



Rotil Çıkma Kuvvetlerinin İyileştirilmesi

Ali Osman GÜNDOĞDU^{1*}, Melih TUYAN², Mustafa Ata AFYON³

¹ Teknorot Otomotiv Ürünleri Tic. ve A.Ş. , <https://orcid.org/0000-0002-7503-4657>,
aliosman.gundogdu@teknorot.com

² Teknorot Otomotiv Ürünleri Tic. ve A.Ş. <https://orcid.org/0000-0001-8474-2148>,
melih.tuyan@teknorot.com

³ Teknorot Otomotiv Ürünleri Tic. ve A.Ş. <https://orcid.org/0009-0008-6440-8984>,
mustafa.afyon@teknorot.com

* Sorumlu Yazar: aliosman.gundogdu@teknorot.com

(First received September 11, 2023 and in final form December 19, 2023)

3rd International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2023)
December 13 - 15, 2023

Reference: Gündoğdu, A., O., Tuyan, M., Afyon, M. A. Rotil Çıkma Kuvvetlerinin İyileştirilmesi. Orclever Proceedings of Research and Development,3(1), 321-330.

Özet

Bu çalışmada araçların süspansiyon parçalarından biri olan yuvarlak rotillerin bağlı oldukları sistemdeki rotıl çıkma yükleri farklı rotıl gövde tasarımları yapılarak incelenmiştir. Rotil, salıncakları tekerlekler aks taşıyıcı yardımıyla bağlayan önemli bir süspansiyon sistemi parçasıdır. Birleştirilen aşık ve gövde, tekerlekler yön değiştirirken ve yol yüzeyindeki koşullar değiştiğinde hareketin tüm yönlerde en güvenli ve istendiği şekilde gerçekleşmesini sağlar. Rotiller, aracında tek bir noktada bulunmayabilir ve tek bir tasarıma sahip olmayabilir. Farklı adet ve fiziksel özelliklerde birçok rotile rastlamak mümkündür. Rotiller çok yüksek kuvvetlere maruz kaldığından bulunduğu yuvadan çıkabilir veya çabuk aşınabilir. Yuvarlak rotiller bağlı oldukları süspansiyon parçalarına sıkı geçme metodu ile monte edilmektedir. Araç hareket halindeyken yuvarlak rotillerin bağlı bulundukları sistemden ayrılması durumunda araçta güvenlik riski oluşur. Böyle bir durumda sürücü ve yolcular istenmeyen durumlar ile karşı karşıya kalabilir. Bu bildiride yapılan çalışmalar sonucunda yuvarlak rotillerin gövde formları mevcuttan farklı tasarlanarak rotıl çıkma kuvvetlerinde %290'a varan iyileştirme sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rotil, Süspansiyon Sistemi, Salıncak Kolu, Montaj.



Improvement of Balljoint Pull Out Forces

Abstract

In this study, ball joint pull out loads in the system to which round ball joints, one of the suspension parts of the vehicles, are connected, were examined by making different ball joint housing designs. Ball joint is an important part of the suspension system that connects the control arms to the wheels with the help of an axle carrier. The combined ball pin and body ensure that movement occurs in the safest and desired way in all directions when the wheels change direction and the conditions on the road surface change. Ball joints may not be located at a single point on the vehicle and may not have a single design. It is possible to come across many ball joints in different quantities and physical properties. Since ball joints are exposed to very high forces, they may come out of their housings or wear out quickly. Round ball joints are mounted to the suspension parts to which they are attached by the tight fitting method. If the ball joints are separated from the system they are connected to while the vehicle is in motion, there is a safety risk in the vehicle. In such a situation, the driver and passengers may face undesirable situations. As a result of the studies carried out in this article, the body forms of the round ball joints were designed differently from the existing ones and an improvement of up to 290% was achieved in the ball joint pull out forces.

Keywords: Balljoint, Suspension System, Control Arm, Assembly



1. Giriş

Süspansiyon sistemleri sürüş konforu ve emniyet açısından binek araçların olmazsa olmazıdır. Araç içerisindeki kişi ve nesnelerin emniyetli ve konforlu bir şekilde yol almasını sağlayan, tekerlek ile yol temasının maksimum seviyede tutulması için geliştirilmiş ve halen gelişmekte olan sistemlerdir (Emekli, 2008; Fenton, 1998).

Rotil çıkma kuvvetinin düşük olması araçlarda güvenlik riski oluşturmaktadır. Rotil çıkma kuvvetini arttırmak için farklı yollardan bir tanesi de rotil gövdesine radyal tırtıl çekme işlemidir. Bu tür bir bağlantının ucuz ve imalatının basit olması avantajı vardır. Bağlantı geometrisinin bozulmaması için tırtıl belirli bir sınırdan yapılmalıdır. Bu kapsamda rotil çıkma kuvvetini iyileştirmek için rotil gövdesine radyal tırtıl çekilmiştir. Bu şekilde bağlantı yapıldığında rotil gövdesi çıkmaya karşı daha fazla direnç gösterir (Klemm Max; 1967).

Bilyalı mafsallın ana bileşenleri gövde, yatak ve aşiktir. Yatak genellikle POM malzemeden imal edilmektedir. Yatağın görevi aşık ile gövde arasındaki sürtünmeyi azaltarak metaller arasındaki aşınmayı engelleyerek parçanın bozulmasını engellemektir. Yatak aşındığında bilyalı mafsall süspansiyon sistemindeki görevini yerine getiremez. Böyle durumlarda bilyalı mafsallı değiştirmek gerekir. Bu buluş, rotill gövdesine ve monte edildiği yere dış açılarak rotillin hem montaj, hem değiştirme kolaylığı hem de yerinden çıkma kuvvetinin artması ile ilgilidir (Carter Warren; 1963).

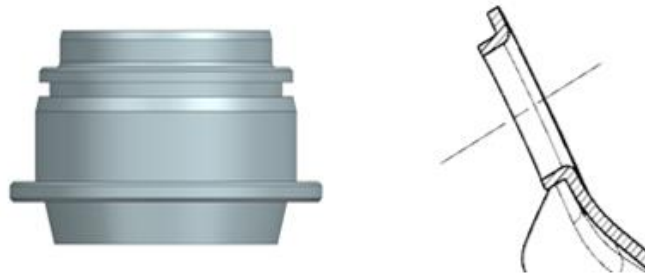
Araçlarda süspansiyon sisteminin görevi tekerlekleri zeminden ayırarak yol şartlarından gelen sarsıntıları absorbe etmek ve sürüyü aracı kullanırken konforlu hissettirmektir. Araç süspansiyonunun ana bileşenlerinden bir tanesi salıncak koludur. Salıncak kolunun görevlerinden bir tanesi süspansiyon sistemini bir arada tutmaktır. Salıncak kolu üzerindeki rotill, traverse ile tekerlekleri birbirine bağlayan süspansiyon sisteminin önemli parçalarından biridir. Rotill, salıncak kolunun dönme ve salınım hareketini sağlar. Buna bağlı olarak süspansiyon sisteminde eksenel ve radyal kuvvetlere maruz kalır. Sürüş güvenliği için bu kuvvetlere maruz kaldığında rotillin yerinden çıkmaması istenir (Wozniak Marek; 2021)

Bu çalışma süspansiyon sisteminde kullanılan rotilin monte edildiği yerden çıkmaması için çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda rotilin gövdesine farklı tasarımlar yapılarak çıkan sonuçlar incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Rotiller, araçlarda kullanılan direksiyon ve süspansiyon sistemi parçalarından biri olup taşıtların sürüş güvenliğini sağlayan en önemli parçalardandır. Rotillerin bağlı oldukları süspansiyon sistemi parçasından ayrılması istenmeyen bir durumdur. Rotiller süspansiyon sisteminde bağlı oldukları parçaya cıvata-somun ile birleştirme, perçin ile birleştirme ya da sıkı geçme metodu ile birleştirme yapılarak montajlanmaktadır.

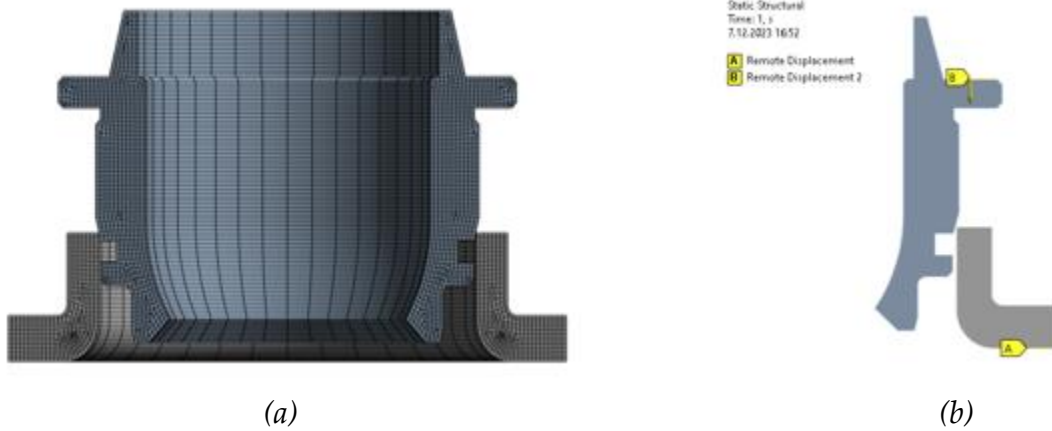
Sıkı geçme metodu, boyutları birbirinden farklı tasarlanmış parçaların çeşitli tekniklerle birleştirildikten sonra parça arayüzü arasındaki statik sürtünme kuvveti ile bir arada kalan mekanik bağlantıdır. Geçme sıklığı, parçaların birbirlerine göre boyutsal farkları veya girişim miktarları ile kontrol edilir. Sıkı geçme metodunda parçalar birbirlerine genellikle bir hidrolik pres ile montajlanır. Bu kapsamda farklı rotil birleştirme yöntemlerinden sıkı geçme metodu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Sıkı geçme metodu ile birbirlerine montajlanacak parçaların görselleri aşağıda verilmiştir(Şekil 1). Salıncak gövdesine montajı yapılan rotilin gövdesine farklı figürler yapılarak rotil gövdesinin yüzey alanı arttırılmıştır. Bu sayede rotil gövdesi, salıncak gövdesinde montajlandığı yuvaya daha fazla temas etmiş ve sürtünmenin artması sağlanmıştır. Bu durum rotil gövdesini salıncaktaki sıvama duvarına daha fazla nüfuz ettirmiş ve rotilin yerinden kolayca çıkmasını zorlaştırmıştır.



Şekil 1: Rotil ve salıncak gövdesi

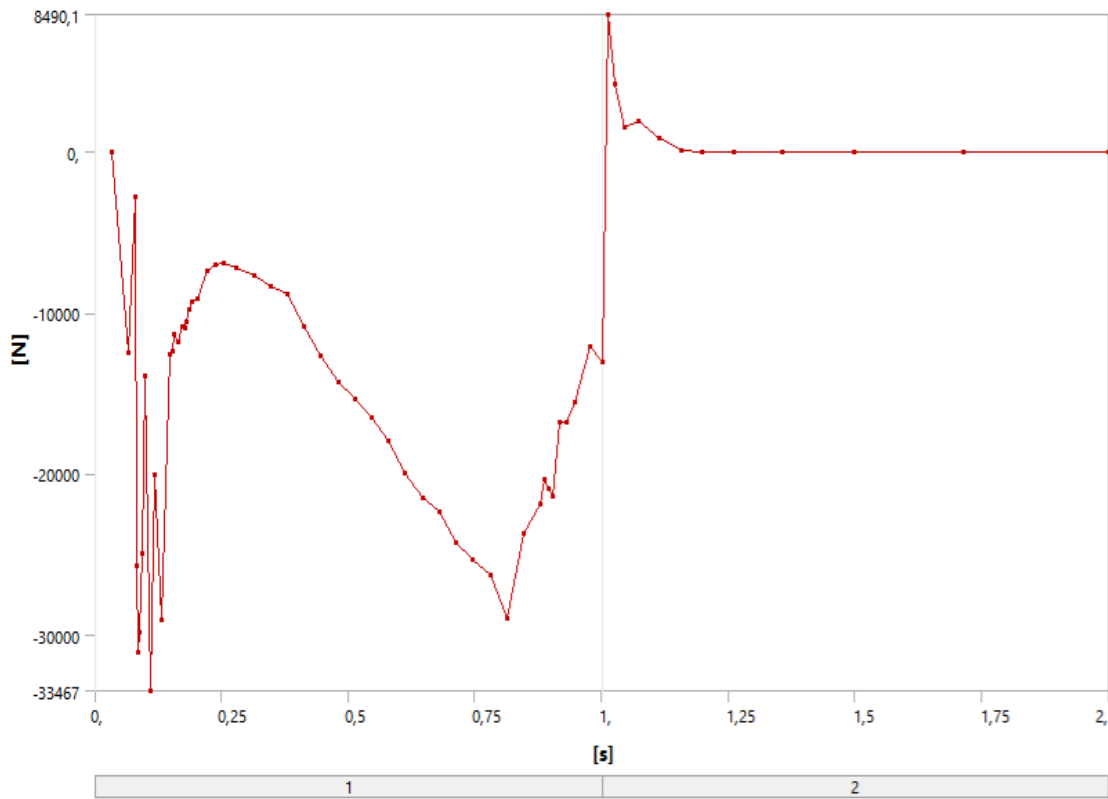
2.1. Analiz

Yapılan rotil gövde tasarımları analiz programı ANSYS kullanılarak aşağıdaki sınır şartlarında analiz edilmiştir. Analiz koşulları oluşturulurken çözümün daha doğru çıkması için modeller basitleştirilmiştir. Parçalar aksisimetrik olduğundan çalışmalar 2D modellenmiştir. Aşağıdaki şekilde analizi yapılan parçaların kesit görüntüsü ve 2D modeli gösterilmiştir(Şekil 2). Yapılan tüm analiz çalışmalarında bu yöntem kullanılmıştır. Tüm modellerde mesh boyutu 0,4 mm olarak belirlenmiştir.

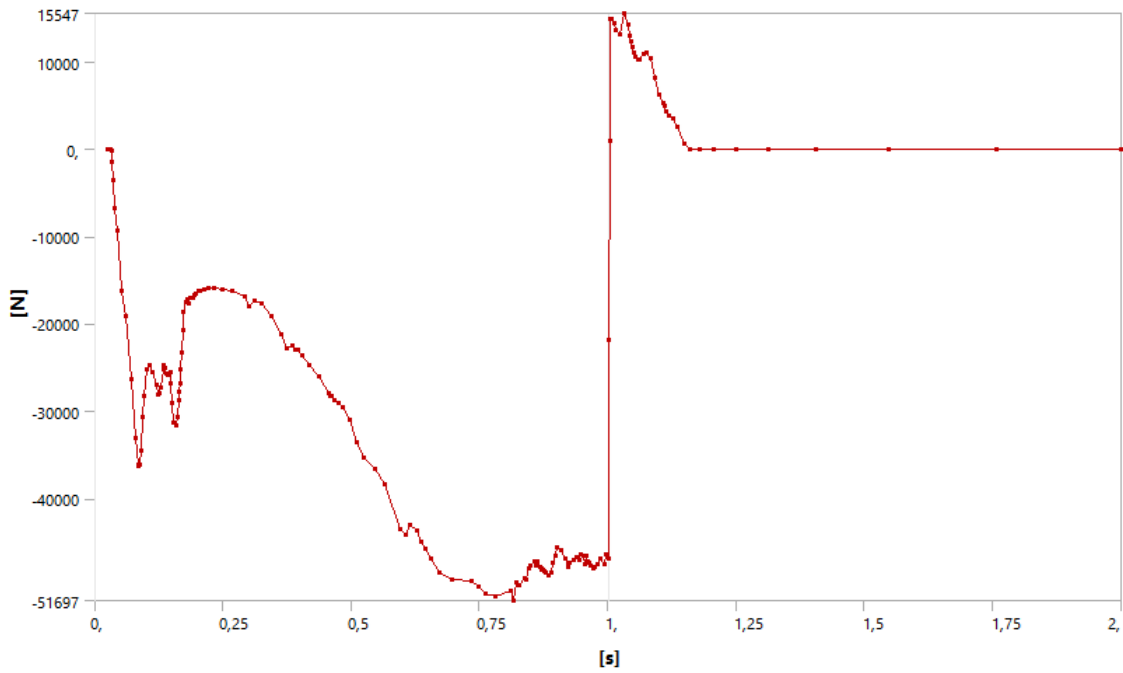


Şekil 2: (a) Mesh model, (b) Sınır koşulları

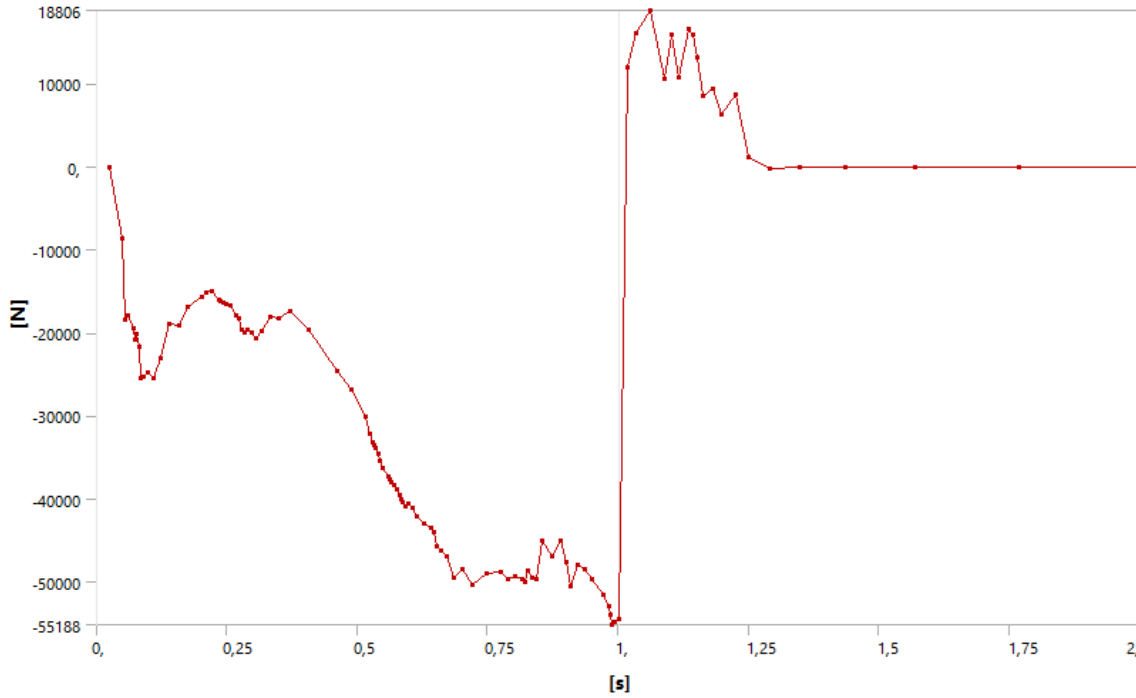
Analiz çalışmalarında ortaya çıkan sonuç yapılan tasarımların doğruluğuna ışık tutmuştur. Aşağıda rotil gövdesinin farklı tasarımları için yapılan analiz çalışmalarının sonuçları verilmiştir. Grafikler incelendiğinde birinci saniyenin başındaki en yüksek kuvvet değeri rotulin gövdeden çıkma değerini göstermektedir.



Grafik 1: Mevcut rotil gövdesi analiz sonucu



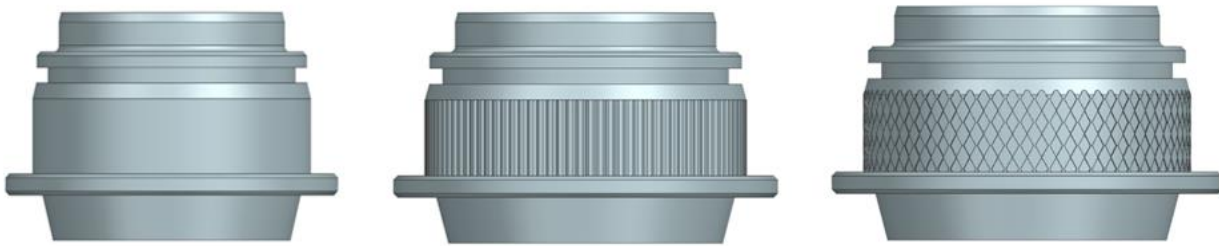
Grafik 2: Düz tırtıllı rotil gövdesi analiz sonucu



Grafik 3: Çapraz tırtıllı rotil gövdesi analiz sonucu

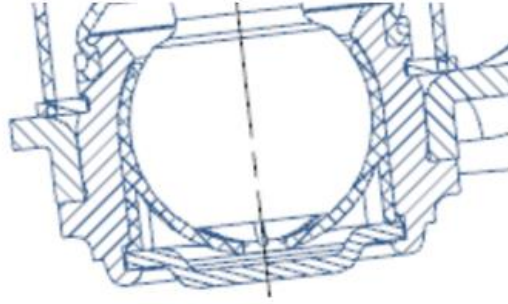
2.2. Tasarım

Bu çalışmada kullanılan rotil gövdelerinin tasarımları aşağıdaki görsellerdeki gibidir(Şekil 3).



Şekil 3: Rotil gövdeleri

Yukarıdaki görselleri verilen rotil gövdeleri sıkı geçme metodu ile aşağıdaki görselde gösterildiği gibi montajlanmıştır(Şekil 4).

*Şekil 4: Montaj*

2.1. Testler

Farklı figürlerde tasarlanan rotul gövdeleri ile 30 adet rotul montajı yapılmıştır. Rotul parçasının yerinden çıkması sürücünün can ve mal güvenliğini etkilediği için araçlarda istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle tasarımlarda rotul çıkma kuvveti min. 10 kN olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada montajlanan rotiller ve salıncak gövdeleri ayrı ayrı numaralandırılarak aynı sıkılık şartlarında aynı sac ve rotul gövde malzemesi ile birbirlerine montajlanmıştır. Montajlanan parçalar görsel olarak uygundur. Mevcut, düz tırtıl ve çapraz tırtıl rotul gövdesi ile yapılan rotul çıkma test deneme sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 1: Mevcut rotul gövdesi test sonuçları

Parça Numarası	Sac Gövde Malzemesi	Rotul Gövde Malzemesi	Rotul Çıkma Kuvveti, kN
1	DD 11	SAE 1040	8,64
2			6,84
3			7,87
4			6,62
5			7,54
6			6,38
7			6,53
8			7,58
9			8,66
10			7,57
Ortalama Rotul Çıkma Kuvveti			7,423
Standart Sapma			0,826035377



Mevcut rotıl gövdesi ile yapılan rotıl çıkma test sonuçları teknik resim değerinin altında kalmıştır.

Tablo 2: Düz tırtıllı rotıl gövdesi test sonuçları

Parça Numarası	Sac Gövde Malzemesi	Rotıl Gövde Malzemesi	Rotıl Çıkma Kuvveti, kN
1	DD 11	SAE 1040	17,9
2			18
3			15,18
4			17,13
5			18,63
6			13,62
7			13,6
8			11,73
9			13,22
10			12,35
Ortalama Rotıl Çıkma Kuvveti			15,136
Standart Sapma			2,575945134

Rotıl gövdesine düz tırtıl açılarak yapılan rotıl çıkma test sonuçları yapılan tasarımlara uygundur.

Tablo 3: Çapraz tırtıl rotıl gövdesi test sonuçları

Parça Numarası	Sac Gövde Malzemesi	Rotıl Gövde Malzemesi	Rotıl Çıkma Kuvveti, kN
1	DD 11	SAE 1040	21,97
2			21,8
3			21,1
4			21,4
5			23,5
6			20,26
7			20,51
8			21,2
9			21,16
10			22,67
Ortalama Rotıl Çıkma Kuvveti			21,557
Standart Sapma			0,974144069



3. Sonuçlar

Bu çalışmada farklı figürlerdeki rotıl gövdelerinin rotıl çıkma yüküne etkisi incelenmiştir. Bu inceleme yapılırken rotıl gövde figürleri dışındaki parametreler sabit bırakılmıştır. Rotıl ıkma yükü için teknik resim ve şartname değeri min. 10 kN'dir. Analiz çalışmalarında ve gerçekte yapılan çalışmalarda rotıl çıkma değelerinin teknik resim ve şartname değelerine uygun olduğu görölmüşür. Tasarım yapılırken sonlu elemanlar analizinin önemi bir kez daha anlaşılmıştır. Tasarım tamamlanmadan önce analiz çalışmalarını yapmak, zaman, malzeme vb. girdilerden tasarruf ettirmektedir. Bu çalışmada ortalama çıkma yüklerine ve standart sapma değelerine baktığımızda çapraz tırtıllı rotıl gövdelerinin çıkma yüküne etkisinin diğerlerine oranla yaklaşık %290 iyileşme sağlanmıştır.

4. Teřekkür

Yaptığımız bu çalışmada bizden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Teknorot Otomotiv Ürünleri A.ř. ye, Sayın Global ARGE Direktörümüz Murat ARSLANOėLU'na, Ürün Geliřtirme Müdürümüz Gökhan AKGÜL'e, ARGE Teřvikleri Müdürümüz Fatih AėIRANKAYA'ya ve değeri çalışma arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] Fenton, J., (1998). Handbook of Automotive Powertrain and Chassis Design. Professional Engineering Publishing, London, 162.
- [2] Klemm, Max. Befestigung von Kugelgelenken in Aufnahmebohrungen. Patent. World Intellectual Property Organization, No. WO2014/011125, Tarih 20 Haziran 1967.
- [3] Carter, Warren. Ball joint connection. World Intellectual Property Organization, No. WO2014/011125, Tarih 28 Ocak 1963.
- [4] A Study on Wear and Friction of Passenger Vehicles Control Arm Ball Joints, Marek Wozniak, Tarih 1 Haziran 2021