

Ticari Araç Süspansiyon Tork Kolu Parçalarının Kaynak Uygunluğunun Statik ve Dinamik Test Ortamında İncelenmesi

Deniz BAL^{1*}, Furkan GÖĞER², Ahmet Asım ESER³, Mustafa ACARER⁴

¹AR-GE Merkezi/AYD Otomotiv Endüstri A.Ş., Türkiye

²AR-GE Merkezi/AYD Otomotiv Endüstri A.Ş., Türkiye

³AR-GE Merkezi/AYD Otomotiv Endüstri A.Ş., Türkiye

⁴Selçuk Üniversitesi/ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği A.B.D., Türkiye

*(denizbal97@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 28 Mart 2023, Kabul Tarihi: 11 Nisan 2023)

(2nd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2023, April 4 - 6, 2023)

ATIF/REFERENCE: Bal, D., Göğër, F., Eser, A. A. & Acarer, M. (2023). Ticari Araç Süspansiyon Tork Kolu Parçalarının Kaynak Uygunluğunun Statik ve Dinamik Test Ortamında İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), 242-246.

Özet – Ticari araçlar, adından da anlaşılacağı üzere ekonomik bir kazanç sağlayan belirli bir yük ve insan taşıyan vasıtalarlardır. Bu sebeple bir ticari araç parçasının konforlu, emniyetli ve uzun ömürlü olması ticari araç üreticilerinin ihtiyaç duyduğu önemli bir konu olmaktadır. Ticari araç süspansiyon parçası olan tork kolu; sıcak/soğuk çekim çelik dolu profil ve dikişli/dikişsiz çelik borunun elektrik direnç kaynak operasyonu ile birleştirilmesi sonucunda elde edilmektedir. Kaynak prosesi gerektiren tork kolu parçalarında kaynak işleminin uygunluğu önem arz etmektedir. Uygun kaynak olmaması durumunda kaynakta kırılmalar, can ve mal güvenliğini tehdit edecek durumlar ortaya çıkacaktır. Bu sebeple tork kollarında kaynak prosesi hassas ve dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmada kaynak yüzey kalitesi ve kaynak ağzının uygunluk durumları irdelenmiştir. Yapılacak deney çalışmalarında uygun parametrelerin yakalanması hedeflenmiştir. Kaynak yüzey parametrelerinde yapılacak olan yüzey işlemi, tork kolu parçasının hem boru, hem de mil tarafına uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Statik ve dinamik testlerde alınan veriler sonucunda kaynak yüzey kalitesinin, parçanın mukavemet özelliklerine olan etkisi incelenmiş ve yapılan testler ile beraber uygun yüzey kalitesi ve uygun kaynak ağzı seçimi yapılmıştır. Yapılan bütün çalışmalar ve test sonuçlarına göre borunun ve milin kumlanmış olması ile birlikte Tasarım 1 parçası optimum özellikleri sağlamıştır. Böylelikle mil ucuna yapılan tasarım ile birlikte ikinci kaynak operasyonunda kaynak torcunun ulaşabileceği maksimum sınırlar yakalanmıştır.

Anahtar Kelimeler –Direnç Kaynağı, Kaynak Nüfuziyeti, Statik/Dinamik Test, Süspansiyon, Ticari Araç, Tork Kolu,

I. GİRİŞ

Ticari araçlar insanlığın gelişimi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Günümüzün rekabet ortamında, ticari araç yedek parça bileşenlerinin, üretim maliyetlerinin düşük olup kaliteli olması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Kalitenin artmasıyla birlikte, üretim sürecinin her prosesinin kontrol altına alınması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu

çalışmada kullanılan ticari araç bileşenlerinden tork kolu parçası, bu çalışmanın hedef modeli olarak belirlenmiştir.

Geleneksel olarak bir araç üç gruba ayrılmaktadır; güç aktarma organı, şasi ve gövdedir [1]. Şaside yer alıp ticari araçların süspansiyon sistemine ait tork kolu parçası bir ucu aksa, diğer ucu ise şasiye bağlı olup zemin ile araç arasındaki bağlantıyı

kurmaktadır. Şekil 1’de tork kolunun araç altı bağlantısı gösterilmiştir. Bağlantıda oluşacak herhangi bir problem araç konforunu bozup can ve mal güvenliğini riske atacaktır.



Şekil 1. Tork kolu araç bağlantısı örneği

Elektrik direnç kaynağı, basınç altında elektrotlar arasında tutulan, kaynak uygulanacak parçaların üzerinden geçen, elektrik akımına karşı göstermiş olduğu direnç vasıtası ile oluşan, ısı ile gerçekleşen bir kaynak yöntemidir [2].

Tork kolu sıcak/soğuk çekim çelik dolu profil ve dikişli/dikişsiz çelik borunun elektrikli direnç kaynak operasyonu ile birleştirilmesi sonucunda elde edilmektedir. Şekil 2’ de mevcut üretimde tork kolu parçası görülmektedir. Kaynak prosesinin uygunluğu gerek müşteri gerek üretici açısından önemli bir husustur. Kaynak nüfuziyeti yeterli olmadığı takdirde parçanın mukavemet olarak yeterli olmayacağı, parçanın kısa sürede deformasyona uğrayacağı, can ve mal güvenliğini riske atacağı kaçınılmaz olacaktır. Bu sebeple kontrollü kaynak uygulaması ile tork kollarının istenilen mukavemet özelliği yakalanması hedeflenmiştir.



Şekil 2. Mevcut üretim tork kolu

Bu çalışmada elektrik direnç kaynak prosesinin uygulandığı tork kolu parçasının üretim parametreleri değiştirilerek sonuçlara olan etkisi incelenmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Ürün ve süreç geliştirmede deneysel çalışmaların önemi büyüktür. Deney dizaynı, farklı değişkenler ve bu değişkenlere karşılık verilen yanıtlar

arasındaki bağlamı bulma çalışmasıdır [3]. Yapılan deney çalışmalarının temel amacı hataları en aza indirmek ve farklı parametreler sonucu optimum sonuçlar elde etmektir [4]. Bu çalışmada ticari araçlarda kullanılan tork kolu parçalarına farklı üretim parametrelerinin uygulanması (kaynak ağzı, kaynak yüzeyi, kaynak akım voltajı) sonucu parçanın mukavemetli olmasına olan etkisi statik ve dinamik testlerle incelenmiştir.

Deneysel çalışmada kaynak yüzeyinin değişken faktörleri; yüzeyi hiçbir ön işlem uygulanmamış, yüzeyi temizlenmiş, zımparalanmış ve kumlanmış olarak 4 farklı parametrede, yüzeye yapılan işlemler hem boru hem de mile yapılmıştır. Direnç kaynağının kaynak voltajının %67 ve %70’i kullanılarak farklı 2 parametrede, elektrik direnç kaynağına ek gaz altı ark kaynağıyla beraber parçalar kontrol edilmiştir.

Gaz altı ark kaynağıyla yapılan kaynak prosesinin ağız ölçüsünün tasarımı seçilen tork kolu parçası için kaynak ağız açısının değiştirilerek 3 farklı tasarımla nüfuziyete olan etkisi incelenmiştir.

A. Statik Test

Kaynak bölgeleri çekme testi için ALŞA test cihazı (300kN) kullanılmıştır. Şekil 3’te test cihazı ve tork kolu parçasının konumlandırılması görülmektedir.



Şekil 3. Tork kolu çekme testinin yapıldığı ALŞA test cihazı

Tablo 1’de kaynak voltajı kullanımı ve yüzey faktörünün çekme yüküne olan etkisi incelenmiştir. Kumlanmış yüzeyler için kaynak voltajının kullanım oranının artması, çekme yükünde %5,1 düşüşe sebep olduğu görülmektedir.

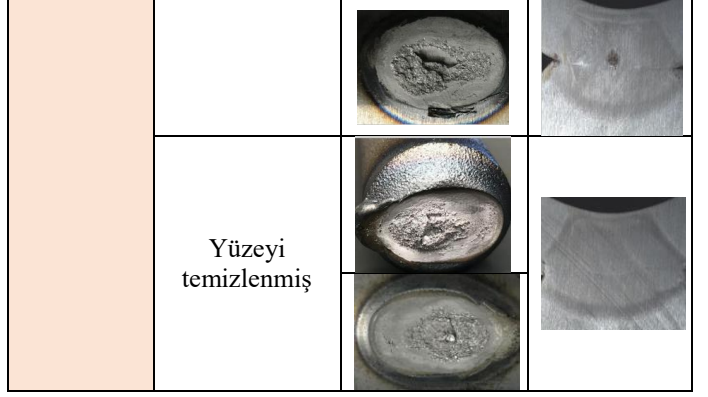
Tablo 1. Kaynak voltajı kullanımının ve yüzey faktörünün çekme yüküne etkisi

Kaynak voltaj kullanımı	Kaynak yüzeyi	Çekme yükü (kN)
%67	Yüzeyi ön işlem uygulanmamış	51,4
	Kumlanmış yüzey	61
%70	Kumlanmış yüzey	57,87
	Zımparalanmış Yüzey	66
	Yüzeyi temizlenmiş	47,8

Kaynak prosesinde hem boru hem de mile yapılan yüzey işlemleri, çekme testi sonucu yüzeyde oluşan nüfuziyet Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kaynak yüzeyine yapılan işlemler sonucu yüzeyde oluşan nüfuziyete ait kopma yüzeyleri

Kaynak voltaj kullanımı	Kaynak yüzeyi	Çekme sonrası kopma yüzeyleri	Kaynak nüfuziyeti
%67	Yüzeyi ön işlem uygulanmamış		
	Kumlanmış yüzey		
%70	Kumlanmış yüzey		
	Zımparalanmış Yüzey		



Tasarımlarda kullanılan numuneler hem mile hem de boruya kumlama yapılarak gerçekleştirilmiştir. Direnç kaynağı uygulamasından sonra gaz altı ark kaynağı ile kaynak ilavesi yapılarak kaynak torcunun daha çok iç kısımlara temas edebilmesi için 3 farklı mil tasarımı yapılmıştır.

Tablo 3’ de kaynak ağız uygunluğunun tespiti için 3 farklı tasarım uygulamasının çekme yükleri mevcuttur. Tasarım ölçüleri Know-how sebebiyle kayıt altına alınmıştır.










Bu 3 farklı tasarım parçalarında çekme testi ve nüfuziyet kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Kaynak ağız için tasarım ölçüleri

Tasarım Tipleri	Çekme Yükü (kN)
Tasarım 1	193,6
Tasarım 2	160,4
Tasarım 3	210,1

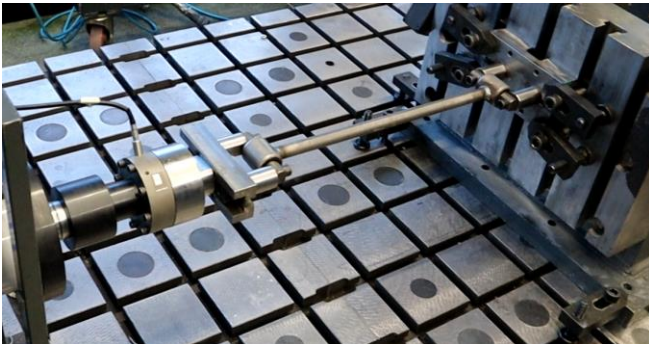
Tablo 4’de farklı tasarım parametrelerindeki değişikliğin çekme testi sonucu kopma yüzeylerinde oluşan kırılma ve nüfuziyet gösterilmiştir.

Tablo 4. Kaynak ağızı tasarım ölçülerindeki farklılığın nüfuziyete olan etkisi ve kopma yüzeyleri

Tasarım Tipleri	Çekme sonrası kopma yüzeyleri	Kaynak nüfuziyeti
Tasarım 1		
		
Tasarım 2		
		
Tasarım 3		
		

B. Dinamik Test

Tork kolu, Şekil 4’de görülen hidrolik aktüatör ünitesi tarafından, 2 Hz ve ± 50 kN basma-çekme yönünde yük verilerek parçada deformasyon görülene kadar test edilmiştir.



Şekil 4. Tork kolu dinamik test bağlantısı

Tablo 5’te elektrik direnç kaynak voltaj kullanımı ve kaynak yüzeyi parametrelerinin parçaların ömür sürelerine olan etkisi görülmektedir.

Tablo 5. Kaynak voltaj kullanımı ve kaynak yüzeyi dinamik test çevrimi

Kaynak voltaj kullanımı	Kaynak yüzeyi	Çevrim sayısı (cycle)
%67	Yüzeyi ön işlem uygulanmamış	54,000
	Kumlanmış yüzey	60,400
%70	Kumlanmış yüzey	150,000
	Zımparalanmış Yüzey	165,200
	Yüzeyi temizlenmiş	49,700

Tablo 6’da 3 farklı tasarım tiplerinin parçaların ömür sürelerine olan etkisi görülmektedir.

Tablo 6. 3 farklı tasarım tipinin dinamik test çevrimi

Tasarım Tipleri	Çevrim sayısı (cycle)
Tasarım 1	300,000
Tasarım 2	228,550
Tasarım 3	275,000

III. BULGULAR

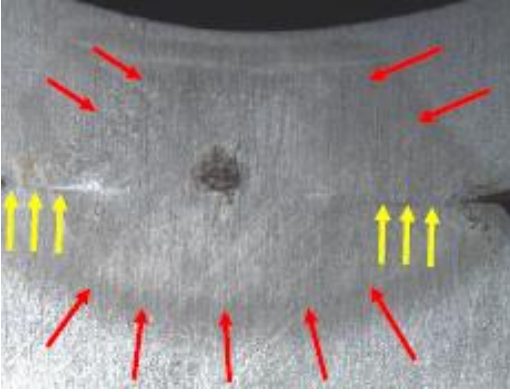
Yapılan bütün çalışmalar ve test sonuçlarına göre hem borunun ve milin kumlanmış olması ile birlikte Tasarım 1 parçası optimum özellikleri sağlayan parçalar arasındadır. Böylelikle mil ucuna yapılan tasarım ile birlikte ilave kaynak operasyonunda kaynak torcunun ulaşabileceği maksimum sınırlar yakalanmıştır.

IV. SONUÇLAR

İlk olarak makro boyutta kaynak bölgesi nüfuziyet görüntülerinden, direnç kaynağı kullanılmış, kaynak akım kullanımı %67 ve kumlanmış yüzeyli tork kolu parçalarında merkezde boşluk boyutu en fazla olan numunelerdir. Hem mil hem de borunun kumlanmış olduğu Tasarım 1 ve Tasarım 3 parçalarında boşluk yoktur.

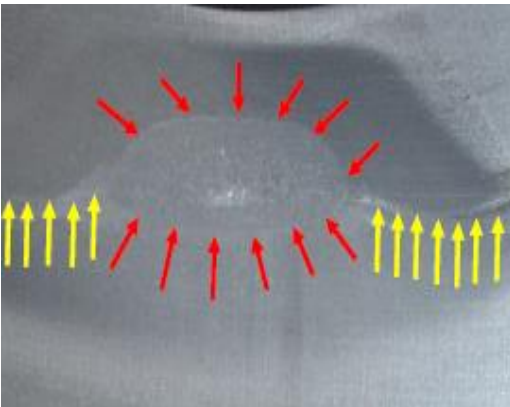
Kaynak nüfuziyetinin en yoğun ve birleşmenin yüksek miktarlarda gerçekleştiği numuneler sırasıyla; yüzey zımparalanmış, yüzey kumlanmış, kaynak akım kullanımı %70 olan parçalardır. Bu parçalarda belirgin şekilde iki parçanın da birbiri ile birleştiği noktaların daha fazla olduğu görülmektedir.

Aynı zamanda Şekil 5'te kaynak nüfuziyetlerinde bir çizgi şeklinde parçanın yüzeyine doğru uzanan ve bu bölgede birleşmenin olmadığını gösteren yapılar mevcuttur. Sarı çizgiyle belirtilen yerler nüfuziyetin olmadığı noktalarıdır.



Şekil 5. Birleşmenin yüksek miktarlarda gerçekleştiği kaynak nüfuziyeti,

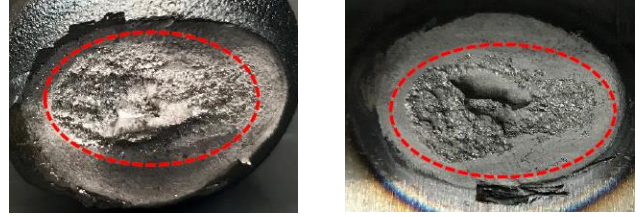
Kaynak nüfuziyeti iyi olan parçalarda daha küçük uzunluklarda iken kaynak nüfuziyeti kötü olan parçalarda daha uzun boyutlardadır. Şekil 6'da birleşmiş bölgelerin küçük olduğu yani kaynak nüfuziyetinin az olduğu yapılarda bu tür çizgisel ayrımlar daha uzun şekilde görülmektedir.



Şekil 6. Birleşmenin düşük miktarda gerçekleştiği kaynak nüfuziyeti

Kopma yüzeylerine bakıldığında zımparalanmış olan parçanın kopan yüzeyi birleşmenin maksimum seviye gerçekleştiğini gösterir niteliktedir. Yine aynı şekilde kumlanmış olan parçanın kopma

yüzeyi de birleşmenin yüksek oranlarda gerçekleştiğini göstermektedir. Bu yüzeyler Şekil 7 'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Kopma testi sonrasında yüzeyde birleşmiş, kaynamış olan yüzey görüntüsü

Bu yüzeylerde birleşmenin parçalardan koptuğunu gösterir nitelikte derin kopmaların ve geniş bir alana yayılımın olması beklenir. Diğer bir deyişle birleştirilecek olan mil parçasının temas ettiği yüzey ölçüsüne en yakın ölçülerin elde edilmesi ile en yüksek kopma değerleri elde edilir. Dikkat edilirse yüzeydeki birleşmenin olduğunu gösteren bölgelerde kaynak işlemi uygulanmış olan parçalardan kopmaların gerçekleştiği görülmektedir. Mil ucuna yapılan tasarımların kopma testi sonuçlarında da en iyi kopma kuvveti Tasarım 3 parçasında elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] B. Heiřing and M. Ersoy, "Chassis Handbook" Vieweg-Teubner, pp 1-2, 2011.
- [2] D.Q. Sun, B. Lang, D.X. Sun and J.B. Li, "Microstructures and mechanical properties of resistance spot welded magnesium alloy joints," *Materials Science and Engineering A*, vol. 460-461, pp. 494-498, 2007.
- [3] Yılmaz H., *Investigation of Carburized Quenching Process of Shafts Using Design of Experiments*, Master Thesis, Atılım University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 2017, 490319.
- [4] Gökçe B., Tařgetiren S., 2009. *Kalite İçin Deney Tasarımı*. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2009, 6(1), 71-83