

TAŞIT ELEMANLARINDA KULLANILAN ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ ENERJİ SÖNÜMLEME YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ

Emre DORUK
Tanya A. BAŞER
İsmail DURGUN

TOFAŞ
TOFAŞ
TOFAŞ

ÖZET

Otomotiv endüstrisi, ekolojik dengeyi bozan CO₂ emisyon miktarını azaltmak için daha düşük yakıt tüketimi sağlayacak teknolojileri üreterek ve geliştirerek yakıtı minimum şekilde kullanabilme yoluna gitmektedir. Taşıt konforunun artması ve yolcu güvenliğinin önemsemesi ile yeni aksamlar eklenmekte ve bu da taşıt ağırlığında artışa neden olmaktadır. Yüksek yakıt tasarrufu için en etkin çözüm taşıttaki hafif alaşımlı parça miktarını arttırmaktır. Bu nedenle alüminyum alaşımları otomotiv endüstrisinde geniş kapsamlı kullanılmaktadır. Alüminyumun tercih edilmesinin diğer nedeni ise, araç tasarımı alanında en önemli husus olan yolcu güvenliğidir. Çarpma sırasında ortaya çıkan enerji yolcular tarafından değil darbe emiciler tarafından absorbe edilmelidir. Alüminyum bu amaç için en uygun elementtir. Hem taşıt ağırlığını azaltma, hem de güvenlik önlemlerini iyileştirmek için alüminyum alaşımları kullanımı tercih nedenidir. Bu çalışma kapsamında araçlarda kullanılan farklı Al-Mg-Si ve Al-Zn alaşımlı darbe sönmüleyici parçaların enerji sönmüleme performansları, gerçekleştirilen çarpışma simülasyonları ile HyperWorks yazılımında incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Alüminyum alaşımları, Al enerji sönmüleme yeteneği.

INVESTIGATION OF ENERGY ABSORPTION CAPACITY OF ALUMINIUM ALLOYS USED IN VEHICLE PARTS

ABSTRACT

Ecological concerns, which continue to increase in the next centuries, have led to the world's automobile manufacturers to research and new searches. Increasing the addition of new components improve of vehicle safety and passenger comfort but it leads to an increase in vehicle weight. The most effective solution for fuel consumption is to increase amount of light weighted components in vehicle production. Therefore, aluminium alloys are widely used in automotive industry. Another reason for the preference for aluminum alloy is passenger safety which is a critical subject in vehicle design. The occurred energy during an impact has to be absorbed by energy absorption components instead of passengers. Concerning weight reduction and passenger safety, aluminium usage is preferable. In this study, the energy absorption performance of Al-Mg-Si and Al-Zn alloys was investigated by crash simulations in HyperWorks software.

Keywords: Al alloys, Al energy absorption capacity.

1. GİRİŞ

Alüminyum, magnezyum, titanyum gibi hafif yapı metalleri, otomotiv endüstrisinde yakıt tasarrufu için gerekli hafif malzeme seçiminde önemli potansiyel kullanım alanına sahiptirler. Ancak bu alaşımlar içerisinde alüminyumun maliyet, işlenebilirlik, korozyon direnci ve geri dönüşüm yönünden avantajları, hızla gelişmekte olan otomotiv endüstrisinde kullanımının her geçen yıl daha da artmasına neden olmuştur. Alüminyum alaşımları bu özellikleri nedeniyle otomotiv endüstrisinde yakıt tasarrufu için gerekli hafif malzeme seçiminde önemli bir kullanım alanına sahiptir. Alüminyumun tercih edilmesinin diğer nedeni ise, araç tasarımı alanında en önemli husus olan yolcu güvenliğidir. Çarpma sırasında ortaya çıkan enerji yolcular tarafından değil darbe emiciler tarafından absorbe edilmelidir. Alüminyum bu amaç için en uygun elementtir. Hem taşıt ağırlığını azaltma, hem de güvenlik önlemlerini iyileştirmek için alüminyum alaşımları kullanımı tercih nedenidir [1].

Otomobillerdeki yapının kinetik enerjiyi absorbe etme kapasitesi, kullanılan malzemenin mekanik karakteristikleri, tasarım ve montaj şekilleri ile belirlenmektedir. Yapılan çok sayıda çarpışma testi, enerji absorbe etme karakteristiklerinin alüminyum kullanımı ile iyileştirilebildiğini göstermektedir. Bu sebeple alüminyum ön darbe sistemlerinde kullanım için idealdir. Tasarımla ilgili olarak ise uygun yerlerde ekstrüzyon yöntemi ile üretilmiş alüminyum parçalar kullanılarak montaj işlemlerinden kaçınmak ve yapıyı daha güçlü hale getirmek mümkündür. Böylece hem %50 daha hafif hem de sertliği (rijitliği) artmış bir yapı sağlamak mümkün olabilmektedir [2]. Yoğunluk farkı hesaba katıldığında alüminyum çeliğe kıyasla 2.5 kat daha dayanıklı olup, çarpışma anında çarpışma enerjisini çeliğe kıyasla 2 kat daha fazla yutmaktadır. Alüminyumdan imal edilen güvenlik donanımları çarpışmalarda akordiyon gibi katlanarak çarpışma kuvvetlerini emer ve taşıt içindeki sürücü ve yolcuları korur. Alüminyum çelikten daha hafif olduğundan taşıt ağırlığını arttırmadan, çarpışma güvenliğini arttıracak ön ve arka buruşma bölgelerinin derinliğini ve direncini arttırma imkanı tanımaktadır [3].

Araçlarda önden çarpışma anında en fazla enerjiyi emerek, sürücü ve yolcuların kaza anında daha az hasar almalarını sağlayan parçalara bakıldığında ön çarpışma traversinin önemli olduğu görülmektedir. Ön çarpışma traversi tampon ve ezilme kutuları olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Tampon, aracın dış plastik tampon parçasının içerisinde bulunan ve kaza anında çarpışmanın etkisini azaltmak için kullanılan sac metal parçadır. Enerji yutucular (ezilme kutusu) ise, metal tampona kaynakla veya cıvata bağlantısı ile monte edilen ve çarpışma esnasında açığa çıkan kinetik enerjiyi kısmen veya tamamıyla enerjinin başka bir formuna dönüştüren yapılarıdır [4]. Bir tampon ve/veya enerji yutucu tasarlanacağı zaman, çarpma enerjisinin çoğu yutucunun kendi içerisinde ve geri dönüşümsüz tarzda sönmülmesi amaçlanmaktadır. Böylece insan yaralanmaları minimum düzeye indirilmektedir.

Deforme olabilen enerji yutucular; ince duvarlı tüpler (dairese ve kare kesitli veya prizmatik), çok köşeli kolonlar, tüp şeklinde yüzükler, peteksi yapılar, sandviç düzlemler, yalıtkan yapılar (isolator) şeklinde imal edilmektedir. Ayrıca bunların enerji sönmülmelerini arttırmak için içleri alüminyum köpük veya epoksi reçine ile doldurulduğu uygulamalar bulunmaktadır [5].

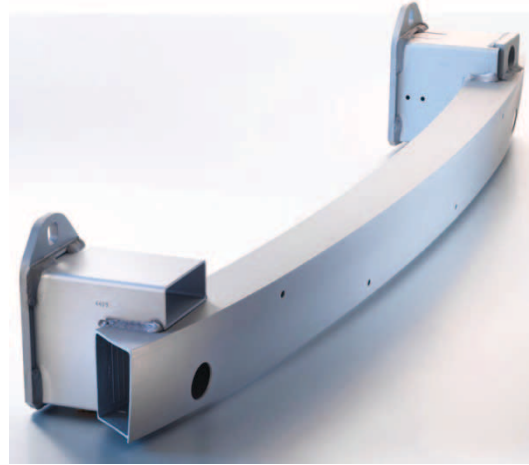
Deforme olabilen sac metal tamponlar; roll form yöntemi, alüminyum ekstrüzyon yöntemi, metal kalıp yöntemi, hidroform yöntemi ile imal edilmektedir. Tampon ve enerji yutucular tasarlanırken, belli standartlara uygun enerji emilimi, ağırlık, üretilebilirlik, maliyet, şekillenebilirlik gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Tampon ve enerji yutucuların üretiminde; üstün şekillendirilme, korozyon direnci ve kaynak kabiliyetine sahip martenzitik çelikler, geleneksel yüksek mukavemetli çeliklere göre %15 daha ucuz ve %20 daha yüksek çökme direncine sahip çift fazlı çelikler ve alüminyum malzemeler kullanılmaktadır [6,7].

Bu çalışma kapsamında araçlarda kullanılan farklı Al-Mg-Si ve Al-Zn alaşımli darbe sönmüleyici parçaların enerji sönmüleme performansları, gerçekleştirilen çarpışma simülasyonları ile HyperWorks yazılımında incelenmiştir.

2. ÇARPIŞMA ANALİZLERİ

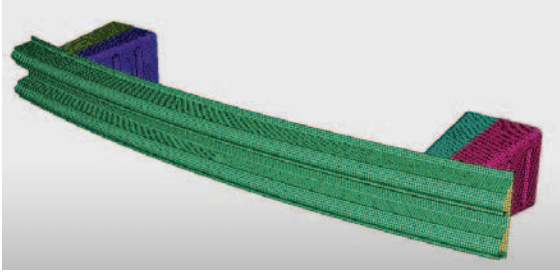
2.1. SONLU ELEMANLAR MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Ön çarpışma traversi iki parçadan oluşmaktadır. Bunlar Şekil 1'de gösterilen tampon ve ezilme kutularıdır.



Şekil 1. Bir araca ait tampon ve ezilme kutusu [4].

Araç ön çarpışma traversini oluşturan tampon ve ezilme kutuları Catia yazılımının yüzey modülünde modellenmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi HyperMesh yazılımında sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur.



Şekil 2. Bir araca ait tampon ve ezilme kutusunun sonlu elemanlar modeli.

2.2. MALZEME VE SINIR ŞARTLARININ TANIMLANMASI

Şekil 2'de gösterildiği oluşturulan tampon ve ezilme kutuları kullanılarak 4 adet farklı birleşim oluşturulmuştur. Farklı malzemeler kullanılarak oluşturulan bu 4 farklı model Çizelge 2'de gösterildiği gibidir.

	Tampon	Ezilme Kutusu
1. Model	6082-T6	6082-T4
2. Model	6082-T6	6061-T4
3. Model	7075-T6	6082-T4
4. Model	7075-T6	6061-T4

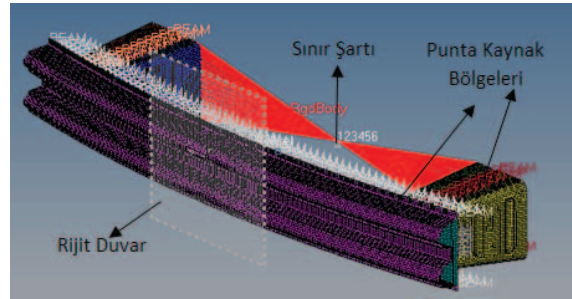
Çizelge 2. Farklı malzemeler kullanılarak oluşturulan ön çarpışma traversleri, kullanılan alüminyum alaşımları ve kondisyonları.

Malzeme modeli olarak Barlat Malzeme modeli (MAT 36) kullanılmıştır. Kullanılan farklı temper durumlarındaki 6XXX ve 7XXX serisi alüminyum alaşımlarının mekanik özellikleri Çizelge 3'de gösterilmektedir.

Özellik/Malzeme	6082-T6	7075-T6	6082-T4	6061-T4
Poisson Oranı	0,33			
Akma Gerilmesi (MPa)	290	503	170	145
Çekme Gerilmesi (MPa)	340	572	260	240
Uzama (%)	8	11	19	22
Elastisite Modülü (GPa)	70			

Çizelge 3. Kullanılan alüminyum alaşımlarının mekanik özellikleri [8].

Şekil 3'te görüldüğü gibi iki parça halindeki enerji yutucular birbirleriyle ve tampon ile punta kaynak bağlantısıyla birleştirilmiştir. Tampon ve enerji yutuculardan oluşan pasif güvenlik sistemi, 4,44 m/s'lik (16 km/saat) hızla, kütlesi 1650 kg olan bir duvara çarpıtılmıştır. Rijit duvar ile pasif güvenlik sistemi arasındaki kontak tanımında ise "Automatic single surface" kullanılmıştır.



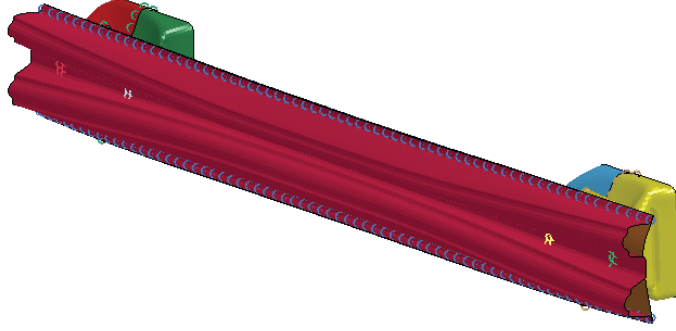
Şekil 3. Çarpışma analizine ait tanımlamalar.

2.3. ANALİZ SONUÇLARI

Çizelge 2'de gösterilen 4 farklı modelin çarpışma analizleri gerçekleştirilmiştir. 1. ve 2. modelde tampon olarak 6082-T6 kullanılmıştır. Ezilme kutuları için se 6082-T4 ve 6061-T4 malzemesi tercih edilmiştir. 3. ve 4. modelde ise tampon için 7075-T6 kullanılırken, ezilme kutuları için yine 6082-T4 ve 6061-T4 seçilmiştir. Oluşturulan bu 4 modelin ve tekil parçaların absorbe ettiği enerji ve reaksiyon kuvveti değerleri Çizelge 4'te gösterilmektedir. Şekil 4'te çarpışma analizi sonucunda tampon ve ezilme kutularında oluşan deformasyon görülmektedir.

Model	Absorbe Edilen Enerji [kJ]		Reaksiyon Kuvveti [kN]
	Tampon	Ezilme Kutuları	Tampon + Ezilme Kutuları
1. Model	4.27	10.17	387.9
2. Model	4.11	9.39	394.5
3. Model	5.33	11.12	337.3
4. Model	5.46	10.01	378.1

Çizelge 4. Oluşturulan modellerin enerji emme kapasiteleri ve reaksiyon kuvvetleri (135 mm yer değiştirme için).



Şekil 4. Çarpışma analizi sonucu tampon ve ezilme kutularında oluşan deformasyon.

3. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, 6XXX ve 7XXX serisine ait alüminyum alaşımlarının çarpışma performansları araştırılmıştır. Bunun için 4 farklı model üzerinde çalışılmıştır. 1. ve 2. modelde tampon olarak 6082-T6 kullanılmıştır. Ezilme kutuları için se 6082-T4 ve 6061-T4 malzemesi tercih edilmiştir. 3. ve 4. modelde ise tampon için 7075-T6 kullanılırken, ezilme kutuları için yine 6082-T4 ve 6061-T4 seçilmiştir. İyi bir çarpışma performansı elde etmek için yüksek enerji emilimi ve düşük reaksiyon kuvveti gereklidir. Tekil olarak parçaların enerji emme kabiliyetlerine bakıldığında, 7075-T6'dan yapılan tamponun 6082 T6'dan yapılan tampona göre daha fazla enerji emdiği görülmektedir. Aynı şekilde 6082-T4'den yapılan ezilme kutularının da 6061-T4'den yapılan ezilme kutularına göre daha fazla enerji emdiği görülmektedir. Maksimum reaksiyon kuvvetlerine bakıldığında ise, en yüksek değer 2. modelde, en düşük değer ise 3. modelde görülmektedir. Çarpışma transvers tasarımılarına bakıldığında modellerin reaksiyon kuvvetinin düşük olması istenmektedir. Çünkü reaksiyon kuvveti yüksek olduğunda çarpışma esnasında parça plastik deformasyona uğraymadan kırılabilir. Bu kapsamda bakıldığında en iyi modelin 3. model olduğu açıkça görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] T. A. Başer, MMO, Mühendis ve Makine Dergisi 635, 51, 2012.
- [2] H. Zeytin, 2000, Alüminyum Alaşımları Otomotiv Endüstrisinde Uygulamaları ve Geleceği, MAM MKTAE Proje No: 50H5602.
- [3] Aluminum Association web sitesi: www.aluminum.org.
- [4] <http://www.constellium.com/aluminium-products/automotive-structures/automotive-system-solutions/vehicle-crash-management-systems>.
- [5] M. Langseth, 2003, NorLight Conference, 2003.
- [6] H. Huh, K.P. Kim, S.H. Kim, J.H. Song, H.S. Kim and S.K. Hong, Int. J. Mech. Sci., 45, 1645.
- [7] Kumru, N., "Etial-141, 145 ve 160 tipi döküm alüminyum ile plaka tipi alüminyum malzemeler için yorulma makinası tasarımı ve eğilmeli yorulma davranışlarının incelenmesi", Doktora tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-20, 2007.
- [8] <http://asm.matweb.com>.