

OTOMOTİV MALZEME TEKNOLOJİLERİNDEKİ GELİŞMELER

Remzi GÖREN, Osman ELDOĞAN, Adnan PARLAK

Özet - Malzeme bilimindeki ilerlemeler yeni teknolojilerin gelişmesine neden olurken, beraberinde çağdaş tasarımların gerçekleştirilmesi içinde yeni imkanlar sağlamaktadır. Bu gelişmelerin önemli örneklerinden büyük bir kısmı otomotiv sanayisinde görülebilmektedir. Bu çalışma, taşıt tasarımı yönünden odun esash ilk taşıtlardan günümüze ve geleceğe yönelik olarak gelişen otomotiv sanayi malzemelerine genel bir bakışı içermekte, çeşitli uygulamalar hakkında bilgiler vermektedir.

Anahtar Kelimele- Taşıt malzemeleri, Taşıt Tasarımı

Abstract - The developments for material technologies, one hand, cause the developing modern technologies, the other hand the realizing of the science fictions requirement also to the developments in the material science. The most important examples in these developments are for automotive industries. This study covers the developments of vehicle materials which start from the wood based first vehicle to the advanced vehicles.

Keywords - Automotive Materials, Vehicle Design

I. GİRİŞ

Günümüzün insan hayatında çok önemli bir yer tutan motorlu taşıtlar, sağladığı nimetlerin yanı sıra tüm dünyayı etkileyen bir dizi problemi de beraberinde getirmiştir. Dünyada 2020 yılında 800 milyon civarında olacağı tahmin edilen motorlu taşıtlar, çevresel olarak sonlu kaynakların hızla tüketilmesi, zararlı emisyonlar ve sera etkisi gibi tüm insanlığı ilgilendiren problemlere sebep olmaktadır. Oluşan bu problemlerin çözümü için taşıt teknolojisindeki gelişmeler, toplu taşıma, ITS, telekomünikasyon, kendine yeterli topluluklar (dışarıya ihtiyacın azaltılması) oluşturma gibi imkanlar çözüm arayışları arasında sayılırken, taşıtlarla ilgili olarak alternatif yakıtlar, alternatif enerji kaynakları, uygulama verimlerinin artırılması, araç ağırlığının azaltılması (-ki dolayısıyla yeni malzemeler ve alternatif tasarımlar, küçük-hafif araç üretimi, yeni üretim yöntemleri vb.

R. Gören, DPÜ Müh. Fak., KÜTAHYA
O. Eldoğan, A. Parlak, SAÜ TEF., SAKARYA

çalışmalar) bir imkan olarak karşımızda çıkmaktadır [1].

Taşıt tasarımı çalışmaları kapsamında kullanılan malzemelerin uygulama alanı içinde belirgin özelliğinin saptanması, öncelikli özellik yada özelliklerinden yararlanılması, mevcut malzemelere ilave özelliklerinden kazandırılması ve aynı uygulama alanı için daha ekonomik ve daha çok fonksiyonel özelliklere sahip alternatif malzeme ve tasarımların geliştirilmesi çabaları sürekli olarak devam etmektedir. Bu bağlamda mühendislik uygulamalarda geleneksel malzemeler yerine alternatif malzeme ve tasarımlara yönelmenin nedenlerine bakacak olursak karşımıza malzemenin çevreye etkileri (üretim ve geri kazanımda kullanılan teknoloji), ekonomikliği, hafif ve geleneksel malzemelerle en azından ölçülebilir özelliklere sahip olması, geri kazanılabilir (ve değerlendirilebilir) olması ve üretim maliyetleri gibi faktörler karşımıza çıkmaktadır. Pazar ve rekabet ortamı ise geliştirme ve üretim maliyetlerinin azaltılmasını gerektirmekte, dolayısıyla yeni teknolojiler de önem kazanmaktadır.

II. TASARIMDA ÖNEMLİ PARAMETRELER VE MALZEME UYGULAMALARI

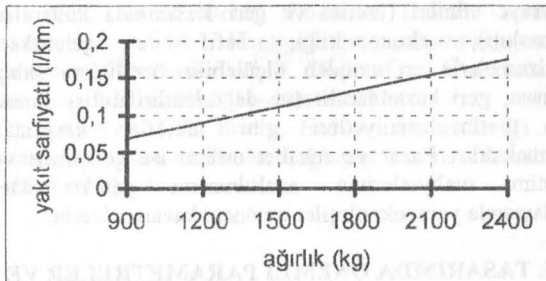
Taşıt tasarımı yönünden malzemeler özellikle emniyet, konfor, ömür ve ekonomiklik açısından önemlidir. Özellikle geçtiğimiz birkaç on yıl zarfında malzeme teknolojilerindeki gelişmelere bakıldığında, modern taşıtlar için emniyetlilik, çevreye olumsuz etkilerinin azaltılması ve elektronik donanımlar üzerinde yoğun bir şekilde durulmaktadır.

Şekil ve malzeme optimizasyonu bakımından, önemli bir taşıt tasarımı parametresi olan emniyetlilikle ilgili bir örnek verecek olursak: taşıt boyutu ile yaralanma/ölüm riski oranları arası ilişki kaza istatistiklerinden kolaylıkla görülebilmekte olup; araç boyutu küçüldükçe risk artmaktadır. Ancak, 1970 öncesine göre bakıldığında bugünün araçları hem 4 kat daha güvenli, hem %10 daha küçük, hem de %20 daha hafiftir [2]. Bu sonuç bize malzeme teknolojisi ve tasarımdaki gelişmelerin önemini göstermektedir.

Otomotiv sanayinin gelecekle ilgili tasarımlarında malzeme dizaynı, performans ve alternatiflerindeki seçimi

etkileyecek başlıca faktör *ağırlık azalımıdır*. Taşıt ağırlığının azaltılabilmesi taşıt açısından doğrudan bir öneme sahip olmakla beraber, çevre duyarlılığını da öne çıkarmaktadır. Daha hafif araçlar için daha az yakıt sarfi gerekmesinin yanı sıra, daha az yakıt sarfi, daha az zararlı emisyonuna neden olacaktır. Taşıt ağırlığının azaltılması ayrıca güç üretim ve iletim organlarının küçülmesini de beraberinde getirmektedir. Taşıt ağırlığının azalması, yakıt pilleri, hibrid motor vb. güç kaynaklarının taşıtlarda uygulanabilirliklerini de olumlu yönde etkilemektedir.

Taşıtlarda daha hafif malzemelerin kullanımı iki türlü ağırlık azalmasına sebep olmaktadır. Ağır malzemelerin yerine daha hafifinin kullanılmasıyla elde edilen "direk azalma", ve daha hafif malzeme kullanımıyla bunları destekleyen/taşıyan malzemelerde oluşan "dolaylı azalma". Mesela 2,5kg demir/çelik yerine kullanılan 1kg Al, ağırlıkta 1,5kg direk azalmaya sebep olurken, bu değer yaklaşık %50'si kadar da dolaylı azalma sağlayarak toplam 2,25kg'lık bir ağırlık azalmasına sebep olabilmektedir [3]. Araç ağırlığını azaltılabilmenin yolu ise ya malzeme tasarımlarında yapılabilecek optimizasyonlar, ya da düşük yoğunluklu malzeme kullanımıdır.



Şekil 1. Benzinli binek otomobillerin ağırlıklarına göre ortalama yakıt sarfiyatı [3]

1769'da Cugrot'un yapmış olduğu ilk araçta kullanılan ana malzeme odundu. Ancak bilinen anlamıyla, kullanıcıya ulaşan ilk metal esaslı araç Ford'un Model T'sidir. Bu araç demir esaslı malzemelerden üretilmiş olup $\frac{3}{4}$ 'ünden fazlası çelik ve dökme demirden oluşmaktaydı. Zaman içerisinde taşıt ağırlığını azaltmak amacıyla yüksek dayanımlı çelikler, alüminyum ve plastik esaslı malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojik yenilikler sadece yapısal malzemelerde değil fonksiyonel malzemelerde de sürmekte olup; özellikle fren, ateşleme sistemleri, elektronik donanımlar gibi taşıt elemanlarına ait uygulamalarda *kompozit, seramik ve özel alaşımlı malzemelerin* kullanımında sürekli gelişme ve yenilikler görülmektedir.

Sektörel bazda baktığımızda, otomotiv sanayiinde yeni malzeme ve teknoloji arayışları, farklı malzeme sektörleri arası rekabeti de kızıştırmıştır. Özellikle taşıtlarda demir esaslı malzemeler yerine alüminyum kullanımının artması, çelik endüstrisi üzerinde yeni ürün ve tasarımlar

geliştirme yönünde itici bir etken olmuştur. Özellikle 90'lı yılların 2. yarısında Çelik Sanayii "hafif" ürün geliştirme üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çerçevede ULSAB (ultra light steel auto body), ULSAC (ultra light steel auto closures), ULSAS (ultra light steel auto suspension) gibi programlar üzerinde çalışılarak çelik esaslı hafif konstrüksiyonlar geliştirilmiştir [4]. Ayrıca hafifliği dolayısıyla tercih sebebi olan Al için, ULSAB çerçevesinde yapılan değerlendirmelerde yüksek oranlı Al kullanılan araçlarda da CO₂ emisyonlarının büyük problem oluşturduğu değerlendirilerek 1 ton Al üretiminde, 1 ton çelik üretimine nazaran 10 kat fazla CO₂ yayıldığı belirtilmekte; yine Al ağırlıklı olarak üretilen bir aracın 35-40 yıl kullanımında kalması durumunda, araç için Al üretiminde yayılan CO₂'yi ancak karşılayacağı ifade edilmektedir [5].

II.1 Taşıtlarda Çeşitli Malzeme Uygulamaları

Günümüz araçlarında kullanılan gövde yapı elemanı malzemelerinin yaklaşık %25'i yüksek dayanımlı çeliklerden (HSS) oluşmaktadır. Çelik üretim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak, et kalınlıkları küçük olmasına rağmen daha üstün mekanik özelliklere sahip çelikler üretilerek, tasarımdaki geliştirmelerle beraber %20'nin üzerinde ağırlık azaltımı sağlanmıştır. Burada özellikle *form optimizasyonu* önemli rol oynamaktadır. Şekil verilebilirlik, dayanım, düktilite, ve şekil değiştirme sertleşmesi büyük imkanlar sağlamakta, özellikle kazalarda konvensiyonel HSS'lere göre yeni HSS'lerde absorbe edilen enerji miktarı artmaktadır.

Alaşım elementi olarak çeliklerde Ti kullanımı da hızla artmaktadır. Nissan Cima'da Ti alaşımı emme ve egzoz süpaplarda kullanılarak, süpaplarda ısı dayanımları önemli ölçüde artırılmıştır (Emme süpaplari için 400-500°C, egzoz süpaplari için 900°C). [6]

Tablo 1'de özellikle demir ve çelik esaslı malzemelere alternatif olarak kullanılan bazı malzemelerle elde edilen ağırlık azalmaları görülmektedir. Tabloda son kolon, hafif malzemelerin yerini aldıkları malzemelere göre göreceli fiyatlarını göstermektedir. Görüldüğü gibi, bu malzemelerin fiyatlarının düşürülmesi, maliyetlerin düşürülmesi ve kullanımının artması açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Yeni malzeme maliyetlerindeki fazlalık üretim teknolojileri, üretim miktarları, üretimde çevreye olan etkileri v.s. gibi çeşitli faktörlerden dolayı olabilmektedir. Daha büyük ağırlık azalımı sağlanabilecek bir kısım malzeme uygulamaları ise Tablo 2'de görülmektedir. Ancak bu uygulamalar günümüzde bazı yarış otomobilleri ve sınırlı uygulamalarda karşımıza çıkabilmektedir.

Ağırlık azaltımı yönünden Al çok önemli bir malzemedir. Günümüzde ortalama olarak otomobillerde Al'un payı

Tablo 1. Taşıtlarda hafif malzeme kullanımıyla olabilecek ağırlık azalmaları [7]

Potansiyel veya Alternatif Malzeme	Kullanımı Yaygın geleneksel Malzeme	Taşıt Hafiflik %'si	Göreceli Fiyat (malzeme ve üretim dahil)
Yüksek dayanımlı çelik	Yumuşak Çelik	10	1
Al	Çelik, D. Demir	40-60	1,3-2
Mg	Çelik veya D. Demir	60-75	1,5-2,5
Mg	Al	25-35	1-1,5
Cam FTP	Çelik	25-35	1-1,5

Tablo 2. Taşıtlarda düşük ağırlıklı malzeme uygulama örnekleri [7]

Malzeme	Uygulama Alanı	Örnek Araç
Al levha	Kaput, çamurluk, motor kapağı	Çok sayıda
MMK	Şaft	Corvette
Cam FTP	Pikap (pick up) kabin	Ford Explorer, Sport Track
Mg (Döküm)	Direksiyon simidi	Çok sayıda
Al	Şasi	GM EV1, Audi A8, A2, ve Prowler
SMK	Gösterge panel kirişleri	Ranger, Explorer
Mg (Döküm)	Gösterge panel kirişleri	GM EV1, Prowler

%7,5-8 civarındadır. Ancak Al'un önünde fiyat yüksekliği ve genel olarak işlemedeki zorluklar bir engel olarak durmaktadır. Eldesi ve geri kazanımı esnasında harcanan enerjinin fazla ve çevre kirlenmesi bir yana, Young modülünün çok düşük olması sebebiyle Al paneller çelik olanlara göre 3 kat daha kalın, fakat ağırlık olarak %50 daha hafif olmaktadır. Al kullanımı önündeki en büyük engel ise işlenmesindeki zorluklardır. Önceki uygulamalara nazaran işleme metotlarındaki gelişmelerle fiyatlar oldukça düşürülmüş olmasına rağmen yine de pahalıdır.

Alüminyum çelikten oldukça hafif bir malzeme olarak otomotiv sanayinin cazip malzemelerinden biridir ve bir çok taşıt üreticisi geleceğe yönelik tasarımlarında alüminyumdan daha çok yararlanma uğraşı vermektedir. Aura'nın NSX'i, Audi'nin A8'i ve Ford'un P2000'i bu yöndeki çalışmalara örnek olarak verilebilir. Her ne kadar hala taşıt malzemesi olarak çeliklerin bariz üstünlükleri olmasına rağmen, çeliklere alternatif alüminyum malzeme tasarımları hızla yaygınlaşmaktadır. Bir araştırmaya göre, 2010 yılına kadar alüminyum kullanımının yaklaşık üç kat artacağı tahmin edilmektedir. Araçlarda kullanılan alüminyumun %80'ini döküm ürünleri oluşturmakta ve özellikle süspansiyon, transmisyon, diferansiyel, motor bloğu ve silindir kapağında kullanılmaktadır. Her ne kadar şasi-kaporta elemanlarında çelik kullanımı genel bir yaklaşım olarak karşımıza çıksa da, alüminyum metal köpük gövdeli sandviç panellerin şasi/kaporta elemanlarında kullanımı çalışmaları sürmektedir. Özellikle çarpmaya maruz

bölgelerle yolcu kabinleri için çeşitli firmaların önemli çalışmaları bulunmaktadır.

Çelik ve alüminyum arasındaki rekabet sadece malzeme özellikleri ile sınırlı olmayıp, üretim maliyetleri de önemli rol oynamaktadır. Alüminyum her ne kadar daha hafif araç, daha az yakıt ve dolayısıyla daha az zararlı emisyon avantajı sağlamakta ise de, daha önce belirtildiği gibi üretimleri esnasında çevreye verilen zarar açısından karşılaştırıldığında oldukça önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Önemli rekabet zorluklarından biri de geri dönüşüm ürünü özellikleri ve teknolojisidir. Çeliklerin geri kazanım teknolojileri daha gelişmiş durumda ve özellikli çeliklerin üretimine olanak sağlamaktadır. Ayrıca üretim miktarlarının büyüklüğü ve üretim teknolojileri de demir esaslı malzemeler için önemli bir avantaj olmaktadır.

Gelecekte alüminyumun şasi ve karoseri malzemesi olarak kullanım şansı olacağı düşünülmekte ve bu yönde ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Bu yönde Almanya'nın ünlü oto üreticisi Karman T/M esaslı süreçlerle metalik köpük - metalik kompozit paneller şekillendirmektedir. Ayrıca süspansiyon ve şasi elemanlarında Al döküm kullanımı düşük fiyat ve yüksek kaliteli üretim metotlarıyla artabilecektir.

Çeliklerle rekabet içinde olan alüminyuma şimdiden bir rakip ise plastik malzemelerdir. Plastikler, hafif ve geri dönüştürülebilir olmalarının yanı sıra mineral katkılarla yüksek sertlik, yüksek çarpma dayanımı ve daha iyi sıcaklıkla yumuşama toleranslarına sahiptirler. Bu

özellikleriyle çelik yerine termosetler, sac levhaların yerine çeşitli otomotiv uygulamalarında termoplastik sac levhalar kullanılabilir. Mesela Nissan Xterra'da tavan kısmı %50 ağırlık azalımı, korozyon dayanım ve düşük maliyet özellikleriyle polipropilen matriksli cam fiber takviyeli malzemeler kullanılmıştır [16].

Farklı bir alternatif malzeme olarak Magnezyumun en büyük özelliği çeliğe göre 2/9, Al'a göre 2/3 oranında daha hafif olmasıdır. Buna rağmen yüksek maliyet kullanımını güçleştirmektedir. Günümüzde Japon araçlarında daha az, Avrupa ve Amerikan araçlarında ise biraz daha fazla kullanım alanı bulmakta, gösterge panelinden motor elemanlarına, kapılara kadar birçok yerde kullanılmaktadır. Mg'un eldesi kolay fakat maliyeti Al'a göre 2,5 kat daha fazladır. Ancak bu değer günümüzde 1,4 kata kadar indirilebilmektedir. Bununla beraber geri kazanım teknolojisindeki olumsuzluklar, özellikle ıslak ortamlarda kimyasal reaksiyona maruz kalması vb. gibi konular Mg kullanımının artmasını zorlaştıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. [7]

Plastikler için ise, özellikle geri kazanımda gelişmeler olması gerekmektedir. Günümüzde ABD ve Avrupa'da araç başına kullanılan plastiğin oranı %10, Japonya'da ise %8 civarındadır. Kullanım alanları arasında çok çeşitli taşıt elemanları (tampon, gövde panelleri, aydınlatma sistem elemanları, gösterge paneli ve elemanları, çok çeşitli elektrik sistem elemanları, şaft, vites kutusu elemanları, yakıt sistem elemanları, çeşitli motor ve şasi elemanları vs.) bulunmaktadır. Geri kazanım teknolojisindeki gelişmeler plastik kullanımının daha da artmasına sebep olabilecektir. Örnek bir uygulama olarak Mazda'nın, Familia modelinde eski tamponlardan geri

kazanımla, yine tamponlarda kullanılmak üzere güçlendirici parçalar üretilmiştir.

Lincoln LS'de hafif malzemeler olarak Alüminyum, magnezyum ve plastikler kullanılmış olup bunların toplam ağırlıkları taşıt ağırlığının %20'den fazlasını oluşturmaktadır. Kullanılan demir esaslı malzemelerin %20-25'lik kısmını ise yüksek dayanımlı çelik oluşturmaktadır. Demir esaslı malzemelerin oldukça düşük tutulduğu Lincoln LS ile Model T karşılaştırıldığında, malzeme çeşitliliği bazında asıl fark elektronik donanımlarda görülmektedir. Donanımlarda kullanılan malzemeler temel olarak bakır, seramik gibi malzemelerdir.

Malzeme teknolojilerinde geline nokta geleceğe yönelik malzemelerle ilgili değişikliklerin görülebilmesi bakımından PNGV programı (P2000) iyi bir örnektir. ABD'de sanayi/hükümet işbirliği ile yürütülen PNGV programı ile geliştirilmeye çalışılan aile otomobillerinde taşıt ağırlığı azaltılıp 1/3'den fazla yakıt tasarrufu amaçlanmıştır. Bu programla gövde ve şasi ağırlığının %50 azaltılması hedefi tutturulmuştur. Kullanılan hafif malzemeler Al, Ti, Mg, MMK ve plastiklerden seçilmiştir. P2000 örneğinde egzoz sistemi titanyumdan, jantlar ise magnezyumdan üretilmiş; alüminyum kullanımı ise maksimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Ancak demir esaslı malzemeler yine ağırlığın ¼'ünü oluşturmaktadır. P2000 projesinde kullanılan hafif ağırlıklı malzemeler Tablo 3'te verilmektedir.

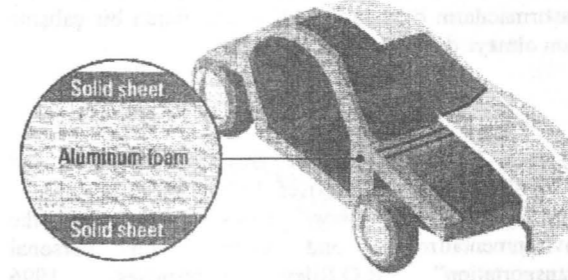
Farklı bir örnek olarak, son zamanlarda hücreli metallere önemli bir sınıfı olan metalik köpükler mühendislik malzemeleri alanında pek çok uygulama için yeni ve cazip bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 3. P2000 projesinde kullanılan hafif ağırlıklı malzemeler ve malzemelerin ağırlık azaltım potansiyelleri [1]

Potansiyel veya alternatif malzeme	Kullanımı yaygın geleneksel malzeme	Ağırlıkta Hafiflik %'si	Göreceli Fiyat
Grafit FTP	Çelik	50-60	2-10
Al, MMK	Çelik veya D. Demir	50-65	1,5-3
Titanyum	Alaşımli çelikler	40-55	1,5-10
Paslanmaz Çelik	Karbon çeliği	20-45	1,2-1,7

Tablo 4. Malzeme özellikleri [7]

Malzeme	Özgül Ağırlık	Ergime Noktası (C)	Isı İletkenliği (W/mk)	Gerilme Dayanımı (Mpa)	Özgül Gerilme Dayanımı	Young Modülü (Gpa)
Magnezyum Alaşımı	AZ91Z	1,81	598	54	250	138
	AM60B	1,8	615	61	240	133
Alüminyum Alaşımı	A380	2,70	595	100	315	116
Çelik	Karbon Çeliği	7,86	1520	42	517	80
	Çelik	7,86	1520	42	517	80
Plastik	ABS	1,03	*	0,9	96	93
	PC	1,23	*	*	118	95



Şekil 2. Metalik köpük malzeme projesine ait üretim prototipi

Oldukça hafif olmalarına karşın yüksek elastik özellik, mukavemet ve tokluk değerleri, düşük birim fiyat, çarpma ve patlama anında oluşan yüksek darbe enerjilerini aynı oranda karşılayabilme (emebilme) özellikleri, otomotiv sanayi için özellikle çarpma emniyetinin artırılması yönünden önemli malzemeler olarak öne çıkarmaktadır. Çeşitli taşıt üreticileri kendi modelleri için metalik köpüklerden şekillendirdikleri sandviç panellerden şasi dahil bir çok ürün şekillendirmişlerdir. Çelikte aynı kalınlıkta, %50 daha hafif ve on kat daha darbe dayanımlı oldukları belirtilmektedir [14]. Şekil 2'de prototip olarak verilen Ghia'nın bir modeli tamamen metalik köpük gövde ve kaportadan oluşmaktadır.

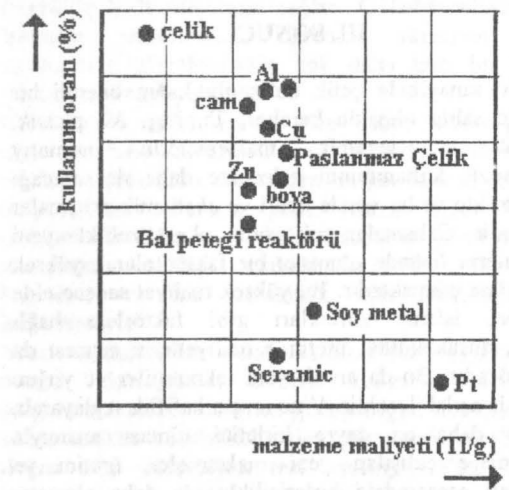
Otomotiv sanayinde kompozit malzeme kullanımı özellikle hafif malzemelerle takviye edilmiş ürünlerle oldukça önemli bir artış göstermiştir. Artan ve potansiyel uygulama artışlarına rağmen en önemli dezavantaj yine üretim maliyetleridir. Kompozit malzemelerin otomotiv malzemeleri olarak gövde elemanlarında (FRP), fren kaliperlerinde (Al MMC), çelik takviyeli tekerlek jantlarında, biyelde (paslanmaz çelik fiber takviyeli Al) ve potansiyel uygulamalarına da dişliler (Ti MMC), süpaplara ve turbo doldurucular (Ti MMC), piston ve silindir bloklarında (Al MMC), silindir gömleklerinde (seramik matris kompozit), fren kaliperlerinde (Al/Al₂O₃ kompozitleri), çeşitli motor elemanlarında (SiCw/Al kompozit) örnekleri verilebilir.

Polimer kompozitler, Al ile karşılaştırıldığında daha da büyük ağırlık azalımı sağlayabilmektedir. Ekonomik üretim teknolojileri ve düşük fiyatlı karbon fiber üretimi mümkün olduğunda taşıt yapı elemanlarında polimer kompozit uygulamaları artacaktır.

Ti₃Al ve TiAl esaslı alaşımlar düşük yoğunluk, iyi ısı dayanım ve ısı iletim özellikleriyle turbo reaktörlerin dönel elemanları için potansiyel bir malzeme konumundadırlar. Dolayısıyla taşıt motorları için de özellikle türbin rotorları, turbo doldurucu kanatçıkları ve egzoz süpaplara için tercih edilir bir malzeme konumuna gelmektedirler.

Çevreye etki yönünden daha az emisyon üreten alternatif yakıt ve enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalarda mevcut motor teknolojilerini geliştirme, yeni yakıtlar, yeni güç kaynakları geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalarda karşımıza çıkan seramik uygulamaları da yeni malzeme imkanları olarak karşımıza çıkmaktadır. Oksijen sensörleri, vuruntu sensörleri, ZrO₂ kaplı motorlar ve partikül emisyonların filtelenmesinde kullanılan ve Kordieritten (MgO-SiO₂-Al₂O₃) üretilen balpeteği (honeycomb) filtreler seramiklerin otomotiv sanayinde bilinen uygulamalarıdır. Partikül emisyonların filtelenmesi amacıyla SiC uzun fiberleriyle üretilmiş filtre seramik malzemelerin yeni ürünleri arasındadır. Otomotiv sanayinde kullanılan ve potansiyel anlamda ZrO₂ ve aluminadan başka önemli diğer bir malzeme Si₃N₄ dir. Si₃N₄ turbo bileşik motor yapısının ana malzemesidir ve egzoz süpabı, silindir kafası, piston, silindir gömleği (Fe₃O₄ katkılı), egzoz manifoldu (TiO₂ katkılı) malzemeleri olarak kullanılmaktadır. Otomotiv sanayi seramik uygulamaları için önemli bir potansiyele sahiptir ve malzemelerin bu alanda tercihlerinde en büyük özellik düşük sürtünme ve ısı gereksinimlerini karşılayabilmesidir. Bununla beraber, seramiklerin maliyetleri otomotiv sanayi için önemli dezavantajdır. Şekil 3'de görüldüğü gibi seramik malzemelerin üretim maliyeti neredeyse egzoz emisyonları için kataliz olarak kullanılan Ni gibi soy metallerle aynıdır. Bu nedenle, genel endüstriyel malzemeler olarak seramiklerin kullanılabilirliği maliyetlerinin aşağı çekilmesini gerektirmektedir.

Son zamanlarda üzerinde yoğunlaşılacak önemli iki konu hibrid ve yakıt pili kullanan motorlardır. Hibrid motor ve alternatif yakıt pili uygulamaları yeni ve çok daha hafif taşıt yapısı istemektedir. Ayrıca elektronik kontrol, motor ve diğer taşıt organlarında hızla yayılmaktadır. Gelecekte



Şekil 3. Yolcu araçlarında kullanılan çeşitli malzemelerin üretim maliyeti ve kullanım yüzdelerinin karşılaştırılması

elektrikli güç kaynakları, elektronik kumandalı alternatif süspansiyonlar, güvenlik sistemleri, iletişim ve arıza tespit ve uyarı sistemlerinin çok yaygın hale geleceği düşünülmektedir. Taşıt tasarımındaki ilerlemeler malzeme bilimi ve teknolojisinde bazı istekleri de beraberinde getirmektedir. Bu isteklerin bir kısmı düzeltilmiş elektronik sistemler, daha düşük fiyat, hafif ağırlık, artırılmış dayanım ve güvenilirlik, yüksek güç kapasitesi, yüksek verimli soğutma, özellikleri iyileştirilmiş batarya, vb karakteristiklerdir.

"Smart" malzemeler pek çok uygulamalar için, özellikle güvenlik sistemleri için, vazgeçilmez malzemelerdir. Smart malzemeler, fonksiyonel malzemelerdir ve önceden belirlenmiş olaylara refleksleri olan malzemelerdir. Bu malzemeler uygulanan sinyal veya girdiye anlamlı, tahmin edilebilir ve özellikle mekanik olmak kaydıyla yenilenebilir özellik değişimleri verirler. "Şekil hafızalı alaşımlar", smart malzemelerin en bilinen örneğidir. Bu tür malzemelerin şekli, mekanik özellikleri ısı değişimleriyle, elektro-reolojik (electro-rheological) akışkanların viskoziteleri elektrik alanıyla, manyeto-reolojik (magneto-rheological) akışkanların (yani özelliği manyetik alanla değişen sıvı) viskoziteleri manyetik alan uygulanmasıyla değişmektedir. Örnek bir uygulama manyeto-reolojik sıvı kullanılan amortisörlerdir. Bu amortisörlerde sıvı, bobin içeren pistonun her iki tarafında bulunur ve uygulanan manyetik alanla sıvı viskozitesi kontrol edilerek piston hareketinin kontrolü sağlanmaktadır. [1]

Bu tip uygulamalar için asıl malzemeler düşük fiyatlı akışkanlar, geniş çalışma sıcaklık aralığı, yüksek çalışma oranları (yük/hız), yüksek kimyasal ve fiziksel kararlılık gerektirmektedir. Diğer malzemeler ise, elektrik özelliklerinin iyileştirilmesi, düşük ağırlık, düşük ağırlıklı damper tasarımı ve düşük fiyatlı malzeme yapısı gerektirmektedir.

III. SONUÇ

Otomotiv sanayiinde çelik kullanımı halen önemli bir üstünlüğe sahip olmakla beraber, Ti, Mg, Al, plastik, kompozit ve seramik malzemelerin otomotiv endüstrisinde kullanımının gelecekte daha da artacağı düşünülmekte ve bu yönde ticari ve akademik çalışmalar sürmektedir. Çalışmalar çok yönlü olup özellikle yeni malzemelerin önünde olumsuz bir faktör olarak yüksek fiyatları öne çıkmaktadır. Bu yüksek maliyet sadece elde edilmeleri, işleme zorlukları gibi faktörlere bağlı olmayıp, düşük kütleli üretimle maliyetlerin artması da bulunmaktadır. Bu da ancak yeni teknolojiler ve yoğun kullanımla aşılabilecektir. Yine araçta hafiflik sağlayarak, taşıtların daha az çevre kirletici olması amacıyla geliştirilmeye çalışılan yeni malzemeler, üretim ve işlenmeleri esnasındaki kirleticilikleriyle daha olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedirler.

Sonuç olarak yeni malzeme arayışları ve yeni teknolojiler (üretim, işleme vb), tasarımdaki gelişmelerle beraber araştırmacıların önünde sürekli olarak duran bir çalışma alanı olmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- [1].Riley R.Q., "Automobile Design Year 2010 and Beyond" R.Q.Riley Enterprises. 1998 www.rqriley.com
- [2].Riley R.Q., "Energy Consumption and the Environmental Impact and Options for Personal Transportation" R.Q.Riley Enterprises. 1996 www.rqriley.com
- [3].Muter Ş., "Motorlu Taşıtlarda Alüminyum Alaşımı Kullanımında Planlanan Gelişmeler", Motor ve Taşıt Tekniği Semp., İzmir 1984
- [4].R. Jones, "Auto/Steelmaker Collaboration" JSAE Spring Convention, Paper 20005323
- [5].www.autosteel online-steel.htm, Ocak 2001.
- [6].Djanarthany S., Viala J.C., Bouix J.; "An Overview of Monolithic Titanium Aluminides Based on Ti3Al and TiAl", Materials Chemistry and Physics, 72, 301-319, 2001
- [7].Powers W. F., "Automotive Materials in the 21st Century", Advanced Materials & Processes, May 2000, pp38-41
- [8]. "Automotive Materials", Advanced Materials & Processes, July 2000, pp46-51
- [9].Röhrle M., "New Vehicle models With Plenty of Aluminum", Aluminum, Jahrgang 2000, pp852-857
- [10].Kawamura H., "New Perspectives in Engine Applications of Engineering Ceramics", Engineering Materials, V. 161-163, p.9-16, 1999
- [11].veh-tech.net/pages/special/Weight_reduction.html, Nisan 2001.
- [12].Shaw J., Chen M., Watanabe K., Saitou S.; "Material Characterisation of New Advanced High Strength Steel(2)-Forming Automobile Application", JSAE Proceedings, Paper 20005487, 2000
- [13].Hunt W.H., "New Directions in Aluminum - Based P/M Materials for Automotive Applications", Int. J. of Powder Metallurgy, v.36, n.6, 2000
- [14].Claar T.D., v.d., "Ultra-Light-Weight Aluminum Foam Materials for Automotive Applications", Int. J. of Powder Metallurgy, v.36, n.6, 2000
- [15].www.veh-tech.net/pages/special/EFCSpecial.html, Nisan 2001.
- [16]. "Plastic Applications in Cars", www.plastic-car.com/applications/exterior.html, Nisan 2001
- [17].Fukuo K., Fujimura A., vd.; "Development of The Ultra -Low-Fuel- Consumption Hybrid Car - INSIGHT" JSAE Paper 20014016, 2001