

**KONTROL MEKANİZMASI GÖVDESİNE
TÜMLEŞİK DIŞTAN SİLİNDİRLİ
HİDROLİK KALDIRICI TASARIMI VE
DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

**Olcay TEZCAN
Yüksek Lisans Tezi
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. İ. Savaş DALMIŞ
TEKİRDAĞ-2014**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KONTROL MEKANİZMASI GÖVDESİNE TÜMLEŞİK DIŞTAN SİLİNDİRLİ
HİDROLİK KALDIRICI TASARIMI VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

Olca TEZCAN

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ

TEKİRDAĞ-2014

Her Hakkı Saklıdır.

NKUBAP.00.17.YL.12.08 Proje numarası ile

**“Kontrol Mekanizması Gövdesine Tümlşik Dıştan Silindirli Hidrolik Kaldırıcı
Tasarımı ve Deneysel Olarak İncelenmesi”**

Adlı proje NKÜBAP tarafından desteklenmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ danışmanlığında, Olcay TEZCAN tarafından hazırlanan “Kontrol Mekanizması Gövdesine Tümeleşik Dıştan Silindirik Hidrolik Kaldırıcı Tasarımı ve Deneysel Olarak İncelenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. S.Osman YILMAZ

İmza:

Üye : Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ (Danışman)

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KONTROL MEKANİZMASI GÖVDESİNE TÜMLEŞİK DIŞTAN SİLİNDİRLİ HİDROLİK KALDIRICI TASARIMI VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Olca TEZCAN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ

Bu çalışmada, traktörlerde kullanılan dıştan silindirik, küçük boyutlara sahip prototip bir hidrolik kaldırıcı tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Bağ-Bahçe serisi traktörler boyut olarak diğerlerine göre daha küçüktür. Bu yüzden bileşenlerin montajlanmasında sıkıntılar yaşanabilmektedir. Bu sıkıntıları ortadan kaldırmak ve yüksek donanım ile diğer ürünlere avantaj sağlayacak bir ürün yapmak hedeflenmiştir. Üretilen 20 adet prototip hidrolik kaldırıcı ürün test tezgahlarında (fonksiyon testi, indir-kaldır testi, çek-bırak testi, silindir testi, reaksiyon mesnet testi, kaldırma kapasitesi testi) ve 80Hp'lik bahçe tipi traktör üzerinde yapılan toplam 1000 saatlik saha testiyle doğrulanmıştır. Hidrolik kaldırıcı kaldırma kapasitesi 2 boyutta teorik olarak maksimum 3200 kg hesaplanmıştır. Teorik hesaplanan kaldırma kapasitesi ile fiiliyatta oluşan kapasite arasında 3 nokta askı sistemi geometrisinden kaynaklan ortalama 250 kg'lık bir fark bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik kaldırıcılar, traktör hidrolik sistemleri, dıştan silindirik hidrolik kaldırıcılar

2014, 73 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Design of Control Mechanism Integrated External Cylindered Hydraulic Lift and Its
Experimental Investigation

Olca TEZCAN

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İ . Savaş DALMIŞ

In this study, Compact and external cylindered hydraulic lift which is used on tractors has been designed and manufactured. Garden series tractors are smaller than other series. Therefore assemble problems can be seen because of their small sizes. This hydraulic lift has been designed for eliminating assembles problems and providing advantage with high specifications. Manufactured 20 hydraulic lifts have been validated with rig tests(push -pull test, lifting-lowering test, function test , cylinder test, top link support test, lifting capacity test) and 1000 hours field test on 80 Hp garden series tractor. Theoretical lifting capacity has been calculated maximum 3200 kg on 2d. Because of 3 point hitch system geometry, 250 kg differences have been defined between theoretical and practical application on lifting capacity test.

Keywords: Hydraulic lifts, tractor hydraulic circuits, external cylindered lifts

2014, 73 Pages

ÖNSÖZ

Tez sunumumda ve tezimin hazırlanmasında, konu ile ilgili çalışmalarında beni yönlendiren danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ 'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans derslerini aldığım ve öğrenimimi sürdürdüğüm Makine Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim elemanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın deneysel çalışmalarındaki katkılarından dolayı Hema Endüstri AŞ' ye teşekkür ederim.

Ayrıca iyi kötü hayatımın her anında yanımda bulunarak desteğini hiçbir zaman esirgemeyen yaşam ortağım, değerli eşim Merve TEZCAN 'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mart, 2014

Olcay TEZCAN
Makine Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Hidrolik Kaldırıcı Çeşitleri	4
1.2. Hidrolik Kaldırıcıların Özellikleri	5
1.3. Kaldırma Hidroliğindeki Gelişmeler	5
1.4. Üç Nokta Askı Sistem Tasarımında Temel Standartlar.....	9
1.5. Araştırmanın Gerekeçesi	12
1.6. Araştırmanın Amacı.....	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Test Tezgahı	18
3.1.2. Hidrolik Kaldırıcı Tasarım ve Analizlerinde Kullanılan Yazılımlar.....	25
3.1.2.1. Creo.....	25
3.1.2.2. Ansys Workbench.....	26
3.1.2.3. Cf Design	26
3.1.2.4. Lms Amesim.....	27
3.1.3. Traktör	28
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Ansys Work Bench Statik Dayanım Testleri.....	32
3.2.2. Hidrolik Kaldırıcılara Uygulanan Testler	33
3.2.2.1. Fonksiyon Testleri	34
3.2.2.2. Çek Bırak Testleri.....	37
3.2.2.3. İndir Kaldır Ömür Testi	40
3.2.2.4. Kaldırma Kapasitesi Testi.....	43
3.2.2.5. Saha Testi.....	49

3.2.2.6. Silindir Testi	52
3.2.2.7. Reaksiyon Mesnet Testi.....	52
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	54
4.1. Bilgisayar Programları ile Yapılan Analizler	54
4.1.1. Ansys Workbench Analizleri;	54
4.1.2. CF Design ve LMS Amesim Analizleri;	56
4.2. Mekanik Testler	57
4.2.1. Fonksiyon Testleri	57
4.2.2. Çek Bırak Testi	59
4.2.3. İndir Kaldır Testi	62
4.2.4. Kaldırma Kapasitesi Testi	66
4.2.5. Saha Testi	67
4.2.6. Silindir Testleri	67
4.2.7. Reaksiyon Mesnet Testi	68
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
6. KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	73

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Üç Nokta Askı Sistemi Sınır Şart Değerleri (ISO 730-1)	11
Çizelge 3.1 Saha testlerinde kullanılan traktör ve özellikleri.....	28
Çizelge 3.2 Tarla deneme sahaları ve ekipmanları.....	50
Çizelge 3.3 Saha testlerinde Kullanılan Ekipmanlar	51
Çizelge 4.1 Fonksiyon testleri kontrol listesi	58
Çizelge 4.3 İndir kaldır test sonuçları.....	63
Çizelge 4.4 Kol açılarına göre teorik ve ölçülen kaldırma kapasiteleri.....	66
Çizelge 4.5 Silindir testleri	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Hidrolik kaldırıcı ve traktörler	2
Şekil 1.2 Hidrolik kaldırıcılar	3
Şekil 1.3 İçten silindirli ve dıştan silindirli yapıya sahip hidrolik kaldırma mekanizmalarının yapısı (Lang, 2002; Keçecioglu ve Gulsoylu, 2003).....	4
Şekil 1.4 Hidrolik kaldırıcı çeşitleri	4
Şekil 1.5 Üç nokta askı sistemi (Lang 2002; Keçecioglu ve Gulsoylu 2003)	5
Şekil 1.6 Üst kol kuvvet kontrolü kaldırma mekanizması (Keçecioglu 2001).....	6
Şekil 1.7 Elektronik kontrollü bir traktör (Keçecioglu 2001)	8
Şekil 1.8 Üç nokta askı sistemi bileşenleri ve ISO standart terimleri. (ISO 730-1).....	10
Şekil 1.9 Üç nokta sistemi sınır şartları (ISO 730-1)	12
Şekil 3.1 Hidrolik kaldırıcı test tezgahı	18
Şekil 3.2 Yük sepeti.....	19
Şekil 3.3 Pistonlu hidrolik pompa	19
Şekil 3.4 Yağ tankı	20
Şekil 3.5 Soğutucu fan ve radyatör.....	20
Şekil 3.6 Basınç sensörü.....	21
Şekil 3.7 Pozisyon sensörü	21
Şekil 3.8 Soğutucu fan hidrolik pompası	21
Şekil 3.9 Veri toplayıcı (datalogger)	22
Şekil 3.10 Hidrolik güç ünitesi	22
Şekil 3.11 S tipi yük hücresi.....	23
Şekil 3.12 Hidrolik el pompası	23
Şekil 3.13 Dıştan silindirli prototip hidrolik kaldırıcı test numunesi	24
Şekil 3.14 Dıştan silindirli prototip hidrolik kaldırıcı test numunesinin traktör gövdesine montajı.....	25
Şekil 3.15 Creo yazılımı ile modellenmiş hidrolik kaldırıcı modeli	25
Şekil 3.16 Ansys Workbench programı ile hidrolik kaldırıcıya uygulanan örnek analiz.....	26
Şekil 3.17 Cf Design uygulama görünümü	26
Şekil 3.18 LMS Amesim programı ile oluşturulmuş hidrolik devre şeması	27
Şekil 3.19 Tasarım algoritması.....	30
Şekil 3.20. ISO Standartlarına göre askı kollarının taslaklarının oluşturulması	31
Şekil 3.21 Kaldırma kapasitesinin hesaplanması	32

Şekil 3.22 Ansys analiz uygulama görünümüleri.....	32
Şekil 3.23 Kontrol mekanizması gövdesine tümleşik dıştan silindri hidrolik kaldırıcı	33
Şekil 3.24 Hattat Tarım ile doldurulan tasarım girdileri formu.....	35
Şekil 3.25 Fonksiyon testleri devre şeması	36
Şekil 3.26 Fonksiyon testleri uygulanan hidrolik kaldırıcı	37
Şekil 3.27 Çek-Bırak Testi	38
Şekil 3.28 Çek Bırak testi devre şeması	39
Şekil 3.29 Pozisyon kontrol kısmında kullanılan yük sepeti.....	40
Şekil 3.30 İndir-Kaldır ömür testi devre şemaları	41
Şekil 3.31 Datalogger ile test esnasında alınan değerler	42
Şekil 3.32 İndir-kaldır ömür testi güç kontrol kol bölümü.....	43
Şekil 3.33 Silindir kuvvet hesabı.....	45
Şekil 3.34 Alt askı koluna etkileyen kuvvetler.....	46
Şekil 3.35 Kaldırma kapasitesi	46
Şekil 3.36 Kaldırma kapasitesi hesaplamaları	47
Şekil 3.37 Kaldırma kapasitesi test düzeneği	48
Şekil 3.38 Kaldırma kapasitesi testi	49
Şekil 3.39 Saha testindeki traktör	49
Şekil 3.40 Türkiye toprak dağılımları	52
Şekil 3.41 Silindir Testi.....	52
Şekil 3.42 Reaksiyon mesnet testi uygulaması.....	53
Şekil 4.1 Ansys analizleri sonucu görülen kritik bölgeler.....	54
Şekil 4.2 İlk tasarım braketlerde ömür testlerinde yaşanan kırılmalar	55
Şekil 4.3 Analizler sonucunda gerilmelerin yoğun olduğu bölgeler ve malzeme dolgusu yapılan bölgeler	55
Şekil 4.4 Akış analizleri sonucu görülen basınç farkları	56
Şekil 4.5 Cf Design ve Amesim programlarıyla yapılan analizler sonucu yenilenen boşaltma valfi tasarımı.....	57
Şekil 4.6 Çek bırak testinde kırılma yaşanan gövde.....	59
Şekil 4.7 Çek bırak testinde kırılma ve kaçak problemi yaşanan bileşenler	59
Şekil 4.8 Çek bırak testi sonucunda revize edilen silindir bağlama braketleri.....	60
Şekil 4.9 İkinci test sonucunda revize edilen parçalar.....	61
Şekil 4.10 Üçüncü test sonucunda revize edilen gövde.....	61
Şekil 4.11 Revize edilen bileşenler	62

Şekil 4.12 Birinci test sonucunda problem yaşanan parçalar	64
Şekil 4.13 İkinci test sonucunda problem yaşanan parçalar	64
Şekil 4.14 Problem yaşanmayan 3 ve 4 nolu hidrolik kaldırıcılar.....	65
Şekil 4.15 Kaldırma Kapasitesi eğrileri.....	66
Şekil 4.16 Silindir testi uygulanmış numuneler.....	67

KISALTMALAR

P	: Basınç (bar)
A	: Alan/area (cm ²)
M	: Moment Kuvveti (N m)
F	: Kuvvet (kgf)
m	: Kütle (kg)

1. GİRİŞ

Tarımsal mekanizasyon araçları, kuvvet ve iş makinaları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kuvvet makinası olarak traktör, tarımsal mekanizasyon araçları arasında en önemli konuma sahiptir. Çünkü teknik gelişime bağlı olarak günümüzde traktör, sadece bir çeki aracı olmaktan çıkmış, pek çok işe uyum sağlayabilen bir makina haline gelmiştir (Sabancı 1997).

Günümüzün en önemli tarım makinelerinden biri traktördür. Traktör kendi motorundan hareket alan ve üzerindeki aktarma organları ile pek çok tarımsal ekipmana hareket veren bir iş makinesidir. Traktörlerde en önemli aktarım organlarından biri hidrolik kaldırıcılardır (üç nokta askı sistemi). Traktör ile ekipmanların bağlantısı bu standart elemanlar ile sağlanır.

Traktör motorunda geliştirilen güç; tarım makinalarına kuyruk mili, hidrolik sistem ya da çeki elemanları ile iletilebilmektedir. Bir kuvvet makinası olarak traktörden iş makinalarına hareketin çeki kuvveti şeklinde iletimi, üç nokta bağlantı düzeni ve çeki demiri ile yapılmaktadır. Motor gücü bu organlarda, tekerlek ve diğer yürüme organları tarafından çeki kuvvetine dönüştürülür. Yürüme organları bunun dışında, traktörün ve traktöre bağlı makinaların ağırlığını taşımak, traktörle yol arasında sönümlemeyi sağlamak, toprakta iyi bir tutunma ile etkin dümenleme sağlamak gibi işlevleri de yerine getirmektedir (Barger ve ark. 1963; Hassan ve ark. 1987).

Traktörün bazı önemli kullanım alanları:

- Transport için çeki makinası
- Toprak işleme aletleri için çeki makinası
- Hasat makinaları için çeki makinası ve güç ünitesi
- Asma aletler için taşıyıcı ve güç ünitesi
- Materyal aktarımı için ön yükleme taşıyıcısı

Tüm bu kullanım alanlar nedeniyle traktörün hidrolik sisteminden farklı isteklerin ortaya çıkması doğaldır. Bu nedenle mobil hidroliğin mümkün olan tüm sistem ve komponentleri traktörde kullanılmış ve denenmiştir. Büyük güçlü traktör imal eden firmalar

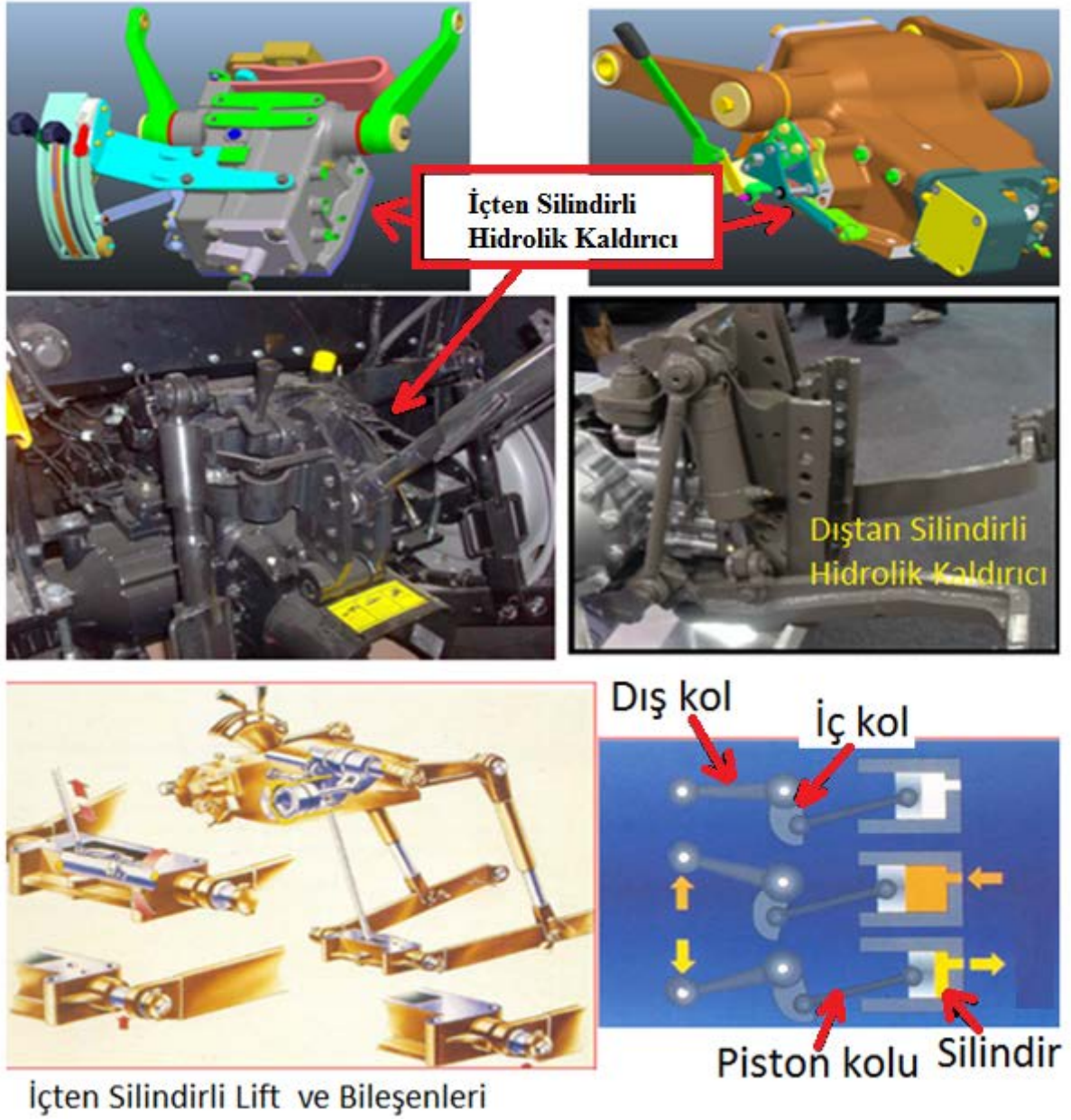
kendilerine özgü hidrolik know-how, rekabet ve büyük masraf baskısı ile karşı karşıya kalmışlardır. Buna rağmen belki de bu nedenle traktör mobil hidrolik konusundaki yarışta tempoyu belirleyen güç ünitesi olmuştur. Bugün modern traktörler bir anlamda gerçek bir hidrolik pakettir (Keçecioglu 2001).

Traktörlerde hidrolik düzen alet ve makinelerin, traktöre bağlanması, taşınması, tarla şartlarında çalıştırılması ve ayarları kolaylaştırılmıştır. Örneğin; hidrolik sistem vasıtasıyla alet ve makinelerin, katlanması, açılması, döndürülmesi, römorkların sağa-sola ve geriye kaldırılıp boşaltılması sağlanmıştır. Traktörlerde ana hidrolik sistem arkada yer almakta olup, bazı traktörlerde ön tarafta ayrı bir hidrolik sistem vardır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Hidrolik kaldırıcı ve traktörler

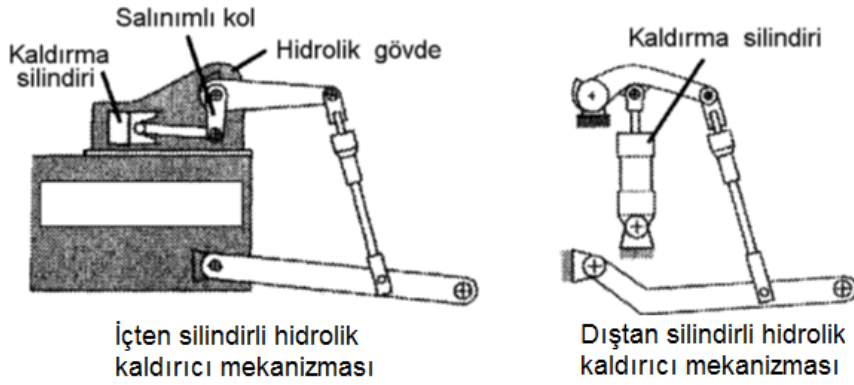
Hidrolik kaldırıcı traktörün arka kısmında, transmisyon (dişli kutusu) üzerine monte edilmiş bir gövde, iki adet kaldırma kolu (dış kol) , ana mil, krank kolu, piston kolu, silindir, piston ve kontrol valfinden meydana gelen bir kaldırma sistemidir. Bazı tip hidrolik kaldırıcılarda krank kolu ve piston kolu olmayabilir. Silindir veya silindirler böyle sistemlerde doğrudan dış kollara bağlıdır. Ekipman üç nokta askı sistemi yardımıyla hidrolik kaldırıcının kollarına bağlanır ve kumanda kolları vasıtasıyla istenen pozisyona kalkması veya inmesi sağlanır (Şekil 1.2).



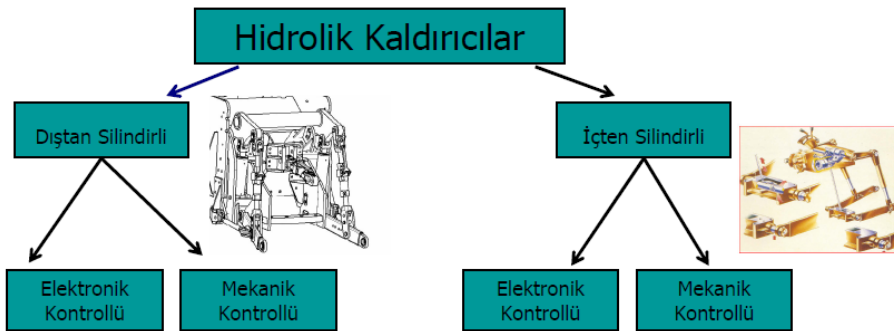
Şekil 1.2 Hidrolik kaldırıcılar

1.1. Hidrolik Kaldırıcı Çeşitleri

Hidrolik kaldırıcılar önce kendi arasında içten silindirli ve dıştan silindirli hidrolik kaldırıcılar olarak gruplanabilir. Ekipmana hareket vermeye yarayan askı kolları tahrikini hidrolik silindirlerden alır. Bu hidrolik silindirler tasarıma göre değişiklikler göstererek bir gövde içine konumlandırılmış hareketi bir iç kol ve piston koluyla dış kollara iletiyor yada direk dış kolların altına konumlandırılmış yapıda olabilir (Şekil 1.3). Ekipmana verilecek hareket, silindir içindeki yağın hareketini kontrol ederek yapılabilmektedir. Bu kontrol tasarıma göre mekanik kontrollü veya elektronik ekipmanlar ile yapılmaktadır (Şekil 1.4).



Şekil 1.3 İçten silindirli ve dıştan silindirli yapıya sahip hidrolik kaldırma mekanizmalarının yapısı (Lang, 2002; Keçecioglu ve Gülsoylu, 2003)



Şekil 1.4 Hidrolik kaldırıcı çeşitleri

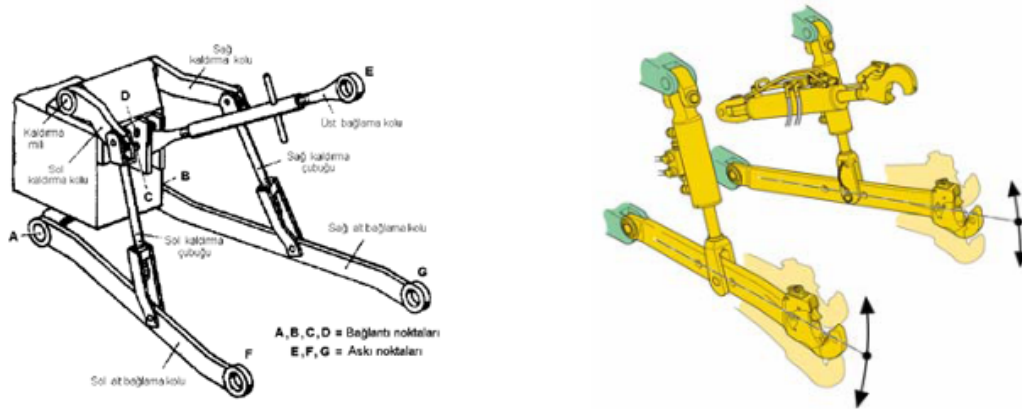
1.2. Hidrolik Kaldırıcıların Özellikleri

Hidrolik kaldırıcılar aşağıda belirtilen özellik ve kontrollere sahiptirler.

1. Pozisyon kontrol: Ekipmanı hidrolik kaldırıcının kaldırma aralığı içerisinde istenen konuma getiren özelliktir.
2. Güç kontrol: Sürüm esnasında, hidrolik kaldırıcının sürüm derinliğine bağlı olarak ekipmana gelen kuvveti algılaması ve derinliği değiştirerek traktör çeki gücünün sabit tutulmasının sağlayan özelliktir.
3. Karma kontrol: Güç kontrol ile pozisyon kontrolün aynı anda kullanılmasına imkan tanıyan, ekipmanın çok derine dalmasını ve yukarı fazla çıkmasını engelleyerek sabit ve düzgün sürüm derinliği elde etmeye yarayan özelliktir.
4. Otomatik kaldırma: Sürüm esnasında yapılmış hidrolik kaldırıcı ayarlarını bozmadan ekipmanı yukarı kaldırmaya ve tekrar aynı pozisyona getirmeye yarayan ve genellikle tarla baslarında kullanılan özelliktir.
5. Kilitleme ve kontrollü indirme: Traktörün arkasındaki ekipmanın iniş hızını kontrol eden ya da ekipmanın inmesini tamamen engelleyen özelliktir.

1.3. Kaldırma Hidroliğindeki Gelişmeler

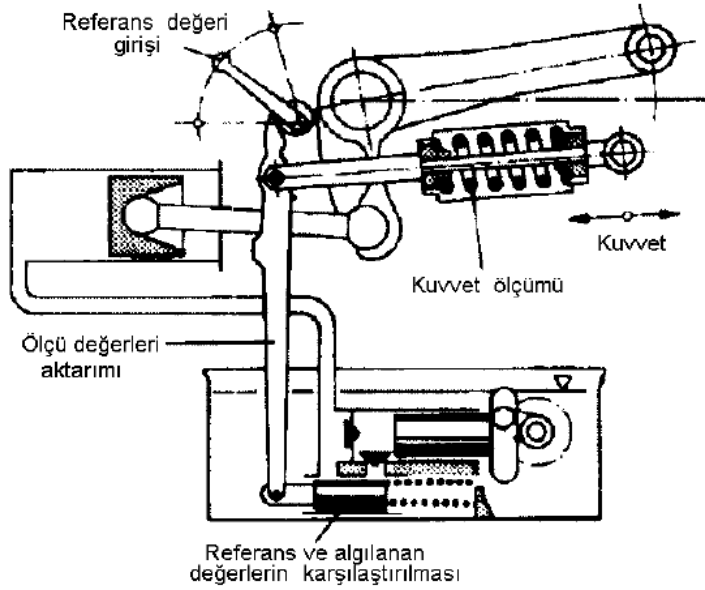
Traktör önceleri sadece çeki makinası olarak kullanıldı. Daha sonraları çekilir aletlerin yerini asma tip aletler aldı. Harry Ferguson, Henry Ford' un teşviki ve siparişi üzerine aletleri traktöre bağlama şekli olan üç nokta asma sistemini ortaya koydu (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Üç nokta askı sistemi (Lang, 2002; Keçecioglu ve Gülsoylu, 2003)

Ford traktörleri ile pratik çalışmada özellikle ağır toprak koşullarında makul bir patinaj ile tüm traktör gücünün toprağa aktarılmasında traktör ağırlığının yetersiz kaldığı görüldü. Ferguson bunu fark etti ve 1925 yılında kuvvet kontrolü fikrini gerçekleştirerek patent aldı. Bu düşünce ve çözüm günümüzün kaldırma mekanizmaları kontrolünün temelini teşkil etmektedir.

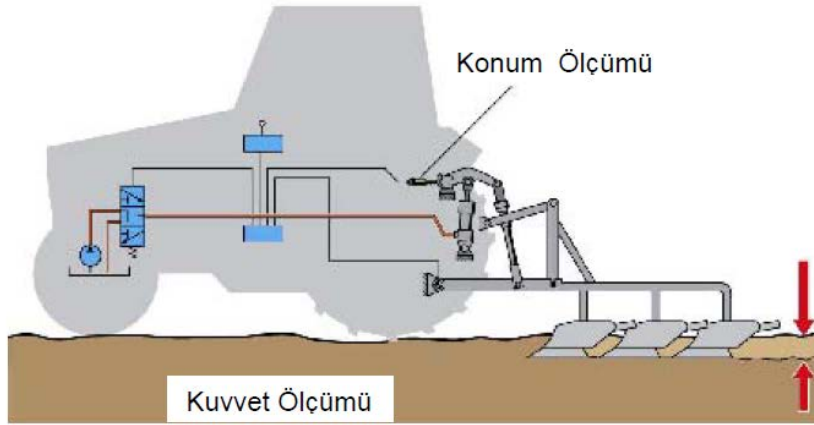
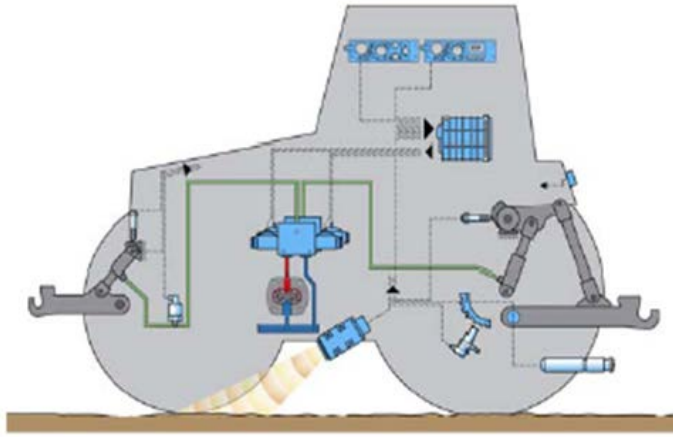
Kaldırma mekanizması kontrolü genelde pulluk sürme derinliği kontrolü şeklinde algılanmıştır. Bu ise tamamen yanlış bir kavramdır. Ferguson' un amacı pulluk derinliğinin kontrolü değildi. Ferguson küçük motor güçlü traktörler de traktör tahrik aksının ek yüklenmesi sonucu yani ağırlık transferi sağlanarak tahrik kuvveti koşullarının iyileştirilmesini amaçlamıştı (Şekil 1.6). Toprak yüzeyindeki düzgünsüzlükler ve bunun sonucu traktörün kafa sallama hareketi pulluğun traktöre rijit bağlanmasına imkan vermedi. Bu nedenle Ferguson çeki kuvvetini kontrol büyüklüğü olarak ele aldı ve üç nokta asma sisteminde üst kola etkiyen kuvvetten yararlandı. Çünkü küçük pulluklarda ve homojen topraklarda ölçü ve kontrol büyüklüğü çeki kuvveti ile orantılıdır. Daha sonraları 60' lı yılların ortalarına doğru John Deere kuvvet-pozisyon karışım kontrolünü önerdi. Bu sayede değişken toprak koşullarında büyük derinlik sapmalarına neden olan kuvvet kontrolünün bazı sakıncaları giderilmiş oldu. Bu çözüm genelde yaygın kullanım alanı bulmuştur.



Şekil 1.6 Üst kol kuvvet kontrolü kaldırma mekanizması (Keçecioglu, 2001)

Traktörlerin gücü ve dolayısı ile alet büyüklüğü devamlı artış göstermiştir. Özellikle çok oklu pulluklarda üst kol kuvvet kontrolü bir dizi sorunlar meydana getirmiştir. Çünkü üst kola gelen kuvvetin iş derinliği ile olan bağlantısı belirsiz hale gelmeye başlamıştır. Bunun üzerine alt bağlantı kolu kuvvet kontrolüne geçilmiştir. Bu çözümde her iki alt bağlama kolundaki kuvvetin ölçülmesi ve uzun bir yol üzerinden aktarılması gerekmektedir. Bu durumda ek sorunlar yaratınca acaba mekanik çözümden daha iyi olan başka çözümler bulunabilir mi arayışına girilmiştir. Önceleri uygulanan mekanik çözümlerden vazgeçilerek elektronik sensör tekniğinden yararlanılmak sureti ile elektronik kaldırma mekanizması kontrolü ortaya konulmuştur (Şekil 1.7). 70'li yılların ortalarına doğru IHC, Rexroth ile birlikte servo hidrolik çözümü geliştirmiştir ve bu çözümü IHC firması imal ettiği traktörlerde seri olarak uygulamaya başlamıştır. Bu çözüm de kuvvet-kısma ve pozisyon kısma kuvvetin hidrolik ölçümü ve aktarımı gerçekleştirilmiştir. Referans değer kısma yarı köprü ve karışım yarım köprü ile ayarlanmıştır. Kumanda basıncı sabit debili pompa tarafından sağlanmıştır.

Servo hidrolik çözüm yaygınlaşmamıştır. Nedeni elektro hidrolik çözüme nazaran geliştirme olanağının sınırlı olmasıydı. Buna karşın 1978 yılında ABD'de MF firmasınınca ilk kez seri traktör üretiminde kullanılmaya başlanan elektronik çözüm bu gün Avrupa'da ve ABD'de yüksek güç gruplarında artık standart çözüm haline gelmiştir.



Mekanik	Hidrolik	Elektrik

Kuvvet ölçme olanakları

Şekil 1.7 Elektronik kontrollü bir traktör (Keçecioglu 2001)

EHR (elektro-hidrolik kontrol) dağınık yapı tarzı nedeni ile traktör tasarımcısına özellikle elektronik sensörlerle kuvvet ve pozisyon ölçmeleri açısından büyük bir esneklik sağlamaktadır. EHR sayesinde iş ve kontrol fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir. EHR'nin başlıca faydaları,

- Patinaj kontrolü
- Üç nokta asma düzenine asılı ağır aletlerle tarla yollarında ilerlemede aktif titreşim sönümü
- Merdanelerin yüklenmesinde veya mesnet tekerlekleri yüklerinin hafifletilmesinde basınç kontrolü
- Arıza tanısı
- Programlı kullanım
- CAN-BUS bağlantısı olarak sayılabilir (Keçecioğlu, 2001).

1.4. Üç Nokta Askı Sistem Tasarımında Temel Standartlar

Traktör arkasında yeni traktörlerde ön kısma da entegre edilmiş hidrolik kaldırıclara ekipmanların bağlanması için yer alan askı kolları bazı standartlarla sınırlandırılmış ve yönlendirilmiştir. Üç nokta kaldırma mekanizması için geçerli olan DIN 9674 daha sonradan 1997 yılında yayımlanan DIN ISO 730 -1 ile değiştirilerek güncellenmiştir. Türkiye de TS 660(Tekerlekli tarım traktörlerinde hidrolik kumandalı üç nokta askı düzeni) geçerlidir (Keçecioğlu ve Gülsoylu, 2003).

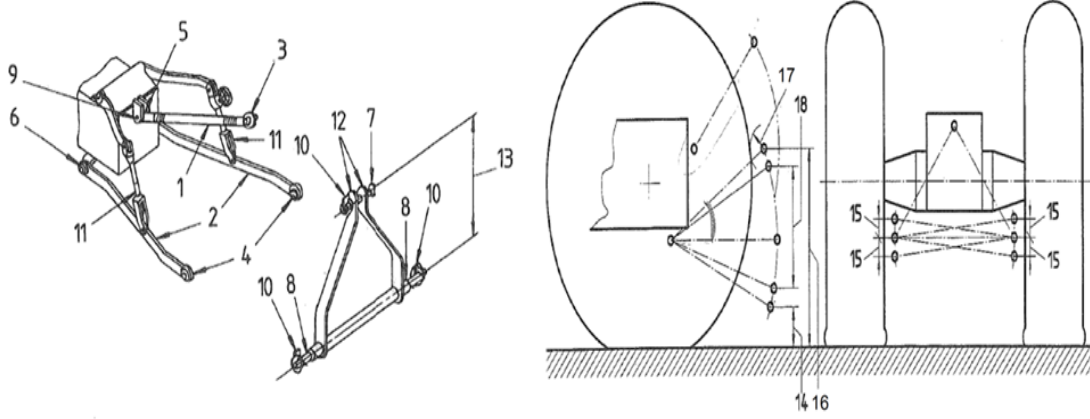
Traktörler motor güçlerine göre kategorilere ayrılmıştır.

Motor gücü 48kw a kadar olan traktörler kategori	1
Motor gücü 92 kw a kadar olan traktörler kategori	2
80-180 kw arası motor gücüne sahip traktörler kategori	3
150-350 kw arası motor gücüne sahip traktörler kategori	4 olarak gruplandırılmıştır.

(ISO 730-1 1990)

Şekil 1.8'de gösterilen üç nokta askı sistemi bileşenlerinin boyutları ISO standartlarında tam olarak tanımlanmamıştır. Fakat yine Şekil 1.8 ve Şekil 1.9'de verilen sınır

şartları askı kollarını da sınırlamış olmaktadır. Hidrolik kaldırıcıdan gelen hareket ile üç nokta askı kol sistemi en yukarı kalktığında standartta belirtilen maksimum kalkma noktası(16) ve tekerleğe en yakın mesafe (17) değerlerine uymalıdır. Askı kol sistemi ayrıca, en alt noktaya indiğinde de minimum inme yüksekliğine (14), alt askı kolları (2) yatay konumdayken PTO miline olan L mesafesine, alt kol askı noktası (4) alt askı kolları (2) yataydayken iki kol arası Şekil 1.8’de gösterilen l1 açıklığında olmalı ve l2 değerlerinde sağa sola hareket edebilmelidir. İki alt askı kolunun (2), yatayda kesişim noktası(19) değerine, alt askı kolları(2) yatay konumdayken alt askı kollarının eksenini ile üst kol (1) ekseninin dikey kesişim noktası(20) belirtilen değerler içinde olmalıdır ve ekipman inerken - kalkarken dikey eksenle en fazla $\pm 5^\circ$ açı yapmalıdır.

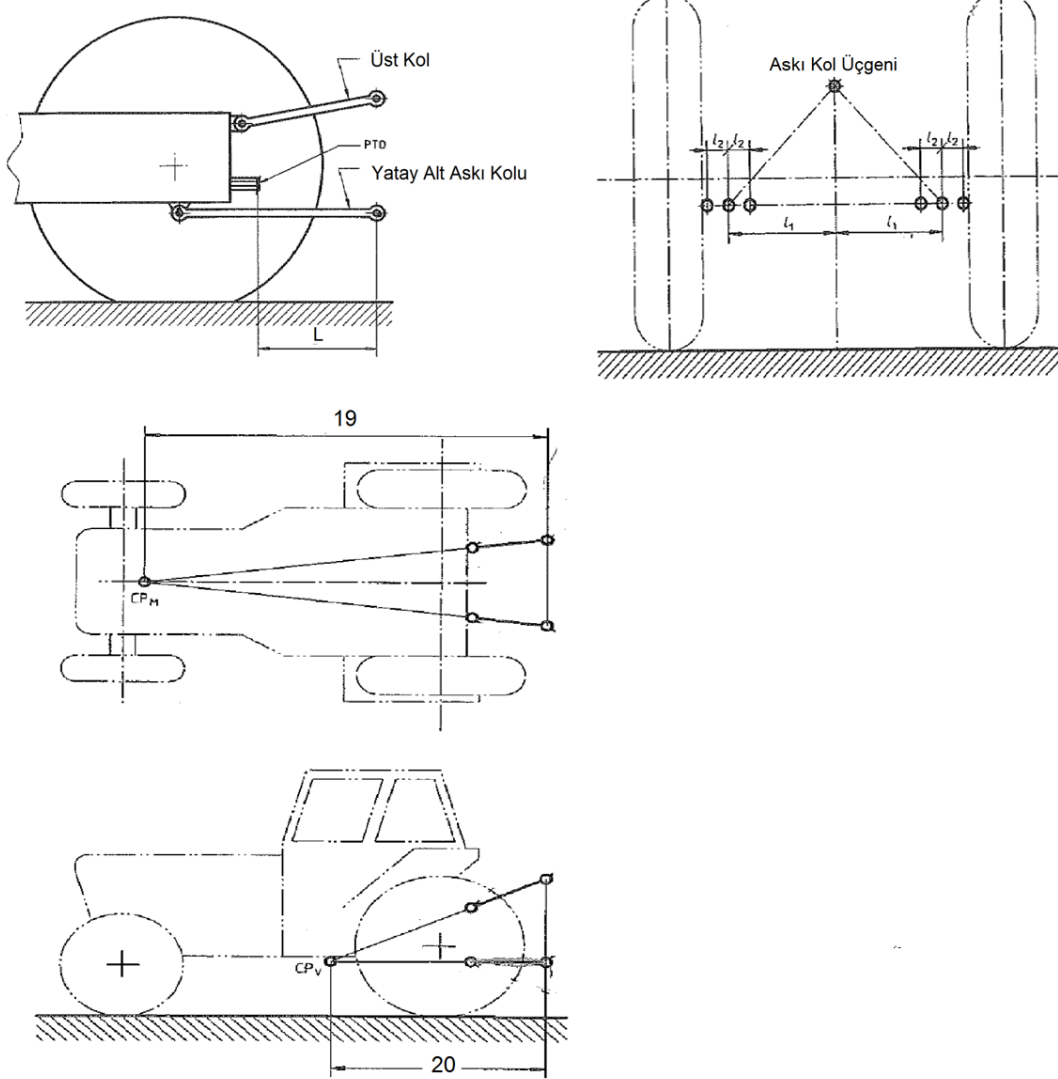


Şekil 1.8 Üç nokta askı sistemi bileşenleri ve ISO standart terimleri. (ISO 730-1)

1. Üst kol, 2. Alt askı kolu, 3. Üst kol askı noktası, 4. Alt kol askı noktası, 5. Üst kol noktası, 6. Alt askı noktası, 7. Üst askı ekipmanı, 8. Alt askı ekipmanı, 9. Üst kol ekipmanı, 10. Ekipman sabitleme pimi, 11. Kaldırma kolları, 12. Ekipman, 13. Ekipman yüksekliği, 14. Minimum inme yüksekliği, 15. Düşey ayar mesafesi, 16. Maksimum kalkış mesafesi, 17. Tekerleğe en yakın mesafe, 18. Hareket aralığı

Çizelge 1.1 Üç Nokta Askı Sistemi Sınır Şart Değerleri (ISO 730-1)

KISALTMA	AÇIKLAMA	TRAKTÖR KATEGORİSİ			
		1	2	3	4
11	Alt askı kolları arası mesafe	359	435	505	610-612
12	Alt askı kollarının yatayda yaptığı yol	100 min.	125 min.	125 min.	130 min.
L	Alt askı kolu PTO mili arası mesafe	500-575	550-625	575-675	610-670
13	Ekipman yüksekliği	460	610	685	685
14	Minimum inme yüksekliği	200 max.	200 max.	230 max.	230 max.
15	Düşey ayar mesafesi	100 min.	100 min.	125 min.	150 min.
16	Maksimum kalkış mesafesi	820 min.	950 min.	1065 min.	1200 min.
17	Tekerleğe en yakın mesafe	100 min.	100 min.	100 min.	100 min.
18	Hareket Aralığı	610 min	650 max.	735 min	750 min
19	Yatay kesişim noktası	700-2400	800-2400	900-2700	900-2700
20	Dikey kesişim noktası	Minimum 0.9xdingil mesafesi			



Şekil 1.9 Üç nokta sistemi sınır şartları (ISO 730-1)

1.5. Araştırmanın Gerekçesi

Her alanda olduğu gibi tarımsal mekanizasyonda da artan rekabet koşulları en az girdi ile en yüksek verimi elde etme yarışına dönüşmüştür. Bu durum da imalatçıları daha kompakt ve fonksiyonel tasarımlara itmiştir. Günümüzde traktörlerde kullanılan hidrolik kaldırıcı sistemleri iki yöntemde yoğunlaşmıştır. Bu sistemler içten silindir tahrikli hidrolik kaldırıcılar ve dıştan tahrikli hidrolik kaldırıcılarıdır. İçten tahrikli hidrolik kaldırıcılar bu alanda ilk kullanılan sistemlerdir. Günümüzde ise sağladığı avantajlar nedeni ile üreticiler dıştan hidrolik silindirli kaldırıcılara yönelmektedir. Dıştan hidrolik silindirli kaldırıcıların başlıca avantajları; yüksek kaldırma kapasitesine sahip olmaları, montajı ve bakımı kolaylığı,

gövdesinde yapılacak küçük revizyonlarla farklı motor gücündeki traktörlerde de kullanılabilir yapıda olmalarıdır.

Son yıllarda sağladığı üretim ve kullanım avantajları nedeni ile dıştan silindri hidrolik kaldırıcılar birçok üretici tarafından tercih edilmektedir. Bu çalışmada tasarımı tamamlanan dıştan silindri prototip bir hidrolik kaldırıcının tarla ve laboratuvar koşullarındaki deneysel testleri gerçekleştirilerek yapılan tasarımın uygunluğu değerlendirilmiştir. Denemelerde TS ISO 789-2’de belirlenmiş değerlere göre fonksiyon testleri, Hema Endüstride hazırlanmış ömür test koşullarına göre de ömür testleri gerçekleştirilmiştir.

1.6 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, prototip olarak tasarlanan ve üretilen dıştan silindri hidrolik kaldırıcının TS ISO 789-2’ye göre fonksiyon ve mekanik testlerinin yapılması hedeflenmiştir. Yeni tasarlanan bir ürüne uygulanacak test yöntemleri proje kapsamında ilgili standartlar göz önüne alınarak belirlenerek, araştırma kapsamında geliştirilen ürün üzerinde uygulanmıştır. Tasarımı gerçekleştirilen dıştan silindri hidrolik kaldırıcı; yüksekliği diğer traktörlerden daha alçak ve boyutları küçük ebatlı bağ-bahçe traktörleri için tasarlanmıştır. Tasarımı gerçekleştirilen hidrolik kaldırıcının tarla koşullarına uyumu ve tasarım kriterlerine uygunluğunun deneysel olarak saptanması çalışmanın ana konusudur. Tasarlanan kaldırıcının tarla ve laboratuvar koşullarında yapılacak testleri proje kapsamında TS ISO 789-2’ ve Hema Endüstri’de hazırlanan ömür test şartnamelerinde belirtilen koşullar da göz önünde bulundurularak belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Araştırma ayrıca tasarlanan hidrolik kaldırıcı sisteminin sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan analizlerinin deneysel sonuçlarla karşılaştırılmasını da kapsamaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Traktör hidrolik kaldırıcıları ve üç nokta askı sistemi ile ilgili yapılmış olan bazı çalışmaların özetleri ve kaynak özetleri aşağıda verilmiştir.

Literatür taramalarında hidrolik kaldırıcı tasarımı ve testleri ile ilgili az sayıda rastlanan çalışmaların ağırlıklı olarak, **Keçecioglu ve Gülsoylu (2003)** tarafından yapıldığını göstermektedir. Araştırmacılar çalışmalarında, hidrolik kaldırıcı tiplerini ve kontrol yöntemlerini irdelemişlerdir. Araştırmalarında, mekatronik sistemin traktörlerde hidrolik kaldırma mekanizması uygulanmasına üç nokta kaldırma mekanizması örnek olarak alınmıştır. Önce üç nokta kaldırma mekanizmasının yapısı ve fonksiyonu hakkında bilgi verilmiş ve daha sonra kaldırma mekanizması için mevcut standartlar dikkate alınarak mekatronik anlamda sistem açıklanmıştır.

İncelenen literatürlerden çalışmaların genel olarak hidrolik kaldırıcılara bağlanarak kullanılan ekipmanlar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. İncelenen literatürlerde araştırmacılar hidrolik kaldırıcılardan çok üç nokta askı sistemi üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırmacılar üç nokta askı sistemi üzerinden toprak işleme kuvvetini ölçmek için genelde 3 tip ölçüm yöntemi üzerinde durmuşlardır. Bu yöntemler literatür özetlerinde kısaca açıklanmıştır.

Birinci yöntem; **Girma (1989); Formato ve ark. (2005)**, yaptıkları araştırmalarda toprak işleme kuvvetlerini ölçebilmek için geliştirdikleri sistemlerde ölçüm sensörlerini kullanılan ekipman üzerine monte etmişlerdir. Fakat bu sistemin her kullanılacak ekipman için ayrı bir sensör ataçmanı tasarımı gerektirmesi önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

İkinci yöntem; **Reece (1961); Barker ve ark. (1981); Reid ve ark. (1985); Clark ve Adsit, (1985); O'Dogherty (1986); Chaplin ve ark.(1987); Thomson ve Shinnors (1989); Palmer (1992); Godwin ve ark. (1993); Hammada (1998); Al-Jalil ve ark. (2001); Kasisira ve Plessis (2006)**, yaptıkları araştırmalarda toprak işleme uygulamalarında kuvvet ölçümü için traktör ile ekipman arasına ayrı bir kuvvet ölçüm çerçevesi kullanmışlardır. Bu sistemin en önemli sorunu ise gerçek çalışma koşullarını temsil etmemesiydi.

Üçüncü yöntem; ölçüm sisteminin üç nokta askı sistemine monte edilen sensörlerden oluştuğu sistemdir. Bu yöntemi pek çok araştırmacı kullanmıştır. Bulunan en son araştırma **Bentaher ve ark. (2008)** yılında yayınladıkları çalışmadır. Toprak işleme kuvvetini ölçebilmek için özel bir ölçüm sistemi tasarlamışlardır. Toprak işleme kuvveti optimizasyonu için geliştirilen sistem üç nokta askı sistemi üzerine monte edilerek kullanılmaktadır. Sistem bileşenlerini oluşturulan transdüserler kalibre edildikten sonra tarla koşullarında test edilmişlerdir. Bu sistemin özgünlüğün kullanılan üç sensör ile toprak işleme gücünü oluşturan üç kuvvet kolu üzerinde oluşan kuvvetlerin ölçülebilmesidir. Bu sayede üç nokta askı mekanizması üzerindeki kuvvetler üç boyutlu olarak analiz edilebilmektedir. Kalibrasyon sonuçları uygulamalı ve ölçülen kuvvetler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ön saha testleri sistemin sonuçlarının istikrarını kanıtlamıştır. Geliştirilen sistem kolayca işleme enerji tüketimini en aza indirmek için çalışmalarda uygulanabilir yapıdadır.

Akçasu (1963) tarafından yürütülen çalışmada, yerli imalat olan 445 tipi Türk Traktörü üzerinde kullanılan hidrolik kaldırıcı ve üç nokta askı düzeni incelenmiştir. Yayında, ağırlık merkezi 700 mm. uzaklıkta olmak şartıyla 445 traktörün hidrolik kaldırıcısı ve üç nokta askısı 1680 kg'lık bir teorik ağırlığı kaldırabileceği hesaplanmıştır. Hidrolik pistonuna verilen enerji ile kaldırma esnasında ağırlık merkezindeki depolanan enerji aynı olmadığı, bu enerjiler arasındaki farkın üç nokta askısı mafsalların daki kayıplardan meydana geldiği belirtilmiştir.

Palmer (1992) Toprak işleme araştırmalarında kuvvet ölçümlerini yapabilmek için üç nokta askı sistemine monte edilebilen bir dinamometre geliştirmiştir.

Baştaban (1994) tarafından hazırlanan “Toprak İşlemede Farklı İlerleme Hızlarının Pulluk Çeki Kuvvetine ve Yakıt Tüketimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma” başlıklı araştırmada, dört gövdeli kültür form tipi bir pullukla 18 cm derinlikte toprak işleme yapılmıştır. İlerleme hızları 35 km/h, 5 km/h, 65 km/h ve 75 km/h olarak seçilmiştir. Seçilen bu hızlarda pulluk çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerleri ölçülmüştür. En yüksek çeki kuvveti 13.3kN' la 7.5 km/h'lık ilerleme hızında, en düşük çeki kuvveti ise 9.4 kN' la 35 km/h'lık ilerleme hızında elde edilmiştir.

ISO 730-1 (1994) Tarım traktörleri ve traktörlerde kullanılan 3 nokta askı sisteminin tasarımı konusunda bilgi verilmiştir. 3 nokta askı kol sisteminin bileşenlerinin boyutlarına ve tasarımına sınırlamalar getirerek bileşenleri boyutlandırmıştır.

Sabancı (1997),“Tarım Traktörleri” başlıklı ders kitabında, traktörlerin tanımı ve mekanizasyon içindeki işlevleri, sınıflandırılması, hareket iletim sistemleri, yürütme ve yönlendirme sistemleri ve yardımcı organlar konularını açıklamıştır. Yayın içeriğinde, traktör çeki teorisi, traktörve tekerlek mekaniği, traktörlerde güç ve verim ilişkilerine ait eşitlikler verilmiştir. Traktör deneylerinde kullanılan ölçme alet ve makinalarının özellikleri, deney yöntemleri ve traktör uygunluğu açıklanmıştır.

Saral (1997) tarafından yayınlanan “Tarım Traktörleri” başlıklı kitapta, traktörlerin tanımı ve mekanizasyon içindeki işlevleri, sınıflandırılması ve traktörde bulunan sistemler açıklanmıştır.

Michael ve ark. (2000) araştırmalarında, traktör hidrolik kaldırıcı kollarındaki gerilim analizleri için sanal gerçeklik teknikleri uygulaması yapmışlardır. NURBS tabanlı serbest form deformasyon, "finite element analizi, duyarlılık analizi, çarpışma algılama ve sanal gerçeklik interaktif bir ortam oluşturmak için birleştirilmiştir. Oluşturulan interaktif ortam parça şeklini görmek ve değiştirmek için, ortaya çıkan gerilmeleri değerlendirmek için gerçek zamanlı olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler bir surround ekran kullanılarak uygulanır. Sanal ortamda montajlara üç boyutlu bir görünüm sağlamak için stereo projeksiyon kullanılmıştır.

Keçecioglu (2001) tarafından II.Ulusal Hidrolik Pnomatik kongresinde “Tarım Traktörlerinin Hidrolik Sistemlerinde Gözlenen Gelişmeler ” başlıklı makalesinde tarım traktörleri ve dünden bugüne tasarımda yaşanan gelişmeler konusunda bilgiler verilmiştir.

Ülger ve ark. (2002) tarafından hazırlanan “Tarım Makinaları İlkeleri” başlıklı kitapta, bir traktörün yapı elemanları ve üç nokta askı düzeni incelenmiştir.

Blackmore ve ark. (2004) araştırmalarında, otonomus bir traktör geliştirmişlerdir. Önceden tanımlanmış bir güzergah planını takip yeteneğine sahip bir otomatik kumanda traktör özerk tarımsal taleplerini belirlemek için süregelen araştırmanın bir parçası olarak

geliştirilmiştir. Traktör otomatik direksiyon sistemi tarafından kontrol ediliyor ve bir değişken şanzıman aktuatörü bulunduruyordu. Geliştirilen motor üzerindeki hidrolik kaldırıcı da kontrol sistemi tarafından otomatik olarak denetlenebiliyordu.

Keçeciöglü ve Gülsoylu (2005) tarafından yayınlanan “Tarım Traktörleri” başlıklı kitapta, traktör yapı şekli, traktör yapı elemanları, traktör mekaniği, traktör güç aktarma sistemleri, traktör frenleri, traktör hidroliği, traktör dümenleme sistemi, traktör lastikleri, jantlar, traktörlerde devrilme, insan-makine-çevre, çeki ve bağlama elemanları, traktör testleri konuları açıklanmıştır.

Acar ve ark. (2011) tarafından hazırlanan “Tarım Alet ve Makinaları” başlıklı kitapta, traktörlere ilişkin bilgiler verilerek, tarım faaliyetlerinde önemli yer tutan toprak işleme, ekim,dikim, gübreleme, ilaçlama, hasat, harman ve sulama işlemlerinde kullanılan alet, makine ve ekipmanların tanıtımı ve kullanımına ait bilgiler yer almaktadır.

Kaya ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan çapa traktörleri için tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneği geliştirmişlerdir.

Karanfil (2013) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde, üç nokta askı sistemi kaldırma kapasitesi ve alt kaldırma kolu tasarımı incelenmiştir. Alt kaldırma kolu, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları ile modellenmiştir. Alt kaldırma kolu, kaldırma kuvveti ve çeki kuvveti göz önüne alınarak bilgisayar destekli analiz (CAA) programları ile analiz edilmiştir.

Yapılan literatür araştırmalarından anlaşılacağı üzere hidrolik kaldırıcılar üzerine uzun yıllardır çalışmalar yapılmaktadır. Yapacağımız bu çalışma da küçük boyutlu meyveci traktör uygulamalarına entegre olabilen, kontrol mekanizması gövdesine tümleşik bir hidrolik kaldırıcı olacaktır. Geliştirilecek ürün literatüre, klasik hidrolik kaldırıcılardan farklı olarak kontrol mekanizmasının gövdesine tümleşik, silindirleri dışarıda olmasından dolayı küçük ve avantajlı olmasıyla geçecektir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile yeni tasarlanmış bir hidrolik kaldırıcının endüstriyel üretime geçebilmesi için uygulanan fonksiyon ve dayanım testleri ve bu testler sonucunda geçirdiği optimizasyon evresi de literatüre kazandırılmış olacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Test Tezgahı

Testlerde ve incelemelerde Hema Endüstri AŞ. Bünyesindeki hidrolik kaldırıcıların test edildiği test tezgahı kullanılmıştır (Şekil 3.1). Test tezgahının zemini 4mx6m ölçülerine sahiptir. Zemin H profillerin yere sabitlenmesiyle oluşturulmuştur. Bu sayede test edilecek ürünler yere yapılan aparatlar sayesinde kolayca sabitlenebilmektedir. Tezgahın çevresi güvenlik amacıyla tel çitlerle çevrelenmiştir. Tezgah bilgisayar kontrollü olarak tasarlanmıştır. Testlerde kullanılan silindirler pompalar vb. diğer ürünler bu sayede elektronik olarak kontrol edilebilmekte ve değerler sürekli takip edilebilmektedir. Hidrolik kaldırıcıların doğrulanması için gereken tüm testler bu tezgah bünyesinde yapılabilmektedir.

Kontrol bilgisayarında numunelere uygulanacak testler için özel olarak oluşturulmuş programlar bulunmaktadır. Bu programlar Lab-view görsel programlama yazılımı ile önceden oluşturulmuştur.



Şekil 3.1 Hidrolik kaldırıcı test tezgahı

Hidrolik kaldırıcı test tezgahı bileşenleri;

Sistemde üç nokta askı sistemine bağlanabilen ISO 730' da verilen ekipman boyutlarına göre tasarlanmış 80 kg'lık ağırlıkları eklemek ve çıkarmak suretiyle yükü değiştirilebilen bir sepet kullanılmaktadır. Test şekline göre ve testin uygulanacağı hidrolik kaldırıcı modeline göre sepet ağırlığı değiştirilebilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Yük sepeti

Test tezgahı hidrolik olarak tahrik edilmektedir. Hidrolik sistemde kullanılan yağın temizlenmesi için sistemde 27 μ geçirgenliğe sahip hidrolik emiş filtresi kullanılmıştır. Test sisteminde kullanılan akışkanı sisteme gönderebilmek içinse 30 lt/dk'lık kapasiteye sahip pistonlu pompa kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Pistonlu hidrolik pompa

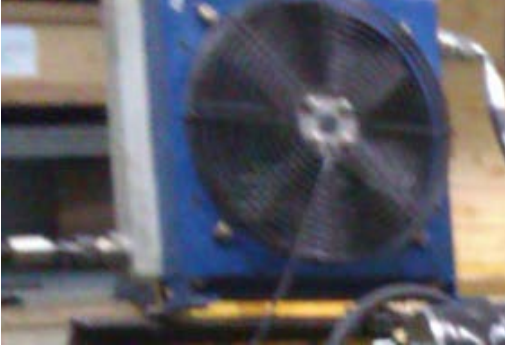
Test sistemlerinde bulunan yağı basınçlandırmak veya komple hapsetmek için küresel vanalar kullanılmıştır. Sistem basıncının okunabilmesi için 400 bar'lık analog Pakkens marka manometre kullanılmıştır. Uygulanan bazı testlerde sistem güvenliği için 195 bar'a ayarlanmış hat tipi emniyet valfi kullanılmıştır. Testlerde yağ tankı olarak hidrolik

kaldırıcıların bağlandığı 30 lt yağ kapasitesine sahip dişli kutuları (transmisyon) kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Yağ tankı

Testler esnasında yağ sıcaklığının istenen değerlerde tutulabilmesi için soğutucu radyatör ve fan kullanılmıştır (Şekil 3.5). Sıcaklık değeri indir kaldır testlerinde 60°C olarak belirlenmiştir. Bu değer traktörlerin çalıştığı, iş yaptığı esnada devrelerinde dolaşan yağın ortalama sıcaklığıdır. Pistonlu pompaya ve soğutucu fan hidrolik pompasına hareket vermek için 8Kw gücünde 1000 dev\dk'lık 2 adet elektrik motoru kullanılmıştır.



Şekil 3.5 Soğutucu fan ve radyatör

Testlerde belirlenen noktalardan veri toplamak ve sistem basıncının devamlı kontrol edebilmek için 600 bar'lık 4-20 mA analog çıkış veren basınç sensörleri kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Basınç sensörü

Test tezgahında, hidrolik kaldıracı ve yük sepetlerinin konumunu belirlemek ve takip etmek için döner (rotational) pozisyon sensörleri kullanılmıştır. Bu sensörler dijital çıkış veren yaklaşım sensörleridir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Pozisyon sensörü

Yağ tankında bulunan yağı soğutmak için sisteme entegre edilmiş soğutucu fana akışkanı gönderen 16 lt\dk'lık geçirgenliğe sahip dişli pompa kullanılmıştır (Şekil 3.8)



Şekil 3.8 Soğutucu fan hidrolik pompası

Test hidrolik devrelerindeki yağın sıcaklığını kontrol etmek ve takip etmek için sistemlerde dijital termometreler kullanılmıştır. Testler esnasında sistemde bulunan termometreler, basınç sensörleri ve pozisyon sensörlerinden gelen verilerin depolanarak gözlemlenebildiği bir veri toplayıcısı (Datalogger) kullanılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Veri toplayıcı (datalogger)

Hidrolik silindir güç ünitesi, çek bırak testinde kullanılan hidrolik silindirin ihtiyacı olan yağı sisteme gönderen ana güç kaynağıdır (Şekil 3.10). Güç ünitesinin 250 kg'lık yağ haznesi bulunmaktadır. Tankın içindeki yağın ısıtılması için termostatlı rezistanslar kullanılmıştır. Yağı soğutmak için ise 2kw, 1000 dev/dak'lık motor tarafından tahrik edilen 11.9 cc'lik dişli pompa ve fan sistemi güç kaynağına entegre edilmiştir. Sistemde bulunan akışkanı silindirlere göndermek içinde 1200 dev/dk devir sayısına sahip 12Kw'lık motor ile tahrik edilen 24.9cc'lik pistonlu pompa kullanılmaktadır. Ayrıca hidrolik devrede pompadan sonra sistem basıncını görmek için 350 barlık analog manometre kullanılmıştır. Sistemi korumak amacıyla hidrolik devreye ayrıca basınç emniyet valfi de eklenmiştir.



Şekil 3.10 Hidrolik güç ünitesi

Kaldırma kapasitesinin ölçülmesinde 5000kg kapasiteli Esit TB modeli S tipi 5000kg ölçüm kapasitesine sahip yük hücresi kullanılmıştır (Şekil 3.11).



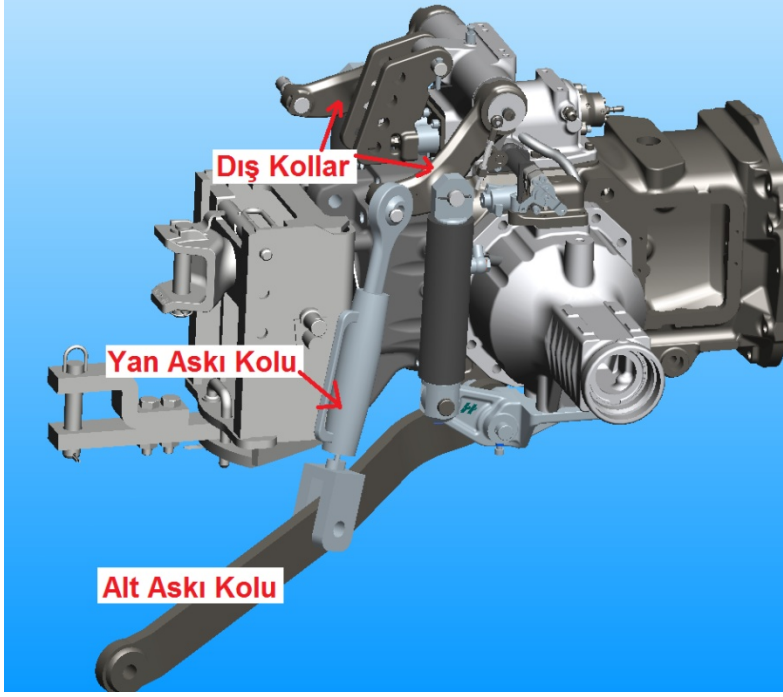
Şekil 3.11 S tipi yük hücresi

Deneyleerde 5 lt yağ kapasitesine sahip 500 barlık el pompası kullanılmıştır (Şekil 3.12)(Fonksiyon testleri, Çek-Bırak Testi).



Şekil 3.12 Hidrolik el pompası

Test Numunesi: Araştırmada tasarlanarak imalatı gerçekleştirilen dıştan silindirik kontrol mekanizması gövdesine tümleşik hidrolik kaldırıcı ve elemanlarının testleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3. 13).



Şekil 3.14 Dıştan silindirli prototip hidrolik kaldırıcı test numunesinin traktör gövdesine montajı

3.1.2. Hidrolik Kaldırıcı Tasarım ve Analizlerinde Kullanılan Yazılımlar

3.1.2.1. Creo

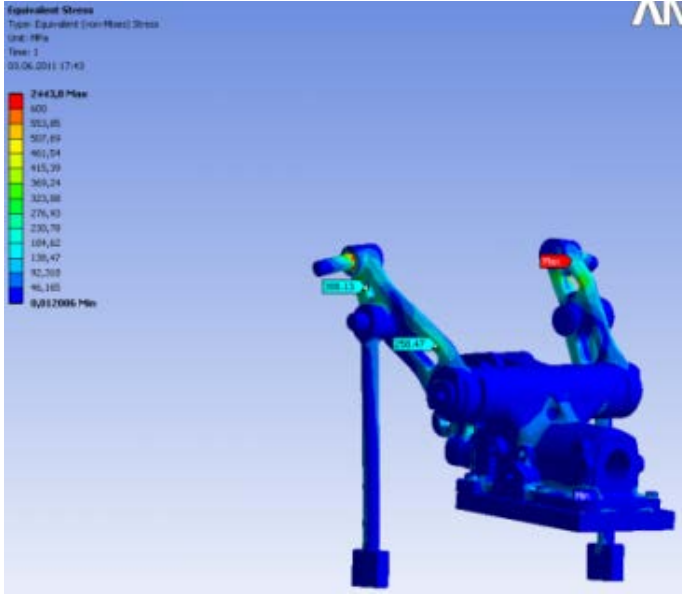
PTC Pro Engineer Creo yazılımı ile 3d modeller ve 2d resimler hazırlanmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Creo yazılımı ile modellenmiş hidrolik kaldırıcı modeli

3.1.2.2. Ansys Workbench

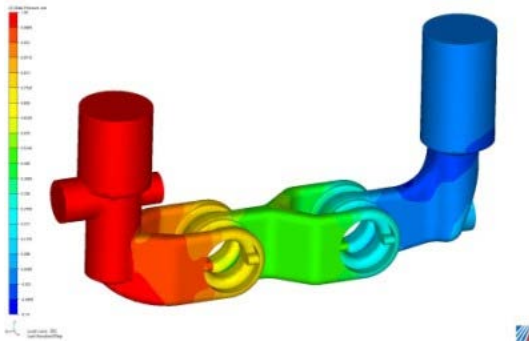
Ansys Workbench programı, hidrolik kaldırıcının bileşenlerine mukavemet analizleri uygulanarak prototiplerin en az hata ile edilmesi için kullanılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Ansys Workbench programı ile hidrolik kaldırıcıya uygulanan örnek analiz uygulaması

3.1.2.3. Cf Design

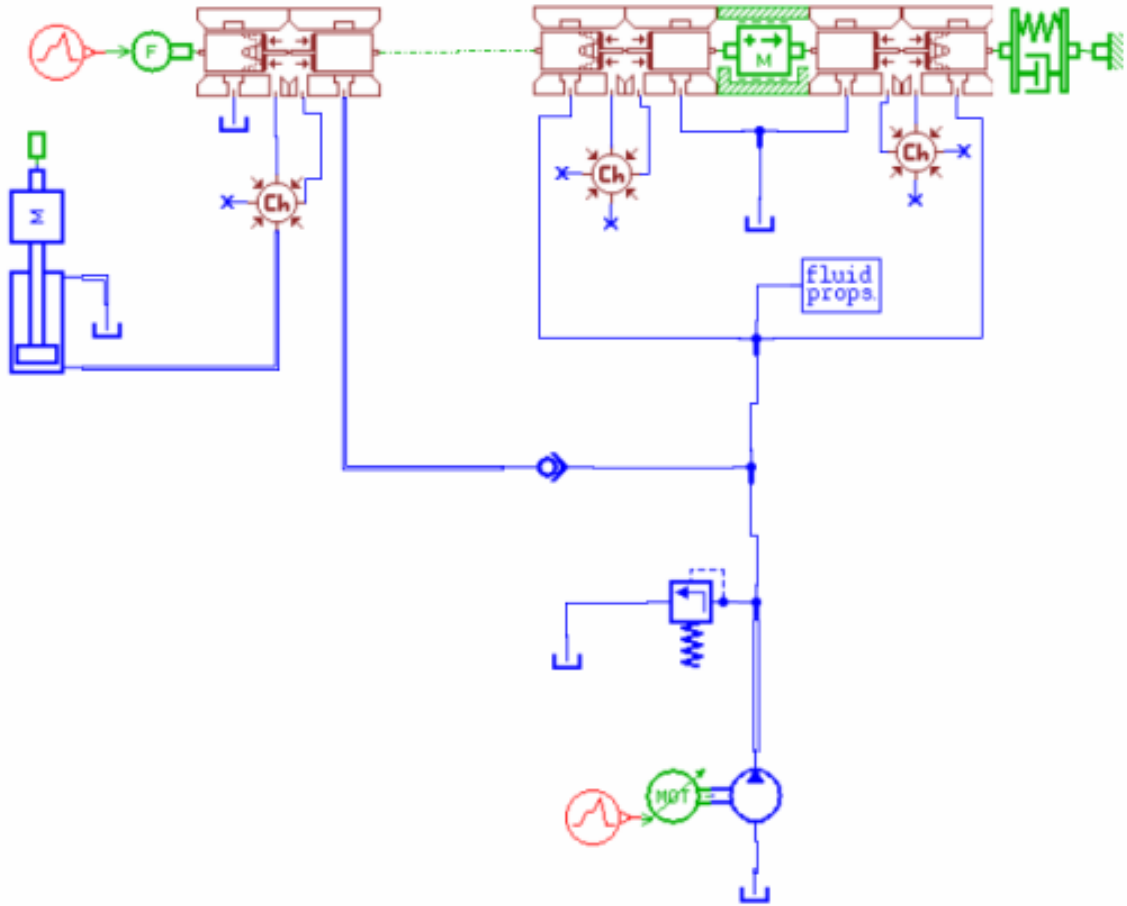
Hidrolik kaldırıcının mobil valf ve kontrol valflerinin akış analizleri Cf Design programı ile yapılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Cf Design uygulama görünümü

3.1.2.4. Lms Amesim

LMS Amesim programı ile hidrolık kaldırıcı hidrolık sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir (şekil 3.18).



şekil 3.18 LMS Amesim programı ile oluşturulmuş hidrolık devre şeması

3.1.3. Traktör

Geliştirilen hidrolik kaldırıcılar Hattat A80B Power Garden traktörüne montajlanarak tarla testlerine tabi tutulmuşlardır.

Çizelge 3.1 Saha testlerinde kullanılan traktör ve özellikleri

Model	A80C Power Compact 2WD/4WD	Diferansiyel Kilidi & Tahrikli Ön Aks		Fren	
Motor	Perkins	Diferansiyel Kilidi Kumanda Tahriki	Elektro Hidrolik Kumandalı	Servis Freni	Çok Diskli Yağlı Tip - Hidrolik Tahrikli
Emisyon Tipi	Euro3	Dört Çeker Kumanda Tahriki	Elektro Hidrolik Kumandalı	Dört Tekerden Frenleme Sistemi *	Standart
Motor Seri Kodu	1103D- 33TA	Kuyruk Mili		Park Freni	Mekanik El Kolu ile Kumandalı
Azami Motor Gücü kW/BG/rpm (ISO 14396)	58/79/2200	Tipi	Bağımsız Çift Devirli	Vites Kutusu	
Azami Motor Torku Nm/rpm	310/1400	Kuyruk Mili Devri, dev/dak (motor devri)	540 (1890)	Vites Kutusu Tipi	Tam Senkromeçli 12+12R
Silindir Hacmi (cm ³) /Silindir Sayısı	3300/3	Kuyruk Mili Devri, dev/dak (motor devri)	540E (1594)	Vites Kutusu Debriyajı	Kuru Tip Çift Diskli Debriyaj Pedalı İle Kumandalı
Silindir Çapı x Strok(mm)	105x127	Geri Dönüşlü Kuyruk Mili	Opsiyonel	Azami Hız; km /Motor Devri; RPM **	32/2200
Hava Filtresi Tipi		Lastik Seçenekleri (2WD)		Hidrolik ve Üç Nokta Askı Sistemi	
Aspirasyon	Turbo Şarj ve Intercooler	1. opsiyon (Ön)	7.50-16	Azami Pompa Debisi/Po MPa Basıncı, (lt/dak)/ba r	43/195
Kapasiteler		1. opsiyon (Arka)	14.09.1930	Fonksiyonl ar	Pozisyon, Çeki

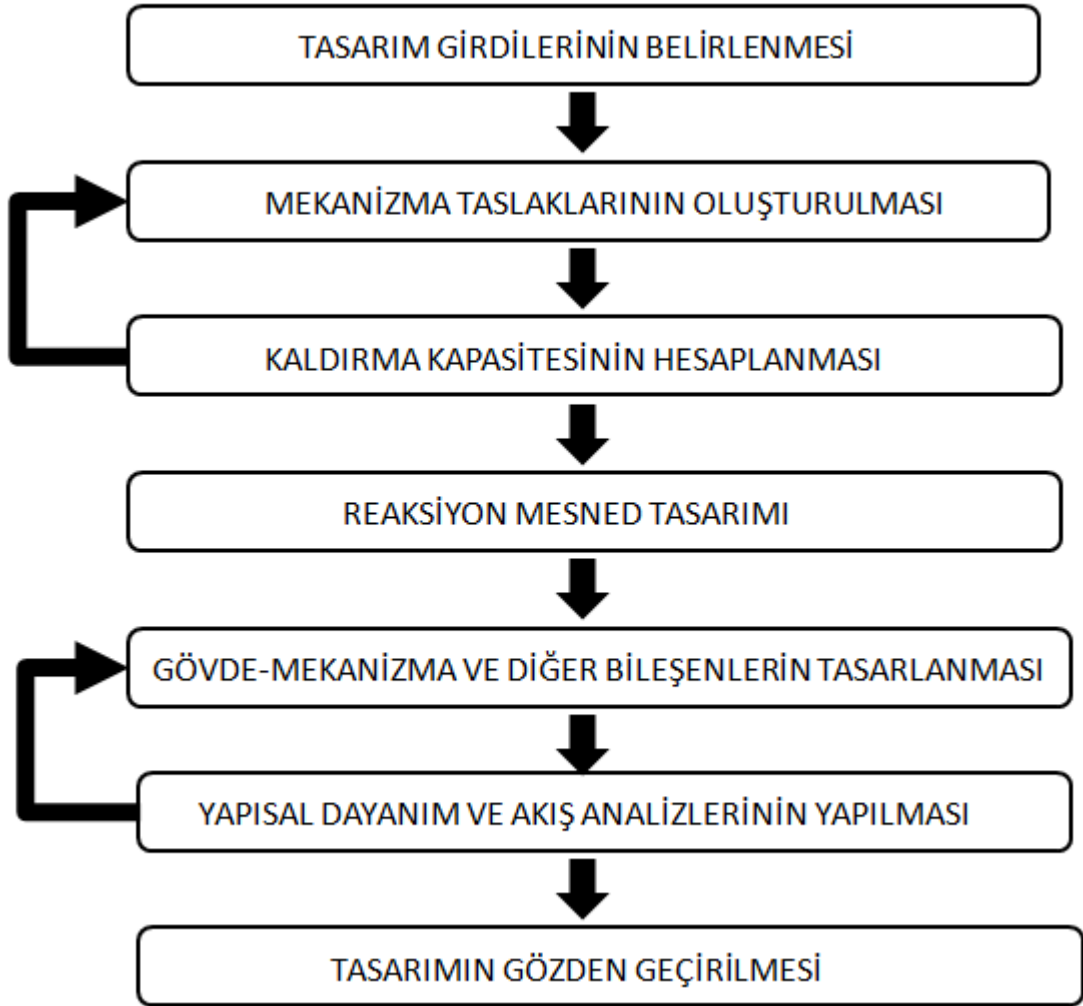
Yakıt Tankı (lt)	60	2. opsiyon (Ön)	7.50-16		(Oto-Lift)
Motor Karteri (lt)	8	2. opsiyon (Arka)	12.04.1936	Lift Markası/ Kategorisi	Hema/ Kategori 2
Motor Soğutma Sistemi (lt)	12	3. opsiyon (Ön)	7.50-16	Hidrolik Güç Çıkışı, çıkış/valf sayısı	4/2
Vites Kutusu (lt)	29	3. opsiyon (Arka)	380/85R30	Maksimum Kaldırma Kapasitesi (kg)	3000
Hidrolik Sistem (lt)	24	Lastik Seçenekleri (4WD)			
Ön Diferansiyel (lt)	5,5	1. opsiyon (Ön)	300/70R20		
Sağ ve Sol Poryalar (lt)	2 x 0,8	1. opsiyon (Arka)	380/85R28		
Hidrolik Fren (lt)	0,3	2. opsiyon (Ön)	300/70R20		
Ağırlıklar ve Ölçüler		2. opsiyon (Arka)	14.09.1930		
Toplam Yüksüz Ağırlık-2WD/4WD (kg)	2450/2610	3. opsiyon (Ön)	280/85R20		
Ön Ağırlık (kg)	8x35	3. opsiyon (Arka)			
Arka Ağırlık (kg)	4x45/2x70				
Toplam Uzunluk(mm)	3900				
Dingil Açıklığı-2WD/4WD (mm)	2010/1985				
Toplam Genişlik (mm)***	1900-2000				
Toplam Yükseklik (mm)***	2440				
Ön İz Genişliği (mm)	1460				
Arka İz Genişliği (mm)	1400-1700				
Alt Açıklık (mm)	400/452				



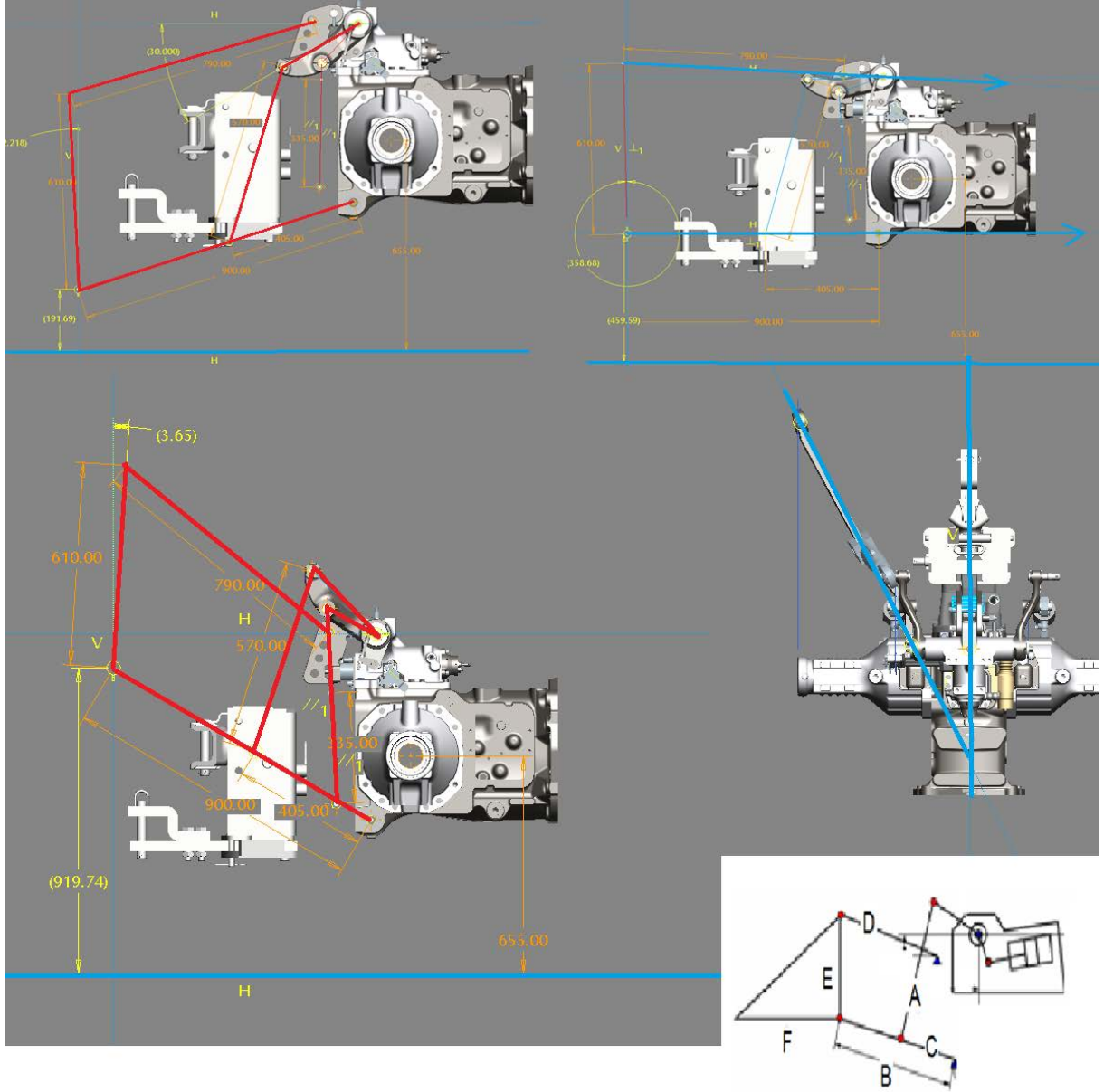
3.2. Yöntem

Üretilen hidrolik kaldırıcılar ISO'nun belirlemiş olduğu standartlara uygun olmak zorundadır. Araştırmada tasarımı gerçekleştirilen hidrolik kaldırıcı ISO standartları göz önünde bulundurularak ISO 730'a göre tasarlanmış ve imal edilmiştir. Tasarım algoritması Şekil 3.20'da sunulmuştur.

Tasarım esnasında öncelikle hidrolik kaldırıcıların mekanizmalarının ve askı kollarının Pro Engineer çizim programında taslakları oluşturulur (Şekil 3.21).



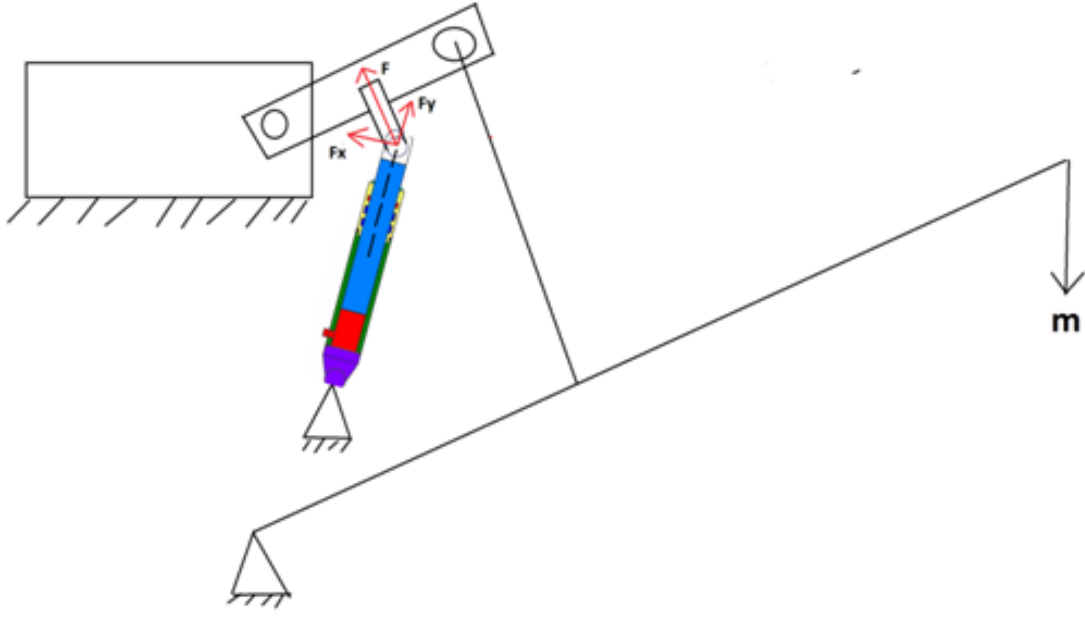
Şekil 3.19 Tasarım algoritması



Şekil 3.20. ISO Standartlarına göre askı kollarının taslaklarının oluşturulması

A:Kaldırma Kolları, **B:** Alt Askı Kolu,**C:** Alt Askı Kolu-Kaldırma Kolları Kesişim Noktası, **D:** Üst Kol, **E:** Ekipman Yüksekliği, **F:** Ekipman Ağırlık Merkezi

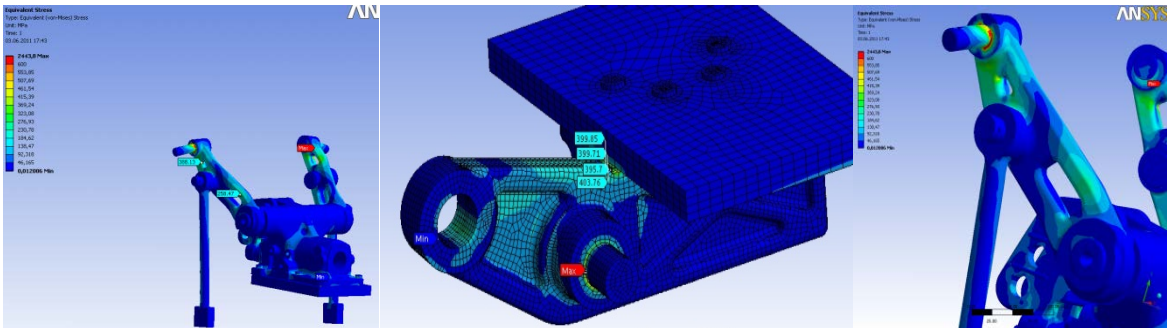
Taslakları oluşturmanın ardından yerleşime göre hidrolik kaldırıcının teorik kaldırma kapasite eğrisi hesaplanır (Şekil 3.22). Kapasite genelde müşteri tarafından belirlenmekte ve tasarımlar o doğrultuda yapılmaktadır. Bu araştırma da belirlenen kapasite Hema Endüstri A.Ş.'de üretimi yapılacak 3200kg kapasiteli yüksekliği diğer traktörlerden daha alçak ve boyutları küçük ebatlı bağ-bahçe traktörleri için tasarlanmıştır. Belirlenen kapasite tasarlanan 3 nokta askı sistemiyle sağlanamıyorsa kol boyları tekrardan incelenerek istenen kapasitede çalışabilecek yeni kol taslakları oluşturulur.



Şekil 3.21 Kaldırma kapasitesinin hesaplanması

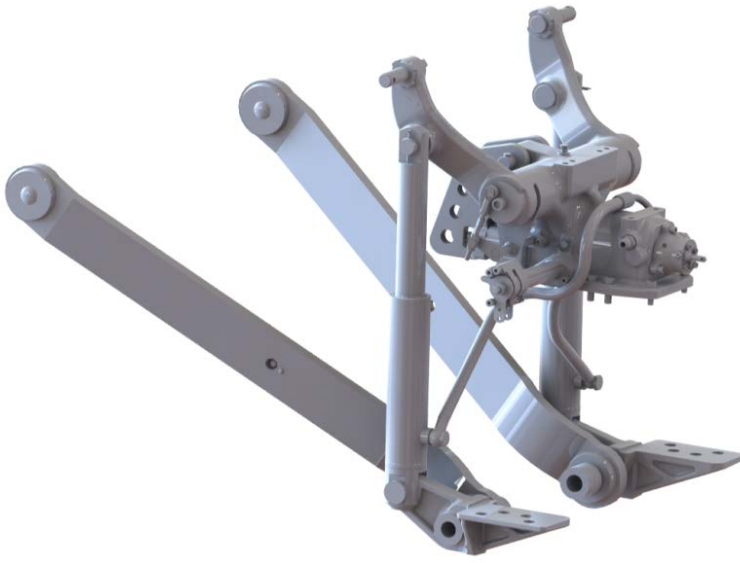
3.2.1. Ansys Work Bench Statik Dayanım Testleri

Yapılan ön kaldırma kapasitesi hesaplamalarının ardından bu taslaklara göre hidrolik kaldırıcının 3d modellemesi yapılmıştır. 3d modelleri oluşturulan ürünün model ve malzeme maliyetlerini düşürmek için bileşenlerine Ansys programında statik dayanım analizleri uygulanmıştır. Çıkan sonuçlara göre mukavemeti artırılması gereken bileşenler modifiye edilmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.22 Ansys analiz uygulama görüntüleri

Araştırmada, hidrolik kaldırıcılar (Şekil 3.24) konusunda deneyimli kişilerden (imalat ve Ar-Ge personeli) oluşan bir proje ekibi oluşturulmuştur. Ekip proje başında ürünü ele alarak ürünün her bileşenin eksiksiz doğrulanabilmesi için yapılması gereken testleri belirler. Yapılacak olan doğrulama testleri ve test şartları ekibin daha önceki bilgi birikimleriyle belirlenmiş daha önceden üretilen benzer ürünlere uygulanan doğrulama testlerinden türetilmiştir. Ürün prototipleri oluşturulduktan sonra atölye ortamında belirlenen test planlarına göre doğrulama testlerine alınmıştır. Atölye testlerinde başarılı bulunan prototipler traktör üzerine monte edilerek tarla testine alınırlar. Tarla testlerinden gelen geri bildirimlere göre yapılacak atölye testlerine ilave testler belirlenmektedir. Bu testler, testler bölümünde açıklanmıştır.



Şekil 3.23 Kontrol mekanizması gövdesine tümleşik dıştan silindirli hidrolik kaldırıcı

3.2.2. Hidrolik Kaldırıcılara Uygulanan Testler

Tasarımı gerçekleştirilen hidrolik kaldırıcı ve elemanlarına uygulanan ürün doğrulama testleri aşağıda sıralanmıştır.

- *Fonksiyon testi
- *Çek-Bırak Testi
- *İindir- Kaldır Ömür Testi
- *Saha Testi

Saha testlerinde silindirlerde oluşan yağ kaçakları ve reaksiyon mesnet yaylarında oluşan kırılmalardan dolayı iki farklı test daha test planlarına eklenmiştir.

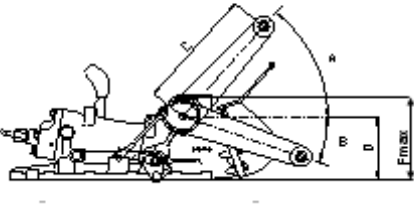
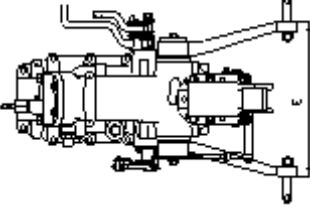
Bu testler:

*Silindir Testi

*Reaksiyon Mesnet Testi

3.2.2.1. Fonksiyon Testleri

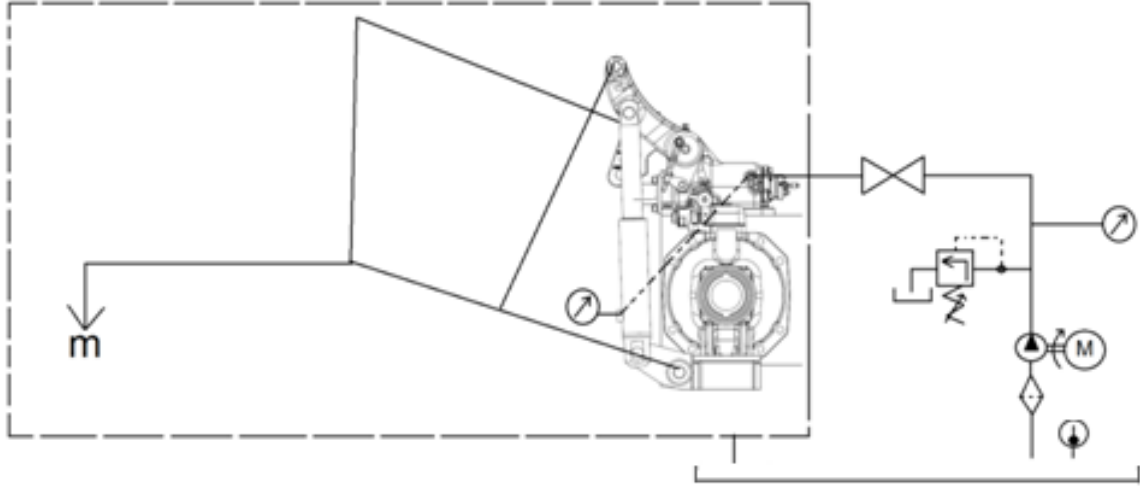
Proje başlangıcında proje ekibi ve müşteri tarafından tasarım girdileri belirlenerek yapılacak ürünün özellikleri oluşturulmuştur (Şekil 3.25). Tasarım girdilerini hidrolik kaldırıcıda istenen özellikler kaldırma kapasitesi bağlantı yüzeyleri gibi sınır şartları oluşturur. Askı kolları müşteri tarafından verilmez. Tasarımcı tarafından ISO standartları ve kaldırma kapasitesi kriterleri göz önüne alınarak uygun değerler bulunur. Bu araştırmada müşteri olarak Hattat Tarım örneği kullanılmıştır. Sonrasında hesaplanan kol boyları, müşteriye bildirilerek kol boylarında mutabık kalınarak müşteri olan Hattat Tarım ile anlaşmaya varılmıştır. Askı kolları tasarımı bu projede tamamen müşteri tarafından tasarlanmış ve üretilmiştir.

		Hidrolik Kaldırıcı Tasarım Girdileri Formu		
MÜŞTERİ BİLGİLERİ				
Müşteri	: Hattat Tarım			
Traktör Modeli	: Hattat Garden Serisi			
Traktör Gücü	: 55-80 hp			
Müşteri Parça No	:			
Müşteri Proje Adı	:			
ÇALIŞMA ŞARTLARI ve TEKNİK ÖZELLİKLER				
Traktör Sınıfı	: 2		ASKI KOLLARI ÖLÇÜLERİ (mm)	
Kaldırma Kapasitesi:	Alt askı kolları (kg):	3200	A Dış kol uzunluğu : 280	
	Alt Askı kollarında 610 mm Geride (kg)		B Yan askı kolu uzunluğu : 650	
Kontrol Özellikleri	Podsyon Kontrol	<input checked="" type="checkbox"/>	C Alt askı kolu bağlantı yeri : 405	
	Güç Kontrol	<input checked="" type="checkbox"/>	D Alt askı kolu uzunluğu : 900	
Kilitleme Mekanizması		<input checked="" type="checkbox"/>	E Üst kol uzunluğu : 750	
Orta kol bağlantı delikleri sayısı	: 4		F Ekipman yüksekliği : 610	
Güç kontrol tipi	Orta kolda basmayı ile	<input checked="" type="checkbox"/>	G Ekipman ağırlık merkezi uzaklığı : 610	
	Alt askı kolu bağlantı noktasında	<input type="checkbox"/>	X1 Alt askı kolu bağlantı noktası ile ana mil arasındaki yatay mesafe :	
Motor devir aralığı (dev/dk)	: 2250 max.		Y1 Alt Askı kolu bağlantı noktası ile ana mil arasındaki düşey mesafe :	
Hidrolik pompa redüksiyonu	: 1.7		X2 Orta kol bağlantı noktası ile ana mil arasındaki yatay mesafe :	
Pompa iletim hacmi (cc/rev)	: 11.9		Y2 Orta Kol bağlantı noktası ile ana mil arasındaki düşey mesafe :	
Hidrolik kaldırıcı dışarda hidrolik sistemde emniyetli mi?	Evet	<input checked="" type="checkbox"/>	Hayır	<input type="checkbox"/>
Sistem emniyet basıncı (bar)	: 195			
Akışkan sınıfı ve kalitesi	:			
Max. min. çalışma sıcaklıkları (°C)	: 85			
Viskozite aralığı (cSt)	:			
Transmisyon-Hidrolik kaldırıcı bağlantı deliklerinin teknik resmi mevcut mu?	Evet	<input checked="" type="checkbox"/>	Hayır	<input type="checkbox"/>
Silindir Çapı (mm)	: 2x60			
Silindir emniyet basıncı (bar)	: 230			
Debi (lt/dak) (belirli bir devirde)	: 30 lt/dak @1500 dev/dak			
				
		A	:	
B	:			
C	:			
D	:			
E	:			
Fmax.	:			
Teknik Gözetim Yardımcısı Olayı		Pazarlama Gözetim Yardımcısı		
İsim:		İsim:		
İmza:		İmza:		
Tarih:		Tarih:		

Şekil 3.24 Hattat Tarım ile doldurulan tasarım girdileri formu

Tasarım sonunda montajlanan tüm prototiplerin hepsine fonksiyon testleri uygulanmıştır (Şekil 3.26). Montajlanan prototipler Hattat Traktör dişli kutusu üzerine montajlanmıştır. Dişli kutusu montajı aks kovanlarından yaptırılan ayaklar ile Ar-ge Test

atölyesindeki Yapısal Dayanım test tezgahı zeminine sabitlenmiştir. Ayrıca Dişli kutusu test sistemine yağ tankı olarak kullanılmıştır. Fonksiyon testlerinde 30lt/dk'lık pompa kullanılmış ve pompa çıkışında 27 mikronluk emiş filtresiyle sistem kirlilikten, 195 bara ayarlanmış emniyet valfi ile de aşırı yüklenmelerden korunmuştur. Sistemdeki basıncı görmek için filtre ile hidrolik kaldırıcı arasına analog 250bar'lık bir manometre ve sistemdeki yağı ısıtmak için de manometre sonrasına küresel vana kullanılmıştır. Daralan bölgeden geçen yağın basıncı artar ve artan basınçla birlikte yağın sıcaklığı artar. Küresel vana bu mantıkla kullanılmış yağın akış alanı kısılarak yağın sıcaklığının artması sağlanmıştır. Sistem yağı dişli kutusu üzerine montajlanan dijital termometre ile testler esnasında kontrol edilmiştir. Testler yüksüz ve alt askı kollarına 300 kg'lık yük takılarak yapılmıştır. Hidrolik kaldırıcı bileşenleri sıcak yağda daha çok zorlandığından testler yağ 60°C ye ısıtılarak uygulanmıştır.



Şekil 3.25 Fonksiyon testleri devre şeması

Fonksiyon testlerinde :

Hidrolik kaldırıcı pozisyon kontrol güç kontrol ve otolift kollarıyla kaldırıyor mu?

Hidrolik kaldırıcı kaldırma hızları uygun mu?

Otolift özelliği çalışıyor mu?

Hidrolik kaldırıcının kaldırma açıları uygun mu (pozisyon kontrol güç kontrol ve otolift)?

Hidrolik kaldırıcı indiriyor mu?

İndirme hızı uygun mu?

Hidrolik kaldırıcı kaldırma esnasında basınçta kalıyor mu?
Reaksiyon mesnedi planlandığı gibi çalışıyor mu?
Kısıcı kilitleme özelliği çalışıyor mu?
Hidrolik kaldırıcı ayarları planlanan gibimidir?
Değişmesi gereken parçalar var mıdır?
Hidrolik kaldırıcı üzerinde yağ kaçaqları var mıdır?

Sorularına cevaplar alınarak prototiplerin planlanana uygunluğu karşılaştırılmıştır. Tasarımın ilk prototiplerine uygulanan fonksiyon testlerinde planlanan ve oluşturulan ürünlerin uygunluğunu kanıtlamıştır ve ömür testlerine geçilmiştir. Fonksiyon testleri uygulanan hidrolik kaldırıcı Şekil 3.27'da görülmektedir.



Şekil 3.26 Fonksiyon testleri uygulanan hidrolik kaldırıcı

3.2.2.2. Çek Bırak Testleri

Bu test ile hidrolik kaldırıcının işlevinden çok bileşenlerin dayanımları test edilmiştir. Bu adımda lift gövdesi ana mil, dış kollar silindirler askı kolları reaksiyon mesnedi reaksiyon mesnet bileşenleri ve silindir bağlama braketleri test edilmiştir.

Proje başlangıcında 3d katılar oluşturulurken daha önceki deneyimlerden ve benzer ürünlerden yararlanarak bileşenlerin malzemeleri belirlenmiştir. Daha sonrasında bileşenlere Ansys programıyla mukavemet analizleri uygulanmıştır. Çıkan sonuçlara göre bileşenlere

malzeme ilaveleri yapılmış veya malzeme eksiltilerek son veriler elde edilmiştir. Analizlere göre oluşturulan verilerin doğru tasarlanıp tasarlanmadığı bu testle doğrulanmıştır.

Hidrolik kaldırıcı bileşen malzemeleri aşağıdaki gibi tasarlanmıştır:

Lift gövde: GG25 Döküm

Dış kollar: GG30 Döküm

Ana mil: SAE 5140 Soğuk çekilmiş

Reaksiyon mesnedi: GG30 Döküm

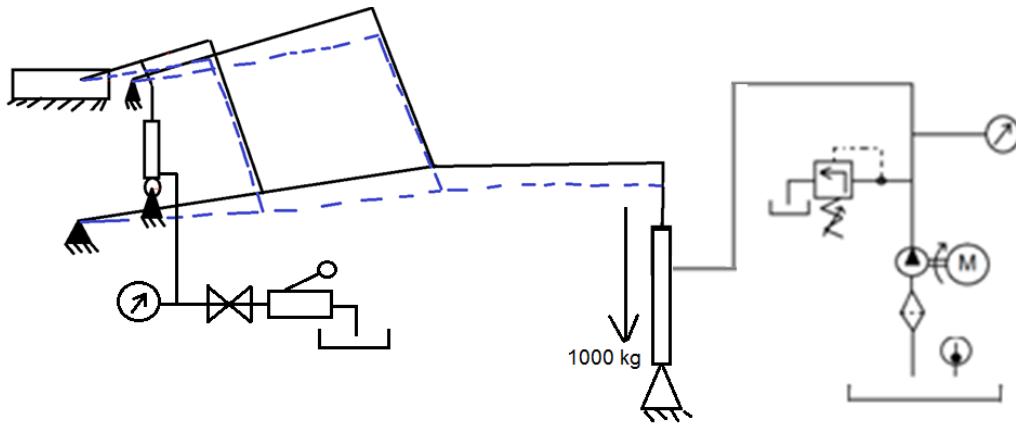
Silindir bağlama braketleri:GG30 Döküm

Hidrolik kaldırıcı montajlanacağı dişli kutusunda ve dişli kutusu da yapılan aparat ayaklarla test tezgahının zeminine sabitlenmiştir. Hidrolik kaldırıcı silindirlerine el pompası ile yağ basılarak hidrolik kaldırıcı dış kolları maksimum kalkma açısı olan 47° ye yakın bir açıya kaldırılmış ve silindirler içerisindeki yağ küresel vana yardımıyla hapsedilmiştir. Yani dış kollar 47°'de sabitlenmiştir. Küresel vana ve hidrolik kaldırıcı silindirleri arasında da test esnasında silindirlerde oluşacak basınçların ölçülebilmesi için basınç sensörleri yerleştirilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3.27 Çek-Bırak Testi

Alt askı kollarını ve orta kolu 610 mm geriden 100mm çapındaki hidrolik silindirle çekmek için bir aparat yapılmıştır. Hidrolik kaldırıcının silindirleri askı kolları ve askı kollarının ucuna takılan aparat tek parçaymış gibi hareket etmektedir. Alt askı kollarından 610 mm geride zemine 100 mm çapında olan elektronik olarak kontrol edilebilen ve piston rotunun ucunda kuvvet ölçümünü sağlayan bir yük hücresi bulunan hidrolik silindir konumlandırılmıştır. Sistemdeki silindiri yapısal dayanım test tezgahının hidrolik güç ünitesi beslemektedir. Çek bırak testi devre şeması Şekil 3.29’de sunulmuştur.



Şekil 3.28 Çek Bırak testi devre şeması

Testte silindir askı kollarının ucundaki aparatın ucuna bağlanılana kadar açılır ve aparatın ucuna takılır. Aparata bağlanan silindir aşağı doğru yük hücresindeki kuvvet 200kg’ı gösterinceye kadar çekilir. Bu konum sistemin ilk konumudur.

Testin temeli 100’lük hidrolik silindirin sistemi aşağı çekerek geri salmasına dayanır. Hidrolik silindirin sistemi üzerindeki kuvvet 1000kg’ı gösterinceye kadar çekmesi ve sonrasında ilk konuma salması 1 çevrim olarak kabul edilmiş ve testin toplam çevrimi 40000 olarak belirlenmiştir. Bu çevrim Hema Endüstrinin daha önce üretmiş olduğu hidrolik kaldırıcı testlerinden yola çıkılarak belirlenmiştir.

610 mm gerideki hidrolik silindir üzerindeki kuvvet 1000 kg’ı gösterinceye kadar sistem aşağı doğru çekilerek hidrolik kaldırıcı bileşenleri üzerindeki gerilmeler artırılmış ve sonrasında 100’lük hidrolik silindir üzerindeki basınç kaldırılarak hidrolik kaldırıcı silindirlerinin 100’lük silindiri ilk konuma getirmesi sağlanmıştır.

3.2.2.3. İndir Kaldır Ömür Testi

Bu testte hidrolik kaldırıcının tüm bileşenlerinin öncelikle işlevleri olmak üzere dayanımları da test edilmiştir.

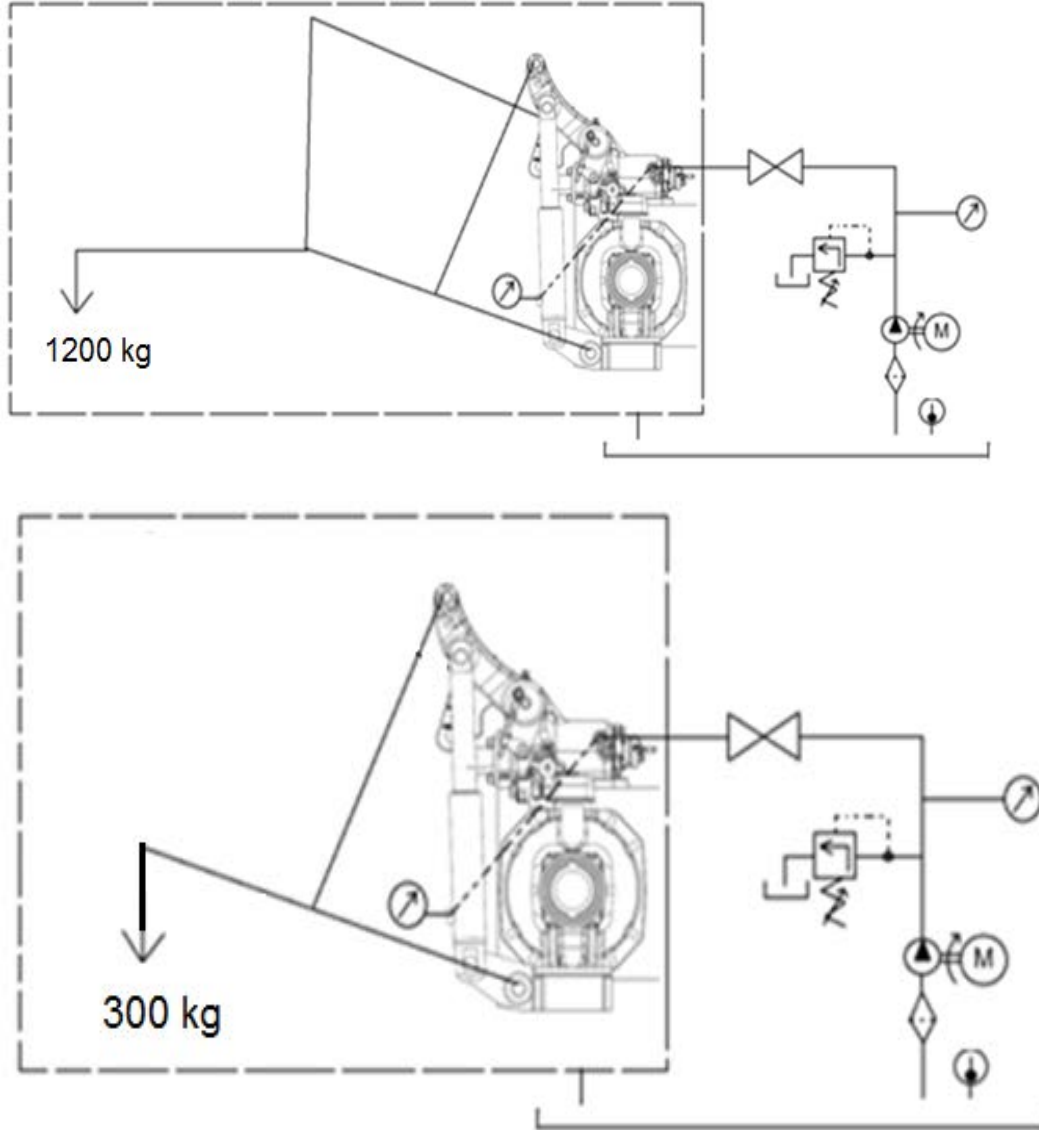
Test diğer testlerde olduğu gibi yapısal dayanım test tezgahında uygulanmıştır (Şekil 3.30). Hidrolik kaldırıcı prototipi dişli kutusu üzerine montajlanmıştır. Dişli kutusu çek bırak testinde kullanılan ayak aparatlarıyla zemine sabitlenmiştir. 3nokta askı sistemi bileşenleri dişli kutusu ve hidrolik kaldırıcıya bağlanmıştır. Pozisyon kontrol kolu kısmı için alt askı kollarına ve üst kola ağırlığı yük ekleme ve çıkarma suretiyle arttırılıp azaltılabilen yük sepeti güç kontrol kolundan yapılacak ikinci kısım içinse 300 kg'lık yük bağlanmıştır. Yük sepetinin ağırlık merkezi alt askı kollarından 610 mm yüksekliktedir. Yük sepetinin içine 1200 kg'lık yük doldurulmuştur. Dişli kutusunun gövdesi fonksiyon testlerinde olduğu gibi hidrolik yağ için tank olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.29 Pozisyon kontrol kısmında kullanılan yük sepeti

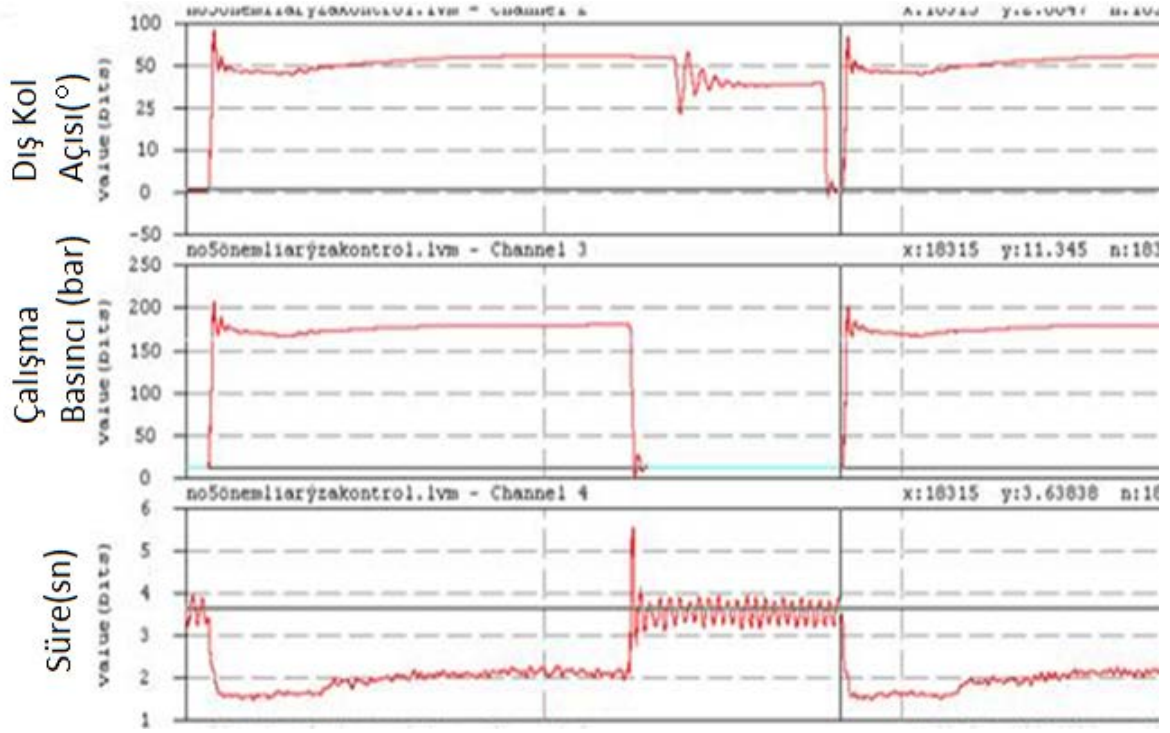
Test sistemini beslemek için hidrolik devreye 30 lt/dk'lık debi verebilen dişli pompa kullanılmıştır. Pompanın emiş ucu dişli kutusuna bağlanmıştır. Pompa ve tank arasına

hidrolik devre bileşenlerini korumak için 27 mikronluk filtre bağlanmıştır. Pompanın basınç hattına önce devre bileşenlerini yüksek basınçlardan korumak için emniyet valfi sonrasında analog 250 barlık manometre bağlanmıştır. Manometrenin sonrasında yağı ısıtabilme için küresel vana hatta eklenmiştir ve bağlantılar hidrolik kaldırıcının pompa hattına bağlanmıştır. Şekil 3.31’da indir-kaldır ömür testi devre şemaları görülmektedir.



Şekil 3.30 İndir-Kaldır ömür testi devre şemaları

Hidrolik silindirlerin girişine dijital basınç sensörleri bağlanmıştır. Dişli kutusu üzerine dijital termometre yerleştirilmiştir. Sistem yağ sıcaklığı ve silindirlerdeki basınç değerleri datalogger ile test boyunca takip edilmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.32).



Şekil 3.31 Datalogger ile test esnasında alınan değerler

Bu testin esası, yük sepetinin en üst kaldırma noktası ile en aşağı indirilme noktasına kaldırılıp indirilmesine dayanmaktadır. Bu indir kaldır hareketi 1 çevrim sayılmış ve pozisyon kolundan 20.000 çevrim ve güç kontrol kolundan 20.000 çevrim olmak üzere 40.000 çevrim hedeflenmiştir. Bu hedef çevrim proje ekibinin daha önce ürettiği hidrolik kaldırıcıların doğrulama testlerinden türetilmiştir.

Pozisyon kontrol ve güç kontrol kolları linear actuator yardımıyla hareket ettirilmiştir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32 İndir-kaldır ömür testi güç kontrol kol bölümü

3.2.2.4. Kaldırma Kapasitesi Testi

Bu test ile proje başında belirlenen kaldırma kapasitesinin ve tasarım esnasında teorik olarak hesaplanan kapasitenin ürün elde edildikten sonra doğrulaması yapılmıştır.

Hidrolik kaldırıcının tüm bileşenleri tasarlanırken proje başlangıcında müşteri tarafından istenen kaldırma kapasitesi baz alınır. Tüm parçalar bu kapasiteye göre uyarlanır. Kaldırma kapasitesini değiştiren birçok etken (askı kol boyları silindir çapları askı kollarının bağlantı noktaları sistem basıncı hidrolik kaldırıcının konumu) vardır. Proje başlangıcında müşterinin kapasitesine ulaşmak için ISO standardına (ISO 730) göre uygun askı kolları ve silindir çapları belirlenir ve taslak sketchler kurulur. Moment ve kuvvet formülleriyle kaldırma kapasitesi eğrileri çıkarılır (Şekil 3.36).

Dış kollara bağlı olan silindirlerin hidrolik kaldırıcı çalışma basıncında(195 bar) kaç N kuvvet uyguladığı hesaplanır.

$$F_s = P \times A \times 9,8 \quad (1)$$

F=Silindirin itme kuvveti (N)

P=Silindirin çalışma basıncı (bar)

A=Silindir yüzey alanı (cm²)

Sistemde iki adet silindir kullanıldığından bulunan F kuvveti 2 ile çarpılarak Fs hesaplanır. Bulunan Fs değeri N cinsindedir.

Kurulan sketchlerden formüllerdeki tüm açılar (a, d, e, h) belirlenir.

a=Silindir kuvveti (Fs) ile silindir kuvvetinin(Fs) ana mil-silindir arası kuvvet koluna dik bileşenin (Fsy) yaptığı açı

d= Ana mil momentinin (Mana mil) yan askı kol ucundaki dışkola göre dik değeri (F1y) ile yan askı kolu üzerindeki değeri (F1) arasındaki açı

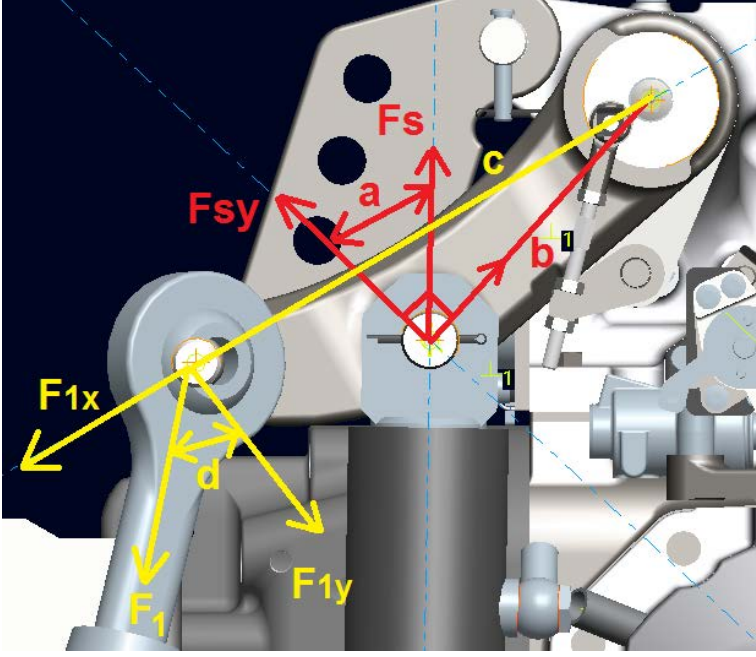
e=Yan askı kolu boyunca oluşan kuvvet(F1) ile bu kuvvetin alt askı koluna dik bileşeni olan F1a arasındaki açı

h= Ana milde oluşan momentin alt askı kolunun en ucuna taşınmasıyla alt askı koluna dik oluşan kuvvet (Fky) ile toprak zeminine dik olan kaldırma kuvveti (Fk) arasındaki açı

Daha önce hesaplanan silindir bileşke kuvvetinin(Fs) ana mile göre momenti (Mana mil) alınır.

$$M_{ana\ mil}=F_{sy} \times b \quad (2)$$

$$M_{ana\ mil}=F_s \times \cos a \times b \quad (3)$$



Şekil 3.33 Silindir kuvvet hesabı

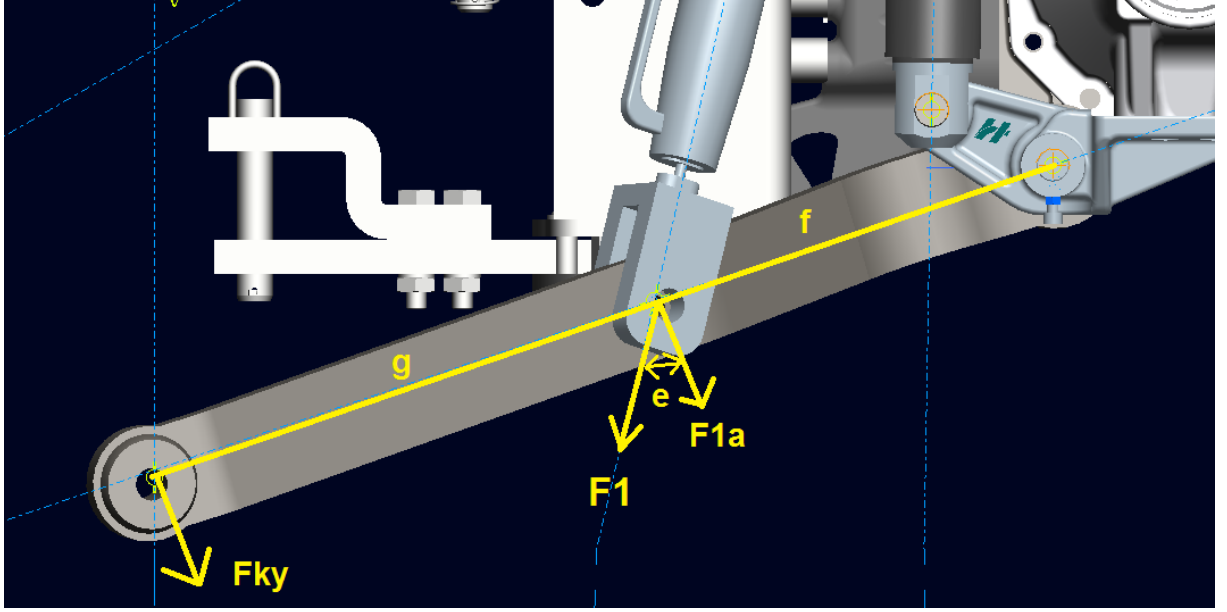
Bulunan bu ana mil momentinin alt askı kollarında ne kadar kaldırma kapasitesi oluşturabileceği hesaplanır (Şekil 3.35). İlk olarak yan askı kolundaki kuvvet(F_1) bulunur.

$$M_{\text{ana mil}} = F_{1y} \times c \quad (4)$$

Formülünden yan askı kol kuvvetinin y bileşkesi hesaplanır. F_{1y} değeri bulunduktan sonra

$$F_{1y} = F_1 \times \cos d \quad (5)$$

Formülünden F_1 yan askı kol kuvveti hesaplanır.



Şekil 3.34 Alt askı koluna etkiyen kuvvetler

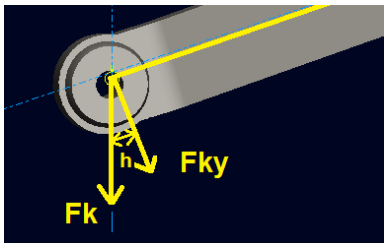
Yan askı kolundaki F1 kuvveti alt askı koluna taşınır. Kaldırma kapasitesi hesaplanması için önce F1a kuvveti bulunur.

$$F1a = F1 \times \cos e \quad (6)$$

F1a kuvveti hesaplandıktan sonra alt askı kolunun bağlantı noktasına göre yeniden moment alınır. Buradan:

$$F1a \times f = Fky \times (f+g) \quad (7)$$

Formülü ile kaldırma kapasitesinin y bileşeni bulunur (Şekil 3.36).



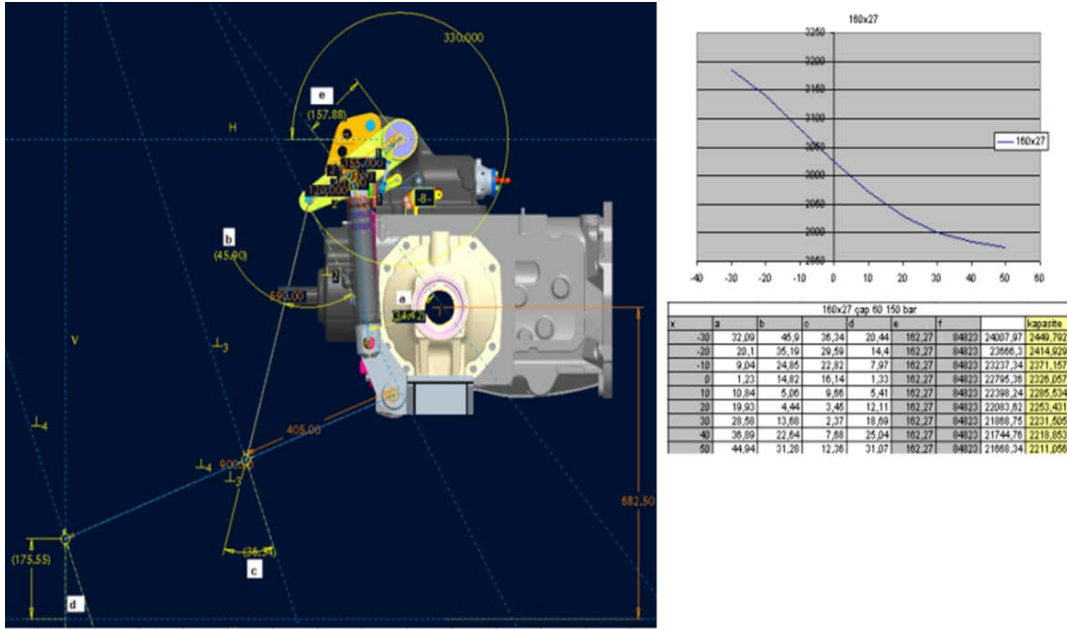
Şekil 3.35 Kaldırma kapasitesi

Daha sonra kaldırma kapasitesi :

$$F_k = F_{ky} / \cosh$$

(8)

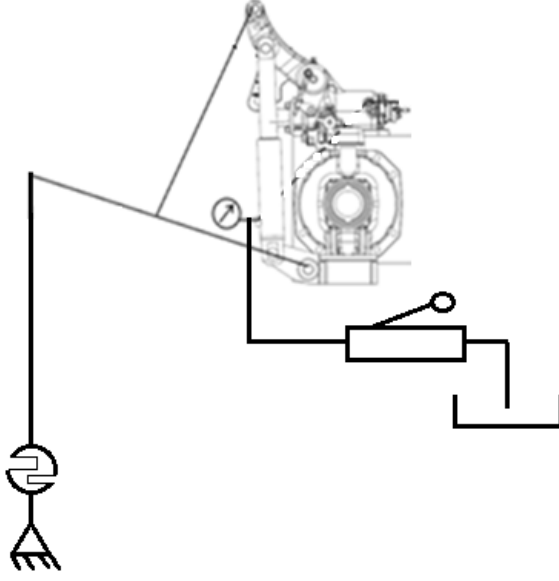
formülüyle hesaplanır (Şekil 3.37).



Şekil 3.36 Kaldırma kapasitesi hesaplamaları

Yapısal dayanım tezgahı zemini üzerine sabitlenmiş dişli kutusu üzerine kontrol mekanizması gövdesine tümleşik dıştan silindri hidrolik kaldırıcı ve kaldırma kapasiteni sağlayacağı ön görülerek yaptırılan askı kolları bağlanmıştır.

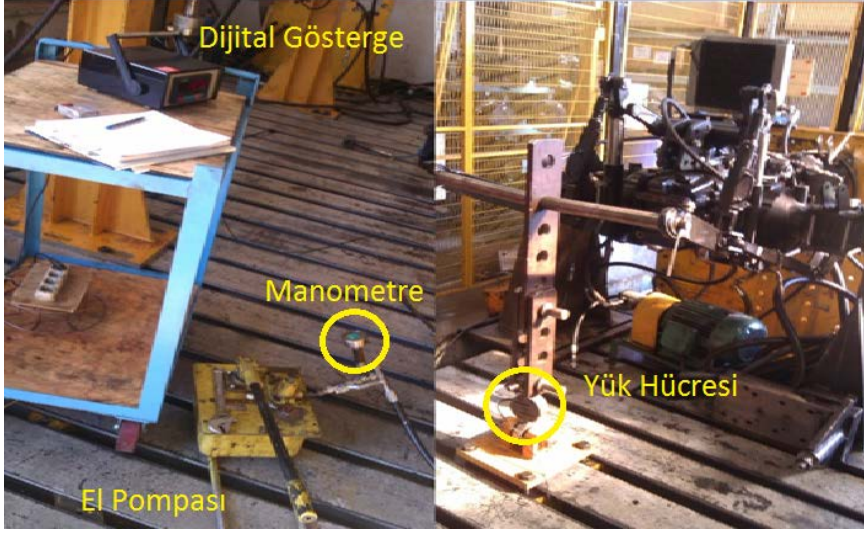
Hidrolik kaldırıcı silindirlerine el pompası ile yağ basılarak askı kollarının kalkması sağlanmıştır. El pompası ve hidrolik kaldırıcı arasına basıncı kontrol etmek için analog 250 barlık manometre bağlanmıştır (Şekil 3.38).



Şekil 3.37 Kaldırma kapasitesi test düzeneği

Alt askı kolları ucuna yüksekliği değiştirilebilir bir ucu askı kollarına diğer ucu zemine montajlı kuvvet ölçümü yapan yük hücresine aparat yapılmıştır.

İlk ölçüm hidrolik kaldırıcının en alt konumunda alınmıştır. Yukarıda da bahsedildiği üzere alt askı kollarının en ucuna yük hücresi bağlanarak yere sabitlenmiştir. El pompası ile hidrolik kaldırıcı silindirlerine bağlanmış silindir ve el pompası arasında da manometre konumlandırılmıştır. Silindirler içerisine sistemin traktör üzerinde çalışma basıncı olan 190 bar uygulanmış ve yük hücresinin dijital ekranından kaldırma kapasitesi okunarak not edilmiştir. Daha sonrasında alt askı kolu ve yük hücresindeki aparat bir üst delikten bağlanarak askı kollarının daha yüksek açılara kalkması sağlanmıştır (Şekil 3.38). Kaldırma kapasitesi bu konumda da ilk konumda olduğu gibi ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu işlem dış kollar en üst konuma ulaşana kadar aparat bağlantısı sürekli üste almak suretiyle arttırılarak tekrarlanmıştır. Elde edilen değerlerden dış kol açısı-kaldırma kapasitesi eğrisi çizilerek proje başında teorik hesaplamalarla çizilen grafiklerle karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.38 Kaldırma kapasitesi testi

3.2.2.5. Saha Testi

Testlerden başarılı olarak geçen hidrolik kaldırıcı prototiplerinden biri Hattat Traktör meyveci traktörüne montajlanmıştır (Şekil 3.40). Bu traktör ile farklı tarım aletleriyle Türkiye'nin farklı bölgelerinde toplamda 1000 saat tarla ve saha testleri yapılmıştır. Bu bölgeler meyveci traktör satış adetlerinin en çok olduğu bölgelerdir. Ayrıca bölgelerdeki iklim ve hava koşullarının da bölge seçimlerine etkisi olmuştur. Gözlenen problemler hidrolik kaldırıcı bileşenlerinde müdahale edilerek giderilmiştir.
















Şekil 3.39 Saha testindeki traktör

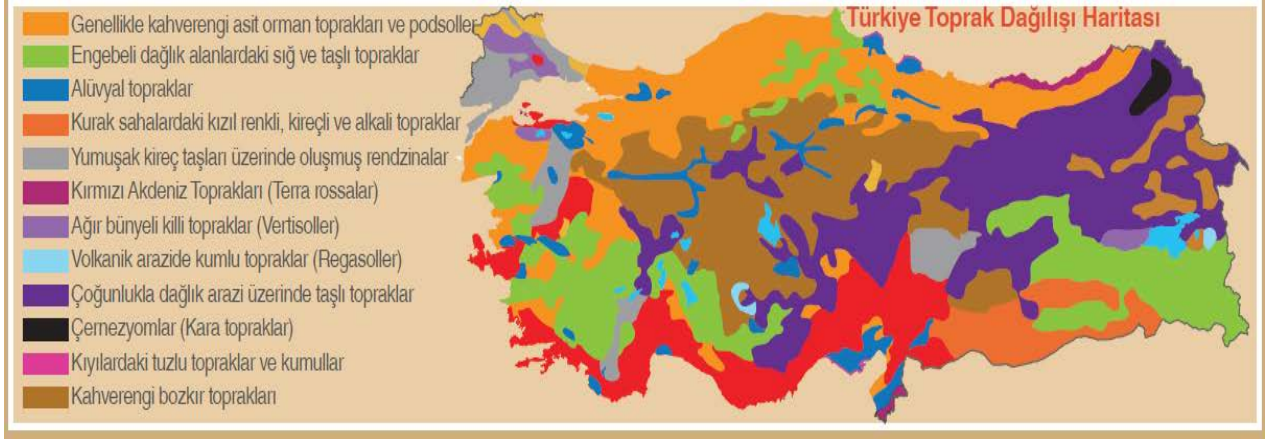
Hidrolik kaldırıcının tarla denemelerinin yapıldığı bölgeler ve ekipmanlar Çizelge3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Tarla deneme sahaları ve ekipmanları

Bölge	Çalışma Saati	Kullanılan Ekipmanlar	Bölge Toprak Tipi
Tekirdağ	750	Pulluk, Patlatma, Diskaro, Tırmık, Gübreleme makinası, Römork, Balya makinası, Kepçe, Helezon, Çapa makinası, Çayır biçme makinası, Hububat ekim makinası, İlaçlama makinası	Yumuşak kireç taşları üzerinde oluşmuş rendzina, Kırmızı Akdeniz toprağı(Terra Rossa), Killi toprak(Vertisoller)
Niğde	100	Pulluk, Patlatma, Römork	Alüvyal toprak, Dağlık arazilerde taşlı toprak, Kahverengi bozkır toprağı , Kırmızı Akdeniz toprağı(Terra Rossa),
Adana	50	Pulluk, Patlatma, Römork	Alüvyal Toprak, Taşlı toprak, Kahverengi bozkır toprağı , Kırmızı Akdeniz toprağı(Terra Rossa), Kızıl renkli, kireçli ve alkali toprak,
Sivas	50	Pulluk, Patlatma, Römork	Kahverengi bozkır toprağı , Dağlık arazilerde taşlı toprak
Denizli	50	Pulluk, Patlatma, Römork, İlaçlama makinası	Engibeli dağlık arazilerde sığ ve taşlı toprak, Alüvyal toprak, Kızıl renkli, kireçli ve alkali toprak

Çizelge 3.3 Saha Testlerinde Kullanılan Ekipmanlar

PULLUK		Uzunluk:2430 mm Genişlik:1500 mm Yükseklik:1600 mm İş Genişliği:1400 mm Sok adedi:4 Sok boyutları:12 inc Ağırlık:400 kg	GÜBRELEME MAKİNASI		Uzunluk:1390 mm Genişlik:1500 mm Yükseklik:1355 mm İş Genişliği:14-20 m Kazan Hacmi: 795 litre Pto: 540 dev/dk Gereken Güç:60 Hp Ağırlık:222 kg	HELEZON		Uzunluk:8000 mm Genişlik:1650 mm Max Yükleme Yüksekliği:4000 mm Yükleme Kapasitesi:25 ton/h Kazan Hacmi: 795 litre Pto: 540 dev/dk Ağırlık:330 kg
PATLATMA		7 Dişli Uzunluk:2100 mm Genişlik:1200 mm Yükseklik:1275 mm İş Genişliği:20-45 cm İş Derinliği: 30 cm Diş Arası Mesafe: 25 Gereken Güç:60-80 Hp Ağırlık:390 kg	RÖMORK		Kapasite: 5 Ton Tek dingil Tekli Teleskobik Kaldırma Silindirli Silindir Yağ Kapasitesi:13 lt	ÇAPA MAKİNASI		Uzunluk:1200 mm Genişlik:2030 mm Yükseklik:1100 mm İş Genişliği:100 mm Pto: 540 dev/dk Ağırlık:620 kg
DISKARO		Disk Aralığı:175 mm Disk Ölçüleri 460x3.5 mm Disk Sayısı:24 Çalışma Hızı:6-8 km/h Traktöre Bağlantı:Asma	BALYA MAKİNASI		Uzunluk:5.44 m Genişlik:2.31 m Yükseklik:1.87m İş Genişliği:14-20 m İz Genişliği 2.35 m Ağırlık:2460 kg	ÇAYIR BİÇME MAKİNASI		Uzunluk:3456 mm Taşıma Genişliği:1500 mm Yükseklik:1035 mm İş Genişliği:1895 mm Pto: 540 dev/dk Ağırlık:485 kg
TIRMIK		Uzunluk:1430 mm İş Genişliği:2820 mm Yükseklik: 1165 mm İş Derinliği: 15 cm Ağırlık:355 kg	KEPÇE		Uzunluk:800 mm Genişlik:320 mm Yükseklik:640 mm İş Genişliği:14-20 m Hacmi: 0.15 m ³ Ağırlık:139 kg	HUBUBAT EKİM MAKİNASI		Uzunluk:1450 mm Genişlik:2740 mm Yükseklik:1540 mm İş Genişliği:2490 mm Pto: 540 dev/dk Boş Ağırlık:680 kg Tohum Depo Hacmi:300 kg Gübre Depo Hacmi:300 kg Çalışma Hızı: 5-8 km/h
İLAÇLAMA MAKİNASI		Yükseklik:1780 mm İş Genişliği:8-10 m Kazan Hacmi: 400 litre Pto: 540 dev/dk Gereken Güç:60 Hp Ağırlık:90 kg						



Şekil 3.40 Türkiye toprak dağılımları

3.2.2.6. Silindir Testi

Saha ve dayanım testlerinde silindirlerde yaşanan problemlerden dolayı silindirler yorulma testine alınmıştır (Şekil 3.41). Bu testte hidrolik silindirler, içerisine 1Hz ve 150 bar ile 60 °C'lik hidrolik yağ gönderilerek 200.000 çevrim şoklanmaktadır. Test sonucunda silindirlerde herhangi bir kaçak olmaması ve kaynaklarda kırılma yaşanmaması halinde sistem testten geçmiş sayılmıştır.



Şekil 3.41 Silindir Testi

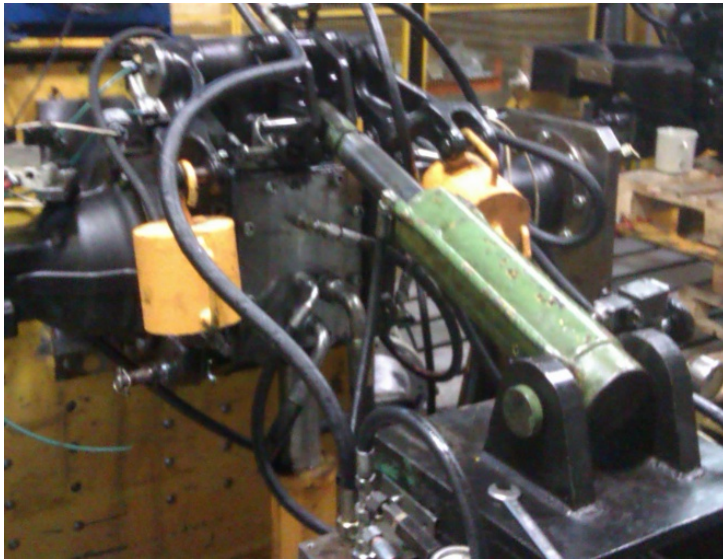
3.2.2.7. Reaksiyon Mesnet Testi

Ömür ve saha testlerinde reaksiyon mesnedinde yaşanan kırılma problemleri reaksiyon mesnet bileşenlerine müdahale edilerek revize edilmiştir. Bu revize edilen parçalar ömür testlerinde ve saha testlerinde yeniden test edilmiş ve doğrulaması yapılmıştır. Fakat bu

testlerin bazı eksiklerinin olduğu kararına varılarak test planına reaksiyon mesnet testi de eklenmiştir.

Bu testte sadece reaksiyon mesnet bileşenlerine yüklemeler yapılarak test edilmiştir.

Revize edilmiş mesnet bileşenlerinden oluşturulan hidrolik kaldırıcı zemine sabitlenmiş dişli kutusu üzerine montajlanmıştır. Hidrolik kaldırıcının arka kısmına 100mm çapında çift etkili bir hidrolik silindir yerleştirilmiştir. 100'lük silindirin rod tarafı reaksiyon mesnedinin en alt deliğine bağlanmıştır. 100'lük silindir 30 lt/dk'lık bir pompa ile beslenmiştir. Pompa ve 100'lük silindir arasına elektronik olarak kontrol edilebilen bir yön kontrol valfi yerleştirilmiştir. 100'lük silindirin rotunun ön ve arkası basınçlandırılarak silindirin mesnedini çalışma stroğu kadar itip çekmesi sağlanmıştır(Şekil 3.42).



Şekil 3.42 Reaksiyon mesnet testi uygulaması

Mesnedin ileri ve geri hareketi 1 çevrim olarak kabul edilmiş ve mesnede 50.000 çevrim yaptırılmıştır.

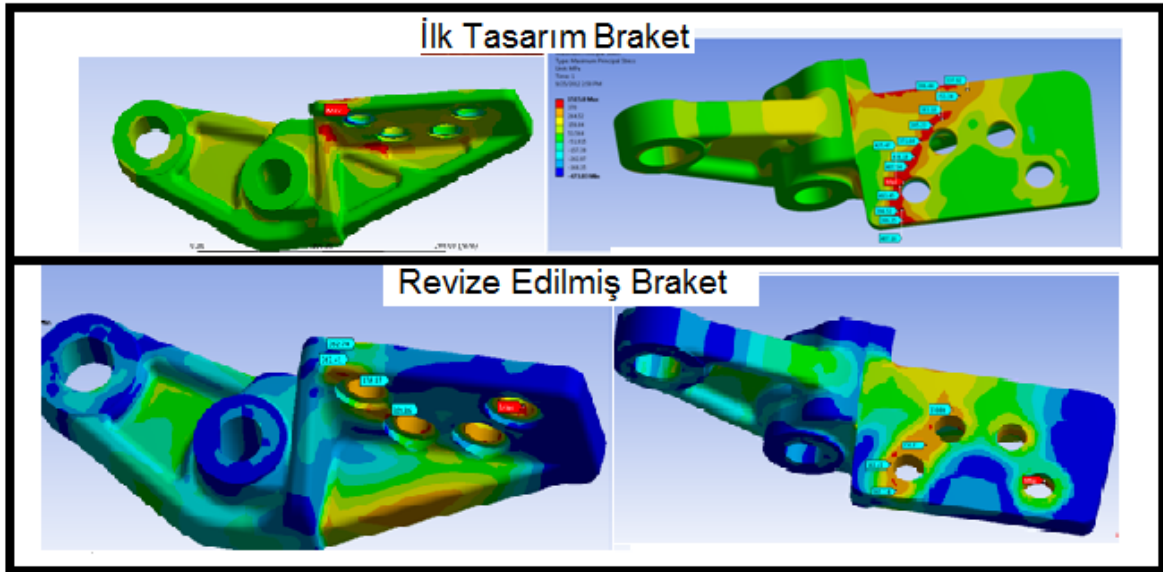
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bilgisayar Programları ile Yapılan Analizler

4.1.1. Ansys Workbench Analizleri;

Tasarım yapılırken tüm hidrolik kaldırıcı bileşenlerine ansys gerilim analizleri uygulanarak bileşenler şekillendirilmektedir. Fakat yapılan analizler bazen ürünlerde oluşabilecek kırılmalar için yetersiz kalmaktadır. Bu noktada yapılan testler devreye girerek parçalara fiiliyatta neler olacağını göstermektedir.

Yapılan ömür testlerinde gövde ve silindir braketlerinde kırılmalar yaşanmıştır. Bunun üzerine bu bileşenlere ansys analizleri tekrardan uygulanarak kırılmaların yaşandığı bölgeler tespit edilmiş ve bu bölgelere dolgular yapılarak modeller revize edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Ansys analizleri sonucu görülen kritik bölgeler

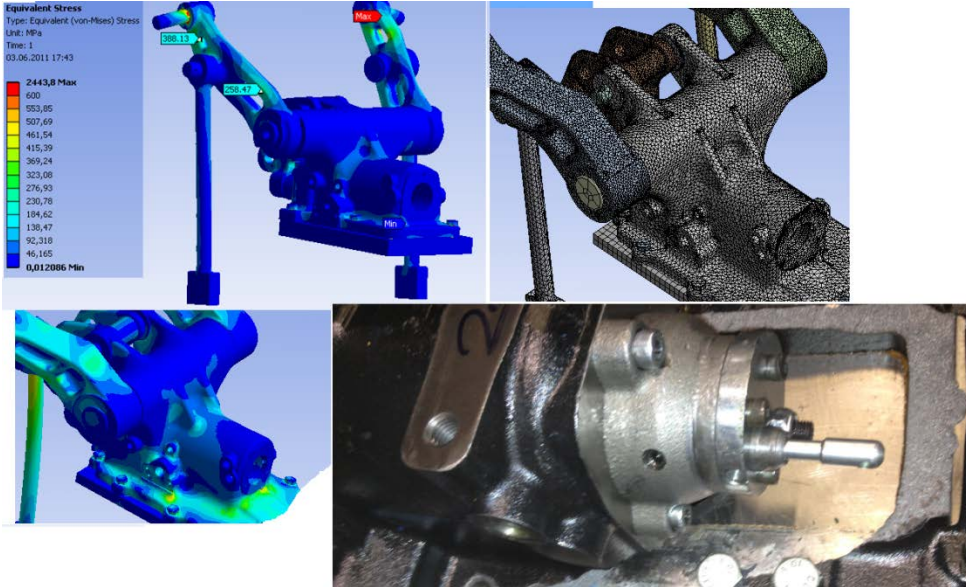
İlk tasarım braketlerde ömür testlerinde yaşanan kırılmalardan sonra analizler yinelenerek ve sınır koşulları revize edilerek yeniden uygulanmıştır (Şekil 4.2). Analizler sonucunda kırılma bölgeleri ve ekleme yapılacak bölgeler belirlenmiştir. GG25 olan braket malzemesi GG30 olarak değiştirilmiştir ve aynı zamanda yapılan analizler sonucunda

braketlerin kırılma bölgelerinde oluşan 480 MPa'lık gerilmeler 230 MPa' a mukavemete dayanacak kadar malzeme ilavesi yapılarak braketler modifiye edilmiştir.



Şekil 4.2 İlk tasarım braketlerde ömür testlerinde yaşanan kırılmalar

Yapılan ömür testlerinde gövde de kırılmalar yaşanmıştır. Bunun üzerine analizler tekrarlanarak gerilmelerin yoğun olduğu bölgeler tespit edilmiş ve bu bölgelere GG25 malzeme dolgusu yapılmıştır (Şekil 4.3). (Bknz. Çek bırak testi araştırma bulguları)

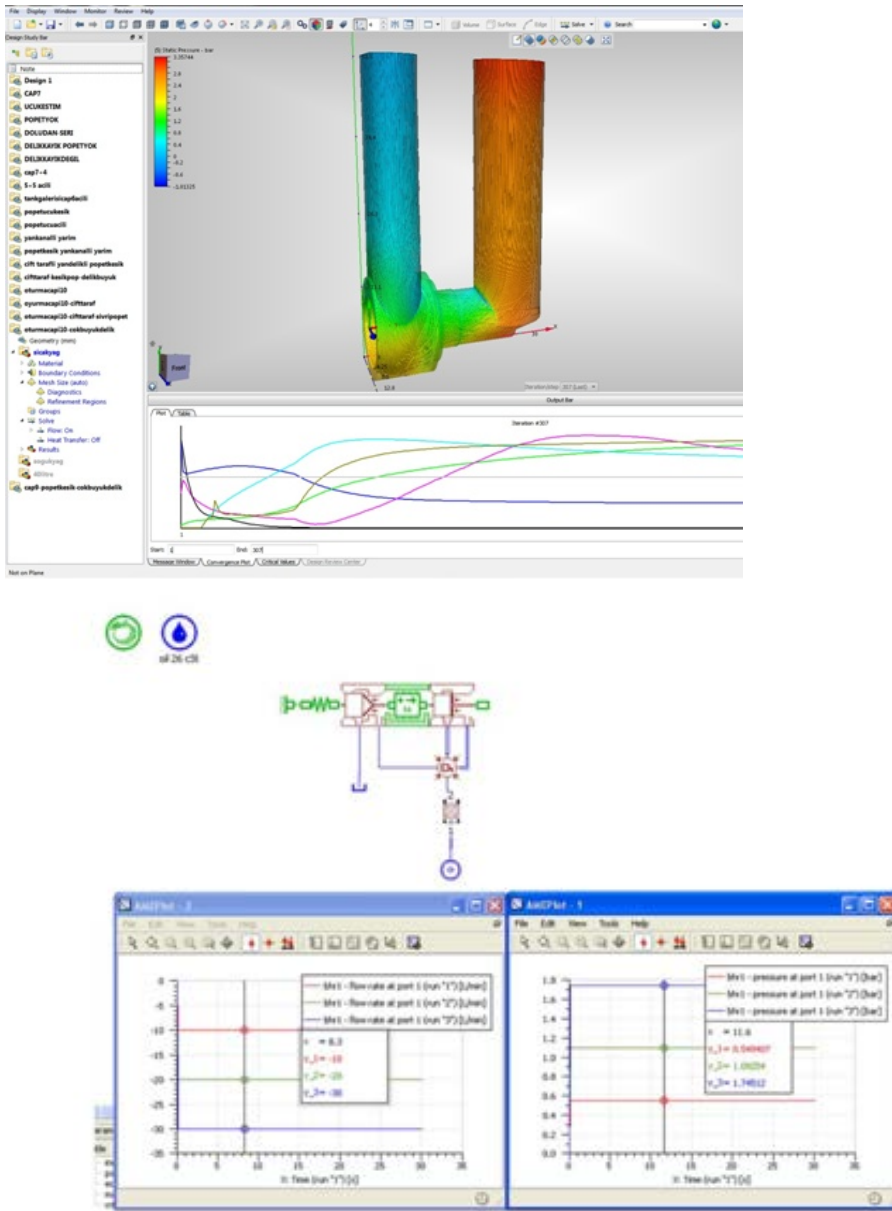


Şekil 4.3 Analizler sonucunda gerilmelerin yoğun olduğu bölgeler ve malzeme dolgusu yapılan bölgeler

4.1.2. CF Design ve LMS Amesim Analizleri;

Fonksiyon testlerinde kontrol valflerinin hızlı kaldırma hareketlerinde basınçta kalmamasına rağmen yavaş hareketlerde basınçta kaldığı sistem nötr de iken yüksek debilere çıktığında dış kolların kendiliğinden kalktığı gözlenmiştir.

Teoride boşaltma sürgünün arkası ve önündeki aynı olması gereken basınçlar arasında 7 bar fark görülmüştür (Şekil 4.4).

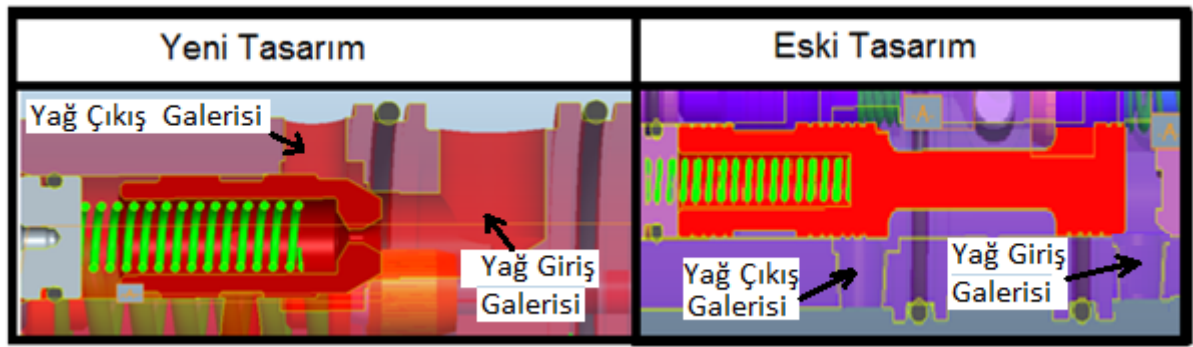


Şekil 4.4 Akış analizleri sonucu görülen basınç farkları

İmalat özellikle ana sürgü ve akış kontrol sürgüsünü toleranslarda işleyemediği bu yüzden sürgü çaplarından gelen kaçakların boşaltma valfinin kapanmasına mani olduğu bununda basınçta kalmaya neden olduğu anlaşılmıştır.

Bu yüzden boşaltma valfi tekrardan Cf Design ve Amesim programlarıyla tekrardan modellenmiştir. Tekrarlanan analizler sonucu nihai ürüne ulaşılmıştır.

Valfin önüne ve arkasına giriş çıkış galeri çapları büyütülerek boşaltma valfinin önü ve arkasındaki 7 barlık basınç farkı yeni valf ile 3 bara çekilerek sistemin basınçta kalması ve kolların nötr durumda kalkması engellenmiştir. Ayrıca valf boyutları küçültülerek işleme alanı azaltılmış ve işleme hataları en aza indirgenmiştir.



Şekil 4.5 Cf Design ve Amesim programlarıyla yapılan analizler sonucu yenilenen boşaltma valfi tasarımı

4.2. Mekanik Testler

4.2.1. Fonksiyon Testleri

Proje kapsamında ilk olarak testler için toplam 15 adet hidrolik kaldırıcı montajlanmıştır. Montajlanan tüm prototipler fonksiyon testlerine alınarak hidrolik kalkış mesafeleri, güç kontrol ayarları yapılmış ve diğer fonksiyonları kontrol edilmiştir. Her numune için kontrol listesi doldurulmuştur (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1 Fonksiyon testleri kontrol listesi

			Hidrolik kaldırıcı pozisyon kontrol güç kontrol ve otolift kollarıyla kaldırıyor mu?	Hidrolik kaldırıcı kaldırma hızları uygun mu?	Otolift özelliği çalışıyor mu?	Hidrolik kaldırıcının kaldırma açıları uygun mu (pozisyon kontrol güç kontrol ve otolift)?	Hidrolik kaldırıcı indiriyor mu?	İndirme hızı uygun mu?	Hidrolik kaldırıcı kaldırma esnasında basınçta kayıyor mu?	Reaksiyon mesnedi planlandığı gibi çalışıyor mu?	Kısıcı kilitleme özelliği çalışıyor mu?	Hidrolik kaldırıcı ayarları planlanan gibimidir?	Değişmesi gereken parçalar var mıdır?	Hidrolik kaldırıcı üzerinde yağ kaçaqları var mıdır?
1	YÜKLÜ	EVET	X	2.23sn	X	45-49-49	X	14.1 sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
	YÜKSÜZ	EVET	X	2.35sn	X	45-49-49	X	3.2sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
2	YÜKLÜ	EVET	X	2.16sn	X	46-49-49	X	14.5 sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
	YÜKSÜZ	EVET	X	2.25sn	X	46-49-49		3.8 sn		X	X	X		
		HAYIR					X		X				X	X
3	YÜKLÜ	EVET	X	2.16sn	X	65-49-49		14.1 sn		X	X	X		
		HAYIR					X		X				X	X
	YÜKSÜZ	EVET	X	2.22sn	X	46-49-49		3.6 sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
4	YÜKLÜ	EVET	X	2.18sn	X	45-48-48	X	15.6 sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
	YÜKSÜZ	EVET	X	2.23sn	X	45-48-48	X	4.1 sn		X	X	X		
		HAYIR							X				X	X
5	YÜKLÜ	EVET	X	2.26sn	X	45-49-49		13.5sn		X	X	X		
		HAYIR					X		X				X	X
	YÜKSÜZ	EVET	X	2.32sn	X	45-49-49		3.4 sn		X	X	X		
		HAYIR					X		X				X	X

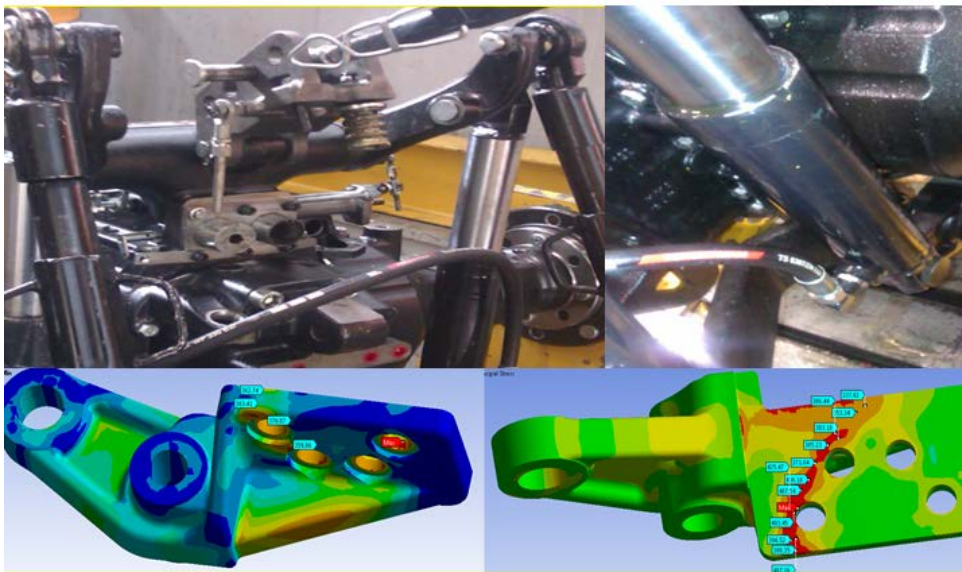
4.2.2. Çek Bırak Testi

Test sonucunda gövde de silindir bağlama braketlerinde reaksiyon mesnet bileşenlerinde kırılmalar oluşmuş ve hidrolik kaldırıcı silindirlerinde kaçaklar gözlemlenmiştir (Şekil 4.6).

Gövdedeki test kırılmalarının nereden kaynaklandığını kesin olarak belirlemek için test Ansys programında tekrardan modellenmiş ve test tezgahında da bir kez daha tekrarlanmıştır. Sonuç olarak kırılmanın gövdenin arka kısmından olduğu anlaşılmış ve bu bölgelere GG25 malzeme ilavesi yapılarak gövde kalınlaştırılmıştır(Şekil 4.7).



Şekil 4.6 Çek bırak testinde kırılma yaşanan gövde



Şekil 4.7 Çek bırak testinde kırılma ve kaçak problemi yaşanan bileşenler

Silindir bağlama braketleri de Ansys programında modellenerek ilave isteyen bölgeler belirlenerek dökümlerine ilaveler yapılmıştır.

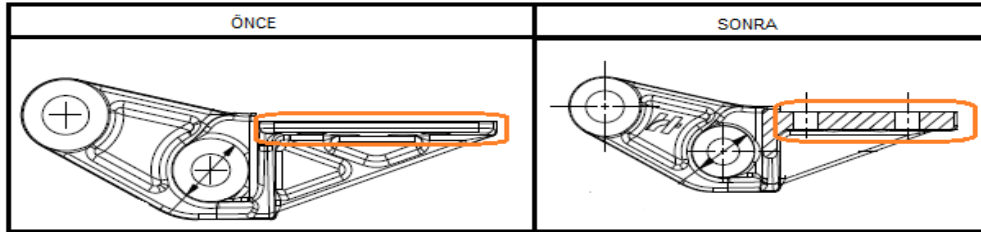
Silindirlerde oluşan kaçaklar tedarikçiye bildirilerek yeni numuneler istenmiştir.

Modifiye edilmiş bileşenlerle test iki kez daha tekrarlanmıştır. Toplam 5 tekrar test yapılarak modifiye edilen parçalar ve diğer bileşenler dayanımları doğrulanmıştır.

Özet olarak:

Birinci numunede 11218 çevrimde silindir bağlama braketlerinde kırılmalar yaşanmıştır. Bileşenlerin malzeme ve kalınlıklarında revizyonlar yapılarak 2nci teste başlanmıştır.

Yaşanan kırılmalardan sonra braket bağlantı yüzeyinin kalınlığı 12 mmden 19 mm ye çıkartıldı. Braketin ağırlığı bu modifikasyonlardan sonra 260 gr artarak 4800 gr a çıkmıştır. Ayrıca braketlerin GG25 olan braket malzemeleri GG30 olarak değiştirilmiştir.



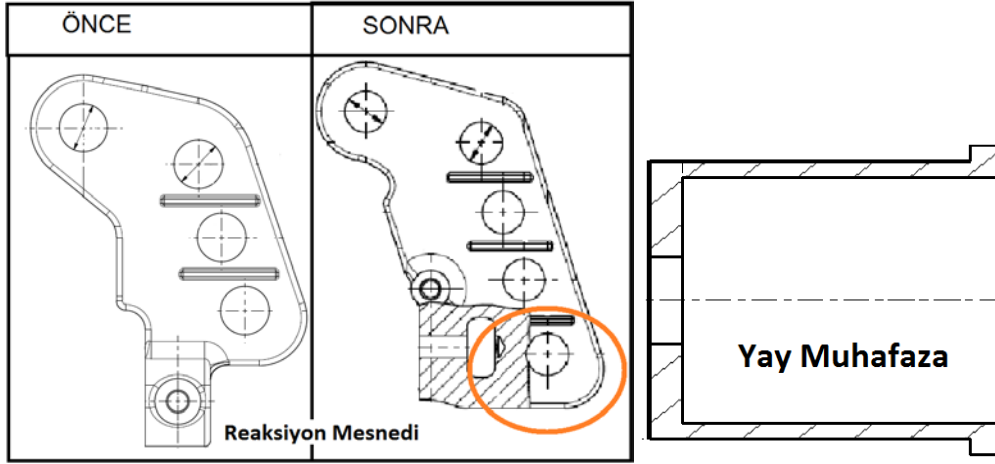
Şekil 4.8 Çek bırak testi sonucunda revize edilen silindir bağlama braketleri

Birinci testte yaşanan kırılmalardan sonra revize edilen yeni silindir bağlama braketleriyle ikinci çek bırak testine başlanmıştır.

17462 çevrimde silindirlerde yağ kaçağı görüldü. Durum yan sanayiye bildirilerek silindirlerde iyileştirmeler yapıldı ve teste kaldığı yerden aynı numune ile devam edildi. 24569 çevrimde reaksiyon mesnet bileşenlerinde kırılmalar gözlemlendi. Braketler Ansys analizlerine göre kalınlaştırılarak üçüncü teste geçilmiştir.

İkinci testin sonunda reaksiyon mesnetinin 3 olan bağlantı delik sayısı 4 e çıkarıldı ve alt bölgeye dolgu yapıldı. Yapılan bu revizyon ile parçanın ağırlığı 672 gr artırılmıştır.

Ayrıca testte kırılma yaşanan yay muhafazalarının 11SMnPb7 olan malzemesi SAE 4140- SAE 5140 olarak değiştirilmiştir.

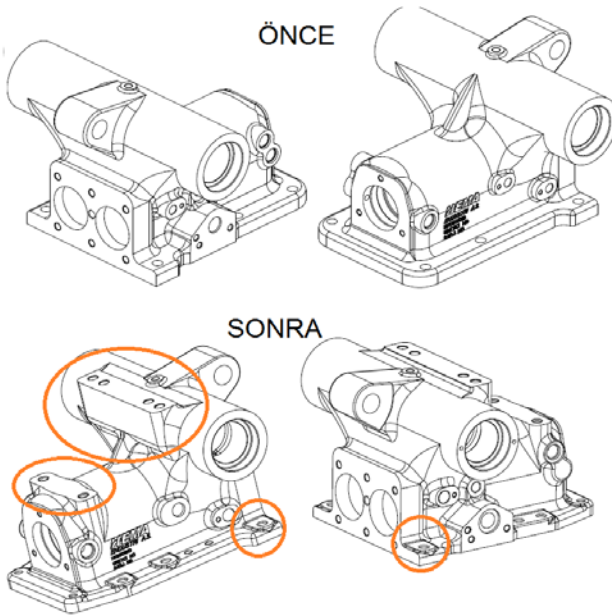


Şekil 4.9 İkinci test sonucunda revize edilen parçalar

İkinci testte yaşanan problemler sonucu revize edilmiş yeni parçalarla üçüncü bir numune montajlanarak üçüncü teste başlanmıştır.

38671 çevrimde hidrolik kaldırıcı gövdesinde kırılma oluşmuş ve test sonlandırılmıştır.

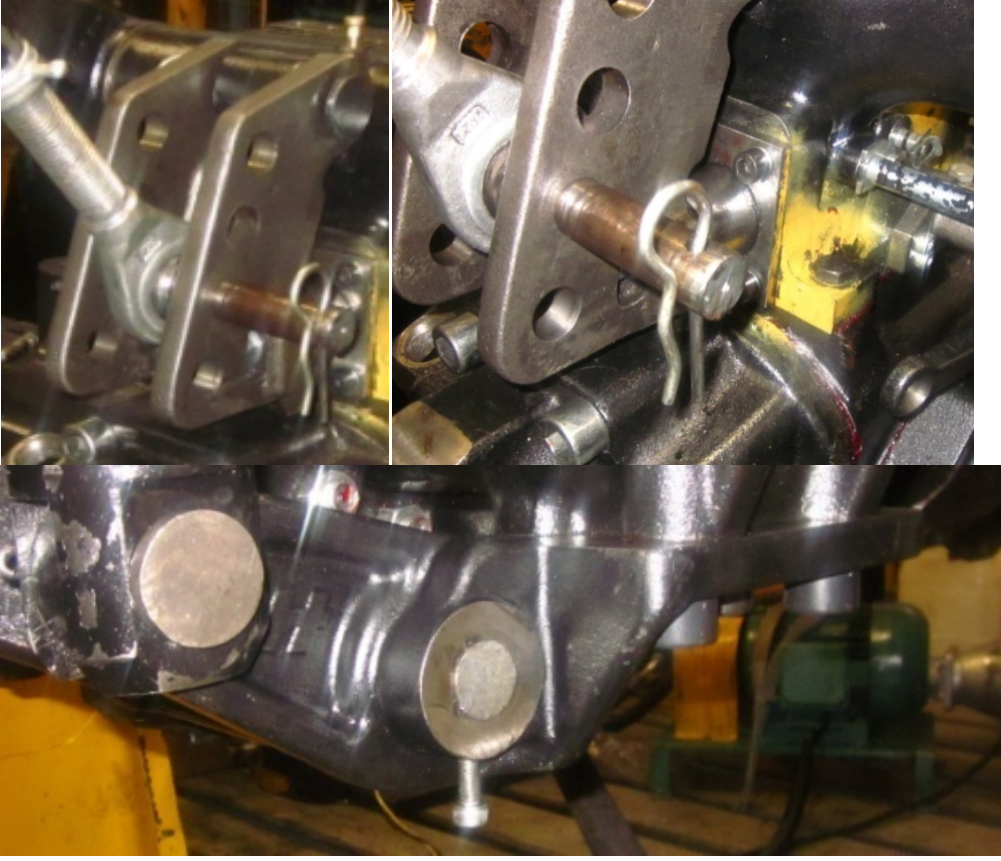
Test sonrası hidrolik kaldırıcı kompleksine Ansys gerilme analizleri uygulanarak gövdedeki kırılmanın oluştuğu bölge belirlenmiş ve bu bölgelere malzeme ilavesi yapılmıştır. Yapılan dolgular gövde ağırlığını yaklaşık olarak 1200 gr arttırmıştır.



Şekil 4.10 Üçüncü test sonucunda revize edilen gövde

Yapılan revizyonlardan sonra yeni bir numune ile dördüncü teste başlanmıştır. Yeni numune 40.000 çevrimi sorunsuz tamamlamış ve aynı revizyonlara ait yeni bir numune ile beşinci teste geçilmiştir.

Beşinci testteki numunede 40.000 çevrimi sorunsuz tamamlamıştır.



Şekil 4.11 Revize edilen bileşenler

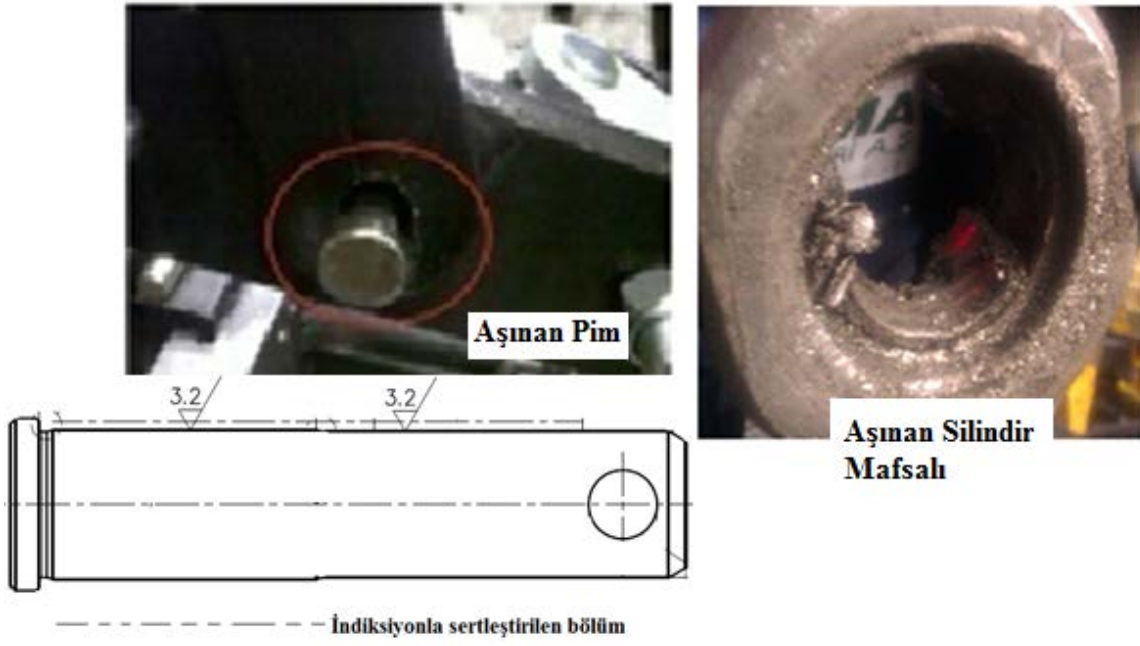
4.2.3. İndir Kaldır Testi

Test 4 adet lifte uygulanmıştır. 1 ve 2'nci hidrolik kaldırıcılarda Reaksiyon mesnet bileşenlerinde silindirlerde ve askı kollarında problemler çıkmıştır. 3. Teste bu problemler giderilerek başlanmıştır. 3. ve 4. Testlerde herhangi bir problemle karşılaşılmadan testler tamamlanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2 İndir kaldır test sonuçları

NUMUNE	SONUÇ
1	<p>27056 çevrimde silindir mafsallarında ve yan askı kol pimlerinde aşınmalar yaşanmıştır. Bileşenlerin temin edildiği yan sanayilere durumlar bildirilerek revizyonlu yeni parçalarla 2. Teste başlanmıştır.</p> <p>Yapılan iyileştirmeler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Silindir mafsallarına gresörlük eklenerek yaşanabilecek aşınmaların azaltılması hedeflenmiştir. 2.Silindir pimine indiksiyon ısı işlemi uygulanarak mukavemet değerleri artırılmıştır.
2	<p>28231 çevrimde silindirlerde yağ kaçaqları gözlenmiş fakat teste devam edilmiştir.36012çevrimde reaksiyon mesnet civatalarında yaşanan kırılmalarla test sonlandırılmıştır.</p> <p>Yapılan iyileştirmeler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Çinko kaplı olarak kullanılan M12 civatarda kaplamadan dolayı gevreklik olduğu tespit edildi ve kaplama fosfat olarak değiştirildi. 2.Civataların serbestlik derecesini arttırmak için yay kılavuzlarının içine ilave işlemler yapılmıştır. <div style="text-align: center;"> </div> <p>3. Silindir keçelerinde ve yataklamalarında kullanılan tipler değiştirilerek yeni silindir numuneleri alınmıştır</p>
3	Numune 40.000 çevrimi sorunsuz tamamlamıştır.
4	Numune 40.000 çevrimi sorunsuz tamamlamıştır.

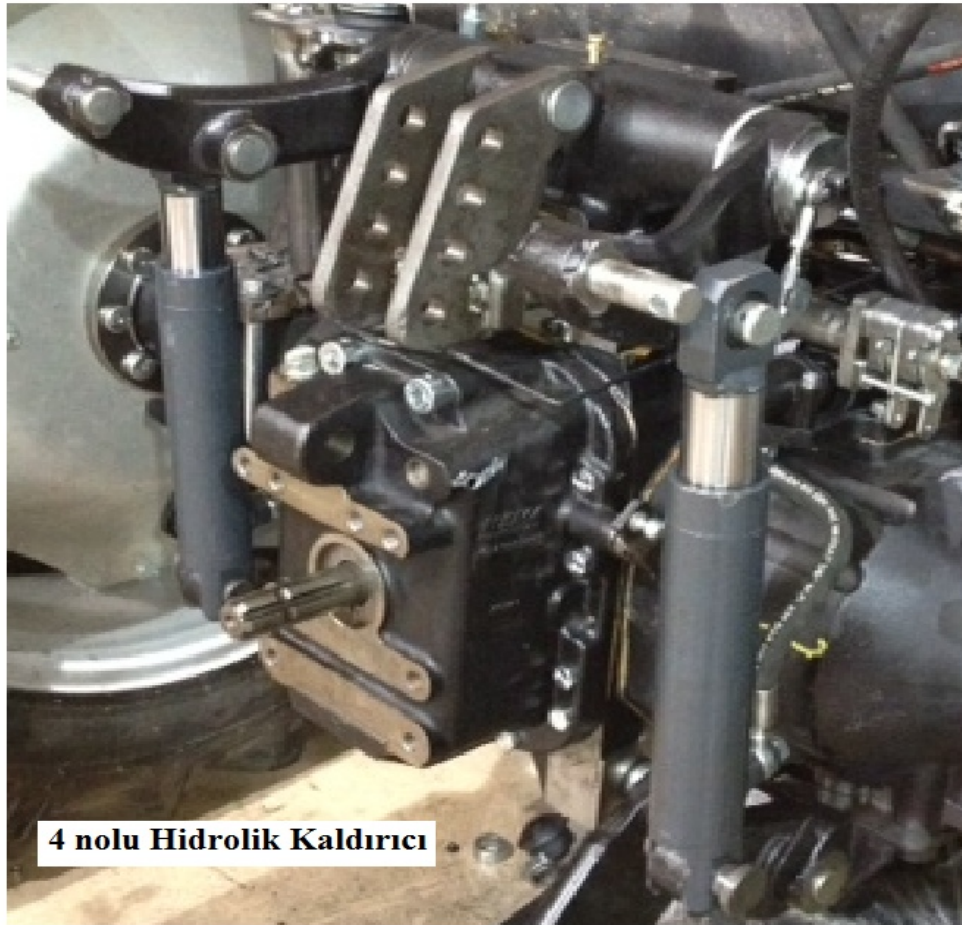
İndir kaldır testine tabi tutulan prototip hidrolik kaldırıncıların 3D modelleri Şekil 3.23’de sunulmuştur. İndir-Kaldır testi uygulanmış hidrolik kaldırıncıların başarılı olan numunelerinin görüntüleri aşağıda Şekil 4.14 ’te verilmiştir.



Şekil 4.12 Birinci test sonucunda problem yaşanan parçalar



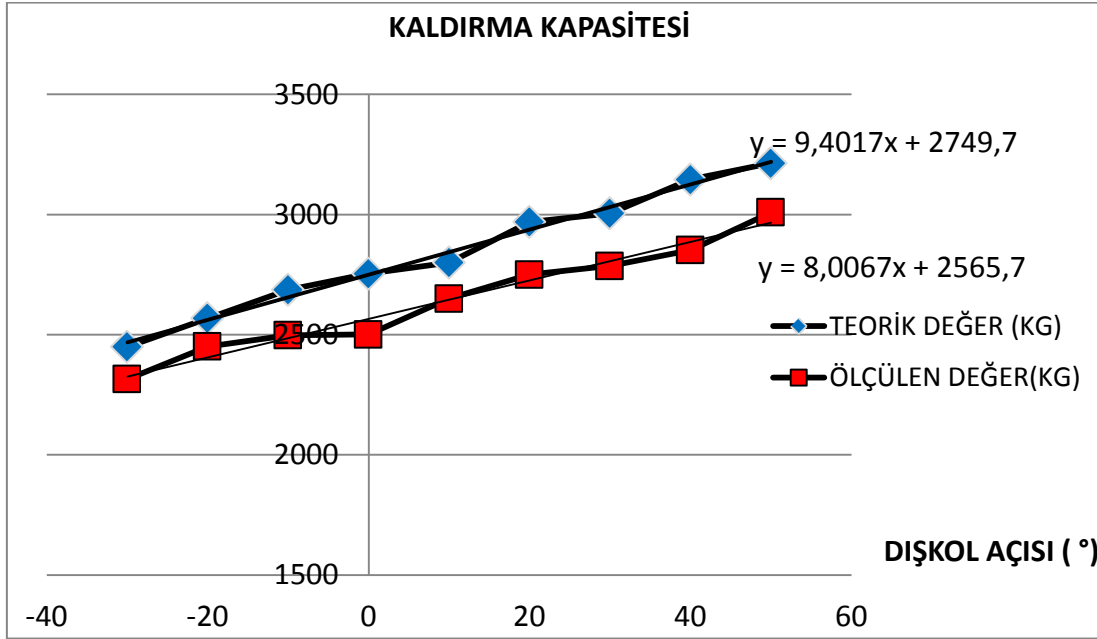
Şekil 4.13 İkinci test sonucunda problem yaşanan parçalar



Şekil 4.14 Problem yaşanmayan 3 ve 4 nolu hidrolik kaldırıcılar

4.2.4. Kaldırma Kapasitesi Testi

Test sonrasında proje başında yapılan hesaplamaların uygulamada da 200-250kg'lık bir değer farkı olduğu görülmüştür (Şekil 4.15). Çizelge 4.4'de ölçüm sonuçları ve teorik değerler sunulmuştur.



Şekil 4.15 Kaldırma Kapasitesi eğrileri

Çizelge 4.3 Kol açlarına göre teorik ve ölçülen kaldırma kapasiteleri

DIŞ KOL AÇISI (°)	TEORİK DEĞER (KG)	ÖLÇÜLEN DEĞER (KG)	FARK (KG)
-30	2450	2315	135
-20	2568	2451	117
-10	2687	2498	189
0	2754	2501	253
10	2800	2650	150
20	2969	2750	219
30	3005	2786	219
40	3146	2852	294
50	3214	3009	205

4.2.5. Saha Testi

İndir kaldır testi sonuçlarına göre revize edilmiş yeni 1 adet hidrolik kaldırıcı Hattat A80B Power Garden traktörüne montajlanarak tarla testlerine başlanmış ve 1000 saat tarla testi yapılmıştır.

Saha testlerinde çalışan traktör üzerindeki silindirlerde kaçaklar görülmüştür. Bunun üzerine silindir testleri test programına eklenmiştir.

Kontrol kadranlarının sıkılıklarında gevşemeler oluşmuştur. Reaksiyon mekanizmalarında kırılmalar yaşanmıştır. Bu problemin çözümü için reaksiyon mesnedinin hareket aralığı kısaltılmış ve mekanizmalar bu stroklara göre yeniden düzenlenmiştir.

Traktör performansı genel olarak kullanıcılar tarafından beğenilmiştir ve ürün Hattat Traktörlerin de seri kullanılan bir ürün halini almıştır.

4.2.6. Silindir Testleri

İlk uygulanan testlerdeki silindirlerde kaynak bölgelerinde açılmalar yaşanmıştır (Şekil 4.11). Bu nedenle silindirler testten geçene kadar yan sanayi ile kaynak ve işleme proseslerinde iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yan sanayi ile geliştirilen 3'üncü silindir numuneleri istenen değerleri sağlayarak testten geçmiştir.



Şekil 4.16 Silindir testi uygulanmış numuneler

Çizelge 4.4 Silindir testleri

Numune	Tamamlanan Çevrim	Açıklama
1	26320	Ø60 silindir. Silindir rodu ve silindir borusunun kaynak noktasından çatlamıştır. Yapılan iyileştirmeler: Silindir rodunun SAE 1040 olan malzemesi SAE 1020 olarak değiştirilmiştir. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.
2	107341	Ø60 yeni numune de silindir rodu ve silindir borusunun kaynak noktasından çatlamıştır. Yapılan iyileştirmeler: Bunun üzerine yeni yapılan numunelerde kaynak hızı azaltılarak denemeler yapılmıştır. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.
3	200.000	Ø60 silindir testi başarıyla tamamlamıştır. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.
4	200.000	Ø60 silindir testi başarıyla tamamlamıştır. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.
5	200.000	Ø50 silindir testi başarıyla tamamlamıştır. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.
6	200.000	Ø50 silindir testi başarıyla tamamlamıştır. Testte herhangi bir dış kaçak görülmemiştir.

4.2.7. Reaksiyon Mesnet Testi

Test sonucunda mesnet ve bileşenlerinde herhangi bir kırılma görülmemiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tasarımı gerçekleştirilerek prototip olarak üretilen 20 adet hidrolik kaldırıcının, kabul standartlarına göre elde edilen test sonuçları irdelenmiştir.

Fonksiyon testlerine alınan prototiplerde proje başında tasarlanan mekanizmaların küçük problemler haricinde sorunsuz çalıştığı görülmüş, en büyük sorun kontrol valfinin basınçta kalması olmuştur. Bu problemde uygulanan akış analizlerinin sonuçlarına göre revize edilerek sistemin sorunsuz çalışması sağlanmıştır.

Bilgisayar programlarında tasarlanan mekanizmalar ile fiiliyatta yaptırılan mekanizmaların hareketleri aynı olmamaktadır. Mekanizmalarda gerçekte oluşan esnemeler ve sıkışmalar tasarım programlarında simule edilememekte bundan dolayı da prototip imalatı ve ürünün çalışması esnasında sorunlar yaşanmaktadır. Mekanizma tasarımlarında yataklama noktalarına daha dikkat edilmelidir ve daha stabil tasarımlar yapılmaya özen gösterilmelidir.

Fonksiyon testlerinde sorun çıkmasa da uygulanan doğrulama ve ömür testlerinde bileşenlerin mukavemetleriyle ilgili problemler yaşanmıştır. Proje başında uygulanan tün mukavemet analizleri yinelenerek kırılmaların ve problemlerin kök nedenleri incelenerek tespit edilmiş ve kırılmalar ve çatlama engelleme önlemleri alınmıştır. Önlemlerin en önemli maddesini malzeme dolguları ve farklı malzeme seçimleri oluşturmuştur.

Müdahale gerektirmediği düşünülen tek problem kaldırma kapasitesiyle ilgili olmuştur. Teorik olarak hesaplanan kaldırma kapasitesiyle gerçekte görülen kaldırma kapasitesi arasında ortalama 250 kg lık bir fark yaşanmıştır. Buda minör bir hata olarak kabul edilmiş müdahale edilmeye gerek duyulmamıştır. Fakat aradaki farkın sebepleri incelenerek sorunun 2 boyutta yapılan teorik hesapların 3 boyutta çalışan askı kol sistemini birebir yansıtmadığı ve sistemde oluşan sürtünme kuvvetlerinin sonucu olduğu tespit edilmiştir.

Tasarlanan hidrolik kaldırıcının test sonuçları göz önüne alındığında tasarlanan prototip hidrolik kaldırıcının seri olarak üretime uygun bir ürün olabileceği tespit edilmiştir. Hidrolik kaldırıcının yapılan revizyonlar ile belirlenen tasarım kriterlerine göre hedeflenen test sonuçlarını karşılaması sağlanmıştır.

Proje başlangıcında yapılan analizlerde sınır şartları ve uyarlanan analizin sistemin çalışma şartlarını en doğru biçimde yansıttığından emin olunmalıdır. Gerilmelerin yüksek çıktığı noktalar detaylı incelenerek gerek malzeme, gerekse şekil ,kalınlık değiştirilmesiyle emniyetli bölgelere getirilmesi gerekmektedir.

Katıları oluşturulan bileşenlerin malzeme seçimi üzerinde daha fazla durulmalı, parçanın çalışması göz önünde bulundurularak en uygun malzeme ve gerekiyorsa ısıl işleme karar verilmelidir. Uygun malzeme seçimi ve doğru yapılmış tasarım nihai ürüne varmak için yapılacak prototip adetini düşürecek ve böylece maliyetler azalacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Acar A.İ., Öztürk R., Güner M., (2011). Tarım Alet ve Makinaları. Anadolu Üniversitesi Açık öğretim Fakültesi Yayın No:1351, 65s, Eskişehir.
- Akçasu S., Aralık 1963. Traktörlerde Hidrolik Kaldırıcılar. Mühendis ve Makina, Sayı 77, 5s, Ankara.
- Al-Jalil H F; Khdaïr A; Mukahal W (2001). Design and performance of an adjustable three-point hitch dynamometer. Soil and Tillage Research, 62, 153–156
- Bentaher H; Hamza E; Kantchev G; Maalej A; et Arnold W (2008). Three-point hitch-mechanism instrumentation for tillage power optimization, Bio systems Engineering, 100 (2008) 24 – 30
- Barker G L; Smith L A; Colwick R F (1981). Three point hitch dynamometer for directional force measurement. ASAE Paper No. 81-1044, p 198, SAE, Warrendale, PA
- Baştaban S., 1994. Toprak İşlemede Farklı İlerleme Hızlarının Pulluk Çeki Kuvvetine ve Yakıt Tüketimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25 (2), 202s- 209s.
- Blackmore, B. S.; Griepentrog, H. W., Nielsen, H., Nørremark, M., Resting-Jeppesen, J., (2004), Development of a Deterministic Autonomous Tractor, CIGR International Conference 11th - 14th Nov., Beijing, China
- Chaplin J; Lueders M; Zhao Y (1987). Three point hitch dynamometer design and calibration. Applied Engineering in Agriculture, 3, 10–13
- Clark R L; Adsit A H (1985). Micro computer based instrumentation system to measure tractor field performance. Transactions of the ASAE, 28, 393–396
- Formato A; Faungo S; Paolillo G (2005). Numerical simulation of soil–plough mould board interaction, Bio systems Engineering, 92, 309–316
- Girma G., (1989). Measurement and prediction of forces on plough bodies—1. Measurement of forces and soil dynamic parameters. In: Land and Water Use (Dodd V A; Grace P M, eds). Balkema, Rotterdam
- Godwin R J; Reynolds A J; O’Dogherty M J; Al-Ghazal A (1993). A triaxial dynamometer for force and moment measurements on tillage implements. Journal of Agricultural Engineering Research, 55, 189–205
- Hammada L., (1998). Mise au point d’une cellule dynamométrique adaptée à l’attelage trois points de tracteurs, Thèse de Doctorat de la Faculté universitaire des sciences agronomiques De Gembloux, unpublished
- ISO 730-1 (1994), “Agricultural wheeled tractors-Rear -mounted three-point linkage”

- Kasisira L L; du Plessis H.L.M., (2006). Energy optimization for subsoilers in tandem in a sandy clayloam soil. *Soiland Tillage Research*, 86, 185–198
- Karanfil F., (2013). “Traktör hidrolik kaldırıcılarında üç nokta askı sisteminin kaldırma kapasitesi hesabı ve alt kolların tasarımının incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ
- Kaya K., Akdemir B., Dalmış İ.S., (2013), Çapa traktörleri için tork ve çeki kuvveti ölçüm düzeneğinin geliştirilmesi, *Journal of Tekirdağ Agriculture Faculty*, Vol. 10, No 1, pp. 11-20
- Keçecioglu G., Gülsoylu E., (2003), Traktör ve tarım makinaları hidroliği, III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir
- Keçecioglu, G., Gülsoylu, E., “Tarım Traktörleri”, Ege Üniversitesi Basım Evi Bornova-Izmir, 323 sayfa, ISBN 975-288-193-9, 2003.
- Keçecioglu G., Gülsoylu E., (2005). Tarım Traktörleri. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:565, 241s, İzmir.
- Lang, T., “Mechatronik für Mobile Arbeitsmaschinen am Beispiel Eines Dreipunkt krafthebers”, For schungsberichte des Instituts für Landmaschinen und Fluit technik, Shaker Verlag GmbH, 2002.
- Michael J. Ryken, Judy M. Vance, (2000). Applying virtual reality technique stothe interactive stress analysis of a tractor lift arm, *Finite Elements in Analysis and Design* 35, 141-155
- O’Dogherty M. J., (1986). A Tri-axial dynamometer for soil trough measurements of forces on soil working components. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34, 141–147
- Palmer A. L., (1992). Development of a three point linkage dynamometer for tillage research. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 52, 157–167
- Ülger P., Güzel E., Eker B., Pınar Y., Kayışoğlu B., Akdemir B., Bayhan Y., Sağlam C., 2002. Tarım Makinaları İlkeleri. N.K.U Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:29, 1-3s, 45-46s, 53-53s, Tekirdağ.
- Reid J T; Carter L M; Clark R L (1985). Draft measurements with three-point hitch dynamometer. *Transaction of the ASAE*, 28,89–93
- Reece A R (1961). A three point linkage dynamometer. *Journal of Agriculture Engineering Research*, 6, 45–50
- Sabancı A., (1997). Tarım Traktörleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Genel YayınNo:46. Adana. Bölüm 6-7, s(113-167).

Saral A.,(1997). Tarım Traktörleri. Ankara Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:1471, 104s,105s, 241s, Ankara.

Thomson N P; Shinnars K J (1989). A portable instrumentation system for measuring draft and speed. Applied Engineering in Agriculture, 5, b133–b137

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Tekirdağ da doğdu. İlk öğrenimini Kurtdere Köyü İlkokulunda orta ve lise öğrenimini Çerkezköy Anadolu Lisesi'nde tamamladı.2006 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu.2010 yılından beri Namık Kemal Üniversitesi'nde yüksek lisans yapmaktadır. 2007 yılında kısa dönem olarak askerlik görevini tamamladı. 2007 yılında dil eğitimi için gittiği Amerika'dan 2008 yılında geri döndü. 2008 yılından beri Hema Endüstri AŞ'de Hidrolik Kaldırıcılar bölümünde tasarım mühendisi olarak görev yapmaktadır.