin tepkileri:
Aluminyum ve kompozitin araçlarda önemli bir pazarlarını ele geçirmeye başlaması üzerine, çelik üreticileri de yeni mikro alaşımlı ve nano katkılı çelikler üreterek dış saç, şasi ve platformda hafifleme sağlayarak, pazar savaşına girmişlerdir.(Şekil 23)

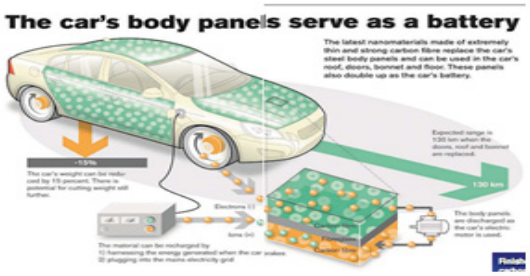


Şekil 23 : Nano katkılı ve mikro alaşımlı çeliklerle araç hafiflemeye çelik sektörü katkıda bulunmaktadır (16)(17)

Hafifleme yarışı, karada yürüyen araçlardan havada uçan araçlarda da devam etmekte, metalürji bilimi yeniliklerle uçak gövdelerini Al-Li alaşımlarından üreterek, %5-7 hafifleme ve %7 dayanım artışı sağlamaktadır.

Hafifleme çalışmaları uç noktalarda da denenmekte ve polystrene takviyeli kumaş kaplı araçlar denenmektedir.

f) Akü yükünün azaltılması
Elektrikli araçlarda aracın karoserisi içine akü plakaları yerleştirilerek, hafifleme ve yer kazanma çalışmaları yapılmaktadır. (Şekil 24)



Şekil 24 : Elektrikli araçlarda akünün karesöri içine gömülmesi

C) Araçlarda kullanılan diğer döküm parçalarda hafifletme çalışmaları:

Döküm ve metalürji sektöründe rekabetçilik için yapılan yeni atılımlarda ilerleme ve fark yaratma inovasyon sınırlarını aşıp, deneme-seri üretim alanına girmiştir. Sonuçta kazanan rekabetçilik yaratabilen kuruluş ve sektörler olmaktadır.

a) Krank Millerinin içinin boşaltılması ve ostemperlenmiş inceltilmiş krank mili

b) İçi boş kam mili veya borudan yapılmış kam mili

c) Aluminyum göbekli veya yaylı fren diskleri. Dışı küresel grafitli dökme demir, fren yüzeyleri lamel grafitli dökme demir kampana

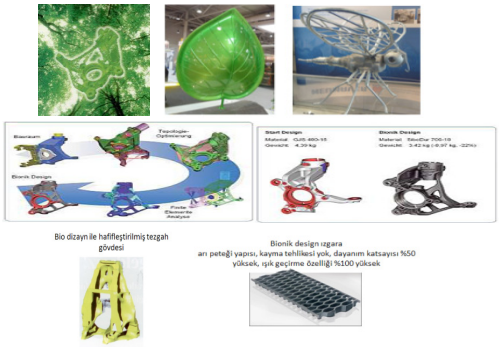
d) Saç veya alüminyum jant yerine, karbon fiber jant veya nano katkılı alüminyum jant

e) Aluminyum ve çinko alaşımlarında akışkanlığı arttırıp, baskı basıncı yükselterek 2 mm et payı kalınlığında Al ürünler, 0.3 mm kalınlığında Zn ürünler üretilmesi.

f) Diferansiyel kutularında dişli ve gövdenin yekpare ostemperlenmiş dökme demirden üretilmesi.

g) Artan eksoz gaz sıcaklıklarına dayanan Si_Mo eksoz manifoldları

h) Doğa en iyi ve en ekonomik dizayncıdır. Doğanın bu özel-liklerinden yararlanılarak "Bio-Design" metodolojisi çeşitli ürünlerin geliştirilmesinde kulla- nılmaya başlanılmıştır.(Şekil 25) Bio-Design anlayışı ile hafifletme çalışmaları %40'a yakın iyileşme sağlamaktadır.



Şekil 25 : Bio-Design ile parça ağırlığının azaltılması (18)(19)(20)

4) Malzemelerde İnovasyon

Döküm tarihinin 9.000 yıllık süreci içinde metal bilimi önemli atılımlar geçirmiştir. 20-25 metalden oluşan periyodik tablo bugün 118 elemana büyümüş, sonuna gelinmediği için daha da büyüyecektir.

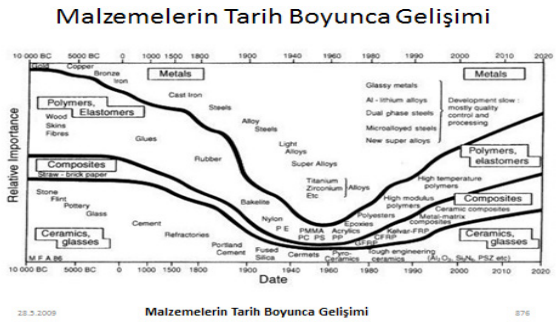
Uzay çağı malzemeleri önce hayallerde, sonra kitaplarda, daha sonra filmlerde, daha sonra laboratuarda, kısa süre sonra ise seri üretimde üretilmektedirler.(Şekil 26)

Şekil 26 : Foranium, Carbonium gibi hayali malzemeler metalürji biliminin ufkunu açtı

Dökme demirde 150 N/mm2 çekme dayanımını başarıydı. Bugün ostemperlenmiş küresel grafitli dökme demirde 1000 N/mm2 ve % 5 uzama elde ediliyor.

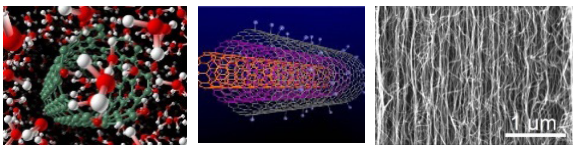
Daha temiz metallerle (%99.9 yoğunluk) mevcut mekanik ve fiziksel özelikler en az iki misli artacaktır.

Tarih boyunca malzemelerin önemi bir uçtan bir uca gitmiştir. Medeniyetlerin ilerlemesi, seramik, metal ve polimerlerin gelişmesi ve bu malzemelerin üretim şekillerinin oluşturulması ile mümkün olmuştur. (Şekil 27)



Şekil 27 : Malzemelerin tarih boyunca değişimi (21)

5) Nano katkılarla döküm ürünlerinin mekanik ve fiziksel özelliklerinin arttırılması:



Şekil 28 : Nano katkı malzemeleri

Mevcut malzemelerle araçların hafifletilmesi, ancak süreç ve metodolijilerdeki sınırlı olanaklarla mümkün olmaktadır. (Et payı inceltme, döküm konikliklerinin azaltılması, hassas ve dar analiz kontrolü, empuritelerin azaltılması, çekinti ve gaz boşluklarının sıfırlanması, gibi) Malzemelerin özelliklerini iyileştirebilecek atılımcı bir çözüm ise, bu malzemelere eriyik halde iken az miktarlarda SiC, karbon fiber, alümina gibi nano ölçekte tüp şeklinde katkılar yapmaktır. (Şekil 28)

Bu katkılarla üretilmiş alüminyum jant gibi parçalar araçlarda kullanılmaktadır.

Nano tüp katkılarla, malzeme özelliklerindeki %100'e varan artış sağlanan alüminyum, ferritik küresel grafitli dökme demir ve yüksek silisli küresel grafitli dökme demir malzemelerin özellikleri Şekil 29 a,b,'de verilmektedir.

Nano ilavesi, gram		20	30	40	50	60	70
Malzeme Özellikleri							
Malzeme	Ferritik Küresel Grafitli DD	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni
Kopma dayanımı	400	460	554	647	1020	1398	2144
Uzama	%18	%18	%18	%18	%18	%18	%18
Sertlik	130	143	157	173	190	209	230
Max. Çalışma Sıcaklığı	400	484	673	863	1054	1317	1687
Elastik Modül, GPa	60	1.E+02	3.E+02	2.E+03	9.E+03	7.E+04	6.E+05
Termal geçirgenlik	55	154	165	174	185	195	206
Erime Noktası	1150	1154	1296	1438	1582	1798	2121

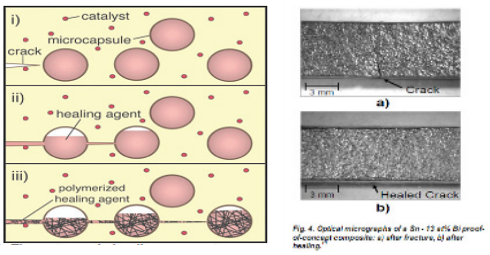
Nano ilavesi, gram		20	30	40	50	60	70
Malzeme Özellikleri							
Malzeme	Alüminyum Döküm, 306	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni	Yeni
Kopma dayanımı	230	420	491	561	842	1128	1690
Uzama	%7	%7	%7	%7	%7	%7	%7
Sertlik	130	143	157	173	190	209	230
Max. Çalışma Sıcaklığı	200	270	426	582	739	953	1255
Elastik Modül, GPa	60	1.E+02	3.E+02	1.E+03	5.E+03	3.E+04	2.E+05
Termal geçirgenlik	170	413	443	494	516	544	568
Erime Noktası	1150	1155	1267	1382	1497	1671	1931

Şekil 29 a, b: Ferritik küresel grafitli dökme demir (sol) ve alüminyum (sağ) dökümde nano katkılarla özelliklerin değişimi

Gene nano teknoloji kullanarak üretilen kalıp ve parça boyaları, dayanım ömürlerini %50 arttırarak, süreçlerde verimliliği arttırmaktadır. (Şekil 30)

Şekil 30 : Nano katkılı kalıp boyaları ile, kalıp ömür ve baskı sayıları arttırılmaktadır(22)

Metallere nano katkılar yaparak, fiziksel ve mekanik özelliklerin arttırılması kategorisine giren inovatif malzeme biliminin başka bir çalışması ise "bio-mimicry" adı verilen " Kendi kendini tedavi eden" malzemelerdir. (Şekil 31)



Şekil 31 : Kendi kendini tamir edebilen nano katkılı malzemeler. Sağda çatlağın kendi kendine tamir edildiği Sn-%13 Bi komposit malzeme

6) Additive Manufacturing- 3D Eklemeli Üretim

Özellikle kısa serili döküm üretimini etkilecek ve son yılların oyunun kurallarını değiştirebilecek teknolojik gelişmesi 3D-Baskı veya additive manufacturing (eklemeli üretim) teknolojisidir.(23)

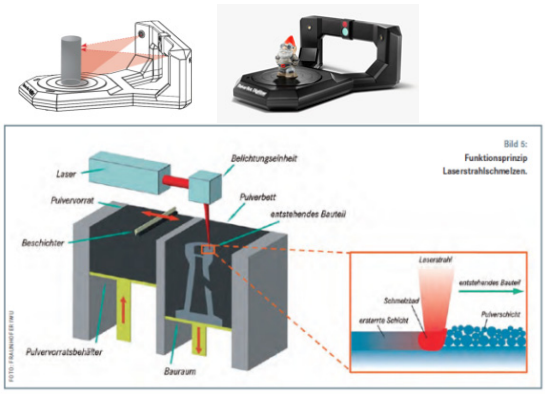
Yeni yeni günlük hayatın içine giren bu teknoloji yetenekleri ve gelişme potansiyeli ile klasik üretim tekniklerine önemli bir rakip olmaktadır. (Şekil 32)

Şekil 32 : 3D Eklemeli üretim yolu ile üretilen paslanmaz çelik Airbus A380 parçası, İmplant ve protezler (24)

a) 3D sistemini döküm sektöründe etkileyebileceği alanlar Kısa serili ürünler
b) Prototipler ve hızlı ürün geliştirme (11 hafta yerine 5 hafta)
c) Çalışma ve dizayn için hızlı örnekler
d) Hızlı kalıp üretimi
e) Klasik modelciliğe büyük darbe
f) Kısa serili maça üretimi
g) Kalıp masraflarının düşmesi veya sıfırlaması ile bir çok döküm parçanın tekrar rekabetçi hale gelmesi (25)
h) Döküm süreçleri ile üretilmesi çok zor olan parçaların ekonomik olarak üretilebilmesi,
i) 3D'nin en büyük etkisi, müşterinin döküm teslimatçısını, yeni model yaptırma masrafından kaçınması nedeni ile bırakamaması olgusunu ortadan kaldırmasıdır. Bu şekilde mevcut işlere ortak olmak isteyecek yeni ucuz rakipler devreye girecektir.

Halen çelik bazlı bir toz ile 3D üretim yapılması 450€/kg'a mal olmasına rağmen, 10 yıl içerisinde bu rakamın 3'de bire ineceği hesaplanmaktadır.

3D metoduyla, bir tarayıcı vasıtası ile her hangi bir objenin 3D datası tarama yolu ile çıkartıldıktan sonra, bu data ile uygun malzemeden 3D baskı yolu ile aynısı yapılabilmektedir.(Şekil 33)



Şekil 33 : Tarayıcı ile 3D baskı için numuneden 3 boyutlu data çıkarılması (üst) ve 3D baskı sisteminin çalışma şekli (alt) (27)

Sistemde belirli ve ayarlanabilen bir kalınlıkta akan metalik toz lazer ışını ile kat kat sinterlenerek istenilen şekil oluşturulmaktadır.

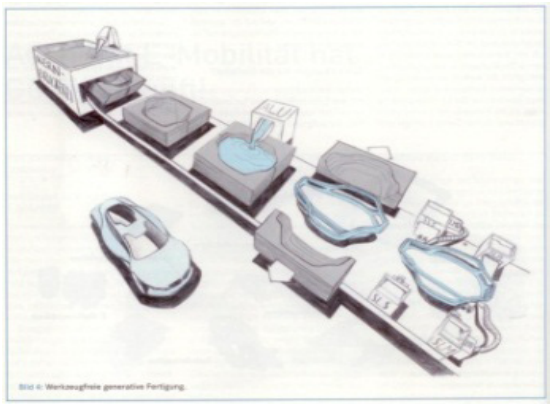
Aynı şekilde, reçine bağlı kum kullanarak 3D data ile kat kat maça ve kalıplar yapılıp, istenilen numune veya kısa serili döküm parça üretilebilmektedir. (Şekil) 34)

Şekil 34 : 3D baskı tekniği ile maça yapılması

Sistemin maça yapma hızının artması ile, maça makinaları, maça bölümleri, maça sandıkları ve maça bekleme gibi konular geride kalacaktır.

Bunların yanında, döküm veya dövme teknolojisinde gerekli olan sıyırma açılarının sıfırlanması, daha yüksek hassasiyet nedeni ile işleme paylarının azaltılması, gaz-çekinti boşluğunun olmaması, yolluk ve besleyiciye gerek olmaması 3D baskı ile üretilen parçaların daha hafif olmasına katkıda bulunmaktadır.

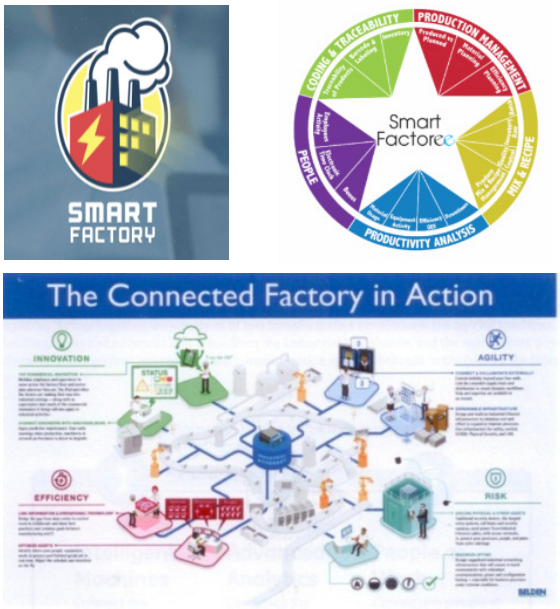
Bugün için hayal gibi görülebilen, otomobil gövdesi kum kalıbının 3D ile oluşturulması, alüminyum veya benzer bir alaşımla kalıp dökülerek, yekpare gövde üretilmesidir. Bu hayal gerçekleşirse, şase kaynak olayı ortadan kalkacak, otomobil fabrika alanları çok küçülecektir. (Şekil 35)



Şekil 35 : 3D eklemeli üretim ile araç gövdesinin dökümü

7) Döküm Fabrikalarının Gelecekte Kurulum ve Yerleşimlerinin yeni anlayışa göre yapılanması

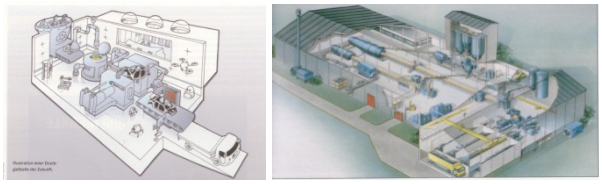
Dünyada gelişmekte olan rekabetçilikteki yeni anlayışlar, maliyetlerin indirilmesi, döküm fabrikalarının yerleşimleri ve iç yapılarında da yenilikler getirmiştir.
Geleceğin döküm fabrikaları, çalışanları, üretim yönetimi, süreçleri, verimliliği ürünleri ve teknolojiyi içeren akıllı fabrikalar olacaktır.(Şekil 36)



Şekil 36 : Geleceğin fabrikaları akıllı kendi içinde haberleşen, bilgi veren ve karar verebilen fabrikalar olacaktır. (28)

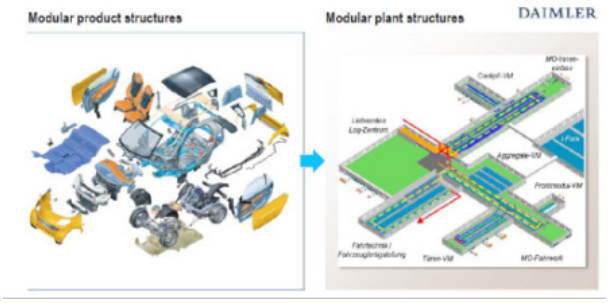
Tüm süreçler, üretim planlanması, yönetimi, müşteri ile bağlantılar gibi bir çok husus birbiri ile bağlı olarak çalışan sistemler halinde olacaktır.

Geleceğin döküm fabrikasına örnek bir görüntü Şekil 37 'de verilmektedir.



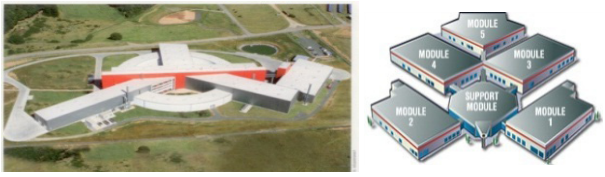
Şekil 37 : Geleceğin alüminyum döküm fabrikası (sol) ve doğru ve etkin yerleşimli bir dökme demir fabrikası (sağ)

Döküm sektörünün ana müşterisi taşıt üreticileri de, hem araçlarını modüler, hem tesislerini modüler hale getirmektedirler. (Şekil 38)



Şekil 38 : Moduler fabrika yapısı (Mercedes)

1-15 tona kadar küresel grafitli dökme demir döküm parçalar imal etmek üzere 2012 yılında devreye giren Heger Ferrit-Almanya döküm fabrikasında kalıplanan ve dökülen dereceler dairesel bir ray sistemi üzerinde hareket ediyor. Yan modüller maça, temizleme ve sevkiyat için kullanılıyor. Tesisteki otomasyon ve parçanın indir-bindir işlemlerinin olmaması nedeni ile kapıdan çıkan beher ton ürün için 200 kws enerji tasarrufu sağlanılmaktadır. (Şekil 39 sol)



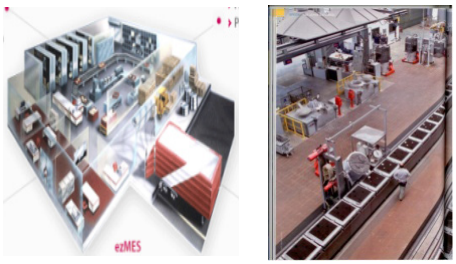
Şekil 39 : İş akışını düzenleyen ve ara stokları sıfırlayan bir döküm fabrikası (sol) ve modüler bir hassas döküm fabrikası (sağ) (29)

Yenilikçi ve modüler bir hassas döküm fabrikasına örnek, ABD'de bulunan Signicast fabrikasıdır.. Her modül, ayrı ağırlıklarda ve analizde parça imal etmek üzere oluşturulmuştur. Modül 5: İşleme. Support (destek) modülü: Model imali, bakım, ambarlar ver sevkiyat için kullanılmaktadır. (Şekil 39 sağ)

Blok ve silindir kafası üreten modern bir alüminyum kokil döküm fabrikası- (Nemak-Dillingen, Almanya.) tam otomasyonla çalışan ve oksitlenmeye çok eğilimli sıvı alüminyumun manyetik olarak gaz tretman cihazına ve sonra döküm ocaklarına aktarma sistemi ile kurulmuştur. (Şekil 40)

Şekil 40 : Metalin aktarılmadığı modern bir alüminyum silindir kafası döküm fabrikası

İş akışı optimizasyonu ve elektronik data toplamanın yoğun uygulandığı kağıtsız bir fabrika. (Şekil 41)



Şekil 41 : Bilgi akışının elektronik ortamda yapıldığı kağıtsız bir fabrika ile iş akışı düzenli bir alüminyum döküm fabrikası

8) Enerji

Döküm sektörü birim ürün başına yüksek enerji kullanan ve atıkları çok olan bir sektördür. Bu nedenle toplum ve toplumun hassasiyetini takip eden ilgili kuruluşlar tarafından yakın mercekle izlenmektedir.
Kullandığımız etkin enerjinin ve atık enerjinin termodinamik ve ekstraktif metalürjide tanımları "Entalpi" ve "Entropi"'dir.

Toplam Enerji = Entalpi + Entropi
Entalpi = Kullandığımız ve işe yarayan enerji
Entropi = Atık, kullanılmayan, fakat geri kazanılabilen enerji

Not: Her sürecin entropisi, başka bir sürecin veya başka kişilerin entalpisi olduğu unutulmayarak, atıkların tamamından yaralanılması şirket ana etik kurallarından biri olmalıdır.

.Bunlara ek olarak, bir çok akıllı döküm fabrikası gibi, güneş ve rüzgar gibi bedava ve yatırım fizibilitesi yüksek enerjilerden faydalanmak da, döküm tesislerinin rekabet gücünü arttırabilecektir.(Şekil 42) (30)

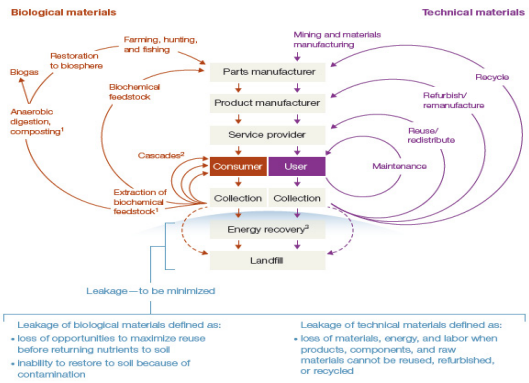
Şekil 42 : Güneş enerjisi ve rüzgar enerjilerinden yararlanan döküm fabrikaları

Dünyada atık döküm kumu için bir çok kullanım alanı bulunmuş ve uygulanmakta olup, döküm sisteminin entropisi, başka bir ihtiyaç sahibinin entalpisi olmaktadır. Türkiye'de de bir çok hammadde fiyatı yükselmeye başladığından, atık döküm kumu da başka endüstriler tarafından girdi (entalpi) olarak kullanamaya başlanılmıştır. (31)

Asfalt, yol yapımı, çimento, dolgu malzemesi, briket yapımı vs gibi her yerde uygulanan atık kum kullanım alanlarına, son yıllarda eklenen bir alan ise, atık kumun tarım toprağı olarak kullanılmasıdır. (Şekil 43)) (32)

Şekil 43 : %10 atık döküm kumu karıştırılan tarım toprağında yetiştirilen lahana ve ıspanak

Yeni ekoloji ve sanayici anayasası
" dairesel düşünce" anlayışı olmaktadır.
"Atık" anlayışının yerini "Geri Kazanım" almaktadır. Artık "Al, Üret ve At" anlayışı yeni dönemde unutulacaktır. (Şekil 44)

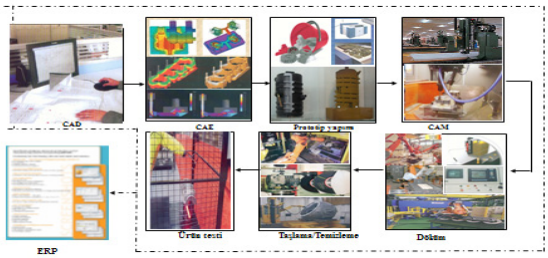


Şekil 44 : Hammadde, girdiler, ürün ve atıkların sürekli kullanılabileceği yeni anlayış: "Dairesel Düşünce" (33)

9) Sayısallaşma

21.yy sayısallaşma anlayışı, günlük hayatımızdan başlayarak, kullandığımız ürünlere, bu ürünlerin üretilmesine, yaratılmasına, hayal edilmesine ve en önemlisi maliyetlerinin düşürülerek, herkesin sahip olabilmesine olanak verecek yönde gelişmiştir.

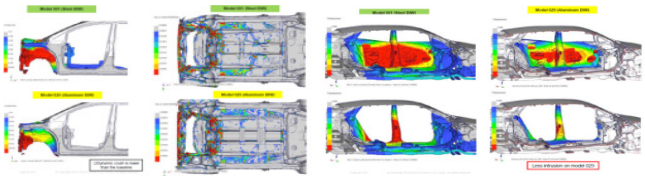
Döküm sektörünün de bu gelişmelerin dışında kalması söz konusu olmadığından, döküm ürününün kavramdan - mezara kadar olan yolculuğu artık sayısallaşmıştır.(Şekil 45-46)



Şekil 45 : Tüm döküm süreçlerindeki sayısallaşma

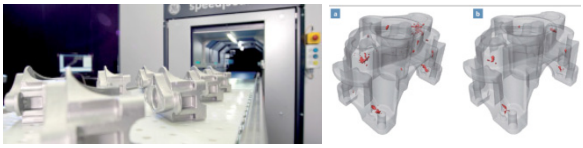
Şekil 46 : Isıl işlem süresi , çatlak simülasyonu, sıcak kırılma, maçadaki iç gerilim maçada emme, maça sandığı doldurma simülasyon örnekleri

Simulasyon sadece döküm işinde değil, araçların yol tutuşu, değişik malzemelerle yapılan karoseri ve platformların çarpışmasında ne şekil alacağının incelenmesinde de kullanılmaktadır.. (Şekil 47)



Şekil 47 : Araçlarda alüminyum veya özel çelik malzeme kullanılmasının çarpışma simülasyonu ile kontrolu

Dijital teknoloji kullanılarak, "Bilgisayarlı Tomografi" tekniği ile metalik ürünlerde çekinti, çatlak, et payı, ölçü kontrol, maça emmeleri vs gibi bir çok kontrol süratli ve güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir. (Şekil 48)



Şekil 48 : Bilgisayarlı tomografi cihazı (34)

SONUÇLAR VE İRDELEME

1) Sektörün Geleceği

Sektörün ve Türkiye sanayinin geleceğini planlarken cevaplanması gereken hususlar aşağıda verilmektedir.

a) Pazar hangi yönde gelişiyor?
b) Pazar nerelerde büyüyor?
c) Üretim teknolojileri gelişmesi ne yönde?
d) İnsan ve mali kaynaklarımız bu beklentilere cevap verebilecek kapasitede mi?
e) Dünya sınıfı üretim merkezleri haline nasıl gelebiliriz?

Ana tema: "En antremanlının ayakta kalacağıdır" (35)

Buna göre, döküm sanayinin rekabetçiliğini koruması için 5 yıl içinde geliştirmesi gereken eylem planları ise:

a) Müşteri odaklı sistemin kurulması,
b) Konsept'ten son ürüne kadar hizmet,
c) Piyasa rayicinde finansal sonuçlar ve yeterli kapital,
d) Doğru teknolojik yatırımlar,
e) İşletme ve süreç verimliliğinin arttırılması,
f) Hafif ve dayanıklı yeni ürün ve malzemeler geliştirilmesi,
g) Paydaş haklarının korunması,
h) Malzeme ve kalite yeteneklerinin arttırılması,
i) Enerji verimliliği,
j) Ürün kalite ve güvenilirliğinin arttırılması,
k) Çevre koruma, atıkların azaltılması, değerlendirilmesi, geri kazanılması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi.

Dünya döküm talebinin 100 +/- 10 milyon ton ile tepe noktasında kalacağı, dökümün kullanımının başka malzemeler ile karşılanması, ağırlıkların azalması, dünyada genç ve yaşlı nüfusta otomobil satın almaya talebin azalması gibi faktörlerle, dünya döküm üretimi miktar yerine, teknoloji yönü ile ilerleyip, önem kazanacaktır.

Dünya döküm talebi ve nakliye, müşteriye hemen hizmet verme, maliyetler nedeni ile Asya ile Orta ve Güney Amerika'ya kaymaktadır. Bu ülkelerde Türk dökümcüsünün hem yatırımı yoktur, hem de ihracatı bulunmamaktadır.

Türk döküm sektöründe işçi ücretleri AB ülkelerine göre nispeten düşük olmasına rağmen, verimlilik açısından bu ülkelerin gerisinde kalmaktadır. Aluminyum döküm üretiminde Türkiye'de 14.1 ton/kişi yıl verim alınırken, Almanya'da bu rakam 22 ton/kişi-yıl'dır. Demir bazlı metallerin dökümünde Türkiye değeri 62 ton/adam-yıl iken, Almanya'da ortalama değer 90 ton/adam-yıldır. Gene, sektörde direkt olarak çalışan kişiler göz önüne alınarak, Türkiye'de kişi başı yıllık çiro 80.000 € olmasına rağmen, Almanya'da bu değer 170.000 €, ABD'de ise 100.000 €'dur.

Türk döküm sektöründe yıllık üretimin 1.5 milyon ton olarak yeni giren ve çıkacak olan pazar ile sabitleneceği öngörülmeli, bu üretimin katma değerli ve rekabet gücü yüksek ürünlerle değerlendirilmesi düşünülmelidir.

Mevcut takr. 2 milyon tonluk kapasitedeki eski ve hantal yapı teknoloji, verim ve ekoloji yönünden yenilenmeli ve Türk döküm sektörü uluslararası rekabet gücünü arttırıcı caba içinde olmalıdır.

Yeni araçlar, makinalar ve teçhizatta kullanılan yeni döküm parçaların hepsinde, gerek enerji tasarrufu, gerekse maliyet ve sosyal baskı nedeni ile hafifleme ve malzeme değişimi söz konusu olduğundan klasik "dökümcü-müşteri" yapısına göre oluşmuş Türk döküm sektörü ve benzer sanayilere talep azalacak, ihtiyaçlar yakın, daha etkin çalışan ve verimli yeni teknolojilere uygun yatırımlar yapmış, insan kaynakları eğitimli kaynaklardan temin yoluna gidilecektir.

Kendi bilimini, teknolojisine ve tasarımına dayanan ürünler üretmeyen, müşterinin verdiği resme göre ilk kademe olan döküm parçayı üreten firmalar artık 21.yy'da varlıklarını eskisi gibi sürdüremeyecektir.

Teknolojinin ilerlemesi, pazarın yapısal değişimi, rakiplerin hızlı atakları, Türk döküm sektörünün hikayesini azaltmıştır.

2)Sektöre eleman yetiştirilmesi ve bilgi dağarcığı

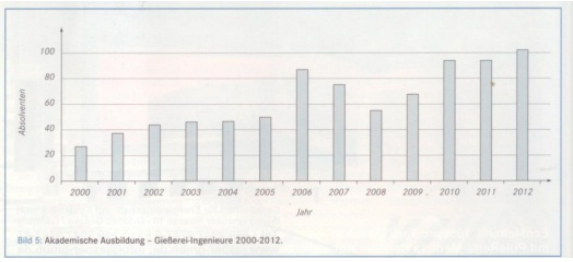
Bir çok ülkede döküm işinde çalışmak isteyen mühendis, ara kademe ve operatör seviyesinde eleman bulmak zorlaşmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde gelir barajının aşılması etkin çalışan mühendis ve bilim adamı sayısına bağlıdır.

30-35 sene evvel bu sektöre girmiş elemanların bilgileri ile beraber ayrılmaları sektörde tüm dünyada bilgi ve tecrübe eksikliği yaşanmasına neden olmaktadır.

Bir çok ülke bu konuyu önceden görerek, mühendis ve ara kademe elemanları döküm sektörüne cezbetmek üzere tanıtım programları yapmakta burslar vermektedir. (ABD: Foundry Education Foundation, Japonya: Smart. İngiltere: EAL) (37)

Almanya'da döküm mühendisi olarak 10 yıl evvel 20-25 kişi mezun olurken, yapılan tanıtım çalışmaları sonucu bu rakam 100 mezun/yıla ulaşmıştır.(Şekil 49) Özellikle Almanya'da ara kademe elemanları sektöre cezbedebilmek için, gençlerin iyi Almanca bilmeyen ebeveynlerine hitaben Türkçe broşürler dağıtılmaktadır. ABD'de 2012'de toplam 105 metalurji mühendisi mezun olmuş, bu mezunları döküm sektörüne cezbetmek için mezun olmadan adaylarla görüşmeler yapılmıştır.



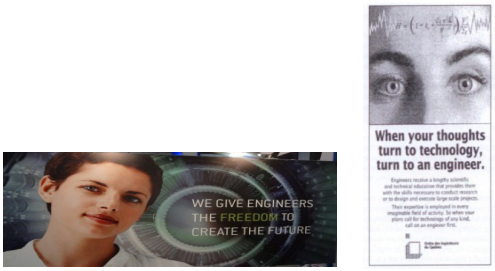
Şekil 49 : Almanya'da yıllar itibari ile yetişen döküm mühendisi sayıları (38)

Türkiye'de diğer tüm dallarda olduğu gibi metalürji mühendisi yetiştirmede de bir enflasyon vardır. Takr. 45 Metalurji Bölümünden her yıl 750 civarında mühendis mezun olmaktadır. Biraz İngilizce, biraz bilgisayar ve biraz da karbon, kükürt bilen ortalama seviyede mühendis diplomalı orta seviyede elemanlar yetiştiriyoruz. Bu arkadaşların tecrübe ve bilgileri en alt düzeyde olup, en fazla 50'sinde öğrenme, çalışma ve başarı hevesi bulunmaktadır. Her yıl metalürji sektöründe çalışmayacak işsiz mühendisler mezun edilmektedir.

Metalurji sektörünün bol miktarda ihtiyacı olan temel metalürji kavramlarına haiz, çalışmaya ve öğrenmeye hevesli mühendis ve operatörler arasında görev yapacak ara kademe elemanıdır. Bunları yetiştirecek yerler ise, yurt dışındaki sanayileşmiş ülkelerde olduğu gibi üniversite destekli enstitülerdir.

Tecrübenin satın alınması bazan çok pahalı, bazan da mümkün değildir. Elemanların tecrübe kazanana kadar beklenilmesi ve hataların maliyetine katlanılması gerekmektedir.. Maalesef, döküm fabrikalarında çalışanların tecrübeleri ve hatadan öğrenme olanakları, döküm pazarı artış hızının altında kalmaktadır.

Bir çok gelişmiş ülkede inovasyon ve yenilikçilik maddi ve manevi olarak desteklenmektedir. (Şekil 50)



Şekil 50 : Mühendisliği öne çıkaran çeşitli ilanlar

3) Türk döküm sektörünün problemleri:

Sektörün ilerlemesi ve kapasitesini etkileyen bir çok idari ve teknik problemleri bulunmaktadır:

a) Yerli araç ve makine üretiminde belirli bir yerli oran tutturma zorunluluğu olmaması,

b) Döviz/TL değerinin genelde, TL'nin değerli tutulma politikaları nedeni ile yurt dışından döküm alımı kullanıcılar için daha cazip,

c) Teknoloji nedeni ile yurt dışından alım,

d) Ana araç üretim fabrikalarının bitmiş montajlı komponent olarak yurt dışından alımları,

e) Türkiye'de işleme ve montaj tesis ve kapasitesi olmadığı için yurt dışından alım,

f) Ana şirket politikası nedeni ile ana ülkeden alma kararı,

g) Türkiye'de özel teknolojilere göre (1.5-2 mm et payı) döküm üretecek tesis olmaması,

h) Bir çok üretim sisteminin patentli olması ve ana şirketlerin buralardan mal alma zorunluluğu

i) Sektörde onaylı Arge merkezi sayısının sadece 1 adet olması (Tüm Türk sanayinde onaylı 122 Arge merkezi mevcut)

j) Sektörün her gelen işi yapma yapısı ve bu nedenle yetersiz ihtisaslaşma,

Bitmiş ürün olarak yurt dışından alınan içinde döküm ürünleri bulunan komponontler Türk döküm sektörünün yıllık 350.000 ton üretim kaybına neden olmaktadır. İşlenmiş ve montajlı bu ürünler ort. 10$/kg hesabı ile Türkiye'ye ithal edildikleri için 3.5 milyar dolarlık bir döviz kaybı söz konusu olup, bu bedelle bu ürünleri üretecek en az 5 döküm, işleme ve montaj tesisi kurulabilecektir.

Bütün bunlara göre,Türk dökümsektörünün gelecek stratejileri neler olmalıdır?

a) Tonaj mı?
b) Kar mı?
c) Pazar payı mı?
d) Belirli müşteri gruplarına liderlik mi?
e) Belirli teknolojilerde liderlik mi?
f) Belirli pazarlarda üstünlük mü?
g) İhracat mı, yerli Pazar mı?
h) Maliyetlerin kontrolü ile ürün rekabeti mi?

Sonuçta;

A) Döküm sektörü bölgesel (Kuzey Amerika, Günay Amerika, Uzak Doğu, Avrupa -Rusya, K.Afrika ve Türkiye dahil bölgesel pazarlarda büyüyecek. Bölgeler arasında döküm ticareti özel anlaşmalar veya bitmiş ürün bazında olacak.

B) Döküm ürünleri kullanıldığı yerlere yakın üretilmek zorunda kalacak. Otomotiv (2020'de 5 milyon araç üretimi) ve makine sanayinde önemli şekilde büyüyen ve yerli yatırımlara destek veren Rusya, Türk döküm sektörü için gerek ortaklık, gerek satınalma, gerekse yeni tesis kurarak pay alınabilecek bir pazar görüntüsündedir. Bir başka yurt dışı yatırım olanağı, Hindistan olup, şartlar değerlendirilmelidir.

C) Ürün fiyatı: Ucuz olmak pazar payı için her zaman yeterli değildir.(Şekil 51) Ucuz satılacak kategorideki bir ürün, satınalmacının fiyat indirimi için sürekli baskı yapacağı bir üründür.

Her ürün için, sizin tesisinizin yetenekleri, yeri, performansı, mali durumu, vazgeçilmezliği gibi birçok faktöre dayanan "iyi" bir satınalmacının kafasında oluşmuş bir "algılanan değer" vardır. Fiyatınız bunun üstünde ise, işi almak zor, altında ise beraber çalışma olanağı oluşacaktır.

Şekil 51 : Satın alınan ürünün toplam maliyeti

D) Dökme demir üretiminde yerli katkı %60, çelik dökümde %70, alüminyum dökümde %45 olduğundan, tüm süreçlerde verimlilik arttırılması, Türk döküm sektörünün rekabet avantajını belirginleştirecektir. Teknoloji, maliyet, dijitalleşme, ekoloji, enerji, eğitimli/yetenekli insan kaynağı, müşteri ilişkileri rekabette önemli faktörler olacaktır.

Bütün bu a) teknolojiler, b) bilgi, c) yatırımlar d) elemanlar, e) yönetim teknikleri, f) dijitalleşme, g) otomas-yonunuz var ise ve bunları yeterince uygulayabilirsek, artık ideal hedefleri hayal etmeye hakkımız olmalıdır.

a) Kalıp verimi = %100
b) İş kazaları = %0
c) Sakat/Fire = %0
d) Pota yok
e) Maça makinası yok
f) Model/kalıp yok,
g) +/- 0.8 mm gibi geniş toleranslar yok
h) En iyi ve verimli döküm metoduna çok yakınız
i) Müşteriler ile uyuşmazlığın unutulduğu ve bu döküm tecrübesinin hem döküm üreticisi, hem de kullanıcının hizmetinde olduğu bir dünya

Türk döküm üreticileri oyunda kalmak istiyorlarsa; az işçilik, az enerji, en az fire ile en hafif, en sağlam, en teknolojik, en ucuz, en rekabetçi ürünü üretmenin ve bunu pazarlamanın yolunu bulup, uygulamak zorundadır.

SON SÖZ

Cevap aradığım kafama takılan sorular...

1) Metalurji ve otomotiv sektörü yeni global eğilimler ve dünyanın neresinde???
2) Bu teknoloji ve pazar değişimine döküm sektörünün cevabı ne olacak?
3) Türk Metalurji Bilimi olarak, eğitimi ve araştırması ile değişen dünya malzeme ve üretim teknolojilerinde neredeyiz?
4)Türk döküm sektörü için ucuz işçilik avantajı hala var mı? Varsa bile, gerçekten avantaj mı?
5)Türkiye'deki bilgisi ve heyecanı sınırlı mühendis enflasyonu doğru bir strateji mi?
6) Türkiye'deki döküm tesislerinin bölgesel dağılımı normal mi, sürdürülebilir mi? Bu tesislerin ne kadarı dünya kalite ve hizmet anlayışına sahip? Finansal dayanıklılık açısından güçleri ne kadar?
7) Mevcut kapasitenin gerekli teknik modernleşme ile rekabetçiliği arttırılarak kullanıma açılması, komple yeni yatırımdan daha fazla fizibil olmaz mı?

8)Döküm ve metalürji sektöründe ne kadar öncüyüz? Dünya nerede biz neredeyiz? Herşey yıllık üretim tonajı mı? Yoksa rekabet gücü ve inovasyon mu? Bu tonajlar ve sıralama gelecek yıllarda tutulabilecek mi?

9)Kapanan veya satılan döküm fabrikalarının hatalarından neler öğrenmeliyiz ?

10) Müşteriler için kendi kendinize sormanız gereken sorular neler?

11)Başka şirketler başarılı oluyor da, ben niye olamıyorum?

12)Büyüyen ve başarılı şirketlerin temel taşları nelerdir?

13) Yeni beklenti ve gelişmelere döküm sektörünün cevabı ne olacak?

14) Bütün bunlara göre,Türk döküm sektörünün gelecek stratejileri neler olmalıdır?

15) Türk metalurji sektörünün net ekonomik katkısı nedir?

16) Sanayi sektöründe az enerjili, çok beyin girdili işler de şansımız nedir?

KAYNAKLAR

1) J.Manyika, Distruptive Technologies, Mc.Kinse, Mayıs 2013

2) Fan Gi, Status and Outlook of China Foundry Industry, IFF, Sept 2012

3) M.Schwartzlander, Metalcasting Growth Strageties, Foundry M+T,Feb 2013

4) G.Wolf, Global Trends in Foundry Technology and Casting Production, VDG, 2012

5) EU Foundry and Automotive Industry Forecasts, CAEF, November 2013

6) TÜDOKSAD Raporları, 2012,2013

7) F.Özatay, Türkiye Ekonomisi; Nerede? Nereye?,Tüdoksad, Kasım 2013

8) S.Udvardy, State of the Industry, NADCA, Ekim 2013

9) Future Automotive Industry Structure, 2025, Oliver Wyman, 2012

10) W.Diez, Competing in the Global Truck Industry, KPMG, Eylül 2011

11) Rightsizing Europe, Roland Berger Report, Mart 2013

12) H.Wolff, Energy Efficiency in Foundries, Metal Casting Conference,S.Africa, 2013

13) A.Weber, New Materials Allow Soldiers to Shed Weight, Assembly, Kasım 2013

14) H.Koch, Innovative Lösungen in Aluminium durch Werkstoffentwicklung, Trimet, 2013

15) Future Developments in the Automotive Industry and its Markets, Management Engineers Report,IFF, 2010

16) Advanced High-Strength Steel Family Car, World Steel Organisation, www.worldsteel.org,2008

17) Nano Steels, Arcelor-Mittai, 2013

18) J.Beckmann, Evolutionaere Strategien zur Gestaltung moderner Gussbauteile, Giesserei, 05/2007

19) Guss-Abdeckung im Wabendesign, Birco Baustoffwerk GmbH,

20) L.Kniewallner, Bionik und Guss-eine gute Kombination, Giesserei-Rundschau, 2009

21) D.Weiss, Foundries: The Final Frontier-the Next Thousand Years of Casting Technology, AFS Transactions, 2009

22) Modern Casting, AFS, Mart 2010

23) T.Wohlers, Worlwide Trends in Additive Manufacturing, RapidTech Conference Proceedings, 2009

24) B.Stucker, İmproving Implants Using Laser-based Metal Deposition Technologies, BoneZone, 2010

25) J.Danko,Use of Additive Manufacturing in Foundry Patternmaking, 2013 Annual Additive Manufacturing Users Group Conference, 2013

26)Additive Manufacturing, Roland Berger Study, Kasım 2013

27) N.Gerth, Prozessoptimierung in Druckgiessverfahren, Giesserei, 04/2013

28) T.Hessmann, Dawn of the Smart Factory, Industry Week, Şubat 2013

29) W.Lutz, In Pursuit of Manufacturing Excellence, www.terrylutz.net, 2013

30) Y.Günay, Döküm Fabrikaları da Bir Enerji Şirketi Olmak Zorundadır, 6..Döküm Kongresi, İstanbul, Eylül 2012

31) Y.Günay, Döküm Fabrikaları, Ekoloji ve Enerji, Ortak Yaşam Mümkün mü?, 3.Döküm ve Çevre Konferansı, İstanbul, 2009

32) R.Dungan, Solutions for Waste in the Foundry Sector, Agricultural Research Service, 2012

33) M.Zils, Moving Toward a Circular Economy, McKinsey Report, Şubat 2014

34) E.Amboss, High Speed Computer Tomography Employed in Pressure Die Casting, Casting Plant and Technology, 03/2012

35) Y.Günay, What Do We Do Next; To Survive, Grow and Be Distinquished, Proceedings of the 69th World Foundry Congress, Ekim 2010

36) Y.Günay, Türk Döküm Sanayinin Rekabet Gücü, 5.Döküm Kongresi, İstanbul, Kasım 2010

37) P.A.Murrell, Developing the Future Workforce, WFC, Bilbao, 2014

38) G.Landerl, Gussanwendungen Gestern, Heute und Morgen, Giesserei, 01/2014