



TAŞIT TAMPONLARINDA KULLANILAN POLİMER MALZEMELERİN FARKLI HIZLARDA ABSORBE EDİLEN ENERJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

¹Ercan ŞİMŞİR , ²İbrahim YAVUZ , ³Mustafa Çağdaş ERİK 

^{1,2}Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü. Afyon, TÜRKİYE

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, TÜRKİYE

¹esimsir@aku.edu.tr, ²iyavuz@aku.edu.tr, ³mustafacagdas18@gmail.com

(Geliş/Received: 04.05.2021; Kabul/Accepted in Revised Form: 15.09.2021)

ÖZ: Günümüzde otomotiv alanındaki gelişmeler, taşıt sayısının artışı ile birlikte taşıt güvenliğini ön plana çıkarmıştır. Otomotiv sektörü daha çok yüksek güvenlik düzeylerine sahip, yakıtı az tüketen otomobillerin geliştirilmesi ve maliyeti düşük üretim yöntemlerine odaklanmaktadır. Bu durumların gerçekleştirilebilmesi için uygun tasarım, hafif ve darbe sönümleme özelliği iyi olan malzemelerin kullanımı ile oluşturulacaktır. Taşıtta polimer malzemelerin kullanımı her bölgede olduğu gibi araç ön tamponunda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada iki farklı aracın ön tamponlarında kullanılan polimer malzemelerin farklı hızlardaki darbe absorbeleri araştırılmıştır. Araçlara ait ön tampon malzemeleri ASTM-D-7136 standardına uygun test edilmiş ve verileri değerlendirilmiştir. Araç ön tampon darbe testleri 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler ile absorbe edilen enerji-uzama, gerilme-yer değiştirme ve hız-zaman grafikleri oluşturulmuştur. Yapılan testler sonucunda; H aracına ait ön tampon malzemesinin farklı hızlardaki darbe sönümleme kabiliyetinin F aracına ait ön tampon malzemesinden daha iyi olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ön tampon, polimer malzeme, darbe test, enerji absorbe

Comparison of Energies Absorbed at Different Speeds of Polymer Materials Used in Vehicle Bumpers

ABSTRACT: Today, developments in the automotive field have brought vehicle safety to the fore with the increase in the number of vehicles. The automotive sector focuses on the development of cars with high safety levels, low fuel consumption and low cost production methods. In order to realize these situations, the appropriate design will be created by the use of materials that are lightweight and have good impact absorption. The use of polymer materials in the vehicle is widely used in the front bumper of the vehicle, as in every region. In this study, the impact absorption rates of the polymer materials used in two different front bumpers were investigated. Samples from the front bumpers belonging to the vehicles in accordance with the ASTM-D-7136 standard were tested and their data were evaluated. Vehicle front bumper tests were conducted at speeds of 3 m / sec, 5 m / sec and 10 m / sec. Energy-strain, stress-displacement and velocity-time graphs were created with the data obtained. In the tests, it was seen that the front bumper material of the H vehicle has better impact absorption ability at different speeds than the front bumper material of the F vehicle.

Key Words: Front bumper, polymer material, impact test, energy absorption

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde son zamanlarda sanayinin gelişmesiyle ve artan nüfusla beraber motorlu taşıtların kullanım oranında hızla artmaktadır. Taşıt kullanımının artması Dünya’da son zamanlarda çevresel problemleri ön plana çıkarmaktadır. Taşıtlardan kaynaklanan çevresel problemler egzoz emisyon salınım oranlarıdır. Taşıt yakıt tüketiminin dünya politikasının en önemli konularından biri olması, yakıt ihtiyacının artması, doğal gaz ve petrol gibi yakıtların fiyatının artması, yakıt tüketimin çevreye verdiği zararların artması ile birlikte otomotiv sanayisi taşıt ağırlığının azaltılmasına yönelmektedir. Kurumsal ortalama yakıt ekonomisine (CAFE) göre otomobil ağırlığının %10 oranında azalmasıyla yakıt tüketiminde yaklaşık olarak %6-8 oranında tasarruftan avantaj sağlanmaktadır (Dönmez ve Boran 2016; Özen ve diğ. 2012). Otomobil ağırlıkları azaltılabilirse yakıt verimliliği artar ve karbondioksit emisyon değeri azaltılarak çevresel etkiler de azaltılır. Taşıt ağırlıklarının 100 kg azalması ile, 100 km’ de 0,35 litre yakıt ve 8,4 g/km CO₂ oranında tasarruf sağlanarak çevre ve ekonomik olarak kazanç sağlanmış olur (Goede ve diğ. 2009).

Taşıtlarda yakıt ekonomisi ve emisyon önemli konu olmasına karşın güvenlikten ödün vermeden taşıtlarda hafifletmeye izin verilmektedir. Çünkü tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de her yıl çok sayıda insan trafik kazalarında hayatını kaybetmektedir. Otomobil sayılarının artması ile birlikte kaza sonucunda ölüm ve yaralanmalar bu doğrultuda artmaktadır.

Dünya’da motorlu taşıt sayısı 2010 yılında 939 milyon adet iken 2020 yılında 316 milyon artarak 1 milyar 255 milyon adede yükselmiştir. Ülkemizde ise motorlu taşıt kullanımı (TÜİK 2010) verilerine göre 15 milyon 95 bin 603 adet iken bu sayı 6 milyon 116 bin 98 adet artış ile günümüzde 21 milyon 211 bin 701 sayısına ulaşmıştır. Trafikte en çok karşılaşılan kaza türlerinden biri önden çarpışma kazalarıdır. Bu kazalar iki aracın birbiriyle önden çarpışması şeklinde olabileceği gibi, duran bir cisme çarpması şeklinde de gerçekleşmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Emniyet Genel Müdürlüğü’nün (EGM) ortak yaptığı çalışmada 2020 Temmuz verilerine göre Türkiye’de meydana gelen toplam trafik kaza sayısı 195765 olup, karşılıklı çarpışmada meydana gelen kaza sayısı 4727, arkadan çarpışmada meydana gelen 8543, duran araca ve park etmiş araca çarpma sonucu meydana gelen kaza sayısı ise 1723’dür. Aynı çalışmadaki verilere göre, çarpışmalı kaza durumlarında toplam 986 kişi hayatını kaybetmiş ve 77567 kişi de yaralanmıştır (EGM 2020). Dolayısıyla taşıt sayılarının artması ile birlikte taşıt güvenliği de daha çok ön plana çıkmaktadır. Bu güvenlik sistemleri pasif ve aktif olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Aktif güvenlik sistemi, sürücünün kazadan uzaklaşması için taşıtın frenleme ve kontrol kabiliyetlerini artıracak şekilde bilgi sistemleri ve kaza olasılığını hissedip aracı bu durumdan çıkaracak bir şekilde devreye giren algoritmalar içerir. Pasif güvenlik sistemleri ise, kaza ile karşılaşılması durumunda, meydana gelecek olumsuz etkileri azaltmak amacıyla araç üzerindeki malzeme değişikliği ve iyileştirmeler gibi tasarım önlemleridir (Öztürk ve diğ. 2014). Otomobil parçalarının ağırlığının azaltılması, yapının optimizasyonu, bileşenlerin işlevselliğinin iyileştirilmesi ve hafif malzeme kullanılmasıyla sağlanabilir (Bai ve diğ. 2017; Liu ve diğ. 2013; Hou ve diğ. 2018).

Plastik (Polimer) malzemeler dünyada milyonlarca ton, ülkemizde ise bir milyon ton civarında tüketimleri ile önemli malzemeler arasında yer alır. Plastik (polimer) işleme sektörü üretilen ürün farklılığı ve günlük hayatımızda karşılaştığımız ürünler ile ekonomik ve teknik düzeyde önemli sektör haline gelmiştir (Şen ve diğ. 2020). Otomotiv sektöründe bulunan firmaların, taşıtların absorbe enerji verimliliği, hafifletilmesi ve CO₂ emisyonlarının azaltılması konularına ağırlık vermeleriyle birlikte otomotiv sektöründe polimer malzeme kullanımı artmaktadır. Polimer malzeme kullanımı ile taşıt ön tamponun daha hafif olması ve darbe sönümleme kabiliyetinin gelişmesi sağlanacaktır.

Otomotiv sektöründe güvenlik en önde gelen özelliklerdendir. Bunun yanı sıra yakıt, performans, dayanım ve maliyet gibi özellikler de üretimden pazarlamaya kadar geçen sürede her zaman dikkat edilen kriterdir. Tüm unsurlar göz önünde alındığında otomotiv sektöründe günümüz teknolojisi için polimer malzemelerin kullanımı giderek hız kazanarak yaygınlaşmaya devam etmektedir (Gülmez 2018).

Polimerler kolay şekil almaları, düşük üretim maliyetleri ve amaca uygun üretilebilmeleri dolayısıyla her alanda yaygınlaşmıştır. Gelişmekte ve gelişmiş olan ülkelerde polimer malzeme

teknolojisinin büyüme hızı %10' dan fazladır. Önümüzdeki yıllarda dünyada yıllık polimer malzeme üretimi 300-400 milyon ton olması ve birçok uygulamalarda diğer malzemelerinin yerine alternatif olarak kullanılması beklenmektedir (Gülmez 2018).

Polimerlerin mekanik özellikleri farklı katkı oranları ile değiştirilebilmektedir. Erem ve Gökkurt, EPDM (etilen-propilen-dien monomer), çekirdeklenme ajanları ve antioksidanların kullanımı ile elde edilen harmanların, mekanik, termal ve morfolojik özelliklerini incelenmiş ve detaylı şekilde irdeleyerek orijinal hammadde yerine kullanım uygunluğunu araştırmışlardır. Çalışmaları sonunda, kullanılan katkı maddeleri ile mekanik özelliklerin değiştiğini gözlemlemişlerdir (Erem ve Gökkurt 2021).

Otomotiv sanayisinde kullanılan polimer oranı kütle bakımından araç başına yaklaşık olarak %12' dir. Yani araçta bulunan polimer miktarı 114 kg'dır (Hamamcı ve diğ. 2018). Otomotiv sanayisinde ve diğer alanlarda kullanılan plastik malzemeler herhangi bir şekilde, cismin dışarıdan müdahalesi sonucu darbeye maruz kalabilir. Herhangi bir araç karayolunda giderken yola aniden çıkan hayvan, yaya vb. engele çarpması sonucunda ön tamponlarda hasar oluşabilir (Erik 2019).

Malzemenin yüzeyine gelen darbenin şiddetini ölçen birçok darbe test cihazı ve yöntemi vardır. Yapı veya malzeme yüzeyine gelen darbeler başlıca yüksek hızlı veya düşük hızlı olarak iki kısma ayrılmaktadır. Düşük hızlı darbede darbe hızı 1 ile 10 m/s arasında değişmektedir (Mili ve Necib 2001). Bazen düşük hızda darbeler düşük enerjili darbe olarak da adlandırılmaktadır. Yüksek hızlı darbe ise 10 m/s ve üzeri bir hıza sahiptir. Yüksek hızlı darbeler balistik limitte olan darbelerdir. Deneysel olarak yüksek darbe hızı ortalama 74,1 m/s'ye kadar hız olarak belirlenmiştir (Jeng ve Mo 1996). Bir uçağın havaalanına inmesi veya havalanması sırasında, uçak gövdesine taş parçasının çarpmasını yüksek hızlı darbeye örnek verebiliriz. Agrawal ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, fiber ile güçlendirilmiş polimer matrisli kompozit bir malzemede darbe kuvvetinin oluşturduğu etkinin geniş bir alandaki davranışını incelemişlerdir (Agrawal ve diğ. 2014). Benzer bir çalışmada ise bazı polimer kompozit malzemelerin balistik darbe verimliliği deneysel olarak incelemişlerdir (Fındık ve Tarım 2003).

Yapılan bu çalışmada, düşük hızlarda darbe testleri gerçekleştirilmiştir. İki farklı aracın pasif güvenlik sistemlerinden tamponlarından alınan numuneler üzerinde düşük hızlarda (3, 5, 10 m/sn) darbe testleri yapılarak, polimer tampon malzemesinin darbe absorbesine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

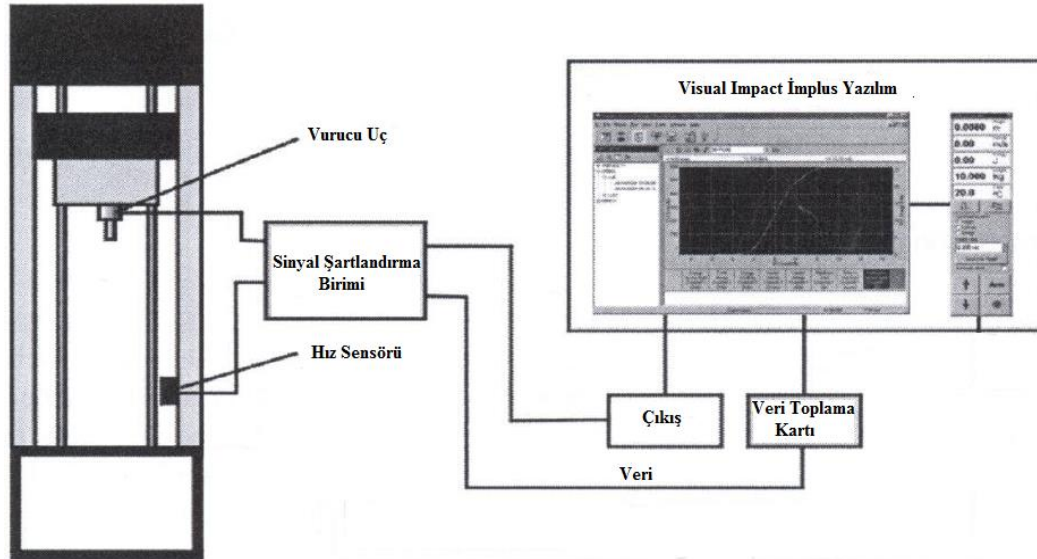
Yapılan çalışmada iki farklı aracın ön tamponundan 100 x 100 mm ölçülerinde kare kesit alınarak numuneler hazırlanmıştır. Numunelerin boyutları ASTM 3763-02 standardına göre hazırlanmıştır. Çalışmada serbest ağırlık düşürme prensibine göre çalışan Şekil 1' de gösterilen Instron-Dynatup 9250 HV darbe cihazı kullanılmıştır. Test cihazının vurucu ucu çelik yarım küre şeklinde olup 12,7 mm çapına sahiptir. Testte kullanılan vurucu uç ağırlığı 6,32 kilogramdır. Testler oda sıcaklığında (25 °C) gerçekleştirilmiştir. Darbe test cihazı ile ek ağırlık konulmadan yay desteği ile 2,6 J-826 J arasında, ek ağırlık ilave edilerek 1603 J değerlerine kadar darbe testi yapılabilir. Darbe sonrasında vurucu ucun sıçrayıp tekrar numuneye düşmesini engellemek için cihaz frenleme sistemi özelliğine sahiptir. Cihaz içerisinde pnömatik düzenek ile testler ankastre sınır şartlarında darbe testlerinin yapılması sağlanmıştır (Sayer 2009).



Şekil 1. Instron-Dynatup 9250 HV darbe dayanım test cihazı.

Figure 1. Instron-Dynatup 9250 HV impact strength tester.

Test cihazı, serbest ağırlık düşürme prensibine göre çalışan sistem kontrollü ve yüksek hızlı bir darbe cihazıdır. İmpuls sinyal koşullandırma birimine, impuls veri toplama kartına Visual Impact yazılım ile sistem kontrol özelliği sağlamaktadır. Darbe sonrasında vurucu tarafından üretilen yük sinyalleri, sinyal koşullandırma ile yük verilerini veri toplama kartına iletilir. Bu verileri yazılıma aktararak darbe sonuçlarını düzenleyerek ayrı ayrı veya toplu tablo ve grafik olarak elde edilmesini ve hesap yapılabilmesini sağlar. Sistem blok diyagramı Şekil 2' de görüldüğü gibidir (Sayer 2009).



Şekil 2. Darbe test cihazı sistem blok diyagramı (Sayer 2009).

Figure 2. Impact tester system block diagram (Sayer 2009)

Numunelerin Hazırlanması (Preparation of Samples)

Testlerde kullanılan malzemeler ile kalınlıkları Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Malzemelerin kalınlık gösterimi*Table 1. Thickness representation of materials*

Deney Numunesi	F Araç Tamponu	H Araç Tamponu
Kalınlık (mm)	3 mm	3 mm

Darbe testlerinde kullanılacak olan malzemeler 100 x 100 mm boyutlarında kıl testere yardımı ile kesilerek hazırlanmıştır. İki araç tipinden 3 farklı hızda ve her hız için 3 numuneden elde edilen verilerin ortalaması alınarak deney verileri düzenlenmiştir. Araçların tampon malzemesinin EPDM (Etilen propilen) ve PP (Polipropilen) olduğu tamponların etiket üzerindeki bulunan kısaltmalardan tespit edilmiştir. Tampon malzemelerinin özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneyde kullanılan ön tampon malzemelerinin özellikleri*Table 2. Properties of the front bumper materials used in the test.*

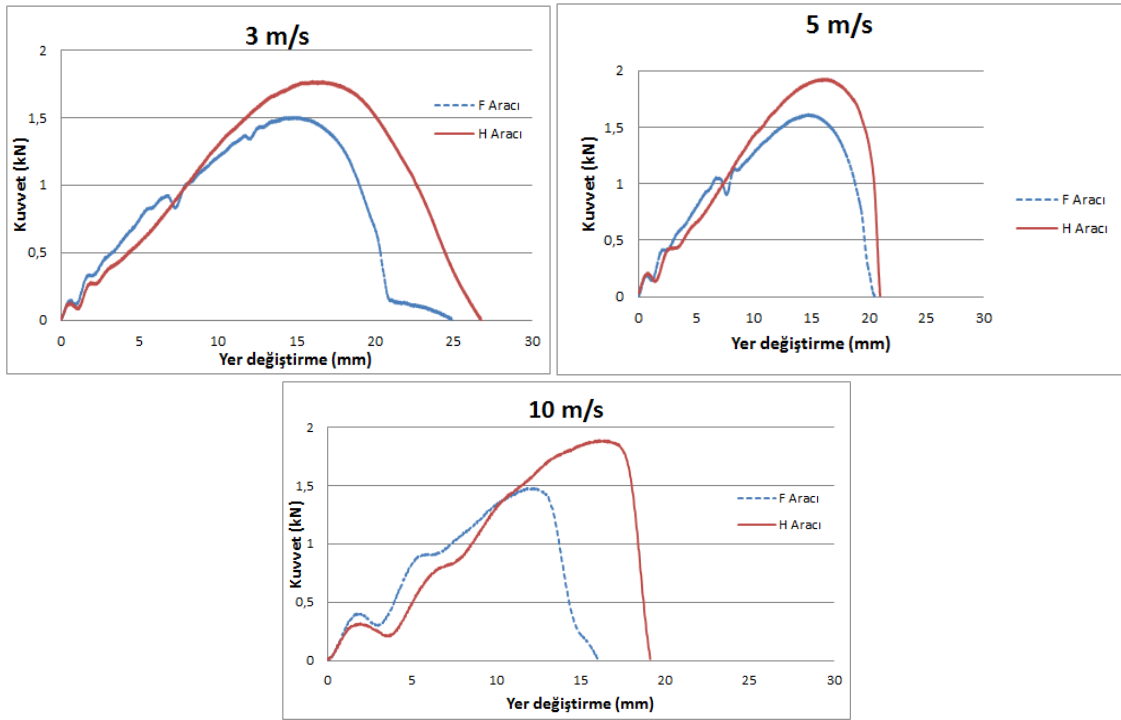
Malzeme	Yoğunluk (g/cm ³)	Kopma Uzaması (%)	Elastisite Modülü (MPa)	Sertlik A	Kopma Mukavemeti (MPa)
PP	0,9	6	1325	70	34
EPDM	1,4	300	1210	60	5

BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

İki farklı araca ait ön tampon polimer malzemelerin darbe testleri; 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn olmak üzere üç farklı hız için yapılmıştır. Bu hızlardaki absorbe edilen enerji-uzama, kuvvet-yer değiştirme ve hız-zaman grafikleri incelenmiştir. Yapılan testlerin tamamı 25°C oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiklerinin İncelenmesi (Analysis of Force-Displacement Plots)

Yapılan darbe testlerinde genellikle numunelerde delinme, saplanma ve geri sekme olmak üzere üç tip hasar oluşmaktadır. Darbe kuvvetinin artmasıyla birlikte eğriler açık tip ve kapalı tip eğri olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil 3' de gösterilen ölçümlerde vurucu uç malzemeye temas ettiği andaki kuvvetler dikkate alınmıştır. Darbe enerjisinin oluşturduğu kuvveti sönmüleyerek uzayan deney numuneleri H ve F tipi taşıtlardır.



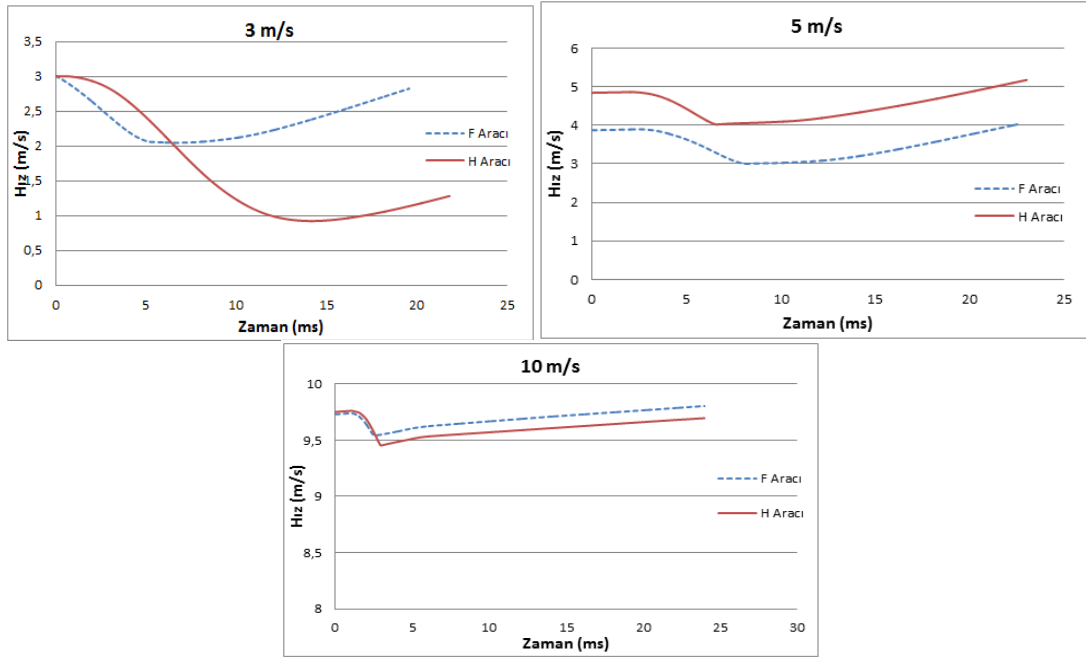
Şekil 3. Teste tabi tutulan F ve H taşıtların farklı hızlardaki kuvvet/yer değiştirme grafikleri.

Figure 3. Force-displacement graphs of the tested F and H vehicles at different speeds.

Her iki ön tampon için yapılan test sonucunda, 3 m/sn, 5 m/sn, 10 m/sn hızlarda ön tampon polimer malzemesinde vurucu uç malzemeyi delip geçmesinden dolayı açık tip eğri oluşmuştur. Yapılan testlere göre H aracına ait ön tampon polimer malzemesinin darbe direncinin F aracına ait ön tampon polimer malzemesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yer değiştirme değerleri ise sırayla H tipi araçta 26,73 mm ve F tipi araçta ise 20,47 mm'dir. Kuvvet-yer değiştirme grafikleri incelendiğinde, grafiğin altında kalan alan sönmölen enerjiyi vereceğinden en iyi malzeme tipi H taşıta ait olan malzeme olarak değerlendirilebilir. Aynı zaman da H taşıtta kullanılan ön tampon polimer malzemenin F taşıtta kullanılan polimer malzemeye göre daha fazla absorbe yeteneğinin olduğu da görölmektedir.

Taşıtlara ait Hız-Zaman Grafiklerinin İncelenmesi (Investigation of Speed-Time Graphics for Vehicles)

Polimer içrikli ön tampon kompozit malzemelere uygulanacak darbeye karşı dayanımını görmek için yapılan darbe testinde iki farklı H ve F tipi araçların ön tamponları farklı hızlarda test edilmiştir. 3 m/sn, 5 m/sn, 10 m/sn hızlar için elde edilen hız-zaman grafikleri Şekil 4' de gösterilmiştir.



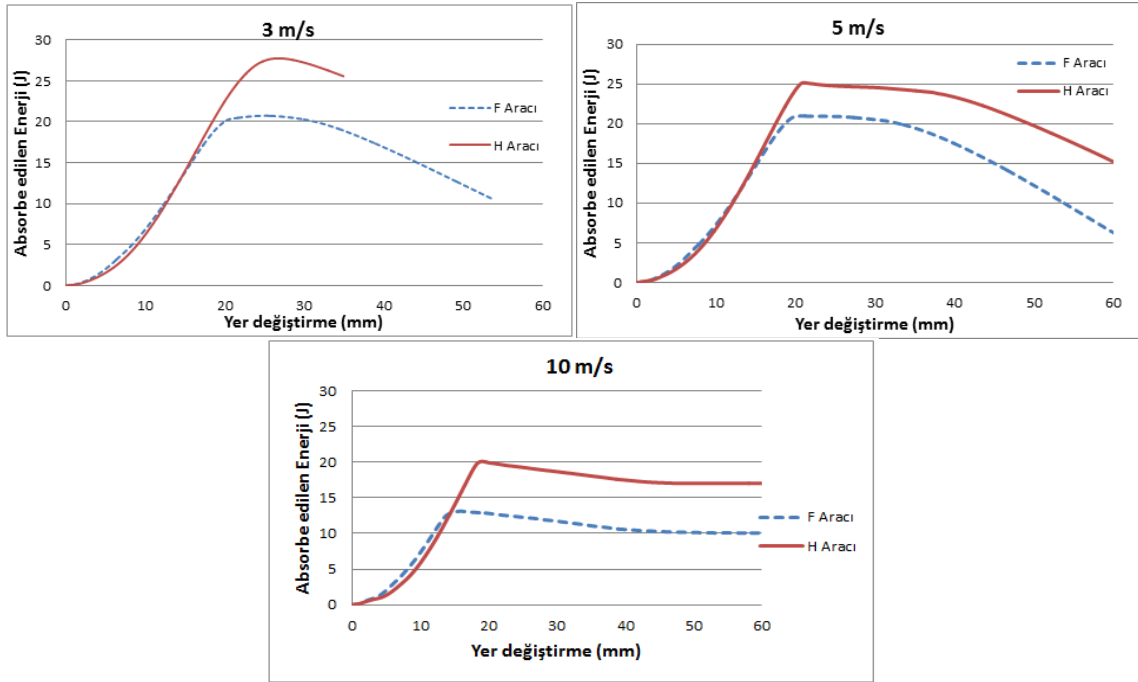
Şekil 4. Teste tabi tutulan F ve H taşıtların farklı hızlardaki hız/zaman grafikleri.

Figure 4. The velocity-time graphs of the tested F and H vehicles at different speeds.

Uygulanan darbe enerjisi altında iki farklı malzeme özelliklerine sahip ön tamponların 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlarında her iki araçta da delip geçme davranışı görülerek vurucu uç polimer malzemeye saplanmıştır. Sürtünmeden dolayı ön tampon malzemesinin kalınlığı boyunca hız yavaşlamıştır. Bunların sonucunda geri sekme davranışı meydana gelmediği için Şekil 4' de gösterildiği gibi H ve F tipi araçların eğrileri pozitif bölgededir. H taşıta ait ön tampon polimer malzemesi 3 m/s' lik hızı 1 m/s' hıza, 5 m/s' lik hızı 4 m/s' hıza, 10 m/s' lik hızı ise 9,5 m/s' hıza kadar düşürmüştür. F taşıta ait ön tampon polimer malzemesi ise 3 m/s' lik hızı 2 m/s' hıza, 5 m/s' lik hızı 3 m/s' hıza, 10 m/s' lik hızı ise 9,6 m/s' hıza kadar düşürmüştür. Dolayısıyla H taşıta kullanılan ön tampon polimer malzemesinin F taşıttan daha iyi olduğu görülmüştür.

Absorbe Edilen Enerji-Yer değiştirme Grafiklerinin İncelenmesi (Analysis of Absorbed Energy-Displacement Plots)

Şekil 5' de F ve H taşıtların ön tampon malzemelerinde 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlarında delinme meydana geldiği görülmektedir. H aracının 3 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı 27,75 J, 5 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı 25,16 J ve 10 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı ise 20,12 J' dür. F aracının 3 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı 20,94 J, 5 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı 20,74 J ve 10 m/sn hızda absorbe ettiği enerji miktarı ise 13,12 J' dür. Üç farklı hızda yapılan testler sonucunda H taşıta kullanılan ön tampon polimer malzemenin F taşıta göre daha sünek bir malzeme olduğu ve darbe enerjisini daha fazla absorbe ettiği görülmektedir. Dolayısıyla EPDM ve PP malzeme karışım oranları arttıkça taşıtların ön tampon malzemelerindeki enerji absorbe etme kabiliyetlerinde artışı söylenebilir. Her iki taşıtların 3 m/sn ve 5 m/sn hızlardaki deneylerinde vurucu ucun malzemeye saplanması görülmüştür bu durum absorbe ettiği enerji miktarlarından da görülmektedir. 10 m/sn hızda ise malzeme dayanamayıp delindiği ve daha az enerji absorbe ettiği görülmektedir.

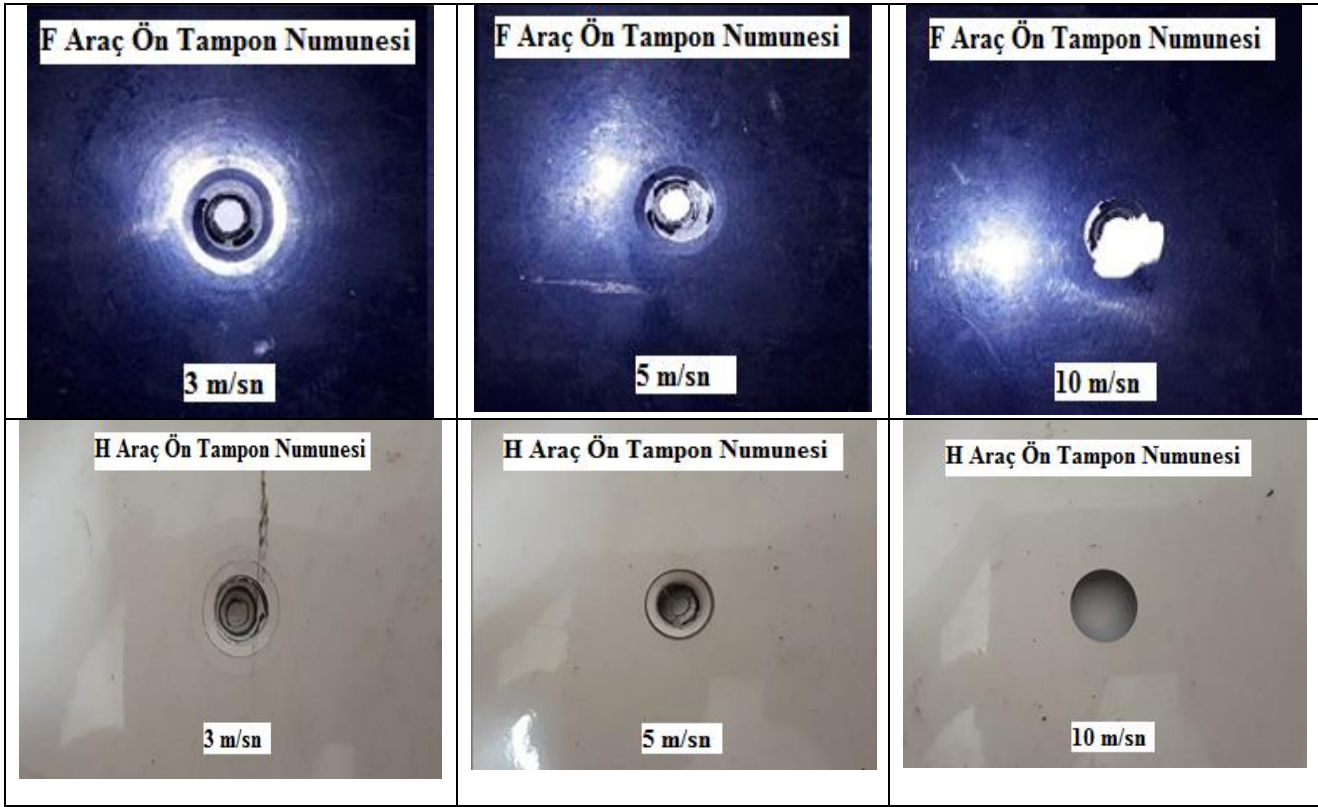


Şekil 5. Teste tabi tutulan F ve H taşıtların farklı hızlardaki absorbe edilen enerji/yer değiştirme grafiği.

Figure 5. The energy-displacement graph of the F and H vehicles subjected to the test at different speeds.

Yapılan çalışma sonunda Özkurt'un yapmış olduğu çalışmaya benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Özkurt çalışmasında; Absorbe edilen enerji- yer değiştirme eğrileri için vurucu ucun malzeme yüzeyinden geri sekmesi durumunda vurucu ucun sahip olduğu enerjinin tamamı malzeme tarafından absorbe edilemez ve absorbe edilemeyen enerjisi de vurucu ucun malzeme yüzeyinden geri sekmesi için harcanır. Vurucu ucun malzemeye saplanması durumunda, vurucu ucun sahip olduğu darbe enerjisinin tamamı malzeme tarafından absorbe edilir. Vurucu ucun malzemeyi delip geçmesi durumunda ise, vurucu uç ile malzeme arasındaki sürtünme kısmının altında kalan alanında program tarafından hesaplanan sönümlenen enerji miktarına katılmasından dolayı eğrinin yukarıya doğru yönlendiği görülür (Özkurt 2003).

F ve H tipi taşıtlarda kullanılan ön tampon polimer malzemelerine 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlarında yapılan testler sonucunda ön tampon malzemelerinde oluşan darbe hasarları Şekil 6' da gösterilmiştir. F aracın, 3 m/sn ve 5 m/sn hızda darbe yüzeyinde ezilme, çatlama ve malzeme hasarı görülürken, hız 10 m/sn çıktığında yüzeyde ayrılma ve kırılma meydana gelmiştir. H aracında ise, aynı hızlarda F taşıta göre benzer hasarlar olduğu görülmüştür. Şekil 6'daki hasar resimleri incelendiğinde H aracından alınan numunelerin yüzey hasarı daha az olarak görülmektedir.



Şekil 6. F ve H Araçların polimer ön tampon numunelerinde 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlarında oluşan darbe hasarları

Figure 6. Impact damage in polymer front bumper samples of F and H vehicles at 3 m / sec, 5 m / sec and 10 m / sec velocities.

SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Otomobillerin ön tamponları pasif güvenlik sistemleri içerisinde önemli parçalardan biridir. Yapılan çalışmada polimer ön tampon malzemesine gelen darbe enerjilerinin absorbe kabiliyetleri incelenmiştir. Çalışmada 3 farklı darbe hızda ve 2 farklı otomobilin ön tampon malzemeleri kullanarak testler yapılmıştır. Testler 25°C sabit sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda;

- Farklı hızlarda yapılan darbe testleri sonucunda H taşıtın kuvvet ve absorbe ettiği enerji kabiliyeti diğer F taşıtına göre daha iyi ön tampon malzemesinin olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise ön tampon malzemenin üretiminde kullanılan Etilen Propilen ve Polipropilen yoğunluk oranıdır. Türkmen ve Köksal yaptıkları çalışmada bunu doğrulamaktadır, malzemelerin yoğunluğunun artışı ile beraber absorbe ettiği enerji değeri lineer artış göstermekte ve absorbe edilen enerji değerinin de artmakta olduğunu belirtmişlerdir (Türkmen ve Köksal 2013).
- Ön tampon malzemesinin üretiminde kullanılan Etilen Propilen ve Polipropilen malzemelerin yoğunluk oranları tampon malzemesinin testlerde gevrek ve sünek kırılmasını etkilemiştir. Yapılan testler neticesinde elde edilen verilere göre, F taşıtında kullanılan ön tampon malzemesinin H taşıtına göre daha gevrek bir malzeme olduğu görülmüştür.
- Farklı hızlar altında her iki araç ön tampon malzemesinde delinme meydana gelerek açık tip eğri oluşmuştur. Testler sonucunda, Polimer malzemelerin tabaka kalınlığı arttıkça çökme değerinin azaldığı görülmektedir.
- Farklı ön tampon polimer malzemelerine sahip olan H ve F taşıtlarda 3 m/sn, 5 m/sn ve 10 m/sn hızlardaki darbe enerjisi F taşıt ön tampon malzemesinde meydana gelen çökme ve deformasyonun, H taşıtına göre fazla olduğu gözlenmiştir.
- H ve F taşıtlarında kullanılan ön tampon malzemesinin artan hızlarla darbe hasarları artmıştır.

- Yapılan testler esnasında vurucu ucun hızının en aza düşmesine sebep olan numune yine H taşıta ait olan ön tampon malzemedir. Böylelikle H taşıta ait tamponun herhangi bir kaza sırasında ön tampon malzemesine gelecek olan darbeleri absorbe iyi sönümleme kabiliyetine sahip olan polimer malzeme olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Agrawal, S., Singh, K. K., Sarkar, PK., 2014, "Impact damage on fibre-reinforced polymer matrix composite", *Journal of Composite Materials*, Cilt 48 Sayı 1, ss. 317-332.
- Bai, J., Li, Y., Zuo, W., 2017, "Cross-sectional shape optimisation for thin-walled beam crashworthiness with stamping constraints using genetic algorithm" *Int J Vehicle Design*, Cilt 73, Sayı 1-3, ss. 76-95.
- Dönmez, Ç. A., Boran, S., 2016, "Doğal liflerin otomotiv sanayinde kullanımı", *Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 16 Sayı 1, ss.253-263.
- Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı <http://trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/temmuz20.pdf> (Erişim Tarihi: 12.03.2020).
- Erem, E., Gökkurt T., 2021, "Çekirdeklendirici Ajanlar, Uyumlaştırıcılar Ve Antioksidanların Geri Dönüştürülmüş Polipropilen Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi", *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 8,14, 1-22.
- Erik, N. Ç., 2019, "Otomotiv gövde imalatında kullanılan polimer malzemelerin enerji sönümleme yeteneklerinin incelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Findik, F., Tarım, N., 2003, "Ballistic impact efficiency of polymer composites", *Composite Structures*, Cilt 61, Sayı 1, ss. 187-192.
- Goede, M., Stehlin, M., Rafflenbeul, L., Kopp, G., Beeh, E., 2009, "Super light car – lightweight construction thanks to a multi-material design and function integration", *Eur. Transp. Res. Rev.*
- Gülmez, S., 2018, "Otomotiv endüstrisinde kullanılan polimer matrisli kompozit malzemeler", *Yüksek Lisans Projesi*, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Hamamcı, B., Çiftçi, M., Aktaş, T., 2018, "Yeşil kompozitlerde biyo polimerlerin kullanımının önemi", *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, The Black Sea Journal of Sciences ISSN (Online): 2564-7377, Cilt 8, Sayı 1, ss. 12-24.
- Hou, W., Xu, X., Wang, H. L., 2018, "Tong Bending behavior of single hat-shaped composite T-joints under out-of-plane loading for lightweight automobile structures" *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Cilt 37, Sayı12,ss. 808-823.
- Jenq, S T, Mo J J., 1996, "Ballistic impact response for two-step braided three-dimensional textile composites", *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, Cilt 34, Sayı 2, ss. 375-384.
- Liu, Q., Lin, Y., Zong, Z., G., Sun, Li, Q., 2013, "Lightweight design of carbon twill weave fabric composite body structure for electric vehicle" *Compos Struct*, Cilt 97, Sayı 1, ss. 231-238.
- Mili, F, Necib, B., 2001, "Impact behavior of cross-ply laminated composite plates under low velocities", *Composite Structures*, Cilt 51, Sayı 3, ss. 237-244.
- Öztürk, İ., Kaya, N., Öztürk, F., 2014 "Otomobil ön tampon çarpışma simülasyonu ve optimizasyonu" 7. Otomotiv Teknolojileri Kongresi, OTEKON 2014, Bursa, Turkey, 26-27 Mayıs 2014.
- Özen, E., Kızıldaş, A., Kızıldaş, E.E., Gardner, D.J., 2012 "Natural fiber blends filled engineering thermoplastic composites for automobile industry", *Proceedings of SPE Automotive Composites Conference & Exhibition (ACCE)*, (September 11-13), Troy, MI.
- Özkurt, Ş., 2003, "Hafif ticari araç tamponlarının bilgisayar destekli tasarımı", *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sayer, M., 2009, "Hibrit kompozitlerin darbe davranışının incelenmesi", *Doktora tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

- Şen, N., Őengöl, Ö., Uygur, İ., 2020, "Geri dönüşümü yapılmıŐ PP ve ABS prototip malzemelerin bazı mekanik ve termal özelliklerinin incelenmesi", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, ss. 246-257.
- Türkmen, İ., Köksal, N.S., 2013, "Cam elyaf takviyeli polyester matrisli kompozit malzemelerde (ctp) elyaf tabaka sayısına bağlı mekanik özelliklerin ve darbe dayanımının incelenmesi", C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, ISSN 1305-1385, Cilt 8, Sayı 2, ss.17-30.