

## Otomotiv Süspansiyon Parçaları için Esneme Testlerinde Yapay Zekâ Tabanlı Aparat Seçimi

Muhammed Abdullah ÖZEL<sup>1\*</sup>, Deniz BAL<sup>1</sup>, Semih KÖSE<sup>1</sup> ve Mehmet Yasin GÜL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AYD Automotive Industry R&D Center, Konya, Türkiye

\*([ozel.muhammed@aydtr.com](mailto:ozel.muhammed@aydtr.com))

(Received: 12 July 2024, Accepted: 24 July 2024)

(4th International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2024, July 19 - 20, 2024)

**ATIF/REFERENCE:** Özel, M. A., Bal, D., Köse, S. & Gül, M. Y. (2024). Otomotiv Süspansiyon Parçaları için Esneme Testlerinde Yapay Zekâ Tabanlı Aparat Seçimi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(6), 93-99.

**Özet** – Süspansiyon sistemi, binek ve ağır vasıta araçlarda aracın kusursuz şekilde hareket etmesini ve yoldan gelen titreşimleri yolculara ve sürücüye en az şekilde aktarmak için tasarlanır. Araç güvenliği açısından önemli olan süspansiyon parçaları üretim aşamasından sonra ömür tayinleri ve çalışma şartlarının belirlenmesi için statik ve dinamik testlere tabii tutulması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda operatör kaynaklı yanlış konumlandırma ve aparatlandırma nedeniyle test sonuçlarında %5-8 arasında hatalı sonuçlar alınabilmektedir. Yapılan test sırasında parçaların doğru konumlandırıldığı ve teste uygun aparatlandırmanın yapıldığı, operatörden bağımsız denetleneceği bir sistem ile statik testlerin sonuçlarının doğruluğunun artırılması amaçlanmıştır. Ayrıca operatör yetkinlik ve inisiyatifi ortadan kaldırılarak süspansiyon parçalarına ait testlerin aparatlandırma süreci otomatik gerçekleştirilebilmekte ve test adımlarının kontrolü sağlanabilmektedir. Bu çalışmada 3 farklı operatör ile burç çapına uygun aparat seçimini yapan makine tarafından eksenel ve radyal testler gerçekleştirilmiştir. Ürün güvenliğinin sağlanması, hata payının azaltılması zaman ve maliyet açısından problem oluşacak noktalarının giderilmesi sağlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile aparat belirleme süresinde %96 düşüş, uygun olmayan aparat ile kauçuklu parçanın test sonuçlarını etkileyen %5-8 arasında oluşan sapmaların minimuma düşürülmesi hedefi sağlanmıştır.

*Anahtar Kelimeler – Süspansiyon, Kauçuk, Salıncak, Burç, Statik Test.*

### I. GİRİŞ

Süspansiyon sistemi, araç şasesi ve tekerlekler arasında yer alan ve yay, amortisör, burç, çubuk, bağlantı ve kollardan oluşan bir sistemdir. Süspansiyon sistemi, gövdeyi akslar üzerinde tutan elemandır. Gerek araç dinamiğinden kaynaklanan gerekse yoldaki düzgünsüzlüklerden meydana gelen hareketleri sönümler [1]. Şok ve titreşimleri emmek için tasarlanan bu sistemde, endüstrinin gözbebeği haline gelen kauçuk yaygın olarak kullanılmaktadır. Süspansiyon sistemlerinin askı kollarına, askı kollarının gövdeye ve tekerleğe bağlandığı noktalarda kauçuk burçlar kullanılmaktadır [2]. Şekil 1'de kauçuk bir burca sahip süspansiyon sisteminde bulunan salıncak ve rotilli kol parçaları verilmiştir.



Şekil 1. Salıncak ve rotilli kol

Şekil 2’de kauçuklu görevleri aynı, farklı tiplerde burçlar verilmiştir.



Şekil 2. Kauçuk burçlar

Burçlar, genellikle enerji dağıtımında kullanılan özel bir kauçuktan yapılmıştır. Kuvvetler ve momentler ile bunların karşılık gelen yer değiştirmeleri ve dönüşleri arasında doğrusal olmayan bir viskoelastik ilişki sunar. Bu statik ve dinamik yüklemeler sonucunda burçta deformasyonlar oluşmaktadır. Bu yüzden üretim sonrasında üretilen burçlara testler yapılmaktadır. Bu testler sonucunda burçta olabilecek deformasyonlar ve burcun tepkilerine, kuvvet yer değiştirme verilerine bakılmaktadır. Üretim sonrasında yapılan dinamik testler ile kauçuğun yapışma problemleri ve kauçuk yırtılma ömürleri incelenir. Statik testler ile birlikte ise kuvvet yer değiştirme eğrileri incelenir. [3]

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

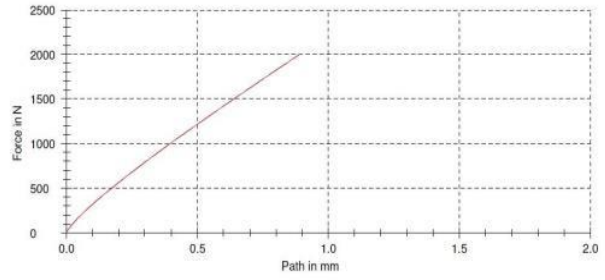
Burçlara uygulanan statik testlerde en çok aksel esneme ve radyal esneme testleri gerçekleştirilmektedir. Aksel esneme testi için burcun dış borusundan kauçuk bölgeye temas etmeyecek şekilde aparatlandırılması, esneme mesafesine uygun yüksekliğinin olması önemlidir. Yine aynı şekilde radyal esneme testleri için burcun iç borusuna uygun bir mil seçimi gerekmektedir. Bu seçimlerde oluşabilecek hatalar test sonuçlarını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Doğru aparat seçiminin etkisinin incelenmesi maksatıyla 3 farklı operatör tarafından aynı numunenin aralıklı test sonuçları ve AI ve GI algoritmaları ile elde edilmiş test aparatları seçiminin sonucunda elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın doğruluğunu artırmaya yönelik 3 farklı numune ile denemeler tekrarlanmıştır.

### A. Aksel Esneme Testi

Numunenin çapından doğrusal şekilde kuvvet uygulanarak yapılan test aksel esneme testidir. Doğrusal olarak uygulanan kuvvetin, kauçuktaki tepkisine bakılır. Şekil 3’te aksel esneme testi konumlandırılması ve örnek bir test grafiği görülmektedir.



Series graph:



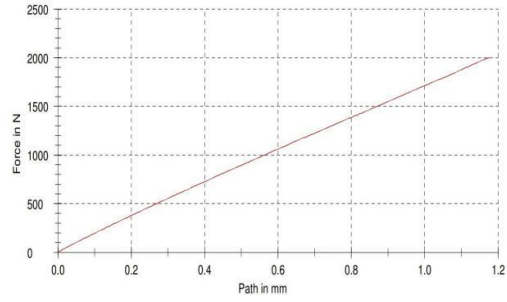
Şekil 3. Eksenel esneme testi

### B. Radyal Esneme Testi

Burçlar, üzerine gelen yükleri, araç altı titreşimleri ve şokları elastomer malzeme sayesinde en aza indirerek yükler, şoklar ve titreşimleri diğer bağlantı parçalarına iletir. Radyal ve eksenel esnemenin farkı burca uygulanan kuvvetin yön farkıdır. Burcun çapına dik bir şekilde kuvvet uygulanır. Şekil 4’te radyal esneme testi konumlandırılması ve örnek bir test grafiği görülmektedir.



Series graph:

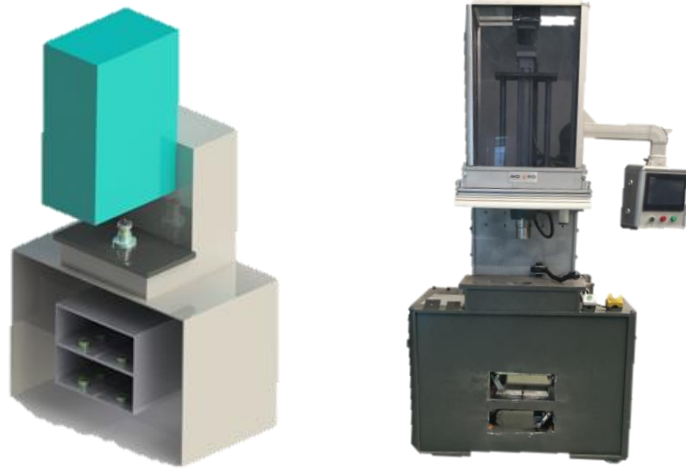


Şekil 4. Radyal esneme testi

### C. Sistem ve Kontrol

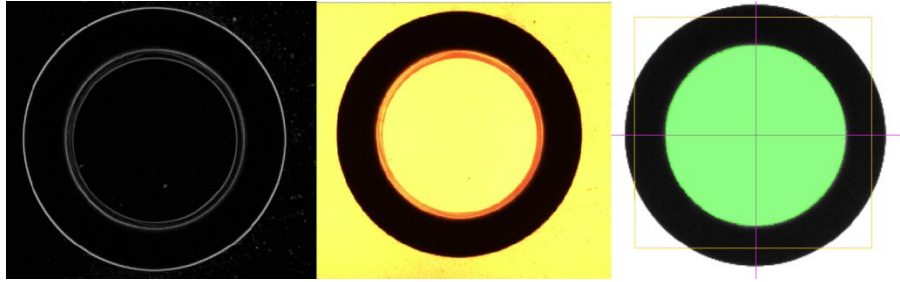
Sistemin çalışma prensibi şöyledir;

Şekil 5’te görülen ve bu sistem için özel tasarlanan test cihazı 10000N basma-çekme kapasitesine sahiptir. Özel çekmece sistemi ve beraberinde bulunan hazneye koyulan test parçasının dış çap değeri, et kalınlığı GI ve yüksekliği AI algoritmaları ile tespit edilir. Tespit sonrası ekrandan Radyal/eksenel olarak hangi testin yapılması gerektiği seçilir. Seçim sonucuna göre çekmece açılır ve test için uygun aparat çekmecesi açılır ve aydınlatılır.



Şekil 5. Özel çekmece sistemine sahip basma-çekme test cihazı

Kamera ile elde edilecek görüntü için, yerleşim bölgesi altı kırmızı 625nm led ile aydınlatılmıştır. Bu aydınlatma sonrası elde edilen görüntü Şekil 6’da olduğu gibi filtrelenerek kenar tespit algoritmasına aktarılır. Tespit edilen kenarlar sonrası dış geri kalan bölge boşaltılır. Oluşturulan düzenek ile elde edilen görüntüler her ne kadar gürültüsüz beklense de resim üzerinde ölçüm camının kirli olmasından, tozdan ya da kamera sensörünün hatasından ötürü bazı ufak boyutlarda siyah bölgeler oluşmaktadır. Burç borusu iç çap alanı hesaplanır.  $D=\sqrt{4a/\pi}$  denklemi ile piksel cinsinden veriler girilerek çap ölçümü tamamlanır.



Şekil 6. Aparat seçiminde çap ölçüm GI adımları

### III. BULGULAR

Aparat seçiminin test sonuçlarına etkisinin incelenmesi için aksel esneme ve radyal esneme testleri yapılmıştır. 3 farklı operatörün aparat seçim süresi ve seçmiş olduğu aparatlar ile test sonuçları kayıt altına alınmıştır. AI ve GI algoritmaları ile otonom aparat seçimi yapabilen numunelerin test sonuçları ile 3 farklı operatörün yapmış olduğu test verileri kıyaslanmıştır. Tablo 1,2,3’te elde edilen operatörlerin ve otomatik seçimin sonuçları mevcuttur. Yapılan radyal ve aksel testlerde 2000N uygulanmış, yer değiştirme verileri kayıt altına alınmıştır. Sonuçların yer değiştirme verileri üzerinden kontrolleri gerçekleştirilmiş Şekil 7’de operatörlerin yapmış olduğu testlerin otomatik seçime göre yüzdesel değişimlerinin grafikleri verilmiştir.

Tablo 1. 1. Numune statik test sonuçları

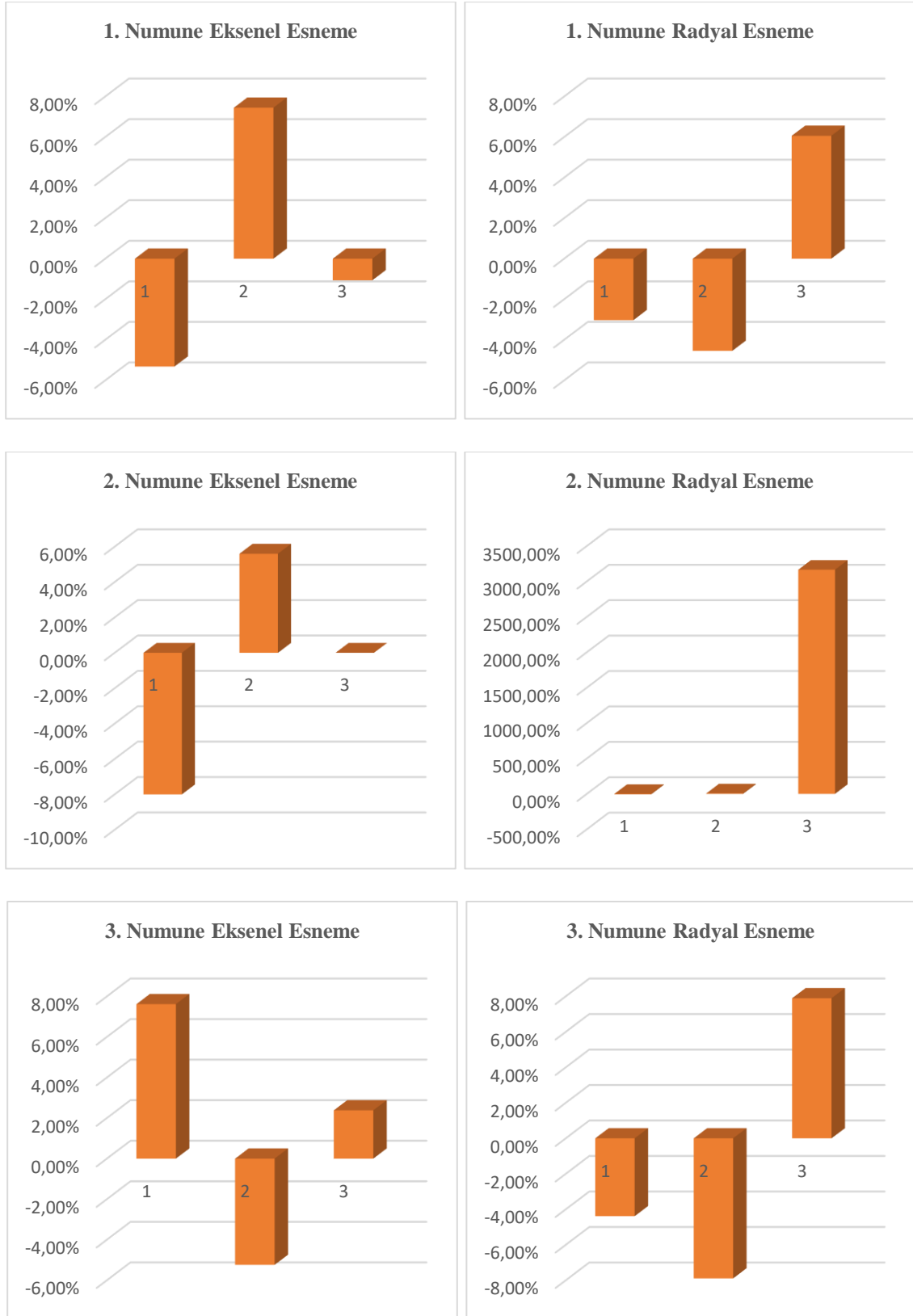
1. Numune	Eksenel Esneme (mm)	Radyal Esneme (mm)	Aparatlandırma Süresi (dk)
Otomatik Seçim	0,94	0,33	0,17
Operatör 1	0,89	0,32	5
Operatör 2	1,01	0,31	3
Operatör 3	0,93	0,35	9

Tablo 2. 2. Numune statik test sonuçları

2. Numune	Eksenel Esneme (mm)	Radyal Esneme (mm)	Aparatlandırma Süresi (dk)
Otomatik Seçim	1,25	0,69	0,17
Operatör 1	1,15	0,64	4
Operatör 2	1,32	0,74	5
Operatör 3	1,25	0,71	5

Tablo 3. 3. Numune statik test sonuçları

3. Numune	Eksenel Esneme (mm)	Radyal Esneme (mm)	Aparatlandırma Süresi (dk)
Otomatik Seçim	2,1	1,14	0,17
Operatör 1	2,26	1,09	8
Operatör 2	1,99	1,05	4
Operatör 3	2,15	1,23	7



Şekil 7. Operatör test sonuçlarının otonom test aparatlandırmasına oranı

#### IV. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada yapılan test sırasında parçaların doğru konumlandırıldığı ve teste uygun aparatlandırmanın yapıldığının operatörden bağımsız denetleneceği bir sistem ile statik ve dinamik testlerin sonuçlarının doğruluğunun artırılması sağlanmıştır. 3 farklı operatörlerin yapmış olduğu test sonuçlarının otomatik seçime göre kıyasla maksimum %8 farklılık olduğu doğrulanmış ve aparat seçim süresinde %96 bir azalış olmuştur. Ayrıca operatör yetkinlik ve inisiyatifi ortadan kaldırılarak süspansiyon parçalarına ait testler otomatik olarak gerçekleştirilmesi ve test adımlarının kontrolü uygulanması projenin uygulanabilirliğini artırmıştır. AYD bünyesinde üretimi gerçekleştirilen burçların çeşitliliğinin fazla olması aparat çeşitliliğini de artırması buna bağlı büyük çapta aparat kütüphanesinin oluşturması bu çalışmanın dezavantajları arasındadır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma AYD Otomotiv Sanayi A.Ş. tarafından desteklenmiştir. Çalışmada desteklerinden dolayı danışmanımız Sayın Prof. Dr. Mustafa ACARER, AYD Otomotiv Sanayi A.Ş. Ar-Ge Ekibine ve Ar-Ge Müdürü Sayın Ahmet CAKAL'a teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- [1] Putgül, Y., & Altıparmak, D. (2016). Taşıt Süspansiyon Sistemi Çeşitleri ve Ön Düzen Geometrisine Etkileri. Politeknik Dergisi, 19(2), 195-202.
- [2] Ozel, M.A., Baysal, S.S. & Sungur, C. (2022). Development of a Test System to Make Circularity Measurements of Rubber Bushing After Stress Relief. Tehnički glasnik, 16 (4), 546-549. <https://doi.org/10.31803/tg-20220329135150>
- [3] Baysal, S., Ozel, M., Kucukbasak, M., Goger, F. & Sungur, C. (2021). Elastomer Karakterli Kauçuk Burçlar İçin Otomatik Test Kontrol Ünitesi Geliştirilmesi ve SCADA ile İzlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (30), 66-68.