

## Otomotiv Fren Diski Marka Temizliği ve Proses Sonrası Uygunluk Kontrolünün Sağlanması

Muhammed Abdullah ÖZEL<sup>1\*</sup>, Mehmet Yasin GÜL<sup>1</sup>

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

\*([muhammedabdullahozel@gmail.com](mailto:muhammedabdullahozel@gmail.com)) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 26 Mart 2023, Kabul Tarihi: 7 Nisan 2023)

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

**ATIF/REFERENCE:** Özel, M. A. & Gül, M. Y. (2023). Otomotiv Fren Diski Marka Temizliği ve Proses Sonrası Uygunluk Kontrolünün Sağlanması. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), 115-118.

**Özet** – Otomotiv fren disk, araçların fren sistemi için kullanılan bir bileşendir ve hemen hemen tüm araç tiplerinde standart bir bileşen haline gelmiştir. Fren diskleri üzerinde üretici markası, ürün numarası ve disk özelliklerine ait çeşitli bilgiler fren diskinin yan yüzeyine çeşitli işlemler ile markalanmaktadır. Disk üretimi bir kutuda iki adet olacak şekilde gerçekleştirilmektedir. İkili üretime göre planlanan üretim esnasında proses kaynaklı hatalardan dolayı bozulan diskler, ikili sevkiyat düzenini bozmaktadır. Tek kalan markalı fren disklerin, tolerans değerleri arasında temizlenip geri dönüşümü sağlanabilir. Fren disk markası temizleme işlemi doğru yapılmazsa zararlı olabilir. Fren diskleri tolerans aralığı dışında belirli bir çapın altına düştüğünde fren diskinin güvenliğini azaltabilir ve geometrisinde değişim olabilir. Ayrıca, fren disk markası temizleme işlemi sırasında, diskin çizilmesi veya aşırı ısınması gibi sorunlar da oluşabilir. Tek kalan markalı disklerin yeniden kullanımı için nokta vuruşlu lazerle yazılan markaların disk üzerinden silinmesini sağlayacak PLC (programlanabilir mantıksal denetleyici) kontrollü ve Yapay Zekâ destekli sistemin tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile adet fazlası disk üretiminde bulunan markalar hassas bir şekilde temizlenerek diskin geometrisinde tolerans aralığı dışında değişim olmaksızın, anlık olarak çap kontrollü bir şekilde temizlik yapılarak %100 geri dönüşüm ile verimlilik artışı sağlanmış, operasyon sonrası yapay zeka destekli kameralar ile proses uygunluk kontrolü gerçekleştirilmiştir.

*Anahtar Kelimeler – Disk, PLC, Yapay Zekâ, Marka Temizleme, Lazer Sensör*

### I. GİRİŞ

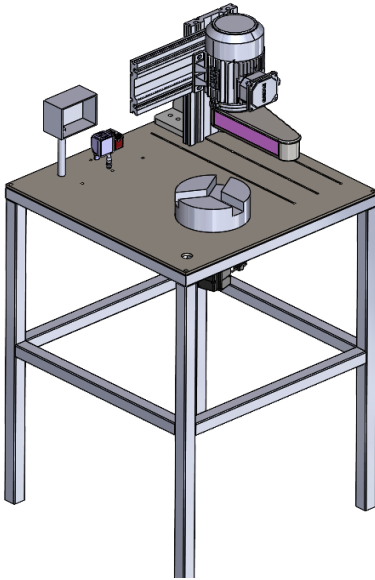
Günümüzde, araçlar için en önemli bileşenlerden birisi olan fren disk, aracın hızını azaltmak veya durdurmak için gereken sürtünme kuvvetinin oluşmasını sağlamaktadır. Fren disk üretiminde, diskin aşınmaya maruz kalmayan kalınlık yüzeyine çeşitli markalama işlemleri yapılmaktadır. Şekil 1'de markalanmış örnek bir fren disk görülmektedir. Disk markalama işlemi, üretici markasının belirtilmesinde, parça numarasının gösterilmesinde ve parçaya ait özelliklerin belirlenmesinde rol oynamaktadır.



Şekil 1. AYD Üretimi markalanmış fren disk

Bu bilgiler, fren diskinin doğru bir şekilde tanınmasını ve değişim sürecinde doğru bir şekilde değiştirilebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, fren diskleri üzerinde disk kalınlığı, minimum kalınlık,

üretim tarihi gibi çeşitli bilgiler bulunabilir. Fren diskleri, ikili üretime göre planlanıp üretilmektedir. Üretim esnasında oluşabilen proses kaynaklı bazı hatalar sebebiyle disklerde oluşabilecek bozulmalar ikili sevkiyat düzenini bozmaktadır. Bu bozulmalar sonucu ortaya çıkan tek kalmış markalı fren diskinin marka temizliğinin yapılması ihtiyaç haline gelmektedir. Fren diski marka temizliği kontrollü ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Temizlik operasyonu doğru yapılmazsa birçok zararla karşılaşılabilir. Tolerans aralığı ve disk geometrisi kontrol edilmediği takdirde diskin güvenliği azalabilir, geometri değişimi gözlemlenebilir, bozulmalar yaşanabilir veya disk yüzeyinde çizilmeler yaşanabilmektedir. Tek kalan, nokta vuruşlu lazer ile markalanmış disklerin kontrollü bir şekilde temizlik operasyonunun sağlanması ve operasyon esnasında ve operasyon sonrasında ürün kontrolünün yapılması için çalışma kapsamında literatür araştırması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda bu sürecin kontrollü ve denetimli bir şekilde gerçekleştirilmediği, bu operasyona özel bir tasarımın olmadığı görülmüştür. Tasarım için temizlik ve kontrol operasyonları göz önüne alınarak buna yönelik makine tasarımı Solidworks programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Tasarım Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Makine Tasarımı

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada disk marka temizliğinin kontrollü olarak gerçekleştirilmesi ve operasyon sonrası denetiminin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma

toplamda 5 iş paketinden oluşmaktadır. Bu paketler sırasıyla; literatür taraması, mekanik tasarım, montaj, programlama ve seri denemeler olarak ayrılmıştır. Tasarım için dikkat edilmesi gereken bazı temel noktalar bulunmaktadır. İlk olarak operatör cihaz kullanım alanının verimlilik ve iş güvenliği açısından uygun koşulların sağlanması gerekmektedir. İkinci olarak disk konumlandırılacak olan aynanın rijit olması ve salınım yapmaması, üçüncü olarak üretim ağacında bulunan en küçük ve en büyük disk boyutlarına göre eksenlerin hareket alan konumlandırılmalarının gerçekleştirilmesi ve son olarak ise lazer sensörün disk merkezine hizalanması ve sensör yatay bileşeninde yapay zekâ destekli tespit kamerasının konumlandırılmasıdır.

### A. Sistem

Çalışma için Şekil 3’te görülen Delta-AS228T PLC tercih edilmiştir. Kontrolcü 8 adet dijital ve 2 adet analog giriş, 6 dijital ve 2 analog çıkışa sahiptir. 64K Step programlama kapasitesi bulunmakta, hızı çıkışlar ile 12 eksene kadar servo veya step motor sürülebilir. Ayrıca, HMI (insan makine arayüzü) olarak DOP-103BQ modeli kullanılmıştır. Tercih sebebindeki en önemli etkenlerden birincisi disk konumlandırılacak aynanın dönme hareketini sağlamak için servo motor kullanılması, servo motor için ayrıca bir servo motor sürücü kullanımına ihtiyaç duyulmamasıdır. İkinci olarak ise herhangi bir ek modüle ihtiyaç duyulmadan lazer sensörden gelen dijital ve analog verinin dijital ve analog girişlere bağlanarak verinin okunmasıdır.



Şekil 3. Delta PLC

Lazer mesafe sensörü olarak Şekil 4’te görülen Banner LE550 serisi tercih edilmiştir. 100mm ile 1000mm arasında algılama yapabilir. İki noktali öğretim metodu ile analog ya da dijital çıkış için yakın ve uzak noktaları öğretilir. Operatör aynı zamanda disk çaplarını manuel olarak ayarlayabilir.

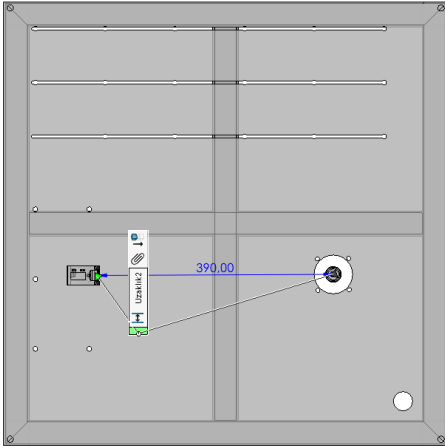


Şekil 3. Banner Lazer Mesafe Sensörü

Sistemin çalışma prensibi şöyledir; ilk olarak fren diski, servo motor üzerine konumlandırılmış döner aynaya sabitlenir. Kolay kullanım için tasarlanmış olan kontrol ekranı üzerinden diskin dönüş hızı belirlenir. Hareket eksenlerinin yükseklik ve yaklaşma ayarı sonsuz mile bağlı olan kol ile hassas bir şekilde gerçekleştirilir ve temas yüzeyinde sabitlenir. Ekran üzerinden fren diskinin çap değeri ve tolerans değeri girilir. Son olarak referans disk marka yüzeyi için “Onay” ve “Ret” görselleri kameraya kaydedilir ve “Onay/Ret” yüzdesi belirlenerek sistem çalıştırılır.

### B. Çap Denetimi

Şekil 5’de görülen lazer ölçüm sisteminin çalışma prensibi ele alındığı zaman, merkeze hizalanmış lazer sensör ile merkez mesafe uzaklığı 390mm olarak konumlandırılmıştır.



Şekil 3. Çap mesafe analizi

Merkez uzaklığı bilinen lazer sensörün anlık değeri  $x$  olarak tanımlanmıştır. Çap ölçümü için elde edilen denklem;

$$\text{Çap} = ((390\text{mm} - x) * 2)$$

olmaktadır.

Çap değeri ve tolerans aralığı girilen fren diskinin anlık kontrolü tolerans aralığında gerçekleştirilir. Anlık tolerans hatası tespitinde sistem otomatik olarak durmaktadır. Ayrıca, PLC (Programlanabilir

mantıksal denetleyici) üzerinden anlık değerler çalışma esnasında toplanırken toplanan değerlerin ortalaması alınır ve tolerans aşımı sürekli olarak kontrol edilir.

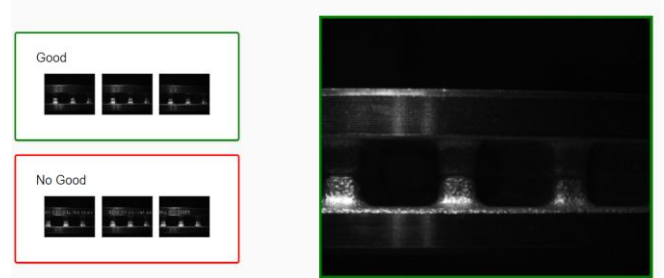
### C. Uygunluk Denetimi

Sisteme “Onay” ve “Ret” eşleşmeleri için referans görüntüler kaydedilmektedir. Kaydedilen referans görüntüler ile eğitim butonu ile öğretim adımına geçilmektedir. Şekil 6’da öğretim adımları gösterilmektedir.



Şekil 3. İşlem adımları

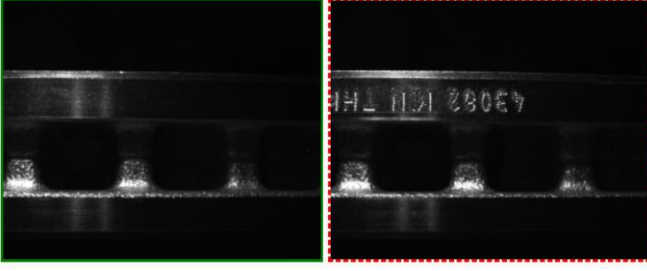
Lazer sensörden alınan verilere göre veya sistem durdurulduğu zaman uygunluk kontrolü adımına geçilir. Uygunluk kontrolü için servo motor diskin marka yüzeyini kamera açısına döndürür. Ayar esnasında kaydedilen ana görüntü üzerinden temizlik kontrolü gerçekleştirilir. Şekil 7’de referans olarak kaydedilen “Onay” ve “Ret” görselleri ve canlı izleme ekranı görülmektedir.



Şekil 3. Uygunluk referansı

### III. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile fren disklerinin marka temizleme işlemi ve proses kontrolü başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada disk marka temizliğindeki lazer mesafe ölçüm sistemi ve tespit kontrol kamerası ile marka temizliğinde meydana gelebilecek operasyon ve operatör kaynaklı hataların önüne geçilmektedir. Şekil 8’de markası temizlenerek onaylanan ve markalı olarak reddedilen örnek görseller verilmiştir.



Şekil 3. Uygunluk sonucu

Disk marka temizliğinde üretim esnasındaki oluşabilecek proses kaynaklı ve ikili sevkiyat düzenini bozan ve tek kalan disklerin temizliğinin lazer mesafe sensörü ile markanın uygun ölçülerde alındığını ve tespit kamerası ile diskin istenen prosese uygunluğunun kontrolü başarıyla sağlanmıştır. Yapılan bu çalışma sayesinde disklerdeki marka temizliği esnasında herhangi bir geometri bozulmasının ve temizlik işleminin operatör inisiyatifinde olmasının önüne geçilmiştir. Ayrıca tek kalan markalı disklerin %100 geri dönüşümü sağlanmıştır. Şekil 9’da sistem istatistiklerinin analizi verilmiştir.

Analysis Statistics		
Name	Value	%
GOOD	937	83.59
NO GOOD	184	16.41
OVERRUN	0	0.00

Şekil 3. Analiz

Analiz sonuçlarına göre 937 adet fren diskinin temizlik operasyonu ve operasyon sonrası temizlik kontrolü başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş olup, 184 adet fren diskinin tam olarak temizlenmeden temizlik operasyonunu tamamlamasının önüne geçilerek geri dönüşümü sağlanmıştır. Şekil 10’da tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiş olan cihazın son hali görülmektedir.



Şekil 3. Makine final

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma AYD0123-05 nolu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] GÜLERYÜZ, İ. C., & YILMAZ, B. (2020). Ağır Hizmet Aracı Fren Diski Soğuma Davranışının İncelenmesi. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 8(4), 936-947.
- [2] Karaağaçlı, A. (2019). Otomotiv uygulamalarında lazer kaynak parametrelerinin mikroyapı ve mekanik özelliklere etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [3] Hu, Y., Lv, W., Wang, Z., Liu, L., & Liu, H. (2023). Error prediction of balancing machine calibration based on machine learning method. Mechanical Systems and Signal Processing, 184, 109736.
- [4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in Proc. ECOC'00, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [5] Chen, A., & Kienhöfer, F. (2021). The failure prediction of a brake disc due to nonthermal or mechanical stresses. Engineering failure analysis, 124, 105319.