

Amerika Pazarı Tasarlanan Bir Araç için Fren Sistemindeki Tasarımsal Değişikliklerin Basma ve Bırakma Sürelerine Etkisinin İncelenmesi

Turgut Seçkin

**Test ve Doğrulama, Hexagon Studio, TAYSAD Organize Sanayi Bölgesi
1.Cadde 15.Yol No:7 Şekerpınar, Çayırova / Kocaeli / TÜRKİYE**

Özet

- Bu makale Amerika için üretilen ve havalı fren sistemine sahip olan ticari araçlarda, **FMVSS 121** hava fren sistemi standardı **S5.3.3** ile **S5.3.4** maddesinde belirtilen ve fren sistemindeki performans üzerinde büyük etkisi olan ‘**Brake actuation time**’ ve ‘**Brake release time**’ sürelerinin optimum seviyeye getirilmesi için yapılması gereken değişiklikleri anlatmaktadır.
- Yapılan değişiklikler fren sistemi üzerinde minimum revizyon yapılacak şekilde standartın istediği değerlerin sağlanmayı hedeflemektedir. Bunun için öncelikle basma/çekme tepki süresi üzerinde etkisi yüksek olan sistem ve komponentler belirlenerek iteratif testler gerçekleştirilmiştir. Temelde yapılan iteratif çalışmalar 3 ana tasarım değişikliğini içermekte olup bunlar sırası ile boru çap değişikliği, tank lokasyonu ve farklı tip valf kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda minimum maliyet/efora sahip metodun farklı tip valfin kullanılması önerilmektedir.

Brake actuation time & Brake release time

- “Brake actuation time”

Fren sisteminin etkin olarak çalışabilmesi için geçen süre standartta belirtilen değerler ile belirlenmiştir. Brake actuation time değerinin limit değerlerinin üzerinde olması durumunda, frene basıldıktan sonra ön ve arka akslarda bulunan fren hatlarındaki basıncın belirli bir değere gelmesi için geçen süre artacağından fren sistemi güvenlik şartı olan optimum durma mesafesini sağlayamayacaktır.

- “Brake release time”

Maksimum eforda frene basılıp bırakıldıktan sonra, ön ve arka akslarda bulunan fren hatlarındaki basıncın belirli bir değere düşmesi için gerekli süreye limit koymaktadır. Bu limitin önemi ise fren sistemindeki boşalan havanın tekrardan sisteme verilebilmesi için önem arz etmektedir. Çünkü yeterli sürede araçta bulunan hava tanklarındaki havanın hatlara dolması gerekmektedir.

FMVSS 121 Standart Tanımı

- FMVSS121 S5.3.3 ve S5.3.4 maddesi kapsamında fren uygulama (Apply) ve Fren bırakma (Release) süresini belirlemek için fren hava hattı üzerindeki basıncın sabit **100 psi** olması gerekmektedir
- Apply; yani frene basma süresi için standart, frene basıldıktan sonra tüm teker frenlerindeki basınçların 0'dan 60 psi'ya çıkma süresini **0,450** saniye olarak belirtilmektedir.
- Release yani bırakma süresi için ise, fren pedalına sisteme 95 psi'ya gelecek şekilde kuvvet uygulanmalı ve hedef basınç değeri olan 95 psi'ye geldikten sonra pedal bırakılarak tüm tekerlerdeki hava basıncının 95 psi'dan 5 psi'ya düşme süresi hesaplanmalıdır. Bu süre içinse elde edilecek değer, **0,500** saniyeyi geçmemelidir.

Testin Gerçekleştirilmesi

Enstrümantasyon

- Bu çalışma kapsamında yapılacak testte basınç ölçer, tetikleyici, yüksek çözünürlüklü veri toplama sistemi ve hava kaynağı araç üzerine entegre edilmiştir. Bunlar aşağıdaki belirtilen özellikte ve lokasyonlara entegre edilmiştir.

Testin Gerçekleştirilmesi

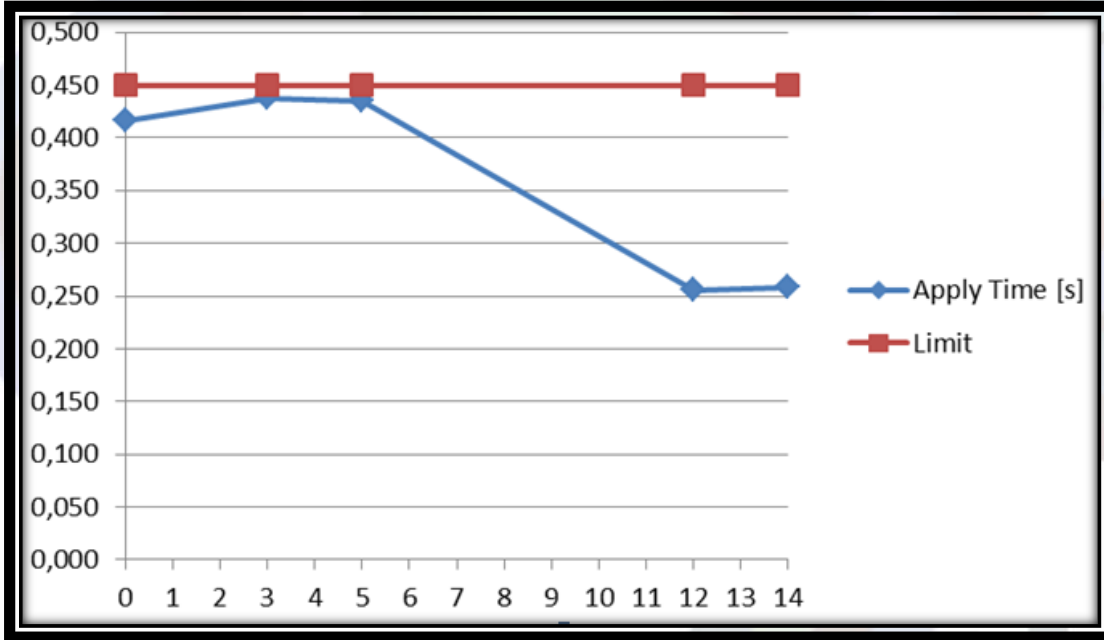
- Test, sistem tankındaki hava 100 psi olduktan sonra aracın fren körüklerindeki hava basıncı 60 psi olana kadar fren pedalına sert bir şekilde basılarak yapılmıştır. Pedal üzerinde bulunan 2 adet anahtar, pedala basılma anını ve basılan son noktanın zamanını bize vermektedir.
- Release süresini ölçmek için ise aracın pedalına sonuna kadar basılıp bırakılarak körüklerdeki hava basıncının 95 psi'dan 5 psi'a düşme süresi kayıt altına alınır.
- Ölçümlerin tekrarlanabilirliği açısından tüm ölçümler 10 kHz örnekleme hızı ile 3'er kez alınmıştır.



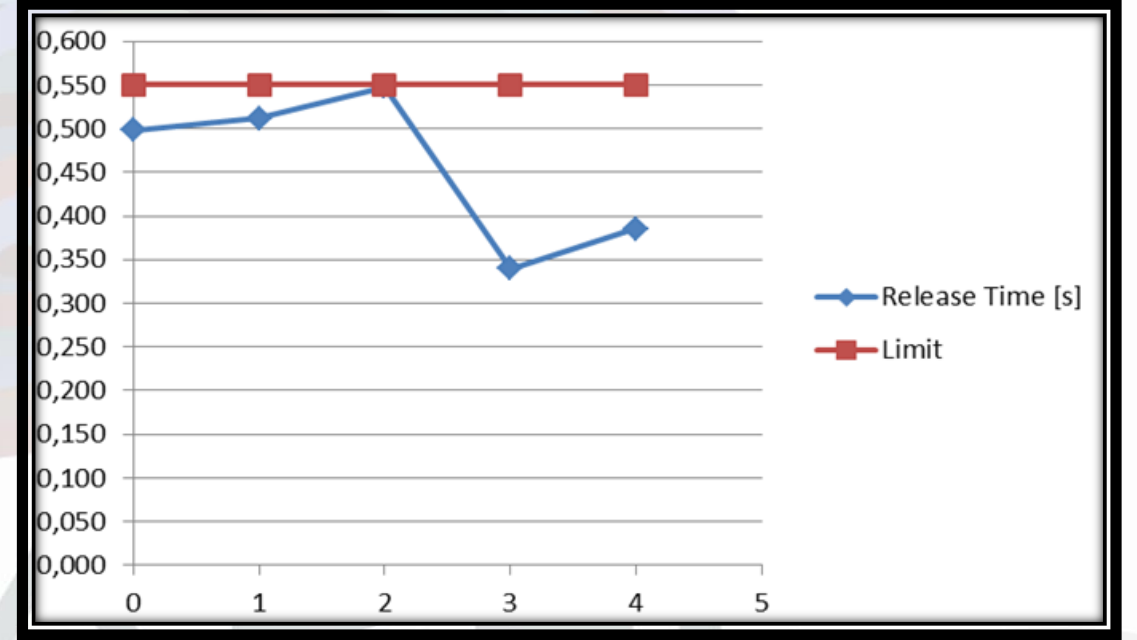
İterasyonlar

1. Test aracının fren hattı üzerinde ilk olarak ayak fren valfi ile hızlı çıkış valfi arasındaki borunun çapı artırılarak havanın daha büyük bir hacimden geçişinin etkisi gözlemlenmiştir.
2. İkinci adım olarak ise, artırılan çapa ek olarak araç üzerinde bulunan fren hortumunun boyu 600 mm'ye çıkarılmıştır.
3. Üçüncü adımda, ayak freni valfi ile hızlı çıkış valfi arasındaki borunun çapı aracın ilk halinde olduğu gibi 1/2" çap ile değiştirilmiştir. Ek olarak Quick release valfi yerine R-14 röle valfi takılmıştır. Aracın arkasında bulunan sistem hava tankları aracın ön kısmına yakın bir noktaya getirilerek değerlere etkisi gözlemlenmek istenmiştir.
4. Son adımda ise, aracın ilk halindeki değişikliğe ek olarak sadece quick release valfi yerine R-14 valfi takılmıştır.

Sonuçlar

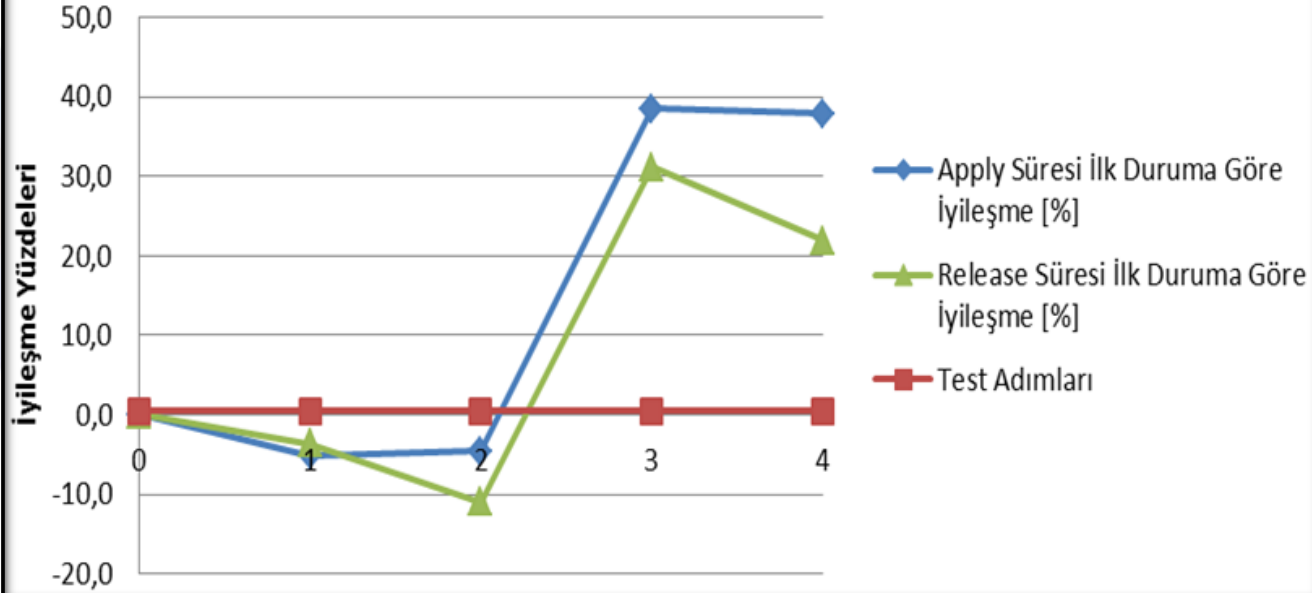


Apply Test Süreleri



Release Test Süreleri

İlk Duruma Göre İyileşme Yüzdeleri



- Grafikte yapılan değişiklikler sonucu oluşan Apply ve Release sürelerinin, ilk duruma göre değişimleri yüzdesel olarak verilmektedir. Görüldüğü üzere 1. ve 2. test adımları sistemin ilk halinden daha kötü bir sonuç doğurmuştur.
- Bu sonuçlar, fren bağlantı hortumlarının boyutunun bu süreler ile ters orantılı bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir.
- Yapılan 3. ve 4. test adımlarında Quick release valfi yerine R-14 valfi kullanılması sayesinde sistemin ilk konumuna göre % 40'a varan iyileşmeler sağlamıştır.
- 3 numaralı değişiklik iyileşme olarak en yüksek değeri sağlamıştır. Fakat ikincil rezervuar tankının aracın ön tarafına getirilmesi gerek paketlenme gerekse diğer sistemler üzerinde uygulanabilirlik açısından çok zordur. Fakat sadece quick release valfi yerine R-14 valfinin kullanılması, diğer sistemlere etki etmeden kolay bir şekilde entegre edilmektedir.

Özet

- Apply & Release sürelerinin iyileştirilmesi için fren bağlantı hattında yapılan boru tipi, çap gibi değişikliklerin minör etkilerinin olduğu görülmektedir. Bunun yerine hava kaynağının aks bölgelerine yakın lokasyonda yerleştirilmesinin olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Fakat her zaman araç paketleme alanları bu şekilde bir tasarıma izin verememektedir. Bunun yerine daha etkin çözüm olan içerisindeki odacık sayesinde havayı mevcut valflere göre daha az gecikmeli olarak hedef sisteme göndermesi nedeni ile minimum tasarım ve proses dolayısıyla maliyet etkisi olan R14 Röle valflerinin kullanımı en uygun çözüm olacaktır.



Testler sırasında deneyimlerinden faydalandığım Alper ALTINER ve Abdullah Tuncer'e teşekkürlerimi sunarım.

IAAREC
2017C