

**T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MEVCUT ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLER İÇİN SERVİS VE
MÜŞTERİ TALEPLERİNE DAYALI YENİ BİR TASARIM
İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMININ GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZAFER ÇAKIR

Enstitü Anabilim Dalı : OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Durmuş KARAYEL

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

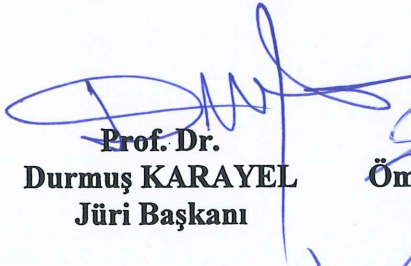
MEVCUT ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLER İÇİN SERVİS VE
MÜŞTERİ TALEPLERİNE DAYALI YENİ BİR TASARIM
İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMININ GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

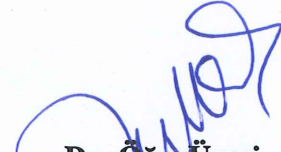
Zafer ÇAKIR

Enstitü Anabilim Dalı : OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 31/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Durmuş KARAYEL
Jüri Başkanı


Dr. Öğr. Üyesi
Ömer Kadir MORGÜL
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Nuri AKKAŞ
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Zafer ÇAKIR

09.05.2019

TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Durmuş KARAYEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimi hazırlama sürecinde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım direktörüm Dr. Ali KULLUKÇU ve iş arkadaşlarım Mehmet Hamza ERYILDIZ'a, Barış YENER'e ve Levent KÖSE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu süreçte yaşadığım tüm zorluklara rağmen desteklerini eksik etmeyen nişanlım Sibel HATİPOĞLU'na, annem Kevser ÇAKIR'a, babam Feyyaz ÇAKIR'a, kardeşlerim Ceren ÇAKIR ve Burak ÇAKIR'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---------------------------------------|---|
| TEŞEKKÜR..... | i |
| İÇİNDEKİLER | ii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ | iv |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ..... | ix |
| ÖZET..... | x |
| SUMMARY | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |

BÖLÜM 1.

GİRİŞ

.....
Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

BÖLÜM 2.

MEVCUT ÜRÜNLER İÇİN TASARIM GELİŞTİRME YAKLAŞIMI **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

| | |
|--|----|
| 2.1. Geliştirilen Sistem ve Mimari Yapısı | 14 |
| 2.1.1. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Veri Alışverişi..... | 16 |
| 2.2. Traktörler için Android Tabanlı Mobil Uygulama..... | 20 |
| 2.2.1. Müşteri mobil uygulaması..... | 21 |
| 2.2.2. Servis mobil uygulaması | 27 |

BÖLÜM 3

UYGULAMA ÖRNEKLERİ..... 33

| | |
|---|---|
| 3.1. Çubuklu debriyaj mekanizması | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |
| 3.1.1. Debriyaj pedalının ergonomosinin incelenmesi | 42 |
| 3.1.2. Debriyaj pedalına kullanıcı tarafından basılan kuvvetin hesaplanması | 45 |
| 3.1.3. Çubuklu debriyaj sisteminde kritik parçaların yapısal analizleri ve malzeme seçimi | 54 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizması | 62 |
| 3.2.1. Direksiyon altı shuttle kolunun ergonomosinin incelenmesi..... | 71 |
| 3.2.2. Direksiyon altı shuttle koluna gelen kuvvetlerin hesaplanması | 75 |
| 3.2.3. Direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizması için kritik parçaların yapısal analizi ve malzeme seçimi | 82 |
| | |
| BÖLÜM 4 | |
| SONUÇLAR | 88 |
| | |
| KAYNAKLAR | 91 |
| ÖZGEÇMİŞ | 94 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AR-GE: Araştırma-geliştirme

IoT: Nesnelerin interneti

ISO: Uluslararası standard organizasyonu

PTO: Kuyruk mili

SMS: Kısa mesaj

SRP: Oturak merkezi

TSE: Türk standartları enstitüsü

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1.Fikir ile seri üretim arasındaki süreç..... | 9 |
| Şekil 2.2.Mevcut ürün için geri bildirim döngüsü. | 11 |
| Şekil 2.3.Müşteri şikâyetlerinin veri akışı..... | 14 |
| Şekil 2.4.Tasarım hatasının iyileştirme süreci. | 15 |
| Şekil 2.5.Müşteri ve Servis taleplerinin değerlendirilmesi. | 16 |
| Şekil 2.6.Nesnelerin interneti bileşenleri | 17 |
| Şekil 2.7.Tarım traktörlerinde nesnelerin interneti uygulaması. | 18 |
| Şekil 2.8.Android tabanlı mobil uygulamaların giriş sayfaları | 21 |
| Şekil 2.9.Müşteri mobil uygulamanın ana sayfası. | 22 |
| Şekil 2.10.Müşteri mobil uygulamanın istek ve öneriler sayfası. | 23 |
| Şekil 2.11.Müşteri mobil uygulamanın şikâyetler sayfası. | 24 |
| Şekil 2.12.Müşteri mobil uygulamanın müşteri servisi sayfası. | 24 |
| Şekil 2.13.Müşteri mobil uygulamanın hata kodları sayfası..... | 25 |
| Şekil 2.14.Müşteri mobil uygulamanın kullanıcı kılavuzu sayfası. | 26 |
| Şekil 2.15.Müşteri mobil uygulamanın anketler sayfası..... | 26 |
| Şekil 2.16.Müşteri mobil uygulamanın eğitici videolar sayfası..... | 27 |
| Şekil 2.17.Servis mobil uygulamanın ana sayfası..... | 28 |
| Şekil 2.19.Servis mobil uygulamanın servis katalogu sayfası | 29 |
| Şekil 2.22.Servis mobil uygulamanın ürün hata kodları sayfası..... | 31 |
| Şekil 2.23.Servis mobil uygulamanın servis bültenleri sayfası..... | 32 |
| Şekil 2.24.Servis mobil uygulamanın eğitici videolar sayfası. | 32 |
| Şekil 3.1.Hidrolik debriyaj sistemi. | 34 |
| Şekil 3.2.Transmisyon içinde manşon sistemi. | 35 |
| Şekil 3.4.Kabin içerisinde hidrolik debriyaj sistemi. | 36 |
| Şekil 3.5.Çubuklu debriyaj mekanizmasındaki debriyaj pedalının hareketi..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.6.Çubuklu debriyajın birinci yataklama bölgesi. | 38 |
| Şekil 3.7.Çubuklu debriyajın ikinci yataklama bölgesi. | 39 |
| Şekil 3.8.Çubuklu debriyajın üçüncü yataklama bölgesi. | 40 |
| Şekil 3.9.Çubuklu debriyajda kullanılan burçlar | 41 |
| Şekil 3.10.Çubuklu debriyajın dördüncü yataklama bölgesi. | 42 |
| Şekil 3.11.Tarım traktörlerinde sürücü oturağı boyutları..... | 43 |
| Şekil 3.12.Debriyaj pedalının ergonomi ölçülerinin belirlenmesi | 44 |
| Şekil 3.13.Debriyaj pedalının ergonomi ölçülerinin belirlenmesi | 45 |
| Şekil 3.14.İnsan gücünün zamana bağlı değişimi | 46 |
| Şekil 3.15.Yetişkin bir erkeğin oturur pozisyonda uygulayabileceği kuvvetler. | 46 |
| Şekil 3.16. Baskı-Balata Komplexi. | 47 |
| Şekil 3.17.Baskı-Balata Komplexi ile manşon arasındaki çevrim oranı | 48 |
| Şekil 3.18.Manşon ile Debriyaj çatalı arasındaki çevrim oranı. | 49 |
| Şekil 3.19.Debriyaj çatalı ile Üçüncü yataklama arasındaki çevrim oranı. | 50 |
| Şekil 3.20.Üçüncü yataklama ile İkinci yataklama arasındaki çevrim oranı. | 51 |
| Şekil 3.21.İkinci yataklama ile birinci yataklama arasındaki çevrim oranı. | 52 |
| Şekil 3.22.Birinci yataklama ile debriyaj pedalı arasındaki çevrim oranı. | 52 |
| Şekil 3.23.Ayak kuvvetinin debriyaj pedalının konumuna göre değişimi. | 53 |
| Şekil 3.24.Debriyaj levye braketi kompleksi-3'ün sınır koşullarının uygulanması. | 54 |
| Şekil 3.25.Debriyaj levye braketi kompleksi-3 için yapısal analiz sonuçları | 55 |
| Şekil 3.26.Debriyaj levye braketi kompleksi-2'in sınır koşullarının uygulanması. | 56 |
| Şekil 3.27.Debriyaj levye braketi kompleksi-2 için yapısal analiz sonuçları | 56 |
| Şekil 3.28.Debriyaj levye braketi kompleksinin sınır koşullarının uygulanması. | 57 |
| Şekil 3.29.Debriyaj levye braketi kompleksi için yapısal analiz sonuçları | 58 |
| Şekil 3.30.Debriyaj üst ayar çubuğu için sınır koşullarının uygulanması. | 59 |
| Şekil 3.31.Debriyaj üst ayar çubuğu için yapısal analiz sonuçları | 59 |
| Şekil 3.32.Debriyaj üst ayar çubuğu ölçüleri. | 60 |
| Şekil 3.33.Direksiyon altı shuttle kolu | 62 |
| Şekil 3.34.Kabin içinde shuttle mekanizması | 63 |
| Şekil 3.35.Kabin altında shuttle mekanizması | 63 |
| Şekil 3.36.Shuttle mekanizmasının görünüşü | 64 |
| Şekil 3.37.Müşteri mobil uygulamasından gelen shuttle kolu şikayeti..... | 64 |

| | |
|--|----|
| Şekil 3.38.Hostes koltuğunda yolcu olduğunda shuttle kolunun orta konumdaki görünüşü | 65 |
| Şekil 3.39.Yeni toplanan T traktör şasesi ve kabin görünüşü. | 66 |
| Şekil 3.40.Shuttle kolu kilitleme mekanizmasının görünüşü. | 67 |
| Şekil 3.41.Yeni shuttle mekanizmasını oluşturan parçalarının görünüşleri. | 67 |
| Şekil 3.42.Shuttle üst yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri. | 68 |
| Şekil 3.43.Shuttle üst mekanizması kompleksi parçalarının görünüşleri. | 69 |
| Şekil 3.44.Shuttle orta yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri. | 70 |
| Şekil 3.45.Shuttle alt yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri. | 71 |
| Şekil 3.46.Mary Marzke' nin temel kavrama çeşitleri | 72 |
| Şekil 3.47.Yolcu koltuğunda oturan operatörün el işlemleri için antropometrik teknikler ve iş etüdü yaklaşımları ile belirlenen işlem alanları | 73 |
| Şekil 3.48.Yatay, yanal ve dikey düzlemde çalışma alanları. | 73 |
| Şekil 3.49.Shuttle kolunun el işlemleri için üstten bakış ile işlem alanlarının belirlenmesi | 74 |
| Şekil 3.50.Shuttle kolunun el işlemleri için yanal ve dikey çalışma alanlarının belirlenmesi | 74 |
| Şekil 3.51.Destek ve yük arasında kuvvet uygulanan bir kaldıraç gösterimi | 75 |
| Tablo 3.1.Durumlara göre uygulanabilecek kol kuvveti miktarı | 76 |
| Tablo 3.2.Durumlara göre uygulanabilecek el kuvveti miktarı | 76 |
| Şekil 3.52.Shuttle kolunun yukarı yönde hareketinin görünüşü. | 77 |
| Şekil 3.53.Kullanılan yayın genel ölçüleri ve görünüşü | 77 |
| Şekil 3.54.Shuttle kilitleme mekanizmasının kesit görünüşü. | 78 |
| Şekil 3.55.Kas kuvvetinin hesaplanması. | 79 |
| Şekil 3.56.Shuttle levyesinin ileri-geri hareketi için kuvvet ölçümü. | 80 |
| Şekil 3.57.Shuttle alt yataklama bölgesindeki çevrim oranı | 80 |
| Şekil 3.58.Shuttle orta yataklama bölgesindeki çevrim oranı | 81 |
| Şekil 3.59.Shuttle üst yataklama bölgesindeki çevrim oranı | 82 |
| Şekil 3.60.Shuttle alt ayar çubuğuna sınır koşullarının uygulanması. | 83 |
| Şekil 3.61.Shuttle alt ayar çubuğu için yapısal analiz sonuçları | 84 |
| Şekil 3.62.Shuttle alt bağlantı ile alt yataklama braketi kompleksine sınır koşullarının uygulanması. | 85 |

| | |
|--|----|
| Şekil 3.63.Shuttle alt bağlantı ile alt yataklama braketi kompleksi için yapısal analiz sonucu | 85 |
| Şekil 3.64.Shuttle kolu yataklama braketi için sınır koşullarının uygulanması. | 86 |
| Şekil 3.65.Shuttle kolu yataklama braketi kompleksi için yapısal analiz sonuçları . . . | 87 |



TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Durumlara göre uygulanabilecek kol kuvveti miktarı.**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Tablo 3.2. Durumlara göre uygulanabilecek el kuvveti miktarı**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**



MEVCUT ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLER İÇİN SERVİS VE MÜŞTERİ TALEPLERİNE DAYALI YENİ BİR TASARIM İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMININ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Satış sonrası hizmetler tarım makineleri sektöründe kritik bir öneme sahiptir. Zira tarımın kendine özgü dinamikleri vardır. Tarımsal proseslerin önemli bir kısmı oldukça kısa zaman aralıklarıyla yapılması gereklidir. Toprak en uygun nem koşullarına sahipken işlenmeli, ekim ideal toprak ısısında yapılmalıdır. Dolayısıyla herhangi bir arızanın giderilmesi için günler değil saatler söz konusu olur. Bu ani müdahale zorunluluğu ise paydaşlar arasındaki iletişimin çok güçlü ve hızlı olmasını gerektirir. Bu tez çalışması müşteri ve servis tabanlı böyle bir tasarım geliştirme yaklaşımı için zemin oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla öncelikle servisler ve müşterileri kapsayan bir mobil uygulama hazırlanmıştır. Fabrika bünyesindeki tasarım merkezi, pazarlama ve satış sonrası hizmetler söz konusu mobil uygulamaya cevap verebilecek şekilde yeniden yapılandırılmıştır. Böylece müşterinin servisle ya da fabrika içindeki ilgili birimler ile iki yönlü bilgi akışı ve haberleşmesi çok daha hızlanmış ve kolaylaşmıştır. Kısmen tamamlanan sistem ile bazı riskli durumlarda sensörden gelen uyarı mesajları kullanıcı tarafından alınabilmekte ve müşteri/servis talepleri fabrikaya iletilebilmektedir. Çalışmanın önemli kısımlarından biri de müşteri ve servis tabanlı tasarım geliştirme yaklaşımıdır. Bu yeni tasarım yaklaşımı kullanılarak müşteri tarafından tasarım merkezine iletilen iki ünite ile ilgili talep(şikâyet) bu çalışmada örnek olarak sunulmakta ve geliştirilen çözüm ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Sonuç olarak geliştirilen mobil uygulama ve müşteri/servis tabanlı tasarım yaklaşımının problemlerin oldukça hızlı ve güvenilir bir şekilde çözümlenmesinde katkı sağladığı görülmüştür. Söz konusu sistem bütün modülleri ile tamamlandığında satış sonrası hizmetler daha sistematik hale gelerek olası tasarım hatalarının fark edilmesi ve giderilmesi çok daha çabuk mümkün olabilecektir. Böylece işletmenin müşteri gözünde itibarı ile rakipleri karşısındaki rekabet şansı artacaktır.

Anahtar kelimeler: Kullanıcı odaklı tasarım, Mobil uygulama, Çubuklu debriyaj, Direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizması.

DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN IMPROVEMENT APPROACH BASED ON SERVICE AND CUSTOMER DEMANDS FOR EXISTING INDUSTRIAL PRODUCTS

SUMMARY

After-sales services are of critical importance in the agricultural machinery industry. Because agriculture has its own dynamics. A significant proportion of agricultural processes should be done at relatively short time intervals. Soil should be treated with optimum moisture conditions and sowing should be done at ideal soil temperature. Therefore, it is not a matter of hours to resolve any faults. This sudden intervention necessitates the communication between stakeholders to be very strong and fast. This study aims to create the basis for such a design development approach based on customer and service. For this purpose, a mobile application has been prepared primarily for services and customers. Design center, marketing and after-sales services in company have been restructured to respond to this mobile application. Thus, the two-way information flow and communication of the customer with the service or the related units in the company has been accelerated and facilitated much more. In some risky situations with the partially completed system, the warning messages from the sensor can be received by the user and the customer / service requests can be sent to the factory. An important part of the study is design development approach based on customer and service. In this study, the demand related to two units delivered to the design center by the customer using this new design approach is presented as an example and the solution is explained in detail. As a result, it was seen that the mobile application and design approach based on customer / service contributed to the solution of the problems very quickly and reliably. When the system in question is completed with all its modules, after-sales services become more systematic and possible design errors can be noticed and eliminated more quickly. Thus, the company will increase its chances of competing against its competitors with respect to its customers.

Keywords: User-centered design, Mobile application, Rod clutch, Shuttle arm locking mechanism under steering

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ürün geliştirme tüm işletmelerin can damarıdır. Bu konuda yatırım yapmak isteğe bağlı ekstra bir harcama olmaktan ziyade ticari büyüme ve karlılık için hayati öneme sahiptir. Ürün geliştirme için ana faaliyet tasarım çalışmasıdır. Tasarım, fikirden ürünün kullanım aşamasına kadar birçok adıma sahip çok geniş kapsamlı bir süreçtir. Tasarım çalışmalarını genel olarak ihtiyaca göre yeni bir tasarımın geliştirilmesi ya da mevcut ürünlerin daha verimli ve ekonomik olması bakımından iyileştirilmesi şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Yeni ürün tasarımı üzerine birçok metot ve model ortaya konulmuştur. Ancak mevcut ürünlerin çalışması esnasında ortaya çıkan tasarım hatalarının iyileştirilmesi üzerine yoğun faaliyetler yapılmasına karşılık bu konuda sistematik yaklaşımlar ve modeller yok denecek kadar azdır. Mevcut ürünler üzerine tasarım geliştirme için bireysel çalışmalar öne çıkmaktadır. Bu sahadaki her bir problem için farklı tasarım süreçleri izlenmektedir. Hatta çoğu zaman benzer problemler için birbirine zıt olabilen çözümlerde sunulmaktadır. Başka bir deyişle, bu konuda henüz üzerinde anlaşılmış ve sistematik hale getirilmiş bir tasarım yaklaşımı yoktur. Bu da beraberinde çalışma performansın düşmesine hatta hatalı yaklaşımlar sonucu tekrarlı işlemlere yol açmaktadır. Diğer taraftan son yıllarda bilişim sistemlerinde ve endüstriyel donanımlardaki hızlı ilerlemelerin de, tasarım geliştirme çalışmalarında oldukça katkısı olacağı açıktır. Dahası endüstri 4.0 bütün sektörlerle girdiği gibi, bu alanda da kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda bu durumun farkına varılmış ve konu ile ilgili araştırmacılar gerek akademik gerekse Ar-Ge mühendislik çalışmalarını bu konu üzerine odaklamışlardır.

Jiang Shaofei ve arkadaşları, mevcut ürünlere dayalı bir ürün-servis sistemi için spiral evrimci tasarım metodolojisinin yapımı üzerine uygulamalı bir çalışma yapmışlardır. Ürün hizmet vermedeki maliyetleri azaltmak isteyen şirketler, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için tamam yeni bir ürün-servis planı yerine, mevcut ürünlere dayalı bir ürün-servis sistemi yapmayı tercih ederler. Çünkü tamamen yeni bir ürün-servis planı

doğrudan uygulamaya koymak zordur. Çalışmalarında öne sürdükleri spiral evrimci tasarım metodolojisinin verimliliğini görmek için mevcut itfaiyecilik ekipmanlarına dayalı bir mobil yangın söndürme ürün-servis sistemini uygulamışlardır. Böylece geleneksel ürün-servis sistemi tasarım metodolojisi ile karşılaştırıldığında, mevcut ürünlerin kullanımını maksimuma çıkartılmış ve hizmet vermedeki maliyetler azaltılmıştır (Shaofeid, Di, Chunfu, Jiquan, & Hao, 2018).

Roberto Sala ve arkadaşları, çeşitlilik platformunu kullanarak ürün-servis sisteminin entegre edilmiş tasarımı üzerine uygulamalı bir çalışma yapmışlardır. Son günlerde pazarda artan müşteri ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan şirketler, ürün ve servislerin karışımından oluşan ve ürün-servis sistemi olarak adlandırılan bir sisteme doğru yönelmektedirler. Çalışmalarında ürün-servis sistemi tasarımının esas yönünü oluşturan ürünlerin ve servislerin entegrasyonunu destekleyen araç ve metotların eksikliğinin üzerine, çeşitlilik platformu ve ürün-servis sistemine dayalı bir tasarım metodolojisi çeşitlilik projesi entegre edilmiş tasarım konsepti üzerine inşa etmişlerdir. Uygulama CAREL S.p.A. şirketinde yapılmış olup, yeni tasarım yaklaşımı çeşitlilik platformu ve ürün-servis sistemine dayalı tasarım yaklaşımının eş zamanlı kullanımı sayesinde, ilk aşamalardan itibaren ürün ve servis özellikleri entegre edilmiştir. Ayrıca bu tasarım yaklaşımı hem ürüne hem de servis özelliklerine aynı zamanda odaklanmaya izin verir (Sala, ve diğerleri, 2018).

Jun'ichi Tamaki ve Sharif Ullah, ürün gelişimi için müşteri ihtiyaçlarına dayalı ve müşterinin sesi olan kano modelini kullanarak elde edilen müşteri tercihlerini analiz etmek için sistematik bir metot sunmuşlardır. Bu konu üzerine, şimdiye kadar yapılan çalışmalarda müşteri cevaplarındaki belirsizlikleri açıkça gösteren bir yaklaşımın olmaması sebebiyle, bilinmeyen müşteri cevaplarını simüle eden bir yaklaşımı çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Çalışmalarının sonucunda her bir ürün özelliğinin doğru statüsünü (çekici, tek yönlü, ilgisiz, gereksiz vs.) tanımlamaya yardımcı olmuşlardır. Ayrıca bu yaklaşım gerçek ve simüle edilmiş müşteri cevaplarının entegre edildiği müşteri cevaplarının bilgi içeriğini ölçmek için de kullanılır (Tamaki & Ullah, 2010).

Wengan Song ve Tomohiko Sakao, sürdürülebilir ürün-servis sistemlerinin tasarımı için kişiselleştirilmiş yapıya modül tabanlı bir tasarım yapısı önermişlerdir. Önerilen bu tasarım sürecine sahip tasarım yapısı endüstride önde gelen bir asansör şirketi tarafından asansör ürün-servis sisteminin kişiselleştirilmiş tasarım olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, tasarımın sonuçları çevresel etkiler dahil ürün-servis sisteminin çeşitli yönleri arttırmak için önerilen yapının uygulanabilir ve etkileyici olduğunu göstermiştir (Song & Sakao, 2016).

Tobias Mittag ve arkadaşları, mevcut ürünlere dayalı ve entegre edilmiş ürün-servis sistemi olan, fiziksel ve dijital servislerin kombinasyonundan oluşan akıllı servislerin planlanması ve uygulanması için yapı blokları üzerine araştırma yapmışlardır. Bu konu üzerine akıllı servislerin planlanması ve uygulanması için, hizmet verme alanındaki teorik düşünceleri, siber-fiziksel sistemleri ve şirketlerin pratik gereksinimlerini birleştirmenin zor olduğunu ortaya koymuşlardır. Akıllı servis sistemleri uygulayan şirketler üzerine 10 araştırma sonucunda gözetleme, uyarma gibi birçok yapı bloğu ortaya koyulmuştur. Çalışmalarında adım adım söz verilmiş tüm çözümleri geliştirmeleri için akıllı servislere yapı blokları gösterilmiştir. Şirketler, sistem ve pazar gereksinimlerinin teknik kapasitelerine bel bağlı olan mevcut ürünleri etrafındaki servisleri planlamak için yapı bloklarını kullanılır (Mittag , Rabe, Gradert, Kühn, & Dumitrescu, 2018).

Pai Zheng ve arkadaşları, akıllı cihazlardan faydalanarak daha az çevre etkisine sahip, bireysel müşteri tatminine ulaşmayı amaçlayan akıllı ürün-servis sistemlerinin servis inovasyonunu için sistematik bir tasarım yaklaşımı önermişlerdir. Servis inovasyonunu destekleyen ve geçerli olaylara sahip etkileyici bir tarzda çalışmanın az olması sebebiyle, bu çalışmada akıllı ürün-servis sistemlerinin özgün bir tanımı yapılmış olup, uygulama olarak kişiselleştirilmiş ve giyilebilir bir solunum maskesi tasarlanarak, kullanıcının nefes almadaki basınç datası android bir uygulama yoluyla server üzerinde depolanması ve kolayca ulaşılabilir olması sağlayan servis inovasyonunu için sistematik bir tasarım yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Bu şekilde her bir bireysel kullanıcının belli bir nefes alma modeli keşfedilir (Zheng, Lin, Chen, & Xu, 2018).

Esasen tasarım iyileştirme yöntemi klasik olarak günümüzde yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Ancak klasik yöntemde ürünün yeniden tasarımına ilişkin bir kusurun kullanıcı tarafından fark edilip, tasarım merkezine ulaşması ve analiz edilerek yeniden tasarımına karar verilmesindeki süreç çok uzun ve sağlıksızdır. Tasarımcı ve kullanıcı arasındaki birimlerin sistematik iletişim vasıtalarına sahip olmamaları problemin başlıca nedeni olarak görülmektedir. Ayrıca kullanıcı, satış, servis ve imalatçı arasındaki bilgi akışının hızlı ve denetlenebilir olmaması da problemleri daha da zorlaştırmaktadır. Oysaki son yıllarda bu iletişimi ve bilgi akışını sağlayabilecek gelişmiş yöntemler vardır. Endüstri 4,0'ün çok sık konuşulduğu günümüzde iletişim ve bilgi transferinde IoT ve mobil uygulamalar büyük önem arz etmektedir. Bu iki önemli konu üzerine akademik çalışmalar devam etmektedir.

Seyit Alperen Çeltek ve arkadaşları, nesnelerin interneti tabanlı düşük maliyetli endüstriyel yangın alarm sisteminin tasarımı ve uygulaması yapmışlardır. Uygulamış oldukları sistem gaz sensörü, hareket sensörü, sıcaklık nem sensörü, duman sensörü ve haberleşme modülüne sahip yangın düğümlerinden oluşmaktadır. Bu yangın modülleri Wi-Fi ile bulut servere bağlanır. Bulut servere iletim veriler burada depolanır. Tasarlanan sistem basit bir ara yüze sahiptir. Bu sayede kullanıcı için istediği zaman dünyanın her yerinden sistemin kurulduğu binanın katlardaki sıcaklık, nem, hareket ve yangın gibi parametreleri grafiksel olarak görüntülenmesine olanak sağlanır (Çeltek , Durgun, Gökrem, & Durgun, 2017). Jesús Mario Verdugo Cedeño ve arkadaşları, nesnelerin interneti yoluyla akıllı ve dijital servislerin ürün tüm kullanım ömrü boyunca (özellikle servis ve bakım aşamalarında) ürün proseslerini geliştirebildiğini kanıtlamak için bir literatür tabanlı araştırma ve bir deneysel analiz yürütmeyi amaçlamışlardır. Literatür araştırma nesnelerin interneti için bir özgeçmiş, servislerin dijitalleştirilmesi ve data, akıllı servislerin gelişim süreçleri için simülasyon teknolojilerinin rolünü sunar. Deneysel çalışmada, bir tarım traktörü üretici olan Case şirketi, yeni servis gereksinimlerini belirlemek için müşteri ihtiyaçları değerlendirme araçlarından faydalanmıştır. Bu çalışmanın teorik katkısı gerçek zamanlı iş ömrü süreci boyunca sunulan, bilgi akışlarını görüntüleyerek, depolayarak ve analiz ederek ürün izlenebilirliği için nesnelerin interneti ve ürün yaşam yönetimi arasındaki ilişkiyi sunar. Bu çalışmanın pratik katkısı, Case şirketinde yeni akıllı servis datasını tasarlamada değer yaratılmış süreç ve müşteri ihtiyaçları değerlendirme araçları

tanımlamaktır. Ayrıca bu çalışma, ürün gelişimi, bakım ve eğitim prosesinde faydalanılan ve nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde toplanan gerçek zamanlı datanın önemine dikkat çeker (Cedene, Papinniemi, Hannola, & Donoghue, 2018). Hodjat Hamidi, kolay kullanım ve yüksek kapasite data erişimi içeren nesnelerin interneti kullanılarak akıllı sağlığı geliştirmede biyokimlikleri uygulamak için yeni bir yaklaşım sunmuştur. İnternette data güvenliğinin üç ana ölçüsü entegrasyon, gizlilik ve ulaşılabilirliktir. İnternet ortamında tıbbi şeylerin güvenliğini korumada önemli araçlardan biri biyokimlik teknolojisidir. Bu bağlamda insanların fiziksel karakteristiklerine dayalı insan kimliğini tanımlamaya ihtiyaç duyulur. Önerilen biyokimliğe dayalı nesnelerin interneti, bağlanabilirlik seviyesi, nesnelerin interneti araç seviyesi, analitik ve data yönetim seviyesi, erişim ve uygulama seviyesi gibi dört seviyeyi içeren devamlı güvenlik stratejiler gerektirir. Önerilen sistemde, seviyeler arasındaki devamlı güvenlik çözümü biyokimlik kullanarak sunulur. Bu çalışmanın amacı kullanıcı gizliliği garanti etmektir. Ayrıca biyokimlik özellikleri kimlik tanımlayıcılar olarak kullanılır. Çünkü onlar ödünç alınmaz, bozulmaz, unutulmaz. Onların sahtesini yapılması ve kopyalanması çok zordur (Hamidi, 2019).

Radoslava Kraveva, çocukların katılımı ile mobil uygulama için ara yüz tasarımı üzerine prototip bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında mobil uygulama ara yüzünün olanak ve özellikleri için 4 ile 13 yaş arasındaki Bulgaristan çocuklarının fikirlerini incelenmiştir. Bu çocuklar için yapılan anket çalışmasında elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Bu şekilde analiz değerlendirildiğinde çocukların tercihlerinin karşılığı olan mobil uygulamanın prototip ara yüzü tasarlanmıştır (Kraveva, 2017). D.Mourtzis ve arkadaşları, ürün kişiselleştirmede müşteri entegrasyonuna odaklanmayı ve hareket halinde imalatçı ağlarının tasarımını desteklemeyi amaçlayan iki adet mobil uygulama önermişlerdir. Bunlardan birincisi mobil araçlar üzerinden ürün kişiselleştirme ve görselleştirmeye izin veren ve ürünlerin tasarımda müşteri entegrasyonuna olanak sağlar. İkinci olarak bir müşteri için kişiselleştirilmiş ürünün üretim ve nakliyesini ele alan imalatçı ağının tasarımına olanak sağlar. Bu şekilde şirketin ortakları ilgili bilgi kişiselleştirilmiş siparişleri düzenlemek için verimli imalatçı ağlarının tasarımı sağlanmış olur (Mourtzis, Doukasz, & Vandera, 2014). Thomas Olsson ve arkadaşları, kullanıcıların yaşam ömürleri boyunca anı yakalaması ve paylaşması için konsept bir mobil uygulama sunmuşlardır. Çalışmalarında kullanıcı odaklı tasarım ve

araştırma metotlarının yaygın bir şekilde çalışma boyunca kullanılmıştır. Ayrıca kullanıcılar mobil uygulamanın tasarım süreci içinde tüm aşamalarına dahil edilmiştir. Böylece kişisel medya yönetimi ile ilgili kullanıcı davranışlarının çeşitli sınıflandırılması ortaya çıkartılmıştır. Yapılan prototip uygulamanın kullanıcı değerlendirmesi, kullanıcıların gözünde özellikle gruptaki insanlar içinde anlık paylaşım değerinin arttığını göstermiştir (Olsson, Lehtonen, Pavel, & Vaananen, 2014).

Jorge Calvillo-Arbizu ve arkadaşları, hedef kullanıcının ürün gelişim süreci boyunca dâhil edildiği kullanıcı odaklı tasarım benimsenerek evde bulunan böbrek hastalarının görüntülenmesi için e-sağlık sistemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında kullanıcılar dijital hasta/bakıcı, dijital olmayan hasta/bakıcı, hemşire klinik tedavi uzmanı olarak dört gruba ayrılmıştır. Burada hedeflenen her bir kullanıcı ile ilgili farklı teknoloji ve işlevsellikler uygulanarak, çok yönlü e-sağlık sistemi yoluyla ihtiyaçlar dikkate alınmıştır. Kullanıcı ihtiyaçları için hasta ve klinik uygulaması geliştirilmiştir. Böylece kullanıcının tanımlanması, devamlı katılımı ve ihtiyaçların düzgün bir şekilde anlaşılması sağlanır (Calvillo, ve diğerleri, 2019).

Lea Seeber ve arkadaşları, çocukların aşılama statüsü hakkında ebeveynleri eğitmek için bir uygulama geliştirmişlerdir. Çalışmalarında Almanya'nın Berlin şehrinde bir hastanenin acil odasında bulunan çocuklar için bekleyen ebeveynler için oluşturulan tipik kullanıcı grubunda geliştirilen uygulama test edilmiştir. Bu test sonuçlarından gelen bildirimler kullanıcı odaklı mobil uygulama yapmak için sonuna kadar kullanılmıştır. Böylece geliştirdikleri uygulama ile ebeveynlerin dünya sağlık örgütü tarafından liste oluşturulan 25 tane rutin, özel belirti ve seyahat aşuları dâhil edilerek tüm aşular içinde çocuğun aşılama statüsünü öğrenmesine olanak sağlar. Ayrıca kullanıcı odaklı mobil uygulama aşılama kayıtlarına yakından göz atmak için ebeveynleri güçlendirir ve böylece doğru aşılama tarihi sağlamada aktif bir rol alır (Seeber, ve diğerleri, 2017).

Endüstri 4,0 farklı isimler altında hemen hemen bütün sektörlerde uygulanmaya başlanmış olup, tarım sektörüne ise akıllı tarım kavramı ile giriş yapmıştır. Akıllı tarım ile tarım sektörüne girmiş olan Endüstri 4,0 bu sektörde her geçen gün kendini hissettirmeye devam etmektedir. Tarım üzerine verimliliğin, kazancın ve kalitenin

artması ile üreticinin işlerini hafifleten teknolojiler Endüstri 4,0 ile birlikte daha da akıllı bir hale gelmiştir. Bununla birlikte endüstri 4,0'ın sonuçlarından biri olarak, tarım sektöründe makineleşmede son devrim otonom traktörlerdir. Bu otonom traktörler sayesinde arazide çalışan çiftçi sayısı azalacak ve operasyonel verimlilik de artacaktır. Otonom traktörler ile ilgili akademik çalışmalar uzun süredir devam etmektedir. Y. J. Kim ve arkadaşları, 50 HP gücündeki bir otonom traktörün manuel transmisyonu için bir otomasyon teknolojisi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Geliştirdikleri elektrikselsel aktüatörler ile shuttle ileri-geri hareketini ve debriyajın kontrolünü otomatik olarak yapılabilmektedir. Sonuçta tüm bu işlemler için max. toplam süre 2,5 saniyenin altına düşürülmüştür (Kim, Chung, & Choi, 2018).

Jung-Hwan Lee ve arkadaşları, tarım traktörünün ön tarafına yerleştirilen lidar sensörünü kullanarak traktörün ön aks süspansiyonu yarı aktif kontrollü hale getirmişlerdir. Bu çalışmada lidar sensör ile yaklaşık 5 metre mesafeden traktörün yol güzergahındaki tümsek ve çukurlar algılanabilmekte ve oransal kontrol valfi ile donatılmış süspansiyon sisteminin sönüm kuvveti kontrol edilebilmektedir. Böylece traktör gövdesinin düşey yöndeki ivmesi %54 oranında ve ön aksın deplasmanı ise %51 oranında azaltılmıştır (Lee, Kim, Cho, Choi, & Kim, 2018).

Noboru Noguchi ve arkadaşları, akıllı navigasyon sistemine sahip bir otonom tarım traktörü geliştirmişlerdir. Çalışmalarındaki akıllı navigasyon sistemi birçok rehberlik sensöründen, sensör füzyon algoritması ve akıllı navigasyon algoritmasından oluşur. Bir sensör füzyon algoritmasına birçok navigasyon sensörü entegre edilir ve çeşitli tarımsal operasyonlar altında otonom traktör rehberliği için navigasyon bilgisi güvenilir ve doğru bilgi sağlar. Bu şekilde otonom traktörün çalışma hızı 8 m/s kadar ulaşabilir. Otonom ekim ve ekilen çapa ürünleri üzerine değerlendirme testleri, otonom traktörün otomatik olarak tipik bir tarım arazinde ekme ve dikme yapabildiğini doğrulamıştır (Noguchi, Zhang , Han, & Reid, 2001).

Hamed Ramezani ve arkadaşları, otonom tarım traktörlerinde gerçek zamanlı olarak yaya algılanması için yeni bir insan algılama algoritması sunarlar. Çalışmalarında bir traktörün önüne bir kamera kurulur ve kamera kabloları kullanılarak bir bilgisayara bağlanılır. Önermiş oldukları algoritma öncelikle renk indeksini dahil etmemek için ilk input olan renkli resmi, gri tona dönüştürür. Bundan sonra bu resim küçük bloklara

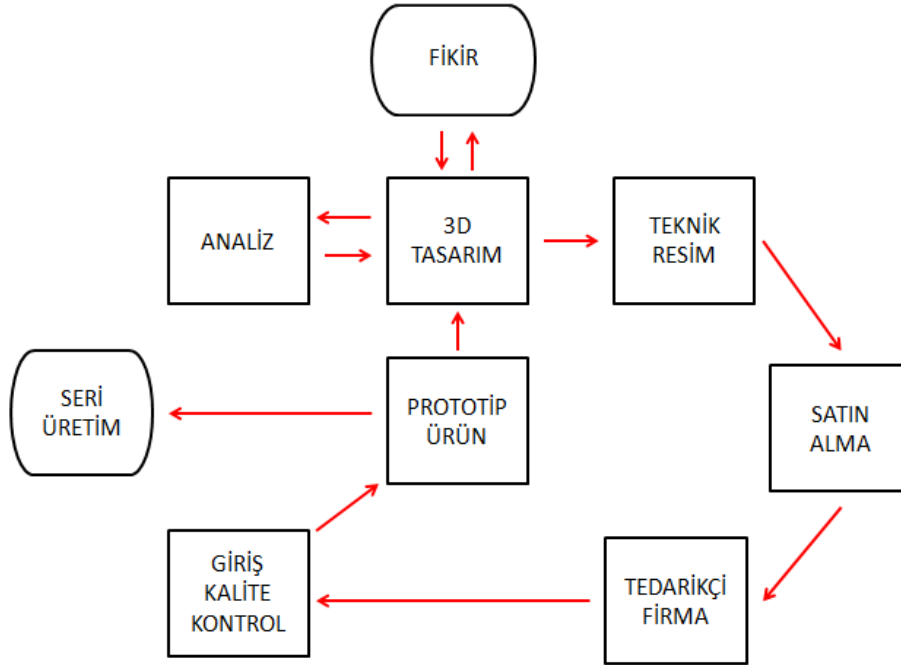
bölünür. Böylece gerekmeyen bölgelerin silinmesiyle resim daha rahat bir şekilde işlenir. Algoritma sabah, öğlen ve akşam değerlendirilir. Sonuçlar önerilen algoritmanın 8 ile 20 mm arasında doğru sonuçlar verdiğini gösterir (Ramezani, Zakidizaji, Masoudi, & Akbarizadeh , 2016).

Behzad Bashiri ve Danny D. Mann, yarı otonom tarım araçlarda çalışırken operatörün durum farkındalığını desteklemek için amaçlamışlardır. Çalışmalarında traktör sürme deneyimine sahip olan 30 gencin katılımı ile bir traktör sürüş simulatörü kullanarak deneysel çalışma yapmışlardır. Otomasyon desteğinin farklı tipleri simüle edilmiş çevrede havalı tohum ekim kontrolü ve iş görüntüleme görevi uygulanmıştır. Durum farkındalığının en yüksek seviyesi, simulatörün operatör tarafından alınan gerekli aksiyonu önerdiği zamanda gözlenmiştir (Bashiri & Mann, 2014).

Bu tez çalışmasında mevcut endüstri ürünleri için servis ve müşteri taleplerine dayalı yeni bir tasarım geliştirme yaklaşımının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada öncelikle mevcut ürünlere dayalı tasarım geliştirme yaklaşımının tanıtımı yapılmıştır. Daha sonra böyle bir yaklaşımın eksikliğinden kaynaklanan problemlere değinilmiş ve geliştirilen sistemin uygulanması anlatılmıştır. Sonuç olarak, gerçek hayattan bir tarım traktörü örnek alınmış olup, bu traktörde servis ve müşterilerin en çok şikâyet ettiği ve değiştirilmesini talep ettiği iki konu olan traktörün debriyaj sistemi ve direksiyon altı shuttle kolunun mevcut konumu için yeniden tasarım iyileştirme uygulamaları örnek verilerek konu etraflıca açıklanmıştır. Ayrıca bu tez çalışması söz konusu problemlere çözüm olarak geliştirilmesi düşünülen kapsamlı bir projenin genel çerçevesini ortaya koyan bir ön çalışma niteliğindedir. Ümit ediliyor ki çalışmanın bütün modülleri tamamlandığında problemler daha hızlı ve verimli olarak çözümlenebilecektir.

BÖLÜM 2. MEVCUT ÜRÜNLER İÇİN TASARIM GELİŞTİRME YAKLAŞIMI

Değişen pazar koşulları, müşteri ihtiyaçları ve rakip firmalarla rekabet, işletmelerin pazarda tutunabilmeleri için yeni fikir ve ürünlere doğru itmektedir. Şirketler yeni ürünler için fikir fırtınası yaparken, bulunacak fikrin ticari ürüne dönüşebilirliği ve katma değerini de düşünürler. Bir fikrin ticari ürüne dönüşebilmesi için belli süreçlerden geçmesi gerekir. Şirketlerin pazardan pay alabilmeleri adına, yeni tasarladıkları bir ürünün fonksiyonel olarak uygun olup olmadığını anlamak için ürüne belirli testler uygularlar. Bu testler esnasında çıkan hataları ya da kusurları düzeltmek için tekrardan 3D tasarıma ihtiyaç duyulur. Döngü bu şekilde seri üretime geçiş yapana kadar devam eder (Şekil 2.1) .



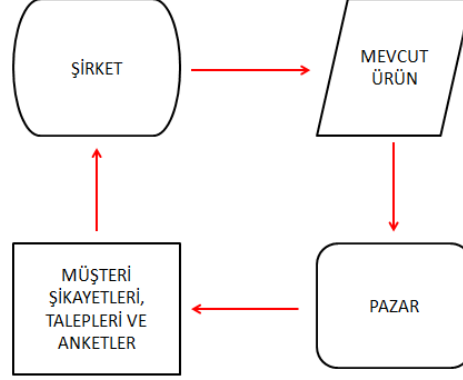
Şekil 2.1. Fikir ile seri üretim arasındaki süreç

İşletme pazara sunduğu ürünlerin müşterilerin beklentilerini karşıladığı konusunda emin olmalıdırlar. Eğer pazardaki mevcut ürün, müşteri ihtiyaç ve taleplerini karşılama konusunda yetersiz ise, mevcut ürünün katma değerini arttırmak için tasarım geliştirme yaklaşımına başvurulmalıdır. Piyasaya sürülen bir ürünün sürdürülebilir olabilmesi için gerekli ortam ve imkânların sağlanması ve takip edilmesi gerekir. Böylece müşteri şikâyetleri ve talepleri karşılanmış olacaktır. Müşterilerden edilen geri dönüşler mevcut ürünün iyileştirilmesi ve tasarım geliştirme çalışmaları için oldukça önemli katkılar sağlayacaktır. Çünkü ürünün en sağlıklı ve gerçekçi testi müşteriler tarafından kullanım esnasında yapılmaktadır. Bu yüzden fabrikada test esnasında gözden kaçan hata ya da kusurlar, ürünü kullanan müşteriler tarafından fark edilir. Kullanım esnasında ortaya çıkan herhangi bir olumsuzluğun hızlıca çözüme kavuşturulamaması sektörde şirketin imajının zedelemesi ve güvenilirliğinin düşmesi şeklinde sonuç verecektir.

Son yıllarda yeni ürün tasarımı ve mevcut ürünlerin geliştirilmesi konularında müşteri aktifliğinin her geçen gün önem kazandığı görülmektedir. Çünkü müşteriler pazardaki değişim ve dönüşüm üzerine hem etkileyen, hem de etkilenen bir role sahiptirler. Şirketler pazardaki değişen müşteri yapısına cevap verecek, müşterileri sadece ürün/hizmetlerin satın alan aktörler yerine, onları bu ürün/hizmet sürecinin bir paydaşı gibi kabul ederek kendi yapısında ve dönüşümler yapmak zorundadır. Şirketler müşteri yapısındaki devamlı değişimleri izleyerek onları ürün/hizmet tasarım süreçlerine katmalıdırlar (Pado, 2017). Bunun için şirketler daha önce piyasaya sundukları mevcut ürününü kullanan müşteriler üzerinde periyodik ve sistemli anket çalışmaları yapmaktadır. Ayrıca ürünün durumu hakkında bayi, müşteri, servis, satış ve pazarlama bilgileri de çok önemlidir.

Klasik mevcut sistemde, ürün hakkındaki görüşler, ürünün müşteri ihtiyaçlarını ve taleplerini karşılayıp karşılamadığına dair bilgiler aşağıdaki şekilde elde edilmektedir (Şekil 2.2). Ancak şekil 2.2'de gösterilen döngünün anlatılan klasik yöntemlerle gerçekleştirilmesi hem uzun zaman almakta, hem de hedef noktaya ulaşan bilgiler aradaki vasıtalarından geçerken değişmekte ve sübjektif bir hal alabilmektedir. Bu da ürün hakkında yanlış bir kanaat ortaya koyarak, tasarım geliştirme çalışmalarını olumsuz etkileyebilmektedir. Oysa günümüzde bilgisayar ve iletişim teknolojisindeki

gelişmeler söz konusu problemin daha hızlı ve daha sağlıklı çözülebilmesi için bizlere geniş imkânlar sunmaktadır.



Şekil 2.2. Mevcut ürün için geri bildirim döngüsü.

Son yıllarda, şirketler pazara sunulan ürünleri ve servisleri geliştirmek, pazarın ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak, mevcut ürün ve servisler üzerine fikirleri hızlıca yakalamak için müşteriler ile ilgili etkileşimi desteklemede, internet ve iletişim teknolojilerini kullanmaya başlamışlardır. Bu sayede şirket mevcut ürün ile ilgili faydalı geri bildirimleri alır, değerlendirir ve gerekli görüldüğü takdirde mevcut ürünün tasarımını değiştirmekte ve geliştirmektedir. Son yıllarda konu ile alakalı araştırmacılar çalışmalarını bu tür tasarım geliştirme yaklaşımlarının üzerine odaklamışlardır.

Zhenyu Zhang ve arkadaşları, ürün tasarımda kullanıcı katılımının geliştirilmesi adına iki metot önermişlerdir. Çalışmalarında önermiş oldukları iki metodu kullanıcı etkileşimine sahip arayüz tabanlı sanal gerçeklik teknolojisi yoluyla kullanıcılara, kişisel ihtiyaçları için ürün tasarımına katılmasına olanak sağlar. Uygulama olarak, karavanın iç tasarımı ya kullanıcı seçimi için imalatçı tarafından sağlanan kişiselleştirilmiş modülleri ya da kullanıcılardan tarafından sağlanan kişiselleştirilmiş modüllerinden faydalanan kullanıcılar tarafından karar verilir. Böylece web tabanlı kullanıcı ara yüz, farklı ihtiyaçları karşılamak için kullanıcılara modüllerin seçimi sağlanmış olur (Zhang & Peng, 2015).

Ravi Kumar Gupta ve arkadaşları, kısmen ya da tamamen montajı yapılmış uçak ve onun modüllerine müşterilerin uzaktan erişimi yoluyla üretim sırasında, ihtiyaçları toplamak için sistematik bir yaklaşımı ve bir uçak gelişiminde kayıt edilen ihtiyaçların değerlendirilmesini ve yönetimini önerirler. Çalışmalarında ürün gelişim perspektifleri için geri bildirim toplanması, değerlendirilmesi ve yönetimi için kullanılan modüler ürün mimarisine dayalı uygulama ile uçağın montajı (üretimi) ve uçağın kabin ve mutfak modülleri için kayıt edilen geri bildirim toplanır ve yönetilir. Bu sayede sanal olarak bağlı müşterilerden gelen geri bildirim ve de ürün tasarım ve üretimde kullanılan değerlendirme, data toplanması için mekanizma sağlar (Gupta ve diğ. 2018).

Dimitris Mourtzis ve arkadaşları, ürün servis sistemi tasarımı için müşteri geri bildirimlerinin toplanması ve yönetimi araçlarını sunmuşlardır. Çalışmalarında bir mobil uygulama ve etkileyici bir geribildirim yönetim metodu yoluyla desteklenen, geribildirim toplama ve yönetimi için bir yaklaşım uygulamışlardır. Böylece müşteri fikirleri entegre edilerek, ürün-servis sistemi tasarımını desteklenmiş, bu yaklaşım şirketlere pazarlamada ve karşılan problemlerin hızlı ve daha az maliyetle çözülmesinde önemli katkılar sağlamıştır (Mourtzis ve diğ. 2018).

Tuananh Tran ve Joon Young Parka , beraber yaratma yaklaşımını kullanarak ürün servis sistemi prototip çalışması için stratejik bir yapı önermişlerdir. Çalışmalarında önermiş oldukları yapıya uygulama olarak, ofis mobilyaları sektöründe aktif olan bir şirket, davet etmiş oldukları 20 kişilik kullanıcı gruptan aldıkları yorum ve önerileri uygulayarak, ürün servis sisteminin prototip çalışmasını yapmışlardır. Bu önerilen yapı, ürün servis sistemi gelişim sürecinin test edilmesi ve tanımlanmasında tasarımcılara adım adım rehberlik sağlar. Ayrıca kullanıcıların aktif katılımı sayesinde gelişmiş prototipe ulaşmak için şirketlere yardımcı olur (Trana & Parka, 2015).

Ancak bu çalışmaların yanı sıra, her firma kendine özgü bir takım yöntemlerle ve iletişim teknolojilerini kullanarak, müşteri taleplerini toplamaktadır. Başka bir söyleşiyile mevcut ürünlerin geliştirilmesi için müşteri ve servis taleplerine dayalı olarak piyasada uygulanan sistematik bir tasarım geliştirme yaklaşımı yoktur. Bu kapsamda kullanılan ileri teknoloji donanımlar kadar, sistemde görev alan birimlerde önemlidir. Mevcut ürünler için tasarım geliştirme yaklaşımının vazgeçilmez

paydaşlarından biri müşteri servisleridir. Bu müşteri servislerinin kalitesi, ürünün kendi kalitesi kadar önemlidir. Çünkü müşteri servisleri şirketin piyasadaki bayrağını teslim ederler. Bu yüzden müşteri gözünde bir ürünü satın alma kararında, müşteri servislerinin kalitesi önemli bir etkiye sahiptir. Müşteri servisleri ürün gelişimi için önerileri toplama ve şirkete önerileri aktarma, müşteriler ile düzenli olarak kontak halinde durma gibi görevlerinin yanı sıra, piyasadaki mevcut ürünün kalitesindeki problemleri saptamak için erken uyarı sistemi gibi hareket etmektedirler. Tüm bu fonksiyonlarının yanında müşteri taleplerine dayalı tasarım yaklaşımının geliştirilmesinde de çok önemli işlevleri vardır. Bu sebeple müşteri taleplerine dayalı tasarım geliştirme yaklaşımın temel bileşenlerinden biri müşteri servisleridir.

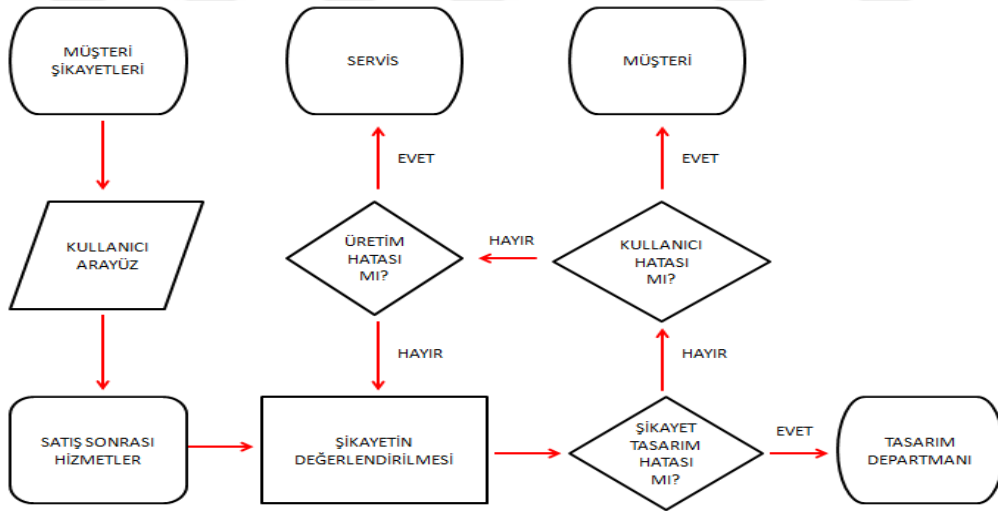
Bu tez çalışması için yapılan literatür araştırması kapsamında müşteri ve servis taleplerine göre mevcut ürün tasarımlarının geliştirilmesi için entegre bir sistem görülememiştir. Bu tez çalışmasının amacı da söz konusu bu eksikliğe kısmen katkı sağlamaktır. Birçok sektörde olduğu gibi çalışma konumuz olan tarım makineleri sektöründe de mevcut ürünler üzerinde tasarım geliştirme çalışması yaygın olarak yapılmaktadır. Çalışmada ileri sürülen tasarım geliştirme yaklaşımı bir tarım traktörünün iki alt sistemindeki değişiklik örneği esas alınarak anlatılmaktadır. Söz konusu alt sistemlerden biri çubuklu debriyaj mekanizması, diğeri direksiyon altı shuttle kolunun kilitleme mekanizmasıdır. Bu iki alt sistem halen çalışmakta olan bir tarım traktöründe mevcut olup, bu sistemler hakkında kullanıcıların şikayet ve istekleri bulunmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, yapılan incelemede bu sistemlerle alakalı şikayetlerin gecikmiş olduğu ve söz konusu gecikmenin de birimler arasındaki iletişim kopukluğu ile veri akışının sağlıklı bir şekilde gerçekleşmediğinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu gecikmenin doğal bir sonucu olarak ürünün piyasadaki satış durumu olumsuz etkileneceği açıktır.

Çalışmada söz konusu eksikliği giderme konusunda tarım traktörleri için kullanıcı, müşteri servisleri ve üretici firma arasında çok hızlı bir veri alış verişinin sağlanması ve böylece firmanın piyasadaki mevcut ürünlerinin durumu hakkında anlık bilgi sahibi olabilmesi için bir uygulama yazılımı geliştirilmiştir. Kullanıcılar, teknik servis ve firmanın ilgili birimleri(tasarım merkezi, satış pazarlama vs.) ile bu yazılımın bir alt modülü olan kullanıcı ara yüzünü kullanarak haberleşebilmektedir. Bu ara yüz

sayesinde traktör fabrikasının tasarım bölümü ile müşteri servisi ve de kullanıcı arasında köprüler kurulmakta ve tasarım bölümü tarafından mevcut ürünler hakkındaki şikâyetler ve istekler görülebilmektedir. Bu şekilde mevcut ürünler için müşteri ve servis odaklı yeni bir tasarım geliştirme yaklaşımı uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Geliştirilen Sistem ve Mimari Yapısı

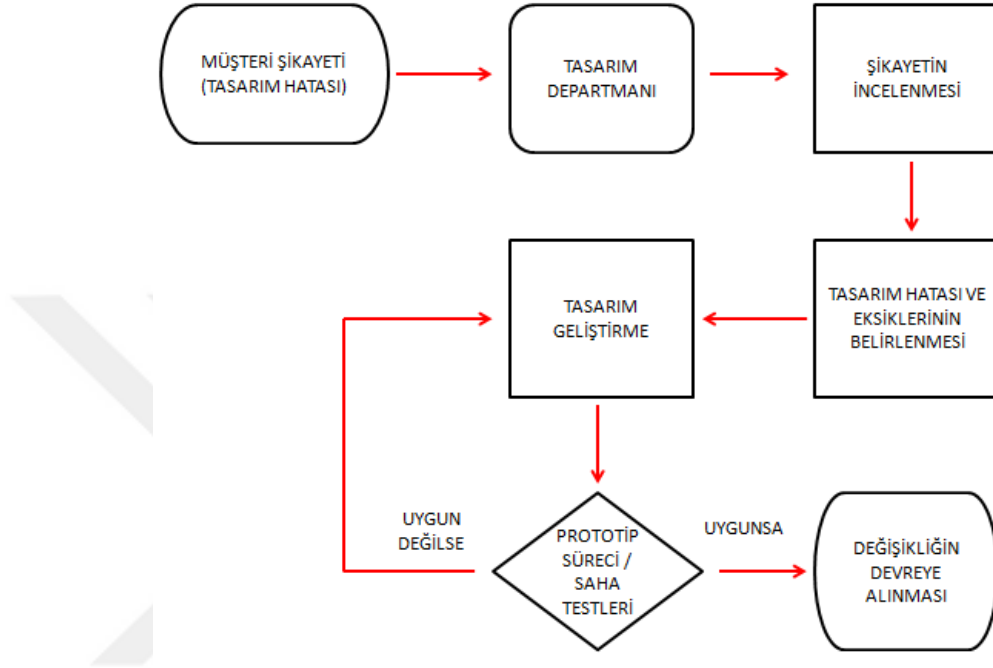
Mevcut ürünler için geliştirilen bu sistemde kullanıcı sahip olduğu üründeki şikâyet ve hataları kullanıcı arayüz vasıtasıyla bildirebilecektir. Bu şikâyetler fabrikanın satış sonrası hizmetler departmanı tarafından hangi ürün için ise kaydedilip, saklanacak ve her biri değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeler de şikâyetlerin tasarım hatası mı, üretim hatası mı yoksa kullanıcı hatası mı olduğu belirlenecektir. Kullanıcı hatası ise müşteriye geri dönüş yapılacaktır. Üretim hatası ise serviste bu hata düzeltilecektir. Ancak tasarım hatası ise fabrikanın tasarım bölüme bu şikâyetler iletilecektir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3.Müşteri şikâyetlerinin veri akışı.

Müşteri şikâyetinin tasarım hatası olduğu belirlendiğinde, tasarım departmanı ürün için şikâyeti geniş çaplı olarak inceler. Gerekirse ürünü fabrikaya bile çağrılabilir. Öncelikle ürün için tasarım eksikliği ya da hatası belirlenir. Bu eksiklik ve hatayı iyileştirme için ürün üzerinde tasarım geliştirme yaklaşımı uygulanır. Daha sonra

geliştirilen yeni ürün tasarımı prototip süreç içerisinde belirli testlere tabi tutulur. Eğer yeni ürün tasarımı başarılı olursa, yapılan değişiklik devreye alınır. Başarısız olunursa, tasarım geliştirme kısmına geri dönlür. Süreç bu şekilde döngü halinde devam eder (Şekil 2.4).

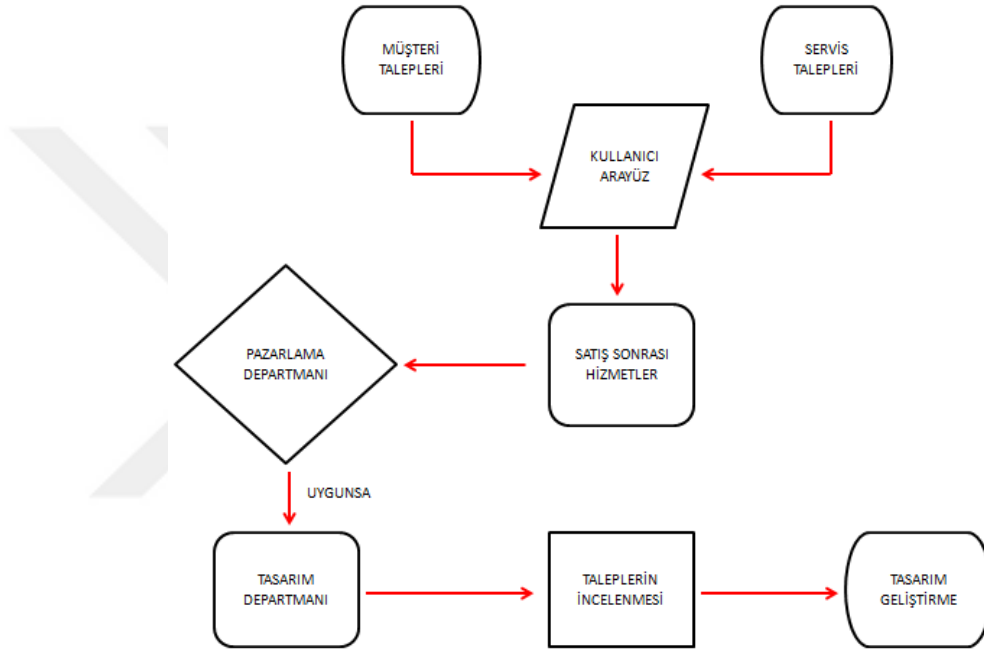


Şekil 2.4.Tasarım hatasının iyileştirme süreci.

Mevcut ürünler için müşteri şikayetlerinin yanı sıra müşteri talepleri ve servis talepleri kullanıcı arayüz vasıtasıyla, fabrikanın satış sonrası hizmetler departmanına iletilir. Bu talepler ürün bazlı olarak dosyalara kaydedilip, saklanacaktır. Bu talepler öncelikle piyasaya hakim olan pazarlama departmanına aktarılır.Pazarlama departmanı bu taleplerin mevcut ürün için katma değerini ve rakip firmaların ürünleri ile kıyaslama yapar. Bu talepler mevcut ürünlerin performansını olumlu etkileyen ve ürünün piyasadaki kalite imajını arttıran talepler ise değerlendirilmek üzere tasarım departmanına sunulur.

Tasarım departmanı öncelikle bu taleplerin hangi ürün için gelmişse geniş çaplı olarak o ürünü incelemesi gerekir. Müşteri ve servis talebinin mevcut ürün üzerinde tasarım geliştirme uygulanabilmesi hususunda ortaya çıkabilecek maliyet, işçilik ve zaman parametrelerini de değerlendirilmelidir. Ayrıca bu talep bu zamana kadar üretilmiş

ürünler içinde uygulanmasını isteniyorsa, burada müşteriye mağdur etmeyecek ve ürün üzerinde çok fazla değişiklik olmayacak şekilde tasarım geliştirme yapılmalıdır. Buna ek olarak bu değişiklikler içinde bir servis bülteni yayımlanması gerekir. Ancak bu talep bundan sonra üretilen ürünler de uygulanacaksa, o ürünün maliyetini arttırmamalı ve de ürünün seri üretim içerisinde montajı zorlaştırmayacak ve montaj süresini arttırmayacak bir şekilde tasarım geliştirme yaklaşımı uygulanmalıdır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Müşteri ve Servis taleplerinin değerlendirilmesi.

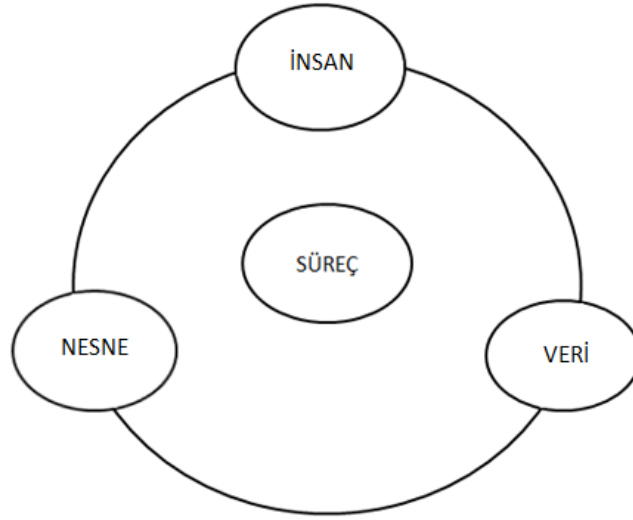
Geliştirilmesi hedeflenen bu sistemin müşteri, servis, tasarım merkezi ve benzeri üniteler arasında hızlı, eksiksiz ve verimli bir bilgi alışverişinin sağlanabilmesi için uygun bir ortama ihtiyaç vardır. Böyle bir ortamın oluşmasında günümüz bilgisayar teknolojileri ve haberleşme sistemleri oldukça katkı sağlayacaktır.

2.1.1. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Veri Alışverişi

Son yıllarda bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ve internet kullanımının artması ile insanlar arasındaki etkileşim, iletişim ve bilgi alışverişinin arttırdığı görülmüştür. Geçmişten bugüne kadar, internetin gelişim evrelerinde her evre bir öncekine göre

toplum üzerinde derin etkiler bırakmıştır. Bir teknoloji toplumu olarak insanoğlu günümüzde, internetin son evresi olan nesnelerin interneti evresinde bulunmaktadır. Nesnelerin interneti insan müdahalesine ve herhangi bir verinin elle girişine gerek olmadan cihazların veya makinelerin kendi aralarında veri iletişimi yaptığı, bilgi topladığı ve toplanan bilgiler ile karar verdiği bir ağ yapısıdır (Gündüz & Daş, 2018). Nesnelerin interneti birçok alan ve sektörde uygulama alanlarına sahiptir. Akıllı evler, akıllı araçlar, trafik akışının takibi, hasta ve yaşlıların takip edilmesi vs. gibi alanlar örnek olarak verilebilir.

Nesnelerin interneti insan, süreç, veri ve nesne olmak üzere 4 bileşenden oluşur (Şekil 6). Nesne bileşeni fiziksel olarak internete ve birbirine bağlı olan cihazlardan oluşmaktadır. Bu cihazlar haberleşmekte gömülü sistemleri kullanılırlar. Bu cihazlara örnek olarak sensörler, denetleyiciler, aktüatörler verilebilir. Sensörler, çevreden aldığı fiziksel değerleri elektrik sinyallerine dönüştürülür. Denetleyiciler, sensörden gelen ölçüm bilgilerini, bir aktüatör ya da cihaza gönderirler. Aktüatörler ise, denetleyiciden almış oldukları sinyale göre fiziksel bir fonksiyonu yerine getirirler (Gündüz & Daş, 2018).

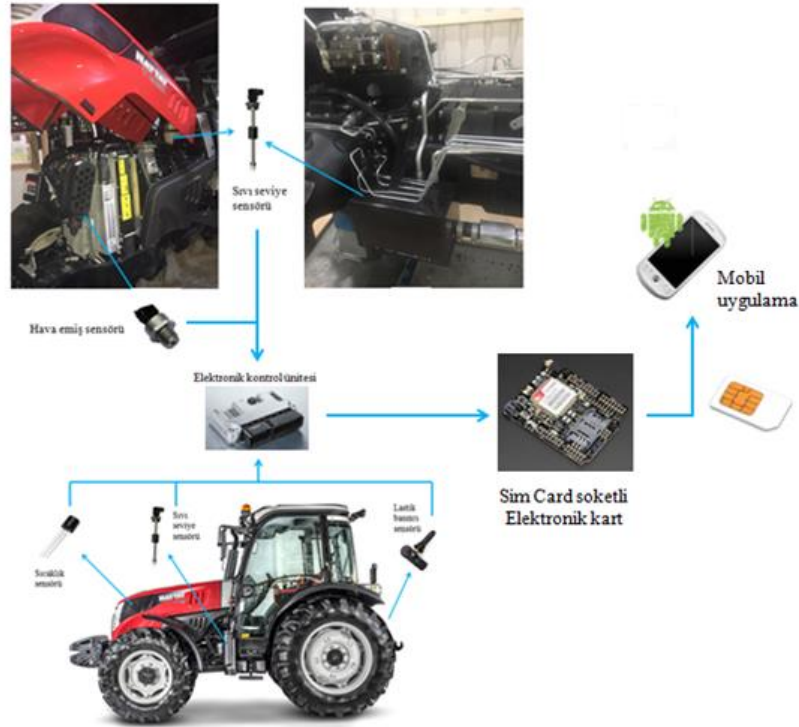


Şekil 2.6. Nesnelerin interneti bileşenleri (Gündüz,2018).

Veri bileşeni nesnelere ve insanlar tarafından üretilen bilgilerden oluşur. Bu üretilen bilgiyi saklamak için büyük kapasiteli depolama platformu olarak bulut bilişime ihtiyaç duyulur. Bulut bilişim bir ağda birçok bilgisayardan oluşur ve bu bilişim

sayesinde kullanıcılar verilerine istedikleri zamanda ve yerde erişim sağlayabilirler. İnsan bileşeni nesnelerin internetinin etkin bağlantı sağlayan elemanıdır. Süreç bileşeni, nesnelerin internetindeki diğer üç bileşenin uyumlu çalışmasını sağlar. Süreçler insan-nesne-veri arasındaki etkileşimi kolaylaştırır. Süreç bilgisinin doğru zamanda ve uygun bir şekilde ulaştırılmasını sağlar (Gündüz & Daş, 2018).

Bu tez çalışmasında müşteri ve servislerin talep ve şikayetlerini hızlı ve güvenilir bir şekilde fabrikaya bildirilmesi amaçlanmaktadır. Müşteriler karşılaştığı arıza sebeplerinin bir kısmını doğrudan görebilmesine karşın, arızaların diğer bir kısmı ise beş duyu organı ile fark edilemeyecek niteliktedir. Bu arıza ve hatalar servis veya müşteri tarafından fark edilememesi halinde büyük kazalar ve maliyetler ortaya çıkabilir. Bu yüzden örnek alınan tarım traktörünün çalışmasında, meydana gelebilecek arızaların başlangıcında müşteriyi bilgilendirmek üzere tasarlanan mobil uygulamada nesnelerin internetinden yararlanılmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Tarım traktörlerinde nesnelerin interneti uygulaması.

Burada tarım traktörlerinde normal şartlarda fark edilmesi zor olan ve potansiyel olarak risk taşıyan başlıca arıza kaynaklarından kısaca bahsedilecektir. Tarım

traktörleri genellikle iş makineleri olarak görüldükleri için çok ağır şartlarda ve engebeli arazilerde kullanılırlar. Bu yüzden traktörün kullanım esnasında, özellikle sıcak havalarda traktörün tam güçte ve uzun süre kullanılması kaput altı sıcaklığı ve motor suyu sıcaklığının artmasına sebep olur. Bununla birlikte tarla sürümü sırasında engebeli yerlerde traktör üzerinde bulunan hidrolik hortum veya boruların hasar görmesiyle oluşabilecek yağ kaçaqları meydana gelebilmektedir. Ayrıca kötü arazi koşullarında çalışan traktörün yer ile temasta olan tek parçası lastiklerdir. Bu sebeple lastikler traktörün yol tutuşuna, konfor özelliklerine ve yakıt tüketimine etki ederler.

Traktördeki bulunan intercooler hava ile soğutmalı olduğu için traktör kaputunun ön, sağ ve sol kısımlarında perfore saçlar bulunur. Bunun sebebi soğutma için gereken hava akışının sağlanabilmesi içindir. Traktör tarlada birçok işte kullanılması ve bu işlerin bazılarında çok tozlu ve pis bir ortam olması sebebiyle kaput altında bulunan soğutma sistemi etkilenebilmektedir. Bu da soğutma sisteminde bulunan radyatör ve intercooler'ın tıkanmasına ya da radyatörün delinmesi gibi problemler ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca tozlu ortam traktörün hava filtresinin tıkanmasına ve motor veriminin düşmesine sebep olur. Bu tür arızaların müşteriler tarafından fark edilmesi zordur.

Bu eksiklikleri gidermek için çalışmamızda, örnek alınan tarım traktörü üzerinde fiziksel özelliklerin ölçülmesi için sensörler bulunmaktadır (Şekil 2.7). Bu sensörlerden sıcaklık sensörü kaput altı sıcaklık ve motor suyu sıcaklığının ölçülmesi sağlar, lastik hava basıncı traktörün 4 lastiğindeki hava basınçları ölçülmesi sağlar, sıvı seviye sensörü yakıt deposundaki yakıt miktarının, genleşme tankındaki antifriz miktarının ve hidrolik yağ tankından bulunan yağ miktarının ölçülmesini sağlar. Hava emiş sensörü motora giden hava debisini ölçer. Bu ölçülen değerler, traktörün beyin olarak bilinen elektronik kontrol ünitesi gönderilir. Elektronik kontrol ünitesine gelen bilgiler, kendi sim kartı soketli elektronik kartımıza kablolar vasıtasıyla gönderilir. Elektronik kartta bulunan program yazılım sayesinde olması gereken değer ile sensörden gelen ölçüm değeri karşılaştırıldığında uygun ise problem yoktur. Ancak ölçülen değerlerin az ya da çok olması durumunda, bu hata kodu sim kartı haberleşme modülü ile müşteri telefonundaki mobil uygulamaya gönderilir.

2.2. Traktörler için Android Tabanlı Mobil Uygulama

1970’li yıllarda yaşanan sayısal devrim ile birlikte teknolojik yeniliklerin benimsenmesi ve yayılması, ulusların gelişmişliği açısından önemli bir yere sahip olmuştur. Bununla beraber bu süreç içerisinde mobil cihazlar, 1990’lı yılların başlarından itibaren gün geçtikçe artarak daha fazla kişiye ulaşmaktadır. Çok sayıda kullanıcısının olmasıyla birlikte de sundukları teknoloji sürekli değişmekte ve gelişmektedir. Mobil teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sonucunda geleneksel bilgisayar uygulamaları yerini mobil uygulamalara bırakmaya başlamıştır. Bu uygulamalar, mobil cihazlar sayesinde her zaman ve her yerde erişilip kullanılabilir niteliğe bürünmüştür. Ayrıca kişisel bilgilerin de işlenebilmesi sayesinde kullanıcılara özel, çok sayıda uygulama sunulabilmektedir (Özkoçak., 2016).

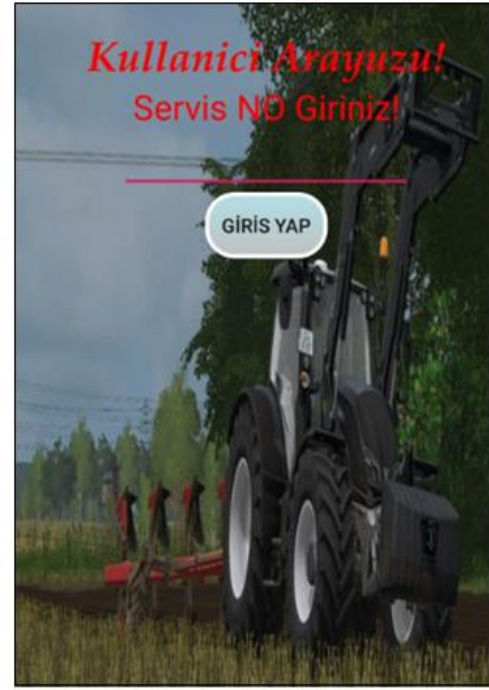
Mobil cihazlar dünyada internete erişmenin en hızlı yoludur. Cep telefonları mobil cihazların en popüler olanıdır. Cep telefonları küçük ve taşınabilir olması ve bununla beraber masaüstü bilgisayarların özelliklerinin eklenmesi ile akıllı telefonlar üretilmiştir. Akıllı telefonlar arama ve mesajlaşmanın haricinde ve internete bağlanabilmeleri sayesinde çok amaçlı hizmet verebilmektedirler. Akıllı telefonların özelliklerinden faydalanmak için yüksek işlemci performansı gerekmektedir. Bu sebeple bilgisayarlarda olduğu gibi akıllı telefonlarda da mobil işletim sistemleri kullanılmaktadır. Bu işletim sistemlerinden en çok kullanılanları Android, IOS, Microsoft Windows, Mac OS X ve Linux işletim sistemleridir.

Mobil teknoloji ile ilgili son araştırmalar, birçok internet kullanıcısının mail, sosyal medya, haber, spor ve bankacılık gibi işlemler için mobil cihazların kullanıldığını göstermiştir. Dünyada özellikle son 10 yıl içerisinde mobil cihazlarda kullanım masaüstü ve laptopa göre daha fazla artmıştır. Şirketler bu durumu avantaja çevirmeyi arzu etmektedir. Bu çalışmada da mobil uygulamanın sağlamış olduğu avantajlardan yararlanılmaktadır. Çalışma uygulamaya konulduğunda olası tasarım hatalarının geri besleme ile tasarım ofisine hızlıca ulaşması mümkün olabilecektir. Ayrıca servis, pazarlama ve müşterilerin talep ve önerileri de tasarım süreçlerine dâhil edilebilecektir.

Bu tez çalışmasında müşteri ve servisler için ayrı ayrı android tabanlı mobil uygulamalar sunulmuştur. Bu android tabanlı mobil uygulamaların içindeki ara yüzlerin tasarımı android stüdyo programı ile yapılmıştır. Bu tasarlanan mobil uygulamaları şirket müşteri ve servislerine sağlamaktadır. Bu şekilde şirket ürününü satmış olduğu her müşteri ile aralarında bir köprü kurmuş olur. Aynı şekilde servis ile şirket ve servis ile müşteri arasında ikili iletişimler de kurulur. Bu uygulamalar müşteri ya da servisin mobil telefon ya da tabletine kurulduktan sonra, kullanılmak istendiği zaman uygulamanın ilk giriş sayfasında müşteri için sahip olmuş olduğu traktör şase numarası ve servis için ise servis numarası istenir (Şekil 2.8).



a. Müşteri uygulaması

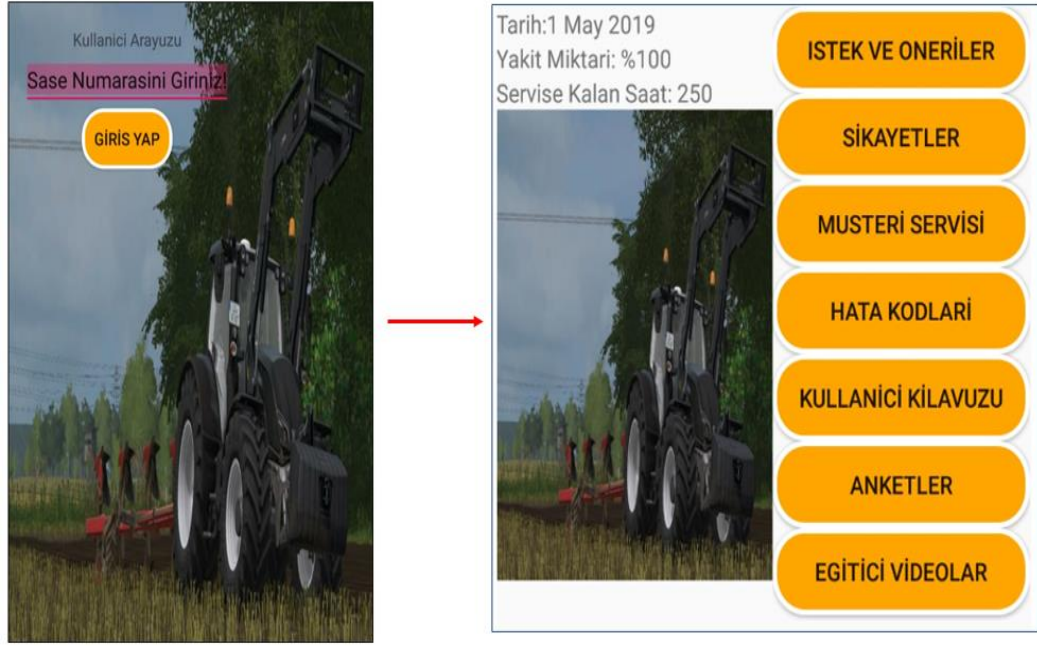


b. Servis uygulaması

Şekil 2.8. Android tabanlı mobil uygulamaların giriş sayfaları

2.2.1. Müşteri Mobil Uygulaması

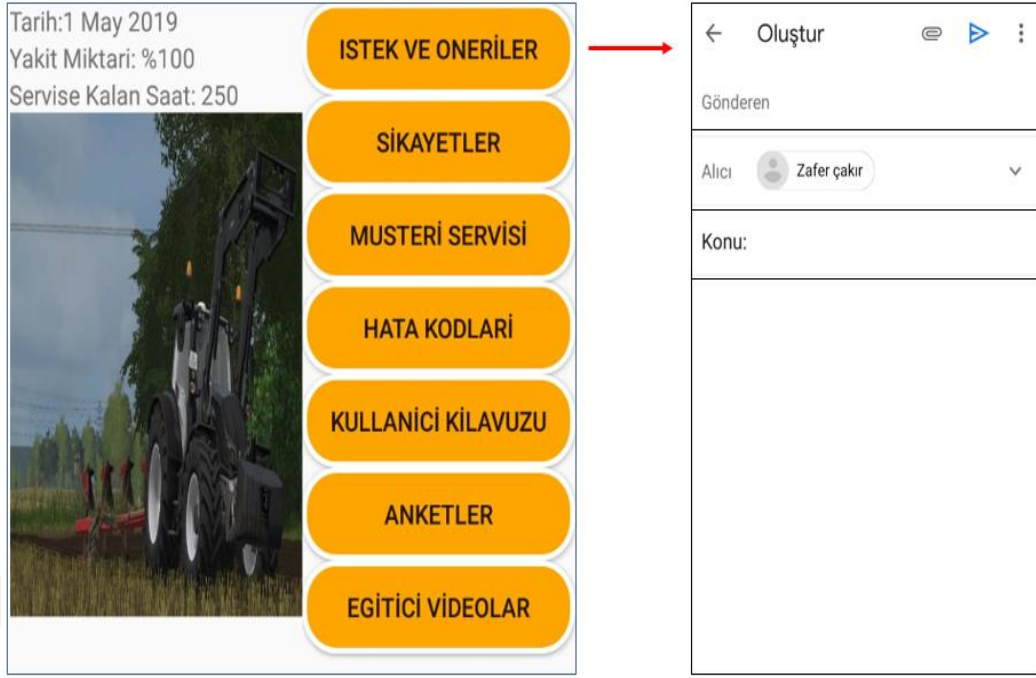
Müşteri uygulamasında müşteri traktörün şase numarası girdikten sonra o şase numarası için bir kullanıcı ara yüz oluşturulur. Bu kullanıcı ara yüz ana sayfasında mevcut ürün için talep ve şikâyetlerin iletilmesinin yanında, müşteri içinde birçok bilgi içerir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Müşteri mobil uygulamanın ana sayfası.

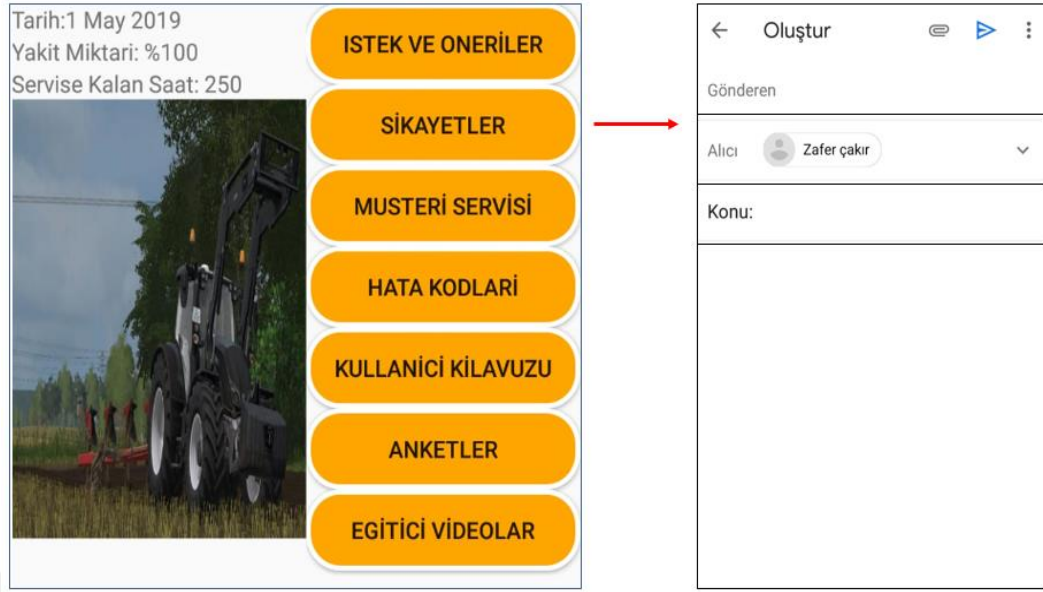
Uygulamanın ana sayfasının sol üst kısmında o günkü güncel tarih, traktörde kalan yakıt durumu ve traktörün servise kalan çalışma saatini göstermektedir. Traktörlerde ömür çalışma saati olarak ifade edilmektedir. Çalışma saati servis bakımı için gereken saate geldiğinde mobil uygulama müşteriyi bilgilendirmek için hatırlatma bildirimini gönderir. Aynı şekilde traktörün yakıt durumu için traktörün yakıt tankı kapasitesinin yüzde 25 altına düştüğünde uyarı bildirimini gönderilir ve devamında yakıt dolumu olmadığında yüzde 10 altına düştüğü zaman müşteriye tekrardan uyarı bir bildirim gönderilir. Bu şekilde müşteri gün içerisinde yoğun olduğu zamanlarda mobil uygulama sayesinde mevcut yakıt durumunu ve servis bakım zamanı kolayca öğrenebilecektir.

Müşteriler kullanmış oldukları traktörleri için edinmiş oldukları tecrübelerine istinaden şirketin mevcut ürünü hakkında uygulamanın ana sayfasından istek ve önerilerde bulunabilir. Bu şekilde şirket almış olduğu istek ve önerileri göre mevcut ürün üzerine tasarım geliştirme yapabilir. Bu istek ve öneriler aynı zamanda ileride yapılacak traktör projeleri için ön bir bilgi kaynağı olarak kullanılabilir. İstek ve öneri sayfasında alıcı olarak fabrika ve gönderen kısmı ise müşteri adresi, konu kısmı istek ve önerinin konusu yazılır. Alt kısımda ise istek ve önerinin açıklaması yazılır. Ayrıca bu sayfada müşteri resim ve videoda yükleyebilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Müşteri mobil uygulamanın istek ve öneriler sayfası.

Müşterilerin sahip olduğu traktörü kullanım esnasında müşterilerin hoşuna gitmeyen ve rahatsız oldukları durumlar olmaktadır. Bu durumlar müşterinin gözünde traktörün değerinin düşmesine sebep olmaktadır. Müşterilerin kullandığı traktörden rahatsızlık duyduğu ve şikâyet ettiği durumları müşteri mobil uygulama içindeki şikâyetler bölümünden resim ve video ekleyerek üretici şirkete gönderebilir. Bu şekilde üretici şirket mevcut ürünü hakkındaki şikâyetlerden doğru bir şekilde haberdar olur. Ayrıca bu şikâyetler üzerine şirketler mevcut ürünlerinde tasarım geliştirme yaklaşımı uygulayabilir. Burada mobil uygulamada şikâyetler için açılan sayfa istek ve önerilerdeki ile aynı şekildedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11.Müşteri mobil uygulamanın şikâyetler sayfası.

Müşteri mobil uygulama sayesinde müşteriler bağlı oldukları müşteri servisinin adres ve iletişim bilgilerini öğrenebilir. Aynı zamanda müşteri bağlı olduğu servisine SMS şekilde mesaj atabilir. Bu şekilde müşteri ile servis arasında iletişim kurulur (Şekil 2.12).

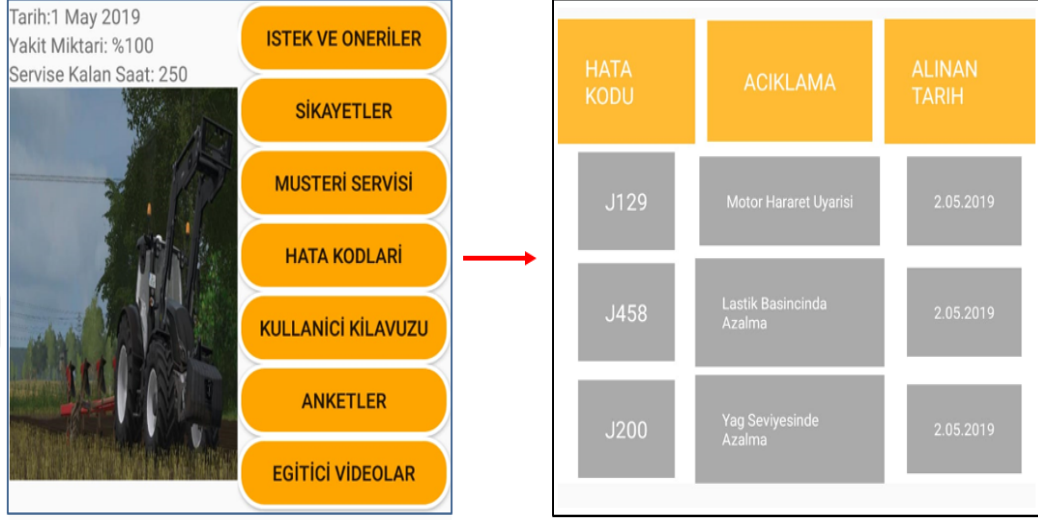


Şekil

2.12.Müşteri mobil uygulamanın müşteri servisi sayfası.

Traktörün kullanım ömrü boyunca müşterinin anlık olarak fark edemeyeceği arıza veya hasarlar meydana gelmekte olup, sonucunda müşteriye yüklü miktar maliyet bindirmektedir. Bu durumları minimuma indirebilmek için traktör üzerinde birçok

sensör bulunmaktadır. Bu sensörler gelen bilgiler, yeni tasarlanan sim kart soketli elektronik karttaki yazılımdaki istenen değer aralıkları ile karşılaştırılır ve istenen değer aralıklarının altında ya da üstünde ise müşteriye uyarı mesajı gönderilir (Şekil 2.13).



| HATA KODU | ACIKLAMA | ALINAN TARİH |
|-----------|--------------------------|--------------|
| J129 | Motor Hararet Uyarisi | 2.05.2019 |
| J458 | Lastik Basincinda Azalma | 2.05.2019 |
| J200 | Yag Seviyesinde Azalma | 2.05.2019 |

Şekil 2.13. Müşteri mobil uygulamanın hata kodları sayfası.

Müşteriler kullanmış oldukları traktörler hakkındaki tüm bilgilere sahip olmayabilirler. Bu bilgilere ihtiyaç olduğu zaman şirketin sağlamış olduğu kullanıcı kılavuzundan ulaşılabilir. Tasarlanan müşteri mobil uygulama içinde kullanmış oldukları traktörün kullanıcı kılavuzu bulunmaktadır. Bu sayede müşteriler istediği zaman ve yerde gereken bilgilere ulaşabilmektedirler (Şekil 2.14).



Şekil 2.14.Müşteri mobil uygulamanın kullanıcı kılavuzu sayfası.

Şirketin piyasadaki mevcut ürünleri hakkında geri bildirim alma yollarından biri müşteri memnuniyeti anketleridir. Traktörün çalışma saati 300, 500 ve 1000 saate geldiğinde mobil uygulama tanımlanmış kullanıcıdan hazırlanmış anketi doldurmasını istemektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15.Müşteri mobil uygulamanın anketler sayfası.

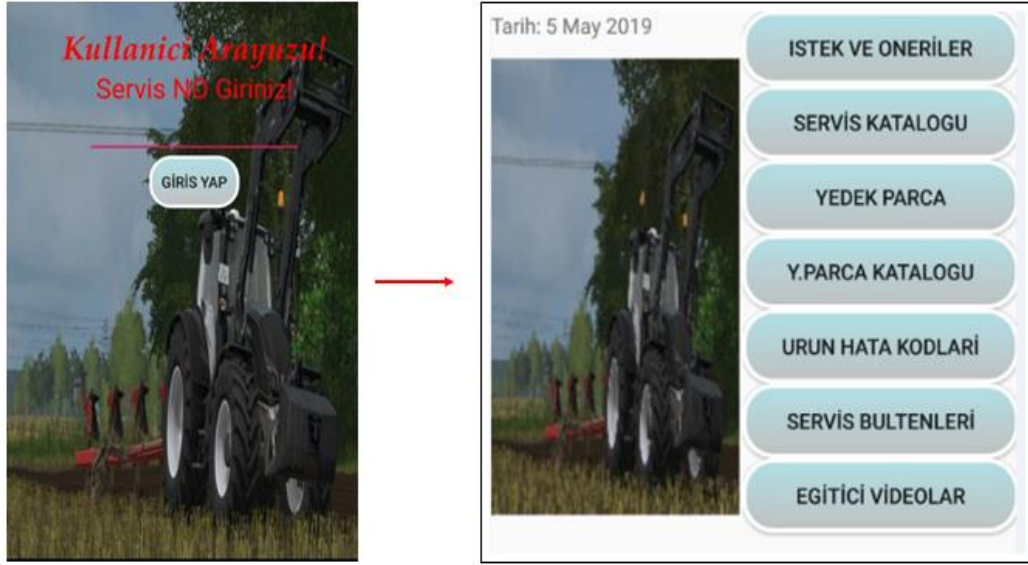
Şirketlerin satmış oldukları ürün veya hizmetler konusunda müşterileri sürekli eğitmesi ve bilgilendirmesi gerekmektedir. Bu konuda müşterilere kendi sahip olduğu traktör ya da o şirkette bulunan diğer traktörler hakkında bilgi sahibi olması için müşteri mobil uygulaması içinde bulunan eğitici videolar kısmında tanıtıcı ve bilgilendirici videolar bulunmaktadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16.Müşteri mobil uygulamanın eğitici videolar sayfası.

2.2.2. Servis Mobil Uygulaması

Servis mobil uygulamasında yetkili servis kendisine atanan servis numarası girdikten sonra kendisi için bir kullanıcı ara yüz oluşturulur. Bu kullanıcı ara yüz sayesinde yetkili servis fabrikaya istek ve önerilerde bulunmasının yanında, kendisi için birçok eğitici bilgi ile video bulabilir (Şekil 2.17).



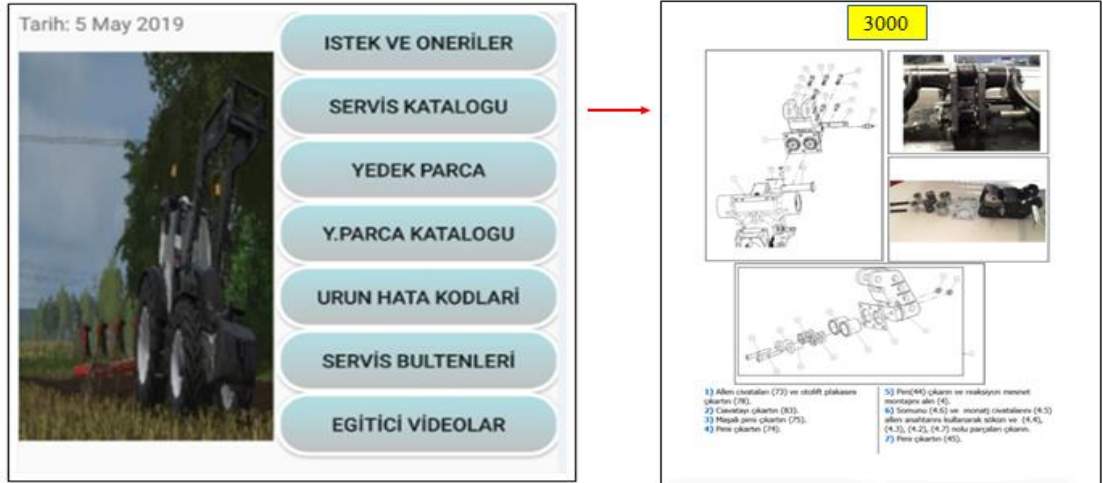
Şekil 2.17. Servis mobil uygulamanın ana sayfası.

Müşteri servislerinin fabrikaya göre müşteriler ile daha yakın olmaları, mevcut traktörler üzerinde parça değişimleri yapmaları, fabrikada oluşan montaj hatalarından kaynaklanan problemler ile karşılaşmaları gibi durumlarda edindikleri tecrübelerle istinaden şirketin mevcut traktörleri hakkında uygulamanın ana sayfasından istek ve önerilerde bulunabilir. Bu şekilde şirket almış olduğu istek ve önerilere göre mevcut traktörler üzerinde serviste montajı kolaylaştıracak ve işçiliği düşürecek çalışmalar yapabilirler. İstek ve öneri sayfasında alıcı olarak fabrika ve gönderen kısmı ise servis adresi, konu kısmı istek ve önerinin konusu yazılır. Alt kısımda ise istek ve önerinin açıklaması yazılır. Ayrıca bu sayfada servis resim ve videoda yükleyebilir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Servis mobil uygulamanın istek ve öneriler sayfası.

Servisler her bir traktörde bulunan büyük kompleks parçaların toplanması için alt parçaların montaj sırasını ya da parçalarının doğru bir şekilde nasıl montaj edileceğini bilmeyebilirler. Bu yüzden servisler bu tarz bilgilere ihtiyaç olduğu zaman şirketin sağlamış olduğu servis kataloglarından ulaşabilmektedirler. Tasarlanan servis mobil uygulamada servis katalogundan traktör modeli (örnek:3000) seçilerek o model ile ilgili servis kataloguna kolayca erişebilmektedirler (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Servis mobil uygulamanın servis katalogu sayfası.

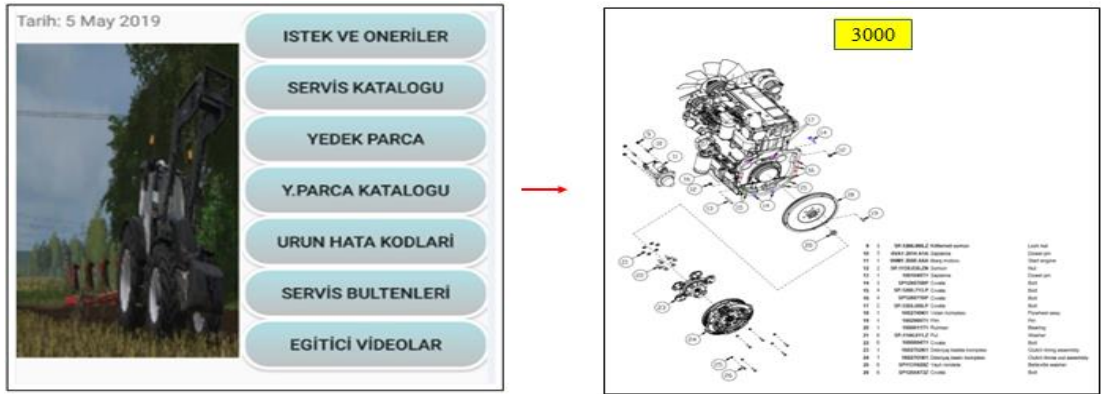
Müşteri servisleri mevcut traktörler üzerinde hasar görmüş veya kırılmış parçaların temini için yedek parçaya ihtiyaç duyarlar. Müşterinin traktörünü serviste uzun süre bekletmemek için yedek parça temini önem arz etmektedir. Tasarlanan servis mobil

uygulama içinde yedek parça kısmında yedek parça bayi ile fabrikadaki yedek parça sorumlusunun adres ve iletişim bilgileri bulunmaktadır. Ayrıca hızlı iletişime geçmek amacıyla her ikisi içinde hızlı ara butonları bulunmaktadır (Şekil 2.20).



Şekil 2.20. Servis mobil uygulamanın yedek parça sayfası.

Müşteri servisleri bu menüden servisi olduğu markaya ait traktör modelini seçerek yedek parça kataloguna ulaşırlar ve böylece yedek parça ile ilgili tüm bilgileri elde edebilirler (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Servis mobil uygulamanın yedek parça katalog sayfası.

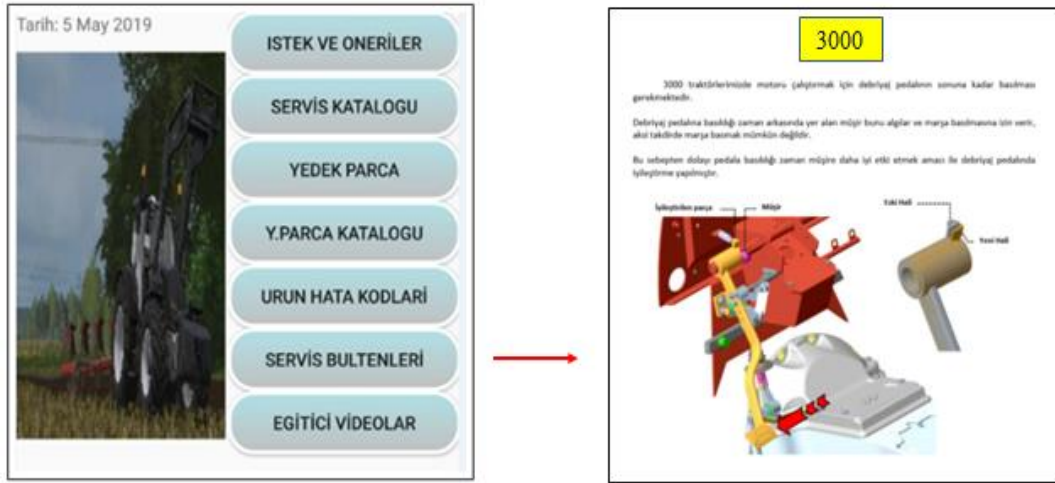
Servisler kendilerine bağlı traktörlerde oluşan hata kodlarını görmek istediği zaman, servis mobil uygulama içindeki ürün hata kodları sayfası tıklanır. Daha sonra gelen sayfada bakmak istediği traktörün şase numarası girilir. Bu şase numarasında oluşan

tüm hata kodları listelenir. Böylece o traktör ile ilgili tüm arızalardan haberdar olunur (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Servis mobil uygulamanın ürün hata kodları sayfası.

Sahadan gelen şikâyetler üzerine mevcut traktörler ile ilgili olarak fabrikanın tasarım bölüm tarafından yapılan tasarım değişikliği, o zaman kadar üretilmiş olan traktörler için uygulanmak istediğın zaman traktörler servislere çağrılır. Burada yapılan değişikliğin anlatıldığı bültenler fabrika tarafından servislere gönderilir. Servisler bu bültenlere göre traktör üzerinde değişikliklerini yaparlar. Tasarlanan servis mobil uygulama içindeki servis bültenleri kısmından traktör modeli (örnek:3000) seçerek o model ile ilgili servis bültenlerini getirmektedir. Bu sayede servis istediğın zaman ve yerde gereken bilgilere ulaşabilirler (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Servis mobil uygulamanın servis bültenleri sayfası

Şirketlerin müşterileri yanı sıra servislerini de sürekli eğitmesi gerekmektedir. Çünkü bir şirketin piyasadaki tercih edilme sebeplerinde biri de müşteri servislerinin iyi olmasından geçer. Buna katkı sağlamak için servis mobil uygulaması içinde eğitici videolar bulunmaktadır. Bu sayfaya mevcut traktörler için fabrikada montaj edilen ve yan hazırlığı olan parçaların, bu işlemleri yapılırken çekilmiş videoları yüklenmiştir. Servisin bu videolar sayesinde daha doğru çalışması sağlanır (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Servis mobil uygulamanın eğitici videolar sayfası.

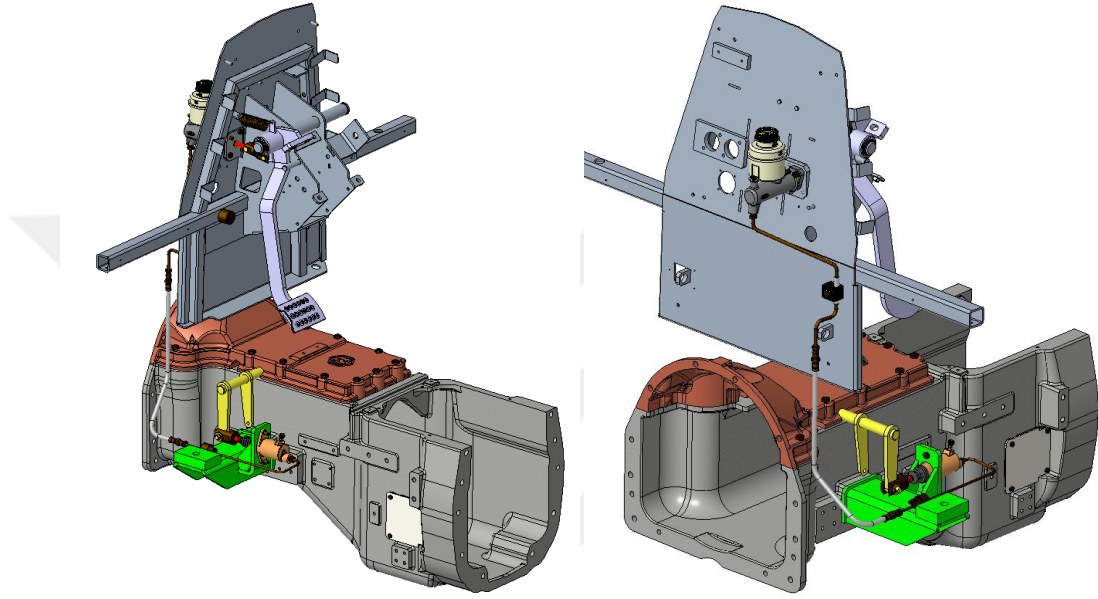
BÖLÜM 3. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Diğer endüstriyel ürünler gibi traktörlerde tasarım, üretim-montaj ve kalite kontrol süreçleri sonunda kullanıcıya ulaşmaktadır. Bu süreçlerin bir veya birkaçında gerçekleşen hatalı işlemler sonucu traktörün çalışma periyotunda arızalar ortaya çıkabilir. Bu tür durumlarda sürece ilgili ürünün servis istasyonları dahil olur. Ancak hiçbir arıza ortaya çıkmasa bile ergonomi başta olmak üzere müşteri talepleri ve servis önerilerinin dikkate alınması gerekir. Esasen ürünün iyileştirilmesi ve böylece rekabet şansının artması bakımından arızaların olabildiğince hızlı giderilmesi ve taleplerin karşılanması önemlidir. Önceki bölümlerde mobil uygulamanın gerek müşteri menüsünü gerekse servis menüsünü kullanarak söz konusu işlemlerin nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde uygulamada müşterinin ergonomik talebi olarak karşımıza çıkan iki problem geliştirilen yaklaşım dikkate alınarak çözümlenmiştir. Burada söz konusu talepler ve bunlara ilişkin olarak yapılan tasarım geliştirme çalışmaları uygulama örneği olarak anlatılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında, örnek alınan tarım traktörü için müşteri ve servislerden gelen talepler ve şikayetler doğrultusunda çalışmalar yürütüldü. Ulaşan birçok talebin analizi sonucu ergonomi ile ilgili iki talep derinlemesine incelemeye değer bulundu ve bunlarla ilgili tasarım değişikliğine gidilmesine karar verildi. Bunlardan biri debriyaj sistemi, diğeri ise direksiyon altı shuttle kolunun mevcut konumudur. Bu iki sistem için yapılan tasarım geliştirme çalışmaları aşağıda detaylı olarak anlatılmaktadır

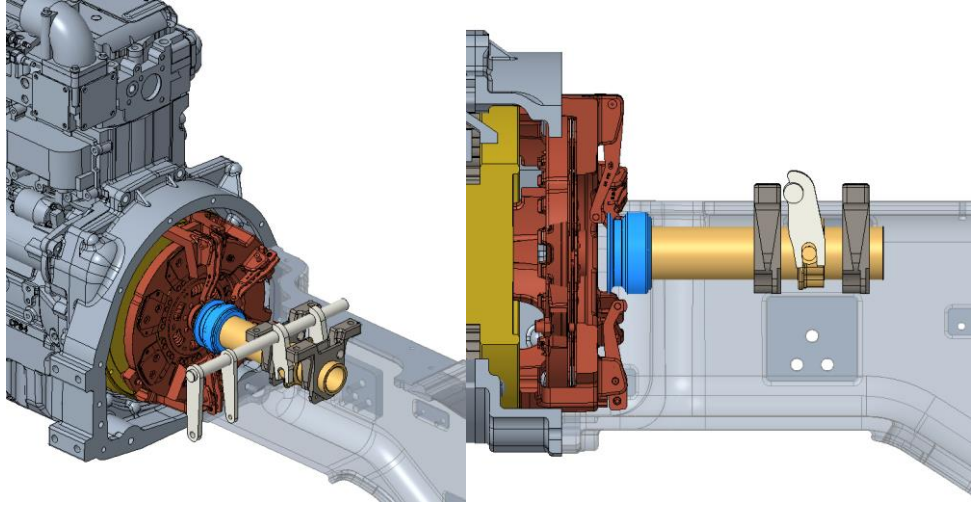
Traktörün en önemli ana organlarından biri, debriyaj (kavrama) sistemidir. Debriyaj, hareket iletiminde de önemli bir elemandır. Aynı zamanda dönen bir parçanın hareketinin kontrollü bir şekilde iletilmesinde sorumludur. Güç aktarma sisteminin bir parçası olan debriyaj, taşıt performansında doğrudan etkilidir. Debriyaj, traktör motoru ile şanzıman dişlileri ve tahrik tekerlekleri arasındaki irtibatı sağlamak ya da ayırmak için kullanılan bir mekanizma olup, motordan üretilen torku sürtünme ile gücü

iletmeektir. Aktarılan tork anında alabilmesi ve herhangi 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 bazılarıdır (Motorlu Araçlar Teknolojisi, 2013), (Traktör ve Yapı Elamanları, 2015) .



Şekil 3.1.Hidrolik debriyaj sistemi.

Bu çalışmada örnek alınan tarım traktörünün debriyaj sistemi hidroliktir. Hidrolik debriyaj sistemi debriyaj pedalı ve yayı, debriyaj üst silindir çatalı, debriyaj üst ve alt silindiri, debriyaj alt silindir çatalı ve bağlantı elemanlarından (cıvata, somun, hortum vs.) oluşmaktadır (Şekil 3.1). Debriyaja basıldığında pedal bağlı debriyaj silindir çatalına montajlı olan debriyaj üst silindiri itme çubuğu ile silindir içindeki yağa hareket kazandırır. Sıkıştırılan yağ hortumlar sayesinde debriyaj alt silindirine iletilerek, debriyaj alt silindir çatalı hareket ettirilir. Bu hareket vasıtasıyla transmisyon içinde yer alan manşon sistemine bağlı debriyaj çatalı hareket ettirilir. Böylece kavrama gerçekleştirilmiş olur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Transmisyon içinde manşon sistemi.

Bu tarım traktör ile ilgili olarak müşteri mobil uygulama yoluyla hidrolik debriyaj sistemi hakkında şikâyetler gelmektedir. Bu şikâyetler genellikle “ traktör seyir halindeyken debriyajın boşa çıktığı ve de tutmadığı” şeklinde birçok kullanıcıdan şikâyet gelmektedir. Hatta bazı kullanıcıların bu şikâyet yüzünden kaza yaptığını dile getirmişlerdir (Şekil 3.3).

Konu: Debriyaj boşalma problemi

Gelen kutusu



osman vize

3 May



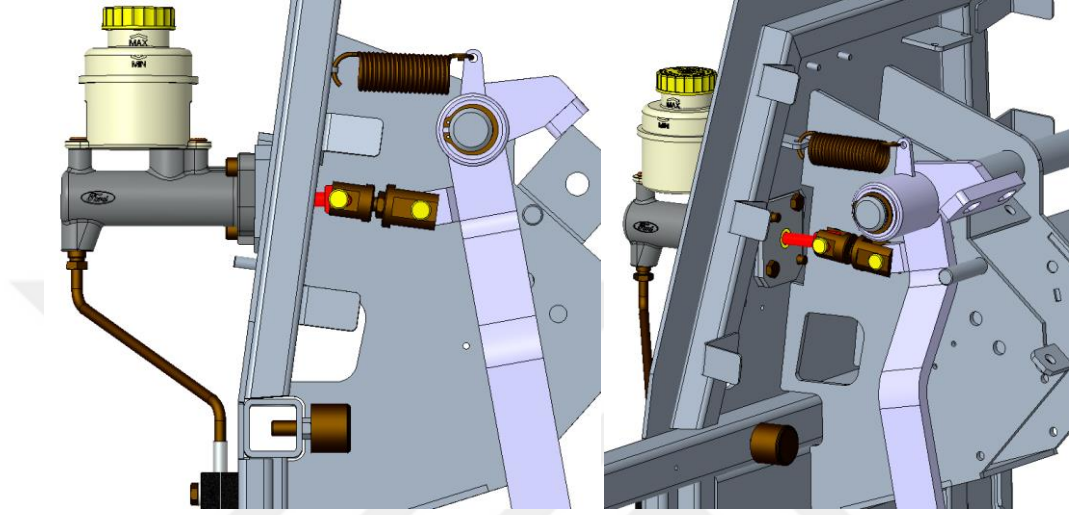
alıcı: ben

Kullanmış olduğum kabinli traktörümde kullanım esnasında debriyaj boşalıyor ve tutmuyor. Servis ile bu konuyu paylaştım. Ancak servis müdahale etse de yine aynı şekilde problem devam etmektedir. Geçen gün camiye giderken debriyaj yüzünden kaza yaptım. Bu probleme acil olarak çözüm bulunmasını istiyorum.

Şekil 3.3. Müşteri mobil uygulamadan gelen debriyaj şikâyeti.

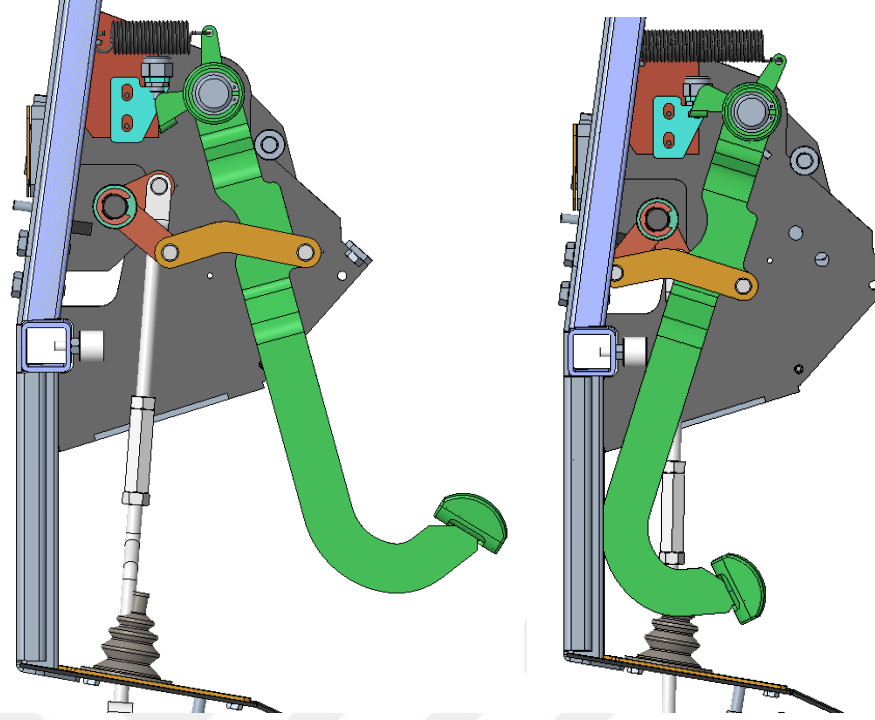
Bu önemli şikâyetler satış sonrası hizmetler departmanı, üretim departmanı, final kalite departmanı ve tasarım departmanı tarafından incelenmiştir. Bu konu üzerine incelemeler sonucunda, problemin kaynakları olarak hidrolik sistem içerisinde havanın tahliye edilememesi, debriyaj pedalına bağlı debriyaj silindir çatalı ayarının

üretim esnasında operatör tarafından unutulması veya ayarın yapılmasının zor olması tarzında sorunlar belirlenmiştir. Bu sorunlar sebebiyle üst debriyaj silindirin giriş portundaki yağ, debriyaj üst silindir itme çubuğunun arkasında kalmakta olduğundan pedalının boşaltmasına ve baskı ile balatanın ayrılmasını engellemektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Kabin içerisinde hidrolik debriyaj sistemi.

Bu tarım traktörü için müşterilerden gelen şikayetler üzerine, mevcut traktörde bulunan hidrolik debriyaj yerine, çubuklu debriyaj mekanizması tasarlanmıştır. Tasarlanan çubuklu debriyaj sisteminde hareket iletimi mekanik olarak çubuklar vasıtasıyla yapılmaktadır. Debriyaj sisteminde ilk hareket kullanıcının vites değiştirmek için debriyaj pedalına basması ile gerçekleşir ve hareket iki adet lastik stoper ile sınırlandırılmaktadır. Debriyaj pedalı bu iki stoper arasında strok yapmaktadır (Şekil 3.5).

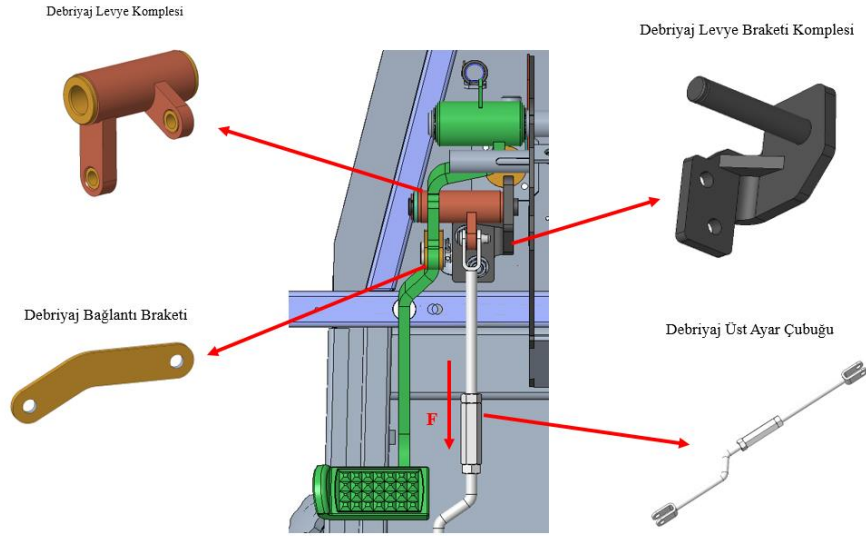


a. Debriyaj pedalının ilk konumu

b. Debriyaj pedalının son konumu.

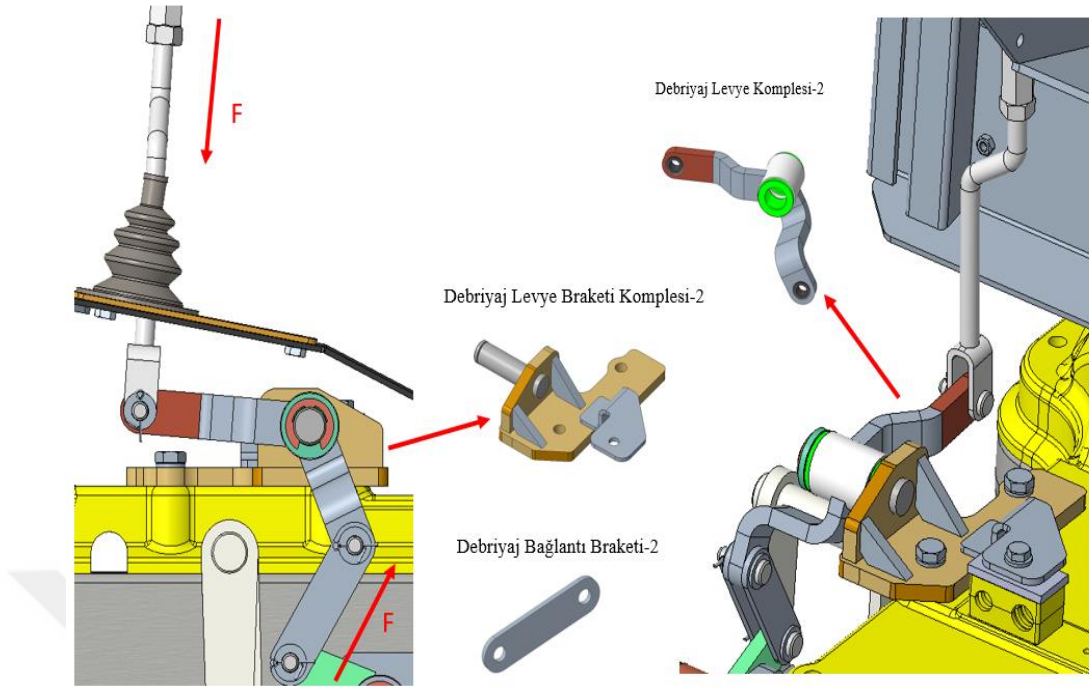
Şekil 3.5. Çubuklu debriyaj mekanizmasındaki debriyaj pedalının hareketi.

Tasarlanan çubuklu debriyaj sisteminde dört adet yataklama bölgesi vardır. Bu yataklama bölgelerinde kullanıcının ayağı ile bastığı kuvvetin değeri ve yönü değişmektedir. Birinci yataklama bölgesinde, kabine montaj edilen debriyaj levye braketi kompleksi üzerindeki milde hareket edebilen debriyaj levye kompleksi bulunmaktadır. Bu debriyaj levye kompleksinin bir tarafı debriyaj bağlantı braketi ile debriyaj pedalına, diğer tarafı ise debriyaj üst ayar çubuğuna pimler ile montaj edilir. Kullanıcının ayağı ile bastığı kuvvet, debriyaj levye kompleksi ile aşağı yöne aktarılır (Şekil 3.6).



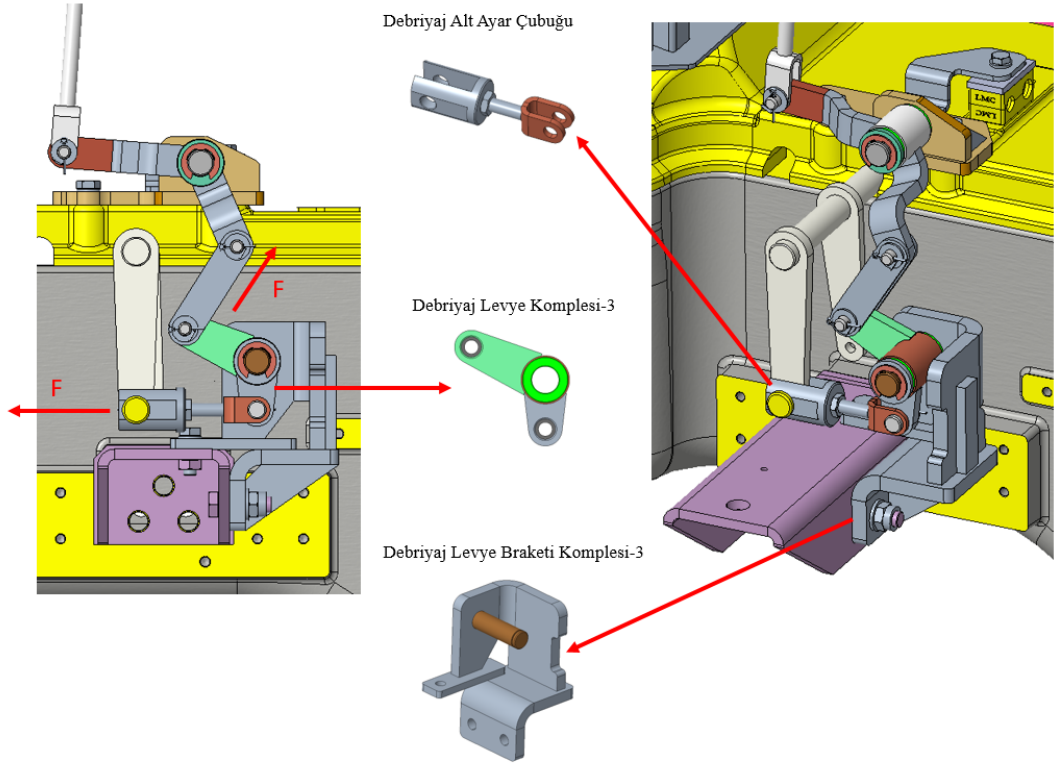
Şekil 3.6. Çubuklu debriyajın birinci yataklama bölgesi.

İkinci yataklama bölgesinde, ara gövde üst kapağına montaj edilen debriyaj levye braketi kompleksi-2 üzerindeki milde debriyaj levye kompleksi-2 bulunmaktadır. Bu debriyaj levye kompleksi-2 parçasının bir ucu debriyaj bağlantı braketi-2 parçasına, diğer ucu ise debriyaj üst ayar çubuğuna pimler ile montaj edilir. Birinci yataklama bölgesi ile ikinci yataklama bölgesi arasındaki debriyaj üst ayar çubuğu ile traktör üretim hattından çıktıktan sonra, debriyaj boşluğu ayarlanmaktadır. Birinci yataklama bölgesinde gelen kuvvet (F)'in yönü ve değeri değişmektedir. Ayrıca bu kuvvet (F) üçüncü yataklama bölgesine aktarılmaktadır (Şekil 3.7).



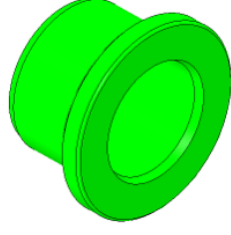
Şekil 3.7. Çubuklu debriyajın ikinci yataklama bölgesi.

Üçüncü yataklama bölgesinde, ara gövdeye bağlı kabin alt ayağına montaj edilen debriyaj levye braketi kompleksi-3 üzerindeki milde debriyaj levye kompleksi-3 bulunmaktadır. Bu debriyaj levye kompleksi-3 parçasının bir ucu debriyaj bağlantı braketi-2 parçasına, diğer ucu ise debriyaj alt ayar çubuğuna pimler ile montaj edilir. İkinci yataklama bölgesinde gelen kuvvet (F)'in yönü ve değeri değişmektedir. Bu kuvvet manşon sistemine bağlı debriyaj çatalının açılmasını sağlar (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çubuklu debriyajın üçüncü yataklama bölgesi.

Debriyaj alt ayar çubuğu, manşon sistemine bağlı debriyaj çatalı ile diğer çubuklu debriyaj parçalarının arasındaki hassas ayarın yapılması konusunda fabrikaya montaj kolaylığı sağlar. Çünkü çubuklu debriyaj parçaları teknik resimlerde istenen toleransların içinde gelmediği durumlar, debriyaj alt çubuğunun merkezden merkeze olan boyunu uzatılarak ya da kısaltılarak parça üzerinde hatalı gelen ölçülerin tolere edilmesi sağlanır. Şuana kadar anlatılan üç yataklama bölgesinde kullanılan debriyaj levye komplelerinde pul ve segman ile debriyaj levye braket komplelerine montaj edilmektedir. Ayrıca debriyaj levye kompleleri içinde metal metale teması önlemek için teflon burçlar kullanılır. Aynı şekilde debriyaj levye komplelerinin diğer parçalar ile montajında pim kullanıldığı için metal metale teması önlemek için plastik burçlar kullanılır (Şekil 3.9).



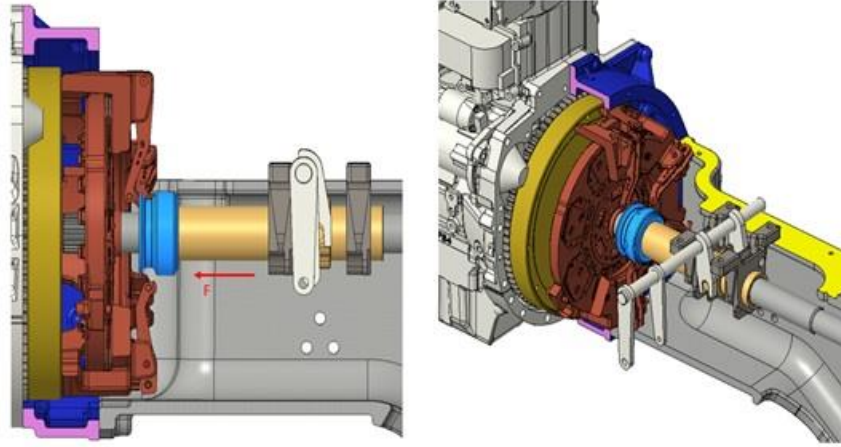
a. Teflon Burç.



b. Plastik Burç

Şekil 3.9. Çubuklu debriyajda kullanılan burçlar

Çubuklu debriyajda olduğu gibi, hidrolik debriyaj sistemi içinde debriyaj çatalı manşon sistemine bağlı durumdadır. Bu iki sistemin dördüncü yataklama bölgesindeki tek farkı debriyaj çatalına gelen kuvvetin iletim şeklidir. Dördüncü yataklama bölgesinde, manşon sistemi ara gövdeye bağlı, debriyaj mili ise (frezeli göbek kısmından) baskı-balataya bağlı durumdadır. Bu durumda çubuklu debriyaj mekanizması için debriyaj pedalına sonuna kadar basıldığında, hareket iletimi çubuklar vasıtasıyla yapılarak, manşon sistemine bağlı debriyaj çatalı dönme hareketi yapar. Bu dönme hareketi (kuvvet) debriyaj çatalı vasıtasıyla öteleme hareketine çevrilir (Şekil 3.10). 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 sürtüş ergonomisinin arttırılmasını sağlamaktadır.



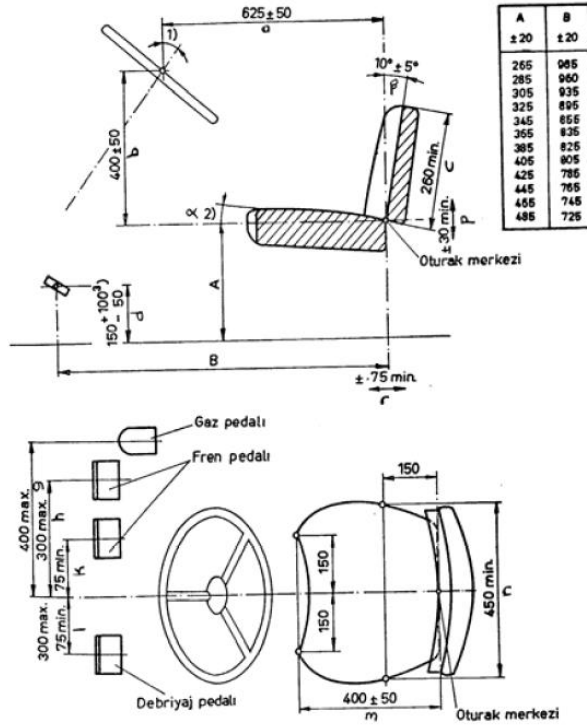
Şekil 3.10. Çubuklu debriyajın dördüncü yataklama bölgesi.

3.1.1. Debriyaj pedalının ergonomosinin incelenmesi

Üretilen ve kullanıma sunulan her şey insan içindir. İnsanların kullandığı her türlü alet, araç ve gerecin en etkin bir şekilde kullanılıp hizmete sunulması için onları kullananların, duruş, oturuş, genel sağlık, güvenlik, alete hakim olma ve sisteme uyum konularının dikkate alınması gerekir. Tarım traktörlerinin kullanımında da sürücü oturma yeri ve kumanda organlarının her kullanıcıya uygun olması gereklidir. İnsan vücudunun zorlanarak kumanda organlarına ulaşması, sürücünün algılanmasını zorlaştırmakta, zihinsel ve fiziksel iş yükünü artırarak sistem içindeki iş başarısını olumsuz olarak etkilemektedir. İnsanın zihinsel ve fiziksel sağlığının korunması için toplumların kendi antropometrik ölçülerine uygun tasarımların yapılması zorunludur (Koçtürk & Avcıoğlu, 2006).

Sürücü ile çalışma ortamı arasındaki ilişkilerin incelenmesinde belirli bir kıyaslama noktası gereklidir. Tüm veriler bu noktaya göre belirlenmektedir. Yerleşim ile ilgili ergonomik çalışmalarda, bu amaçla, “Oturak Merkezi (OM)’den yararlanılmaktadır. Traktörün kumanda organlarının konumu, oturak merkezine göre değerlendirilmektedir. Oturak merkezinin yerinin belirgin bir şekilde tanımlanabilmesi için TSE tarafından standart belirlenmiştir. TS 10279 nolu bu standardın uluslararası karşılığı ISO 5353’tür. Bu standartlara göre özel bir düzen yardımıyla oturak merkezinin konumu belirlenebilmektedir. Ayrıca traktörün kumanda organlarının yerleşim ölçüleri ISO 4253’de özetlenmiştir. Bu standattan

yararlanılarak hazırlanan TSE 4378’de de tarım traktörlerinde sürücü oturağı boyutları verilmektedir. Şekil 3.11’de traktör kumanda organları, oturak merkezine göre, yerleşim ve boyut ölçüleri olarak verilmektedir (Koçtürk & Avcıoğlu, 2006).



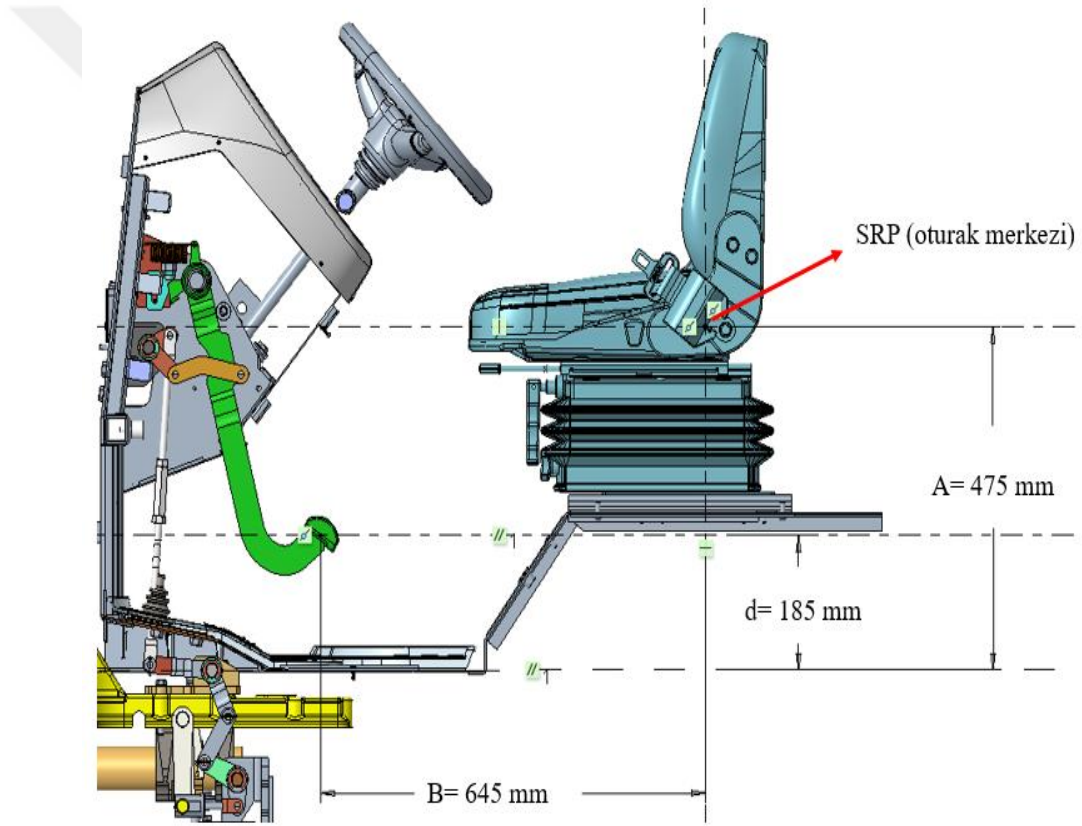
Şekil 3.11. Tarım traktörlerinde sürücü oturağı boyutları (Koçtürk,2006).

Yukarı gösterilen Şekil 3.11 ‘deki harflerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

- a: Direksiyon merkezinin oturak merkezine olan uzaklığı
- b: Direksiyon merkezinin oturak merkezi ekseninden yüksekliği
- c: Koltuk arkası yüksekliği
- d: Pedalların traktör alt döşemesinden yüksekliği (K: Kavrama, F: Fren)
- A: Oturma yerinin yüksekliği
- B: Oturma yerinin pedallara uzaklığı (K: Kavrama, F: Fren)
- g: Gaz pedalının, oturak merkezine olan yatay uzaklığı
- h, k: Fren pedalının oturak merkezine, yatay uzaklığı
- l: Debriyaj pedalının, oturak merkezine yatay uzaklığı
- m: Oturak uzunluğu
- n: Oturak genişliği

- p: Düşey ayar
r: Yatay ayar
 α : Oturakın yatay eksene göre açısı
 β : Koltuk arkasının düşey eksene göre açısı

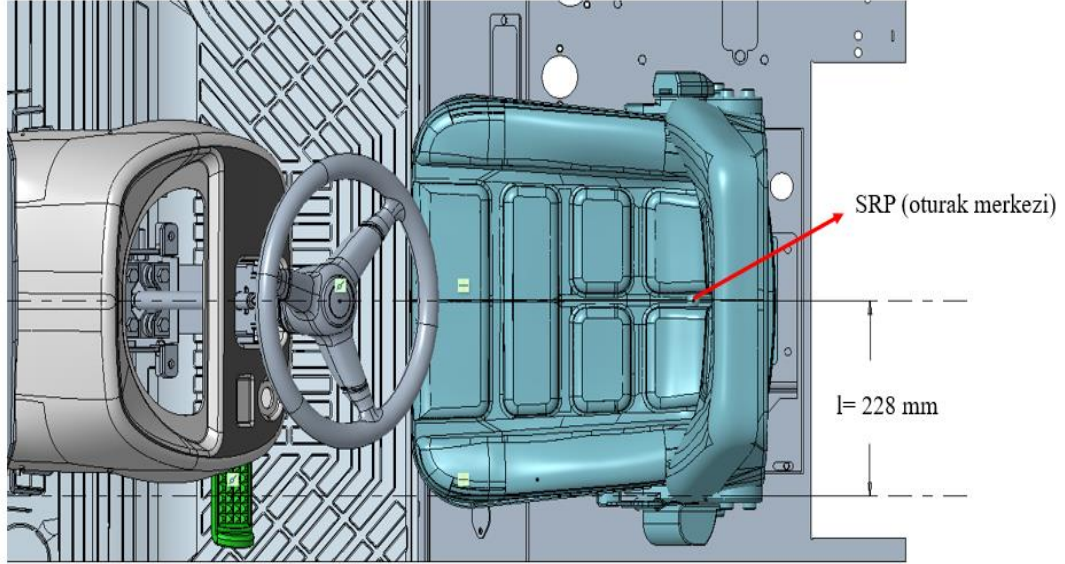
Bu çalışmada baz alınan tarım traktöründe tasarlanan çubuklu debriyaj sistemindeki debriyaj pedalının ilk konumdaki ergonomisi incelenmiştir. Burada debriyaj pedalının koltuğun SRP (oturak merkezi) noktasına olan uzaklıkları belirlenmiş ve TSE 3478'de öngörülen değerler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 3.12, 3.13).



Şekil 3.12. Debriyaj pedalının ergonomi ölçülerinin belirlenmesi (yanda bakış).

A ve B ölçülerinin bulunduğu tablo incelendiğinde A ölçüsü 475 mm durumdayken B ölçüsünün değeri 735 mm olmalıdır. A ölçüsü ergonomi ölçüleri içinde olmasına rağmen, B ölçüsü 645 mm olduğu için ergonomi ölçülerinin dışındadır. Bunun yanında d ölçüsü 185 mm olup, istenen değer 100 ile 250 arasında olduğu için ergonomik olarak uygundur. Debriyaj pedalı için bakılması gereken son I ölçüsü 228 mm'dir. Bu

I ölçüsü için istenen min. değer 75 mm ve max. değer 300 mm olduğu için ergonomi açısından uygundur. Özetlersek debriyaj pedalı için ergonomik değerlerinde dışında olan tek ölçü B ölçüsüdür.



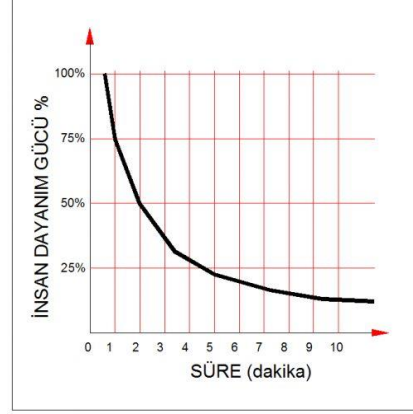
Şekil 3.13. Debriyaj pedalı için ergonomi ölçülerinin belirlenmesi (üstten bakış).

3.1.2. Debriyaj pedalına kullanıcı tarafından basılan kuvvetin hesaplanması

Sürücü, fiziksel gücünü statik ve dinamik işlerin yapılmasında kullanmaktadır. Dümenleme, yürüme organları ve iş makinelerinin çalıştırılması için gerekli kol ve pedallara dinamik kuvvet uygulanmaktadır. Ayrıca, kendisini dik olarak tutmak, el ve ayaklarını da çeşitli komuta kolları üzerinde sabit olarak bulundurmak için statik kuvvet harcamaktadır. Sürücünün ölçüleri, çalışma konumu, uygulayacağı kuvvet ve hareket alanları konstrüksiyonda göz önüne alınarak, adalelerin, eklem yerlerinin ve kan dolaşımı sisteminin gereksiz yüklenmelerinden kaçınılmalıdır (A. A. , 2017).

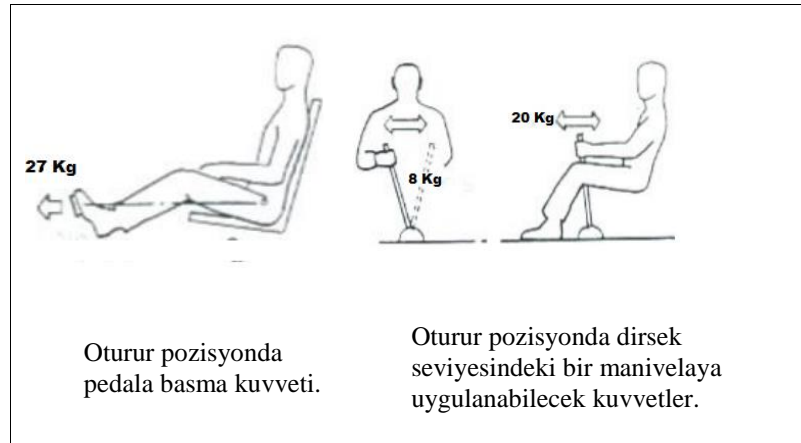
Çok güçlü bir adamın kasları anlık olarak 450 kilogramlık kuvvet uygulayabilir. Ancak bu güç sürekli olamaz. İnsan gücü zamana bağlı olarak ani düşüş gösterir ve yaklaşık 10 dakika sonra dayanma gücü 10-15% seviyelerine kadar geriler (Şekil 3.14). Genelde bayanların gücü erkeklerin gücünün yaklaşık 2/3 ü oranındadır. Güç yaş ile de değişir. Normal şartlarda (hastalık, sakatlık vs. yoksa) insanlar 25-30 yaşları arasında maksimum güce sahiptir. (“Ergonomi Notları”, erişim 19 Mayıs,2019, <http://www.muhendislikbilgileri.com>).

Ayrıca insan gücünü bulunduğu ortam sıcaklığı, bulunduğu konumdaki rakım yüksekliği ve insanın duygusal durumları da etkileyebilir.



Şekil 3.14.İnsan gücünün zamana bağlı değişimi)

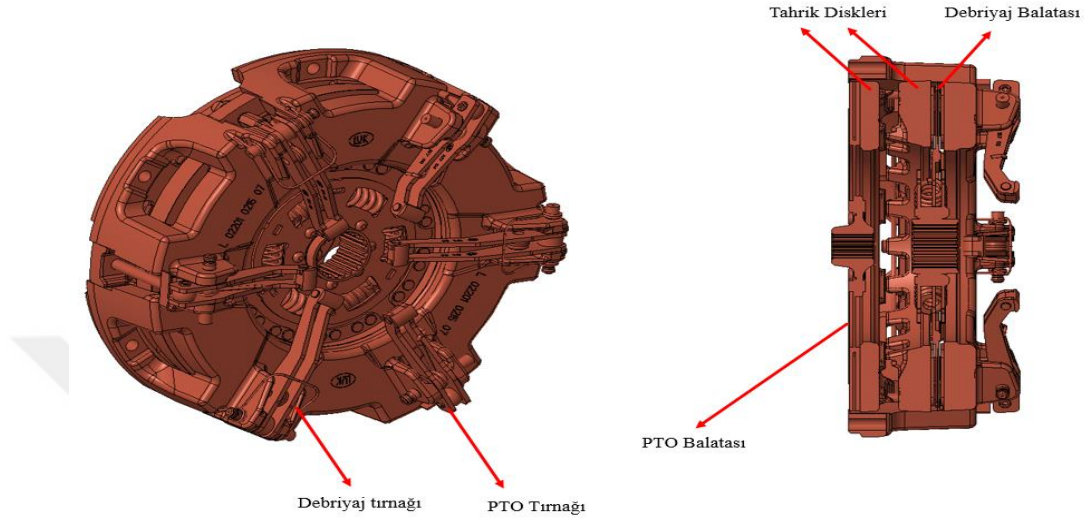
Kol ve bacakların pozisyonu ile aktarılabilecek kuvvetin yönü insanın uygulayabileceği kuvvetin büyüklüğünü belirler. Maksimum bacak kuvveti, bacak dizden hafif bükülmüş pozisyonda iken uygulanabilir. Maksimum kol kuvveti, kol omuz seviyesinde iterken uygulanabilir. Şekil 3.15’de yetişkin bir erkeğin belli pozisyonlarda uygulayabileceği kuvvetler verilmiştir (“Ergonomi Notları”, erişim 19 Mayıs,2019, <http://www.muhendislikbilgileri.com>).



Şekil 3.15.Yetişkin bir erkeğin oturur pozisyonda uygulayabileceği kuvvetler.

Bu çalışmada, örnek alınan tarım traktörü için tasarlanan çubuklu debriyaj mekanizmasında kullanıcının debriyaj pedalına bastığı ilk konumdaki ayak kuvveti, orta konumdaki ayak kuvveti ve son konumdaki ayak kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu

ayak kuvvetlerinin konuma göre grafiği çizilmiştir. Ayağa gelen kuvvetin hesaplanması öncelikle baskı-balata tarafından başlanır. Motor üzerinde volan montajlı durumdadır. Baskı balata kompleksi ise volan üzerine civatalar ile bağlanır.

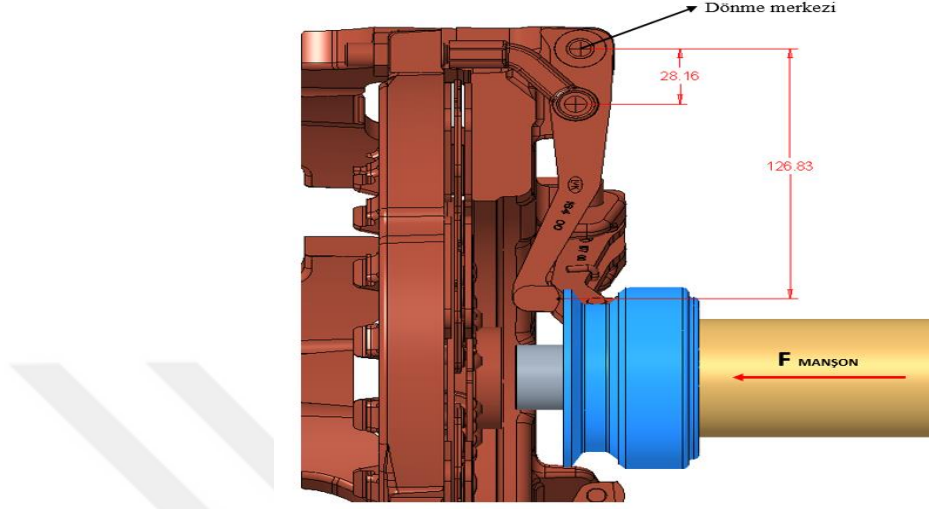


Şekil 3.16. Baskı-Balata Kompleksi.

Traktörü, diğer araçlardan ayıran en önemli özelliklerden biri traktörlerde kuyruk milinin (PTO) olmasıdır. Kuyruk mili traktörün ön veya arkasında bulunabilir. Bizim örnek aldığımız tarım traktöründe arka taraftadır. Traktörümüzde kullanmış olduğumuz baskı balatası kompleksinin içinde, kuyruk milinden dolayı çift balata vardır. Bunlardan biri debriyaj balatası diğeri ise PTO balatasıdır. Aynı şekilde baskı balata kompleksinde 3 adet debriyaj tırnağı ve 3 adet PTO tırnağı bulunmaktadır (Şekil 3.16). Manşon sistemi yatay yönde hareketi ile manşon sisteminde debriyaj ve PTO baskılarının yüzeyleri debriyaj ve PTO tırnaklarına basar ve balatalar ile dönen tahrik diskleri balatalardan ayrılır. Bu şekilde motordan gelen hareketi kesilir. Bu iki sistem (debriyaj ve PTO) ayrı zamanlarda kullanılmasına rağmen, temel kavrama prensipleri aynıdır. Traktörümüzün baskı balata kompleksinde debriyaj balatası ile tahrik diskinin ayrılması için gereken kuvvet 9000 N'dur. Burada manşonun uygulaması gereken kuvvet ($F_{MANŞON}$) hesaplanmasında 3 tırnakta aynı ölçüde ve aynı dönme merkezinden döndüğü için tek bir tırnakta hesap yapmak yeterlidir (Şekil 3.17). Motordan gelen hareketin kesilmesi için manşonun uygulaması gereken kuvvet aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 3.1) hesaplanmıştır.

$$F_k * X_k = F_y * X_y \quad (3.1)$$

X_k , F_y , X_y sırasıyla 126,83 mm 9000 N ve 28,16 mm kabul edilip işlem yapıldığında $F_{\text{MANŞON}}$ 1998 N olarak bulunur.

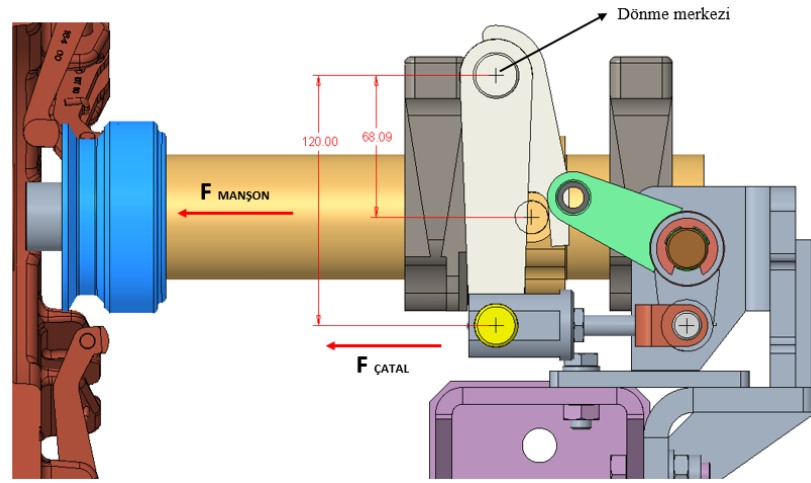


Şekil 3.17. Baskı-Balata Kompleksi ile manşon arasındaki çevrim oranı

Manşon kuvveti hesapladıktan sonra manşona bağlı debriyaj çatalına gelen kuvvetin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için gereken çevrim oranı ölçüleri Şekil 3.18’de gösterilmiştir. $F_{\text{MANŞON}}$ ‘un 1998 N bulunmuştur. X_k Çatal kuvvet aşağıdaki eşitlik kullanarak (Denklem 3.2) hesaplanmıştır. Manşon kuvvet yolu olan y , 68,09 mm, çatal kuvvetinin yolu olan x , 120 mm olarak alınmıştır.

$$F_{\text{MANŞON}} * y = F_{\text{ÇATAL}} * x \quad (3.2)$$

Denklem (3.2) ‘de $F_{\text{ÇATAL}}$, 1133,7 N bulunmuştur.

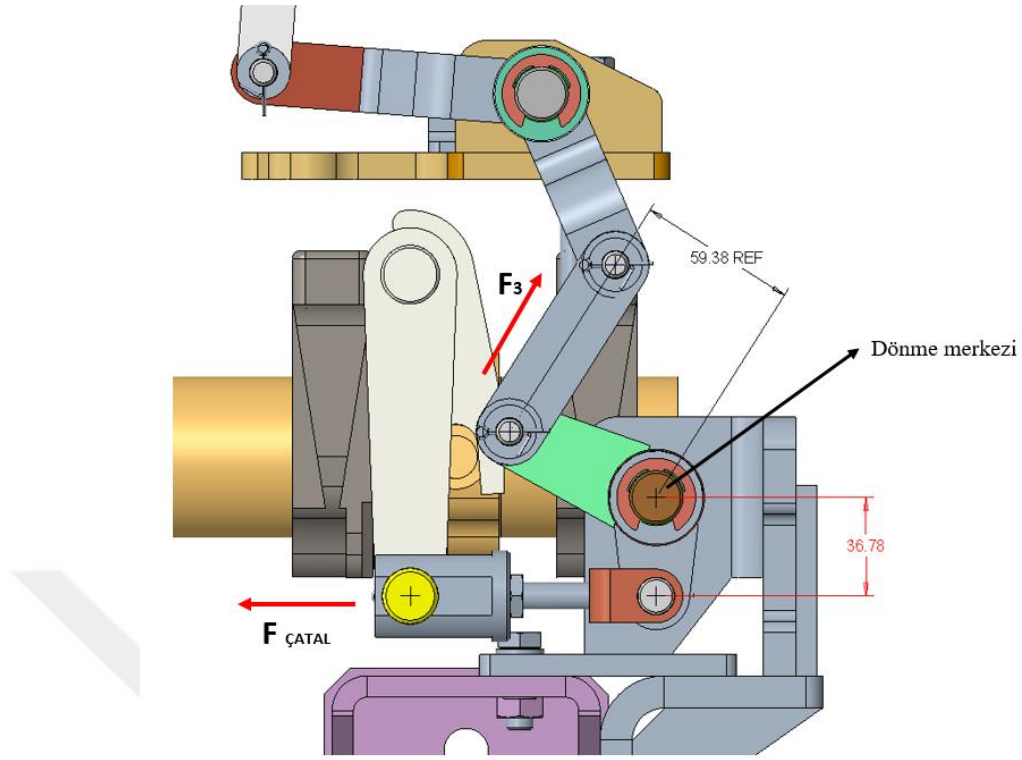


Şekil 3.18. Manşon ile Debriyaj çatalı arasındaki çevrim oranı.

Debriyaj çatalına gelen kuvvetten sonra üçüncü yataklama bölgesinde bulunan debriyaj levye kompleksi-3 üzerinde olan kuvvet değişimi hesaplanması gerekmektedir. Bunun için üçüncü yataklama bölgesinde oluşan çevrim oranı Şekil 3.19'de gösterilmiştir. $F_{\text{ÇATAL}}$ 1133.7 N bulmuştuk, çatal kuvvetinin yolu olan x burada 36,78 mm kabul edilmiştir. F_3 kuvvet yolu olan z 'de 59,38 mm olarak kabul edilmiş ve denklem(3.3) yerine konulmuştur.

$$F_{\text{ÇATAL}} * x = F_3 * z \quad (3.3)$$

Denklemdede(3.3) F_3 , 702,2 N bulunmuştur.

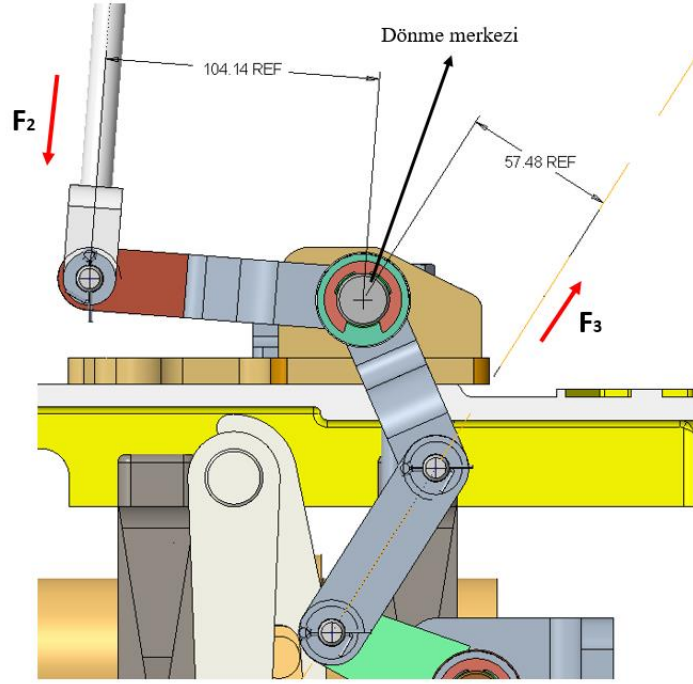


Şekil 3.19. Debriyaj çatalı ile Üçüncü yataklama arasındaki çevrim oranı.

Üçüncü yataklamada bölgesinden gelen kuvvetten sonra ikinci yataklama bölgesinde bulunan debriyaj levye kompleksi-2 üzerinde olan kuvvet değişimi hesaplanması gerekmektedir. Bunun için ikinci yataklama bölgesinde oluşan çevrim oranı Şekil 3.20’de gösterilmiştir. F_3 yukarıdaki denklemde 702,2 N bulunmuş ,kuvvet yolu z ise 57,48 mm kabul edilmiştir. F_2 kuvvet yolu q’da 104,14 mm kabul edilerek F_2 ’yi denklem(3.4) de bulalım.

$$F_3 * z = F_2 * q \quad (3.4)$$

Yukarıdaki denklemde F_2 , 387,5 N bulunmuştur.

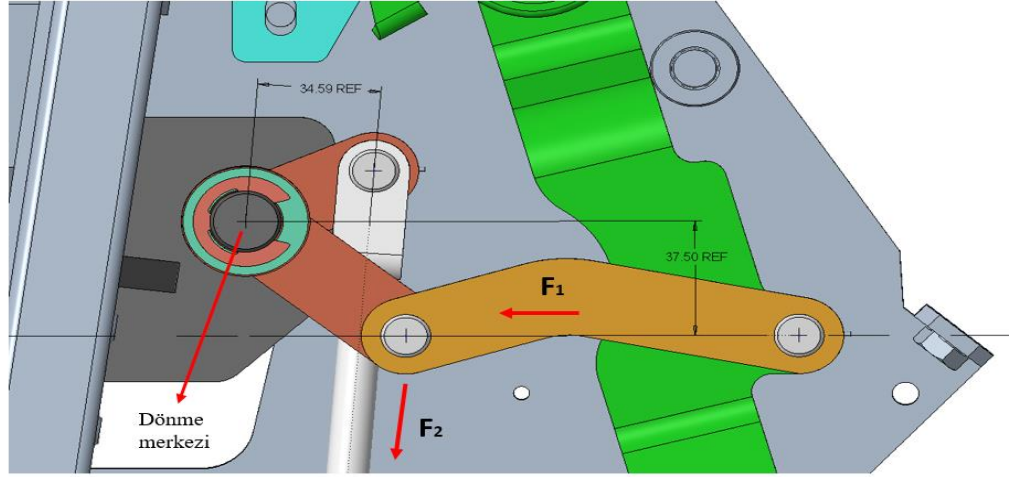


Şekil 3.20. Üçüncü yataklama ile İkinci yataklama arasındaki çevrim oranı.

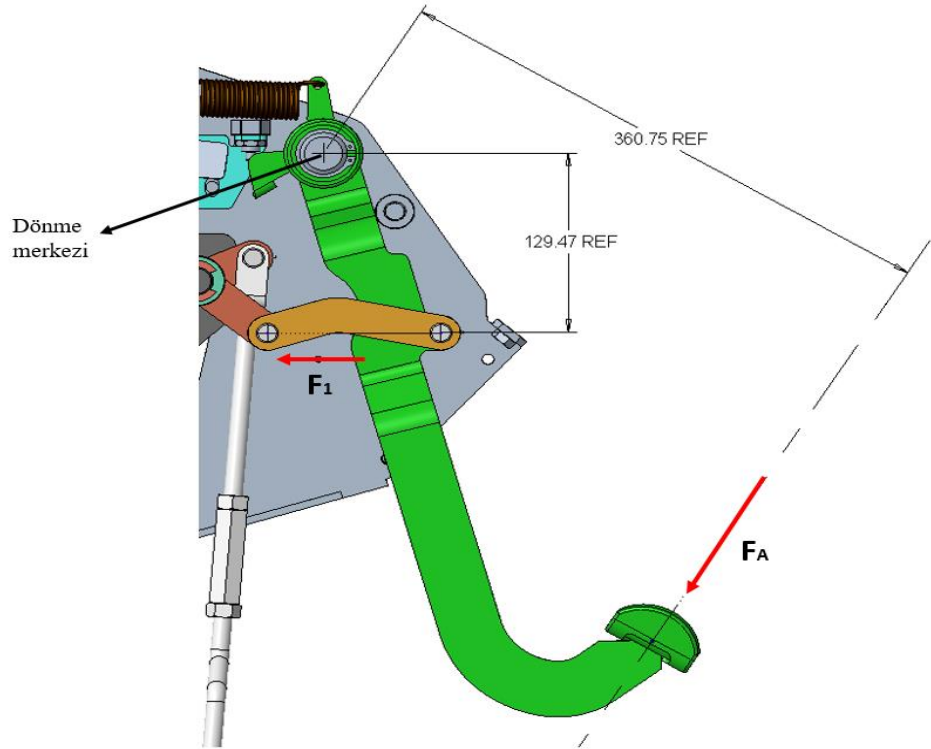
F2 kuvveti debriyaj üst ayar çubuğu gelen basma kuvvetidir. İkinci yataklamada bölgesinden gelen bu kuvvetten sonra birinci yataklama bölgesinde bulunan debriyaj levye kompleksi üzerinde olan kuvvet değişimi hesaplanması gerekmektedir. Bunun için birinci yataklama bölgesinde oluşan çevrim oranı Şekil 3.21’de gösterilmiştir. F2 387,5 N bulunmuştur, kuvvet yolu q’da 34,59 mm kabul edilmiştir. F1 kuvvet yolu olan d ise 37,50 mm kabul edilmiştir.

$$F_2 * q = F_1 * d \quad (3.5)$$

Yukarıdaki denklemde F1 , 357,4 N bulunmuştur.



Şekil 3.21. İkinci yataklama ile birinci yataklama arasındaki çevrim oranı.



Şekil 3.22. Birinci yataklama ile debriyaj pedalı arasındaki çevrim oranı.

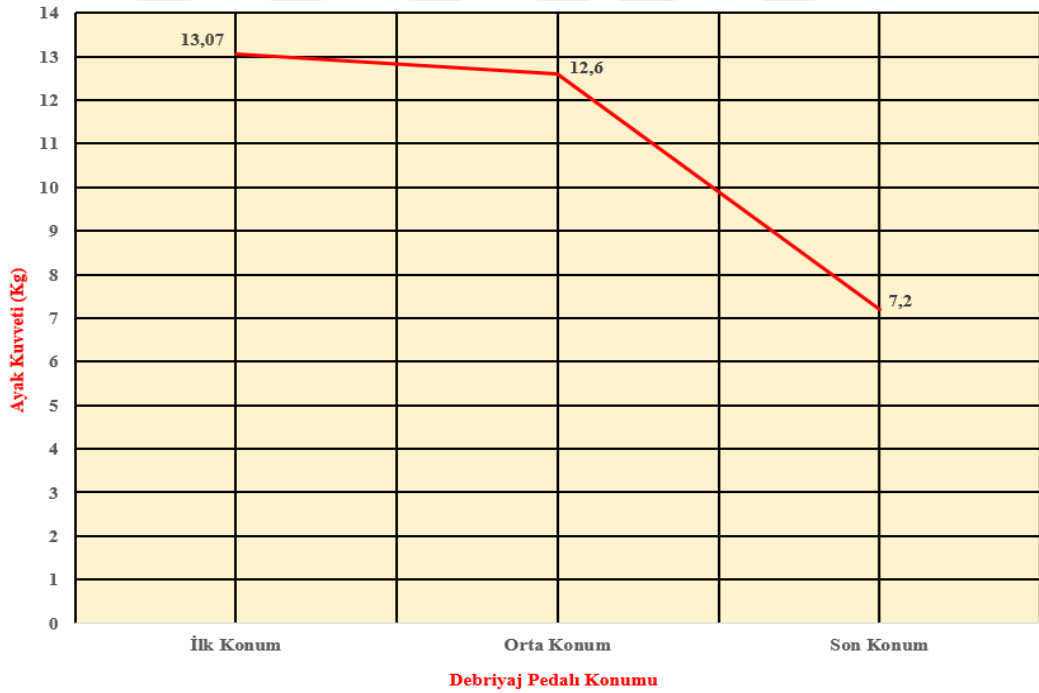
Son olarak, tasarlanan çubuklu debriyaj mekanizmasında debriyaj pedalı ilk konumdayken kullanıcının ayağına gelen kuvvet hesaplanmıştır. Ayrıca debriyaj pedalında oluşan çevrim oranı Şekil 3.22’de gösterilmiştir. Yukarıda denklemde F_1 kuvveti 357,4 N bulunmuştur ve kuvvet yolu olan d 129,47 mm kabul edilmiştir. F_A

kuvvet yolu olan 'de 360,75 mm kabul edilerek F_A aşağıdaki denklemde (3.6) bulunmaya çalışılmıştır.

$$F_1 * d = F_A * m \quad (3.6)$$

Yukarıdaki denklemde F_A , 128,2 N bulunmuştur. Kg karşılığı ise 13,07 Kg ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)

Sonuç olarak, tasarlanan bu sistemde debriyajın pedalının ilk konumda olduğunda kullanıcının ayağına 13,07 Kg kuvvet gelmektedir. Bu ayak kuvvetini bulmak için yapılan hesaplamalar aynısı debriyaj pedalı orta konumda olduğu zaman yapıldığında ayak kuvveti 12,6 Kg gelmektedir. Aynı şekilde pedal artık son konumda olduğu zaman yapılan hesaplamalarda ayak kuvveti 7,2 Kg gelmektedir. Bu u konumda değerler ile debriyaj pedalının konumuna göre ayak kuvvetinin değerini şekil 3.23'de gösterilmiştir.

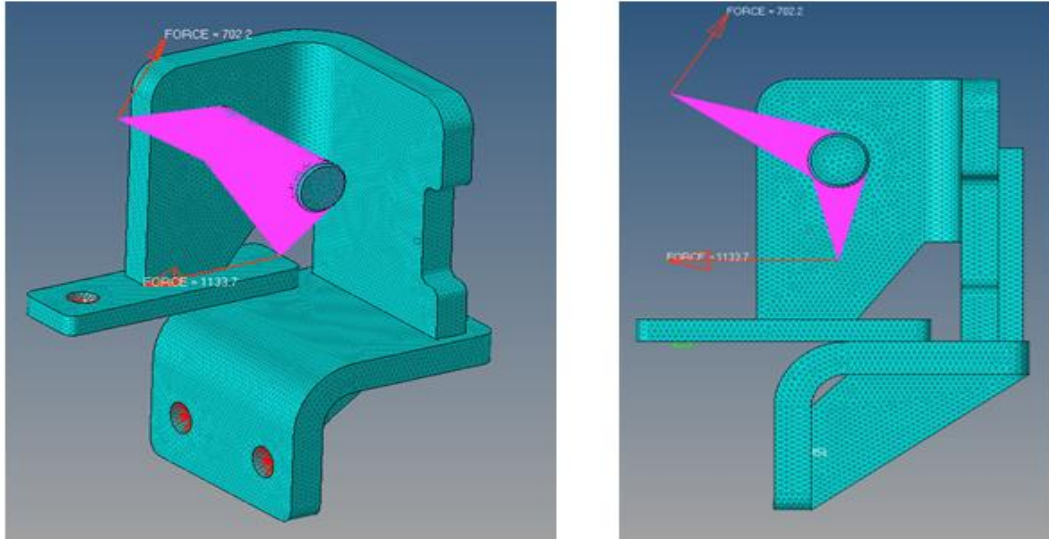


şekil 3.23. Ayak kuvvetinin debriyaj pedalının konumuna göre değerini.

3.1.3. Çubuklu debriyaj sisteminde kritik parçaların yapısal analizleri ve malzeme seçimi

Creo parametric programıyla modellenen çubuklu debriyaj sisteminin parçaları, HyperMesh yazılımı kullanılarak yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında mekanizmanın çalışmasında kritik görülen 4 adet parçanın çalışma koşullarına göre, debriyaj pedalının ilk konumunda pedala basıldığında oluşan kuvvetlerin sınır koşulları belirlenmiş ve bu sınır koşullarına göre yapısal analizler yapılmıştır. Çalışma kapsamında kritik görülen dört adet parçadan 3 adedi debriyaj levye braketleri kompleleri, diğeri ise debriyaj üst ayar çubuğudur. Ayrıca bu parçaların yapısal analiz sonuçlarına göre malzemeleri belirlenmiştir ve ayrıca debriyaj üst ayar çubuğuna basma kuvveti geldiği için burkulma kontrolü yapılmıştır.

Öncelikle 3. yataklama bölgesinde debriyaj levye braketleri kompleksi-3 kabin ayağına üç yerden civatarla montaj edilir. Bu parçanın yapısal analizinde, debriyaj çatalı kuvveti ($F_{\text{CATAL}}=1133,7 \text{ N}$) ve üçüncü yataklama kuvveti ($F_3=702,2 \text{ N}$) debriyaj levye braketleri kompleksi-3 üzerinde mile uygulanır. Ayrıca montaj edilen 3 delikten ankastre mesnet olarak sabitlenir ve en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur(Şekil 3.24).

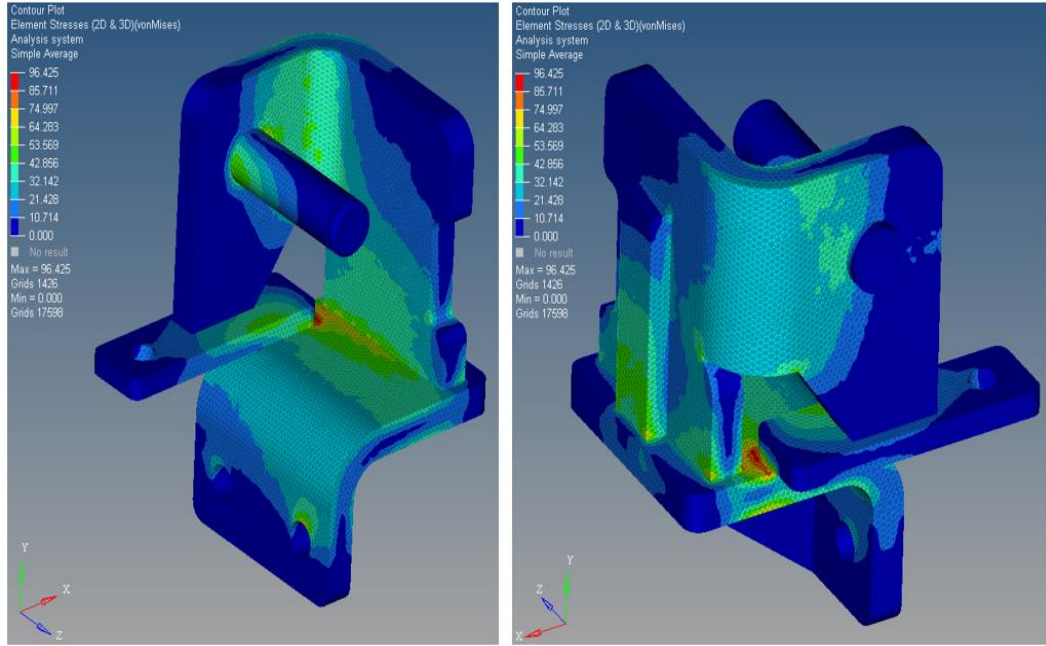


Şekil 3.24. Debriyaj levye braketleri kompleksi-3'ün sınır koşullarının uygulanması.

Bu kullanmış olduğumuz Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5 \text{ MPa}$), poisson oranı (0,3) ve

yoğunluğu (7.85 gr/cm^3) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme $96,425 \text{ MPa}$ çıkmıştır (Şekil 3.25).

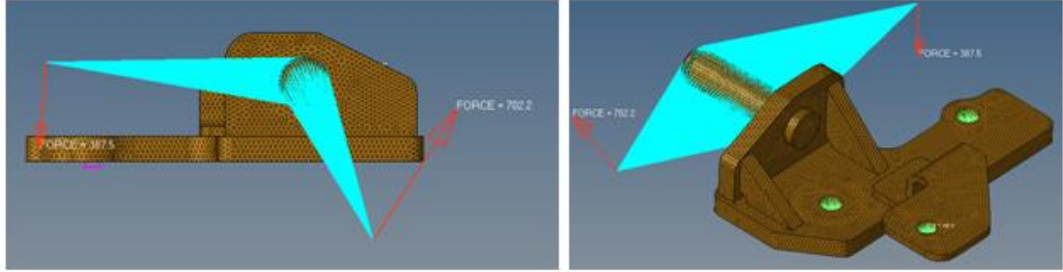
Parçanın saç malzemesi olarak St 37 seçilir. Çünkü St 37 malzemesinin akma mukavemeti 235 MPa olması ve piyasa kolay bulunabilir olması avantajları, malzeme seçiminde etkindir. Ayrıca $96,425 \text{ MPa}$ değeri 235 MPa değerinin yarısından daha da düşük olmasından dolayı parça oldukça emniyetlidir. Ayrıca parça kompleksindeki mil malzemesi olarak SAE 1010 seçilir. Parçanın saç kalınlıkları 8 ve 12 mm olarak tasarlanmıştır. Parça kompleksi içinde 2 adet parçada 12 mm kullanılmasının sebebi bu parçanın üzerine gelen kuvvetlerin büyük olmasından dolayı parçada esneme ya da deplasman olması yüksektir. Mekanizmanın hareketi esnasından parça üzerinde esneme olması durumunda kuvvet iletimi yapılamamaktadır. Bu yüzden esneme ve deplasmanın kesilmesinde parça kalınlığı önemlidir.



Şekil 3.25. Debriyaj levye braketleri kompleksi-3 için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

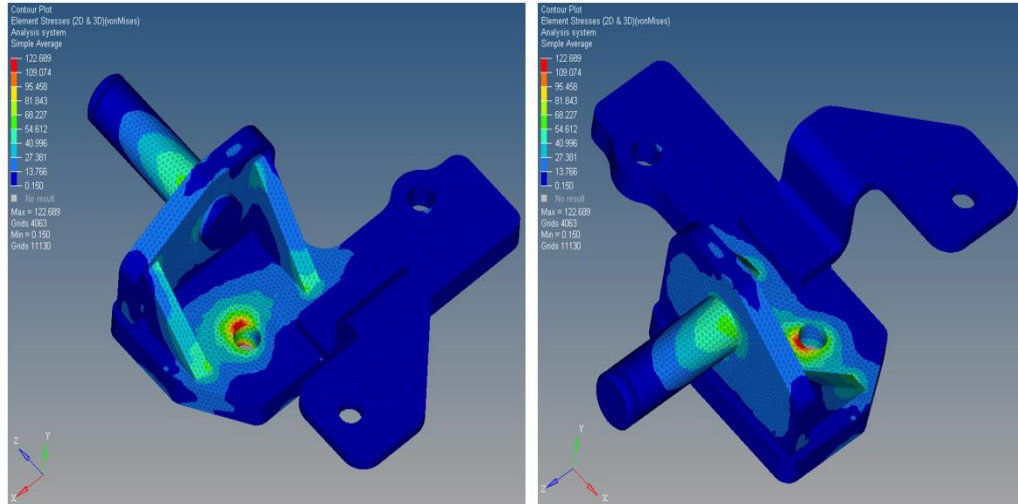
2. yataklama bölgesinde debriyaj levye braketleri kompleksi-2 ara gövde üst kapağına ve üst kapağa bağlı hortum kelepçesine üç yerden civatalarla montaj edilir. Bu parçanın yapısal analizinde, üçüncü yataklama kuvveti ($F_3=702,2 \text{ N}$) ve ikinci yataklama kuvveti ($F_2=387,5 \text{ N}$) debriyaj levye braketleri kompleksi-2 üzerinde mile uygulanır.

Ayrıca montaj edilen 3 delikten ankastre mesnet olarak sabitlenir ve en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Debriyaj levye braketi kompleksi-2'in sınır koşullarının uygulanması.

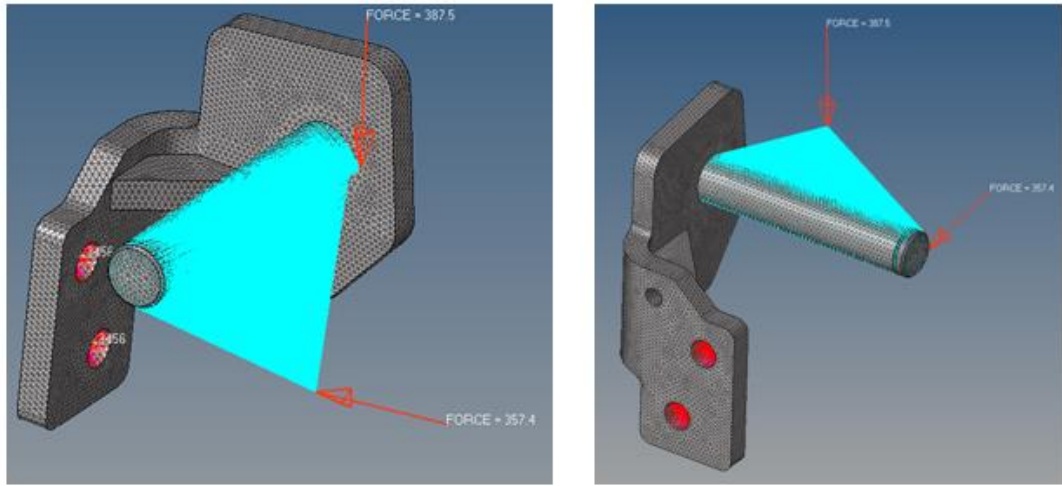
Diğer parçada yaptığımız gibi Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5$ MPa), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm^3) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme 122,689 MPa çıkmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Debriyaj levye braketi kompleksi-2 için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde max. gerilmenin bağlantı deliği etrafında çıktığı gözlemlenmektedir. Burada delik etrafında süreksizliğin fazla olmasından dolayı burada çıkan gerilmeler dikkate alınmaz. Diğer bölgeler incelendiğinde gerilmeler 75 MPa altındadır. Bu yüzden malzemenin kolay bulunabilir, kısmen de ucuz olması sebebiyle sac malzemesi olarak St 37 seçilir. Ayrıca parça kompleksindeki mil

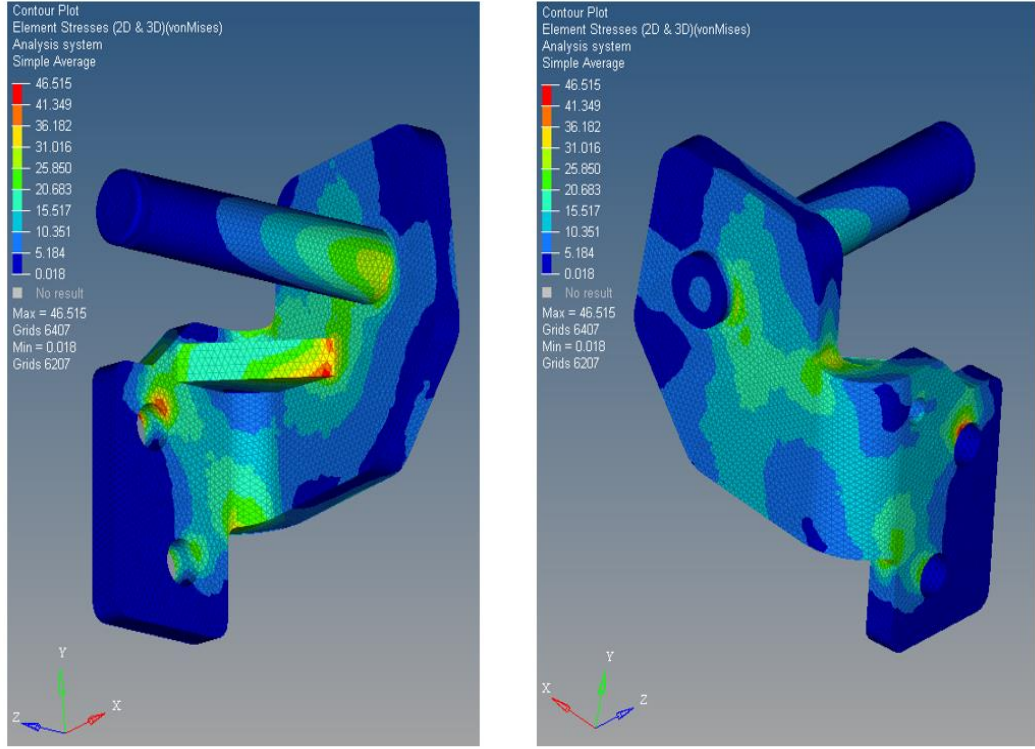
malzemesi olarak SAE 1010 seçilir. Parçada oluşan gerilmelerin çoğunun 75 MPa değeri altında olmasından dolayı, St 37 için akma mukavemetinin 235 MPa değerinin yarısından daha da düşük olmasından dolayı parça emniyetlidir. Parçanın kompleksinde içinde saç kalınlıkları 8 ve 10 mm olarak tasarlanmıştır. Parça kompleksinin içinde 2 adet parçada saç kalınlığı 10 mm kullanılmasının sebebi, bu parçanın üzerine gelen kuvvetler debriyaj levye kompleksi-3'e göre düşük olmasıdır.



Şekil 3.28. Debriyaj levye braketinin sınır koşullarının uygulanması.

Yataklama bölgesinde debriyaj levye braketinin kompleksi kabin ısı koruma saçına 2 adet cıvata ile montaj edilir. Bu parçanın yapısal analizinde, ikinci yataklama kuvveti ($F_2=387,5$ N) ve birinci yataklama kuvveti ($F_1=357,4$ N) debriyaj levye braketinin kompleksi üzerinde mile uygulanır. Ayrıca montaj edilen 2 delikten ankastre mesnet olarak sabitlenir ve en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.28).

Diğer parçalarda yaptığımız gibi Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5$ MPa), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm³) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme 46,515 MPa çıkmıştır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Debriyaj levye braketleri için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

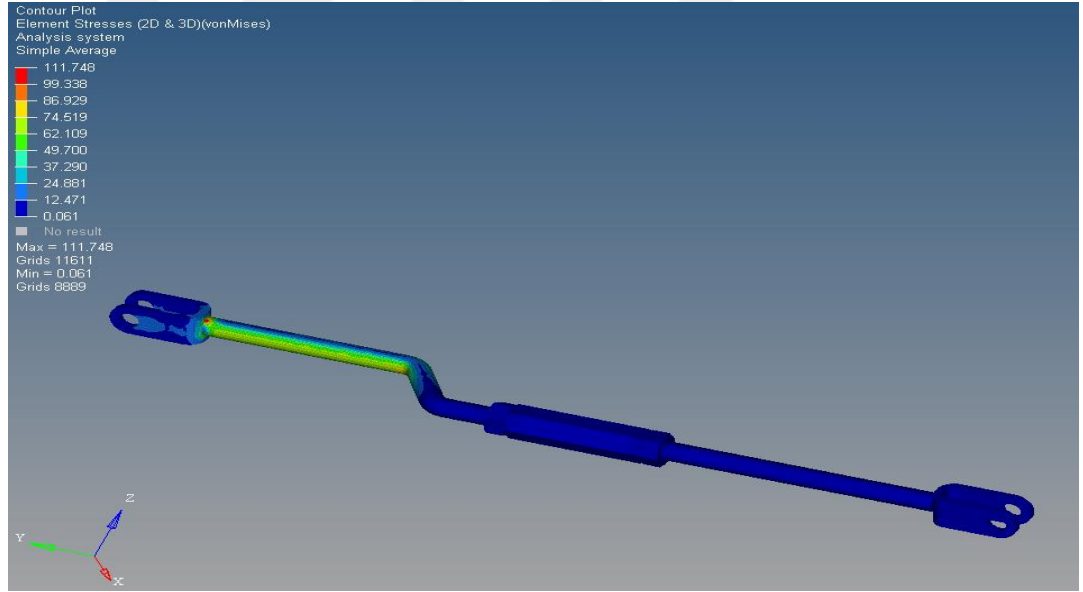
Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, max. gerilmenin 46,515 MPa olması sebebiyle parçanın saç malzemesi olarak St 37 ve mil malzemesi olarak SAE 1010 seçilir. Parçada oluşan max. gerilme 46,515 MPa, 235 MPa değerinin yarısından daha da düşük olmasından dolayı parça oldukça emniyetlidir. Ayrıca bu parçanın bağlantı sayısı iki adete düşürülmüştür. Bu parça kabin montaj edilmesi ve mekanizmanın hareket alanı çok yer kaplaması nispeten daha küçük olmasından dolayı saç kalınlıkları 10 mm tasarlanmıştır.

Son parça olarak ele alınan debriyaj üst ayar çubuğu, debriyaj levye braketleri kompleksi-1 ve 2 arasında pimler ile montaj edilir. Bu parça kabin ile ara gövde arasında köprü olduğu için bu mekanizmada kritik bir elemandır. Bu yüzden hem yapısal analiz uygulanmış hemde basma kuvvetine maruz kaldığı için burkulma hesabı yapılmıştır. Öncelikle parçanın yapısal analizinde, iki pim bağlantı deliğinden biri ankastre mesnet olarak sabitlenir diğer pim deliğinin merkezinden ikinci yataklama kuvveti ($F_2=387,5$ N) uygulanır ve en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.30).



Şekil 3.30. Debriyaj üst ayar çubuğu için sınır koşullarının uygulanması.

Diğer parçalarda yaptığımız gibi Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5$ MPa), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm^3) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme 111,748 MPa çıkmıştır (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Debriyaj üst ayar çubuğu için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

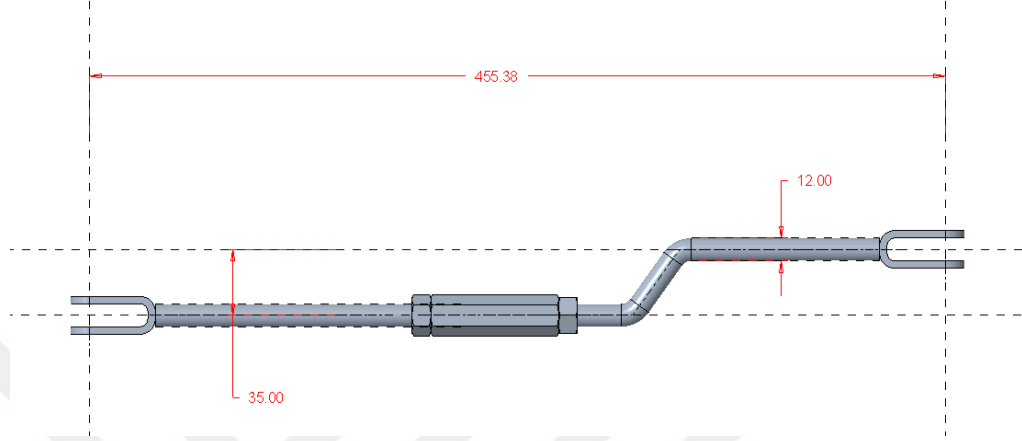
Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, max. gerilmenin ankastre olarak sabitlenen pim deliği tarafında çatal ile çubuğun kaynaklı olarak birleştiği bölgede olduğu gözlemlenmiştir. Diğer bölgeler kontrol edildiğinde gerilmeler 80 MPa altındadır. Bu yüzden parça kompleksinde çubuk malzemesi SAE 1020, çatal malzemesi St 52, ayar manşonu ve somun malzemeleri ISO 8 olarak seçilir. Ayrıca çubuğun çapı 12 mm ve çatal kalınlığı 4 mm seçilir.

Debriyaj ayar çubuğu burkulma hesabı;

Çubuk malzemesi: SAE 1020

$E = 2,1 * 10^5$ MPa, $\sigma_{AK} = 350$ MPa, Orantı Sınırı $\sigma_0 = 280$ MPa

Çubuk uzunluğu $L = 455,38$ mm, Çubuk çapı $d = 12$ mm (Şekil 3.32)



Şekil 3.32. Debriyaj üst ayar çubuğu ölçüleri.

$$\lambda = \frac{L}{i_{min}} \quad (3.7)$$

Denklem (3.7) 'de narinlik derecesi L , elastite modül'ün , i_{min} minimum kesitin atalet yarıçapına bölünerek bulunur.

$$i_{min} = \sqrt{\frac{L}{A}} \quad (3.8)$$

Denklem(3.8)'de minimum kesitin atalet yarıçapı L , iki pim eksenindeki uzunluğunun, A , alanına bölünerek bulunur. Şekilde L , 12 mm , A ise 4 mm verilmiştir. Buradan i_{min} 3mm bulunur (Denklem 3.8).

Narinlik derecesini bulmak için şekilde L , 455,38 i_{min} değeri 3 'e bölünüp karekökü alınarak 151,8 bulunur.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_0}} \quad (3.9)$$

Narinlik sınırı elastiklik modülü'nün pi sayısının karesi çarpımının burkulma gerilmesine bölünüp kareköküne bölünmesiyle 86 bulunur (Denklem 3.9). $\lambda = 151,8 > \lambda_0 = 86$ olduğundan burkulma bakımından problem yoktur.

Debriyaj üst ayar çubuğu basma kuvveti ile beraber eğilme gerilmesine de maruz kalmaktadır. Özetle parça üzerinde iki tane farklı normal gerilme meydana gelmektedir. Bu parçada oluşan max. gerilmeyi hesaplamakta, iki tane normal gerilme olduğu için eğilme gerilmesi ile basma gerilmesini toplanması gerekir. Toplam gerilmeyi bulmak için hesaplar yapılmıştır ve akma gerilmesi ile karşılaştırılmıştır.

Eğilme momentumu hesabı kesitin mukavemet momenti ile akma gerilmesinin çarpılmasıyla 13562,5 N.mm bulunur (Denklem 3.10).

$$M_e = F_b \times d \quad (3.10)$$

Mukavemet momenti ise pi sayısının 12 mm olan d 'nin yani çapın küpünün çarpımının 32 'e bölünmesiyle 169,6 mm³ bulunur (Denklem 3.11).

$$W_e = \frac{\pi \times d^3}{32} \quad (3.11)$$

Eğilme gerilmesi ise eğilme momentumu olan M_e 'nin , mukavemet momenti olan W_e 'e bölünmesiyle bulunur. M_e değeri 13562,5 , W_e değeri 169,6 'a bölünerek 80 MPa bulunmuştur (Denklem 3.12).

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{13562,5}{169,6} = 80 \text{ MPa} \quad (3.12)$$

Basma gerilmesi hesabı pi sayısı çarpı uzunluk olan d'nin karesinin 4'e bölümüyle bulunur (Denklem 3.13).

$$A_d = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (3.13)$$

Yukarıdaki denklemde d , 12 kabul edilerek basma gerilmesi 113 mm² bulunur (Denklem 3.13).

Basma mukaveti , F_b basma kuvvetinin 387,5 A_y yüzey alanına 113 bölümüyle 3,4 MPa bulunur (Denklem 3.14).

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_d} \quad (3.14)$$

Toplam gerilme;

$$\sigma_T = \sigma_e + \sigma_b \quad (3.15)$$

Yukarıdaki formülde σ_e ,80 ve σ_b ise 3,4 toplanarak toplam gerilme 83,4 MPa bulunur . (Denklem 3.15) .83,4 MPa < $\sigma_{AK} = 350$ MPa olduğu için debriyaj üst ayar çubuğu tasarımı uygundur.

3.2. Direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizması

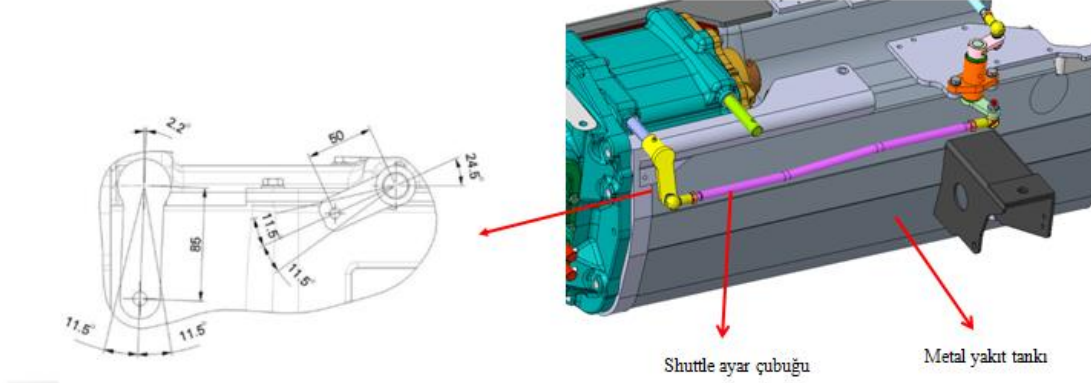
Traktörün önemli ana kumanda sistemlerinden biri, ileri-geri vites sistemidir. Bu vites sistemi traktörlerin genelinde operatöre kullanım kolaylığı açısından direksiyon altına yerleştirilir. Mekanik traktör uygulamalarında, traktörün ileri geri hareketini yapması için operatörün debriyaj pedalına basmak suretiyle direksiyon altı shuttle kolunu istenilen pozisyona getirilmektedir (Şekil 3.33). Bu direksiyon altı shuttle kolu, çiftçi için tarla sürümünde sıra sonu dönüşlerini kolaylaştırarak zamandan ve yakıttan tasarruf etmeyi sağlar.



Şekil 3.33. Direksiyon altı shuttle kolu

Bu çalışmada örnek alınan tarım traktörünün direksiyon altı shuttle kolu operatörün sol tarafında bulunmaktadır. Bu shuttle sisteminde shuttle kolu debriyaja basılmadan ileri-geri hareket etmemektedir. Bunun sebebi, debriyaj pedalına bağlı U braket shuttle kolu üzerine kaynaklı olan pimin hareketini engeller. Bu şekilde debriyaja basılmadan önce shuttle kolu ileri-geri hareket edemez ve kilitleme sağlanmış olur (Şekil 3.34).

traktörün transmisyondaki shuttle levyesinin hareketi ileri-geri 11,5° hareket edebilmektedir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36.Shuttle mekanizmasının görünüşü

Bu tarım traktör ile ilgili olarak müşteri mobil uygulama yoluyla mevcut direksiyon altı shuttle kolunun kullanım ergonomisi hakkında sıkça şikâyetler gelmektedir (Şekil 3.37).

Shuttle kolu rahatsızlık
vermektedir ▶ Gelen kutusu



Hamza eryıldız



Traktörümdeki hostes koltuğunda birisi oturduğu zaman traktörün shuttle kolunun kullanımı çok kötüdür. Ayrıca yan yolcuya da rahatsızlık vermektedir. Bu konuyu inceleyip yardımcı olursanız sevinirim.

Şekil 3.37.Müşteri mobil uygulamasından gelen shuttle kolu şikayeti.

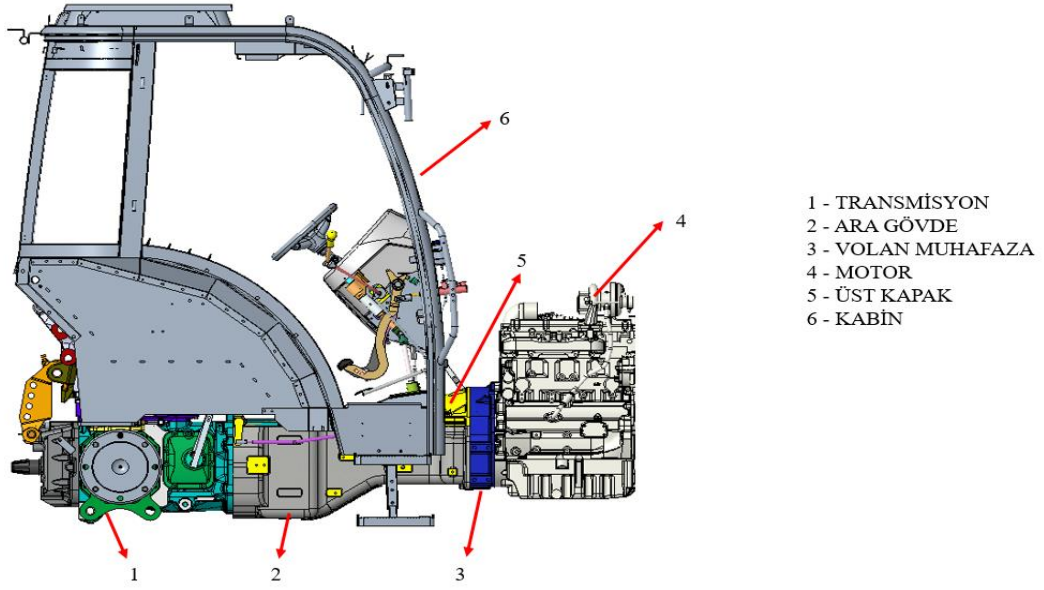
Örnek alınan tarım traktörün kabini içerisinde direksiyon altı shuttle kolunun yanı sıra, yan yolcu (hostes) koltuğu da sürücünün sol tarafında bulunmaktadır. Bu durum kabin

içerisinde sürücü ile birlikte yan yolcu olduğu zaman direksiyon altı shuttle kolunun kullanımını ergonomik konforu kötü bir şekilde etkilemektedir (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Hostes koltuğunda yolcu olduğunda shuttle kolunun orta konumdaki görünüşü

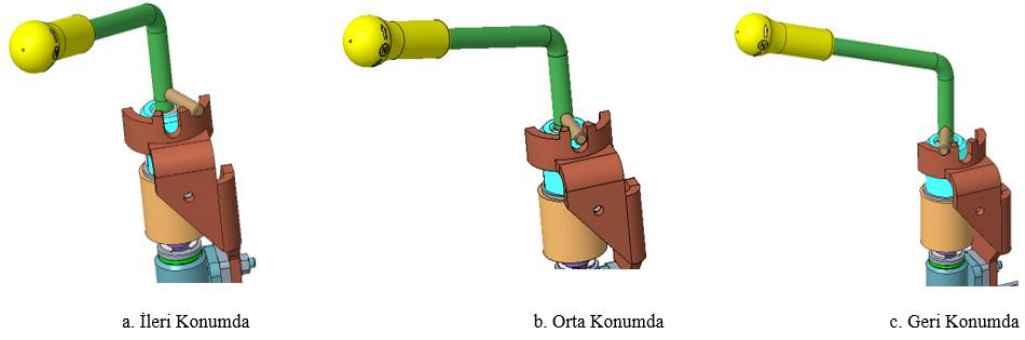
Bu önemli şikayetler satış sonrası hizmetler departmanı, satış-pazarlama departmanı ve tasarım departmanı tarafından incelendi. Bu konu üzerine incelenme ve tartışmalar sonucunda, mevcut kabinin dar olması sebebiyle operatöre kullanım kolaylığı açısından direksiyon altı shuttle kolunun soldan sağa alınması, mevcut probleme çözüm olacağına karar verildi. Bu karar doğrultusunda direksiyon altı shuttle kolunun sağa alınması ile yeni bir kilitleme mekanizmasına ihtiyaç duyulmuştur. Direksiyon altı shuttle kolunun sağa alınması ile kilitleme mekanizmasının yanı sıra fren pedalları, ön göğüs, yataklama braketleri ve shuttle ayar çubuğunun tasarımları değişmiştir. Transmisyonun çıkardığı shuttle levyesi tasarımı ve yaptığı strok açıları değişmemiştir.



Şekil 3.39.Yeni toplanan T traktör şasesi ve kabin görünüşü.

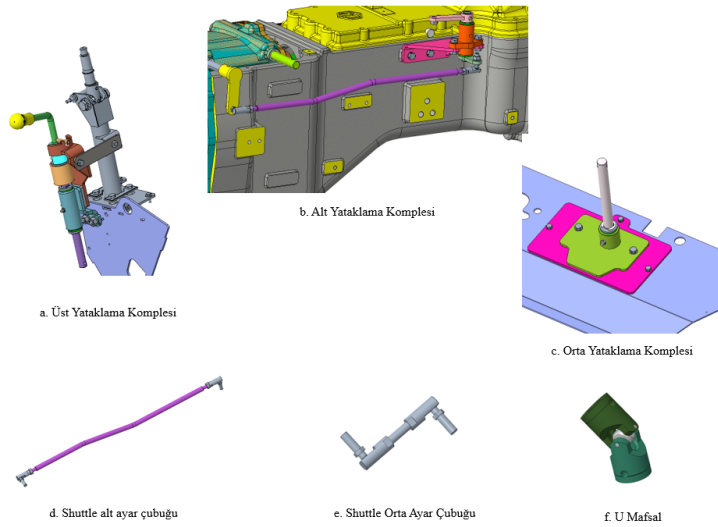
Bu çalışmada, örnek alınan traktör modeli için yeni toplanan T şasede, transmiyon, motor ve volan muhafazada değişiklik yapılmamış olup, mevcut traktörde bulunan metal yakıt tankının yerine ara gövde ve üst kapak tasarlandı ve mevcut kabin üzerinde de değişiklikler yapıldı. Yeni oluşacak shuttle mekanizması için tasarımlar yeni toplanan T şaseye göre yapıldı (Şekil 3.39).

Mevcut sistemde olduğu gibi, yeni shuttle kolu mekanizmasının hareketi mekanik olarak çubuklar vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Kilitleme mekanizmaları incelendiğinde mevcut sistemde debriyaja basılmadan ileri-geri hareket yapılamamasına karşın, 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. Yeni kilitleme mekanizmasında shuttle kolu hareket ettirilmek istendiğinde kol yukarı doğru kaldırılır pim yuvadan kurtulduktan sonra, operatör shuttle kolunu ileri-geri hareket ettirebilir (Şekil 3.40).



Şekil 3.40. Shuttle kolu kilitleme mekanizmasının görünüşü

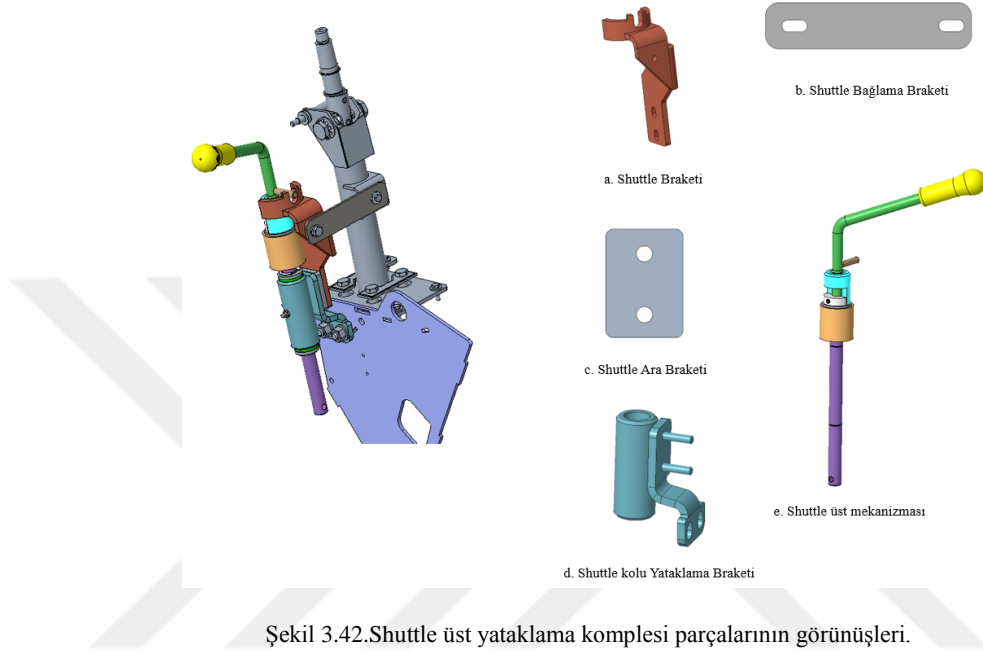
Yeni shuttle mekanizması kompleksi üç yataklama bölgesinden oluşmaktadır. Bunlar üst yataklama kompleksi, orta yataklama kompleksi ve alt yataklama kompleksidir. Üst yataklama bölgesi ile orta yataklama bölgesi arasında U mafsali bulunmaktadır. Bu mafsali açsal hareketin iletimine yardımcı olmaktadır. Orta yataklama bölgesi ile alt yataklama bölgesi arasında oynar mafsali kafalı shuttle orta ayar çubuğu kullanılırken, alt yataklama bölgesi ile transmisyona üzerindeki shuttle levyesi arasında oynar mafsali kafalı shuttle alt ayar çubuğu kullanılır (Şekil 3.41).



Şekil 3.41. Yeni shuttle mekanizmasını oluşturan parçalarının görünüşleri.

Üst yataklama kompleksi iki yerden sabitlenmektedir. Bunlardan biri direksiyon koluna shuttle bağlama braketi ile, diğeri ise shuttle kolu yataklama braketi ile direksiyon sephasına montaj edilmektedir. Bu şekilde shuttle mekanizmasının hareketi

esnasında sistemde herhangi bir esneme meydana gelmez. Shuttle braketi içinde yuva sayesinde shuttle koluna kaynaklı pimin hareketini kısıtlamak için tasarlanmıştır. Shuttle ara braketi ise, shuttle kolu yataklama braketi ile shuttle braketi arasında ihtiyaç olan mesafeyi sağlar (Şekil 3.42).



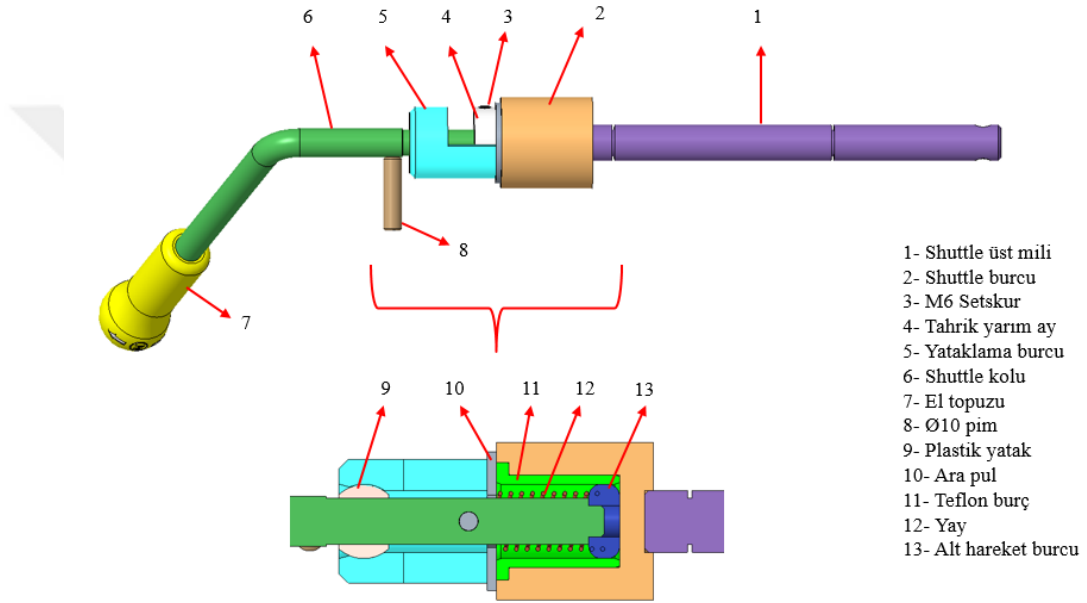
Şekil 3.42. Shuttle üst yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri.

Shuttle üst mekanizması komple bir parçadır. Bu komple parça shuttle kilitleme mekanizmasının temelini oluşturur. Bu parçanın kompleşi shuttle üst mili, shuttle burcu, teflon burç, yay, alt hareket burcu, yataklama burcu, ara pul, plastik yatak, tahrik yarım ay, M6 setskur, Ø10 pim, el topuzu ve shuttle kolundan oluşmaktadır (Şekil 3.43). Bu komplenin montajı şu şekildedir:

- Önce shuttle üst mili (1) ile shuttle burcu (2) kaynatılır. Daha sonra shuttle burcunun içine metal metale teması önlemek için teflon burç (11) çakılır ve ilk yan hazırlık biter.
- Bu yan hazırlığı bitirdikten sonra yataklama burcunun (5) içine plastik yatak (9) çakılır. Bundan sonra ara pul (10) ile yataklama burcu (5) çevresel olarak kaynatılır. Böylece ikinci yan hazırlık biter.
- Bu ikinci yan hazırlık kompleksinin içine shuttle kolu (6) sokulur ve sonra shuttle kolunun alt taraftan yay (12) geçirilir. Yay montajından sonra shuttle kolunun

alt kısmına alt hareket burcu (13) geçirilir ve kaynak için boşluk bırakılan yerden kaynatılır ve üçüncü yan hazırlık oluşturulur.

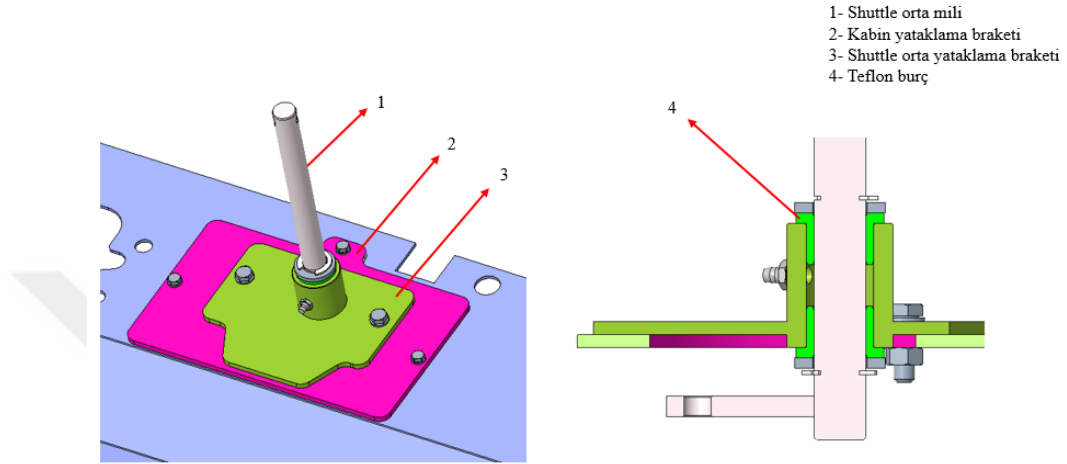
- İlk yapılan yan hazırlık ile üçüncü yan hazırlık iç içe geçirilir ve shuttle burcu (2) ile ara pul (10) arasında kalan bölgeler çevresel olarak kaynatılır. Ayrıca tahrik yarım ay (4) M6 setskur (3) ile shuttle koluna (6) montaj edilir. İlaveten el topuzu (7) shuttle koluna montaj edilir. Son olarak shuttle koluna (6) Ø10' luk pim (8) kaynatılır ve parçanın komple montajı bitmiş olur.



Şekil 3.43.Shuttle üst mekanizması komple parçalarının görünüşleri.

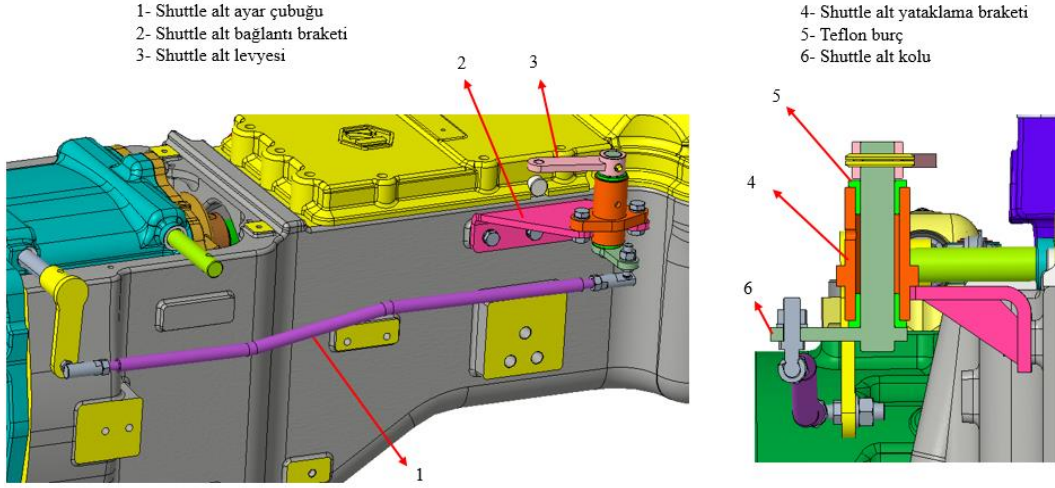
Shuttle kilitleme mekanizmasında operatör shuttle kolu yukarı yönde çektiğinde, shuttle kolunun içine geçirilmiş yay sıkıştırılır ve shuttle koluna bağlı olan pim yuvadan çıkar. Bu sayede operatör shuttle kolu ileri yada geri yönde hareket ettirebilir. İleri yada geri yönde hareket ettirdiğinde, hareket stroğu bittikten sonra kolu bırakır, kol yay etkisiyle tekrar aşağı yönde hareket eder ve pim yuvasının yan kenarları üzerinde kalır (Şekil 3.43). Ayrıca pim yuvasının kenarlarındaki kademeler, pim yanış bir hareketle pim yuvasına girişini engellemek için yapılmıştır. Bu çalışmadaki kilitleme mekanizması yeni ve orijinal bir tasarımdır.

Orta yataklama kompleksi, kabin alt saçına 2 adet braket (kabin yataklama braketi ve shuttle orta yataklama braketi) ile sabitlenmektedir. Shuttle orta mili teflon burç, pul ve segmanlar ile shuttle orta yataklama braketine montaj edilmektedir. Bu şekilde metal metal temas önlenir ve shuttle orta mili teflon burçların içinde rahat bir şekilde hareket edebilir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44. Shuttle orta yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri

Alt yataklama kompleksi 6 adet parçadan oluşmaktadır (Şekil 3.45). Shuttle alt yataklaması, shuttle alt bağlantı braketi ile ara gövdeye montaj edilir. Shuttle kolunun ileri ya da geri hareketi ile iletilen hareket shuttle alt yataklama yoluyla yönü ve değeri değişir. Yönü ve değeri değişen hareket shuttle alt ayar çubuğu ile shuttle levyesini ileri-geri 11,5° derece hareket etmesini sağlar ve bu şekilde traktörün ileri-geri hareketi tamamlanmış olur. Sonuç olarak mevcut tasarım iyileştirilerek shuttle kolunun söz konusu ergonomik probleminin üstesinden gelinmiştir.



Şekil 3.45.Shuttle alt yataklama kompleksi parçalarının görünüşleri

3.2.1. Direksiyon altı shuttle kolunun ergonomisinin incelenmesi

Endüstrideki diğer ürünlerde olduğu gibi tarım traktörlerinde de kullanılan el ya da kol kumanda sistemlerinin tasarımları ergonomik ilkelere göre yapılması gerekmektedir. Müşteri kullanımı açısından elverişli olarak üretilmemiş el ya da kumanda sistemleri sağlık sorunlarına neden olacağından çalışma performansını da düşürür. Buna benzer sorunların önüne geçmek için müşterilerin çalışma performanslarını yükseltmek için kullanılan kumanda sistemler, müşteriye uyumlu olarak tasarlanmalıdırlar. Uygun tasarlanmış olan el ile kol kumanda sistemleri vücudun hareketlerini ve konumunu bozmadığından dolayı çalışma sürecini olumlu bir şekilde etkiler. Bunlara ek olarak, el ile kol kumanda sistemleri tutma yerlerinin ergonomik tasarımı için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Tutulan kolun el tarafından temas edilmeyen kısmı ile temas edilen kısmı yaklaşık aynı büyüklükte olmalıdır.
- Uygulanacak kuvvet ne kadar çoksa, elin tutulan kolu kavrama alanı da o kadar büyük olmalıdır.
- Eğer mümkünse el kumanda sistemi çift tutacaklı olarak tasarlanmalıdır. Bu sayede tutma ve yönlendirme kolaylaşır.
- Titreşimli aletler için; mantar, kauçuk, plastik kaplı tutacak tercih edilmelidir. Bu malzemeler ele iletilen titreşim miktarını sönümler.

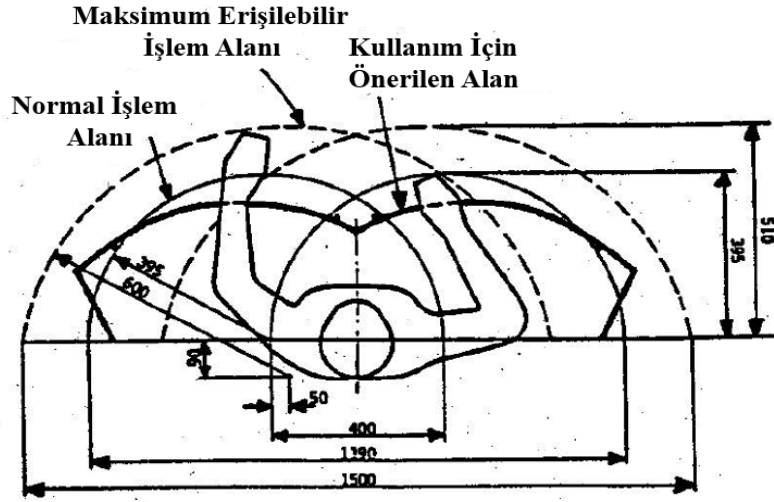
- El kumanda sistemleri kullanılırken bilekler bükülmemelidir. Örneğin operatör kolu kavrarken, tutarken ve kullanırken bilek doğal duruşunda bükülmeden dosdoğru olmalıdır.
- El kumanda sistemlerinde, ele binen kuvveti azaltmak için, ağırlık merkezi tutma yerinde veya ona yakın olmalıdır. Ayrıca el kumanda sistemi vücuttan ne kadar uzak olursa kaldırılan ağırlık o kadar ağırlaşır (Karabıyık & Najafyan, 2015).

El ile nesnelere tutmanın Mary Marzke'nin (1992) sınıflandırmasına göre üç farklı metodu vardır. Şekil 70'de görüldüğü gibi Mary Marzke'nin belirttiği birinci tutma türü: parmak uçlarıyla kavramaktır. Başparmağın ucu ve diğer parmakların iç tarafıyla iğne gibi küçük cisimler kısıtılır. İkinci tutma türü cismi el ayasının içine yerleştirerek başparmak ve diğer parmakların arasında sıkıştırarak tutmaktır. Üçüncü tutma şekli, açık kavramadır. Tıpkı bir topu tutma gibi, cismin bir tarafından (başparmağı ve işaret parmağı arasında sıkıştırarak) el pençesiyle tutulmasıdır (Yasin, 2018)



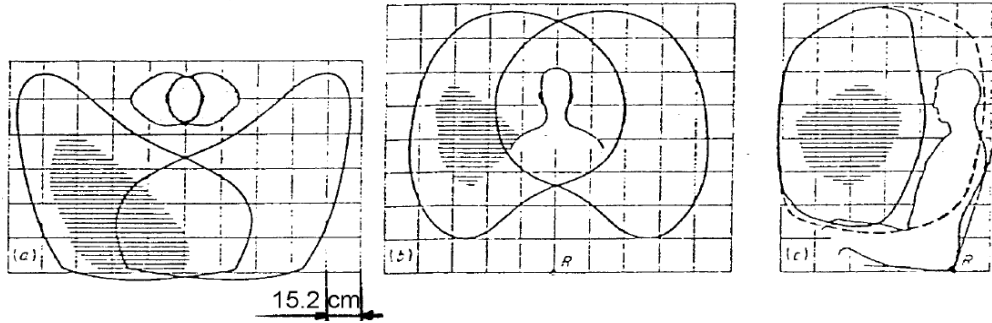
Şekil 3.46. Mary Marzke'nin temel kavrama çeşitleri (Yasin,2018).

Çalışmamızın konusu olan traktörlerde el yada kol kumanda sistemleri için yerleşiminde optimal erişim ve iş görme alanlarının saptanması, ergonomik tasarım açısından önem arz etmektedir. Kabinli traktörlerde yolcu koltuğunda oturan operatörün omuzları sabit halde, dirsek ekleminde hareketler ile elin işlem alanları dikkate alınmalıdır. Maksimum erişme noktalarının saptanmasında ise, gövde hareketleri ve omuz ekleminin işlekliliği gözetilir (Şekil 3.47).



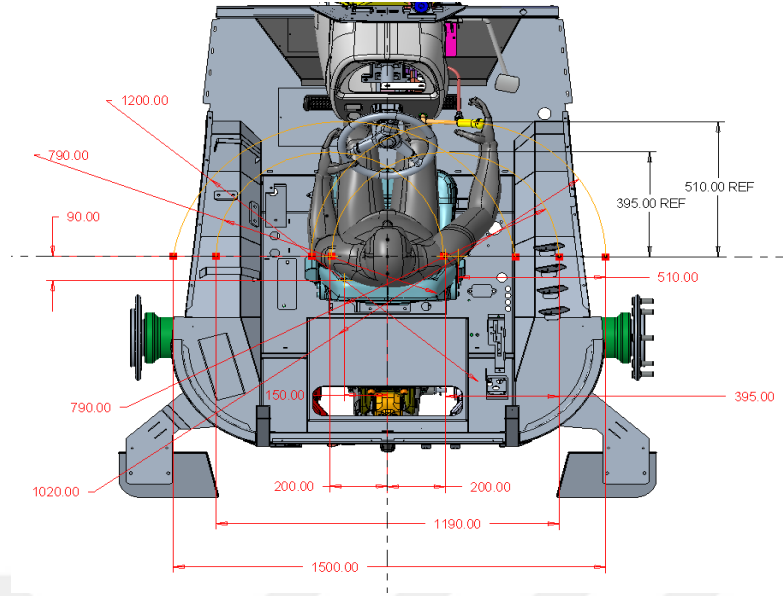
Şekil 3.47. Yolcu koltuğunda oturan operatörün el işlemleri için antropometrik teknikler ve iş etüdü yaklaşımları ile belirlenen işlem alanları (mm değerleri ile) (Bağış,2018).

Kumanda sistemlerinin ergonomik tasarımında traktör kabini içindeki bir operatörün kumanda sistemlere erişim uzaklıkları için tasarım yapılırken vücudun çeşitli düzlemlerdeki çalışma alanları da dikkate alınması gerekir(Şekil 3.48) .(Bağış,2018).



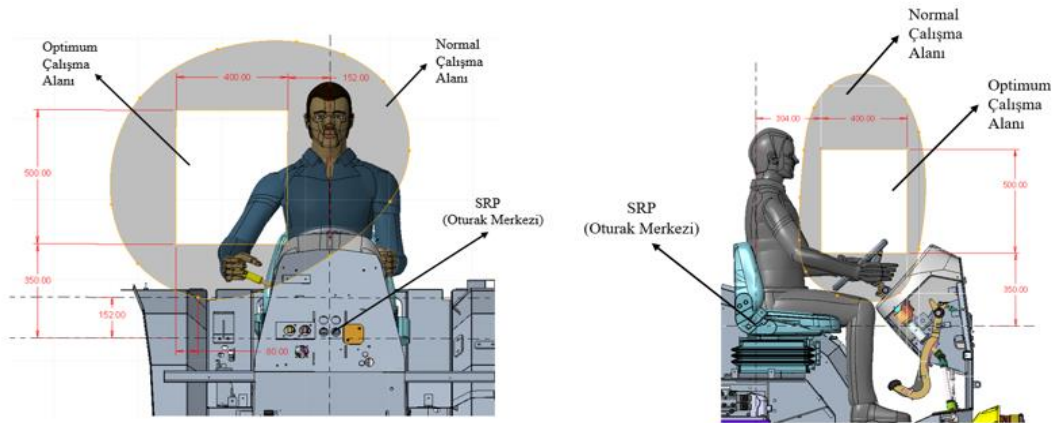
Şekil 3.48. Yatay, yan ve dikey düzlemde çalışma alanları (taralı alanlar optimum alanlardır)(Bağış,2018).

Bu çalışmada baz alınan tarım traktöründe tasarlanan shuttle kolunun orta konumdaki ergonomisi incelenmiştir. Burada operatör yolcu koltuğunun orta konumda oturduğunda el işlemleri için erişilebilirlik işlem alanları belirlenmiştir. Tasarlanan shuttle kolu maksimum erişilebilir işlem alanında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.49).



Şekil 3.49.Shuttle kolunun el işlemleri için üstten bakış ile işlem alanlarının belirlenmesi (mm değerleri ile).

Shuttle kolu mekanizmasında operatörün ve shuttle kolunun orta konumda olduğu yanal ve dikey çalışma düzlemlerinin ölçüleri belirlenmiştir. Her iki düzlemde shuttle kolunun yeri normal çalışma alanının içerisinde ve optimum çalışma alanına dışında olsa da yakındır(Şekil 3.50). Bu bulunan değerler incelendiğinde yeni tasarlanan shuttle kolunun yeri ergonomik olarak uygundur.



a. Yanal çalışma alan

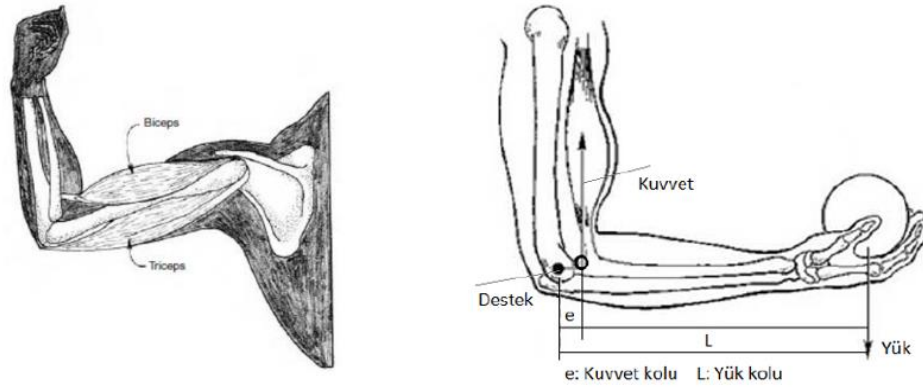
b. Dikey çalışma alanı

Şekil 3.50.Shuttle kolunun el işlemleri için yanal ve dikey çalışma alanlarının belirlenmesi

3.2.2. Direksiyon altı shuttle koluna gelen kuvvetlerin hesaplanması

Günümüz traktör kullanıcıları çalışma zamanlarının yaklaşık olarak % 30'unu traktör üzerinde geçirmektedirler. Bu süre zarfında traktörü kullanımında traktör üzerinde olan kumanda kollarının kullanım ergonomisi önem bir yer teşkil etmektedir. Bunun için bu kumanda kollarının tasarımında elin, kolun, bacağın vs. makinanın kontrol edilmesi gereken yerlerine kolay ulaşabilir olması gerekmektedir. Ayrıca kumanda sistemlerinin kullanımda elin, kolun, bacağın ve diğer organların çabuk yorulmaması ve insan gücünün yetebilir olması ergonomik tasarımda gereklidir.

Bir insanın koluna gelen kuvvetin hesaplanmasında mekanik bir hareket, iki ucu kemiklere bağlı olan ve birbirine göre izafi olarak hareket eden kasların büzülmesine sebep olur. Bu birleşme şekil 3.51.'de gibi, bir bağlantının (eklemin) destek olarak işlev gördüğü kaldıraç olarak bilinir, diğer kemik ise yük olarak etki eder ve kas destek ve yük arasındaki kuvveti sağlar. Ayrıca kolun başlıca iki kası (Biceps ve Triceps), kaldıraç sistemi gibi çalışır (Çalışkan & Fındık, 2012).



Şekil 3.51. Destek ve yük arasında kuvvet uygulanan bir kaldıraç gösterimi (Çalışkan,2012).

El ya da kumanda sistemlerinin tasarımda uygulanabilecek kol ve el kuvveti üzerine nominal değerler birçok faktöre göre değişmektedir. Tablo 1'de kumanda sistemlerinin yerleşiminde uygulanabilecek kol kuvveti değeri kolun dirsek açısı, kullanacağı el ve kolun kuvvet uygulandığı yöne göre değişiklik göstermektedir. Aynı şekilde tablo 2'de el ile tutma kuvvet değeri nasıl tuttuğuna, hangi el ile tuttuğuna ve ne kadar zaman tuttuğuna bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 3.1.Durumlara göre uygulanabilecek kol kuvveti miktarı

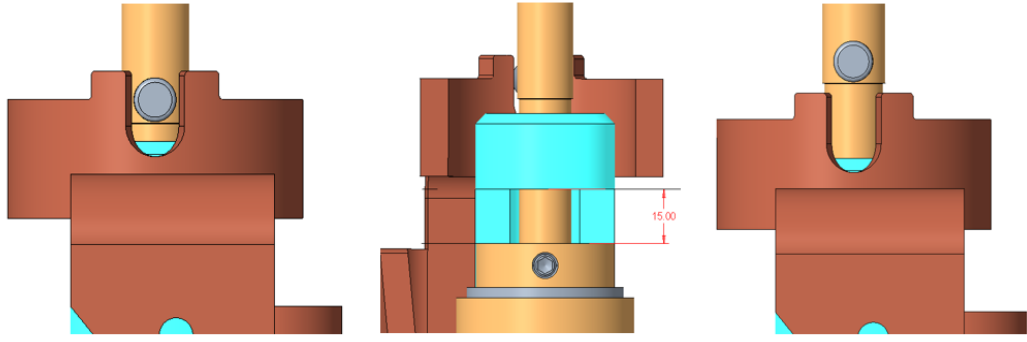
| KOL KUVVETİ | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|--------|--------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|
| DIRSEK AÇISI | ÇEKME KUVVETİ | | İTME KUVVETİ | | YUKARI KALDIRMA | | AŞAĞI İNDİRME | | İÇE DOĞRU ÇEKME | | DIŞA DOĞRU ÇEKME | |
| | Sol El | Sağ El | Sol El | Sağ El | Sol El | Sağ El | Sol El | Sağ El | Sol El | Sağ El | Sol El | Sağ El |
| 180° | 22,7 | 23,606 | 19,068 | 22,7 | 4,086 | 6,356 | 5,902 | 7,718 | 5,902 | 9,08 | 3,632 | 7,63 |
| 150° | 19,068 | 25,424 | 13,62 | 19,068 | 6,81 | 8,172 | 8,172 | 9,08 | 6,81 | 9,08 | 3,632 | 8,175 |
| 120° | 15,436 | 19,068 | 11,854 | 16,344 | 7,718 | 10,696 | 9,534 | 11,804 | 9,06 | 9,968 | 4,54 | 8,175 |
| 90° | 14,528 | 16,758 | 9,988 | 16,344 | 7,718 | 9,08 | 9,534 | 11,804 | 7,254 | 8,172 | 4,54 | 8,72 |
| 60° | 11,804 | 10,896 | 9,988 | 15,436 | 6,81 | 9,08 | 8,172 | 9,08 | 7,718 | 9,08 | 5,448 | 9,265 |

Kuvvet miktarları kg olarak tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 3.2.Durumlara göre uygulanabilecek el kuvveti miktarı

| EL İLE TUTMA KUVVETİ | | | | |
|----------------------|--------------------|--------|----------------------|--------|
| | AVUÇ İÇİ İLE TUTMA | | BAŞ PARMAK İLE TUTMA | |
| | SOL EL | SAĞ EL | SOL EL | SAĞ EL |
| ANLIK TUTMA | 25 | 27 | 6 | 6 |
| SÜREKLİ TUTMA | 15 | 16 | 4 | 4 |

Bu çalışmamızda tasarlanan shuttle kilitleme mekanizması için shuttle kolu kullanıcı tarafından hem yukarı yönde hemde ileri ya da geri yönde hareket ettirildiğinden shuttle kolunu kullanmak için gereken kuvvetler iki farklı şekilde hesaplanması gerekmektedir. Bunlar birinci kullanıcının shuttle kolunu yukarı yönde çekmesi için kuvvet hesaplanmasıdır. Shuttle kolunun pim yuvasından çıkabilmesi için shuttle kolu 15 mm yukarı çekilmesi gerekmektedir (Şekil 3.52).



Şekil 3.52.Shuttle kolunun yukarı yönde hareketinin görünüşü.

Shuttle kolu yukarı yönde çekildiğinde, shuttle üst mekanizması kompleksi içinde ara pul ile shuttle burcu arasındaki bölgede shuttle kolu içine geçirilmiş yay sıkıştırılacaktır. Bu yayın görevi shuttle koluna kaynaklı pimin yuvaya girmesi için shuttle kolunu aşağı yönde çekmektir. Kullanılan yayın özellikleri şunlardır: (Şekil 3.53)

d: 1,50 mm (Tel çapı)

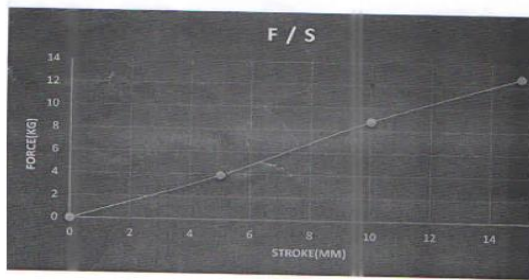
Di: 16,50 mm (Yay iç çapı)

Lo: 35 mm (Yay boyu)

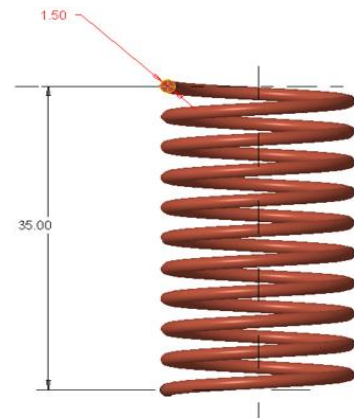
Ts: 11 sarım (Sarım sayısı)

Malzeme : En10270-1 SH

K : 0,98 N/mm (Yay sabiti)



EĞİM= K(YAY SABİTİ)
K= 0,98 N/mm



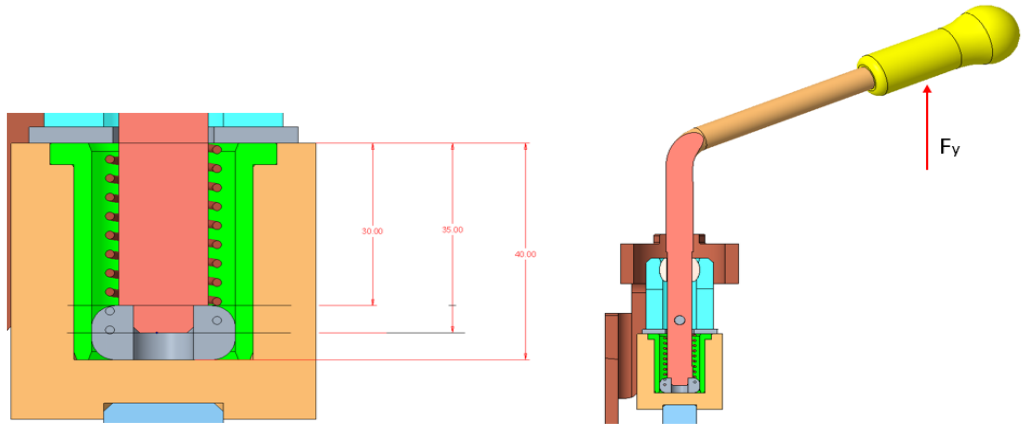
Şekil 3.53.Kullanılan yayın genel ölçüleri ve görünüşü

Yay ilk konumda shuttle kolu içinde 30 mm strokta çalışacaktır. Ancak yay boyu 35 mm olduğu olduğu için ilk konumda 5 mm sıkışmış durumdadır. Shuttle kolu yukarı yönde 15 mm çekildiğinde toplamda yay 20 mm sıkıştırılmıştır. Bu durumda shuttle kolunun yukarı yönde istenilen seviyeye çıkartılması için gereken kuvvet (F_y) hesaplamasında;

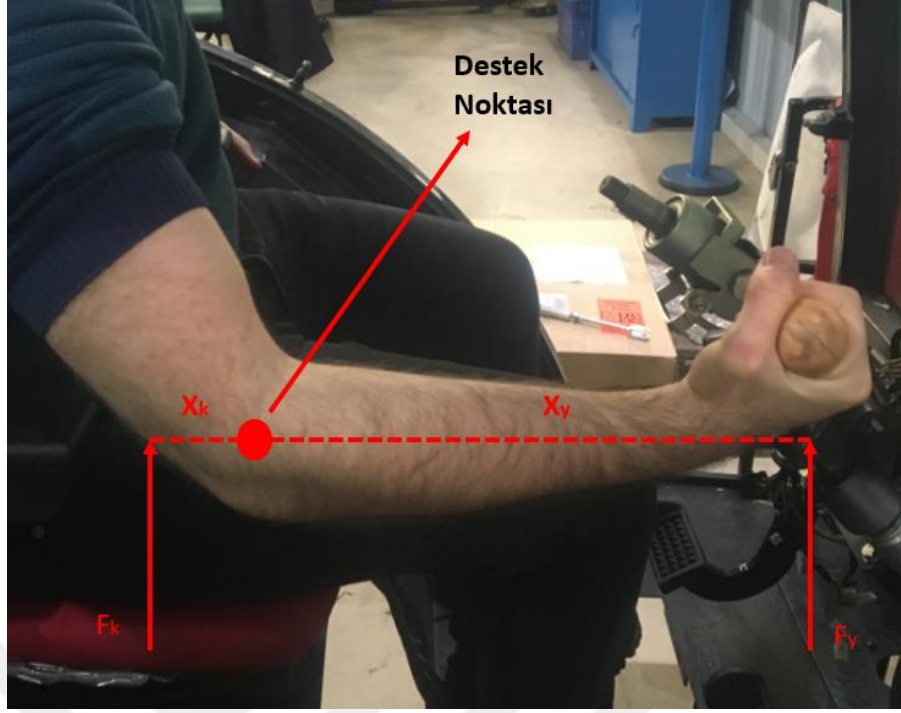
$$F_y = K * x \quad (3.16)$$

Yukarıda denklemden $K = 0,98 \text{ N/mm}$ ve $x = 20 \text{ mm}$ kabul edilerek $F_y = 19,6 \text{ N} = 2 \text{ Kg}$ ($g=9,81 \text{ m/s}^2$) bulunur (Denklem 3.16).

Shuttle kolunun yukarı yönde çekilmesi için 2 Kg'lık bir kuvvet gerekmektedir. Shuttle kolu yukarı çekilmesi için dirsek açısı yaklaşık 120° derece ve sağ el ile kaldırıldığında tablo 1'den bakıldığında uygulanacak kol kuvveti 10,696 Kg olarak göstermektedir. Bizim uygulamış olduğumuz kuvvet normal istenen kuvvetin yaklaşık beşte biri olduğu için ergonomik olarak uygundur (Şekil 3.54).



Şekil 3.54. Shuttle kilitleme mekanizmasının kesit görünüşü.



Şekil 3.55. Kas kuvvetinin hesaplanması.

Shuttle kolu kaldırmak için gereken 2 Kg'lık kuvvetin kaslarda olduğu kas kuvveti de hesaplanmıştır. Kolun kaldırılmasında dirsek açısı yaklaşık 120° olması ve kolun destek noktası ekleme yeri olarak alınmıştır ve kas kuvveti bulmak için (F_k) bu noktaya göre $\Sigma M = 0$ ilkesi uygulanmıştır (Şekil 3.55).

$$F_k * X_k = F_y * X_y \quad (3.17)$$

Yukarıdaki denklemde $X_y = 390$ mm, $X_k = 50$ mm ve $F_y = 2$ Kg kabul ederek denklemde $F_k = \frac{F_y * X_y}{X_k}$ yerine yazılır ve sonuçta 15,6 Kg'lık kas kuvveti gerekmektedir (Denklem 3.17).

Shuttle kolunun kuvvet hesaplamasında ikinci olarak kullanıcının shuttle kolunu yukarı yönde çekmesinden sonra ileri yada geri kolu hareket ettirmesi için gereken kuvvet hesaplanmıştır. Bu kuvvet hesaplamasına öncelikle transmisyon üzerinde shuttle levyesinin 11,5° ileri yada geri hareket ettirmek için gerekli kuvvet yaklaşık 17 Kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.56).

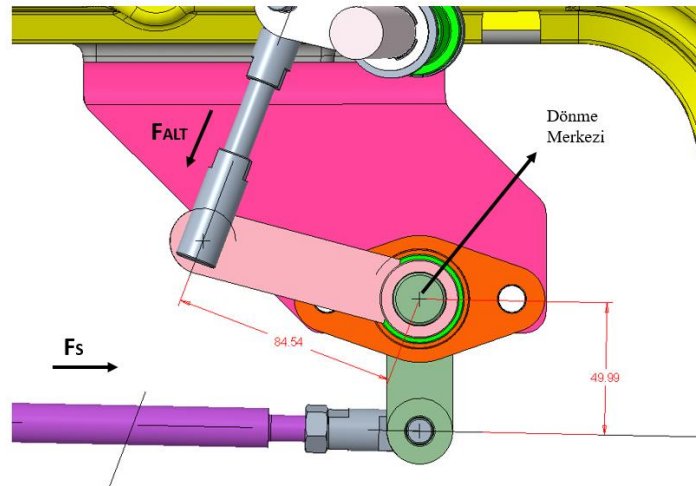


Şekil 3.56. Shuttle levyesinin ileri-geri hareketi için kuvvet ölçümü.

Shuttle kolu ileri doğru döndürüldüğünde shuttle levye kuvveti (F_s) shuttle alt ayar çubuğu vasıtasıyla shuttle alt yataklama kompleksine iletilir. Burada shuttle alt levyesi ile shuttle alt kolu pimle birbirine bağlı halde olup, bu komple üzerine olan kuvvet değişiminin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için shuttle alt yataklama kompleksinde oluşan çevrim oranı Şekil 3.57’de gösterilmiştir. Buna göre aşağıdaki denklemde F_s kuvveti $17 \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 166,77 \text{ N}$ bulunmuş ve F_s kuvvetinin mesafesi m_s 49,99 mm ve F_{ALT} nin mesafesi m_{alt} 84,54 mm olarak kabul edilmiş.

$$F_s * m_s = F_{ALT} * m_{alt} \quad (3.18)$$

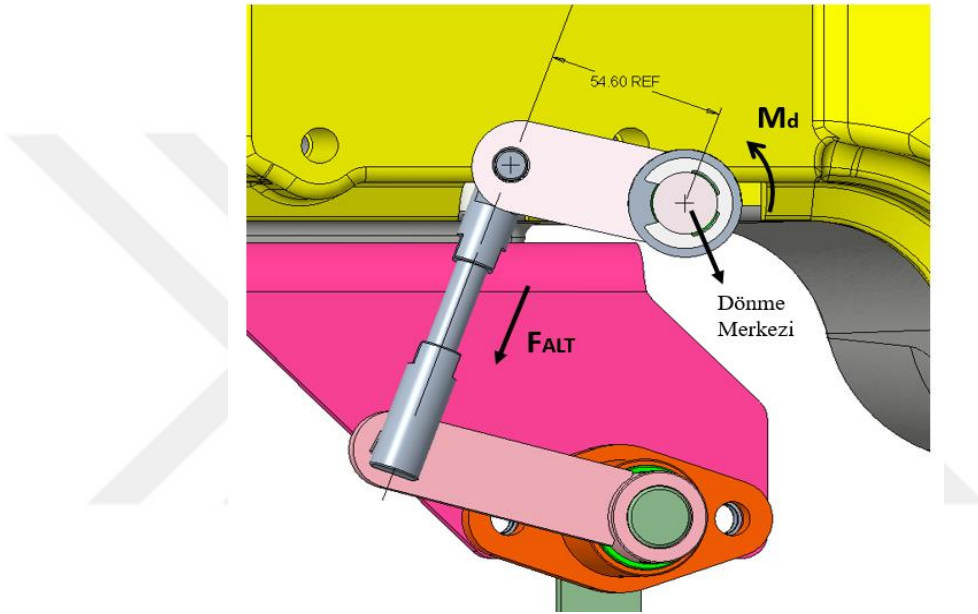
Yukarıdaki denklemde F_{ALT} , 98,6 N bulunmuştur (Denklem 3.18).



Şekil 3.57. Shuttle alt yataklama bölgesindeki çevrim oranı

Shuttle alt yataklama kompleksinde iletilen kuvvet (F_{ALT}), orta yataklama kompleksinde kabin altına saçına sabitlenen shuttle orta yataklama braketi içinde hareket edebilen shuttle orta mili için döndürme momenti oluşturur. Burada oluşan döndürme momentinin hesabında aralarındaki mesafe m , 54,6 mm alınmıştır. Denkleme yerine yazılarak M_d 5383,56 N.mm bulunmuştur (Denkleme 3.19).

$$M_d = F_{ALT} * m \quad (3.19)$$



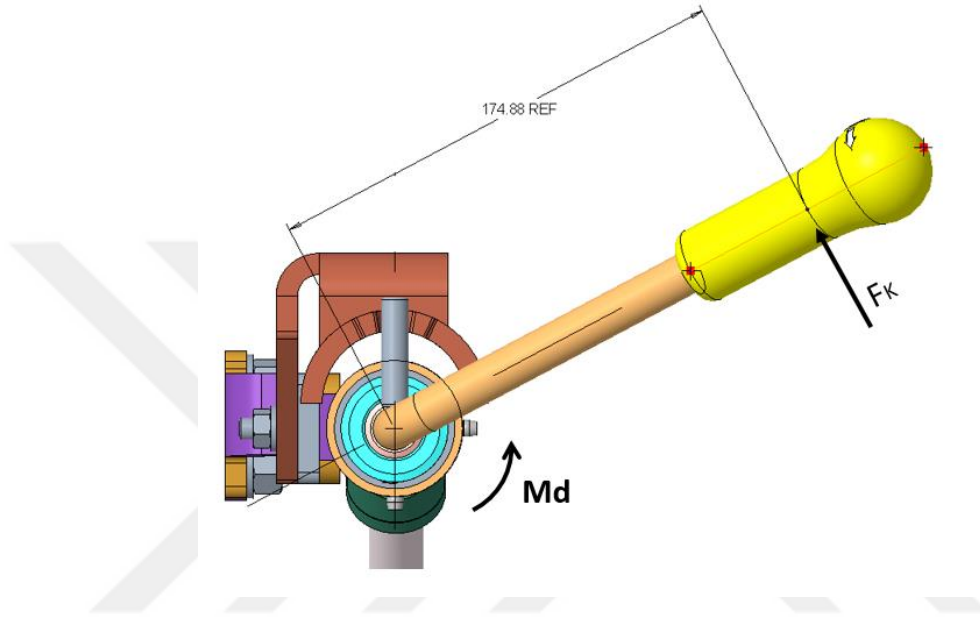
Şekil 3.58. Shuttle orta yataklama bölgesindeki çevrim oranı

Orta yataklama bölgesinde oluşan döndürme momenti, üst yataklama ile orta yataklama arasındaki U mafsalları ihmal edilerek üst yataklama bölgesini de aynı değer ile döndürdüğü kabul edilmiştir. Shuttle kolunun yukarı çekildikten sonra ileri yönde döndürülmesi için gereken kol kuvveti hesabında M_d yukarıdaki denkleme 5383,56 N.mm bulunmuştuk, aralarındaki m_k olan mesafeyi 174,88 mm olarak kabul ederek denkleme yerine yazalım.

$$M_d = F_K * m_k \quad (3.20)$$

F_K , 30,78 N olarak bulunur ve kilogram eşiti ise 3,1 Kg ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)'dir (Denkleme 3.20).

Shuttle kolu ileri yönde döndürülmesi için hesaplanan kuvvet değeri ile geri yönde döndürüldüğündeki kuvvet değeri aynıdır. Shuttle kolunu ileri-geri döndürmek için hesaplanan kol kuvveti 3,1 Kg değeri ile tablo 1'de kol dirsek açısı 120 olup, sağ el ile uygulanabilecek itme kuvveti 16,344 Kg ve çekme kuvveti ise 19,068 Kg değerleri karşılaştırıldığında shuttle kolu ergonomik açıdan uygundur.



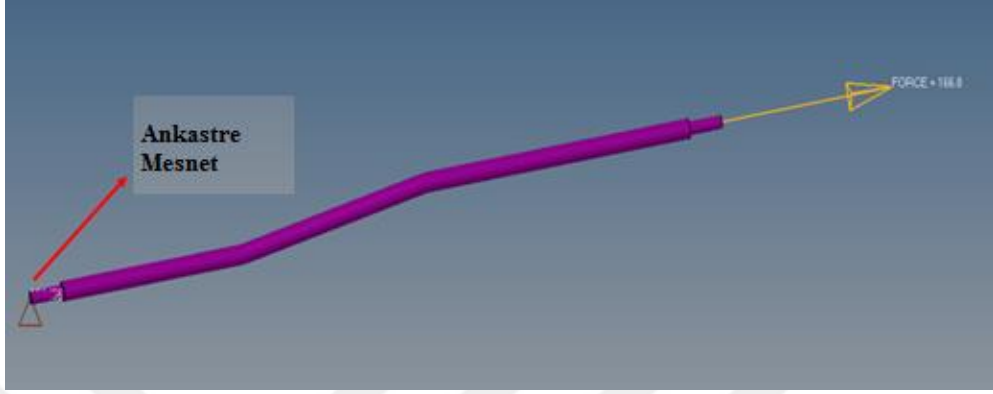
Şekil 3.59.Shuttle üst yataklama bölgesindeki çevrim oranı

3.2.3. Direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizması için kritik parçaların yapısal analizi ve malzeme seçimi

Creo parametric programıyla modellenen direksiyon altı shuttle kolu kilitleme mekanizmasının parçaları, HyperMesh yazılımı kullanılarak yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında mekanizmanın çalışmasında kritik görülen 3 adet parçanın çalışma koşullarına göre, shuttle kolu ileri-geri döndürüldüğünde oluşan kuvvetlerin sınır koşulları belirlenmiş ve bu sınır koşullarına göre yapısal analizler yapılmıştır. Çalışma kapsamında kritik görülen 3 adet parça shuttle alt ayar çubuğu, shuttle alt bağlantı braketini ve shuttle kolu yataklama braketidir. Ayrıca bu parçaların yapısal analiz sonuçlarına göre malzemeleri belirlenmiştir.

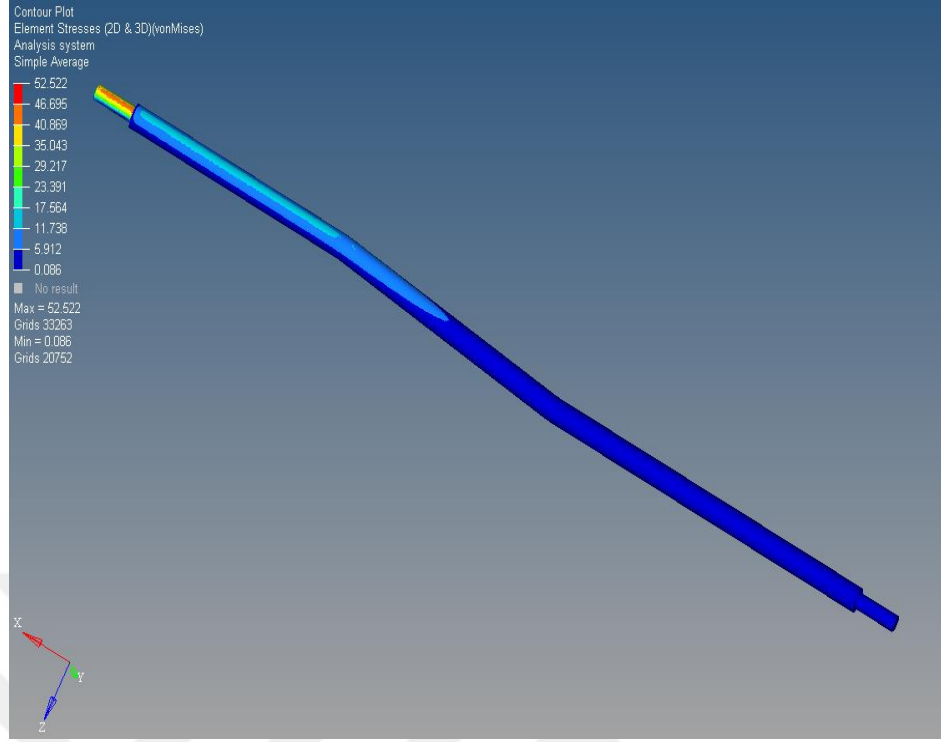
Öncelikle alt yataklama bölgesinde bulunan shuttle alt ayar çubuğu, bir tarafı transmisyon üzerindeki shuttle levyesine diğer tarafı ise shuttle alt koluna montaj

edilir. Bu parçanın yapısal analizinde, çubuğun bir tarafından ankastre mesnet olarak sabitlenirken, diğer taraftan shuttle levye kuvveti ($F_s=166,77$ N) uygulanır. Ayrıca en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.60).



Şekil 3.60.Shuttle alt ayar çubuğuna sınır koşullarının uygulanması.

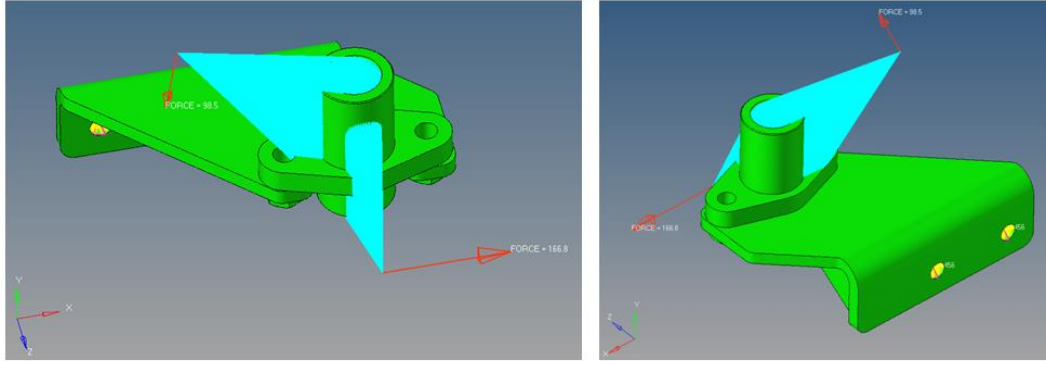
Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5$ MPa), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm³) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme 52,522 MPa çıkmıştır (Şekil 3.61).



Şekil 3.61.Shuttle alt ayar çubuğu için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

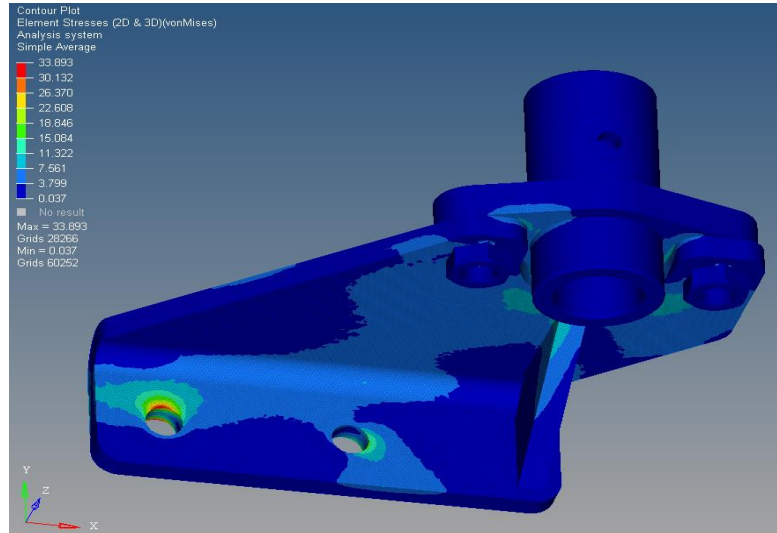
Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, max. gerilmenin ankastre olarak sabitlenen dış bölgesinde olduğu gözlenmiştir. Diğer bölgeler kontrol edildiğinde gerilmeler 20 MPa altındadır. Bu yüzden çubuk malzemesi olarak daha az maliyetli ve kolay bulunabilir olan SAE 1010 seçilir. Bu ayar çubuğu basma kuvvetine maruz kalmadığı için burkulma kontrolünün yapılmasına gerek yoktur.

Shuttle alt yataklama kompleksinde diğer kritik parça olan shuttle alt bağlantı braketi iki adet cıvata ile ara gövdeye montaj edilmektedir. Ayrıca bu parçanın üzerine shuttle alt yataklama braketi bağlanmaktadır. Bu parçanın analizinde, shuttle alt bağlantı braketi ile shuttle alt yataklama bareketi daha doğru sonuç vermesi için bu iki parça tek parça yapılır. Ara gövdeye montaj edilen deliklerden ankastre mesnet olarak sabitlenir. Ayrıca bu tek parça yapılan komple üzerine gelen shuttle levye kuvveti ($F_s=166,77$ N) ile alt yataklama kuvveti ($F_{ALT}=98,6$ N) uygulanır. Bununla birlikte en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.62).



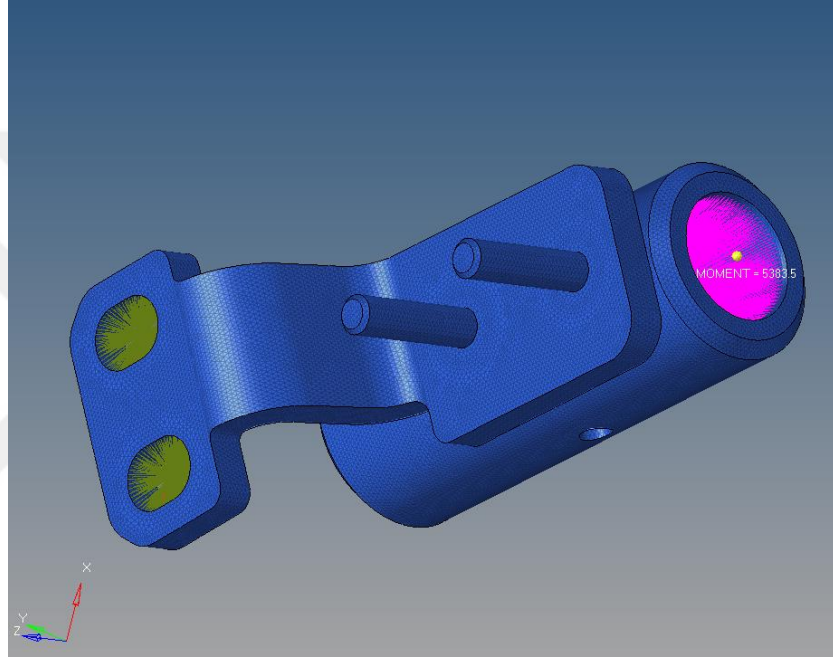
Şekil 3.62. Shuttle alt bağlantı ile alt yataklama braketini kompleksine sınır koşullarının uygulanması.

Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5$ MPa), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm^3) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme 33,893 MPa çıkmıştır (Şekil 3.63). Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, max. gerilmenin ankastre olarak sabitlenen delik etrafında olduğu gözlenmiştir. Diğer bölgeler kontrol edildiğinde gerilmeler 20 MPa altındadır. Bu yüzden shuttle alt bağlantı braketinin malzemesi olarak daha az maliyetli ve kolay bulunabilir olan St 37 seçilir. Parça saç kalınlıkları ise 8 mm tasarlanmıştır.



Şekil 3.63. Shuttle alt bağlantı ile alt yataklama braketini kompleksini için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

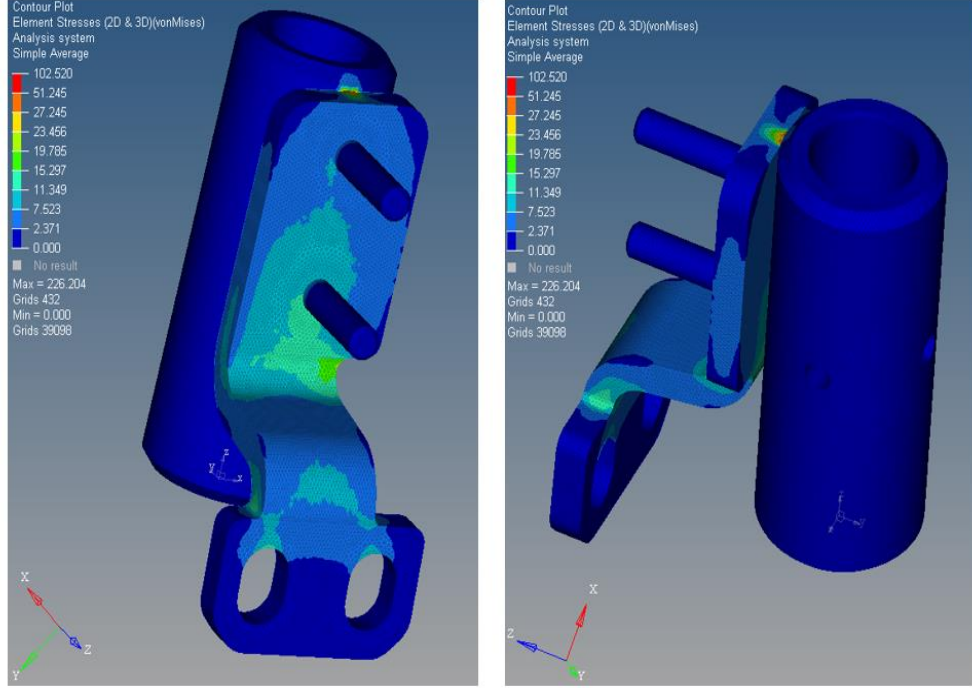
Son parça olarak, shuttle üst yataklama kompleksinde kritik parça olan shuttle kolu yataklama braketi iki adet cıvata ile direksiyon sehpasına montaj edilir. Bu parça shuttle üst mekanizmasının yataklanmasını sağlar. Bu parçanın analizinde, direksiyon sehpasına montaj edilen deliklerden ankastre mesnet olarak sabitlenir. Bu parçanın kompleksi içindeki yataklama burcunun iç yüzeyine shuttle kolunu döndürmek için uygulanan döndürme momenti ($M_d = 5383,56 \text{ N.mm}$) uygulanır. Ayrıca en iyi sonucu verecek şekilde mesh yapısı oluşturulur (Şekil 3.64).



Şekil 3.64. Shuttle kolu yataklama braketi için sınır koşullarının uygulanması.

Hypermesh programında malzeme olarak çelik kullanılacağı için çeliğin özellikleri olan elastite modülü ($2,1 \times 10^5 \text{ MPa}$), poisson oranı (0,3) ve yoğunluğu (7.85 gr/cm^3) değerleri girilir. Bundan sonra sınır koşulları uygulanmış ve mesh yapısı oluşturulmuş data statik analize koşturulur. Analiz sonuçları incelendiğinde max. gerilme $102,520 \text{ MPa}$ çıkmıştır (Şekil 3.65). Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, max. gerilmenin shuttle kolu yataklama braketi kompleksinde braket ile yataklama burcunun kaynaklı olan üst birleşiminin etrafında olduğu gözlenmiştir. Diğer bölgeler kontrol edildiğinde gerilmeler 50 MPa altındadır. Bu yüzden shuttle alt bağlantı braketi kompleksindeki braket malzemesi olarak daha az maliyetli ve kolay bulunabilir olan St 37 ve yataklama

burcu malzemesi SAE 1010 seçilir. Bu parça kompleksi için saç kalınlığı ise 8 mm olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.65. Shuttle kolu yataklama braketleri için yapısal analiz sonuçları (von-mises).

BÖLÜM 4. SONUÇLAR

Endüstride çalışmakta olan sistemlerde ortaya çıkan arızalar genelde kullanıcı hatası, montaj hatası ve bazen de tasarım hatasından ortaya çıkmaktadırlar. Bu arızalara söz konusu hatalardan hangisinin sebep olduğunun analiz edilmesi çok önemlidir. Özellikle arıza ve hasarların tasarım kaynaklı olduğunun anlaşılabilmesi çözümü oldukça zorlaştırmaktadır. Zira ortaya çıkan hasar ve arızalara parça değiştirme şeklinde çözüm uygulanır. Bu da olası tasarım hatasını göz ardı etmek anlamına gelir. Diğer taraftan arıza ve hasarların analizi ile sebeplerinin ortaya çıkarılması belirli bir uzmanlık düzeyini gerektirir. Arızalar müşteri tarafından çözülebilecek kadar basit olabileceği gibi sadece tasarım merkezindeki uzmanlar tarafından tasarımın iyileştirilmesi ile giderilebilecek düzeyde de olabilir. Bu durum müşteri, servis ve fabrika (tasarım merkezi) arasındaki iletişim ortamının ve altyapısının güçlü olmasına gerektirir. Ne var ki günümüzde müşteri, servis ve fabrika arasındaki iletişim zayıf ve yavaştır. Bu durum birimler arasındaki bilgi akışının tam olarak gerçekleşmemesi ve transfer edilen bilginin istem dışı olarak değişmesi şeklinde de karşımıza çıkar. Bu problemlere çözüm olarak birçok firma müşterilerinin ihtiyaçlarını telefon, e-Posta, WhatsApp ve İnternet gibi uzaktan hizmet çözümleriyle karşılamaya çalışmaktadır. Ancak tüm bu girişimler kısmen bir çözüm sunmakla beraber amacı tam olarak karşılayan sistematik bir çözüm değildir. Bu çalışmada ifade edilen problemlere çözüm olarak birimler arasında hızlı ve doğru iletişimi sağlayacak bir mobil uygulama yazılımının geliştirilmiştir. Böylece çalışmanın asıl amacı olan mevcut endüstriyel ürünler için servis ve müşteri taleplerine dayalı yeni bir tasarım iyileştirme yaklaşımının geliştirilmesine önemli bir zemin oluşturulmuş oldu.

Bu çalışmada müşteri ve servis için tasarlanan android tabanlı mobil uygulamalar sayesinde müşteri mevcut üründen talep ve şikayetini anlık olarak iletebilecek, kendi bağlı olduğu müşteri servisinin adres ve iletişim bilgilerine ulaşabilecek ve mesaj atabilecektir. Ayrıca müşteri uygulama sayesinde traktörü hakkında bilgi ve videoları

kolaylıkla erişebilecektir. Bunlara ilaveten servisler için mobil uygulama sayesinde fabrika ile anlık talebini iletilecek, sorumlu olduğu traktör markanın kataloglarına(servis, yedek parça) kolaylıkla erişebilecektir. Ayrıca yedek parça ihtiyacı için yedek parça bayinin adres ve iletişim bilgilerine ulaşabilir ve hızlı arama ile uygulama üzerinden yedek parça bayini kolaylıkla arayabilme imkanı sunulur.

Fabrika açısından bakıldığında müşteri ve servisleri için geliştirilen mobil uygulama sayesinde mevcut ürünleri için talep ve şikayetleri toplar. Bu sayede fabrikanın mevcut ürünleri içinde en çok şikayet edilen ve değiştirilmesi talep edilen iki sistemi belirlendi. Bu şikayet edilen iki sistem de fabrikanın mevcut ürünü olan tarım traktör üzerinde kullanılmaktadır. Bunlardan biri hidrolik debriyaj sistemi, diğeri ise direksiyon altı shuttle kolunun mevcut konumudur.

Hidrolik debriyaj için gelen şikayetler incelendiğinde traktör kullanım anında debriyajın boşa çıktığı ve tutmadığı şeklindedir. Bu şikayetler geniş çaplı değerlendirildiğinde problemin hidrolik sistem içerisinde havanın tahliye edilememesi ve debriyaj pedalına bağlı debriyaj silindir çatalı ayarının üretim esnasında operatör tarafından unutulması veya ayarın yapılmasının zor olmasından dolayı kaynaklandığı tespit edilmiştir. Buna çözüm olarak çubuklu debriyaj sistemi tasarlanmıştır. Bu çubuklu debriyaj mekanizması ile üretim esnasında ve sonrasında yapılacak hataları minimize edilmede, yalın bir tasarım olup fazla bakım ve servis gerektirmemekte, sürücünün ayağına gelen kuvvetin azaltılmasını ve sürüş ergonomisinin artırılmasını sağlamaktadır.

Direksiyon altı shuttle kolu mevcut konumu için gelen şikayetler incelendiğinde örnek alınan tarım traktöründe shuttle kolu ile yan yolcu(hostes) koltuğu kullanıcının sol tarafında bulunduğu için operatör ile yan yolcu birlikte olduğunda, hem shuttle kolunun ergonomisini kötü yönde etkilenmekte hem de yan yolcuya rahatsızlık verilmektedir. Bu duruma çözüm olarak direksiyon altı shuttle kolu soldan sağa alınarak, operatör için sürüş ergonomisi artırılmıştır. Ayrıca yan yolcu ile operatör beraber olduğunda traktörün sürüş konforu iyileştirilmiştir.Bu müşterilerin fark edip değiştirilmesi talep ettiği durumlar haricinde, müşterinin fark edemediği arızaların başlangıcında müşteriyi uyarmak için mobil uygulama tarafından müşteriye hata bildirimini gönderilir. Ayrıca servis mobil uygulamaya traktörün saşe numarasını

girerek traktörün kullanım ömrü boyunca meydana gelen hataları kolayca görüntüleyebilmektedir. Zaman zaman belli periyotlarla hata bildirimine göre aynı hatadan belli bir sınıırın üstünde arıza gösteren traktörler fabrika tarafından gözlem altına alınarak bu traktörde bir tasarım hatası olup olmadığını ayrıntılı olarak incelenmektedir. Eğer gerçekten arızanın tasarım hatasından dolayı kaynaklandığına karar verilirse, ilgili sistem yeniden tasarlanmaktadır. Böylece arıza sıklığı izlenerek müşteri şikayetinden önce tasarım hataları giderilebilmektedir.

Bu çalışma kapsamlı bir projenin bir parçası olup, gelecekte devam edecek çalışmalar ile proje tamamlanacaktır. Gelecek çalışmalar olarak, hata bildirimlerine göre hatanın nasıl giderileceği bir bülten üzerinden ayrıntılı açıklamalarla anlatılacaktır. Ayrıca bu modül örnek hata giderme uygulaması videolar ile desteklenecektir. Burada servis problemin çözümü adım adım gerçek traktör üzerinde görsel olarak izleyebilecektir. Bu durum çoğu servis için oldukça faydalı olacak ve servis elemanlarının fabrikadaki eğitim külfetini ortadan kaldıracaktır. Bu dokümanların yeterli olmadığı durumlarda ise ilgili servis elemanı fabrikadaki sorumlu uzman ile video konferans vasıtasıyla destek alabilecektir.

Bu çalışmaları sonucunda, traktörlerin kullanım ömür sürecinde müşteri ve servisler arasında hızlı ve güvenilir bilgi akışı sağlanmış olacaktır. Böylece satış sonrası bakım, onarım gibi hizmetlerin yönetilebilirliği çok daha etkin hale gelecektir. Tasarım, imalat, satış pazarlama ve servis bakım birimleri arasında bilgi entegrasyonu ve denetimi doğru bir şekilde gerçekleşecektir. Daha da önemlisi arıza ve hataların depolanması ve istatistiki olarak değerlendirilmesinin mümkün olmasıyla ileriye dönük planlamalar daha gerçekçi olabilecektir. Ayrıca bu durum sonraki yeni tasarımlar için de çok önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- A., Ayten. (2017). Motorlar ve Traktörler. *Tarım makineleri ve teknolojileri mühendisliği bölümü*.
- Bashiri, B., & Mann, D. (2014). Automation and the situation awareness of drivers in agricultural semi-autonomous vehicle. *Biosystems Engineerig*, 8-15.
- Calvillo, J., Roa-Romero, L., Estudille-Valderrama, M., Lazo, M., Areste, N., Rodriguez, N., & Cabrera, F. (2019). User-centered design for developing e-Health system for renal patients at home. *International Journal of Medical Informatics*.
- Cedene, J., Papinniemi, J., Hannola, L., & Donoghue, I. (2018). Developing Smart Services by Internet of Thing in Manufacturing business. *Scientific Journal of Logistics*, 59-71.
- Çalışkan, M., & Fındık, F. (2012). Malzeme ergonomi ve biyomekanik ilişkisi. *Sakarya University Journal of Science*, 273-282.
- Çeltek , S., Durgun, M., Gökrem, L., & Durgun, Y. (2017). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Yangın Alarm Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 66-72.
- Gupta, R., Belkadi, F., Buergy, C., Bitte, F., Cunha, C., Buergin, J., . . . Bernard, A. (2018). Gathering evaluating and managing customer feedback during aircraft production. *Computers-Industrial Engineering*, 559-572.
- Gündüz, M., & Daş, R. (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi,bilişenlei ve uygulama alanları. *Pamukkale üniversite Müh. Bilim Dergisi*.
- Hamidi, H. (2019). An Approach to develop the smart heat using Internet of Thing and authentication based on biometric technology. *Future Generation Computer Systems*, 434-449.
- Mühendislik Bilgileri,2019.Erişim 19 Mayıs 2019,http://www.muhendislikbilgileri.com*
- Karabıyık, Ö., & Najafyan, H. (2015). Donatı demiri tel bağlama el aletlerine ergonomik bir tasarım yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 245-250.
- Kim, Y., Chung, S., & Choi, C. (2018). Development of automation technology for manuel transmission of a 50 Hp autonomous tractor. *IFAC Paper on line*, 20-22.

- Koçtürk, D., & Avcıoğlu, A. (2006). Traktörde kumanda organları yerleşim özelliklerinin TSE standardına uygunluğunun belirlenmesi. *Tarım bilimleri dergisi*, 364-368.
- Kraleva, R. (2017). Designing a interface for a mobile application based on children's opinion. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*.
- Lee, J., Kim, H., Cho, B., Choi, J., & Kim, Y. (2018). Road Bump Cetection Using Lidar Sensor for Semi-Active Control of Froant Axle Suspension in an Agricultural Tractor. *IFAC Paper on line*, 124-129.
- Mittag , T., Rabe, M., Gradert, T., Kühn, A., & Dumitrescu, R. (2018). Building blocks for planing and implementation of smart services based on existing products. *Conferance on Industrial Product-Service Systems*, 102-107.
- Motorlu Araçlar Teknolojisi*. (2013). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mourtzis, D., Doukasz, M., & Vandera, C. (2014). Mobile apps for product customisation and design of manufacturing networks. *Manufacturing Letters*, 30-34.
- Mourtzis, D., Vlachao, E., Zogopoululos, V., Gupta, R., Belkadi, F., Debbache, A., & Bernand, A. (2018). A Customer feedback gathering and management tools for product service system design. *Conferance on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 577-582.
- Noguchi, N., Zhang , Q., Han, S., & Reid, J. (2001). Autonokous Agricultural Tractor with an Intelligent Navigation Systems. *IFAC Intelligent Autonomous Vehicle*.
- Olsson, T., Lehtonen, M., Pavel, D., & Vaannanen, K. (2014). User-centered design of a moile application for sharing life memories. *Institute of Human - Centered Technology*.
- Ö., Yelda. (2016). Türkiye'de akıllı telefon kullanıcılarının oyalanma amaçlı tercih ettikleri mobil uygulamalar. *Beykent Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi*.
- Pado, G. (2017). Açık inovasyonda yeni ürün geliştirme için müşteri entegrasyonu. *IBAD*, 75-85.
- Ramezani, H., Zakidizaji, H., Masoudi, H., & Akbarizadeh , G. (2016). A new DSWTS algorithm for real-time pedestrian detection in autonomous agricultural tractors as a computer vision systems. *Measurement*, 126-134.
- Sala, R., Pezzotta, G., Sassanelli, C., Pirola, F., Bertele, C., Neves-Silva, R., . . . Terzi, S. (2018). The Integrated Design of Product-Service Systems using the Diversty Platform:An Application Case. *IFAC Paper On line*, 1311-1316.
- Seeber, L., Conrad, T., Hoppe, C., Obermeier, P., Chen, X., Karsch, K., . . . Rath, B. (2017). Educating parents about the vaccination status of their children: user-centered mobile application. *Preventive Mdicine Reports*, 241-250.

- Shaofeid, J., Di, F., Chunfu, L., Jiquan, L., & Hao, C. (2018). Research on the Construction of the Spiral Evolutionary Design Methodology for a Product Service System Based on Existing Products. *Journal of Engineering Manufacture*, JEM-18-0083.
- Song, W., & Sakao, T. (2016). A customization-oriented framework for design of sustainable product/service system. *Journal of Cleaner Production*, 1672-1685.
- Tamaki, J., & Ullah, S. (2010). Analysis of Kano-Model-Based Customer Needs for Product Development. *Kitami Institute of Technology*.
- Traktör ve Yapı Elamanları*. (2015). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Trana, T., & Parka, J. (2015). Development of a strategic prototyping framework for product service systems using co-creation approach. *7th Industrial Product Service Systems Conference*.
- Yasin, U. (2018). Traktörlerde kullanılan teknoloji mandalının ergonomik olarak geliştirilmesi. *Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi*.
- Zhang, Z., & Peng, Q. (2015). Improvement of User Involvement in Product Design. *CIRP*.
- Zheng, P., Lin, T., Chen, C., & Xu, X. (2018). A system design approach for service innovation of smart product-service systems. *Journal Of Cleaner Production*, 657-667.

ÖZGEÇMİŞ

Zafer ÇAKIR, 16.01.1991 tarihinde Geyve'de doğdu. 2007 yılında Geyve Lisesi, Sayısal Bölümünden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2014 yılında MKS Mermer Kesme ve Silme Makineleri fabrikasında AR-GE tasarım mühendisi olarak çalışmaya başladı akabinde 2015 yılının sonunda Hattat Traktör fabrikasında AR-GE Tasarım Mühendisi olarak görevine başlamış olup, 2019 ocak itibari ile aynı şirkette Transmisyon, Debriyaj ve Shuttle mekanizmalarından sorumlu AR-GE Şefi olarak görevine devam etmektedir.