



Konferans Bildirisi

Hidrolik Burçların Tasarım ve Doğrulama Araçlarının Geliştirilmesi ve Standartlaştırılması

Fevziye Erdem^{1*}, Murat Arslanoğlu²

¹ Teknorot, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2504-2314>, fevziyealtas@gmail.com,

² Teknorot, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2995-9699>, murat.arslanoglu@teknorot.com,

* Sorumlu Yazar: fevziyealtas@gmail.com

(First received September 18, 2023 and in final form December 22, 2023)

3rd International Conference on Design, Research and Development

(RDCONF 2023)

December 13 - 15, 2023

Reference: Erdem, F., Arslanoğlu, M. Hidrolik Burçların Tasarım ve Doğrulama Araçlarının Geliştirilmesi ve Standartlaştırılması. Orclever Proceedings of Research and Development, 3(1), 231-242.

Özet

Araç bağlantı noktalarında kullanılan ön veya arka süspansiyon parçası olan rotilli kol ve sac salıncaklar burçlarının malzeme davranışının karmaşık olması nedeniyle, kauçuk parçalar çalışanların deneyimlerine ve deneysel çalışmalarına göre tasarım aşamasında değişkenlik göstermektedir. Araçlarda kullanılan ön ve arka süspansiyon parçası olan burçlar emniyet görevini üstlenmektedir. Burçlar tiplerine göre standart, boşaltmalı, dış borusu olmayan, flanşlı, küresel ve hidrolik burç olarak yediye ayrılmaktadır. Bu çalışmada hidrolik burçlar referans alınmıştır. Hidrolik burçlarda prototip ürünü üretmek için gerekli tasarım, imalat zamanı ve malzeme kayıpları düşünüldüğünde daha sistematik yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Hidrolik burçların standart burçlara göre en önemli farkı tekrarlı yüklerde performansını devam ettirebilmesi ve sürücüye titreşimleri olabildiğince geç hissettirmesidir. Hidrolik burçlar, standart burçlarda kauçuğun tek başına yüksek sönüm özelliği gösteremediği durumlarda hidrolik sıvının akışkan özelliğinden yararlanarak odacıklara arasında dolaşması ile titreşim sorunu minimize edilmektedir. Bu nedenle hidrolik burçlar genellikle üst segment araçlarda en düşük frekansları sönümlemek için tercih edilmektedir. Hidrolik burçlar, standart burçlarda kauçuğun tek başına yüksek sönüm özelliği gösteremediği durumlarda hidrolik sıvının akışkan özelliğinden yararlanarak odacıklara arasında dolaşması ile titreşim sorunu minimize edilmektedir. Tasarımı



incelendiğinde hidrolik burçlar hem geometrik yapıları hem de kauçuk reçetesi test sonuçlarını etkilemektedir. Çalışma prensiplerinde eylemsizlik yolu içinde hidrolik yağ dolaşmaktadır. Bu eylemsizlik yolu sönümleme işlemi yapmaktadır. Yağın dolaşmış olduğu yol iki ana duvar oluşmaktadır ve iki ana duvar arasındaki yağı birbirine iletmesi gerekmektedir. Ana duvar statik stiffness'ı (konfor) sağlayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Yan yüzeylerde kalan kauçuk ise sızdırmazlık görevini üstlenmektedir. Yan duvarların statik stiffness'a etkisi vardır ancak asıl görevi hidrolik yağın tutulması için hazne oluşturmaktır. Bu çalışma kapsamında hidrolik burçların hesaplamasında kullanılacak ampirik formül geliştirilmiştir. Kullanılan yağın yoğunluğu, dinamik stiffness değeri, kayıp açısı ve ürünün tasarımından elde edilen veriler formülü etkilemektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda dinamik stiffness ve kayıp açısı grafiği elde edilmiştir. Elde edilen grafik verilerinin birbiriyle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Oluşturulan hidrolik burç tasarım hesaplama yöntemi yeni geliştirilecek olan hidrolik burç tasarımlarına ışık olacaktır.

Anahtar: Hidrolik burç, Dinamik test, Tasarım



Development and Standardisation of Design and Verification Tools for Hydraulic Bushings

Abstract

Due to the complexity of the material behavior of the bushings of the ball joints and sheet metal control arms, which are the front or rear suspension parts used in the vehicle connection points, the rubber parts vary in the design phase according to the experience and experimental studies of the employees. Bushings, which are the front and rear suspension parts used in vehicles, undertake the safety task. According to their types, bushings are divided into seven as standard, unloaded, without outer tube, flanged, spherical and hydraulic bushings. In this study, hydraulic bushings are taken as reference. Considering the design, manufacturing time and material losses required to produce the prototype product in hydraulic bushings, more systematic methods were needed. The most important difference of hydraulic bushings compared to standard bushings is that they can maintain their performance under repeated loads and make the driver feel vibrations as late as possible. Hydraulic bushings minimize the vibration problem by circulating the hydraulic fluid between the chambers by taking advantage of the fluid properties of the hydraulic fluid in cases where the rubber alone cannot show high damping properties in standard bushings. For this reason, hydraulic bushings are generally preferred for damping the lowest frequencies in upper segment vehicles. Hydraulic bushings minimize the vibration problem by circulating the hydraulic fluid between the chambers by taking advantage of the fluid property of the hydraulic fluid in cases where rubber alone cannot show high damping properties in standard bushings. When the design of hydraulic bushes is examined, both their geometric structure and rubber prescription affect the test results. In their working principle, hydraulic oil circulates in the inertia path. This inertia path performs damping. The path in which the oil circulates consists of two main walls and the oil between the two main walls must be transmitted to each other. The main wall should be designed to provide static stiffness (comfort). The rubber remaining on the side surfaces undertakes the sealing task. The side walls have an effect on the static stiffness, but their main task is to create a reservoir to hold the hydraulic oil. In this study, an empirical formula for the calculation of hydraulic bushings was developed. The density of the oil used, the dynamic stiffness value, the loss angle and the data obtained from the design of the product affect the formula. As a result of the calculations, dynamic stiffness and loss angle graphs were obtained. It is observed that the graphical data obtained are compatible with each other. The hydraulic bushing design calculation method will shed light on the new hydraulic bushing designs to be developed.

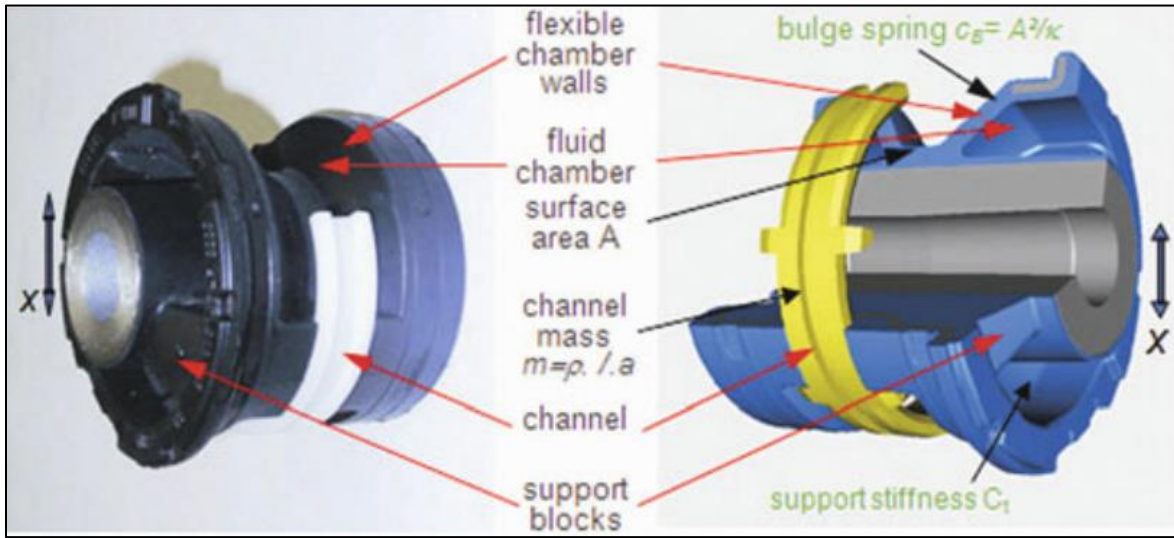
Keywords: Hydraulic bushing, Dynamic test, Design

1. Giriş

Araç bağlantı noktalarında kullanılan ön veya arka süspansiyon parçası olan rotilli kol ve sac salıncaklar burçlarının malzeme davranışının karmaşık olması nedeniyle, hidrolik ve kauçuk parçalar çalışanların deneyimlerine ve deneysel çalışmalarına göre tasarım aşamasında değişkenlik göstermektedir [1].

Hidrolik burçlar otomotivde sac salıncak, rotilli kol gibi ürünlerine montajlanmış olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Süspansiyon parçası olarak kullanılan hidrolik burçlar genlik ve frekansa bağlı dinamik özellikleri ile hem sürüş kalitesi hem de titreşim açısından faydalıdır. Bu özelliği hidrolik burçları benzersiz yapmaktadır [2-3].

Hidrolik olarak sönmümlenen ilk ön süspansiyon bağlantıları 1980'lerin ortalarında McPherson tipi ön süspansiyon sistemleridir. Bu tip benzer tasarımlar halihazırda motor bağlantılarında kullanılmış ve basitçe silindirik burç bağlantıları ile kullanılmıştır. Hidrolik olarak sönmümlenen bir burcun standart tasarımı Şekil 1'de gösterilmektedir. Hidrolik burçlar içi su ve glikol karışımıyla dolu olan iki hazne ve bir akışkan kanalıyla birbirine bağlanmaktadır [4].

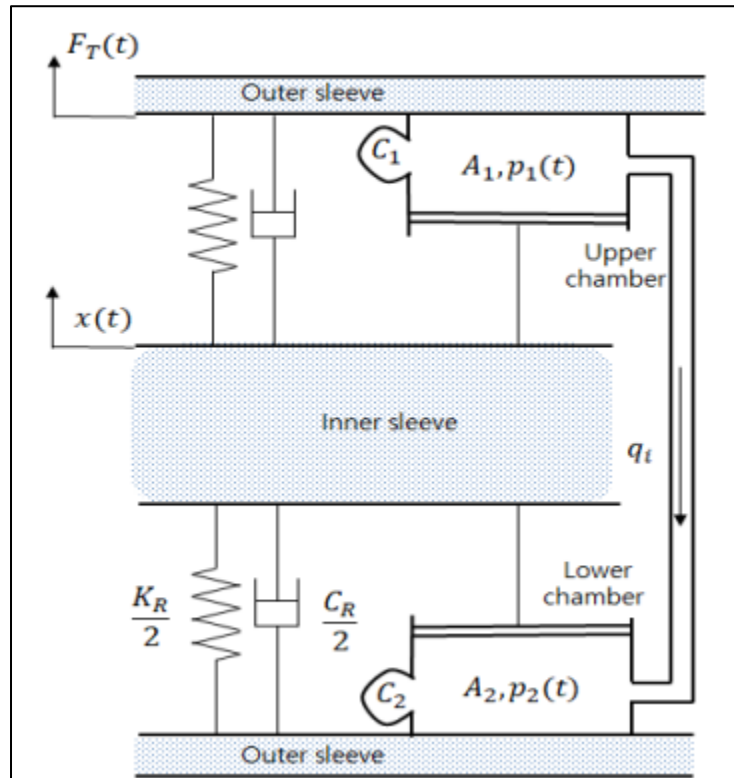


Şekil 1: Hidrolik olarak sönmümlenen bir burcun temel tasarımı [4]

İki haznenin bağlı olduğu yönde salınım şeklinde uyarı olması sonucunda, iki hazne arasında hacim dengelenmektedir. Su ve glikolden oluşan akışkan bağlantı kanallarından akarak salınan kütleyi simüle etmektedir. Hidrolik burçta akışkanın uyarı frekansı arttıkça, hazne duvarlarında oluşturduğu sertliği ile birlikte bir yay-kütle sistemi olarak salınmaya başlamaktadır. Uyarma frekansı akışkan tarafından oluşturulan yay-

kütle sisteminin doğal frekansı ve hazne duvarlarının sertliği ile eşleştiğinde maksimum sönümleme meydana gelmektedir [4].

Karakteristik parametrelerini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılan Lumped Parametre Modelinin gösterimi Şekil 2’de mevcuttur. Kauçuk elemanları, frekansla değişmeyen sertlik (KR) ve viskoz sönümlleme özelliğine sahip bir Kelvin-Voigt (Cr) modelinden oluşmaktadır [5-6].



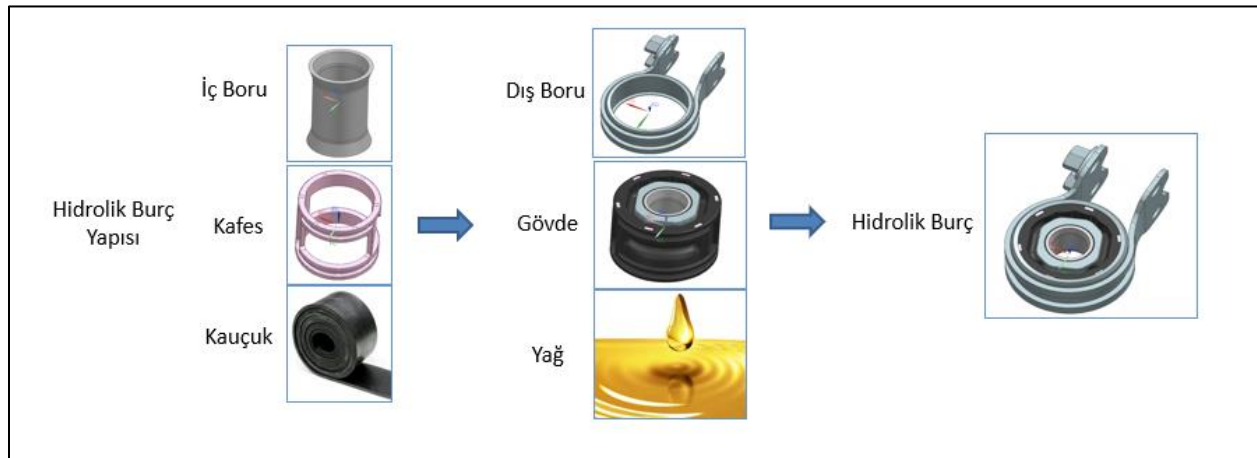
Şekil 2: Hidrolik burç için Lumped parametre modeli

Burçlar tiplerine göre standart, boşaltmalı, dış borusu olmayan, flanşlı, küresel ve hidrolik burç olarak yediye ayrılmaktadır. Otomotiv sektöründe kullanılan burç tipleri Şekil 3' de mevcuttur.



Şekil 3: Otomotiv Sektöründe Kullanılan Burç Tipleri

Çalışmamız kapsamında Şekil 4'teki hidrolik burç referans alınmıştır. Hidrolik burçların tasarım aşamasında hesaplama yönteminin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 5: Hidrolik Burç Yapı Sistemi



Hidrolik burçlarda prototip ürünü üretmek için gerekli tasarım, imalat zamanı ve malzeme kayıpları düşünüldüğünde daha sistematik yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Hidrolik burçların standart burçlara göre en önemli farkı tekrarlı yüklerde performansını devam ettirebilmesi ve sürücüye titreşimleri olabildiğince geç hissettirmesidir. Hidrolik burçlar, standart burçlarda kauçuğun tek başına yüksek sönüm özelliği gösteremediği durumlarda hidrolik sıvının akışkan özelliğinden yararlanarak odacıklara arasında dolaşması ile titreşim sorunu minimize edilmektedir. Bu nedenle hidrolik burçlar genellikle üst segment araçlarda en düşük frekansları sönümlemek için tercih edilmektedir. Hidrolik burçlar, standart burçlarda kauçuğun tek başına yüksek sönüm özelliği gösteremediği durumlarda hidrolik sıvının akışkan özelliğinden yararlanarak odacıklara arasında dolaşması ile titreşim sorunu minimize edilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

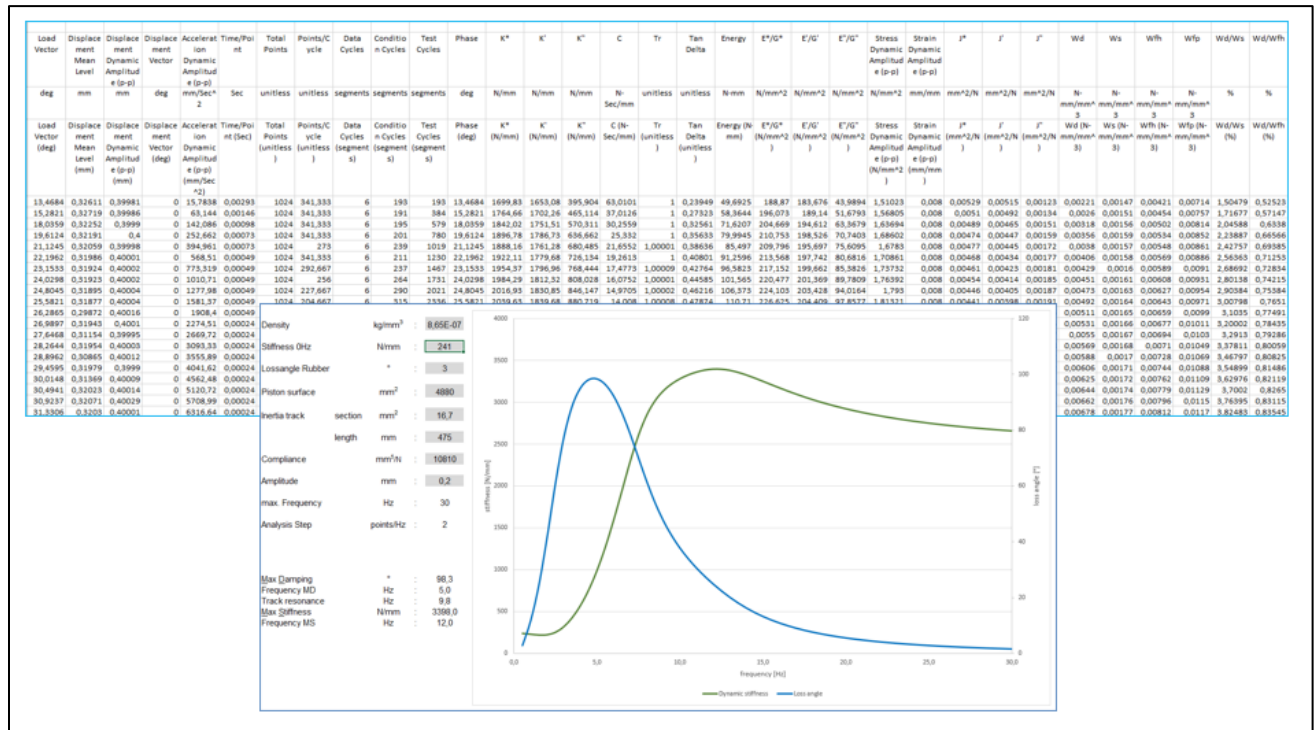
Çalışma kapsamında referans alınan sac braketli hidrolik burcun tasarımı Siemens Unigraphics (NX) programı ile yapılmıştır. Araçlarda kullanılan ön ve arka süspansiyon parçası olan hidrolik burcun komponentlerine ait genel özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Ham Maddelerin Genel Özellikleri

Hammadde	Ticari Ad	Genel Özellik
Kauçuk hamuru	Doğal kauçuk	70 Shore A
ST 37	İç boru	Min 147 HB
Etial 160	Kafes	Min 61 HB
ERD 6222/6224	Sac Braket	Min 140 HB
Monoetilen glikol	Hidrolik yağ	-

2.1. Hidrolik Burç Tasarım Veri Tabanı

Çalışmada kullanılacak olan hidrolik burç için Şekil 6’daki gibi tasarım kriterleri ve müşteri talepleri göz önüne alınarak hidrolik burç tasarım veri tabanı oluşturulmaktadır.



Şekil 6: Hidrolik Burç Tasarım Veri Tabanı

2.2. Hidrolik Burç Tasarımı

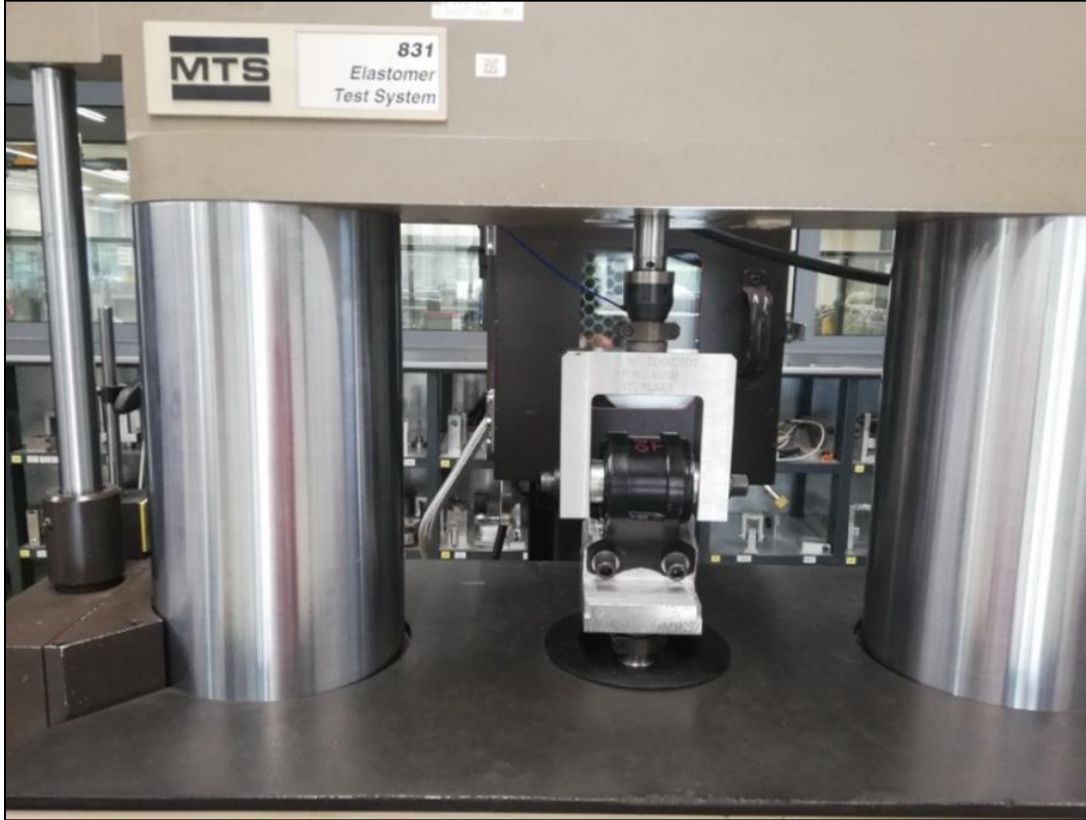
Çalışmada kullanılacak olan hidrolik burç, Siemens Unigraphics (NX) programı kullanılarak, tersine mühendislik yöntemi hesaplama veri tabanı ile 3D tasarımı Şekil 5’de ürün ağacı yapısına göre tasarlanmıştır.

2.3. Hidrolik Burç Üretimi

Burç kalıbına oturacak hidrolik burç komponentlerinin ilk olarak yüzeylerinin ön temizliklerinin ve yüzey pürüzlüğü için kumlama işlemlerinin yapılması gerekmektedir. İkinci adımda metallerin yüzeyi astar (primer) boya olan Chemosil 211 ile gri renge boyanarak kurutulmaktadır. Akabinde aynı yüzey Chemosil 411 ile siyah renge boyanarak kurutulmaktadır. Böylece metal yüzeyi ile kauçuğun birbirine tutunması için gerekli yüzey hazırlama işlemi sağlanır. Ön hazırlık işlemi tamamlanan komponentler burç kalıbına yerleştirilerek 140-160°C’de ortalama 12 dk sürede vulkanizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.

2.4. Hidrolik Burç Testleri ve Doğrulanması

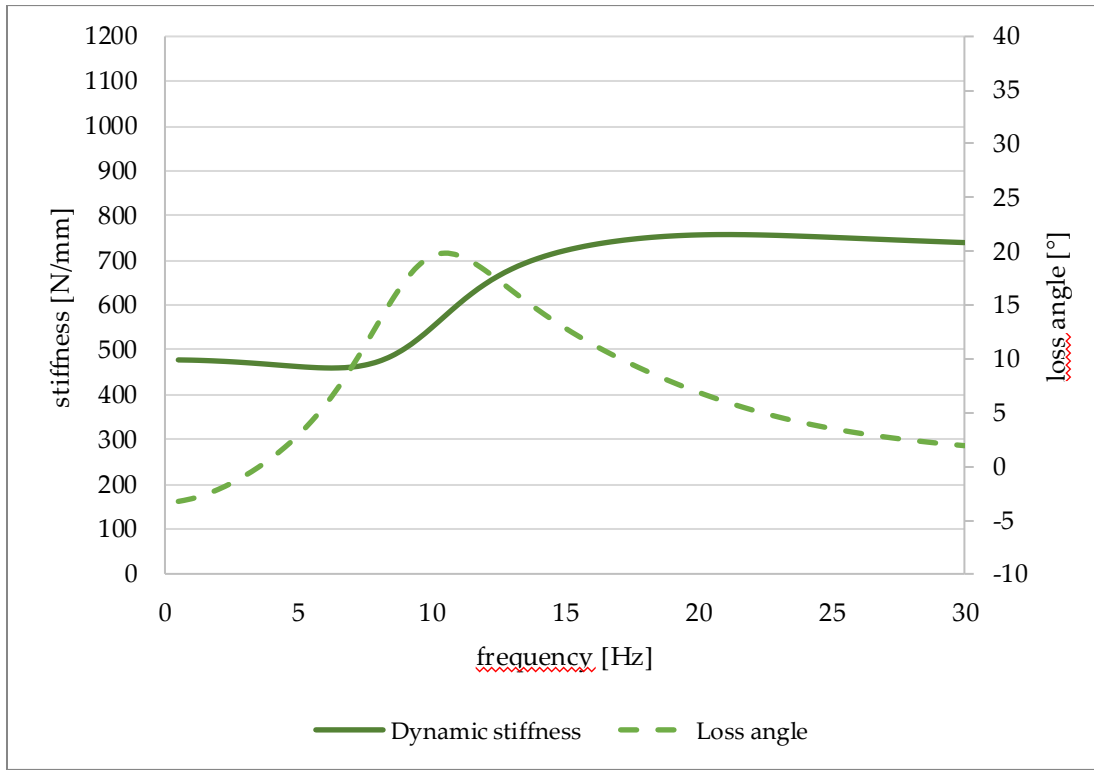
Literatür ve know-how bilgileri baz alınarak optimum dinamik test grafiği hesaplama sistemi veri tabanı elde edilmiştir. Veri tabanı ile hidrolik burçların dinamik testi için MTS test cihazı kullanılmıştır. Cihazın görseli Şekil 7’de mevcuttur. Araçtaki bağlantı konumu göz önüne alınarak hidrolik burcun test cihazına montajı yapılmalıdır. $\pm 0,2$ mm genlikte ve 30 Hz frekansta dinamik test işlemi uygulanmaktadır.



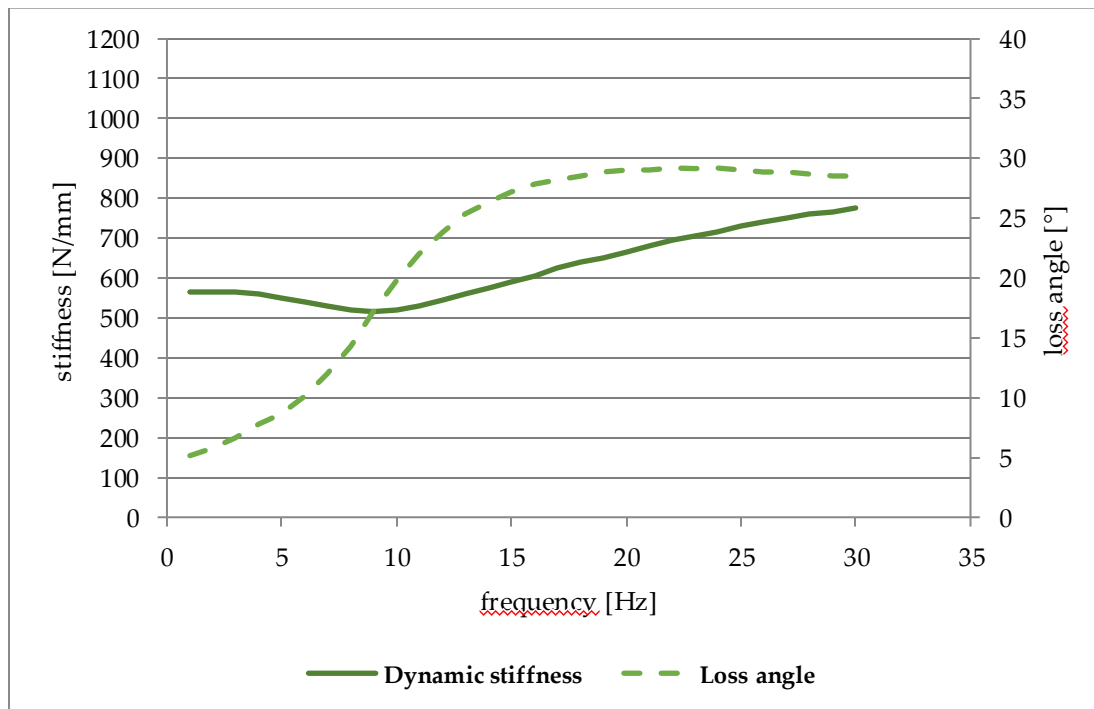
Şekil 7: Dinamik Test Cihazı

3. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında braketin sac malzemeden seçilen hidrolik tipi burç ile hesaplama çalışmaları yapılmıştır. Literatür bilgilerinin ışığında rijitlik formülü veri tabanı elde edilmiştir. Test cihazına parça Şekil 7’deki gibi araçtaki bağlantı konumu göz önüne alınarak montajı yapılmıştır. $\pm 0,2$ mm genlikte ve 30 Hz frekansta dinamik testleri yapılmıştır. Elde edilen veri tabanından oluşturulan dinamik test grafiği Şekil 8’de mevcuttur. Şekil 9’da hidrolik burca ait dinamik testi grafiği mevcuttur.

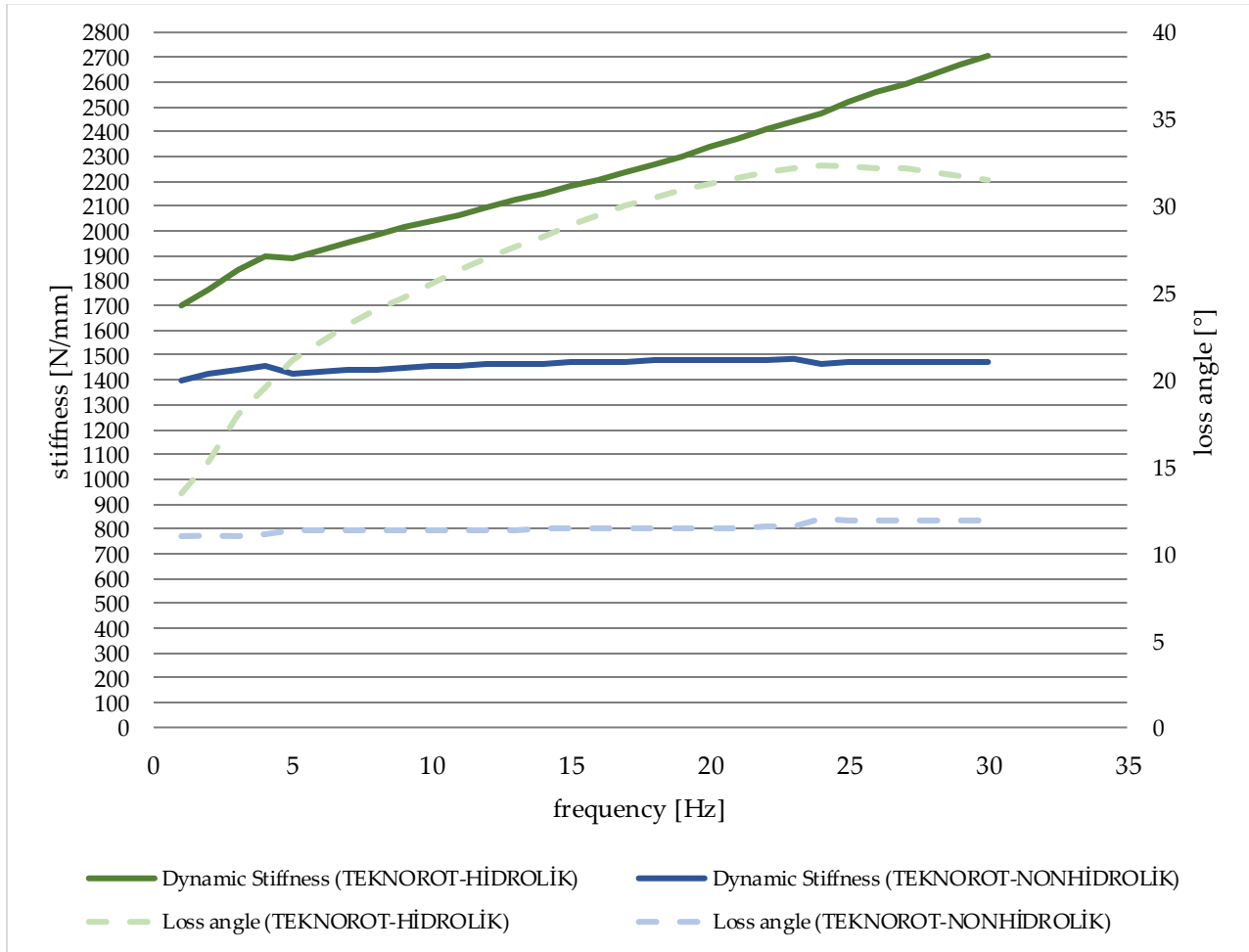


Şekil 8: Hesaplama Sonucunda Elde Edilen Grafik



Şekil 9: Dinamik Testi Sonucunda Elde Edilen Grafik

Yapılan çalışmalar sonucunda formülde elde edilen dinamik değeri prototip ürüne yapılan dinamik test sonucuyla uyumlu çıkmıştır. Ayrıca çalışmamız da hidrolik burç ile hidrolik olmayan burç arasındaki farklılık dinamik testi sonucunda hidrolik olmayan burcun dinamik ve loss angle değerinin lineer olarak artmadığı sabit kaldığı Şekil 10'da gözlemlenmiştir.



Şekil 20: Dinamik Testi Sonucunda Elde Edilen Hidrolik ve Nonhidrolik Grafiği

4. Tartışma

Yapılan hesaplamalar sonucunda dinamik stiffness ve kayıp açısı grafiği elde edilmiştir. Elde edilen grafik verilerinin birbiriyle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Oluşturulan hidrolik burç tasarım hesaplama yöntemi yeni geliştirilecek olan hidrolik burç tasarımlarına ışık olacaktır. Müşteri özel isteğine göre uygun parametre seçilerek burç



tasarımları prototip ürün üretilmeden tasarım aşamasında doğrulama çalışması yapılabilecektir. Böylece hem zamandan hem de maliyetten kazanç sağlanacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Teknorot Otomotiv A.Ş. Ar-Ge Merkezi tarafından desteklenmiştir. Bu makalenin içgörü ve uzmanlığını sağlayan Ar-Ge Merkezi Global Direktörü Sayın Murat ARSLANOĞLU, Ür-Ge Müdürü Sayın Gökhan AKGÜL, Ar-Ge Proje ve Fikri Sınai Haklar Müdürü Fatih ÇAĞIRANKAYA'ya teknik desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Referanslar

- [1] İnternet: Teknorot Otomotiv homepage 2023. Erişim: <https://www.teknorot.com/burc-uretim/>
- [2] Piquet, B., Maas, C., and Capou, F., “Next Generation of Suspension Bushings: Review of Current Technologies and Expansion Upon New 3rd Generation Product Data,” SAE Technical Paper, 2007.
- [3] Sauer, W. and Guy, Y., “Hydro Bushings - Innovative NVH Solutions in Chassis Technology,” SAE Technical Paper, 2003.
- [4] Bernd H., *Chassis Handbook Fundamentals, Driving Dynamics, Components, Mechatronics, Perspectives*, 1. Baskı, Vieweg, 2011.
- [5] Youngman K., Sangjin J., Van-Quyet N., Kwangsuck B., Heungseob K., *Design of Hydraulic Bushing and Vehicle Testing for Reducing the Judder Vibratio*, IC4M & ICDES 2018.
- [6] Brad B. S., *Development of a MR Hydraulic Bushing for Automotive Applications*, Thesis, 2005.
- [7] Teknorot Otomotiv AR&GE Merkezi Tasarım Klavuzu.