

Spoiler Tasarımında ABS ve Karbon Fiber Malzemelerin Analizi

Mehmet ÇAKMAKKAYA¹, Furkan SOYLU²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği, Türkiye

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği, Türkiye

e-mail : ¹cakmakkaya@aku.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9031-3830>

²furkan.soylu61@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7153-5024>

The arrival date:07.11.2022 ; Date of Acceptance:22.01.2023

Öz

Bu çalışmada, binek araçlarda oldukça yaygın kullanılan spoilerin arac üzerindeki aerodinamik etkileri ve bunlarda kullanılan malzemenin mekanik özellikleri analiz edilmiştir. Günümüz imalat süreçlerinde yeni ürünlerin optimum tasarım kriterlerinin belirlenmesinde özellikle otomotiv gövde ve parçalarında sonlu elemanlar yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Analizde elde edilen tasarım kriterleri imalat sürecinde anahtar rol oynar. Spoilerin fonksiyonu aracın aerodinamiği bununla birlikte yüksek hızlarda stabiliteye sahip olması otomobil için önemlidir. Spoilerin uyguladığı tersine basma kuvveti aracın hızlanması sonucunda oluşur ve bu etki aracın yere daha iyi basmasını sağlar. Bu durum aracı yüksek hızlarda daha güvenli hale getirir. Araç ağırlıkları da dikkate alındığında bunların oldukça hafif ve yüksek dayanıma sahip karbon fiber malzemeden imal edilmesi önemli tercih sebeplerindedir. Bu çalışmada çelikten çok daha hafif ve dayanımı yüksek olan karbon fiber malzeme araştırılmıştır. ABS plastik ile karbon fiber malzemeden spoiler tasarımı yapılarak tasarım analizleri ANSYS yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi ile çekme, basma ve burulma analiz verileri nümerik olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda karbon fiber malzemeden üretilmiş spoilerin daha üstün özelliklerde olduğu tesbit edilmiştir

Anahtar Kelimeler

Carbon Fiber; Spoiler;
ANSYS; Mechanical
Analysis; Compression
Test; Torsion Test;
Tensile Test

Analysis of ABS and Karbon Fiber Materials in Spoiler Design

Abstract

In this study, the aerodynamic effects of spoilers, which are widely used in passenger cars, on the vehicle and the mechanical properties of the materials used in them are analyzed. In today's manufacturing processes, the finite element method is widely used, especially in automotive bodies and parts, in determining the optimum design criteria of new products. The design criteria obtained in the analysis play a key role in the manufacturing process. The function of the spoiler is important for the car's aerodynamics as well as its stability at high speeds. The reverse downforce applied by the spoiler occurs as a result of the acceleration of the vehicle, and this effect allows the vehicle to press the ground better. This makes the vehicle safer at high speeds. Considering the vehicle weights, it is one of the important reasons for preference that they are manufactured from very light and high-strength carbon fiber materials. In this study, karbon fiber material, which is much lighter and more durable than steel, has been investigated. Spoiler design made of ABS plastic and karbon fiber material, and the design analyzes were evaluated using ANSYS software. Tensile, compression and torsion analysis data were calculated numerically with the finite element method. As a result of the analysis, it has been determined that the spoiler made of karbon fiber material has superior features.

Keywords

Carbon Fiber; Spoiler;
ANSYS; Mechanical
Analysis; Compression
Test; Torsion Test;
Tensile Test

1. Giriş

Günümüzde üretilen araç çeşitliliğinin artması üretim teknolojisindeki gelişmelerle tanımlanmaktadır. Bu gelişme aynı zamanda kullanılan malzeme özelliklerini de ön plana çıkarmaktadır. Malzeme seçiminin yanında araç tasarımında aerodinamik araç gövde tasarımının iyileştirilmesi üzerinde çalışılmıştır. Otomotiv endüstrisinin esas ilgilendiği konulardan bir de sayısal yöntemlerle sürükleme katsayısını azaltmak için taşıt tasarımı aerodinamiğinin iyileştirilmesi üzerinde bir çok çalışma yapılmıştır. Özellikle yüksek hızlı otomobillerde aerodinamiğin önemi spoiler ve hava kanalları tararımlarını ön plana çıkarmıştır. Çünkü yüksek hızlarda spoilerin yere uyguladığı basma kuvveti sonucunda yere tutunmayı sağlamakta ve bu tür araçları yüksek hızlarda daha güvenli hale getirmektedir. Literatürde SOLIDWORKS®'te tasarlanan araç modelleri üzerinde ANSYS® CFX yazılımı (k-epsilon modeli) kullanılarak üç-boyutlu SAD (Sayısal Akışkanlar Dinamiği) hava akış simülasyonu uygulamaları araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. "CFX-mesh" te ağ yapısı sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak oluşturulur çünkü teorik olarak, aracın gövdesinin aerodinamik şeklini etkileyen araç üzerindeki yapılar yakıt tüketimini azaltabilir ve aracın hızını engelleyen kuvvetleri en aza indirebilir. Bilgisayar destekli modellemelerde araç durma mesafesini azaltabilmek için araç üzerindeki spoilerin açılma oryantasyonu üzerinde çalışılmışlardır (Arulshri, Kumar, Nesalingam, 2021). Günümüzde araç gövdelerinde yaygın kullanılan karbon fiber takviyeli ya da güçlendirilmiş plastik plazemeler çelik kadar hatta ondan daha yüksek dayanımda olması bununla birlikte bu tür kompozit malzemelerin daha hafif olmaları kullanım cazibesini arttırmıştır. Araç üzerindeki spoiler ve benzeri parçaların tasarımında karbon elyaf takviyeli polimer matrisli kompozitler kullanılmıştır (Zhang, Wang, 2002).

Chanyang Kim ve ark. spoiler modellemesinde soğutma performansını karşılaştırmak ve geliştirmek için doğrudan temaslı hava soğutmalı bir sisteme dayanan üç farklı tasarım üzerine çalışmışlar. Ayrıca, tasarlanan modeli doğrulamak için bir akü soğutma testi gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, spoiler modelinin maksimum pil sıcaklığını yaklaşık %16 oranında azalttığını ve spoiler içermeyen geleneksel bir soğutma yöntemiyle karşılaştırıldığında, pil hücrelerinin sıcaklık dağılımını yaklaşık %65 oranında etkili bir şekilde iyileştirdiği yazılmıştır (Chanyang, Jaeyoung, Seokmoo, 2022).

Nomura ve arkadaşları Kompozit malzemelerdeki takviye fazlarının matris fazı içindeki dağılımı ve bunların ürün imalatında kullanılmasıyla oluşan yapıyı üç boyutlu tasarım yöntemini kullanarak ürün üzerindeki etkileri üzerinde çalışmışlardır. Tasarım yöntemindeki değişkenleri topoloji optimizasyonuna dayalı olarak formüle etmişlerdir. Bu imalat yöntemini, bir CNC Tezgah makinesinin preform olarak hazırladığı özel elyaf yerleştirme teknolojisine dayandığını bildirmişlerdir. Preform ürünlerin, fiber yollarını optimize ederek isteğe bağlı yönlendirme dağıtımı ve vakum destekli reçine transfer kalıplama ile oluşturulduğu ifade edilmiştir (Nomura, Iwano, Kawamoto, Yoshikawa, 2022).

Yüzyılın teknolojisi olan yapay zeka (AI) ve bunun otomobil sektöründeki çeşitli uygulamaları dördüncü sanayi devriminin (Endüstri 4.0) çağında, üretim, kalite ve kârları maksimize etmek için kullanılan akıllı teknolojiler sayesinde endüstriler daha da karmaşık hale geldiği ve israfı, zamanı ve üretim maliyetlerini en aza indirildiği belirtilmiştir. Yapay zeka, Modern araçları akıllı, güvenli ve güvenilir hale getirmek için bunları otomobil endüstrisinde kullanmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, sürücüleri otomatikleştirmeye çalışır, böylece el emeğini azaltır, verimliliği artırır ve insanları sıradan, tekrarlayan görevleri yerine getirmekten kurtarır. Polimer kompozitler, karbon fiber ve yüksek mukavemetli çelik gibi gelişmiş

malzemeleri otomobil endüstrisinde uygulanabilir kılan çeşitli faktörleri ve bu ileri malzemelerin otomobil endüstrisindeki uygulama yöntemlerini ve alanlarını tartışmışlardır (Kamran 2022).

Yeni bir ürünün geliştirilmesi için alanın gelecekteki yönünü araştırmak sürdürülebilirlik için tasarım ilkelerini ve mevcut literatürü birleştirmeyi amaçlamak gerekir. Bu açıdan bakıldığında sürdürülebilirlik yöntemlerinin tasarımı, ekoloji, ekonomi ve sosyal yapı bakımından sürdürülebilirlik fikri altında oluşturulabilir olduğunu belirtmişlerdir (Rıza, Esyraf, 2022).

Günümüzde, kompozit malzemelerin uygulanması savunma, otomobil, havacılık, spor, ev ürünleri ve tıbbi ekipmanlarda geniş yer bulmaktadır. Kompozit malzemeler; maris faz ve takviye fazlarının durumlarına göre; karbon fiber, aramid fiber, E-cam fiber şeklinde adlandırılan kompozitlerdir. Her iki fazın kombinasyonu, malzemenin hafif olmasını ve daha geniş alanlarda uygulanabilmesi için yüksek mukavemetli olmasını sağlar. Kompozit malzemelerin çoğu, sentetik ve doğal bazlı malzemeler olup ticari olarak temin edilebilir (Sapuan, İlyas ve Asyraf 2021).

Genel olarak, yapısal malzemeler içine polimer köpüğün merkeze konulduğu ve CFRP (karbon fiber takviyeli polimer) veya GFRP (Cam fiber takviyeli polimer) gibi heterojen bir malzemenin polimer köpüğün tek veya her iki tarafına uygulandığı köpük özlü sandviç kompozitleri, hacim, ağırlık ve titreşim sönümleme özellikleri açısından daha uygun olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle, köpük özlü sandviç kompozitlerin esas olarak nakliye alanında kullanılmakla birlikte çeşitli alanlarda uygulamaları vardır. Çalışmalarında bir otomotiv spoilerinde ABS/PC (Akrilonitril Bütadien Stiren / polikarbonat) ile geleneksel kullanılan spoilerlere kıyasla, köpük özlü CFRP sandviç kompozitinin uygulanmasının ağırlığı azaltıldığı bu işlemi köpük özlü CFRP sandviç kompozitinde örülmüş karbonun laminasyon tasarımı ile gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra, köpük özlü CFRP sandviç kompozit spoiler ile geleneksel ABS/PC spoileri sonlu elemanlar analizi ile mekanik davranışları karşılaştırmışlardır (Lee ve ark. 2020).

Wafi ve ark.. (2021); yüksek hız yapan yarış arabalarında meydana gelen kaldırma kuvvetinin

aracın stabilitesini, çekişini ve hızını kaybetmesine neden olduğunu bu nedenle, kaldırma kuvvetini azaltmak ve aracı daha kararlı hale getirmek için bir yarış arabasına bir spoiler monte ederek çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, spoiler boyutunun UniART FSAE yarış otomobili üzerindeki sürtünme kuvveti ve basma kuvveti değeri üzerindeki etkisini simülasyon yazılımı kullanarak araştırmışlar ve daha büyük bir spoiler boyutu, diğer boyutlara kıyasla en yüksek basma kuvvetini verdiğini ve yere basma kuvvetinin spoilerin alanı ile doğru orantılı olduğunu tespit etmişlerdir.

Hava kanallarının doğru akış analizi (CFD) için ağırlık kalitesi önem arz eder. Özellikle gerçek hayattaki uygulamalarda yaygın olarak karşılaşılan türbülanslı akışla uğraşırken büyük önem taşımaktadır. CFD çalışmaları için gerekli olan ağırlık kalitesini artırmak için farklı araçların kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Akilah ve ark.. 2018).

Sivakumar ve ark. (2019); bir aracın performansını aerodinamik özellikleri etkilendiğinden bahsederek, spoilerin çalışan bir aerodinamik cihaz olduğunu, aracı yavaşlatmak ve hava toplamak için kullanıldığından bahsetmiştir. Ayrıca bir araç modelinde arka rüzgarlık (spoiler) olmadan tasarlanmış model üzerinde analizler elde etmişlerdir. Çalışmasında farklı akışları incelemek için ANSYS-FLUENT yazılımını kullanarak aerodinamik etkiyi araştırmışlardır. Spoilerin, sürtünmeyi önemli ölçüde azalttığını da belirtmişlerdir.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, optimum tasarımı elde etmek, zaman ve maliyetleri azaltmak için otomobillerin tasarımında yaygın olarak kullanılır. Araç tasarımı, araçların satın alma kararında önemli anahtardır. Otomobil üreticilerinin çok zor bir görevi var. Bu görev; tasarımıyla potansiyel alıcıları cezbedecek, otomobilin aerodinamiğini bozmayan veya yüksek hızlarda stabilizeye sahip bir otomobil inşa etmektir. Otomobilin yüksek hızlarda dengesini artırmak için arka spoileri araç gövdesine eklemek gerekir (Sitojonovic ve ark. 2020 ve Vasamsetti, 2020). Aerodinamik sürüklenme ve kaldırma katsayılarının belirlenmesi ANSYS yazılımı 14.5/Fluid Flow CFX modülü kullanılarak aerodinamik sürtünme katsayısının, arka spoiler sabitlendiğinde hafifçe arttığı (%3,4), ancak

aerodinamik kaldırma katsayısı değerinde önemli bir azalma olduğunu (%32) çalışmalarında tespit etmişlerdir (Sitojonovic, Vasamsetti, 2020).

Spoilerin daha yüksek hız için araca aşağı doğru basma kuvveti oluşturarak dengeli hareket etmesini sağlayan bir otomotiv kaporta sisteminin bir parçasıdır. (Nor ve ark. 2015).

Otomobillerdeki rüzgarlık sürtünmeyi azaltmak için kullanılan aerodinamik bir bileşen olduğu Daniel ve arkadaşları (2021), tarafından ifade edilmiştir. Aynı kişiler spoilerin birincil işlevinin aerodinamik sürtünmeyi azaltarak ve dengeyi arttırıp aracın yol tutuşunu sağlamak olduğunu belirtmişlerdir (Maji ve Mustafa, 2021).

Binek karayolu taşıtlarının korumasız alt gövdedeki sürtünmeyi azaltmak için yaygın olarak dikey deflektörlerin kullanılmakta olduğu ve bunların aerodinamik olmayan alt gövde boyunca akış hızını azalttığını ve böylece yüksek hızlarda gövde altı hava akışında bu çıkıntı yapan bileşenlerin sürtünmeyi azaltan bir etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir (Patil, 2015).

Araştırmacılar modelledikleri çeşitli rüzgarlıkları otomotiv gövdeleri üzerindeki hava dirençlerinden kaynaklanan basınçların akış analizini incelemişlerdir (Cho, 2016).

Otomobillerde performans; güvenlikten, manevra kabiliyetinden, motordan, lastiklerden, aerodinamik yapıdan ve tasarım ergonomisi gibi çok disiplinli faktörlerden etkilenir. Son yıllarda sera gazını azaltma talepleri ve akaryakıt fiyatlarındaki enflasyon azaltma talepleri, otomobil aerodinamiğinin önemini yeniden ele almak gerektiğini göstermiştir. Aracın gövdesi, şehir içi sürüşte direncinin üstesinden gelebilmek için yaklaşık %3 yakıt kullanırken, otoyol sürüşlerinde %11 yakıt tüketmektedir. Otoyoldaki sürüşlerde dikkate değer yüksek yakıt tüketimi değeri, minimum tasarım değişiklikleri kullanılarak aracın aerodinamiğini geliştirmek birçok tasarım mühendisinin ilgi odağı olmuştur. Bununla birlikte, otomobillerdeki hız artışlarının da beklenmedik kazalara neden oluşturduğu bilinmektedir. Bunun için harici ekipman kullanma fikrini geliştiren çalışmalar vardır. Bunlardan biri de gövdeyi değiştirmeden mevcut araca takılabilen geliştirilmiş spoiler tasarımlarıdır. Bunlar araçları aerodinamik

olarak daha çekici hale getirmiştir. Arka rüzgarlığa etki eden kaldırma, sürüklenme ve basınç dağılımlarının etkisi, Autodesk Simulation (CFD) yazılım ile araştırılarak raporlanmıştır (Chandra ve Riyad, 2017).

Bu çalışmamızda kompozit malzemeden ve plastikten üretilen spoiler çalışılmıştır. Binek bir otomobil için bir spoiler tasarımı yapılarak sonlu elemanlar yöntemiyle kullanılacak iki malzeme analiz edilmiştir. Karbon fiber takviyeli malzemeden yapılan spoiler ile ABS plastik malzeme analiz edilerek sonuçlar sayısal değerlerle belirlenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1 Spoiler İçin Malzeme Seçimi

Bir spoiler üretiminde en önemli özellik kullanılacak malzemesi ve araç gövdesine uygun tasarımıdır. Bu çalışmada tasarımı yapılan spoiler Şekil 3'de ve spoiler malzemelerinin mekanik özellikleri ise Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

2.2 Sonlu Elemanlar Analizi ve Malzeme Ataması

Çalışmada sonlu elemanlar analizi ANSYS paket programında "statik structural" modülü kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1-2'de verilen malzemelerin mekanik özellikleri ANSYS Engineering Data modülüne tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Karbon Elyafın Mekanik Özellikleri [25].

Özellikler	Değer	Birim
Çekme Dayanımı	3421	MPa
Elastisite Modülü	230	GPa
Yoğunluk	1,76	g/cm ³
Uzama	1,8	%

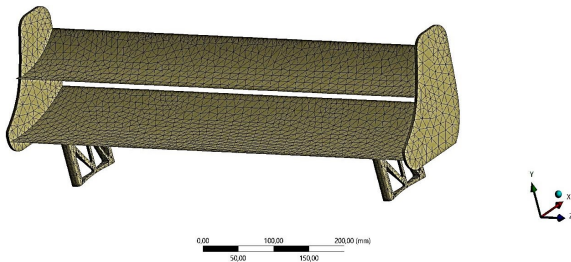
Karbon elyaf epoksi reçine içinde örgü formunda yatırma tekniği ile üretilmiş olarak modellenmiştir.

Çizelge 2. ABS malzemenin Mekanik Özellikleri

Özellikler	Değer	Birim	Metot
Yoğunluk	1,04	g/cm ³	ASTM D 1895
Rockwell B Sertlik	110		
Akma Dayanımı	51	MPa	ASTM D 638
Çekme Dayanımı Max 75 °C	42-50	MPa	ASTM D 638
Uzama	30	%	ASTM D 638
Eğilme Modülü	2750	MPa	ASTM D 790

2.2.1 Ağ (Mesh) Yapısının Oluşturulması

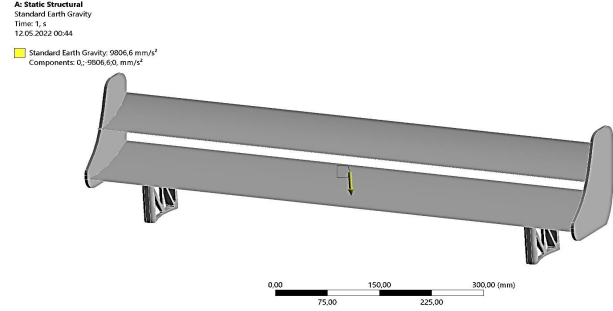
Tasarımı yapılan spoylelerin ANSYS'te geometrisi üzerinde ağ yapısı oluşturulur (Şekil 1). Analiz sonuçlarında gerçeğe yakın verilere ulaşabilmek için geometrik yapı üzerinde homojen bir ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu ağ yapısında 28120 düğüm noktası ve 13611 eleman sayısı bulunmaktadır.



Şekil 1. Spoyleler tasarımı ve geometrinin mesh yapısı

2.2.2 Yer Çekimi etkisi

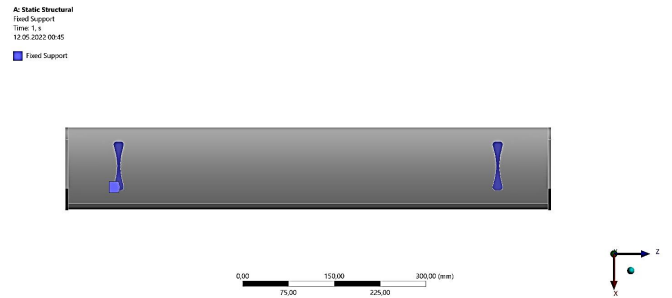
Spoyleler, araçlarda aracın hareketi sırasında etkisini gösterdiğinden ve analiz değerlerinin ideal şartlara uygun olması düşünüldüğü için analiz parametrelerine yer çekimi etkisi de görüldüğü gibi tasarımı dikkate alınarak tanımlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Yer çekimi etkisinin görünümü

2.2.3 Bağlantı noktaları

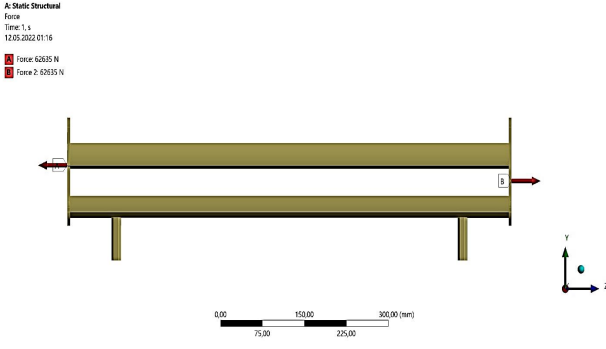
Spoylelerin araç gövdesi üzerinde rijit durumda olmasından dolayı bağlantı noktaları Şekil 3'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Spoyleler aracın gövdesine iki noktadan bağlantı sağlandığı için bu noktalardaki oluşacak çekme, basma kuvvet değerleri alınmıştır.



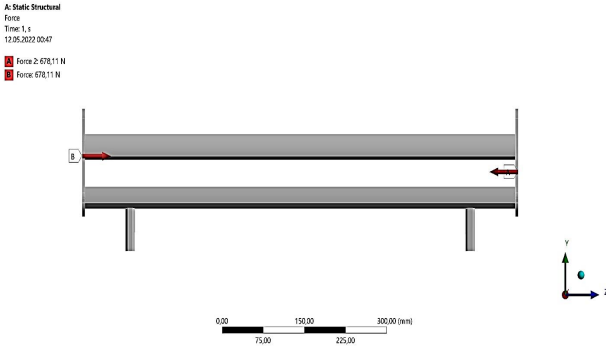
Şekil 3. Spoylelerin ankastre mesnet bölgesi

2.2.4 Kuvvet noktalarının seçilmesi

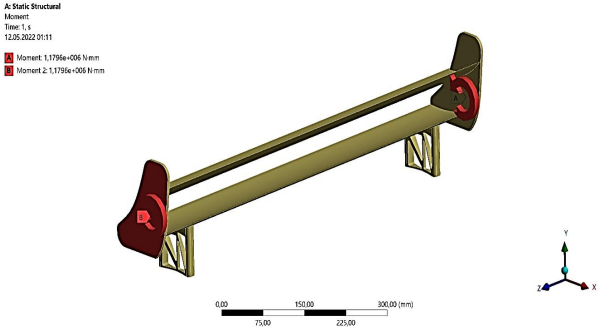
Spoyleler analiz çalışmasında tasarımı yapılan parça üzerinde çekme, basma ve burulma testleri yapılacağı için çeşitli kuvvet yüklemeleri Şekil 4 ve 6'de verilmiştir.



Şekil 4. Spoyer çekme kuvveti



Şekil 5. Spoyer basma kuvveti



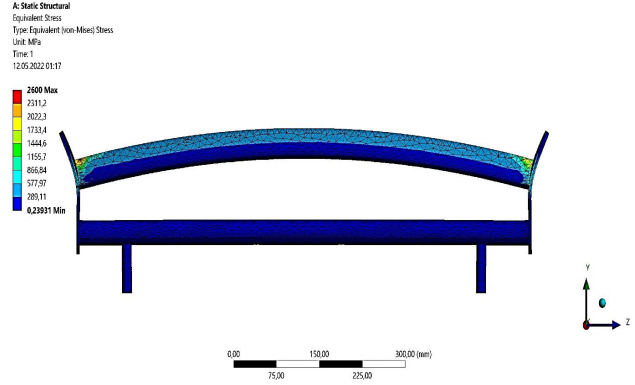
Şekil 6. Spoyer burulma momenti

2.2.5 Değerlendirme ve Sonuçlar

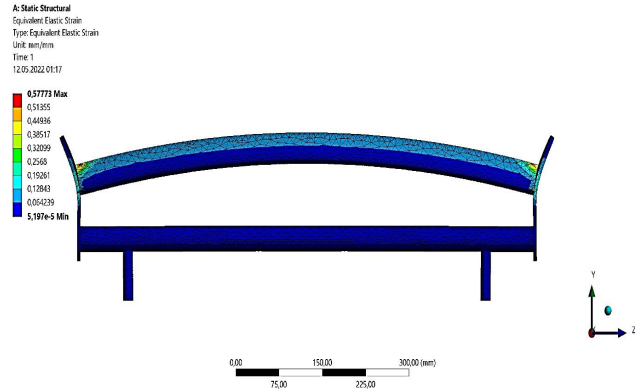
Karbon fiber ve ABS plastik malzeme kullanılarak tasarımı yapılan spoyerin çekme, basma ve burulma testi sonuçları ANSYS verileri değerlendirilerek uygunluğu araştırılmıştır. Analizlerde her iki malzemenin akma dayanımları referans alınarak maruz kalabilecekleri maksimum yükler analiz edilerek en düşük 2534,7 MPa ve en yüksek 2622,9 MPa değerleri belirlenmiştir.

3. Sonuçlar

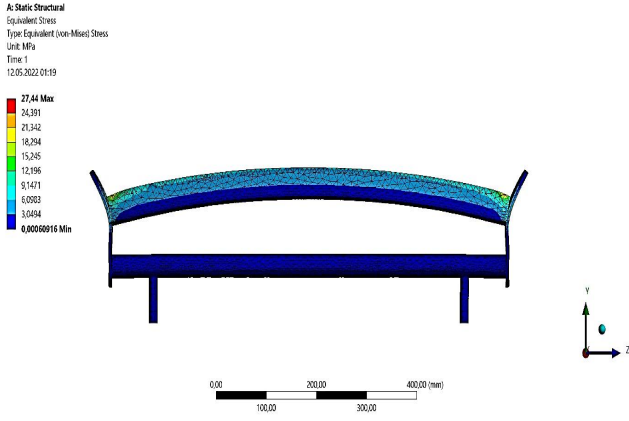
Karbon fiber malzemenin kullanılması ve bu malzemeye çekme testi uygulandığında maksimum 62635 N çekme kuvveti kritik nokta olarak değerlendirilmiştir. Diğer ABS malzemede ise çekme kuvvetinin maksimum 823,8 N olabileceği hesaplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen değerler ve görseller ve şekil değiştirme dağılımları Şekil 7-10'da gösterilmiştir.



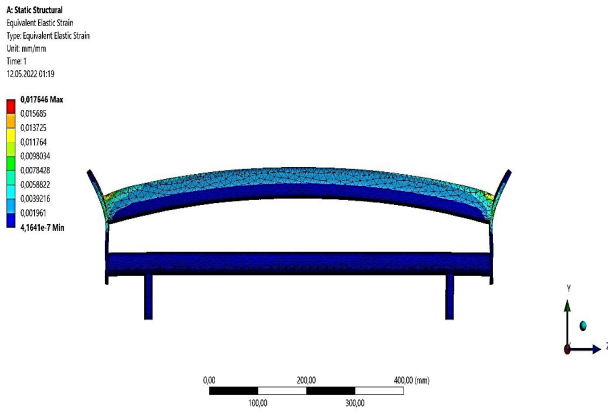
Şekil 7. Karbon fiber malzemenin çekme analizi sonucu ve gerilim değerleri



Şekil 8. Karbon fiber malzemenin plastik deformasyon değerleri



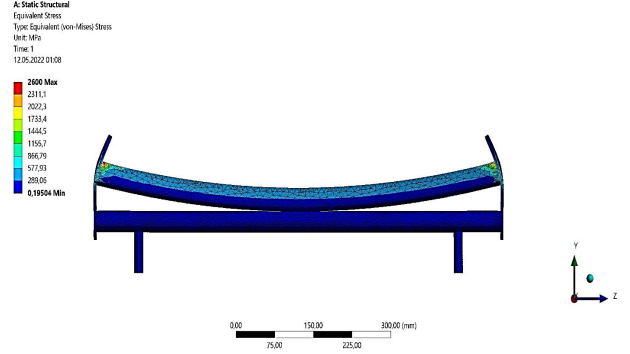
Şekil 9. ABS malzemenin çekme analizi sonucu oluşan gerilme değerleri



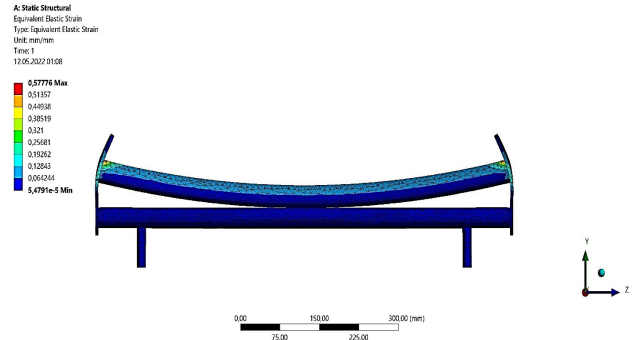
Şekil 10. ABS malzemenin çekme analizi ve plastik deformasyon değerleri

3.2 Basma Analizi Sonuçları

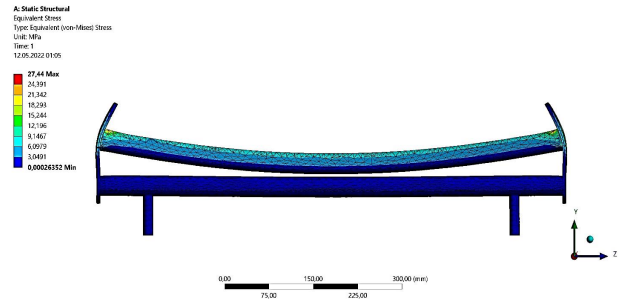
Karbon fiber malzemeye basma analizi uygulandığında maksimum 62668 N değerine kadar kullanılabilceği görülmektedir. Benzer şekilde bu durum ABS malzemede ise maksimum 857,1 N olabileceği değerlendirilmiştir. Bu analiz sonuçları Şekil 14-17'de gösterilmiştir.



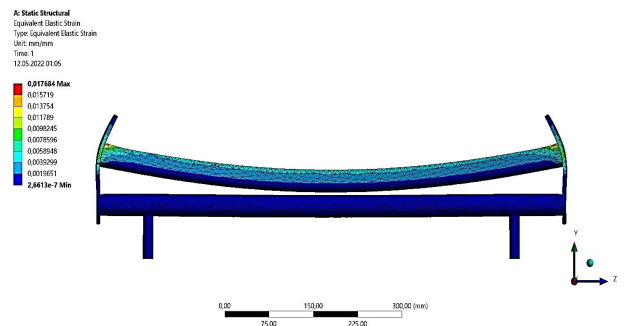
Şekil 11. Karbon fiber malzemenin basma analizi sonucu gerilme değerleri



Şekil 12. Karbon fiber malzemenin basma analizi sonucu plastik deformasyonu ve değerleri



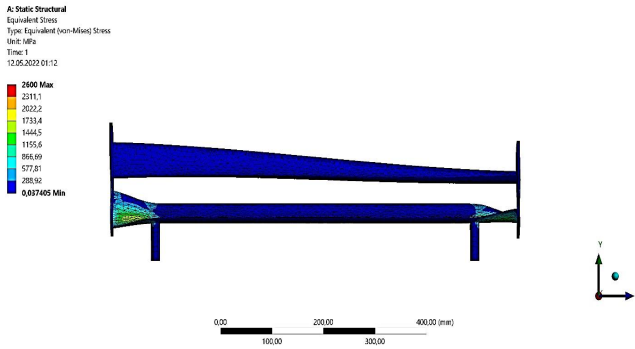
Şekil 13. ABS malzemenin basma analizi sonucu gerilme değerleri



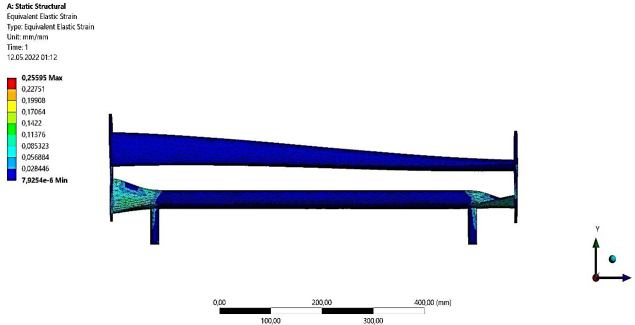
Şekil 14. ABS malzemenin basma analizi sonucu plastik deformasyon değerleri

3.3 Burulma Analizi Sonuçları

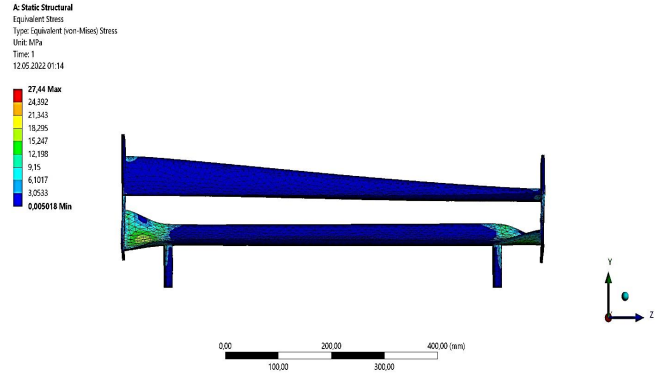
Spoyerin araç üzerindeki montaj bölgelerinde araç hızı ve çevresel faktörlere bağlı oluşan burulma mesnet değerleri hesaplanarak Şekil 15-18'de verilmiştir. Karbon fiber malzemeden yapılan spoyerin burulma test sonucunda maksimum 2600 MPa değerine kadar plastik deformasyon oluşabilmektedir. ABS malzemenin burulma test sonucunda maksimum 27,44 MPa değerinde plastik deformasyona izin verebileceği belirlenmiştir.



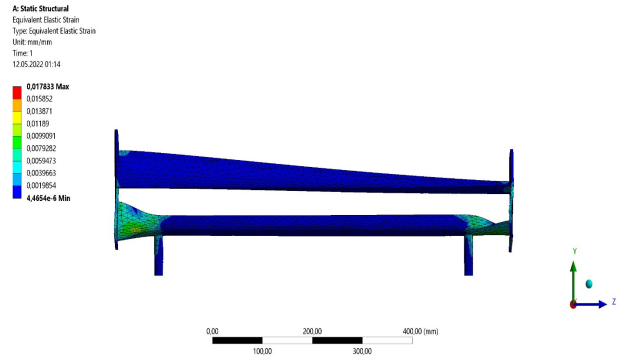
Şekil 15. Karbon fiber malzemenin burulma analizi sonucu gerilme değerleri



Şekil 16. Karbon fiber malzemenin burulma analizi sonucu plastik deformasyon değerleri



Şekil 17. ABS malzemenin burulma analizi sonucu gerilme değerleri



Şekil 18. ABS malzemenin burulma analizi sonucu plastik deformasyon değerleri

4. Tartışma ve Sonuç

Tasarımı yapılan ve katı modelleme yapılarak ANSYS analizi ile değerlendirilen ABS ve karbon fiberden malzemelerin mekanik analiz sonuçları değerlendirildiğinde karbon fiber yaklaşık olarak akma ve burulma mukaveti maksimum 2600 MPa kadar dayanım gösterebileceği belirlenmiştir. Bu malzemedeki %uzama (deplasman) değeri maksimum 0,2559 değerinde olduğu görülmüştür (Çizelge 3-6).

ABS malzeme analizlerinde maksimum akma ve burulma mukavemeti 27,44 MPa değerinde oluşmuştur. Bu malzemeye ait % uzama (deplasman) değerleri maksimum 0,5777 değerinde olduğu tespit edilmiştir. Mukavemet özellikleri olarak karbon fiber kullanımı uygun görülürken maliyet ve üretim kolaylığı açısından ABS plastiklerin kullanılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

Çizelge 3. Karbon Elyaf Akma Dayanımı

Malzeme	Özellik	
	Akma Mukavemeti (MPa)	% Uzama (mm)
Karbon Elyaf	2600	0,5135
	2311,2	0,4493
	2022,3	0,3851
	1733,4	0,3209
	1444,6	0,2568
	1155,7	0,1926
	866,84	0,1284

Çizelge 4. Karbon Elyaf Burulma Dayanımı

Malzeme	Özellik	
	Burulma Mukavemeti (MPa)	% Uzama (mm)
Karbon Elyaf	2600	0,2559
	2311,1	0,2275
	2022,12	01990
	1733,4	0,1706
	1444,6	0,1422
	1155,7	0,1926
	866,69	0,1137

Çizelge 5. ABS malzemenin Akma Mukavemeti

Malzeme	Özellik	
	Akma Mukavemeti (MPa)	% Uzama (mm)
ABS Malzeme	27,44	0,0176
	24,391	0,0137
	21,342	0,0128
	18,294	0,0117
	15,245	0,0098
	12,196	0,1926
	9,1471	0,0078

Çizelge 6. ABS malzemenin Burulma Mukavemeti

Malzeme	Özellik	
	Burulma Mukavemeti (MPa)	% Uzama (mm)
ABS Malzeme	27,44	0,0178
	24,92	0,0158
	21,34	0,0118
	18,29	0,0099
	15,24	0,0077
	12,19	0,0059
	9,15	0,0039

A: Static Structural

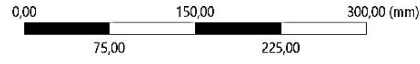
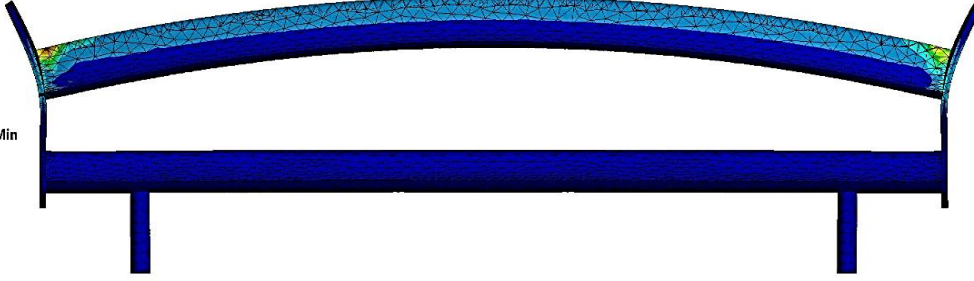
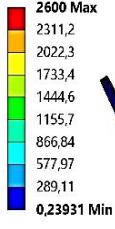
Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 1

12.05.2022 01:17



Şekil 19. Karbon fiber malzemenin çekme analizi gerilim değerleri

A: Static Structural

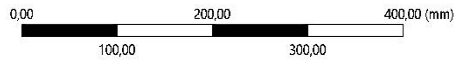
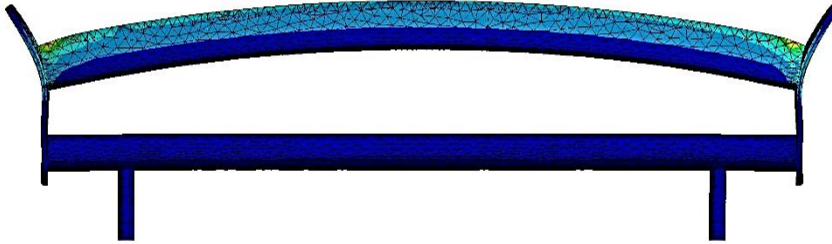
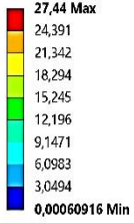
Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

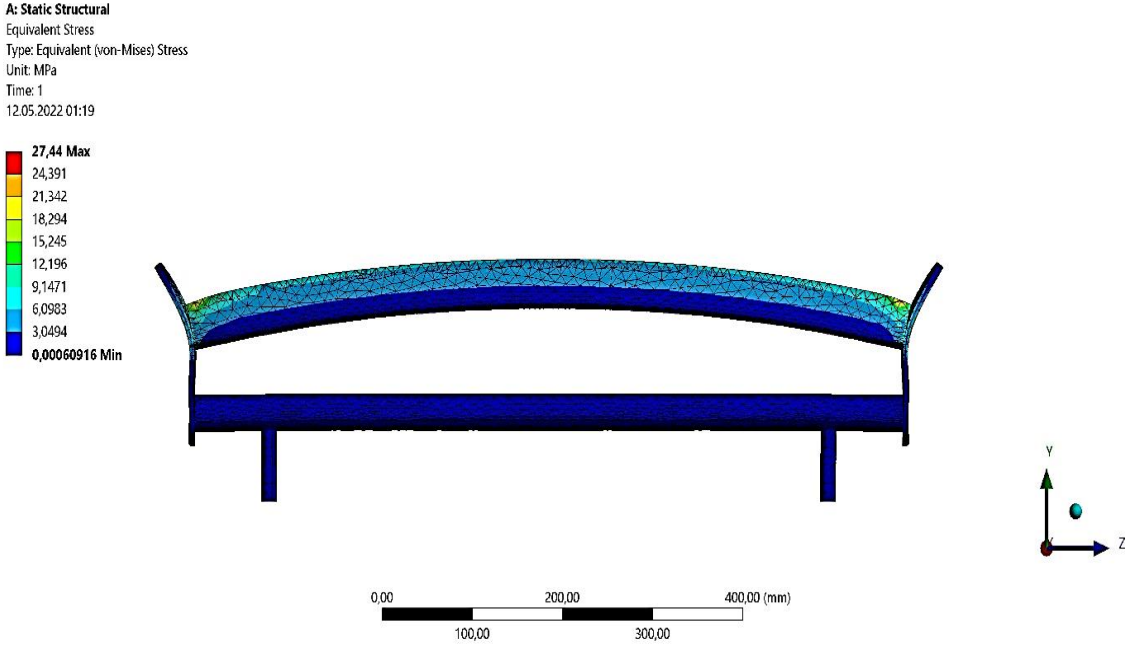
Unit: MPa

Time: 1

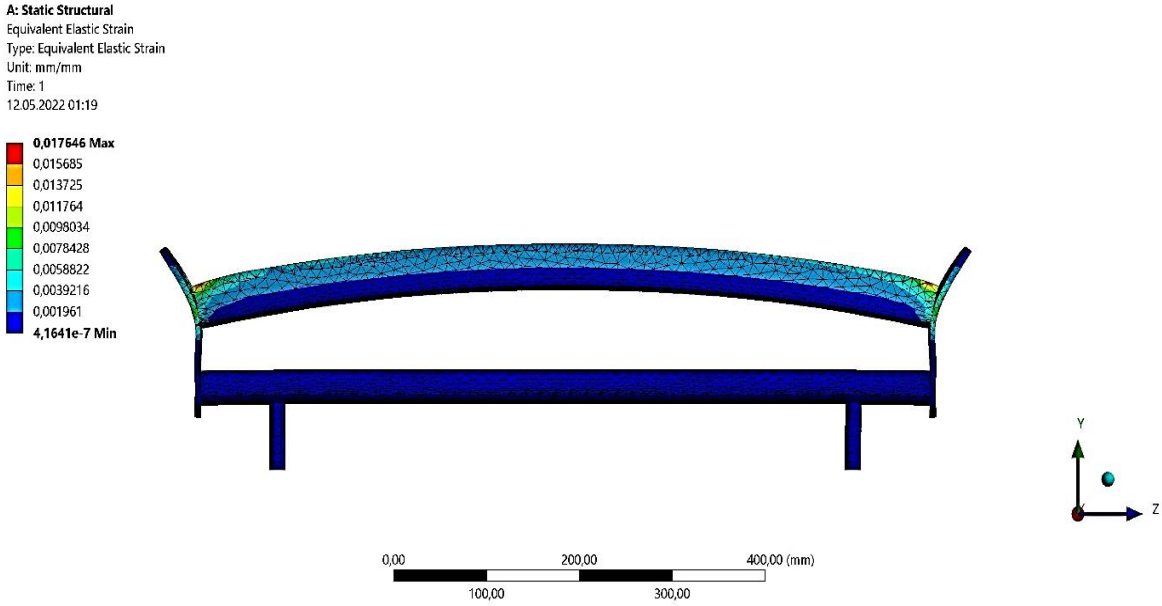
12.05.2022 01:19



Şekil 20. Karbon fiber malzemenin çekme analizi plastik deformasyon değerleri



Şekil 21. ABS'nin çekme analizi gerilme değerleri



Şekil 22. ABS'nin çekme analizi plastik deformasyon değerleri

Tasarımı yapılan parçaların, Sonlu Eleman Analizi (FEA) uygulamaları ve sektörel çözümleri her anlamda firmalar için önem arz etmektedir. Bu yöntem nümerik analiz tabanlı çözümler sunarken ilk olarak analizi yapılacak herhangi bir karmaşık şekli, çok sayıda düzenli / basit şeklin (dikdörtgen, üçgen vb.) toplamıyla değiştirmek suretiyle çözüme gider. Bu şekiller daha sonra orijinal parçayı doğru bir şekilde modellemek için birleştirilir. Bu daha

küçük, daha basit şekiller sonlu elemanlar olarak adlandırılır, çünkü bu tür her şekil orijinal, karmaşık şekil içinde sonlu bir alt alanı kaplar. Örneğin, bir motoru, uçağı, bir makine bileşenini veya iskeleti daha küçük, daha basit bileşenlerden oluşan şekilde görselleştirmek daha kolaydır. Sonlu elemanlar modellemeyi kolaylaştırır (Küçük ve ark. 2018). Şekil 19'da karbon fiber malzemenin çekme gerilmesi değerleri verilmiştir. Buna göre bu

malzemeden yapılan spoilerin dayanım değerleri açısından oldukça yeterli olduğu söylenebilir. Bunun yanında basma ve burulma test değerleri de karbon fiber malzemenin ABS den daha mukavemetli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte otomobil üreticileri mukvetin yerine görseliği yani aracın albenisini daha ön plana çıkarmaktadırlar. Genellikle müşterilerin otomobil üzerindeki görsellik ve estetik hissini ön plana çıkardığı yapılan araştırmalarda görülmüştür (Arlı, N. B 2022). Otomobil satışlarında görsel kaygılardan dolayı satış rekabeti ön plana çıkmaktadır. Bu durum otomobil fiyatlarının arttığı son zamanlarda firmaların satacakları otomobilleri olabildiğince hızlı ve estetik göstermeye çalışıyor olmaları rekabeti daha ön plana çıkarmıştır. Son yıllardaki müşteri memnuniyetinde otomobillerin gövde tasarımı belirgin olarak kendini göstermektedir. Özellikle üreticiler otomobillerin spor görüntüsünü spoiler kullanarak öne çıkarmayı hedefliyor olmaları göze çarpmaktadır. Bununla birlikte spoiler diğer bir adı ile kanat neredeyse her binek otomobil için aksesuar olarak satın alınabilmektedir. Bu çalışma spoiler üretiminde kullanılacak malzeme türü ve tasarımı gün geçtikçe önemini arttırmaları nedeni ile araştırma konusu olarak seçilmiştir. Spoiler malzemesi ile birlikte buna verilecek estetik görünüm dayanımla birleştirilmesi mühendislik açısından oldukça önem kazanmaktadır.

ABS malzeme, mühendislik malzemelerinden olup enjeksiyon yöntemiyle üretimi seri olarak gerçekleştirilebilmektedir. Karbon elyaf malzeme ise uygun bir reçine ile beraber katmanlı olarak el işçiliği gerektiren bir üretim tekniği ile üretilmektedir. İki malzeme arasında yüksek mukavemet farkları olması ham madde ve üretim maliyetleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Yüksek hızlarda araçlarda aerodinamik etkilerin artması ile yüksek mukavemetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür araçlarda karbon elyaf malzeme içeriği tavsiye edilirken, hafif binek otomobillerde ve ticari araçlarda ABS malzeme spoiler üretiminde uygun bir malzeme olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Aris M.H.M., Darlis N., Ishak I.A., Sulaiman S., Jaat N., Abdul Fathul Hakim A.F., 2021. CFD Analysis of Rear Spoiler Activity in Malaysian National Speed Limit Sedan, *Journal of Automotive Powertrain and Transportation Technology*.
- Arlı, N. Arlı, B., Öztürk, M., Öztürk, U., Umut S., 2022. Kansei mühendislik modeli ile otomobil sürücü koltuğunun tasarımı, *Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (doktora tezi)
- Arulshri, K.P., Kumar S.S., Nesalingam, R., 2021. Analysis Of Automobile Rear Dynamic Spoiler, *International Journal of Aquatic Science*, **12**(3), 519-525.
- Chanyang, K., Jaeyoung, H., Seokmoo H., 2022. Air-Cooled Valuation of Spoiler Model at smooth Lithium-Ion Battery Pack temperature, *Proceses*, **10**(3), 505.
- Çakır M., 2012. CFD Study On Aerodynamic Effects Of A Rear Wing/Spoiler On A Passenger Vehicle, Santa Clara University, Mechanical Engineering, Master of Science.
- Evlen H., Erel G., Yılmaz E., 2018. Açık ve Kapalı Sistemlerde Doluluk Oranının Parça Mukavemetine Etkisinin İncelenmesi, *Politeknik Dergisi*, **21**(3), 651 - 662.
- Guda N.T., Surisetti B.V., Kolla S.R.C., Vasamsetti S., 2020. Increasing the Aerodynamic Performance of a HatchBack Model Passenger Car Using Ansys Fluent Software, *Mukt Shabd Journal*, Vol IX, Issiu V.
- Han M.W., Rodrigue H., Cho S., Song S.H., Wang W., 2016. Woven type smart soft composite for soft morphing car spoiler, *Composites Part*, **86**, sayfa 285-298.
- Işıktaş A., 2019. Alüminyum Karbon Elyaf Sandviç Levhaların Bükme İşlemi Sonrası Geri Esnemelerinin İncelenmesi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora tezi.
- Ilyas R.A., et al., 2022, Natural-Fiber-Reinforced Chitosan, Chitosan Blends and Their Nanocomposites for Various Advanced Applications, *Polymers*, **14**(5), 874.
- Kamran, S.S., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Prakash, C., Budhhi, D., 2022, Automotive AI and advanced hardware, applications and perspectives, *Materials Today Proceedings*, **62**(6), 4207-4214.
- Kurec K., Remer M., Mayer, T., S Tudruj S., 2019. Flow control for a car-mounted rear wing, *International Journal of Mechanical Sciences*, **152**, pp 384-399.
- Kurec K., Remer M., Mayer T., S Tudruj S., 2019. Flow Analysis Based on Automotive Spoiler Configuration,

- International Journal of Mechanical Sciences*, **152**, March, pp 384-399.
- Kyei, S.M., Composite Car Rear Spoiler, Degree Thesis, Arcada University, Helsinki, 2014
- Lee, J.-C., Park, D.-H., Jung, H.-S, Lee, S. H., Jeong, W. Y., Kim, K.-Y., Lim, D. Y., 2020. Design for Carbon Fiber Lamination of PMI Foam Cored CFRP Sandwich Composite Applied to Automotive Rear Spoiler, *Fibers and Polymers*, 21(1), 156-161.
- Mansor M.R., Sapuan S.M., Hambali A., 2015. Kenaf Polymer Composite Automotive Spoiler Conceptual Design Using TRIZ and Morphology Table Methods, *Applied Mechanics and Materials* Vol. 761.
- Patil S., Lietz R., Woodiga S., Ahn H., Larson L., Gin R., 2015. Fluid Structure Interaction Simulations Applied to Automotive Aerodynamics, *SAE 2015 World Exhibition*, 1-5.
- Sanjay D. Patil, Vikas T. Mujmule, Ajay P. Mahale, Suhas A. Jagtap, and Ganesh S. Patil. 2022. "Effects of Vortex Generators on Aerodynamic Drag Force in the Hatchback Type Car". *ARAI Journal of Mobility Technology*, **2** (2)183-191.
- Sarkar S., Thummar k., Shah N., Vagreacha V., 2019, CFD Analysis of Passenger Car from Various Rear-end Spoiler Perspectives, *International Research Journal of Engineering and Technology*, (6)1
- Sapuan S.M., Iyas R.A. and Asyraf M.R.M., 2021. Potential of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites in Sandwich Structures: A Review on Its Mechanical Properties, *Polimers* pp. 15-33
- Sivakumar P., Rajalakshmi N., Shalini M., Malath N., 2019. Vehicle Aerodynamic Analysis, *IRJET*, **6** (4).
- Stojanović N., Miloradović D., Abdullah O., 2020. Effect of Rear Spoiler Shape on Car Aerodynamics and Stability, *New Technologies, Development, and Applications*, s.340-347.
- Uçar M.F., Yaşar M., 2018. Yeni Bir Araba Arka Spoiler Tasarımı, Araç Üzerine Uygulanması ve Yakıt Ekonomisine Katkısı *14th International Combustion Symposium (INCOS2018)*
- Wafi, A., Basha, M H., Tasyrif, M., Hamid M F., 2021. Aerodynamics Analysis of UniMAP Automotive Racing Team Formula SAE race car spoiler via simulation: Effect of Spoiler Size *Journal of Physics Conf Ser*, 2051.
- Zhang WX., Wang YZ., 2002. Production of Carbon Fibers from CoSO₄ Maumellated Polyacrylonitrile Precursors, *Journal of Applied Polymer Science*, **85**(1), 153-158.