



Konferans Bildirisi

Otomotiv Sektöründe Kullanılan Siperlik Malzemesinin Sonlu Elemanlar Analizi Yöntemiyle Dayanım Yönünden İncelenmesi

Mert BABACAN^{1*}

¹MARTURFOMPAK INTERNATIONAL, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8853-9005> , e-mail:
mert.babacan@marturfompak.com

* Correspondence: mert.babacan@marturfompak.com; Tel.: (+90 554 157 11 03)

Received 15 October 2024

Received in revised form 18 December 2024

In final form 19 December 2024

4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024

Reference: Babacan, M. (2024). Investigation of the sunvisor material used in the automotive industry in terms of strength using finite element analysis method. Orclever Proceedings of Research and Development, 5(1), 124-135.

Özet

Bu çalışmada binek otomobillerde kullanılan siperlik parçalarının kullanıcıların işlevsel kullanımlarından kaynaklı potansiyel uygulayacakları iki farklı kuvvet noktasını simule ederek , farklı dizaynlarda ve farklı muadil malzemeler ile dayanım özellikleri sonlu elemanlar analizi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada iki farklı model incelenmiş olup bir modelde kuvvet noktalarının bir tanesinin içerisinde S235-JR+10 çelik destek malzemesi kullanılmıştır. Diğer modelde ise tamamen plastik malzeme kullanılmıştır. Siperlik parçasının üretimi PA66 GF-30 ve PPGF40 hammaddelerinin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde referansa kıyas ile 3 farklı senaryo incelenmiş olup , bu senaryoların sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçları değerlendirdiğimizde kuvvetin uygulandığı ilk bölgede kullanılan çelik destek malzemesinin olumlu etkisi saptanmış ve malzeme olarak da PPGF40 hammaddesi ile üretilmiş olan siperlik parçasında deplasman değerlerinde düşme gözlemlenmiştir.

Anahtar: Siperlik, sonlu elemanlar, analiz, model



Investigation of the Sunvisor Material Used in the Automotive Industry in Terms of Strength Using Finite Element Analysis Method

Abstract

In this study, by simulating two different force points where users will potentially apply the sunvisor parts used in passenger cars due to their functional use, the strength properties were carried out with different designs and different equivalent materials using finite element analysis. In the study, two different models were examined and in one model, S235-JR+10 steel support material was used in one of the force points. In the other model, completely plastic material was used. The production of the sunvisor part was carried out using PA66 GF-30 and PPGF40 raw materials. In this way, 3 different scenarios were examined compared to the reference and finite element analysis of these scenarios was carried out. When we evaluated the results, the positive effect of the steel support material used in the first region where the force was applied was determined and a decrease in displacement values was observed in the sunvisor part produced with PPGF40 raw material as material.

.

Keywords: Sunvisor, Finite Elements, Analyse, Model



1. Giriş

Otomotiv sektörü, sürekli yenilik ve teknolojiyle şekillenen bir endüstridir. Araç güvenliği, sürüş konforu ve estetik gibi unsurlar, otomobil üretiminde kullanılan malzemelerin seçiminde kritik bir rol oynar. Bu bağlamda, araçların hem iç hem de dış yüzeylerinde kullanılan siperlik malzemeleri, dayanıklılık, güvenlik ve aerodinamik performans açısından büyük bir öneme sahiptir. [1] Siperlik malzemelerin, özellikle dış etkilere karşı direnç sağlama, hafiflik ve dayanıklılığı bir arada sunma gibi özelliklerine dikkat çekmiştir. Bu malzemeler, aracın aerodinamik yapısını optimize ederek yakıt tüketimini azaltmaya katkı sağlarken, sürücü ve yolcu güvenliğini artırmada da önemli bir rol oynar. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirlik açısından geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, otomotiv sektöründeki çevre dostu üretim hedeflerini destekler. [2]

Otomotiv sektöründe kullanılan siperlikler, genellikle polimer esaslı malzemelerden üretilir. Bu malzemeler, hem hafiflik hem de dayanıklılık açısından üstün özellikler sunar. Siperlik üretiminde yaygın olarak kullanılan malzemeler Polikarbonat (PC) , Polimetil Metakrilat (PMMA) , Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS) , Cam Elyaf Takviyeli Plastik (GFRP) , Polietilen Terafitalat (PET) ve Polipropilen (PP) esaslı ürünlerdir. Siperlik malzemesindeki istenilen özelliklere göre hammadde seçilerek beklenti de bu doğrultuda giderilmiş olacaktır.

Bu araştırmada siperlik üretiminde 2 ayrı hammadde tercih edilmiş olup bu malzemeler PA66 GF-30 ve PPGF40 'dır. PA66 malzemesi iyi sertlik, dayanıklılık, çizilme direnci ve termal boyutsal kararlılığa sahiptir. Ayrıca PA66, üstün aşınma direnci ve düşük sürtünme özelliklerini de barındırmaktadır. Çok iyi sıcaklık, kimyasal ve darbe dayanımı özelliklerine de sahiptir. %30 cam elyaf katkısı ile malzeme daha yüksek servis sıcaklıklarında çalışma ortamı sağlar ve içeriğindeki cam elyafı, karbon elyaf vb. katkılar sayesinde alevlenme / yanmaya karşı dirence de pozitif bir katkıda bulunur. PP malzemesi bilindiği üzere ticari olarak yaygın olan , hafif , dayanıklı ve kimyasal dirence sahip bir hammadde olarak dikkati çekmektedir. Yine %40 cam elyaf takviyesi ile kimyasal ve mekanik özelliklerinin daha da artırılması hedeflenmiştir. [3]

Siperlik üretiminde kullanılan üretim metotları da çok önemli olup yine beklenti ve kullanım alanlarına göre bu metotlar değişmektedir. Ana hatları ile ekstrüzyon , enjeksiyon kalıplama , termoform , laminasyon ve kompozit üretimi metodu ile üretilirler.



Ekstrüzyon metodunda polimer malzemelere eritilerek bir kalıptan geçirilir ve uzun , düz kalıplar oluşturulur. Bu yöntem, siperliklerin temel formunu oluşturmak için tercih edilmektedir. Enjeksiyon kalıplamada ise polimerik malzemeler eritilip kalıplara enjekte edilir ve istenilen şekile getirilir. Küçük ve karmaşık geometrilere sahip bir siperlik üretilmek istenildiği zaman tercih edilebilecek metotlardandır. Termoform kalıplama yöntemi için ince plastik levhalar , yüksek sıcaklıkta yumuşatılır ve bir kalıbın üzerinde şekillendirilir. Bu metot daha çok büyük yüzeyli ve kavisli siperliklerin üretimi için uygundur. Laminasyon , birden fazla katmanın birleştirilerek dayanıklılık ve estetik özelliklerin artırıldığı bir yöntemdir. Şeffaf siperliklerin üretiminde kullanılır. Bir diğer yaygın metot olan kompozit üretimde , cam elyafı veya karbon fiber gibi takviye malzemeleriyle polimerlerin birleştirilmesi sağlanır. Yüksek mukavemet gerektiren siperliklerde tercih edilir. [4]

Otomotiv sektöründe siperlik üretim prosesleri ise kullanılan malzeme , tasarım ve üretim teknolojisine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ana hatları ile siperlik tasarımı ile süreç başlatılarak aerodinamik, ergonomi, malzeme seçimi ve montaj uyumu dikkate alınır. Protatipler üretilerek hızlı bir test işlemi gerçekleştirilir. Kalıp üretimi işlemi gerçekleştirilerek seçilen hammadde ile plastik gövde üretimi uygun kalıplama metodu ile yapılır. Kaplama malzemeleri siperlik tasarımına uygun bir şekilde kesilir ve makineler yardımı ile yapıştırma ve kaplama işlemi gerçekleştirilir. Siperlik içinde metal destekler , menteşeler ve farklı ekipmanların montajı ile üretim tamamlanmış olur.

Bu bildiride, otomotiv sektöründe kullanılan siperlik malzemelerinin türleri, özellikleri ve üretim süreçlerine etkileri detaylı bir şekilde ele alınmış olup; bu bağlamda tasarımsal değişiklikler ve malzeme seçimi parametrelerinin kıyaslaması yardımı ile, işlevsel olarak ürünün kullanımından kaynaklı deformasyonların azaltılması hedefine ulaşılmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Malzemeler

Ticari olarak mevcut enjeksiyon kalıplama derecelerindeki %30 cam elyaf takviye malzemeli poliamid(PA66 GF-30) ile üretilmiş siperlik , %40 cam elyaf takviye malzemeli polipropilen (PPGF40) ile üretilmiş siperlik ve S235-JR+10 çelik destek malzemesi destekli %30 cam elyaf takviye malzemeli poliamid(PA66 GF-30) ile üretilmiş siperlik kullanılmıştır. Malzemelerin mekanik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

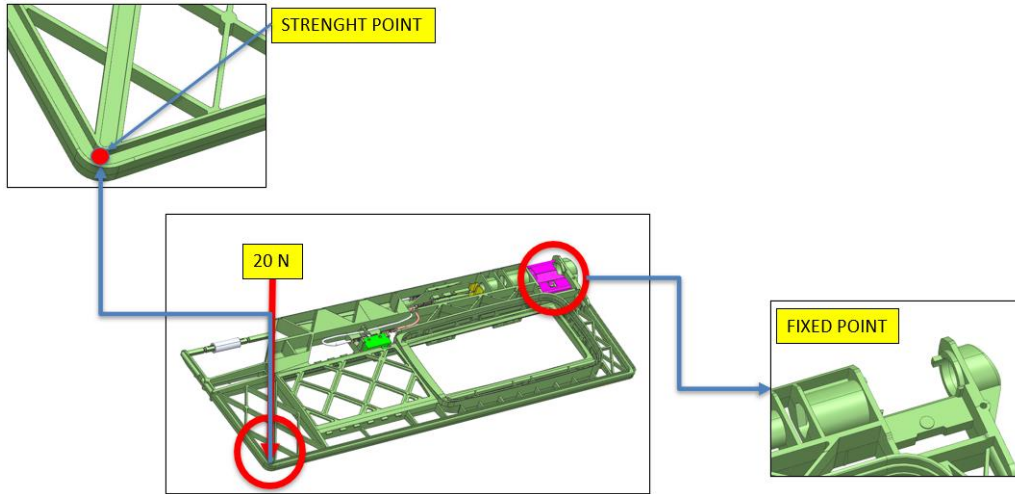
Tablo1: Ham Maddelerin Genel Özellikleri

Hammadde İsmi	Modül Değeri
PA66 GF30	9200 MPa
PP GF40	10000 MPa
S235-JR+10	210000 MPa

2.1. Metot ve Yöntem

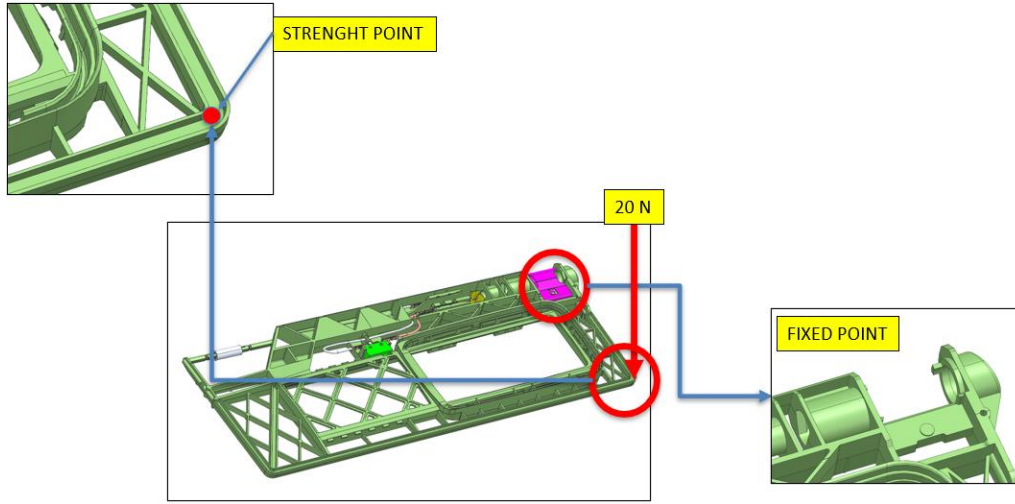
Siperlik ürünlerine yapılan sonlu elemanlar analizinde Hyperworks Radioss programından yararlanılmıştır. Çalışmada sürücü ve yolcu için üretilen siperliklerdeki kullanıcıların yaygın olarak kullandığı kuvvet noktaları tespit edilerek bu noktalar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Ortalama belirtilen kuvvet 20 N'dur. Şekil 1'de simüle edilen F1 kuvveti , uygulama noktası ve sabitleme noktası gösterilmiştir.

FORCE-1 AREA



Şekil 1: F1 Kuvvet Noktası

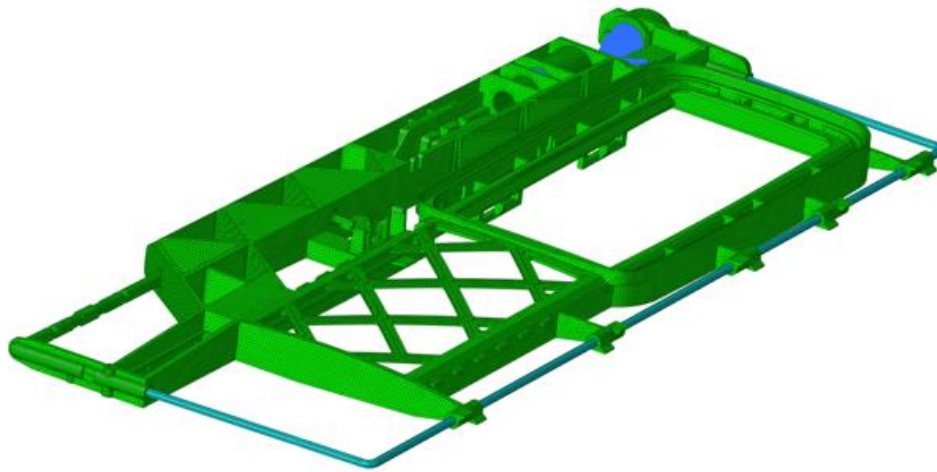
Siperlik bölgesine etki eden bir diğer kuvvet olan F2 kuvveti , uygulama noktası ve sabitleme noktası Şekil 2'de gösterilmiştir.

FORCE-2 AREA

Şekil 2: F2 Kuvvet Noktası

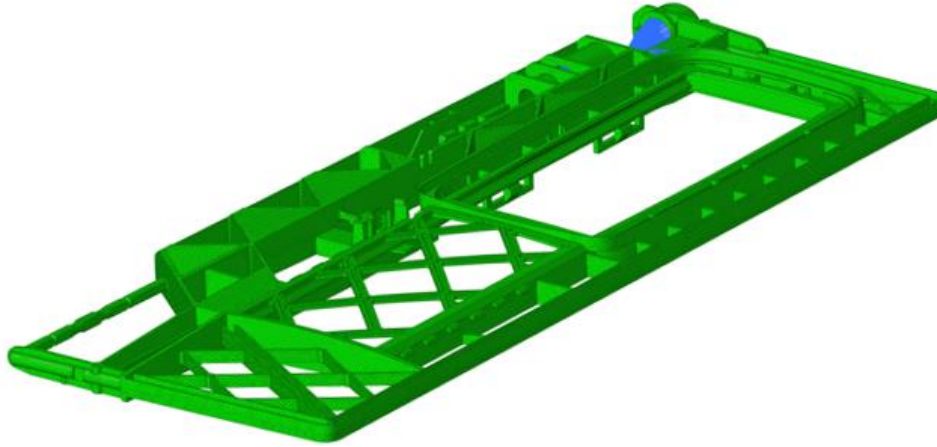
2.2. Sonlu Elemanlar Modeli

Çalışmada iki adet siperlik modeli kullanılmıştır. Mevcut olarak kullanılan siperlik modeline alternatif olan bir dizayn geliştirilmiş olup , bu ürünlerin bahsi geçen iki farklı hammadde ile kombinasyonlarının Hyperworks Radioss analiz metotunda deplasman değerlerinin kıyaslaması gerçekleştirilmiştir. Şekil 3'te gösterilmiş olan ilk FE modelinde plastiğe destek sağlayarak daha iyi bir mekanik dayanım oluşturabilmek adına S235-JR+10 çelik destek malzemesi kullanılan bir model amaçlanmıştır.



Şekil 3: S235-JR+10 Destekli FE Modeli

Şekil 4'te gösterilen alternatif modelde ise çelik destek malzemesi olmadan tamamen plastik hammadde ile üretilmiş bir ürün tasarlanmıştır. Buradaki amaç malzemeyi daha ergonomik hale getirmek , hafifletmek ve aynı zamanda da bu tip iyileştirmeleri yaparken de mekanik mukavemette kabul edilemeyecek bir düşüş gözlemlenmemesidir. [5]



Şekil 4: Alternatif FE Modeli

Mevcut siperlik modeline alternatif olarak oluşturulmuş model , bu iki model üretiminde kullanılacak olan PA66 GF30 ve PP GF40 hammaddeleri ile Tablo 2'de verilmiş olan alternatif gruplar oluşturulup , bu grupların sonlu elemanlar analizleri gerçekleştirilerek deplasman değerlerinin kıyaslanması hedeflenmiştir. Böylece hem malzemenin hem de dizayn faktörünün ayrı ayrı değişimlerinin deplasman üzerinde etkisi saptanabilmiştir.

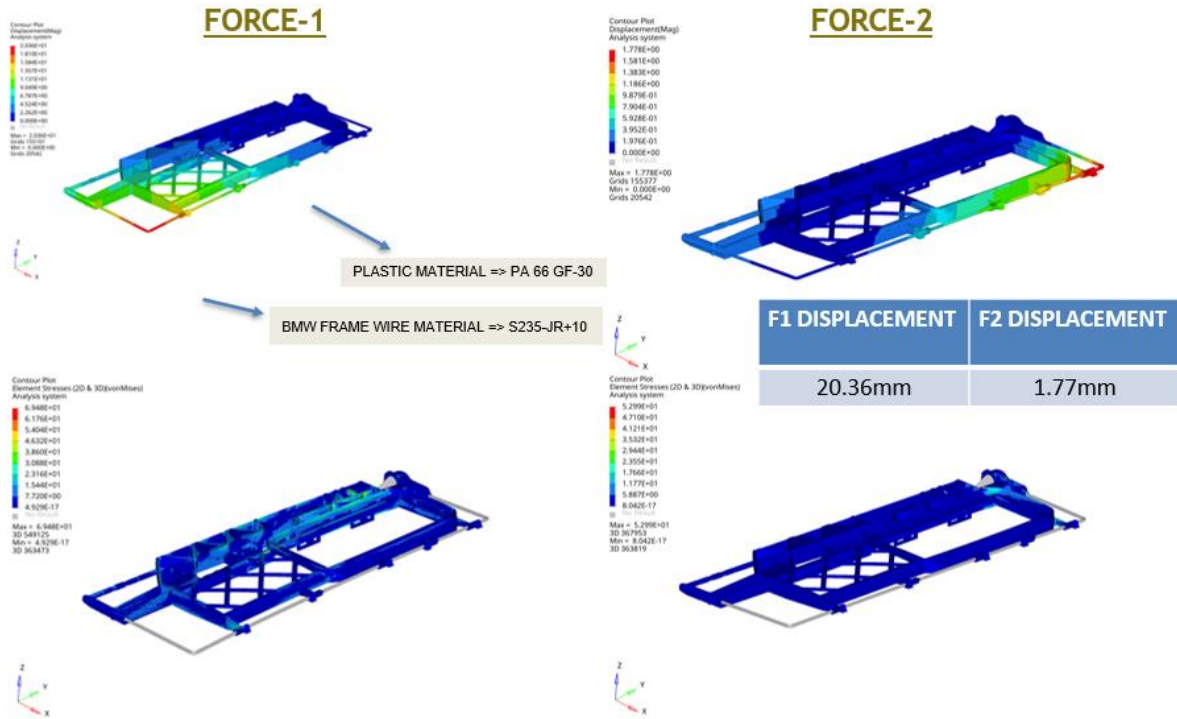
Tablo2: Analiz Vaka Grupları

Ürün Grupları	Model Görünümü	Kullanılan Hammadde
Mevcut Ürün	S235-JR+10 Destekli FE Modeli	PA66 GF30
Grup 1	Alternatif FE Modeli	PA66 GF30
Grup 2	S235-JR+10 Destekli FE Modeli	PP GF40
Grup 3	Alternatif FE Modeli	PP GF40

3. Sonuçlar

Hyperworks Radioss programı yardımı ile mevcut ürün grubundan başlayarak sırası ile grup 1 , 2 ve 3'ün sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilerek F1 ve F2 noktasındaki deplasman değerleri detaylı olarak karşılaştırılmıştır. Şekil 5'te de görüleceği üzere referans grubumuzda F1 noktasında deplasman değeri 20,36 mm olup F2 noktasında bu değer 1.77 mm olarak belirlenmiştir.

CURRENT COMPONENT

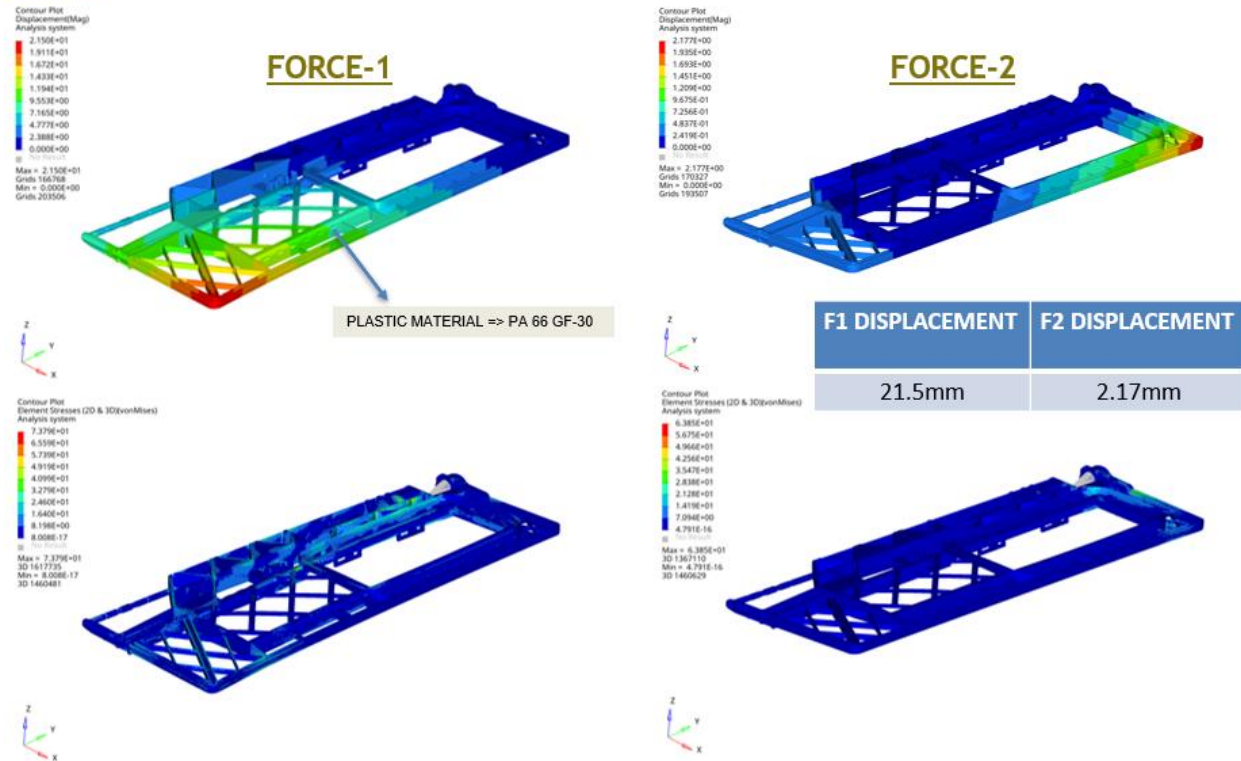


Şekil 5: Mevcut Ürün Sonlu Elemanlar Analizi

Mevcut siperlik ürünümüzün işlevselliğini arttırmak , uzun süre dayanımını sağlamak , mekanik özelliklerini iyileştirmek ve bu bağlamda da yük altında stresini azaltabilmek adına öncelikle hammaddede değişiklik yapılmadan alternatif model ile bir kıyaslama gerçekleştirilmiştir. Burada amaç mevcut üründe kullanılan S235-JR+10 çelik destek malzemesinin etkisini gözlemlemektir. Şekil 6'da detaylı olarak da grup 1 için yapılan sonlu elemanlar analizinin sonuçları görülebileceği üzere F1 için bulunan deplasman değeri 21.5 mm olup F2 noktası için bu değer 2.17'dir. Buradan hareket ile S235-JR+10

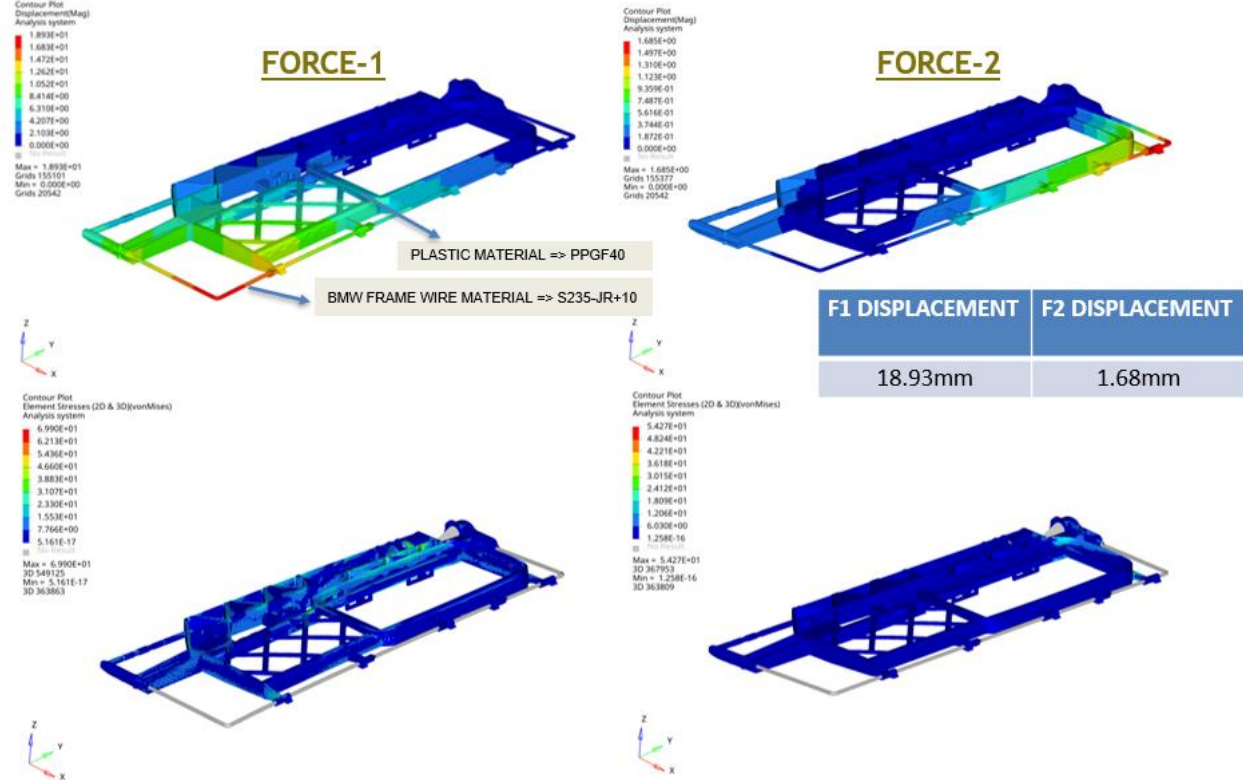
Destekli FE Modelinin yerine alternatif FE modelinin kullanılmasının deplasman değerlerinde negatif bir etkinin olduğunu göstermektedir. Mevcut üründeki çelik destek malzemenin her ne kadar maliyete ve hafifliğe bir negatif etkisi olsa da bu ürün binek araçlar için mukavemeti çok daha yüksek ve uzun ömürlü bir kullanımı da beraberinde getirecektir.

CASE-1



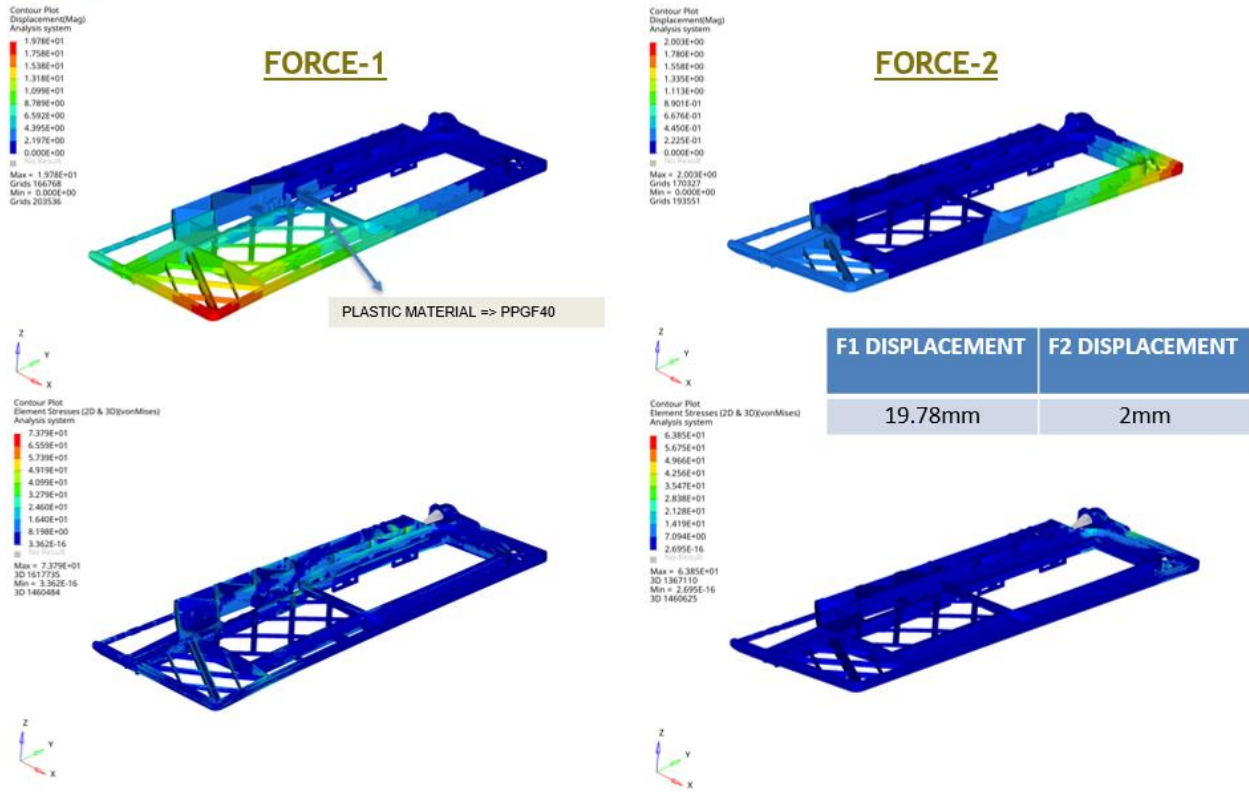
Şekil 6: Grup 1 Ürününün Sonlu Elemanlar Analizi

Alternatif dizaynın etkisini karşılaştırdıktan sonra ürünlerde kullanılan hammaddenin deplasmana etkisinin incelenmesi yapılmıştır. Şekil 7’de de detaylı görüleceği üzere mevcut üründe kullanılan S235-JR+10 Destekli FE Modelinin PP GF40 ile analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçları değerlendirdiğimizde F1 noktasındaki deplasman değeri 18.93 mm ve F2 noktasındaki deplasman değeri 1.68 mm’dir. Buradan hareket ile kullanılan PP GF40 hammaddesinin PA GF30’a göre deplasman değerlerinde pozitif bir etki yarattığı görülmektedir. PP GF40 hammaddesinin siperlik üretiminde kullanılması ile malzeme üzerinde kullanıcının yaratmış olduğu stres ve kalıcı deformasyonların azaldığı da bu sonuçlardan öngörülebilecek bir çıkarımdır.

CASE-2

Şekil 7: Grup 2 Ürünüünün Sonlu Elemanlar Analizi

Son olarak PP GF40 malzemesinin deplasman üzerindeki olumlu etkisinin görülmesi üzerine siperlik ürününün alternatif FE modelinde ve PP GF40 malzemesi ile bir sonlu elemanlar analizi daha gerçekleştirilmiştir. Bu analiz ile de yine mevcut durum ile kıyasladığımızda olası bir malzeme değişikliğindeki pozitif etki ile birlikte alternatif modeli kullandığımızda deplasman değerlerinin değerlendirilmesi ve bu sayede de alternatif FE modelinin kullanılıp kullanılamayacağı da saptanmış olacaktır. Şekil 8’de de görüleceği üzere bu mevcut ürün için F1 noktasındaki deplasman değeri 19.78 mm ve F2 noktasındaki deplasman değeri 2 mm’dir. Buradan hareket ile alternatif FE modelinin negatif etkisi ile deplasman değerlerinin yükseldiği fakat yine de mevcut ürüne nazaran F1 noktasında azalma gözlemlenmiştir.

CASE-3

Şekil 8: Grup 3 Ürününün Sonlu Elemanlar Analizi

Sonuç olarak binek otomobillerde kullanılan siperlik malzemelerinde kullanıcının sürekli kuvvet uygulama potansiyelinin olduğu noktalardaki stresi azaltmak ve malzemenin daha kullanışlı ve uzun ömürlü olması adına mevcut ürüne alternatif yeni ürün denemeleri gerçekleştirilmiştir. Grup 2 olarak adlandırdığımız S235-JR+10 Destekli FE Modeli ve PPGF40 hammadde ile üretilen siperliğin en düşük deplasman değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

4. Tartışma

Yapılan bu çalışmada, otomotiv sektöründe kullanılan iç trim parçalarından olan siperlik malzemesinin işlevselliğini arttırabilmek ve uzun ömürlü kullanımlarını sağlayabilmek için literatüre bir katkıda bulunulmak hedeflenmiştir. Dizayn ve hammadde değişiklikleri ile malzemenin deplasman değerlerinin azaltılabileceği , stres ve deformasyon üzerinde pozitif etki yaratılabileceği görülmüştür.



5. Teşekkür

Yaptığım bu çalışmada Martur Fompak International ailesine ve ekip arkadaşım Mustafa Yıldız'a teşekkürlerimi sunarım.

Referanslar

- [1] Z. Cai, C. L. Ye, and Q. Chen, "All-in-One Gel-Based Electrochromic Devices: Strengths and Recent Developments," *Materials*, vol. 11, no. 3, p. 414, Mar. 2018.
- [2] Y. Zhang, X. Sun, and Z. Wang, "Gel Electrolyte for Multifunctional Electrochromic Devices," *Materials*, vol. 13, no. 8, p. 1997, Apr. 2020.
- [3] A. Potluri et al., "Influence of processing conditions on the performance of short fibre reinforced thermoplastic composites," *Journal of Composite Materials*, vol. 54, no. 7, pp. XX-XX, Apr. 2020.
- [4] D. Zhang, "Recent Developments in Multifunctional Electrochromic Devices," in *Advances in Electrochromic Research*, Singapore: Springer, 2020, pp. 423-435.
- [5] R. L. Baptista et al., "Post-consumer polyethylene terephthalate and polyamide 66 blends and corresponding short glass fiber reinforced composites," *Materials Research*, vol. XX, no. XX, pp. XX-XX, 2020.