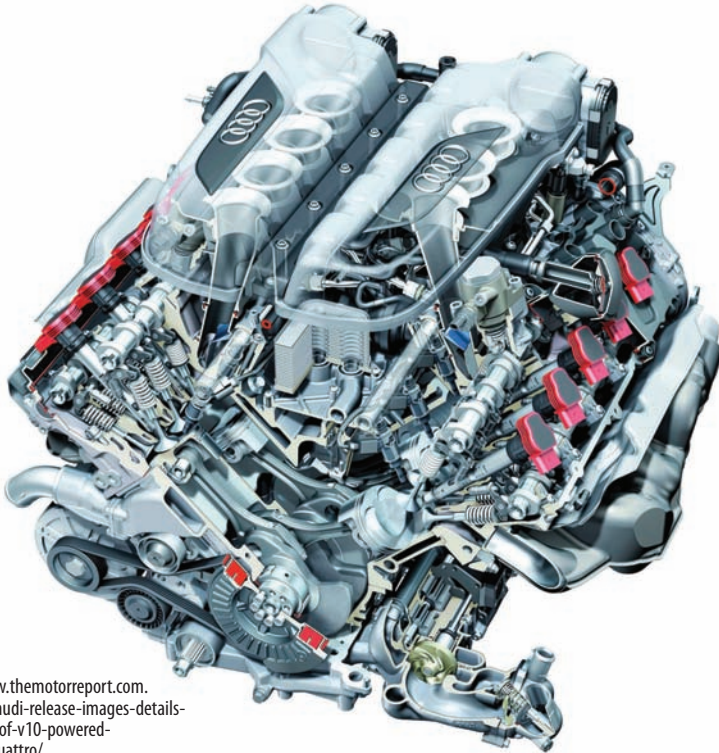


Otomotivde Alüminyumun Cazibesi

Doğal enerji kaynaklarının kıtlığı ve ekolojik dengenin bozulması konusundaki kaygılarla şekillenen yasal düzenlemeler, tüm endüstriyel yakıt tüketicilerine yakıt tasarrufunu şart koşuyor. Son 30 yılda trafikteki araç sayısının üç kat arttığı Avrupa Birliği ülkelerinde, karbondioksit (CO₂) salımlarının yaklaşık dörtte birinden ekonominin vazgeçilmez unsurlarından biri olan kara taşımacılığı sorumludur. Bu nedenle, kara taşımacılığına ve ekonominin rekabet gücüne zarar vermeden çevreyi korumak Avrupa Birliği'nin önceliklerinden biri olmuştur. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir eki olan ve şimdiye kadar 183 ülkenin imzalayıp kabul ettiği Kyoto Protokolü'ne göre otomobillerde CO₂ salımlarının günümüzdeki sınırı 140 gr/km'dir.

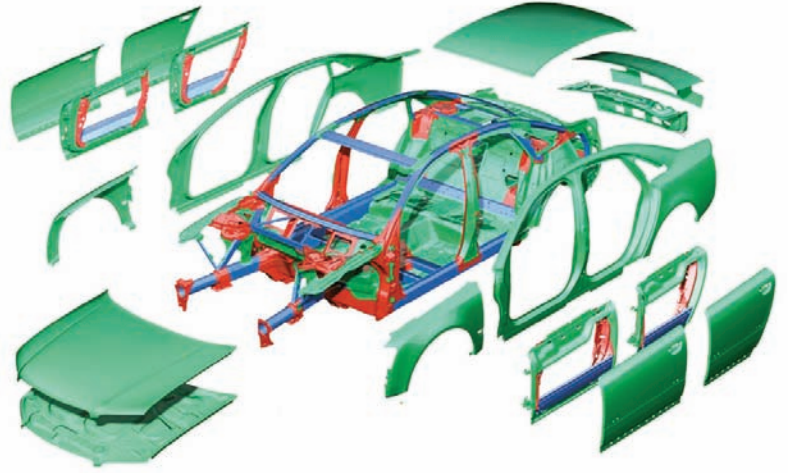


Günümüzde otomotiv sanayi, yoğun uluslararası rekabet, çevreyi korumaya yönelik yasal düzenlemeler, kamuoyu duyarlılığı, her geçen artan konfor ve güvenlik talepleri ile yeni hedefler peşindedir. Bu hedeflere ulaşılmasında taşıt ağırlığı kilit faktörlerden biridir. Daha az yakıt tüketecek, çevre dostu bir otomobil daha hafif olmalıdır. Tasarım değişiklikleri dışında bunu sağlayabilecek yegâne yol, otomobil imalatında daha hafif malzemeler kullanmaktır. Ekolojik dengenin korunması kaygısıyla seçilecek yöntemlerin maliyet yükü de karşılanabilir ve makul seviyelerde olmalıdır. Alüminyum güvenlikten ödün vermeden, konfordan vazgeçmeden, daha az yakıt tüketen çevre dostu bir otomobilin tasarımında kullanılacak en cazip yapı malzemesidir. Önümüzdeki 10 yılda, yakın geçmişte başarıyla sonuçlanan denemelerin verdiği cesaretle her boy ve sınıftaki taşıtta alüminyum kullanımının artması bekleniyor.

Demirden üç kat hafif olan alüminyumun uygun alaşımlama teknikleri ile birim ağırlık için mukavemet değeri çeliğinkinden iki kat fazladır. Orta büyüklükteki bir otomobil gövdesinde çelik sac yerine alüminyum kullanılmasıyla gövde ağırlığının, performansta bir eksilme meydana gelmeden % 50 oranında yani 140 kg kadar azaltılması mümkündür. Taşıt ağırlığındaki her % 10'luk azalma, % 6-8 oranında bir yakıt tasarrufu sağlar. Bu da taşıtın trafik ömrü sonunda 2000 litrenin üstünde benzin tasarrufuna denk gelir. İki kilogram çeliğin yerine kullanılan her bir kilogram alüminyum, bir otomobilin trafik ömrü boyunca toplam egzoz salımı yaklaşık 10 kg kadar azalır.

Alüminyum gövdeli bir otomobilin ağırlık merkezi yola yaklaştığından yol tutuşu artar, fren mesafesi kısalır; ayrıca otomobil daha kısa sürede hızlanır. Yüzde 50 daha hafif gövdeli bir otomobilin (taşıtın toplam ağırlığının % 15-20 kadarı) 100 km/saat süratten duruşa geçme mesafesi bir taşıt boyu kadar kısalır. Sağladığı rijit (kuvvet veya moment etkisi altında şekil değiştirmeyen, formunu koruyan) yapı ve düşük taşıt ağırlığı ile alüminyum, çeliğe kıyasla daha iyi kararlılık ve manevra sağlar, gürültü ve titreşimi azaltır. Bu durum otomobilin yol tutuşunu ve virajlarda güvenliği artırır. Alüminyum gövdeli taşıtlarda lastiklerle yol arasındaki kayma açısı azalır ve bu sayede taşıt direksiyon manevralarına doğrudan, güvenle ve süratle uyum sağlar. Alüminyum gövdelerin rijitliği sürücünün yolu hissetmesini kolaylaştırır ve daha seri ve hassas kontrole imkân tanıyarak sürüş güvenliğini artırır. Özetle, alüminyum motor kapasitesini artırmadan daha iyi performans, mükemmel yol tutuşu ve sürüş konforu sağlarken titreşim ve gürültüleri en aza indirir.

Otomotiv uygulamalarında tercih edilmesinin başlıca gerekçesi hafiflik olmakla birlikte alüminyumun göz ardı edilemeyecek başka üstünlükleri de vardır. Uygun alaşım ve üretim tekniği seçimi ve tasarımlarla alüminyum gövdeli taşıtların dayanıklılık ve çarpışma-güvenlik performansı çelikten imal edilenlerden çoğu kez üstündür. Yoğunluk farkı hesaba katıldığında alüminyum çeliğe kıyasla 2,5 kat daha dayanıklıdır. Otomotiv uygulamaları için üretilen bazı alüminyum alaşımlarının mukavemeti 430 MPa (mega pascal) seviyelerindedir. Diğer yandan alüminyum alaşımları sıfırın altındaki sıcaklıklarda bile kırılma direnci yüksek ve dayanıklıdır. Enerji soğurma kapasitelerinin plastik malzemelerden ve çelikten daha yüksek olması, yapısal gövde uygulamalarında ve kapı içi pro-

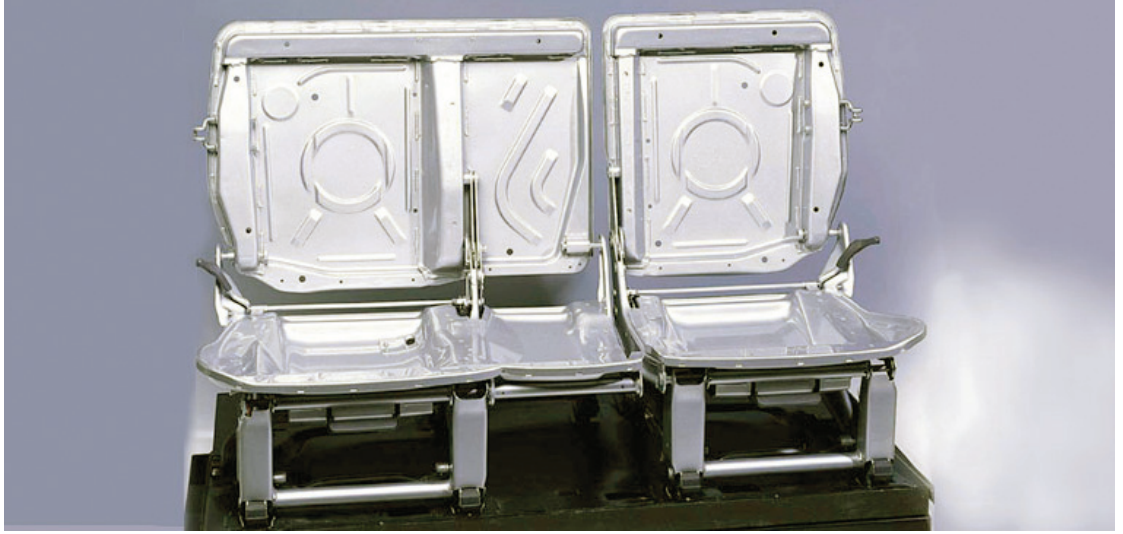


filleri, tampon arka kutuları gibi güvenlik modüllerinde büyük avantaj sağlar. Alüminyumdan imal edilen tampon kutuları çarpışmalarda akordeon gibi katlanarak çarpışma kuvvetlerini emer ve taşıt içindeki sürücü ve yolcuları korur. Alüminyum çarpışma güvenliği için ön ve arka buruşma bölgelerinin derinliğini ve direncini artırma imkânı tanır. Tamamen alüminyumdan imal edilmiş olan Audi A8 modeli, sürücü ve ön yolcu için ABD'de en yüksek güvenlik notunu almıştır.

Alüminyum şekillendirilmesi en kolay metallerden biridir. Yüksek silisli alüminyum alaşımlarının akışkanlığı yüksek, dökülebilirliği mükemmeldir. Alüminyum alaşımları çeşitli plastik şekil verme ve talaşlı imalat tekniklerine de son derece uygundur. Alüminyumdan çok karmaşık şekilli profiller, çok ince levhalar üretilebilir. Alüminyum levhalar derin çekilebilir, kesilebilir, delinebi-

Audi A8 model bir otomobildeki alüminyum levha, profil ve döküm parçaların yapısal gövde uygulamadaki dağılımı. En üstteki resimde yeşil renkli parçalar levha, mavi renkli olanlar profil ve kırmızı renkle işaretlenmiş olanlar döküm tekniği ile üretilmiş parçaları gösteriyor.

Alüminyum levhalardan imal edilmiş arka koltuk oturma modülleri



Alüminyum gofrajlı levhadan üretilmiş benzin deposu ısı kalkanı



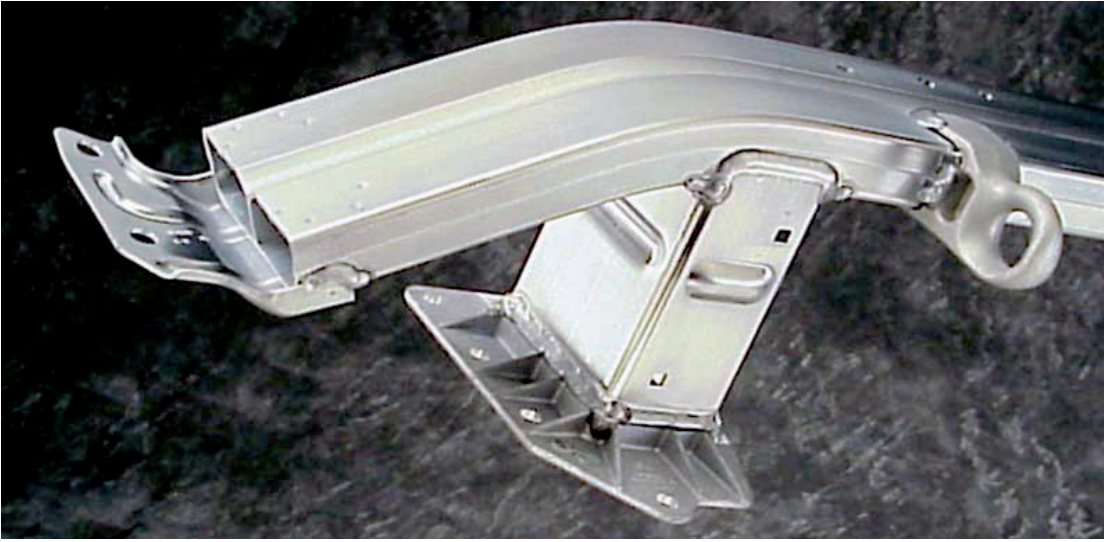
Alüminyumun üstün şekil alma kapasitesi sayesinde alüminyum levhadan tek işlemlerde preslenmiş ön ızgaralı kaporta

lır, dövme tekniği ile şekillendirilebilir. Kaynak, lehim, yapıştırma, perçinleme gibi otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan tekniklerin tümü ile birleştirilebilir. Levha, profil, dökme ve dövme parça gibi değişik yarı mamül formları yüksek performans, yüksek kalite ve düşük maliyet öğelerini buluşturan ve parçaların entegrasyonuna izin veren yaratıcı tasarımlar ve seri üretim için son derece uygundur.

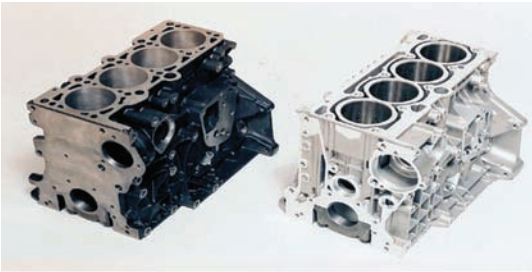
Alüminyum elektriği iyi iletir. Elektriği iyi iletmediği için statik elektrik taşımaz ve kıvılcımlanmaz. Bu sayede benzin deposu ısı kalkanı uygulamaları için idealdir. Alüminyum alaşımları yüksek ısı iletkenliğine de sahiptir. Yoğunluk farkı hesaba katıldığında ısıyı bakırdan yaklaşık iki kat, çelikten üç kat daha iyi iletir. Bu sayede radyatör, klima sistemleri gibi, ısı değişimi için tasarlanan otomotiv uygulamalarında eşsizdir. Yanma ısısının süratle aktarılabilmesi özellikle otomobillerde motor uygulamaları için çok caziptir.

Alüminyum ve alaşımları estetik bir görünüme sahiptir; agrasif atmosferik koşullara karşı dayanıklıdır ve kolay kolay paslanmaz. Eloksal, boya ve parlatma gibi yüzey işlemlerine mükemmel yanıt verir. Alüminyum yüzeyine ulaşan ışığın % 80'ini, ısının ise % 90'ını yansıtır. Işığı yansıtma özelliği dekoratif uygulamalar, ısı yansıtma özelliği ise ısı radyasyonuna karşı ısı kalkanı uygulamaları için idealdir.

Özelliklerinden bir şey kaybetmeden tekrar tekrar ve yüksek verimlilikle geri kazanılabilmesi alüminyumun cazip kılar. Bu, hem ekonomik hem de ekolojik yönden önemlidir. Bir otomobilde kullanılan alüminyum parçaların neredeyse tamamı "geri kazanılabilir"dir. Bir binek otomobilinde kullanılan alüminyum miktarı toplam taşıt ağırlı-



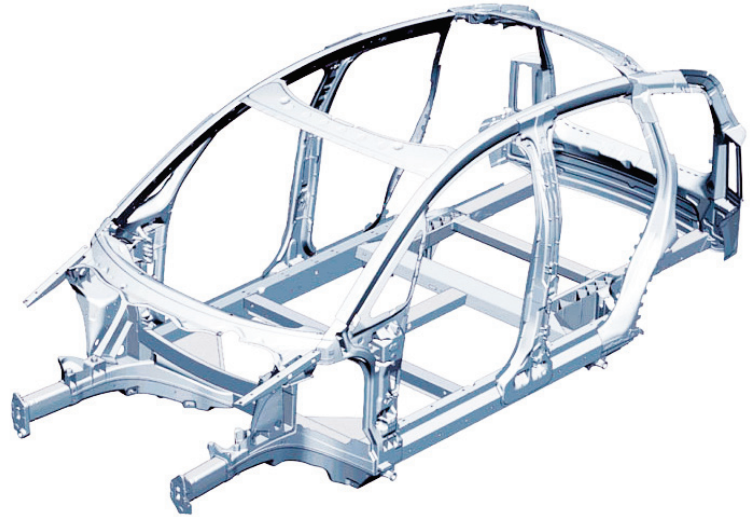
Özel olarak ısıl işlem uygulanan alüminyum profillerden üretilmiş tampon ve çarpışma kutusu



Alüminyumun en yaygın kullanıldığı döküm uygulamalarından biri: motor blokları

mun profil, levha, döküm parça gibi değişik formlarda ve rahatlıkla bulunabilir olması, geri kazanılabilirliği ve seri-ekonomik üretime uygunluğu sayesinde otomotiv sanayindeki tüketiminin önümüzdeki yıllarda hissedilir şekilde artması bekleniyor. Çünkü, alüminyum çevre dostu, güvenli ve sürüş keyfi veren otomobillerin üretimi için en cazip malzeme seçeneğidir.

Alüminyum profiller ve döküm tekniği ile üretilmiş bağlantı modüllerinden imal edilen bir gövde kafesi



ğının sadece % 5-10'u kadarken, taşıtın hurda değerinin yaklaşık % 50'lik kısmı alüminyum parçalardan gelir. Alüminyumun hurda değerinin yüksek olması, geri kazanımı özendiricidir; bu konuda yaptırımlar uygulanmasını gereksiz kılar. Günümüzde otomotiv uygulamalarında kullanılan alüminyumun yaklaşık % 90'ı geri kazanılır ve kalite özelliklerinden hiçbir şey kaybetmeden tekrar değerlendirilir. Geri kazanım için harcanan enerji, külçe alüminyum üretiminde tüketilen enerji miktarının sadece % 5'i kadardır; bu şekilde ortaya çıkan zararlı gaz atıklar da % 95 oranında azalır. Bugün otomobil üretiminde kullanılan alüminyumun yaklaşık % 70'i hurda alüminyumlardan geri kazanılmış alüminyumdur.

AB'de üretilen tipik bir aile otomobilinde alüminyum kullanımı 1990'da 50 kg civarındayken 2005 yılında 132 kg'yi bulmuştur ve 2010'da bu rakamın 165 kg'yi aşması bekleniyor. Küçük ve orta büyüklükteki otomobillerde 50-200 kg kadar olan alüminyum kullanımı, A8 gibi lüks modellerde 300-550 kg'ye çıkar. Alüminyum yeni nesil çeliklerle, magnezyum ve fiber takviyeli plastiklerle ciddi bir rekabet içindedir. Buna rağmen alüminyu-

Kaynaklar

"Environmental Management-Life Cycle Assessment: Goal and Scope Definition and Inventory Analysis", ISO 14041, 1 Ekim 1998.
Stodosky, F. et.al., Proc. Conf. The Second World Car, Riverside, CA., Mart 1995.
Sullivan, J. L., Proc. Conf. Total Life Cycle, Bildiri no: 982160, Society of Automotive Engineers, Graz, Aralık 1998.
Ross, M., Annual Review Energy Environment, 19, s. 75-112, 1994.
J. Sullivan, J. ve Hu, J., Proc. SAE Life Cycle Conference, Viyana, Avusturya, Ekim 1995.
Franze, H., Metz, N., Neuman, U., Proc. SAE Life Cycle Conference, Viyana, Avusturya, Ekim 1995.
Ridge, L., Proc. Conf. Total Life Cycle, Bildiri no: 982185, Society of Automotive Engineers, Graz, Aralık 1998.
Benedyk, J., Light Metal Age, s. 73, Aralık 2000.
Aluminum Association web sitesi: www.aluminum.org

Langerak, N., International Body Engineering Conference 1997, Stuttgart, Almanya, 1997.
Morita, A., Proc. Int. Conf. Aluminum Alloys, 1. cilt, s. 25, 1998.
McVay, G. L., Courtright, E. L., Jones, R. H., Smith, M. T., *Light Metal Age*, s. 6, 1998.
Warren, A. S., *Aluminium*, 67, 1991, s. 1078.
Hirsch, J., Materials Science Forum, Cilt 242, s.33, 1997.
Garzia, C., Mollona, E., "Aluminium for the Transportation Industry in Europe", Egea, 2002.
Jonason, P., "Lightweighting with Aluminium-Trends and Advantages in the Automotive Sector", *Aluminium 2000*, Essen, Almanya, Eylül 2000.
Hirsch, J., Proceedings 9th. International Conference, *Aluminum Alloys*, s.15, 2004.
European Aluminum Association web sitesi - Automotive Aluminium Manual: www.eaa.net/aam