

Tarım Traktörleri için Yeni bir Çubuklu Debriyaj ve Shuttle Kolu Kilitleme Mekanizmasının Geliştirilmesi

¹*Zafer Çakır, ²Ali Kullukçu, ³Durmus Karayel, ⁴Gökhan Atalı, and ⁵Sinan Serdar Özkan
^{1,2}Hattat Tractor Company, Tekirdag , Turkey
^{3,4,5} Faculty of Technology, Department of Mechatronics Engineering, Sakarya University, Turkey

Özet

Traktörler tarım sektöründe yaygın bir şekilde kullanılır. Müşteri talepleri ve sektördeki teknolojik eğilimler değerlendirildiğinde, mekanik kontrol sistemlerinin kullanımının zor olduğu ve zaman kaybına neden olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmada, direksiyon altı shuttle kolu sürücünün sağ tarafına alınarak, yeniden tasarlandı ve ayrıca farklı bir kilitleme sistemi tasarlanmıştır. İlaveten çok az bakım ve servis gerektiren basit ve daha ergonomik bir çubuklu debriyaj sistemi geliştirildi ve tasarlandı. Konu sistem geliştirme bakımından oldukça yeni ve orijinaldir. Bu nedenle, konu akademik bir yaklaşım ve güncel modelleme ve analiz yöntemlerinin kullanılmasını gerektirir. sonuç olarak, kaliteli sürüş, ergonomi ve konfor bakımından geliştirilmiş bir sistem elde edilmiştir. Üstelik yeni sistem için daha az parça kullanıldığından, maliyet düşüşleri olmuştur. Çalışmanın hem bilimsel hem de profesyonel mühendislik açısından önemli katkılar sağlayacağı beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarım traktörleri, Çubuklu debriyaj, Shuttle Kolu Kilitleme Mekanizmasının

Developing New Rod Clutch and Shuttle Arm Locking Mechanism for Agricultural Tractors

Abstract

Tractors are widely used in the agricultural sector. It has been understood that the use of mechanical control systems are difficult and cause time loss if customer demands and technological trends in the sector have been evaluated. In this study, the shuttle arm under the steering wheel has been redesigned by taking it to the right of the driver and also a different locking system has been designed. In addition, a simple and more ergonomic rod clutch system that requires very little maintenance and service has been developed and designed. The subject is quite new and original in terms of system development. Therefore, it requires an academic approach and the use of current modeling and analysis methods. Consequently, an improved system in terms of quality driving, ergonomics and comfort has been achieved. Moreover, there were cost reductions as fewer parts are used for the new system than the old system. It is expected that the study will contribute significant contributions both in terms of scientific and professional engineering.

Key words: Agricultural tractors, Rod clutch, Shuttle chain locking mechanism

1. Giriş

Günümüz rekabet ortamında sistemlerin görevlerini kusursuz yerine getirebilmeleri ve fiyat unsuru yanında ergonomik ve estetik bir yapıya sahip olmaları da müşterilerin önemli tercih sebepleri içinde yer almaktadır. Dolayısıyla halen kullanımda olan tarım traktörlerinin de söz konusu talepleri karşılayacak şekilde geliştirilmeleri bir zorunluluk halini almıştır. Bu talepler çoğu kez kullanıcılar tarafından bir teklif halinde üreticilere iletilmektedir. Bu tür talep ve öneriler Ar-Ge birimi tarafından bir tasarım geliştirme problemi olarak ele alınmakta ve çözümler geliştirilmektedir. Son yıllarda ergonomik taleplerin artması üzerine mevcut ürünlerde iyileştirme ve tasarım geliştirme çalışmaları da artmıştır. Bu kapsamda O. L. Kolekar ve J. M. Potekar mevcut bir traktörde gelen talepler üzerine özellikle operatör koltuğunda ve aracın kontrol ve kumanda sistemlerinde iyileştirmeler yapmışlardır. Daha sonra da önceki sistem ve geliştirilen sistemin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi için kullanıcılar üzerinde bir anket çalışması yapmış ve çok olumlu dönüşler almışlardır [1]. Paul Ayers ve arkadaşları, kullanıcılardan gelen talepler üzerine tarım traktörlerinde devrilme sırasında operatörleri korumak için koruyucu yapılar tasarladılar [2]. Bazı araştırmacılar ise çalışmalarını traktörlerde ergonomi ve güvenlik sistemleri üzerine yoğunlaştırmışlardır [3, 4, 5].

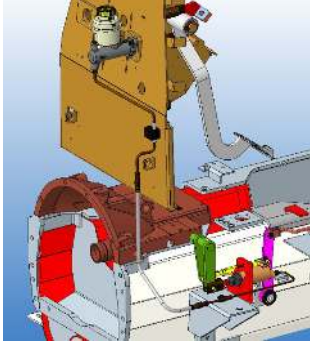
Kullanıcıların ergonomi, güvenlik ve insan faktörlerinin analizi, modern endüstri için ürün ve süreç tasarımında büyük öneme sahiptir. Bununla birlikte, çalışanların sahadaki uygulamadaki deneyimlerinin etkili ve öngörülebilir bir şekilde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Benzer bir süreç Hattat Traktör Fabrikası'nda da yaşanmış ve ortaya çıkan bu problemin çözüm arayışı sonucu bu çalışmaya başlanmıştır. Çalışma kapsamında, kullanım esnasında ortaya çıkan ve geliştirmeye ihtiyaç duyan sistemler şu şekilde özetlenebilir. Halen üretilmekte olan mevcut traktörlerde direksiyon altı shuttle kolu sürücünün sol tarafında bulunmaktadır ve debriyaj sistemi hidroliktir. Debriyaja tam basılmadan shuttle kolu hareket etmemektedir. Diğer taraftan kabin içerisinde bulunan yan yolcu koltuğu da sürücünün sol tarafındadır. Bu durumda kabin içerisinde sürücü ile birlikte yan yolcu da olduğunda direksiyon altı shuttle kolu ergonomik olarak kullanıma uygun değildir. Bununla beraber başka bir problem ise, debriyaj pedalına bağlı debriyaj silindir çatalı ayarının üretim esnasında operatör tarafından unutulması veya ayarının yapılmasının zor olması gibi problemlerden dolayı, üst debriyaj silindirindeki giriş portundaki yağ debriyaj silindir çatalının arkasında kalmaktadır. Bu da zaman zaman pedalının boşaltmasına ve baskı ile balatanın ayrılmasında sıkıntıya sebep olmaktadır. Söz konusu problemler proje olarak ele alınmıştır. Çözüm olarak, çubuklu debriyaj ve shuttle kolu kilitleme mekanizması geliştirilerek yeniden tasarlanmasına ve yeni sistemlerin prototiplerinin üretilmesine karar verilmiştir. Bu kapsamda, öncelikle geliştirilen alt sistemlerin mühendislik analizleri yapılarak her bir sistem üretime hazır hale getirilecektir. Orijinal parçaların üretimi ile birlikte standart ve hazır parçaların da piyasadan teminiyle montaj aşamasına geçilecektir. Montaj sonrası elde edilen kilitleme mekanizması ve çubuklu debriyaj mekanizması prototipleri gerekli testlerden geçirildikten sonra traktör ana sistemine entegre edilecektir. Daha sonra, bütünleşik sistem üzerinde gerekli fonksiyon testleri yapıp gerektiğinde proje revize edilecek ve sistem seri üretime hazırlanacaktır. Bu bildiri söz konusu bu projenin tasarım kısmını kapsamakta olup tasarımda kullanıcıların ergonomi, güvenlik ve estetik ile alakalı taleplerini dikkate alması ve buna uygun bir çalışma sistemi oluşturması bakımından önem taşımaktadır.

Böylece, tasarımda mevcut ürünlere dayalı müşteri taleplerini ve ürün servis hizmetleri esnasında ortaya çıkan verileri dikkate alan yeni bir sistematik tasarım metodolojisine zemin oluşturması bakımından çalışma ayrı bir önem arz etmektedir.

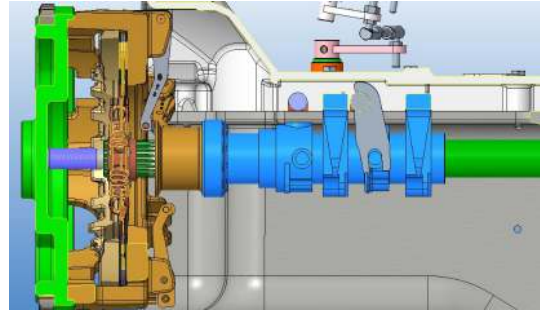
2. Çubuklu Debriyaj

2.1. Tarım Traktörlerinde Çubuklu Debriyaj Sistemi

Traktörün en önemli ana organlarından biri, debriyaj (kavrama) sistemidir. Debriyaj, traktör motoru ile şanzıman dişlileri ve tahrik tekerlekleri arasındaki irtibatı sağlamak ya da ayırmak için kullanılan bir mekanizma olup sürtünme ile gücü iletmektedir. Aktarılan momenti anında alabilmesi ve her hangi bir kayma olmadan yüksek bir verimlilikle vites kutusuna iletebilmesi, sürtünme yüzeyinin ısı etkisine karşı yüksek bir dirence sahip olması ve kolay kontrol edilebilmesi iyi bir debriyajdan beklenen özelliklerden başlıcalarıdır[6,7]. Bu çalışma kapsamında geliştirilecek alt sistemlerden biri de traktörlerde halen kullanılmakta olan hidrolik debriyaj sistemidir.

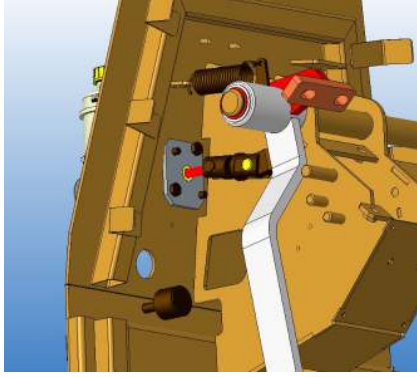


Şekil 1. Hidrolik Debriyaj Sistemi

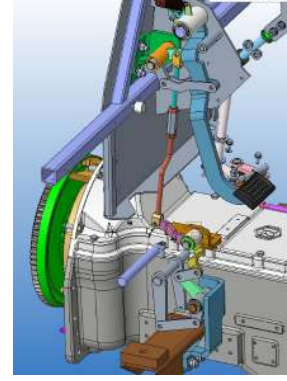


Şekil 2. Transmisyon içindeki manşon sistemi

Hidrolik debriyaj sistemi debriyaj pedalı ve yayı, debriyaj üst silindir çatalı, debriyaj üst ve alt silindiri, debriyaj alt silindir çatalı ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır(Şekil 1). Debriyaja basıldığında pedal bağlı debriyaj silindir çatalına montajlı olan debriyaj üst silindiri itme çubuğu ile silindir içindeki yağa hareket kazandırır. Sıkıştırılan yağ debriyaj alt silindirine iletilerek, debriyaj alt silindir çatalı hareket ettirilir. Bu hareket vasıtasıyla transmisyon içinde yer alan manşon sistemine bağlı debriyaj çatalı hareket ettirilir(Şekil 2).

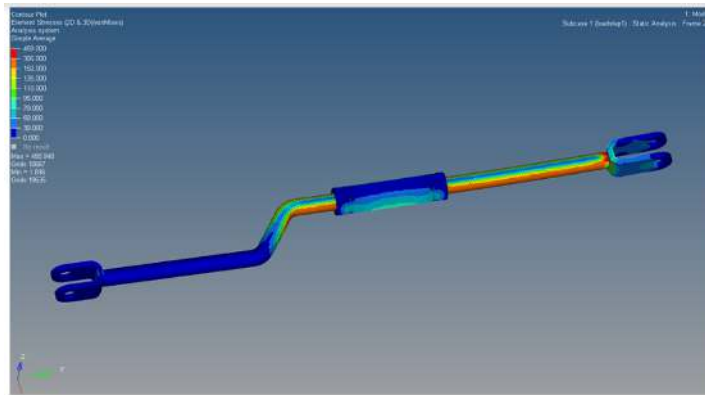


Şekil 3. Kabin İçinde Hidrolik Debriyaj Sistemi.



Şekil 4. Çubuklu Debriyaj Sistemi.

Kabinli traktörlerin hidrolik debriyajlarıyla ilgili geliştirme çalışması kullanıcılardan “debriyaj boşalıyor ya da tutmuyor” şeklinde saha şikâyetlerinin gelmesiyle başlamıştır. Bu şikâyetler araştırıldığında, problemin kaynağı olarak debriyaj pedalına bağlı debriyaj silindir çatalı ayarının üretim esnasında operatör tarafından unutulması veya ayarın yapılmasının zor olduğu belirlenmiştir. Bu problem sebebiyle üst debriyaj silindirinin giriş portundaki yağ, debriyaj üst silindir itme çubuğunun arkasında kalmakta olduğundan pedalın boşaltmasına ve baskı ile balatanın ayrılmasını engellemektedir(Şekil 3). Bu probleme çözüm olarak mevcut traktörlerde bulunan hidrolik debriyaj yerine, çubuklu debriyaj mekanizması tasarlanmıştır(Şekil 4). Tasarlanan çubuklu debriyaj sisteminde hareket iletimi mekanik olarak çubuklar vasıtasıyla yapılmakta ve debriyaj pedalının hareketi iki adet lastik stoper ile sınırlandırılmaktadır. Ayrıca debriyaj pedalının geri gelmesi için yay kullanılmaktadır. Debriyaj sisteminde kritik eleman debriyaj çubuğudur ve dayanım bakımından boyutlarının kontrol edilmesi gerekir. Bu sebeple debriyaj çubuğu burkulma bakımından kontrol edilmiş ve statik analizi yapılmıştır(Şekil 5).



Şekil 5. Debriyaj çubuğu nümerik analizi

Debriyaj ayar çubuğu burkulma hesabı;

Çubuk malzemesi: SAE 1020,

$E = 2,1 * 10^5 \text{ MPa}$, $\sigma_{AK} = 350 \text{ MPa}$, Orantı Sınırı $\sigma_o = 0,8 * 350 = 280 \text{ MPa}$

Çubuk uzunluğu $L = 443 \text{ mm}$, Çubuk çapı $d = 12 \text{ mm}$

$$\text{Narinlik derecesi } \lambda = \frac{L}{i_{min}}, \quad i_{min} = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{d}{4} = \frac{12}{4} = 3mm, \quad \lambda = \frac{442}{3} = 147,67$$

$$\text{Narinlik sınırı } \lambda_0 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_0}} = \sqrt{\frac{\pi^2 2,1 \cdot 10^5}{280}} \cong 86$$

$\lambda = 147,67 > \lambda_0 = 86$ olduğundan burkulma bakımından problem yoktur.

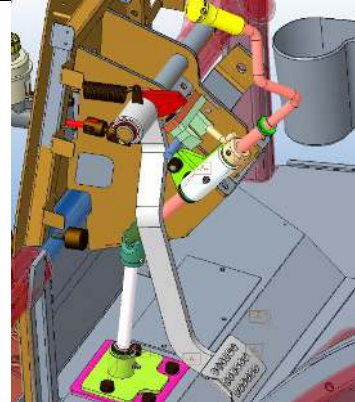
Çubuklu debriyaj sisteminde ayrıca 3 adet yataklama (braket) bulunmaktadır. 1. yataklama ile 2. yataklama arasında debriyaj ayar çubuğu bulunmaktadır. Traktör üretim hattından çıktıktan sonra, debriyaj ayarı bu çubuk vasıtasıyla yapılmaktadır. Hidrolik debriyajda olduğu gibi, çubuklu debriyaj çatalı da manşon sistemine bağlıdır. Manşon sistemi debriyaj miline bağlı, debriyaj mili ise (frezeli göbek kısmından) baskı-balataya bağlı durumdadır. Bu durumda debriyaj pedalına sonuna kadar basıldığında, hareket iletimi çubuklar vasıtasıyla yapılarak, transmisyona bağlı debriyaj çatalı dönme hareketi yapar. Bu dönme hareketi(kuvvet) debriyaj çatalı vasıtasıyla öteleme hareketine çevrilir(Şekil 2). Manşon sisteminin yatay hareketi ile baskı-balatanın tırnağına kuvvet uygulayarak baskı ile balatanın ayrılmasına olanak sağlar. Bu şekilde kolayca vites değiştirilebilir. Bu sistem; üretim esnasında ve sonrasında yapılacak hataları minimize etmekte, yalın bir tasarım olup fazla bakım ve servis gerektirmemekte, sürücünün ayağına gelen kuvvetin azaltılmasını ve sürüş ergonomisinin artırılmasını sağlamaktadır.

3. Shuttle Kolu Kilitleme Mekanizması

Mekanik traktör uygulamalarında, traktörün ileri geri hareketini yapması için operatörün debriyaj pedalına basmak suretiyle direksiyon altı shuttle kolunu istenilen pozisyona getirilmektedir.



Şekil 6. Shuttle kolunun konumu

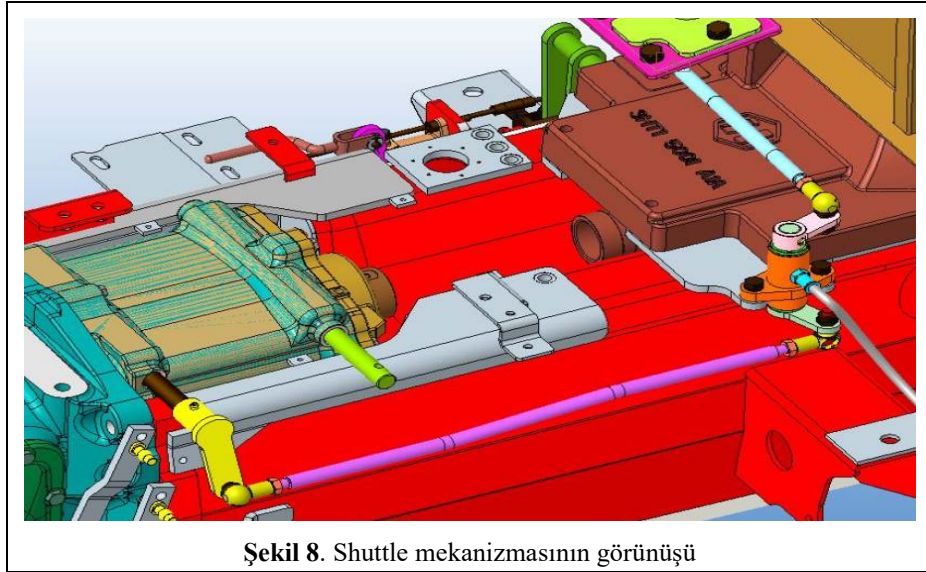


Şekil 7. Kabin içinde shuttle mekanizması

Bu çalışmada, kabinli bir traktörde kullanılan direksiyon altı shuttle kolunun yeri değişmesi sebebiyle ihtiyacı duyulan yeni kilitleme mekanizması ele alınmaktadır(Şekil 6).

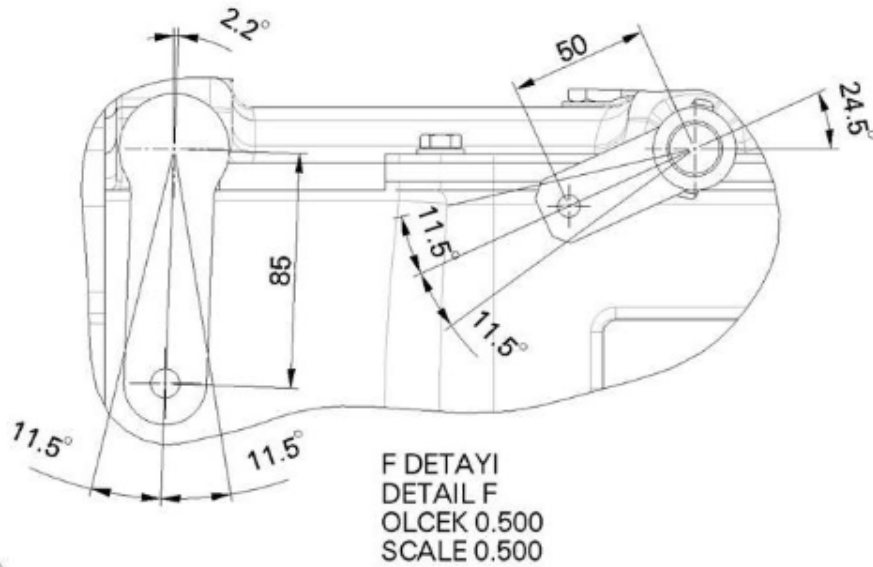
Mevcut sistemde, direksiyon altı shuttle kolu operatörün sol tarafında yer almaktadır. Shuttle kolu debriyaja basılmadan ileri-geri hareket etmemektedir. Bu yüzden debriyaj pedalına bağlı U

braket shuttle kolu üzerine kaynaklı olan pimin hareketini engeller. Bu şekilde debriyaja basılmadan önce shuttle kolu ileri-geri hareket edemez(şekil 7).



Şekil 8. Shuttle mekanizmasının görünüşü

Shuttle mekanizmasında shuttle kolunun ileri geri hareketi, aynı zamanda mekanik olarak çubuklar vasıtasıyla traktörün transmisyona bağlı shuttle levyesini ileri geri hareket ettirir.(Şekil 8) .

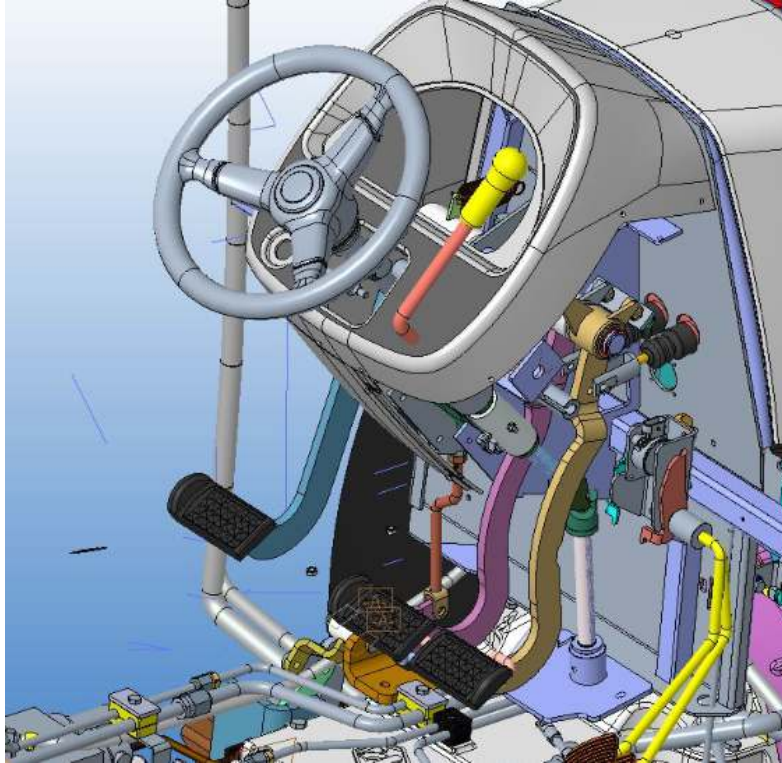


Şekil 9. Shuttle levyesinin hareket ölçüsü

Kabinli traktörün transmisyondaki shuttle levyesinin hareketi ileri-geri 11,5° hareket edebilmektedir(Şekil 9).

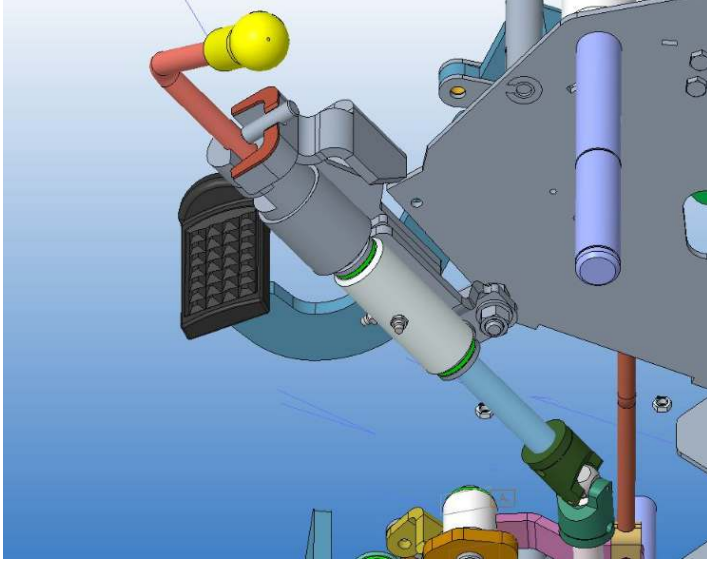


Şekil 10. Kabin içerisinde yan yolcu koltuğu ile Shuttle kolunun konumu
Traktörün kabini içerisinde direksiyon altı shuttle kolunun yanı sıra, yan yolcu(hostes) koltuğu da sürücünün sol tarafında bulunmaktadır(Şekil 10). Bu durum kabin içerisinde sürücü ile birlikte yan yolcu olduğu zaman direksiyon altı shuttle kolunun kullanımı ergonomik değildir.

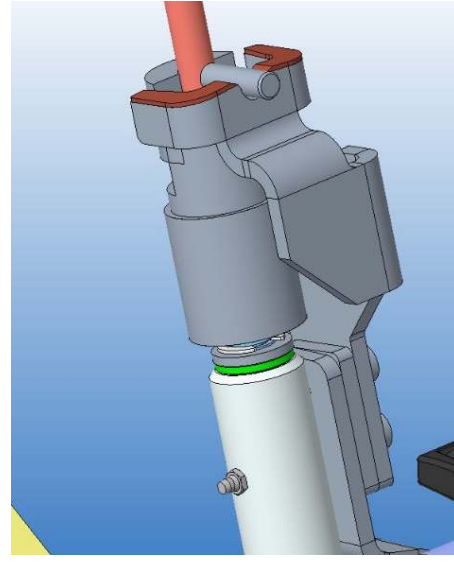


Şekil 11. Direksiyon altı shuttle kolunun yeni konumu

Bu problemin çözümü için shuttle kolu sürücünün sağ tarafına alınarak sistemin diğer bağlantılarında gerekli modifikasyonlar yapılmış ve sistem yeniden tasarlanmıştır. Ancak shuttle kolunun sağa alınması ile yeni bir kilitleme mekanizmasına ihtiyaç duyulmuştur(Şekil 11).



Şekil 12. Shuttle kolu kilitleme mekanizması



Şekil 13. Shuttle Braketi

Mevcut sistemde olduğu gibi shuttle kolunun hareketi mekanik olarak çubuklar vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Kilitleme mekanizmaları incelendiğinde görüleceği gibi mevcut sistemde debriyajla basılmadan ileri-geri hareket yapılamamaktadır. Yeni kilitleme mekanizması debriyajdan bağımsızdır. Ancak mevcut sistemde olduğu gibi shuttle kolu orta konumdayken, shuttle kolunun üzerine kaynaklı pim shuttle braketinin içindeki yuvada olduğu için ileri-geri hareket edememektedir (Şekil 12). Shuttle braketini traktörün direksiyon sehpasına monte edilmiştir. Shuttle braketinin içindeki yuva, shuttle kolu piminin hareketini sınırlandırmaktadır. Braketinin üst yüzeylerinin açılı olmasının sebebi ileri ya da geri konumdayken, shuttle piminin istem dışı geri gelmesini önlemek içindir (Şekil 13). Kilitleme mekanizması içinden shuttle kolunun geçtiği iki adet shuttle burcu, burç ile shuttle kolunun metal metale teması engellemek için kullanılan teflon burç ve shuttle kolunun içine geçmiş yaydan oluşmaktadır. İki adet shuttle burcu birbirine kaynaklıdır. Bu burçların alt tarafı ise shuttle kolunun ileri geri hareket edebilmesi için mafsal miline kaynaklıdır. Orta konumdayken shuttle kolu hareket ettirmek istediğinde, öncelikle shuttle kolunun yukarı çekilmesi gerekir ve böylece kolun pimi yuvadan kurtularak kol ileri geri istendiği gibi hareket edebilir. Shuttle kolu ileri ya da geri konuma getirilip bırakıldığında ise pim shuttle braketinin açılı üst yüzeyinde kalacaktır. Tekrar orta konuma getirilmek istediğinde kol orta konuma getirilip, yayın etkisiyle pim tekrar yuvaya giriş yapar ve böylece sistem yine kilitli hale gelir. Sonuç olarak mevcut tasarım iyileştirilerek shuttle kolunun söz konusu ergonomik probleminin üstesinden gelinmiştir.

4. Sonuçlar

Bu alışma mevcut sistemlerin çalışma periyodu esnasında kullanıcılar tarafından belirlenen özellikle ergonomik ve güvenlik esaslı hata ve kusurlarının tasarım iyileştirmeyle önlenmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla kabinli bir traktör için kullanıcılar tarafından iletilen debriyaj sistemi ve direksiyon altı shuttle koluyla ilgili problemler ele alındı ve tasarım iyileştirilerek söz konusu sistemler geliştirildi. Bu alışma esasen geliştirilen sistemlerin üretimini ve mevcut sisteme entegrasyonunu da içine alan kapsamlı bir projenin sadece tasarım kısmını içermektedir. Geliştirilen tasarımın uygulanmasıyla hatalar elimine edilecek, daha ergonomik, konforlu ve güvenli bir sistem elde edilmiş olacaktır. Böylece sistemin piyasadaki rekabet şansı artacaktır. Daha da önemlisi gelecek çalışma olarak planlanan ‘‘Tasarımda mevcut ürünlerle alakalı müşteri taleplerine dayanan yeni bir sistematik tasarım metodolojisi’’ çalışmasına zemin oluşturacaktır.

Referanslar

- [1] Kolekar O. L., Potekar J. M., Ergonomic Improvement in Operator Seat and Controls of Small Tractor, IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, May-2014, Volume: 03 Issue: 05
- [2] Ayers P., K. Khorsandi F., Wang X. and Araujo G., ROPS designs to protect operators during agricultural tractor rollovers, Journal of Terramechanics, Volume 75, February 2018, Pages 49-55
- [3] Yadav R. ve Tewari V.K., Tractor operator workplace design-A review, Journal of Terramechanics, Volume 35, Issue 1, January 1998, Pages 41-53,
- [4] Peruzzini M., Grandi F. ve Pellicciari M., How to analyse the workers’ experience in integrated product-process design, Journal of Industrial Information Integration, available online 3 July 2018 In Press, Corrected Proof
- [5] Patela R., Kumarb A. and Mohanc D., Development of an ergonomic evaluation facility for Indian tractors, Applied Ergonomics, Volume 31, Issue 3, 1 June 2000, Pages 311-316
- [6] Motorlu Aralar Teknolojisi - Kavrama Sistemleri, Mill Eėitim Bakanlığı, Ankara, 2013
- [7] Traktör ve Yapı Elemanları, Mill Eėitim Bakanlığı, Ankara, 2015