

Lastik Üretim Makinelerindeki Festone Gruplarının PLC İle Frenleme sisteminin Kontrolü Ve İyileştirilmesi

Control and Improvement of the Braking System of Festone Groups in Tire Production Machines with PLC

Cem ADALI¹, Semih ÖNGİR², Egemen Cumhur KALELİ³

¹Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.
{cem.adali.az}@pirelli.com

²Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.
{Semih.Ongir}@pirelli.com

³Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.
{egemen.kaleli}@pirelli.com

Özet

Bu çalışma, lastik üretim sürecinde önemli bir rol oynayan metal topuk çemberlerinin sarılması için kullanılan bandına malzemesinin ileriki aşamalar için büyük bobinlerden ayrılarak daha küçük bobinlere dönüştürülmesine yönelik makinedeki festone grubunda yapılan bir iyileştirmeyi ele almaktadır. Yapılan iyileştirmenin temel amacı, bandına malzemesinin gerginlik durumuna bağlı olarak yukarı aşağı doğrusal bir hareket yapan festone grubunda bandanın kopması veya çıkması sonucu alt parçasının yere düşerek oluşabilecek makine hasarlarını ve personel yaralanmalarını önlemektir. Bu amaçla, makineye eklenen sensörler sayesinde festone grubunun alt parçasının konumu ve hızı sürekli olarak takip edilmekte ve belirli bir değeri geçtiğinde otomatik olarak elektromanyetik frenleme sistemi devreye girmektedir. Bu yenilikçi düzenek, makine hasarlarını minimize ederek ve çalışanların güvenliğini sağlayarak üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Abstract

This work focuses on an improvement made in the festoon system of a machine, which plays a crucial role in wrapping metal hoops around tire production that involves separating the bandina material from large coils into smaller ones for subsequent stages. The main objective of this enhancement is to prevent machine damages and personnel injuries caused by the lower part of the festoon system falling to the ground due to the breakage of the bandina material, which moves up and down in a linear motion depending on its tension state. To achieve this goal, sensors have been integrated into the machine to continuously monitor the position and speed of the lower part of the festoon system. When a specific threshold is exceeded, an electromagnetic braking system is automatically activated. This innovative mechanism aims to minimize machine damages

and ensure the safety of the workers, thus contributing to making the production processes more efficient.

1. Giriş

Bandına malzemesinin gerginliğini sabit ve istenen seviyede tutarak herhangi bir aksaklıkta zaman kazandıran ve düzenli bir şekilde taşınmasını sağlayan mekanizmalara festone grubu adı verilir. Bandına malzemesi, uzun şeritler halinde büyük bobinlerde bulunur ve makine içerisine ilerlemesi için festone grup kullanılır. Festone grupları, bandına malzemesinin taşınması ve hareketi için alt-üst ikili bir yapıya sahiptir, normal çalışma şartlarındaki konumu Şekil 1' de gösterilmiştir.

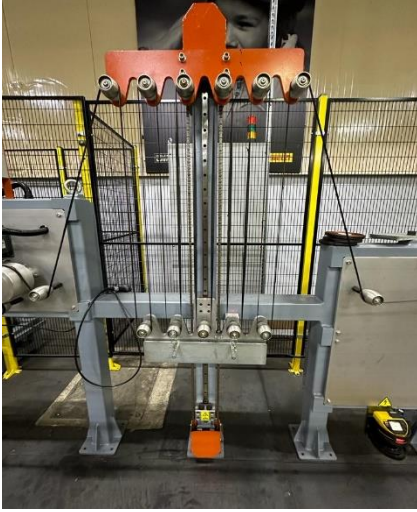
Üst festone grubu, sabit bir konumda bulunur ve genellikle yerden yüksek bir noktada yerleştirilir. Bu grubun üzerinde, bandına malzemesini taşıyan şeritlerin düzgün bir şekilde yerleştirilmesini sağlayan sabitlenmiş askı elemanları ve hareketli tekerlekler bulunur.

Alt festone grubu ise, üst festone grubuna göre hareketlidir ve bandına malzemesini takip eder. Alt festone grubu, bandına malzemesinin taşınmasını kolaylaştıran ve düzenleyen hareketli askı elemanları veya tekerleklerle donatılmıştır. Bu yapı sayesinde, bandına malzemesi serbestçe ileri-geri veya yukarı-aşağı hareket edebilir.

Festone grupları, endüstriyel tesislerde üretim süreçlerinin düzenlenmesi ve malzemelerin verimli bir şekilde taşınması için önemli bir rol oynar. Bandına malzemesinin düzgün bir şekilde taşınması, üretim hatlarının kesintisiz ve sorunsuz bir şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca, festone grupları sayesinde malzeme taşıma sürecinde oluşabilecek kırılma veya düzensizlik gibi sorunlar minimize edilerek üretim verimliliği artırılır.

Bu çalışmada, festone grubu ile yürütülen üretim proseslerinin iyileştirilmesine yönelik bir çözüm önerisi sunulmaktadır. Makalenin geri kalanı aşağıdaki şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde problem tanımı, üçüncü bölümde probleme

yönelik çözüm önerimiz ve son olarak dördüncü bölümde elde ettiğimiz sonuçlar anlatılmıştır.



Şekil 1:Festone Grubu

2.Problem Tanımı

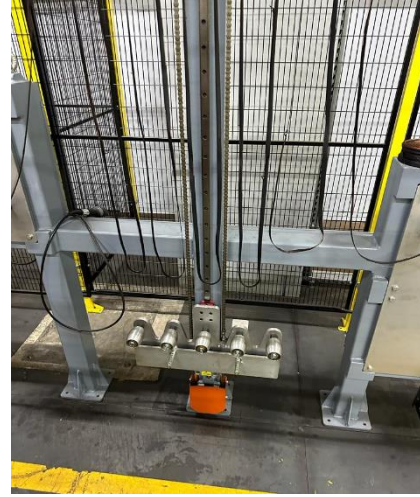
Festone grubu, bandına malzemesinin gerginlik durumuna bağlı olarak değişen bir hareket mekanizmasına sahiptir ve çoğunlukla düşük hızlarda (0,1m/s) yukarı-aşağı doğrusal hareket gerçekleştirir. Bu hareket sırasında karşılaşılan problemler aşağıda belirtilmiştir(1):

- Festone grubunda sarı olan bandına katlarının ilerlemesi sırasında birbirine yapışık halde ilerlemeye çalışması,
- Bandına malzemesinin ruloların üzerinden kayarak çıkabilmesi,
- Festone grubunun alt parçasının ağırlığı sebebi ile oluşabilecek gerginlikten dolayı bandın kopması.

Yukarıda belirtilen durumlarda, festone grubunun alt ve üst parçaları arasındaki tek bağlantı olan bandına malzemesi üzerinde oluşturulan köprü, aniden bozulur ve alt parça serbest düşüşe geçer. Bu düşme esnasında söz konusu parçanın, 6m/s ye ulaşabilen hızı ve sahip olduğu ağırlığı nedeniyle görece yüksek bir kinetik enerji oluşur. Bu enerji ciddi sarsıntılar ve titreşimlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Yukarıda bahsedilen kopma olayı sonucu alt parçanın zemine çarpma anındaki durumu Şekil 2.'de gösterilmiştir. Makinede meydana gelen bu şiddetli sarsıntılar ve çarpışmalar, ciddi hasarlara neden olabilir ve makinenin verimliliğini etkileyebilir. Ayrıca, yakınında çalışan personelin güvenliğini tehdit eder ve iş kazalarına yol açabilir. Operatörlerin sağlığı ve güvenliği önemli bir önceliktir ve festone grubunun güvenilirliği, düzgün çalışması ve düşüşün önüne geçmek, çalışanların güvenliğini korumak için hayati önem taşır.

Yukarıda bahsedilen iş güvenliği kaynaklı problemlerin meydana gelmesini önlemek için Şekil 3'de gösterilen kısıkaç mekanizma kullanılmıştır. Bu mekanizmada amacımız rulolar üzerine hareket eden bandın yukarıda belirtilen(1) problemler sonucu oluşan bağlantı kopuklarında festone grubu alt parçasının yere düşmesini engellemektir. Bu amaç doğrultusunda pozisyoner sensörü kullanılarak düşüş algılanmaktadır. Düşüş anında, parçanın konum değişikliği ile

hızını belirleyen bir mekanizma, parçanın serbest düşüşe geçtiğini algılamakta ve kısıkaç mekanizmasına sinyal göndermektedir. Kısıkaç mekanizması, bandın yakalayarak alt parçayla bir arada tutmayı hedefler. Ancak, mekanizma bir mekanik fren görevi görmektedir ve tepki süresi bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle mekanizma, beklenen etkinliği sağlamada yetersiz kalmış ve sistemi yenileme ihtiyacı ortaya çıkmıştır.



Şekil 2. Bağlantı Kopması Sonucu Alt Parçanın Yere Düşme Anı



Şekil 3. Problemlili Mekanizma

3. Önerilen Çözüm Yöntemi

Problem tanımında belirtilen sorunları gidermek için yapılan düzeltme, etkili ve verimli bir bandına kopma algılama ve durdurma mekanizması geliştirilmesini içermelidir. Bu mekanizma, bant kopmasını daha hızlı ve doğru bir şekilde tespit edebilmeli ve bandın güvenli bir şekilde durdurulmasını sağlamalıdır. Bunun yanı sıra, sistemdeki diğer bileşenlerin performansı ve dayanıklılığı da gözden geçirilerek iyileştirmeler yapılmalıdır.

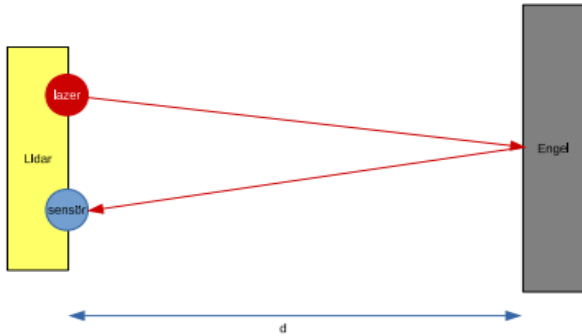
3.1. Seviye Ve Hız Tespiti

Bu uygulamada, mesafe ölçümü için 1 adet Keyence markasının LR-TB500 modeli lazer mesafe ölçerini tercih ettik. Lazer mesafe ölçme sensörünün çalışma prensibi, optik ve elektronik teknolojilerin entegrasyonu ile gerçekleştirilir. Pulse prensibiyle, lazer mesafe ölçer nesneye yönlendirilen bir lazer darbesi gönderir ve nesneden yansıyan ışığı alarak dönüş süresini ölçer. Çalışma prensibi Şekil 4. de gösterilmiştir. Bu süre, nesnenin cihaza olan uzaklığını hesaplamak için kullanılır. Uçuş süresi (Time-of-Flight) prensibi, lazer ışığının sürekli olarak nesneye gönderilmesini sağlar. Yansıyan ışığın geri dönüş süresi ölçülerek, nesnenin cihaza olan uzaklığı tespit edilir. SNS modeli, bu iki prensibi etkin bir şekilde birleştirerek hem kısa mesafelerde hem de uzun mesafelerde yüksek hassasiyette çalışabilme özelliğine sahiptir.

Sensör tarafın ışığın atım anından engele çarparak yansımaları ve algılayıcı tarafından algılanmasına kadar geçen süre ışığın katetme süresidir. Işığın algılayıcıya dönüş süresi ışığın hızıyla çarpılır ve mesafe ölçümü yapılır[3].

$$d = \frac{c \cdot t}{2} \quad (2)$$

Burada, d ölçülen mesafe (mm), c ışık hızı (m/s), t (s) ise geçen süre olarak ifade edilir(2).



Şekil 4. Lazer Mesafe Ölçer Çalışma Şeması

Bu çalışmada, festone grubunun sürekli olarak seviyesini 10 milisaniye aralıklarla ölçebilen ve bu verileri hız hesaplaması için kullanabilen bir mesafe ölçer yöntemi sunulmuştur. Hız hesaplaması, mevcut konum bilgisi ile önceki konum bilgisi arasındaki değişimin 10 ms'ye oranlanması ile gerçekleştirilir. Her 10 milisaniyelik döngüde elde edilen hız değeri, bir sonraki döngüdeki hesaplamalarda kullanılmak üzere hafızaya alınır. Bu hız hesaplama ve hafızaya alma çalışmasının PIC programındaki şematize hali Şekil 5.'de gösterilmiştir.

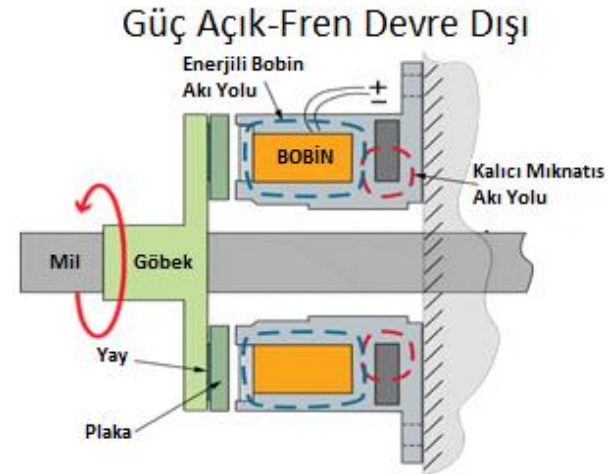
Elde edilen hız değeri, önceki hız değeri ile karşılaştırılarak, mevcut hızın önceki hızın %5'ini aşması durumunda, festone grubunun düşme ihtimalinin yüksek olduğu anlaşılır. Bu durum, acil önlem alınması gereken bir durum olduğunu gösterir ve bu nedenle gerekli tedbirler hızla devreye sokulur. Hızın belirli bir eşiği aşması, festone grubunun aniden düşme tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu gösterir ve otomatik frenleme sistemine sinyal gönderir.



Şekil 5.'te gösterilmiştir, ilk kısımda konum farkı ile 10ms için hızı belirliyor ve hafızaya alıyor. PLC

3.2. Elektromanyetik Fren Sistemi

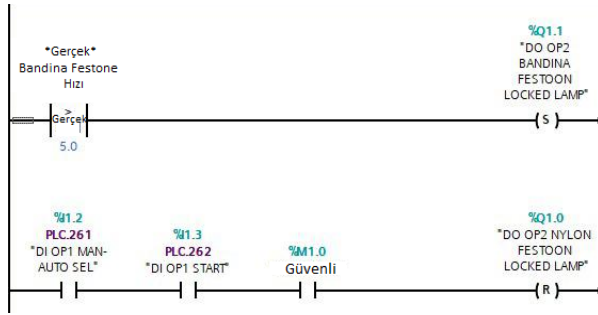
Festone grubu alt parçasının düşüşünü engellemek için [5]'te araştırılan, asansör sistemlerinde kullanılan paraşüt frenleme sisteminden yola çıkarak elektromanyetik fren kullanımının doğru olacağına karar verdik böylece bu çalışmamızda, 24V elektrik enerjisi ile çalışan bir elektromanyetik fren sistemi kullandık. Elektromanyetik frenlerin, elektrik akımının manyetik alana dönüştürülerek bir mekanizmayı frenleyen veya durduran sistemlerdir. Temel çalışma prensibi ([4] ve [6]da tanımlanmıştır), elektrik akımının bobin veya sargıya uygulanmasıyla manyetik bir alanın oluşturulmasıdır. Bu manyetik alan, fren mekanizmasında bulunan demir veya ferromanyetik malzemeler ile etkileşime girer ve Şekil 6.'da gösterildiği gibi frenleme kuvveti oluşturur. Elektromanyetik frenler, özellikle elektrik motorları ve diğer mekanik hareket sistemlerinde sıkça kullanılırlar. Elektrik enerjisinin kullanılması sayesinde ani frenleme gereken sistemlerde tepki süresini mekanik fren sistemlerine göre minimize eder ve en kısa sürede hareket'i engeller. Bu nedenle, endüstriyel makinelerden taşıtlara ve diğer mekanik sistemlere kadar geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Elektromanyetik frenler, güvenilir ve etkili bir frenleme çözümü sunarak, iş güvenliğini artırmak ve mekanik sistemlerin verimliliğini optimize etmek için önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 6. Bir Elektromanyetik Fren Sistemin Çalışma Prensipleri[1]

Bu araştırmada, festone grubunun alt parçasının mil üzerine yerleştirilen bir zincir ile mekanik olarak bağlantılı olduğu elektromanyetik fren sistemi geliştirilmiştir. Elektromanyetik fren sistemi, festone grubunun dūřme durumunu algılamak için optik lazer kontrol teknolojisi ile donatılmıştır. Lazer kontrolü, festone grubunun alt parçasının seviyesini sürekli olarak izlemekte ve festone alt grubunun seviye değişimi sonucu bağlantının koptuğu ve alt parçanın serbest dūřüřte olduğunu anlar. Bu akıllı kontrol mekanizması, hızlı ve hassas tepki verebilme özelliğiyle festone grubunun dūřme durumunu anında tespit ederek acil önlem alınmasına olanak sağlamaktadır.

Festone grubunun alt parçası, mil üzerine geçirilen özel bir zincir ile bağlantılıdır ve hareketini bu zincir sayesinde gerçekleştirir. Alt grubun dūřme riski olduğunda, lazer kontrolü devreye girerek aktif hale getirilen elektromanyetik fren sistemi, hızlı ve güçlü bir frenleme kuvveti oluşturarak döner mili anında durdurur. Aynı anda, mil üzerindeki bağlantılı zincir, festone grubunun dūřmesini engelleyerek ciddi makine hasarlarının ve çalışan yaralanmalarının önüne geçer.



Şekil 7. Düşüş Algılma PLC



Şekil 8. Elektromanyetik Fren Sistemini

3.3. Damper

Sistemin en altında, alt grubun dūřmesi durumunda her zaman hazır olması için enerjiyi sönümleyecek şekilde tasarlanmış bir mekanizma bulunmaktadır. Şekil 9 daki bu mekanizma, alt grubun ani dūřüřüyle oluşacak yüksek kinetik enerjiyi etkili bir şekilde emerek sistemin istenmeyen etkilere karşı korur[7].



Şekil 9. Kauçuk Damper Sistemi

4. Sonuç

Bu çalışmada yapılan iyileştirmenin temel amacı, festone grubundaki bandının kopması sonucu oluşabilecek makine hasarlarını ve personel yaralanmalarını önlemektir.

Sonuçlarımız, makineye eklenen sensörler sayesinde festone grubunun alt parçasının konumunun ve hızının sürekli olarak takip edilmesinin, festone grubunda oluşabilecek sorunları hızlı bir şekilde tespit etmede etkili olduğunu göstermektedir. Belirli bir değeri geçtiğinde otomatik olarak devreye giren elektromanyetik frenleme sistemi sayesinde makine hasarlarının minimize edildiği ve çalışanların güvenliğinin sağlandığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma, lastik üretim sürecinde önemli bir adım olan bandına malzemesinin kullanımını sağlamak amacı ile yapılan iyileştirmenin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini ve üretim süreçlerinin daha güvenli ve verimli hale getirilmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Kaynakça

- [1] Using Electromagnetic Brakes to Keep Thrust Reversers IN PLACE Mobility Engineering Technology
- [2] Çelik, Okan Murat. Lazer mesafe ölçer ile otonom mobil robotlar için navigasyon planlaması. MS thesis. 2019.
- [3] Ersoz, Fatma Ecehan. *Lazer Mesafe Ölçüm Sistemli Otonom Robotlarda Kalman Filtresi Tabanlı Eşzamanlı Lokalizasyon Ve Haritalama*. Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [4] Dhoot, Rhythm, et al. "Design & theoretical study of electromagnetic braking system." *Journal of Mechanical and Civil Engineering* 13.6 (2016): 87-96.
- [5] Coşkun, Kürşad Can. "Asansör paraşüt fren sisteminin modellenmesi ve simülasyonu." (2011).
- [6] Totala, N. B., et al. "Electromagnetic Braking System." *National Conference on Innovations in Mechanical Engineering*. Vol. 6. 2015.
- [7] Yıldızhan, Murat. "Otomotiv sektöründe iç trim parçalarının çarpışma sönümleyicilerin optimizasyonu." (2017).