T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRAKTÖR HİDROLİK KALDIRICILARINDA ÜÇ NOKTA ASKI SİSTEMİNİN KALDIRMA KAPASİTESİ HESABI ve ALT KOLLARIN TASARIMININ İNCELENMESİ

Makina Müh. Fatih KARANFİL

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK

TEKİRDAĞ-2013
Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK danışmanlığında, Fatih KARANFİL tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. “ Traktör Hidrolik Kaldırıcılarında Üç Nokta Askı Sistemi Kaldırma Kapasitesi Hesabı ve Alt Kolların Tasarımının İncelenmesi” ismi ile Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat TAŞKIN *İmza* :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK *İmza* :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ *İmza* :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRAKTÖR HİDROLİK KALDIRICILARINDA
ÜÇ NOKTA ASKI SİSTEMİNİN KALDIRMA KAPASİTESİ HESABI
VE ALT KOLLARIN TASARIMININ İNCELENMESİ

Makine Müh. Fatih KARANFİL

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Nurşen ÖNTÜRK

Traktörlerin genellikle arka kısmında olan hidrolik kaldırıcılar, diferansiyel üzerine monte edilmiş bir gövde, iki adet kaldırma kolu, ana mil, krank kolu, piston kolu, silindir, piston ve kontrol valfinden meydana gelen bir kaldırma sistemidir. Hidrolik kaldırıcının kollarından alınan kuvvet, üç nokta askı sistemi yardımı ile tarım alet ve ekipmanlarına iletilir.

Üç nokta askı sistemi, tarım alet ve ekipmanlarının bağlanıp sökülmesini sağlaması yanında, kullanılan ekipmanların toprağı işlemesinde de büyük öneme sahiptir. Bu basit sistem sayesinde toprak uygun bir şekilde sürülür, uygun bir şekilde ekilir ve uygun bir şekilde toprakta yetiştirilen bitki biçilir. Bu işlemler yapılırken üç nokta askı sistemi elemanlarına, alet ve ekipmanların ağırlığı ve çeki kuvveti etki etmektedir.

Bu tezde 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.

Anahtar Kelimeler: Traktör, Hidrolik Kaldırıcı, Üç Nokta Askı Düzeni, Kaldırma Kapasitesi.

2013, 66 Sayfa

ABSTRACT

Master of Science Study Seminar

TRACTORS HYDRAULIC LIFTING SYSTEM LIFTING CAPACITY OF THREE-POINT HITCH CALCULATION STUDY DESIGN AND LOWER ARM

Mechanical Engineer Fatih KARANFİL

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineer

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK

Tractors usually at the back of hydraulic lifts, the differential is mounted on a body, two arms, the main shaft of the crank arm, connecting rod, cylinder, the piston and the control valve in the lifting system. The hydraulic lifter arms force, with the help of the three-point linkage system of agricultural tools and equipment are transmitted.

Three-point linkage system, providing agricultural tools and equipment, connect to the removal as well as equipment used is of great importance in the functioning of the land. With this simple system is applied to a suitable ground, in accordance with the harvested plants are planted and grown in soil in accordance with. During these transactions, the three-point linkage system elements, tools and equipment weight and influence the draft force.

In this thesis, three-point hitch lift capacity and lower lift arm design of the system are examined. Lower lift arm, computer-aided design (CAD) programs modeled. Lower lift arm, lift force, and taking into account the draft force the computer-aided analysis (CAA) programs have been analyzed.

Keywords : Tractor, Hydraulic Lift, Three-Point Hitch System, Lifting Capacity.

2013 , 66 Pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Hazırlanan bu yüksek lisans tezinde, traktör hidrolik kaldırıcılarında üç nokta askı sisteminin kaldırma kapasitesi hesabı ve alt kolların tasarımı incelenmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır.

Çalışmam esnasında tecrübe ve bilgisiyle katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Bülent EKER' e, hiçbir zaman bilgilerini esirgemeyen, her konuda destek olan değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Sayın Sencer Süreyya KARABEYOĞLU' na ve Araş. Gör. Sayın Olcay EKŞİ' ye teşekkür ederim.

Bunun yanında çalışmam boyunca bana, bilgi birikimi, tecrübesi ve her konuya titiz yaklaşımıyla büyük yardımı olan, değerli zamanını ayıran tez danışmanım değerli hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK' e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatıma girdikten sonra her konuda bana destek olan, farklı bakış açısıyla düşünmemi sağlayan, değerli eşim Şirin Şule KARANFİL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Makina Mühendisi Fatih KARANFİL

İÇİNDEKİLER **SAYFA NO**

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ v
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
RESİMLER DİZİNİ viii
SİMGELER ix
1. GİRİŞ **1**
1.1. Hidrolik Kaldırıcılar 3
1.2. Üç Nokta Askı Düzeni ve İlgili Tanımlar 6
2. KAYNAK ÖZETLERİ **18**
3. MATERYAL ve YÖNTEM **20**
3.1. Materyal 20
3.2. Yöntem 22
3.2.1. Üç nokta askı düzeninin kaldırma kapasitesi hesabı 23
3.2.2. Alt kaldırma kolunun tasarımının incelenmesi 33
3.2.3. Solidworks programı ile alt kaldırma kolunun katı modelinin oluşturulması 36
3.2.4. Solidworks programı ile alt kaldırma kolu parçalarının montajı 43
3.2.5. Solidworks programı ile alt kaldırma kolunun analizi 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA **50**
4.1. Kaldırma Kapasitesi Hesabı 50
4.2. Alt kaldırma kolunun solidworks simulation ile analizinde elde edilen veriler 51
5. SONUÇ **56**
6. KAYNAKLAR **57**
7. EKLER **59**
EK 1 60
EK 2 61
EK 3 62
EK 4 63
EK 5 64
EK 6 65
ÖZGEÇMİŞ 66

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA NO**

Şekil 1.1. Bir traktörün önemli yapı elemanları 2
Şekil 1.2. Elemanları dağınık biçimde yerleştirilmiş hidrolik kaldırma sistemi 3
Şekil 1.3. Normal hidrolik kaldırma sistemi 4
Şekil 1.4. Yerli yapım traktörde kullanılan hidrolik kaldırıcı 5
Şekil 1.5. Traktörde ideal çeki noktası 7
Şekil 1.6. Entegre ve ayrılmış yapıya sahip kaldırma mekanizmalarının yapısı 8
Şekil 1.7. Üç nokta askı düzeninin parçaları ve ölçüleri 9
Şekil 1.8. Askı noktalarıyla ilgili boyutlar 13
Şekil 1.9. Düşey çizgi ile ekipman bağlantı çatısı arasındaki en küçük fark 15
Şekil 1.10. Traktör-alet ikilisine etki eden kuvvetler 16
Şekil 3.1. Erkunt Bereket 60 model traktörün boyutlarının gösterimi 21
Şekil 3.2. Erkunt Bereket 60 traktörün üç nokta askı sistemi katı model görünüşü 22
Şekil 3.3. Alt kolun farklı konumlarında kaldırma kapasitesi 23
Şekil 3.4. Krank- biyelli silindir piston mekanizmasının statik yapısı 24
Şekil 3.5. Yatay konumda üç nokta askı düzeni 25
Şekil 3.6. Üst kolun yandan görünüşü 26
Şekil 3.7. Alt kolun yandan görünüşü 27
Şekil 3.8. Alt konumda üç nokta askı düzeni 29
Şekil 3.9. Yatay konumda üç nokta askı düzeni 31
Şekil 3.10. Üst konumda üç nokta askı düzeni 32
Şekil 3.11. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı model oluşturulması 36
Şekil 3.12. Oluşturulan katı modele düzlem atanması 37
Şekil 3.13. Oluşturulan katı modele ektrüzyon komutu ile katı model eklenmesi 37
Şekil 3.14. Oluşturulan katı modele ekstrüzyon komutu ile delik açılması 38
Şekil 3.15. Oluşturulan katı modelin ekstrüzyon komutu ile kesilmesi 38
Şekil 3.16. Alt kolun uç kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü 39
Şekil 3.17. Alt kolun uç kısmının solidworks katı modeli üstten görünüşü 39
Şekil 3.18. Alt kolun traktör bağlantı kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü 40
Şekil 3.19. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli üst görünüşü 40
Şekil 3.20. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı model oluşturulması 41
Şekil 3.21. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı modele delik açılması 41
Şekil 3.22. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü 42

Şekil 3.23. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli üst görünüşü 42
Şekil 3.24. Alt kaldırma kolu parçalarının montaj sayfasına aktarılması 43
Şekil 3.25. Alt kol uç kısmı ile orta kısmının montaj ilişkisi 43
Şekil 3.26. Alt kol traktör bağlantı kısmı ile orta kısmının montaj ilişkisi 44
Şekil 3.27. Alt kol parçalarının kaynak bağlantısı montaj ilişkisi 44
Şekil 3.28. Alt kaldırma kolunun solidworks ile oluşturulan montaj modeli 45
Şekil 3.29. Alt kaldırma kolunun solidwork ile oluşturulan montaj modeli üst görünüş 45
Şekil 3.30. Alt kaldırma kolu montajı parçalarının malzemesinin seçilmesi 46
Şekil 3.31. Alt kaldırma kolu bağlantı yerleri 46
Şekil 3.32. Kaldırma kuvvetinin uygulanması 47
Şekil 3.33. Kolun Mesh edilmesi 48
Şekil 3.34. Çeki kuvvetinin alt kola yüklenmesi 48
Şekil 3.35. Alt kola kaldırma kuvveti ve çeki kuvvetinin etki ettirilmesi 49
Şekil 4.1. Alt kolların farklı konumlarında kaldırma kapasitesi 50
Şekil 4.2. Alt kaldırma kolu statik düğüm stresi grafiği (kaldırma kuvveti yüklendiğinde) 51
Şekil 4.3. Alt kaldırma kolu gerilme grafiği (kaldırma kuvveti yüklendiğinde) 52
Şekil 4.4. Alt kaldırma kolu yer değiştirme grafiği (kaldırma kuvveti yüklendiğinde) 52
Şekil 4.5. Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü grafiği (kaldırma kuvveti yüklendiğinde) 53
Şekil 4.6. Alt kaldırma kolu statik düğüm stresi grafiği (çeki kuvveti yüklendiğinde) 53
Şekil 4.7. Alt kaldırma kolu gerilme grafiği (çeki kuvveti yüklendiğinde) 54
Şekil 4.8. Alt kaldırma kolu yer değiştirme grafiği (çeki kuvveti yüklendiğinde) 54
Şekil 4.9. Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü grafiği (çeki kuvveti yüklendiğinde) 55

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA NO**

Çizelge 3.1. Erkunt Bereket 60/e (2 tekerlek muharrik) model traktöre ait bazı teknik Özellikler 20
Çizelge 3.2. Erkunt Bereket 60 model traktörün parça uzunlukları 21
Çizelge 3.3. Erkunt Bereket 60 model traktörün kaldırma hidroliği özellikleri 21
Çizelge 3.4. Üç nokta düzeni parçalarının yapımında kullanılan malzemeler 22
Çizelge 3.5. Lastik tekerlekli traktörlerde tahmini tutunma katsayısı ve yuvarlanma katsayısı değerleri 35
Çizelge 3.6. Traktör tiplerinde ön ve arka aks ağırlıkları dağılımı 35

RESİMLER DİZİNİ **SAYFA NO**

Resim 1.1. Hidrolik kaldırıcı sistemi şematik olarak gösterimi 5
Resim 1.2. Üç nokta bağlantı düzeni 6

SİMGELER

B	Ön ve arka tekerlere gelen toplam ağırlık	kg
B_{da}	Arka tekerleklere gelen ağırlık	kg
BSD	Brinel sertlik değeri	
BG	Beygir gücü	
d	Piston çapı	m
D	Ön tekere gelen ağırlık	kg
f	Yuvarlanma direnç katsayısı	Birimsiz
$F_ç$	Çeki kuvveti	N
F_k	Kaldırma kuvveti	N
F_p	Piston kuvveti	N
F_1	Piston kuvvetinin biyel kolu üzerindeki kuvveti	N
F_1'	Biyel kolu kuvveti bileşeni	N
F_2	Ayarlı kol kuvveti	N
F_3	Biyel kolu kuvveti bileşeni	N
Hp	Horse Power (Beygir Gücü)	
k	Çalışılan zeminde tutunma katsayısı	Birimsiz
kgf	Kilogram kuvvet	
M_A	Kaldırma miline göre monent	N.mm
N	Newton (Kuvvet)	
P	Sistem basıncı	Pa
$R_ö$	Ön tekerlerin yuvarlanma (hareket) direnci	daN
T	Tutunma kuvveti	daN

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde işgücüne bağımlılığın azaltılması zorunluluğu, tarihsel süreçte tarımsal mekanizasyonun tarımsal üretim içerisindeki yerinin önem kazanmasına neden olmuştur **.**

Tarımda mücadele, zamana ve doğaya karşı yönetilmek zorundadır. Tarımda mekanizasyon ile sağlanan hızlılık, özellikle zaman yönünden sınırlanmış bulunan işlerin, zamanında bitirilmesini mümkün kılar. Zira, mevsimlere ve mevsim içerisindeki doğal değişimlere uygun olarak yapılmak zorunda olan tarım işlerinde bazen birkaç saatlik gecikme büyük maddi zararlar doğurabilir.

Sanayide ileri gitmiş ülkeler, tarımda mekanizasyonu da en üst düzeye çıkarmış bulunmaktadırlar. Gelişen teknolojiye ayak uydurmak zorunda olan ülkemizde de ilkel tarım araçları hızla terk edilmekte ve tarım makinaları kullanımı hızla artmaktadır. Bu gelişmenin doğal sonucu olarak, gerek tarım makinaları gerekse traktör imalatı ülkemizde de önemli üretim sayılarına erişmiştir.

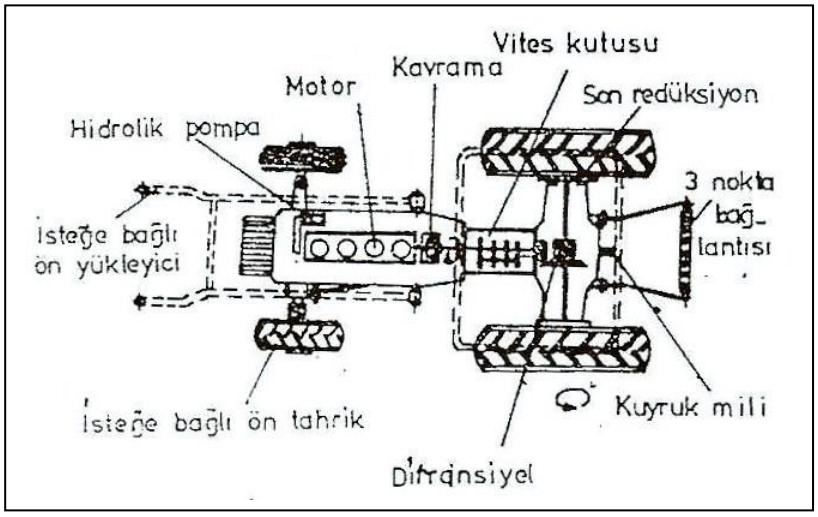
Başlangıçta, büyük çeki kuvveti ve gereksinim duyduğu için sadece toprak işleme makinalarının çekilmesi amacıyla geliştirilen traktör, günümüzde bir tarım işletmesinde bulunan makinaların çoğunun çalıştırılmasında kullanılmaktadır. Bu yetenekleri ile, tarım işletmelerinin makine parkı içinde anahtar makine durumunda bulunmaktadır (Erdoğan 2005).

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 (Baştaban 1994).

Tarımda kullanılan aletlerin çeki kuvvetinin ve çeki gücünün bilinmesi aletin tasarımında ve kullanılmasında oldukça önemlidir. Büyük işletmelerde traktör seçiminde çeki gücü bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Bir tarım traktörünün, toprak özelliklerine (kesme, gerilme vb) dayalı, tarla çeki veriminin tahmini, araştırıcılar tarafından ilgi gören bir yöntemdir. Bu ilgi, traktör boyutları ve gücünün geçen on yılı aşkın süredir sürekli olarak artışı ile büyümektedir. Analitik, yarı deneysel, deneysel vb. bir kaç yöntem ya da yaklaşım, toprak özellikleri ve çeki verimi ilişkilerinin belirlenmesi için önerilmektedir (Sümer 2005).

Traktörlerin temel yapısı, yani traktör elemanlarının düzenlenmesi ve çalışma ilkeleri, traktörün çalışma koşullarına ve yararlanma amacına dayandırılır. Bir traktörün genel yapı elemanları Şekil 1.1' de gösterilmiştir.

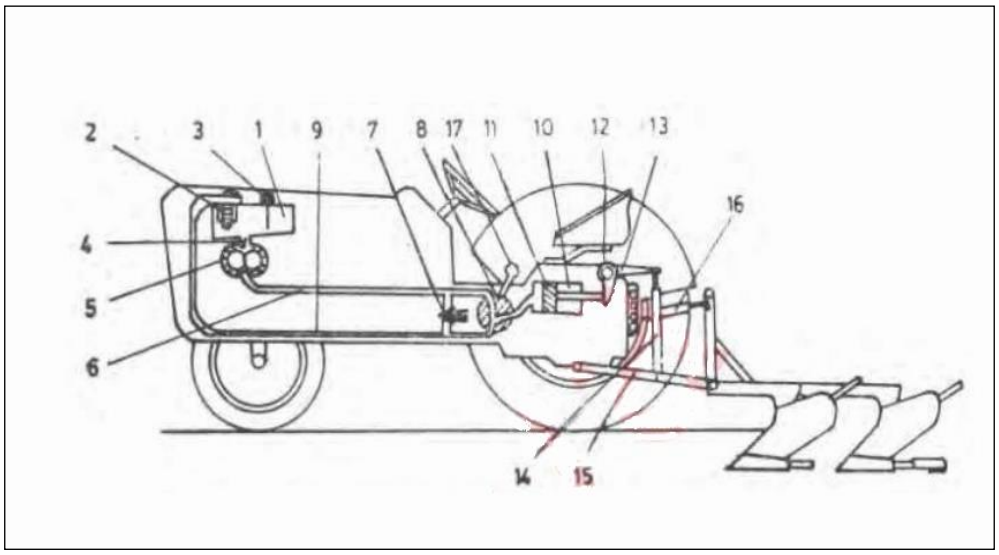


Şekil 1.1. Bir traktörün önemli yapı elemanları

Traktörler arka kısımlarında bulunan hidrolik kaldırıcı ve üç nokta askı sistemi sayesinde, tarım makinalarının traktöre bağlanmasını ve traktörden elde edilen gücün toprağa aktarılmasını sağlamaktadır (Ülger ve ark. 2002).

1.1. Hidrolik Kaldırıcılar

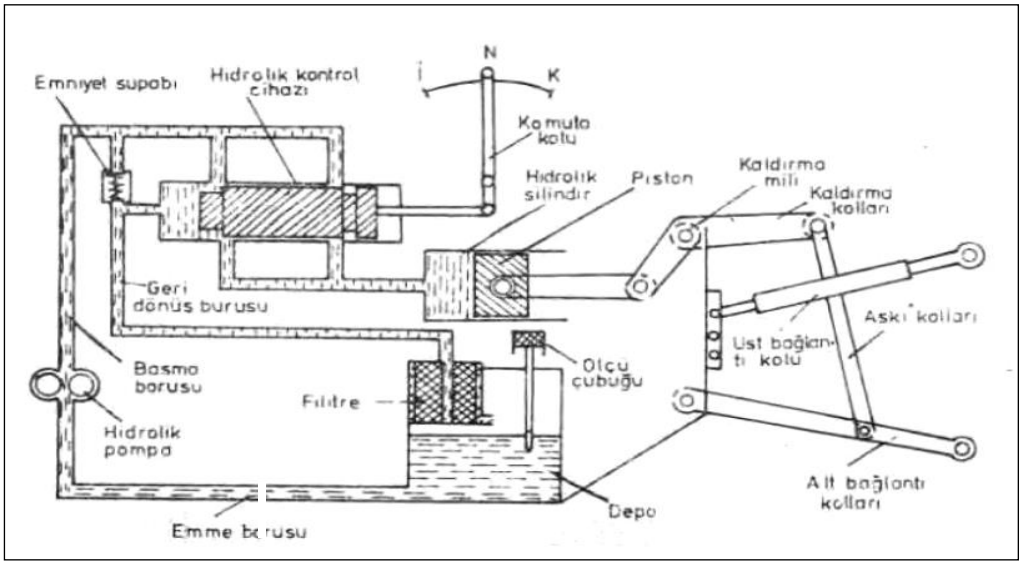
Hidrolik kaldırma sisteminde temel prensip; bir pompa tarafından hareketlendirilen sıvının, kaldırma silindirine dolarak kaldırma işlemini yapmasına dayanmaktadır. Bu görevin yapılabilmesi için; sistemin elemanları, Şekil 1.2' de olduğu gibi traktörün değişik yerlerine dağınık biçimde bağlı veya Şekil 1.3' te olduğu gibi bir arada bulunabilirler. Yapıda yer alan başlıca elemanlar; yağ deposu, emme borusu, hidrolik pompa, basma borusu, yüksek basınç emniyet sübabı, hidrolik kontrol cihazı, geri dönüş vanası, hidrolik silindir (kaldırma silindiri) ve pistondur.



Şekil 1.2. Elemanları dağınık biçimde yerleştirilmiş hidrolik kaldırma sistemi

1. Depo,
2. Hidrolik yağ filtresi,
3. Havalandırma kapağı ve Ölçü çubuğu,
4. Emme borusu,
5. Hidrolik pompa,
6. Basma borusu,
7. Yüksek basınç emniyet supabı,
8. Hidrolik kontrol cihazı,
9. Geri dönüş borusu,
10. Hidrolik silindir,
11. Hidrolik pistonu,
12. Kaldırma mili,
13. Kaldırma kolları,
14. Askı kolları,
15. Alt bağlantı kolları,
16. Üst bağlantı kolu,
17. Hidrolik komuta kolu.

Hidrolik sisteme bağlı iş makinasının, kaldırılması, indirilmesi ve istenen düzeyde tutulmasını, sürücünün kontrolü altında sağlayan normal hidrolik kaldırma sisteminin yapısı Şekil 1.3' te görülmektedir.



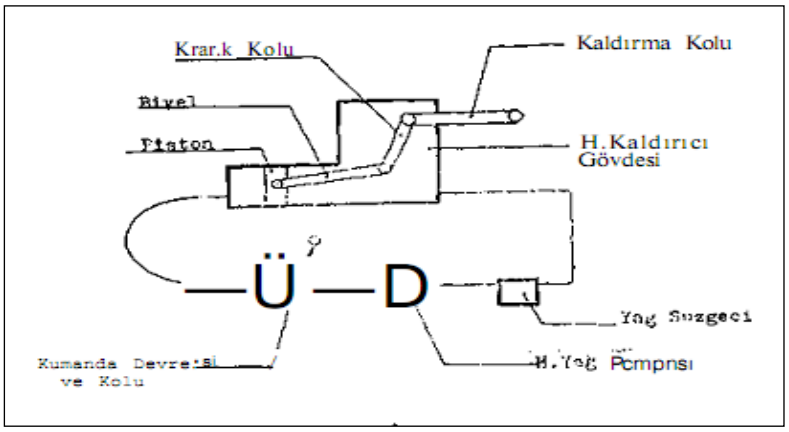
Şekil 1.3. Normal hidrolik kaldırma sistemi

Sistemin kaldırma işini yapabilmesi için pompa depodan emdiği yağı hidrolik komuta cihazı üzerinden hidrolik silindire basmaktadır. Kaldırma sisteminin durdurulması, pompanın bastığı yağın depoya geri dönmesi ve silindir içindeki yağın hapsedilmesiyle sağlanmaktadır. İndirme durumunda hem pompadan gelen yağ, hem de hidrolik silindirdeki yağ depoya geri döner.

Normal hidrolik sistemde, kaldırma işlemi yeterli düzeye ulaşınca, hidrolik komuta cihazı nötr duruma getirilmelidir. Aksi durumda kaldırma kollarının yukarı kalkması devam eder. Hidrolik silindir sona vardığı halde, kaldırma işlemine devam edilirse, sistemin basıncı hızla yükselir. Pompanın özelliğine de bağlı olan bu yüksek basıncın, sistemdeki elemanlara zarar vermemesi için, genellikle hidrolik komuta cihazından önce, bir yüksek basınç emniyet supabı bulunmaktadır (Saral 1997).

Hidrolik kaldırıcılar, traktörün arka kısmında, diferansiyel üzerine monte edilmiş bir gövde, Şekil 1.4' te görüldüğü gibi bir pompa, kumanda gövdesi, iki adet kaldırma kolu, ana

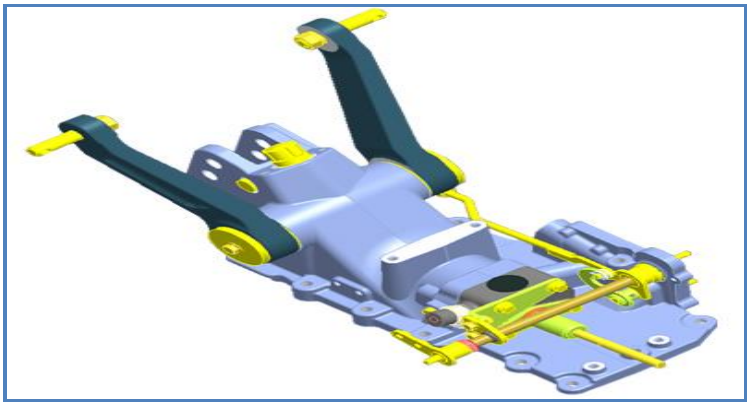
mil, krank kolu, piston kolu, silindir, piston ve kontrol valfinden meydana gelen bir kaldırma sistemidir. Ekipman üç nokta askı sistemi yardımıyla hidrolik kaldırıcının kollarına bağlanır ve kumanda kolları vasıtasıyla istenen pozisyona kalkması veya inmesi sağlanır (Anonim 2011).



Şekil 1.4. Hidrolik kaldırıcı sistemi şematik olarak gösterimi

Hidrolik pompasının yağ basıncı sabit kaldığı halde kaldırma kolundaki moment krank biyel mekanizmasının ölçülerine bağlı olarak değişmektedir. Krank dairesine teğet olan teğetsel kuvvet ile, pistona tesir eden F kuvveti arasında bir bağıntı kurulabilir ve bu bağıntıya krank-biyel mekanizma faktörü kısaca mekanizma faktörü denir (Akçasu 1963).

Resim 1.1' de yerli yapım traktörlerde kullanılan hidrolik kaldırıcının modellenmiş hali gösterilmiştir.



Resim 1.1. Yerli yapım traktörde kullanılan hidrolik kaldırıcı (Anonim 2011)

1.2. Üç Nokta Askı Düzeni ve İlgili Tanımlar

Tekerlekli tarım traktörlerindeki hidrolik kumandalı üç nokta askı düzeni, her bir tarım aletine ve traktöre mafsallı olarak bağlanan ayarlanabilir bir üst ve iki alt koldan meydana gelen asılı tarım aletlerinin taşınarak kullanılmasını temin eden bir düzendir (Anonim 1986).

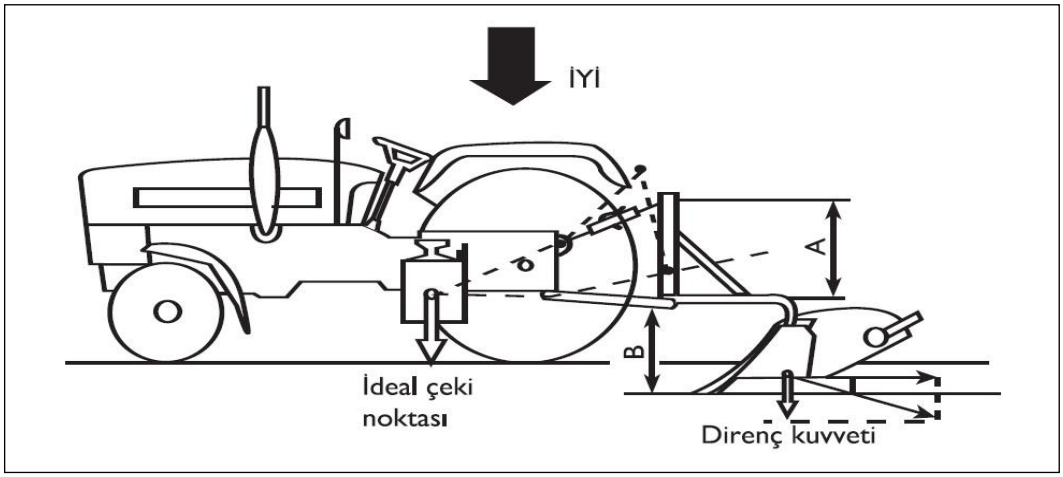
Traktörlere, alet ve ekipmanların serbestçe takılıp sökülmesini sağlamak için standart hale getirilmiştir. Üç nokta bağlantı düzenine ilişkin yapı, Resim 1.2' de gösterilmiştir.

Resim 1.2. Üç nokta bağlantı düzeni

Üç nokta askı düzeni en stabil geometrik şekil olan üçgen oluşturma esasına dayanır. Bu sistemde iki alt bağlantı ve bir üst bağlantı noktası bulunmaktadır. Üç nokta bağlantı düzeninin kaldırma kuvveti ve bu kuvvetin tatbik noktasının uzaklığı çok önemlidir (Acar ve ark. 2011).

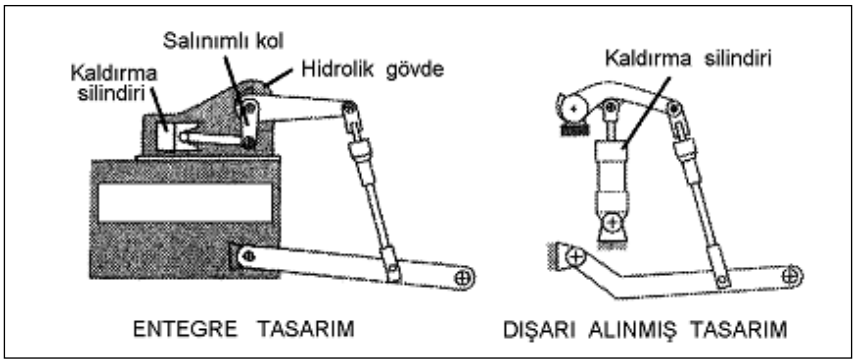
Üç nokta bağlantı düzeninde kuvvetler traktörün ideal çeki noktasında etkirler. Bu nokta alt ve üst bağlantı kollarının kesiştiği nokta olarak tanımlanır. İdeal çeki noktası arka tekerleklere ne kadar yakınsa (üst kol ne kadar dik ise ya da pulluk bağlama yüksekliği ne

kadar büyükse) arka tekerleklerin yüklenmesi o kadar büyüktür. İdeal çeki noktası Şekil 1.6' da görülmektedir (Ülger ve ark. 2002).



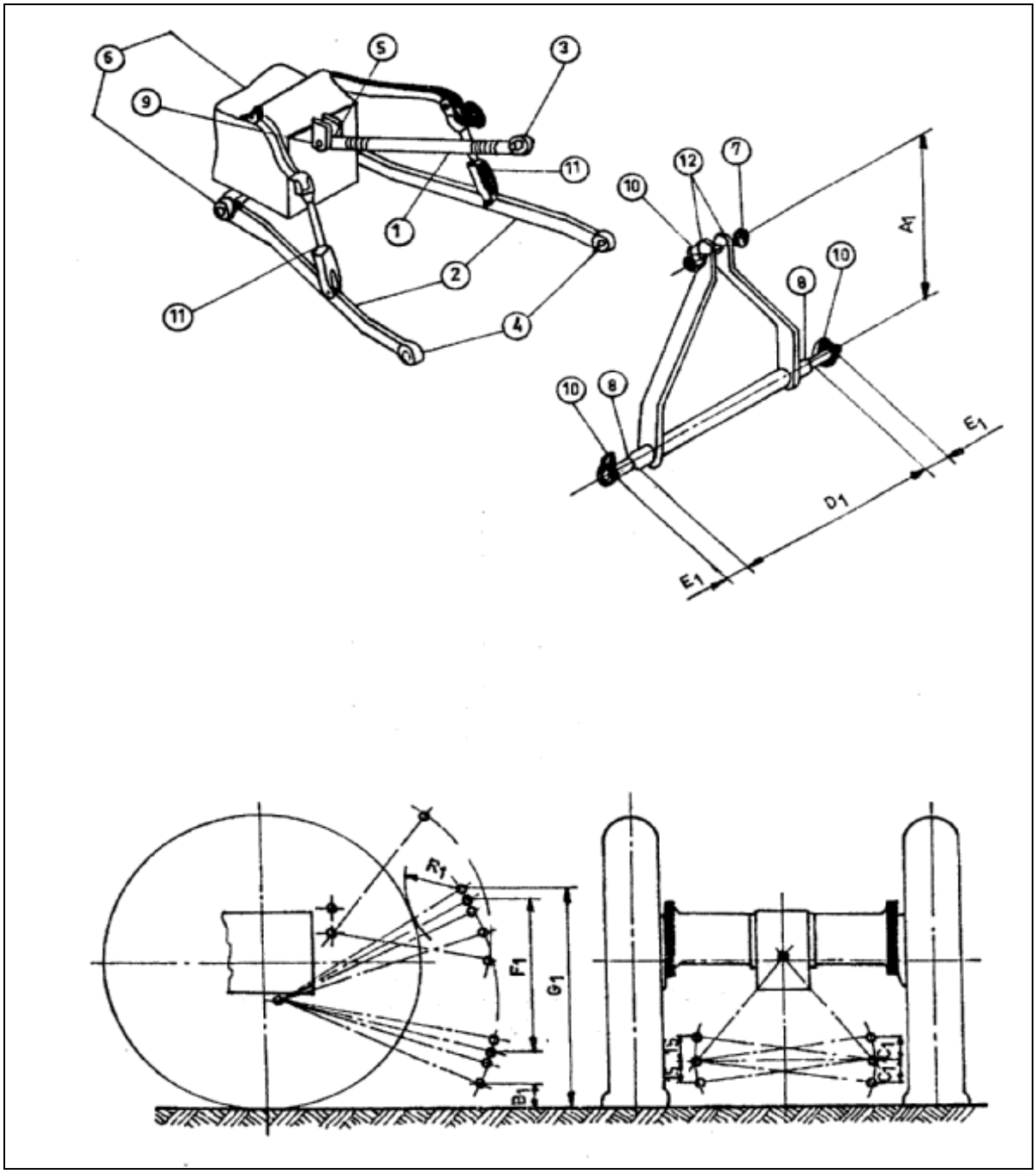
Şekil 1.5. Traktörde ideal çeki noktası.

Üç nokta askı sistemi için farklı tasarımlar yapılmıştır. Şekil 1.7' de alışılagelmiş dizayn dışında bir varyant görülmektedir. Burada kaldırma silindiri mekanizmanın dışına alınmıştır.



Şekil 1.6. Entegre ve ayrılmış yapıya sahip kaldırma mekanizmalarının yapısı

Traktör arkasında yer alan üç nokta kaldırma mekanizması için geçerli olan DIN 9674, daha sonra 1997 yılında yayınlanan DIN ISO 730-1 ile değiştirilmiştir. Türkiye'de TS 660 geçerlidir (Keçecioğlu ve Gülsoylu 2003).



Şekil 1.7. Üç nokta askı düzeninin parçaları ve ölçüleri (Anonim 1986)

Şekil 1.7' deki üç nokta askı düzeni ile ilgili numaraların açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Bağlantı çatı yüksekliği (A_1), üst askı noktası ile alt askı noktalarını birleştiren doğru arasındaki düşey mesafedir (Şekil 1.7).

Alt askı noktaları yüksekliği (B_1), alt bağlantı kolları en aşağı konumda iken alt askı noktalarını birleştiren yatay doğrunun yerden olan düşey mesafesidir (Şekil 1.7).

Düşey ayar yüksekliği (C_1), tarım aletine bir eğim sağlamak üzere alt askı noktalarından birinin diğerinden daha aşağıya veya yukarıya getirilmesi sonucu iki nokta arasında oluşan düşey yükseklikliktir (Şekil 1.7)

Alt askı noktaları aralığı (D_1), kürevi mafsalların alt askı muylularına dayandığı noktalar arasındaki mesafedir (Şekil 1.7).

Emniyet pim delik mesafesi (E_1), alt askı muyluları üzerinde bulunan pim delik merkezlerinin muylu dayanma yüzeyine olan mesafesidir (Şekil 1.7).

Kaldırma aralığı (F_1), traktör üzerindeki kaldırma düzeni ile alt askı kollarına hareket verildiğinde ayarlar dışında kaldırılabilen en yüksek konum ile en alt konum arasındaki düşey mesafedir (Şekil 1.7).

Taşıma yüksekliği (G_1), askı kollarının boyları en uzun ayar konumunda iken, alt askı noktası en üst konuma getirildiğinde alt askı noktasının yerden olan yüksekliğidir
(Şekil 1.7).

Alt askı nokta mesafesi (R_1), bağlantı kolları taşıma konumunda iken, traktörün en dıştaki (lastik çamurluk vb.) noktasının kendine en yakın askı noktasına olan mesafesidir
(Şekil 1.7)

Tarım aleti traktör aralığı, alt askı noktalarından geçen düşey düzlem ile traktörün en gerisinde kalan nokta arasındaki değişken mesafedir. Bu mesafe, askı kolları yatay durumda iken en çok, en yukarda iken en azdır.

Tarım aleti bağlantı, ayarı, tarım aleti traktöre bağlanırken bağlantı kollarında yapılan ayardır.

Askı noktaları (3 ve 4), üç nokta askı düzeninde bağlantı kollarının tarım aletine takıldığı uçlardaki kürevi mafsalların merkezidir (Şekil 1.7).

Üst askı noktası (3), üst bağlantı kolunun tarım aletine bağlandığı askı noktasıdır (Şekil 1.7).

Alt askı noktaları (4), alt bağlantı kollarının tarım aletine ballandığı askı noktalarıdır (Şekil 1.7).

Bağlantı noktaları (5 ve 6), üç nokta askı düzeninde bağlantı kollarının traktöre takıldığı uçlardaki kürevi mafsalların merkezleridir (Şekil 1.7).

Üst bağlantı noktası (5), üst bağlantı kolunun traktör tarafındaki bağlantı noktasıdır (Şekil 1.7).

Alt bağlantı noktaları (6), alt bağlantı kollarının traktör tarafındaki bağlantı noktalarıdır (Şekil 1.7).

Üst ve alt bağlantı kolları (1 ve 2), iki uçlarından traktör ve tarım aletine kürevi mafsallar ile bağlanan kollardır (Şekil 1.7).

Üst askı pimi (7), üst bağlantı kolu kürevi mafsalını tarım aletine bağlayan sökülüp takılabilir bir parçadır (Şekil 1.7).

Alt askı muyluları (8), alt bağlantı kolları kürevi mafsallarının tarım aletlerindeki bağlantı parçalarıdır (Şekil 1.7).

Üst bağlantı pimi (9), üst bağlantı kolu kürevi mafsalını traktöre bağlayan parçadır (Şekil 1.7).

Yaylı emniyet pimleri (10), tarım aletini alt askı muylusu alt askı noktasına takıldığında bağlantı kolu ucunun tarım aletinden ayrılmasını önleyen ve üst askı piminin yerinden çıkmamasını temin eden emniyet parçalarıdır (Şekil 1.7).

Askı kolları (11), tarım aletini kaldırmak veya indirmek için hidrolik düzenden alınan hareketi alt bağlantı kollarına ileten en az birinin boyu ayarlanabilir iki koldur (Şekil 1.7).

Bağlantı çatısı (12), tarım aletinde üst bağlantı kolunun takıldığı parçadır (Şekil 1.7).

Üç nokta askı düzeni bağlantı ayarları aşağıda verilmiştir:

Bağlantı kolları üç nokta askı düzeninde düşey düzlemler içinde hareket etmelidir.

Yaylı emniyet pimleri, üst ve alt askı kollarını tarım aletine bağlamak için kullanılan yaylı emniyet pimleridir. Bunlar yerinden çıkmasını önleyecek yapıda olmalı ve bir zincirle tarım aletine irtibatlandırılmalıdır.

Alt askı noktası ayarı, alt bağlantı kollarında askı noktası yerden 200 mm yüksekte iken, kaldırma kollarının biri veya her ikisi üzerindeki uygun ayar düzenleri yardımı ile, alt askı noktaları birbirinden bağımsız ve kademesiz olarak en az 100 mm aşağı ve yukarı yönde ayar edilebilmelidir.

Üst askı noktası ayarı, tarım aleti bağlantı çatısının, kaldırma yüksekliği içinde en üst ve en alt konumunda veya bu iki konum arasında her noktada düşeyliği ayarlanabilmelidir. Bunun için üst bağlantı kolunun uzunluğu değiştirilebilir şekilde yapılmalıdır. Tarım aleti bağlantı çatısının düşeylikten sapması tarım aletine doğru en çok 10º olacak şekilde ayarlanabilmelidir.

Tarım aleti bağlantı ayarı, üç nokta askı düzenlerinde tarım aleti bağlantı ayar, bağlantı kollarının, her konumunda askı noktalarının tayin ettiği düzlemle düşey düzlem, arasında kalan açı 10° yi geçmemelidir. Alt askı noktalarının toprak yüzeyinden en az yüksekliği grup-1 D (dar askı) traktörlerde 360 mm, grup-1 S traktörlerde 460 mm, grup-2 traktörlerde 510 mm, grup-3 traktörlerde 560 mm, grup AA. traktörlerde 686 mm ve grup 4 Y traktörlerde 1100 mm dir.

Üç nokta askı düzenleri kullanılan traktörün gücüne göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır :

Grup 1: En büyük traktör çeki gücü 35 kW (47,6 BG) ye kadar olan traktörlerde kullanılan üç nokta askı düzenidir. Grup 1, traktörün iz genişliğine göre iki alt gruba ayrılır.

Grup-1 D (Dar tip)

Grup-1 S (Standart tip)

Grup 2: En büyük traktör çeki gücü 30-75 kW (40,8 - 102,0 BG) olan traktörlerde kullanılan üç nokta askı düzenidir.

Grup 3: En büyük traktör çeki gücü 70-135 kW (95,2 -183,6 BG) olan traktörlerde kullanılan üç nokta askı düzenidir.

Grup 4: En büyük traktör çeki gücü 135-300 kW (183,6 - 408,0 BG) olan traktörlerde kullanılan üç nokta askı düzenidir. Grup 4, tarım aleti bağlantı çatı yüksekliğine göre iki alt gruba ayrılır.

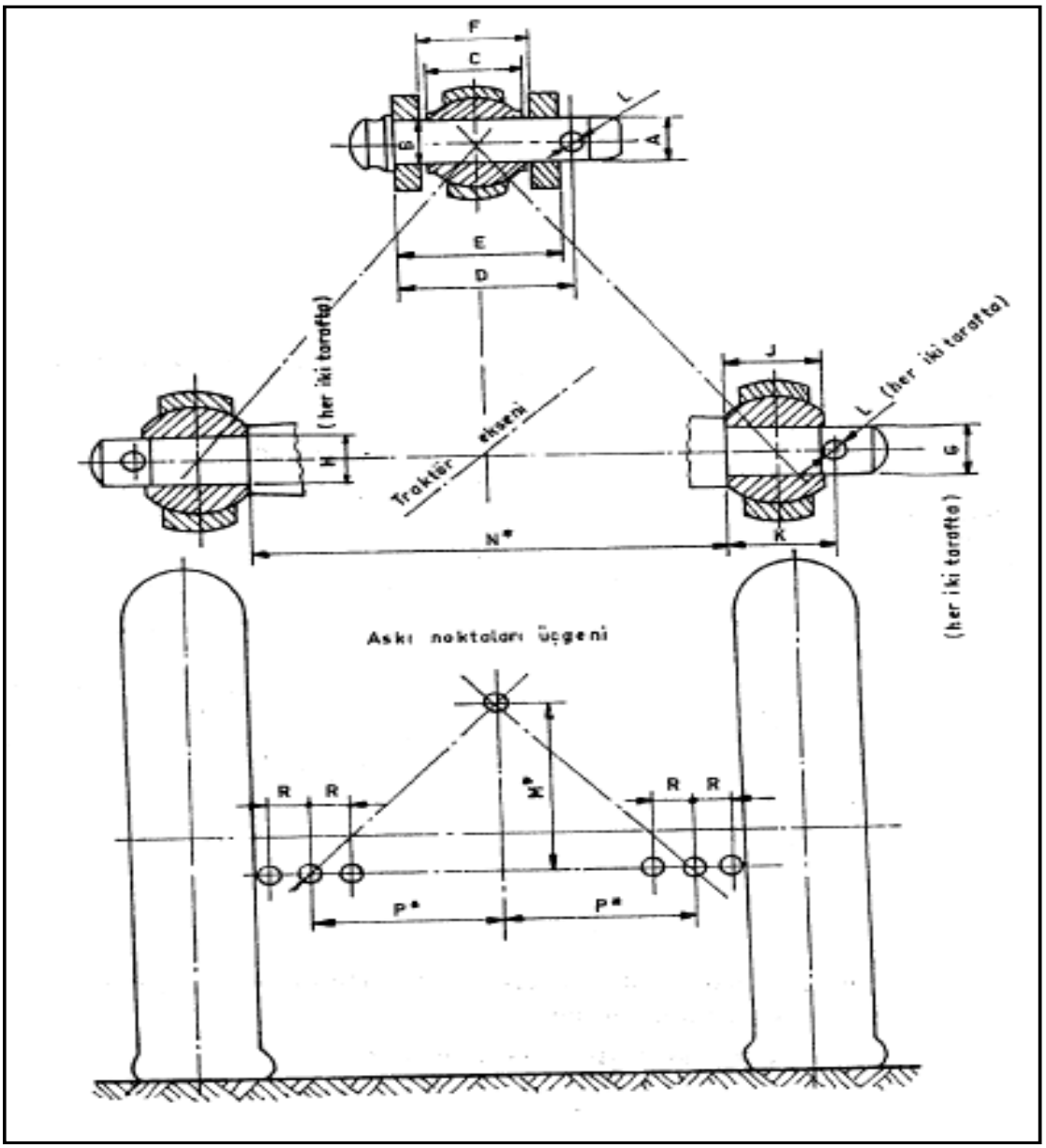
Grup-4 Y (Yüksek tip)

Grup-4 A (Alçak tip)

Üç nokta askı düzeni elemanları boyut ve toleransları aşağıda verilmiştir:

Askı noktaları ile ilgili boyut ve toleranslar Ek-1' de Çizelge 1.1' de, askı noktaları çevre boşluğu ile ilgili boyut ve toleranslar Ek-2' te Çizelge 1.2' de ve kaldırma aralığı ve ayarları ile ilgili boyut ve toleranslar ise Ek-2' te Çizelge 1.3 'te verilenlere uygun olmalıdır.

Üç nokta askı düzeni ile ilgili boyutlar Şekil 1.8' de ve eklerde Çizelge 1.1, Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3.' te gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Askı noktalarıyla ilgili boyutlar (Anonim 1986)

TS 660 standardına göre üç nokta askı düzeni elemanlarında uygulanan gözle ve boyut muayeneleri aşağıda verilmiştir:

Muayeneye sunulan üç nokta askı düzenlerinin tümü üç nokta askı düzeni bağlantı ayarları bölümünde açıklanan hususlar yönünden gözle muayeneden geçirilir ve TS 660, grup, imal tarihi gibi işaretlerin bulunup bulunmadığına bakılır.

Muayeneye sunulan üç nokta askı düzenlerinin tümü boyut muayenesinden geçirilir ve üç nokta askı düzeni elemanları boyut ve toleransları bölümünde belirtilen boyut ve toleranslara uygun olup olmadığına bakılır. Ölçmeler sert ve yatay bir zemin üzerinde duran lastikleri anma basıncında şişirilmiş olan tarım traktörleri tarım aletleri üzerinde yapılır.

TS 660 standardına göre üç nokta askı düzeni elemanlarında uygulanan sertlik ve performans deneyleri aşağıda verilmiştir:

Deneye sunulan üç nokta askı düzeninde kürevi mafsal yuvası, bağlantı kolları ve üst bağlantı pernosuna TS 139 'a göre sertlik deneyi uygulanır. Bulunan değerlerin aşağıda belirtilen değerlere uygun olup olmadığına bakılır.

Kürevi mafsal yuvaları 230 ± 30 BSD de sertleştirilmelidir. Kürevi mafsal yüzeyleri 0,7 ± 0,1 mm derinliğe kadar en az 300 BSD de sertleştirilmelidir. Bağlantı kolları 325 ± 75 BSD de sertleştirilmelidir. Üst bağlantı pimi 500 ± 60 BSD de sertleştirilmelidir.

Performans deneyi uygulanır. Bu deneyde üç nokta askı düzeni, aşağıda belirtilen şekilde ve yüklerde yüklenmelidir. Bu yükleme en az 10 dakika sürmeli ve deney sonunda düzende herhangi bir biçim değişikliği kopma, kırılma, çatlama vb. ortaya çıkmamalıdır.

Üç nokta askı düzeni,

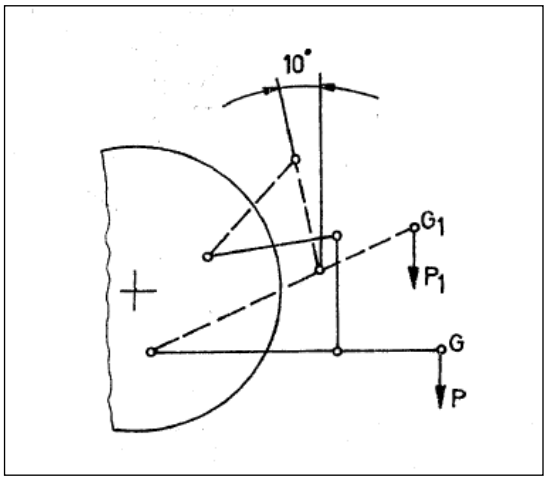
65 kW (88,A BG) (dahil) çeki gücüne kadar olan küçük ve orta güçlü traktörlerde alt askı kolları doğrultusunda ve alt askı noktalarından yapılan ölçümlerde beher kW çeki gücü için en az 300 N (BG için 22,5 kgf) luk bir kaldırma kuvveti verebilmelidir,

65 kW -135 kW (88,4 -183,6 BG) (dahil) arasında çeki güçlü traktörlerde en az 20.000 N (2038,7 kgf) ve beher kW çeki gücü için 150 N (BG için 11,2 kgf) luk bir ek kaldırma kuvveti uygulayabilmelidir.

135 kW (183,6 BG) dan daha büyük çeki güçlü traktörlerde ise en az 30.000 N (3058, kgf) ve beher kW çeki gücü için 155 N (BG için 11,6 kgf) luk bir ek kaldırma kuvveti uygulayabilmelidir.

Buradaki değerler, traktör hidrolik sistemi çalışma basıncının %90' ı basınçta ve traktörün kataloğunda tavsiye edilen yükseklikte tercihen alt askı kollarının yere paralel olduğu durumda ölçülmelidir.

Kaldırma kuvvetinin tespit edilmesinde düşey düzlem ile tarım aleti bağlantı çatısı düzlemi arasında en az 10° lik bir açı bulunmalıdır (Şekil 1.9).

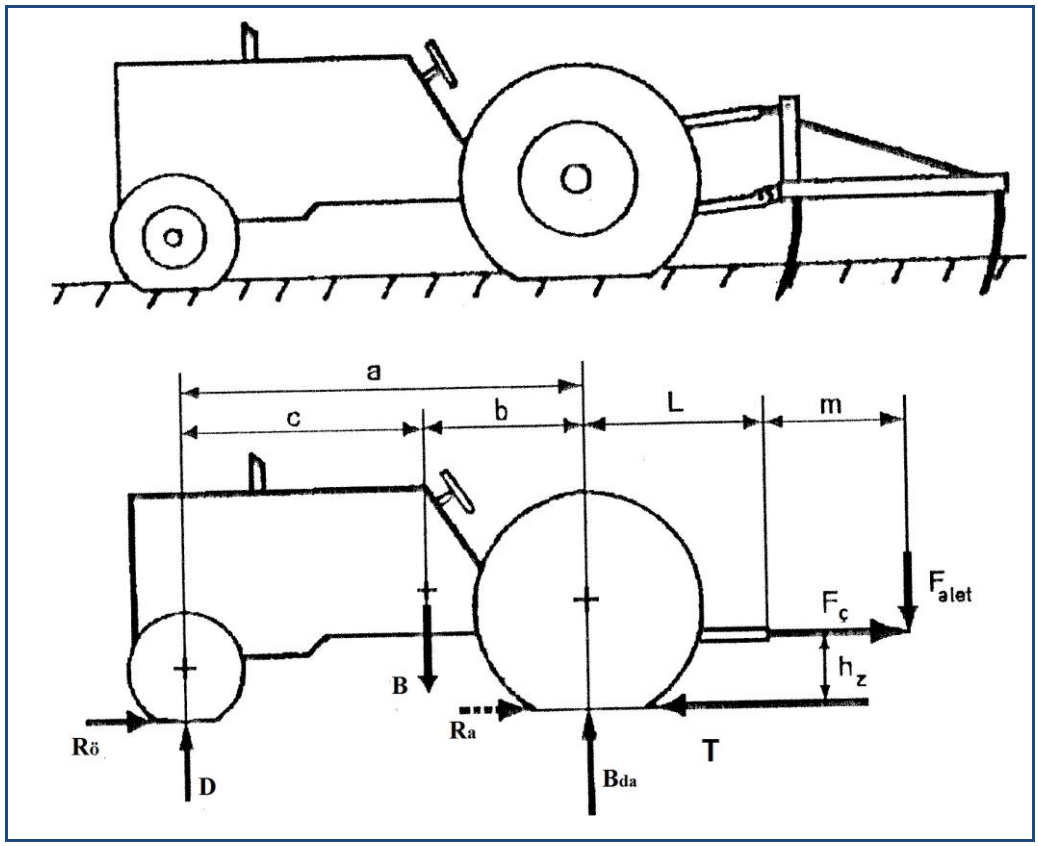


Şekil 1.9. Düşey çizgi ile ekipman bağlantı çatısı arasındaki en küçük fark

Kimyasal analiz önceden belirtildiğinde yapılır ve bu standartlara uyulup uyulmadığına bakılır.

Üç nokta askı düzeni tasarımı yapılırken, bu düzen üzerine gelen kuvvetler tespit edilir.

Çektiği alet veya makine ile birlikte çalışmakta olan bir traktöre etki eden kuvvetler aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 1.10. Traktör-alet ikilisine etki eden kuvvetler

Şekilde görüldüğü gibi traktör ağırlık kuvveti (B), tekerleklerin toprağa temas ettiği noktada toprak reaksiyon kuvvetleri (D ve B_{da}) ile dengelenmektedir. Burada $F_ç$ çeki kuvveti, F_{alet} tarım alet ve ekipmanlarının ağırlık kuvvetidir (Keçecioğlu ve Gülsoylu 1995).

Bir tarım makinası ile çalışmada, makinanın çekilmesi için gereksinim duyulan toprak-bitki ile traktör ve tarım makinası ağırlığının yenilmesi için gerekli yuvarlanma direncinden oluşan yatay yönlü kuvvet çeki kuvvetidir (ASAE 1987).

Traktörün çeki yeteneği, bazı bilgilerden yararlanarak hesap edilebilir. Bunun için, çalışma durumundaki traktörün muharrik (çeki) tekerleklerindeki ağırlık (zemin tepki kuvveti) değerinin ölçülmesi ya da tahmin edilmesi gerekir.

Üç nokta askı düzeni tasarımı yapılırken, sisteme etki eden kaldırma kuvveti ve traktör çeki kuvvetinin bilinmesi gerekmektedir. Üç nokta askı düzeni parçaları tasarımında bu iki kuvvet belirleyici olmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

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

TS 660, tekerlekli tarım traktörlerinde üç nokta askı düzenini tarif eder. Bu standartta , üç nokta askı düzeninin parçalarını, birbirleri ile montajını şekilsel ve sayısal değerler olarak verilmiştir. Üç nokta askı düzeninin malzemesini, uygulanan muayene ve deneylerini içerir. Kaldırma kapasitesinin belirlenmesi ve ölçüm yöntemini de içermektedir.

Akçasu (1963) tarafından Mühendis ve Makine dergisinde yayınlanan 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 mafsallarındaki kayıplardan meydana geldiği belirtilmiştir.

Akçasu (1963) yayınında üç nokta askısının toplam veriminden bahsetmiştir. Bu verimi 445 modeli Türk Traktöründe % 79 bulunmuştur.

Ay (2012) tarafından hazırlanan Hidrolik-Pnömatik ders notlarında krank-biyel mekanizmalı hidrostatik pompada statik yapı incelenmiştir. Piston koluna (biyel) ve krank yatağına gelen kuvvetlerin tespiti yapılmıştır.

Keçecioğlu ve Gülsoylu (2003) tarafından III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresinde "Traktör ve Tarım Makinaları Hidroliği" başlıklı makalesinde, entegre ve ayrılmış yapıya sahip kaldırma mekanizmalarının yapısı incelenmiş, kaldırma mekanizmasının işlevi ve traktör arkasında yer alan üç nokta kaldırma mekanizması için geçerli olan standartlardan bahsedilmiştir.

Keçecioğlu 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.

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

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

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.

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 işlemesi 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 13.3 kN' 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.

Sümer (2005) tarafından hazırlanan "Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma" başlıklı araştırmada, iki farklı yapıda (diagonal ve radyal) lastik tekerlek ve farklı düzenlemelerinin (ek ağırlıklı-ek lastik tekerlekli), traktör verimi üzerindeki etkileri, deneysel yöntemlerle elde edilen veriler yardımıyla incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Beton ve tarla zemin denemelerinde ise, bu üç faktörün, sabit patinaj değerinde (%15), traktör özgül yakıt tüketimi, maksimum çeki kuvveti, maksimum çeki gücü ve traktör genel verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

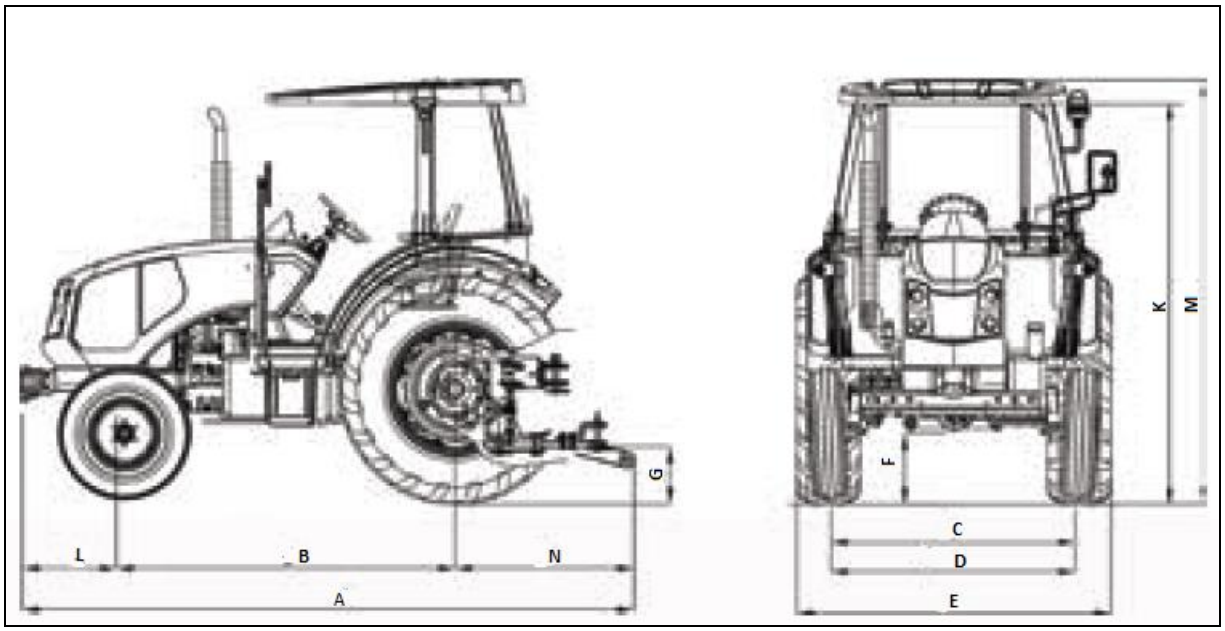
3.1. Materyal

Hesaplamalarda, standart bir traktör verilerinden yararlanılmıştır. Bu traktörün teknik özellikleri, üç nokta askı düzeni ve hidrolik kaldırıcı parça uzunlukları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Standart (2 tekerlek muharrik) bir traktöre ait bazı teknik özellikler.

Motor	**Platformlu/Kabinli**
Marka/Tip	Perkins 1103 D - 33
Silindir Hacmi/Silindir Sayısı	3.3 litre/3
Sıkıştırma Oranı	18.25:1
Silindir Çapı x Kurs Boyu	105 x 127 mm
Maksimum Güç (ISO)	50 Hp @ 2200 d/d
Maksimum Tork	196 Nm @ 1400 d/d
Vites Kutusu ve Hızlar	
Vites Sayısı	12 ileri 12 Geri, Geri Sürüngen Vites
Hidrolik Kaldırıcı	
Fonksiyonlar	Çeki, Durum, Yüzdürme ve Karma, Kontrollü Kullanım
Azami Pompa Debisi	48.5 lt/dk
Kaldırma Kuvveti	2600 kg
Standart Ağırlıklar	
Ön Ağırlık	4x30
Arka Ağırlık (Her Tekerde)	1x50
Boyutlar ve Ağırlıklar	
A Uzunluk	3726 mm
B Dingiller Arası Uzaklık	2000 mm
C Ön İz Genişliği	1400-1800 mm
D Arka İz Genişliği	1400-1800 mm
E Genişlik	1915 mm
F Zemin ile Ön Dingil Arası Uzaklık	376 mm
G Çeki Kancası ile Zemin Arasındaki Uzaklık	355 mm
K Egzoz Ucundaki Yükseklik	2350 mm
L Ön Aks ile Çanta Ağırlık Arasındaki Uzaklık	456 mm
M Kabin/Güneşlik Üzeri Yüksekliği	2550 mm
N Arka Aks ile Kaldırma Kolları Arasındaki Uzaklık	950 mm
Toplam Traktör Ağırlığı	2510 / 2675 kg

Traktörün boyutlarının gösterimi Şekil 3.1’ de verilmiştir.



Şekil 3.1. Standart traktörün boyutlarının gösterimi.

Çizelge 3.2. Standart traktörün parça uzunlukları

PARÇA ADI	**PARÇA BOYU (mm)**	**ARA DELİK (mm)**
Biyel Kolu	206	-
Krank Kolu	118	-
Hidrolik Kaldırıcı Kolları (Üst Kol)	240	130
Ayarlı Kol	521	-
Alt Kaldırma Kolu	932	462

Çizelge 3.3. Standart traktörün kaldırma hidroliği özellikleri

HİDROLİK SİSTEM BİLGİLERİ		
Sistem Basıncı	180	bar
Silindir Çapı	52	mm
Strok	170	mm

Çizelge 3.4. Üç nokta düzeni parçalarının yapımında kullanılan malzemeler (TS 660).

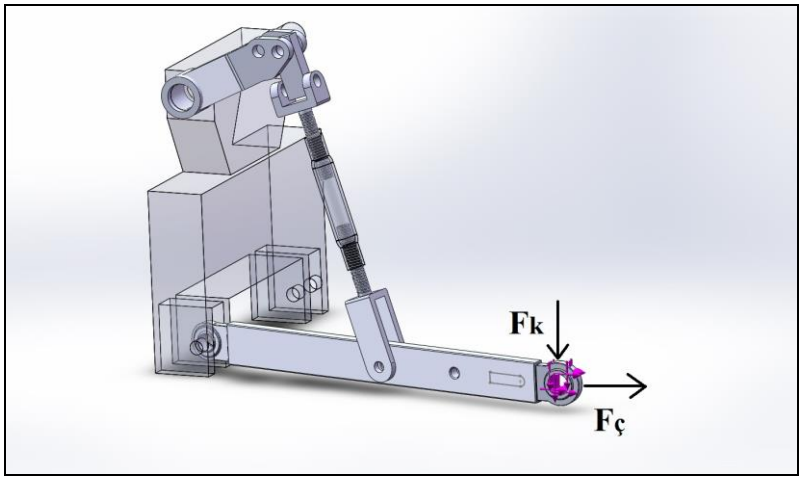
Parça Adı	**Malzemenin Adı**	**Kısa Gösterilişi**
Bağlantı Kolları	Islah Çeliği (TS 2525) veya Yay Çeliği (TS 2288)	C35 60 SiMn 5
Kürevi Mafsal	Semantasyon Çeliği (TS 2850)	16 Mn Cr5
Üst Bağlantı Pimi	Islah Çeliği (TS 2525)	C35
Kürevi Mafsal Yuvası	Islah Çeliği (TS 2525)	C25

3.2. Yöntem

Üç nokta askı düzeninin kaldırma kapasitesi hesaplanmıştır. Kaldırma kapasitesi, alt kaldırma kolunun farklı konumları; alt, üst ve yatay konum için hesaplanmıştır.

Kaldırma kapasitesine göre, alt kaldırma kollarına gelen kuvvetler doğrultusunda, alt kolun tasarımı incelenmiştir. Alt kaldırma koluna, kaldırma kuvvetinin haricinde çeki kuvveti de etki etmektedir. Bu çeki kuvveti de hesaplanarak, alt kolun tasarımı incelenmiştir.

Alt kaldırma kolu, Solidworks programı ile modellenmiştir. Solidworks Simulation programı ile de alt kol analiz edilmiştir.



Şekil 3.2. Standart traktörün üç nokta askı sistemi katı model görünüşü

Traktör kataloglarında hidrolik kaldırıcı kaldırma kapasitesi kilogram kuvvet olarak verilmiştir fakat hesaplamalarda uluslararası birim sisteminde kuvvet için kullanılan Newton birimi kullanılmıştır.

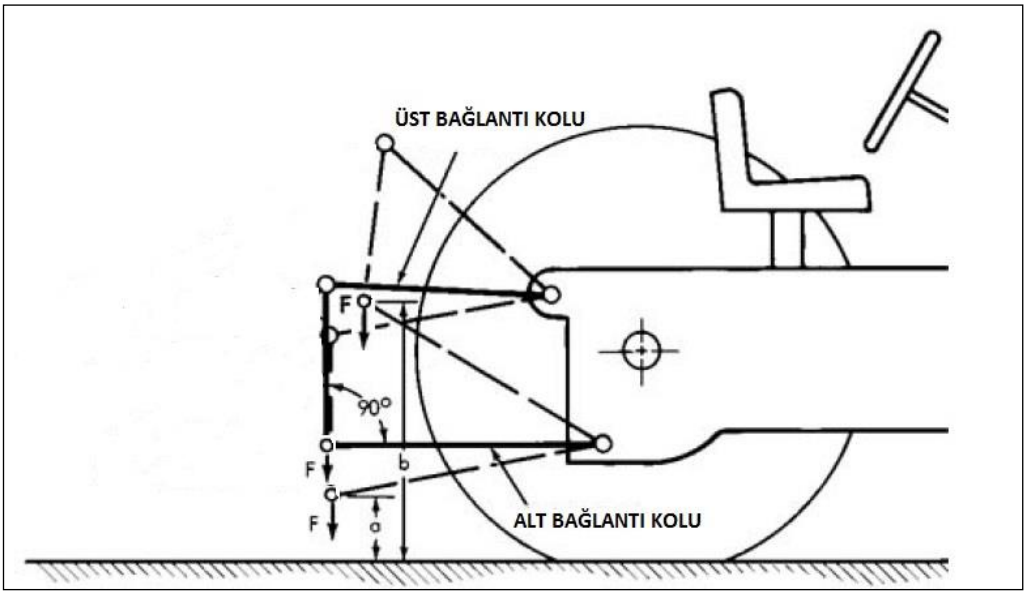
3.2.1. Üç nokta askı düzeninin kaldırma kapasitesi hesabı

Üç nokta askı düzeninin kaldırma kapasitesini hesaplamak için, ilk olarak hidrolik kaldırıcı ve ikinci olarakta üç nokta askı düzeni incelenmiştir.

Hidrolik sistemin verdiği basınç, kaldırma pistonunda piston kuvvetini meydana getirir. Pistonda meydana gelen piston kuvveti de krank, biyel, üst kaldırma kolu ve ayarlı kol vasıtasıyla alt kaldırma koluna aktarılır.

Pistonun meydana getirdiği itme kuvvetinin kaldırma kolunda oluşturduğu moment, alt koldaki kaldırma kuvvetinin hesabında kullanılır. Burada kolların temas noktalarında sürtünmeden dolayı belli bir oranda kayıp olur. Alt kaldırma kolu ucunda kaldırma kuvveti hesaplandıktan sonra sürtünme kayıpları da hesaba katılır.

Alt kaldırma kolunun farklı konumlarında; altta, üstte ve yatayda, kaldırma kapasitesinin durumu incelenmiştir.



Şekil 3.3. Alt kolun farklı konumlarında kaldırma kapasitesi

Alt kaldırma kolları herhangi bir konumda iken hidrolik sistemin sağladığı basıncın, kaldırma pistonunda yarattığı itme kuvveti,

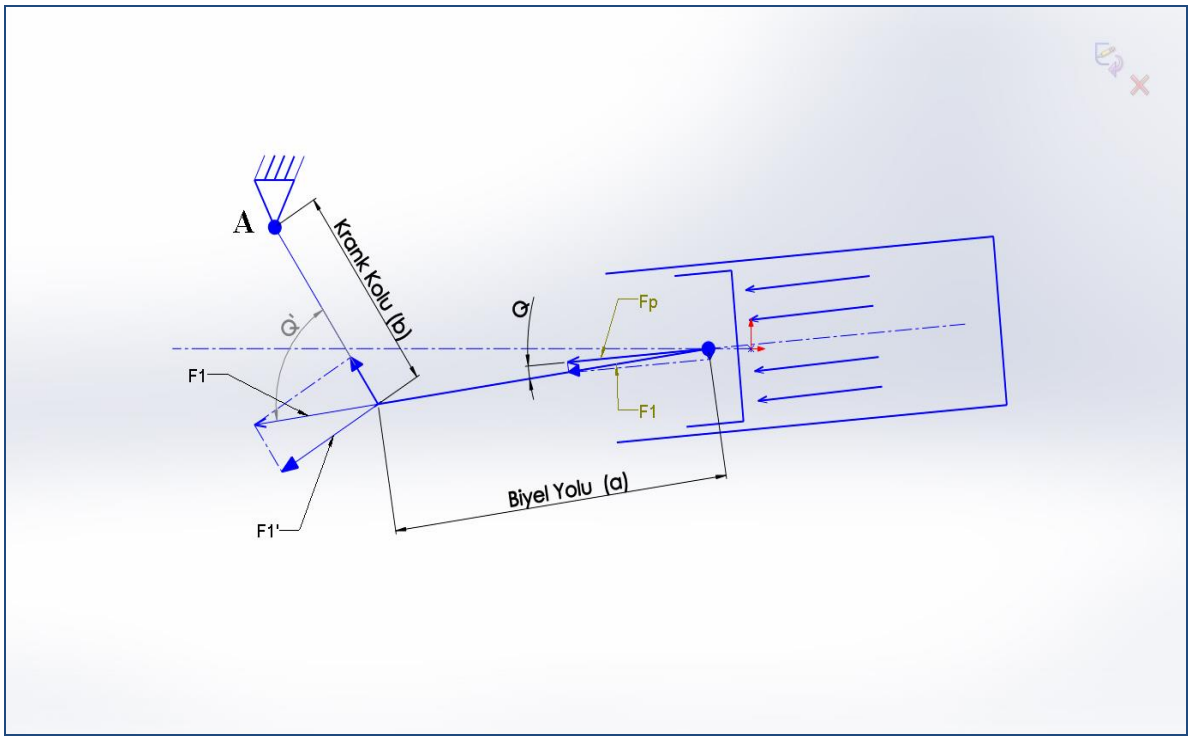
$$Fp = P.\frac{\pi.d^2}{4} \qquad (1)$$

formülü ile hesaplanır. Formül açıklaması aşağıda verilmiştir.

F_p : Piston kuvveti (N)

P : Sistemin basıncı (Pa)

d : Piston çapı (m)



Şekil 3.4. Krank- biyelli silindir piston mekanizmasının statik yapısı

Piston kuvvetinin biyel koluna F_1 bileşeni ile etki eder.

$$F_1 = F_p \,.\, \text{Cos}\ (Q^{\circ}) \qquad (2)$$

Bu F_1 kuvveti krank koluna geldiğinde bileşenlerine ayrıldığında, A noktasında moment oluşturan kuvvet F_1' ,

$$F_1' = (F_p . Cos (Q º)) . Sin (Q ' º) \qquad (3)$$

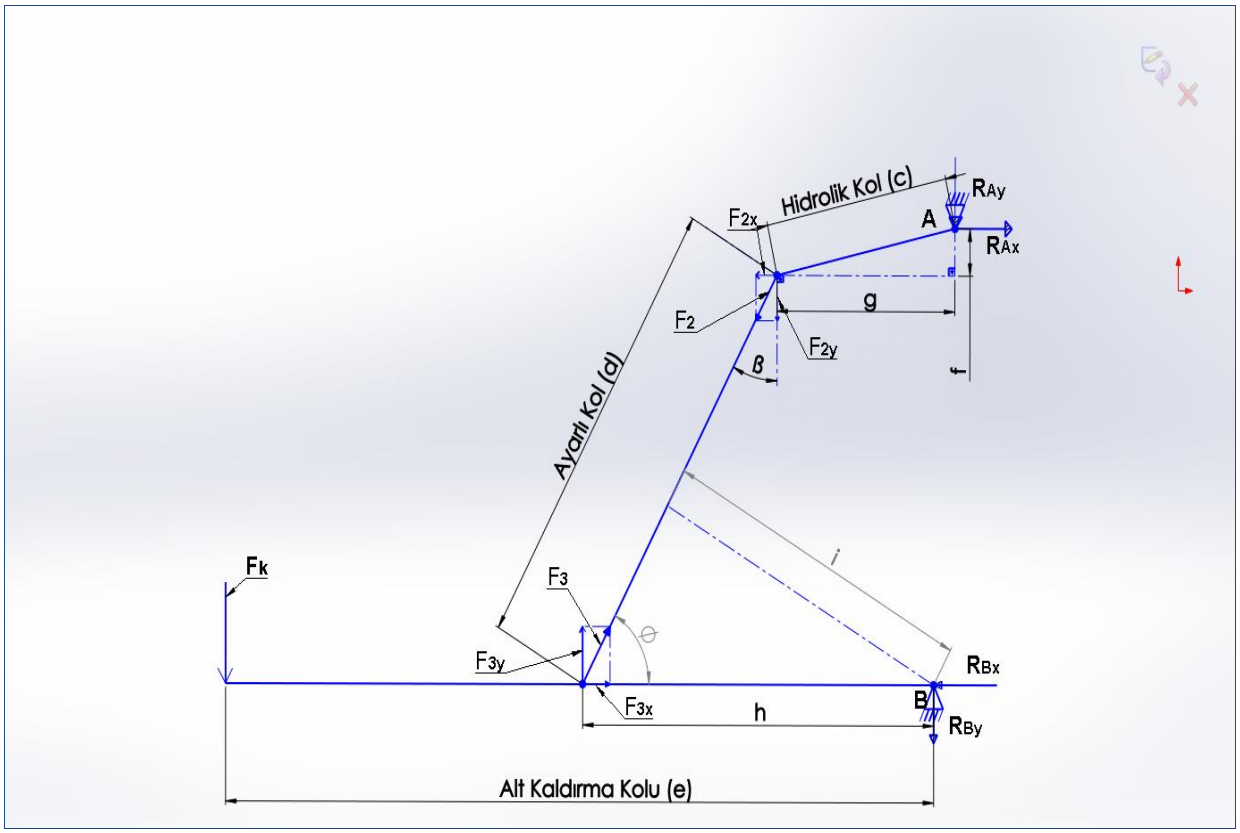
ve krank koluna gelen moment (A noktasındaki moment) ;

$$M_A = F_1' . b$$

$$M_A = [(F_p . Cos (Q º)) . Sin (Q ' º)] . b \qquad (4)$$

şeklinde olur **(Ay 2012).**

Üç nokta askı düzeninde, Şekil 3.5' de görüldüğü gibi kaldırma kolunda oluşan moment bağlı olduğu üst kol vasıtasıyla askı koluna ve alt kaldırma koluna iletilir.

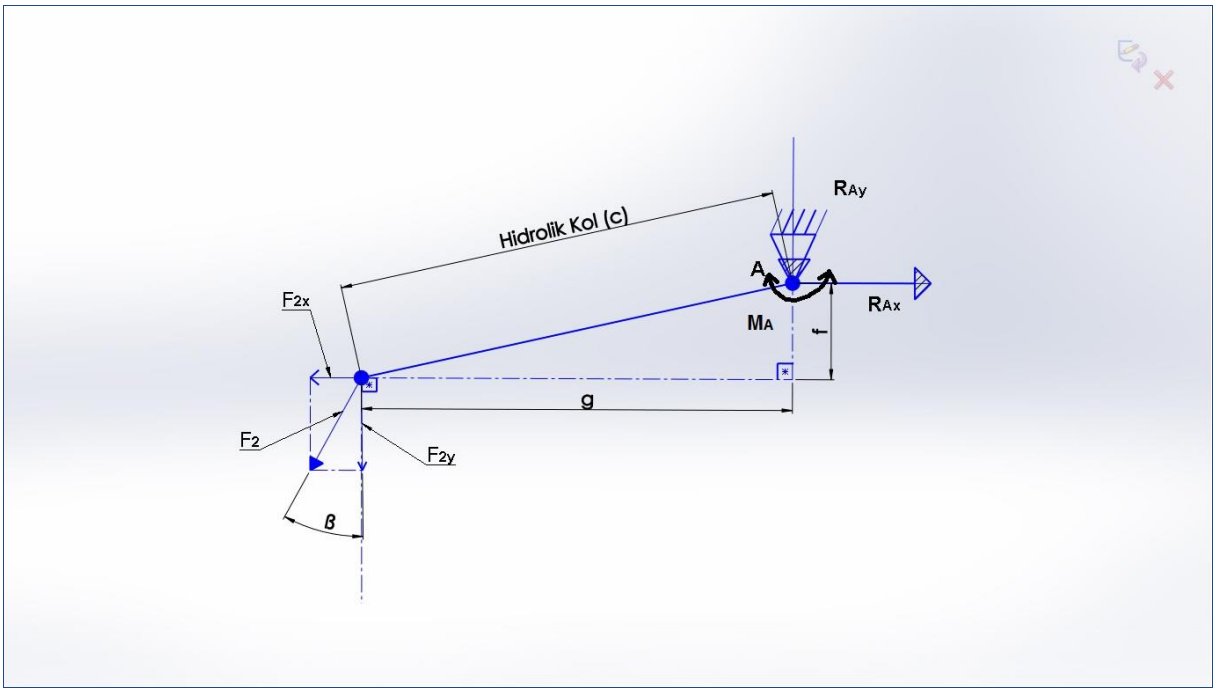


Şekil 3.5. Yatay konumda üç nokta askı düzeni

Burada, F_2 kuvvetinin bileşenleri olan F_{2x} ve F_{2y} kuvveti bulunur ve A noktasına göre moment alınır. Bu kuvvetlerin A noktasında meydana getirdiği momentlerin toplamı ile hidrolik sistemin meydana getirdiği momentin toplamı sıfır olmalıdır ki sistem dengede olsun.

$$F_{2x} = F_2 \,.\, \text{Sin}\,(\,ß\,º)$$

$$F_{2y} = F_2 \,.\, \text{Cos}\,(\,ß\,º)$$



Şekil 3.6. Üst kolun yandan görünüşü

$$\sum \mathbf{F_x = 0}$$

$$R_{Ax} - F_{2x} = 0$$

$$R_{Ax} - F_2 \,.\, \text{Sin}\,(\,ß\,º\,) = 0$$

$$\sum \mathbf{F_y = 0}$$

$$-\,R_{Ay} - F_{2y} = 0$$

$$-\,R_{Ay} - F_2 \,.\, \text{Cos}\,(\,ß\,º\,) = 0$$

Saat ibresi yönü tersine döndüren kuvvetler pozitif (+) alınırsa ;

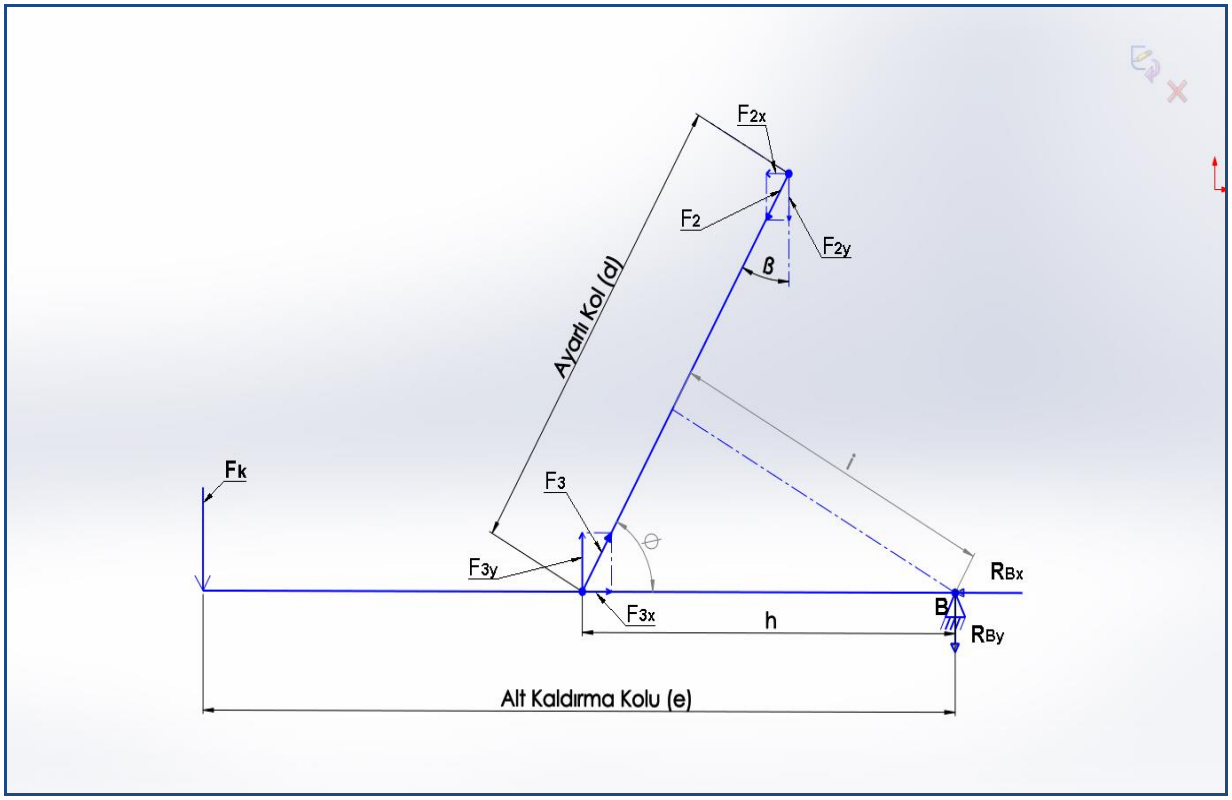
$$\sum \mathbf{M_A = 0}$$

$$M_A = (F_{2y} . \ g) - (F_{2x} . f)$$

$$M_A = (F_2 . \cos (ß^\circ) . \ g) - (F_2 . \sin (ß^\circ) \ . \ f) \qquad (5)$$

$$F_2 \ = (M_A) / [(\cos (ß^\circ) . \ g) - (\sin (ß^\circ) \ . \ f)] \qquad (6)$$

Şekil 3.7' de F_2 kuvveti F_3 kuvveti, düzlemde aynı tesir çizgisinde, birbirine ters yönde ve aynı şiddette olduğundan dolayı birbirine eşittir. F_3 kuvvetinin B noktasında oluşturduğu moment F_k kuvvetinin oluşturduğu momente eşit olmalıdır.



Şekil 3.7. Alt kolun yandan görünüşü

$$\sum \mathbf{F_x = 0}$$

$$F_{3x} - R_{Bx} \ = 0$$

$$F_3 \cdot \cos(\alpha^\circ) - R_{Bx} = 0$$

$$\sum \mathbf{F_y = 0}$$

$$-R_{By} + F_{3y} - F_k = 0$$
$$-R_{By} + F_3 \cdot \sin(\alpha^\circ) - F_k = 0$$

Saat ibresi yönü tersine döndüren kuvvetler pozitif (+) alınırsa ;

$$\sum \mathbf{M_B = 0}$$

$$-(F_{3y} \times h) + (F_k \times e) = 0$$
$$(F_k \times e) = (F_{3y} \times h)$$

Bu eşitlik düzenlendiği zaman F_k kaldırma kuvveti ;

$$F_k = (F_{3y} \times h) / e$$

$$F_{3y} = F_3 \times \sin(\alpha^\circ)$$

$$F_k = [(F_3 \times \sin(\alpha^\circ)) \times h] / e \qquad (7)$$

bulunur.

Aşağıda standart bir traktörün, alt kolları alt konumda iken üç nokta askı düzeni kaldırma kapasitesi hesaplanmıştır.

Materyal bölümünde verilen standart traktör verilerinden hareketle piston kuvveti aşağıda hesaplanmıştır.

$$Fp = 180\,x\,10^5\,x\,\frac{\pi\,x(0.052)^2}{4}$$

$$Fp = 102141\ \ N$$

Hidrolik sistemin krank kolunda meydana getirdiği moment:

M_A = [(102141 x Cos (2 º)) x Sin (45 º)] x 118

M_A = 8517311 N.mm

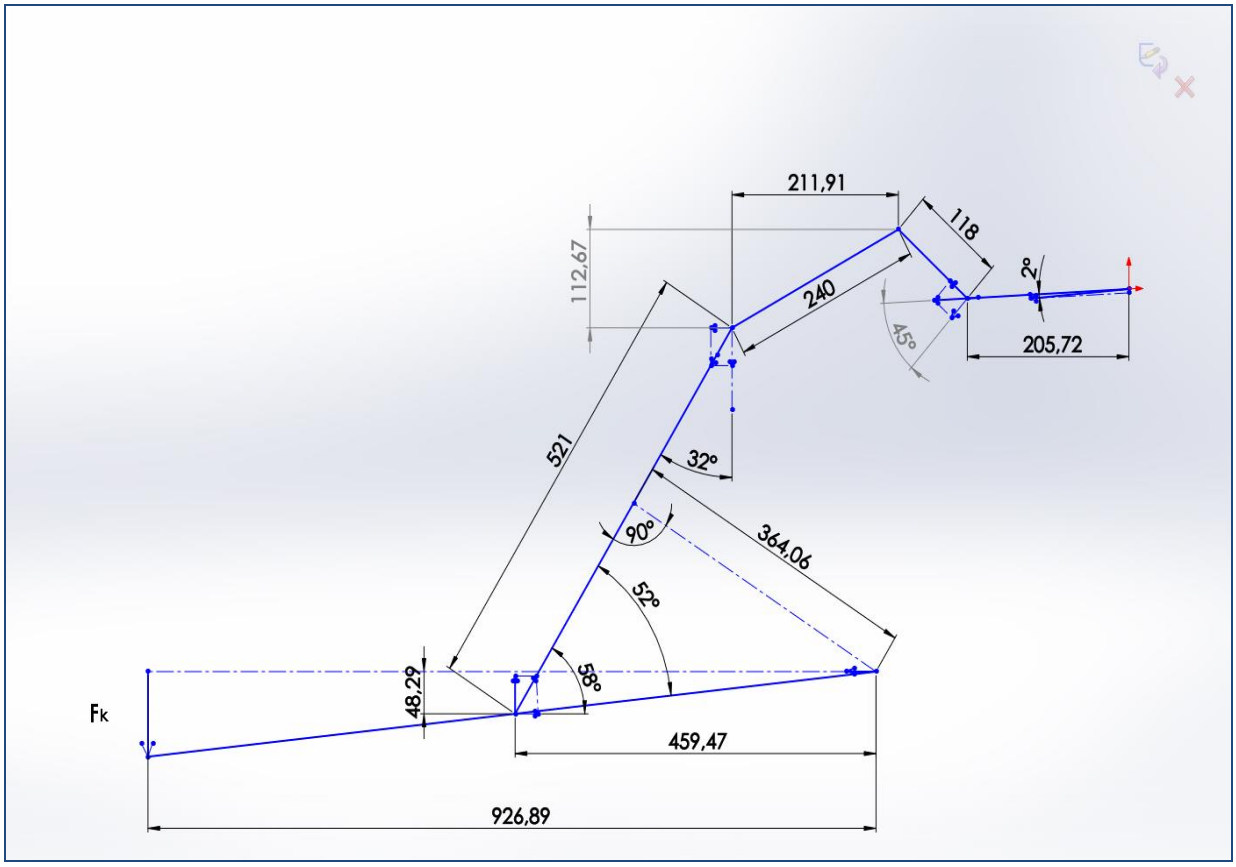
hesaplanmıştır.

Şekil 3.8' de alt konumda üç nokta askı düzeni ölçüleri verilmektedir. Burada A noktasına göre moment alındığında, F_2 kuvveti ;

F_2 = [[-8517311] / [(Sin (32 º) x 112,67) – (Cos (32 º) x 211,91)]]

F_2 = 70975 N

bulunmuştur.



Şekil 3.8. Alt konumda üç nokta askı düzeni

F_3 kuvvetinin B noktasında oluşturduğu moment Fk kuvvetinin oluşturduğu momente eşit olmalıdır. Burada,

F_k = [(70975 x Sin (58 º)) x 459,47] / 926,89

F_k = 29838 N

kaldırma kuvveti hesaplanmıştır.

Aşağıda standart bir traktörün, alt kollar yatay konumda iken üç nokta askı düzeni kaldırma kapasitesi hesaplanmıştır.

Hidrolik sistemin krank kolunda meydana getirdiği moment:

M_A = [(102141 x Cos (3,69 º)) x Sin (66,05 º)] x 118

M_A = 10992075 N.mm

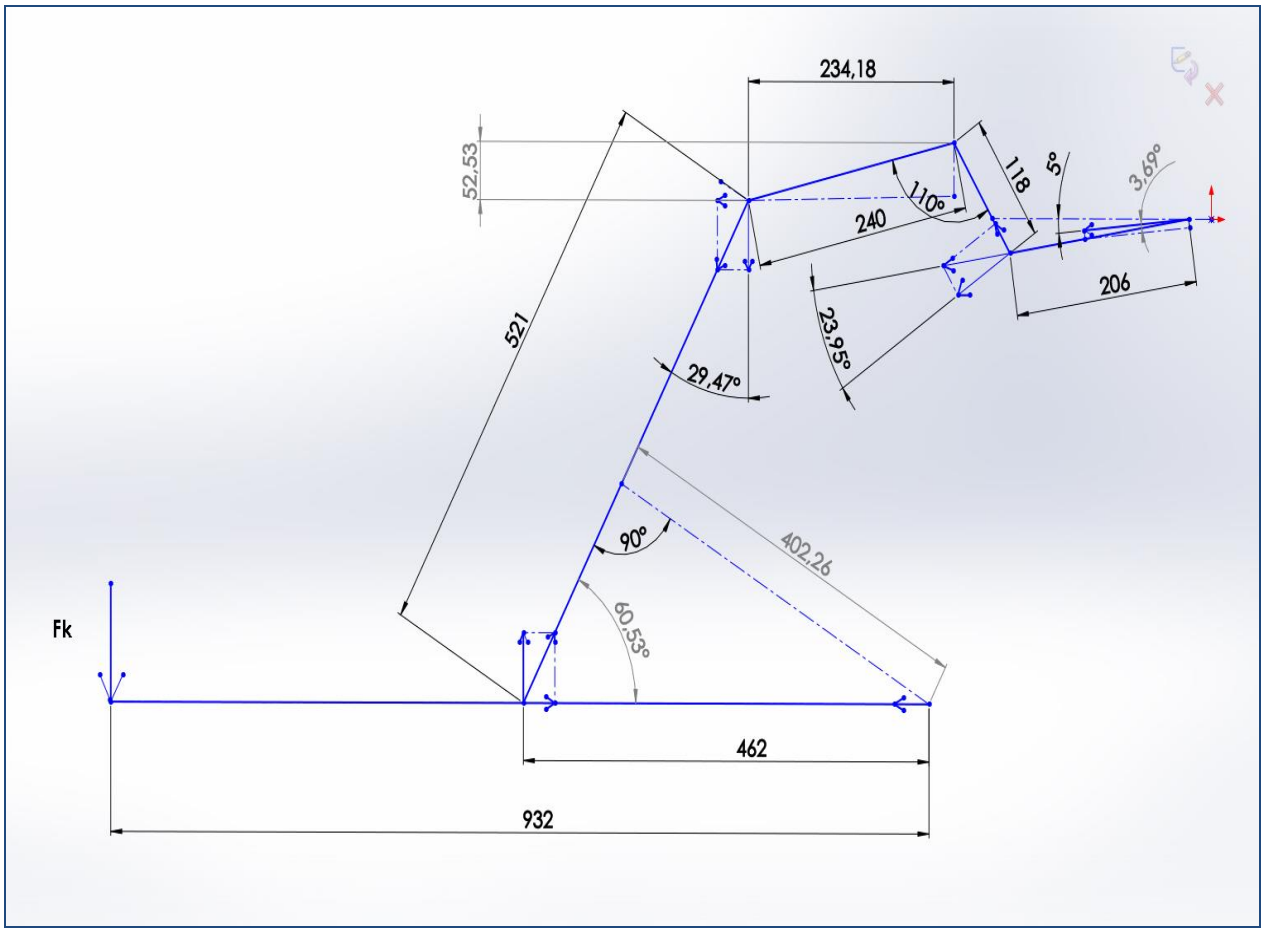
hesaplanmıştır.

Şekil 3.9' da yatay konumda üç nokta askı düzeni ölçüleri verilmektedir. Burada A noktasına göre moment alındığında, F_2 kuvveti ;

F_2 = [[-10992075] / [(Sin (29,47 º) x 52,53) – (Cos (29,47 º) x 234,18)]]

F_2 = 61740 N

bulunmuştur.



Şekil 3.9. Yatay konumda üç nokta askı düzeni

F_2 kuvveti F_3 kuvvetine eşittir. F_3 kuvvetinin B noktasında oluşturduğu moment F_k kuvvetinin oluşturduğu momente eşit olmalıdır. Burada ;

F_k = [(61740 x Sin (60,53)) x 462] / 932

F_k = 26645,14 N

$F_k \approx$ 26645 N

kaldırma kuvveti hesaplanmıştır.

Aşağıda standart bir traktörün, alt kollar üst konumda iken üç nokta askı düzeni kaldırma kapasitesi hesaplanmıştır.

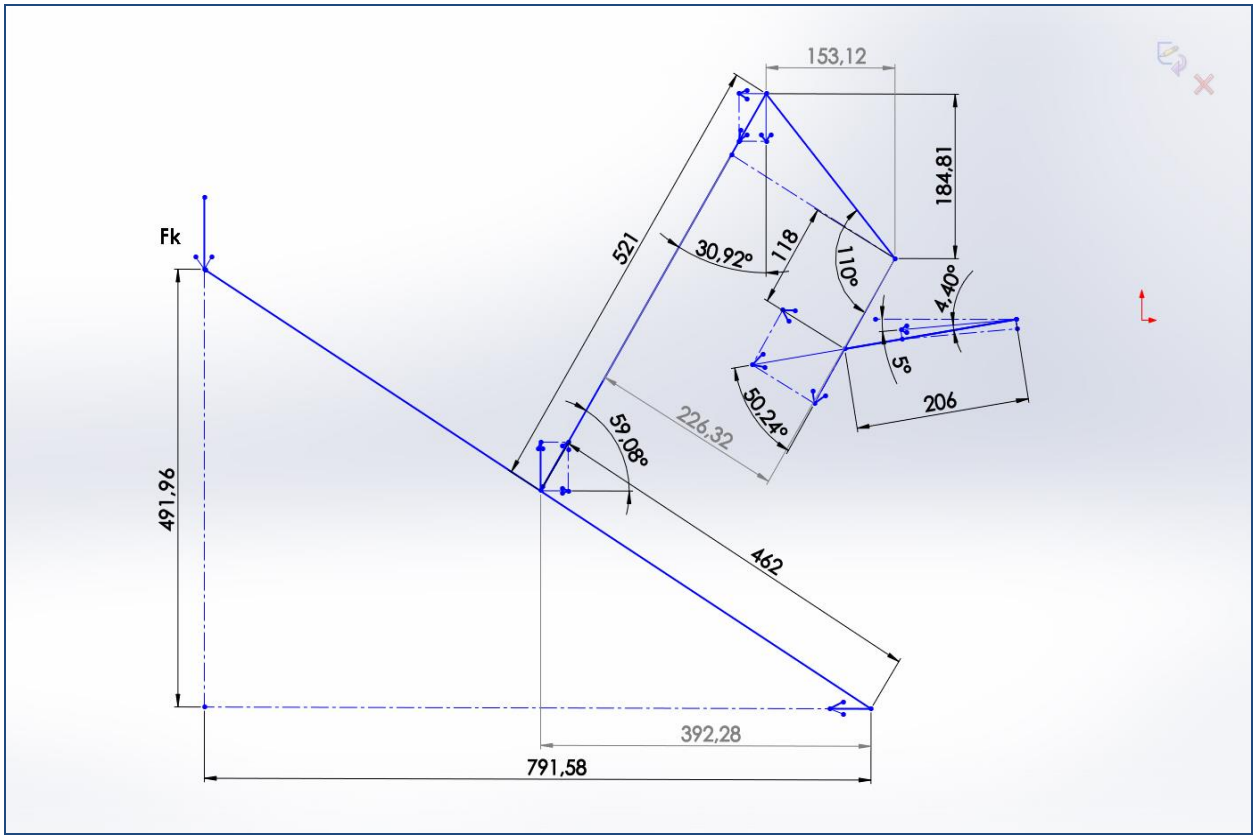
Hidrolik sistemin krank kolunda meydana getirdiği moment:

M_A = [(102141 x Cos (4,4 º)) x Sin (50,24 º)] x 118

M_A = 9237923 N.mm

hesaplanmıştır.

Şekil 3.10’ da üst konumda üç nokta askı düzeni ölçüleri verilmektedir.



Şekil 3.10. Üst konumda üç nokta askı düzeni

Burada A noktasına göre moment alındığında, F_2 kuvveti ;

F_2 = [[-9237923] / [(Sin (30,92 º) x 184,81) + (Cos (30,92 º) x 153,12)]]

$F_2 = 40818$ N

bulunmuştur.

F_2 kuvveti F_3 kuvvetine eşittir. F_3 kuvvetinin B noktasında oluşturduğu moment F_k kuvvetinin oluşturduğu momente eşit olmalıdır.

$$F_k = [((40818 \times \text{Sin}(59{,}08^\circ)) \times 392{,}28) + ((40818 \times \text{Cos}(59{,}08^\circ)) \times 244{,}05)\ ] / 791{,}58$$

$$F_k = 23819{,}48 \text{ N}$$

$$F_k \approx 23820 \text{ N}$$

Kaldırma kuvveti hesaplanmıştır.

3.2.2. Alt kaldırma kolunun tasarımının incelenmesi

Traktör üç nokta askı düzenine, tarım alet ve ekipmanları kullanılırken etki eden kaldırma kuvveti ve çeki kuvvetinin hesaplanması gerekmektedir.

Traktörün çeki kuvveti, tahrik tekerleğinde elde edilen tahrik kuvveti ile sınırlıdır. Bu kuvvetin büyüklüğü, tahrik aksının yükü ile kuvvet bağlantı katsayısına bağlıdır. Tahrik tekerleğinde elde edilecek maksimum tahrik kuvvetinin değeri:

$T = B_{da}\ k$ Arka tekerlekleri muharrik traktörler için

$T = B\ .\ k$ Dört tekerleği muharrik traktörler için

$T = F_ç + R_ö$

$R_ö = D.f$

Traktör çeki kuvvetlerinden ön tekerleklerdeki yuvarlanma direnci kuvvetleri çıkarıldığında traktörün geliştirebileceği çeki kuvveti ($F_ç$), aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F_ç = T - R_ö$$

Bu eşitliklerde;

T : Tutunma kuvveti (daN)
$F_ç$: Çeki kuvveti (daN)
B_{da} : Arka tekerleklere gelen ağırlık (zemin tepki kuvveti) (kg)
B : Ön ve arka tekerlere gelen toplam ağırlık (B=G) (kg)
k : Çalışılan zeminde tutunma katsayısı (-)
$R_ö$: Ön tekerlerin yuvarlanma (hareket) direnci (daN)
D : Ön tekere gelen ağırlık (kg)
f : Yuvarlanma direnç katsayısı (-) dır.

Yukarıdaki eşitliklerden anlaşıldığı gibi, tutunma kuvvetinin arttırılmasının iki yolu vardır. Traktör ağırlığının artırılması bunlardan birisidir. Ayrıca arka tekerlekleri muharrik olan traktörlerde, ön tekerlerden arka tekerlere doğru olan transfer ağırlık da bu değeri yükseltir. Bunun için asma ve yarı asma tip iş makinaları ile çalışılması vb. önlemler önemli olmaktadır.

Tarım alet ve ekipmanlarının kullanılırken yenilmesi gereken çeki direnci, tahrik kuvvetinden büyük olduğu durumda, tahrik tekerlekleri yeterli motor gücüne sahip olduğu için patinaj yapmaya başlayacaktır (Ereke 1987).

Tutunma katsayısı traktör tekerlek lastikleri ile zemin arasında oluştuğundan, lastiklerin tutunma özelliklerinin iyileştirilmesi ile arttırılabilir.

Traktörün üzerinde çalıştığı zeminin özellikleri de tutunma katsayısını etkiler. Bunlar; toprağın yapısı, nemi, yüzey durumu (işlenmiş olması, sıkıştırılmış olması, anızlı olması vb.) dur.

Çizelgede 3.5' te zemin yapısına göre tutunma katsayısı ve yuvarlanma katsayısı verilmiştir (Erdoğan D., 2005).

Çizelge 3.5. Lastik tekerlekli traktörlerde tahmini tutunma katsayısı ve yuvarlanma katsayısı değerleri

Zeminin yapısı ve durumu	Tutunma katsayısı (k)		Yuvarlanma direnç katsayısı (f)
	% 15 patinajda	% 25 patinajda	
Beton, asfalt yol	0,80	0,95	0,02
Kuru tarla yolu	0,70	0,80	0,05
Kuru tınlı anızlı toprak	0,45	0,55	0,10
Kuru tınlı-kumlu anızlı Toprak	0,35	0,45	0,10
Nemli kumlu-tınlı toprak	0,30	0,35	0,15
Killi-tınlı ıslak toprak	0,20	0,30	0,20
Biçilmiş çayır	0,45	0,55	0,05...0,10

Arka tekerlekleri muharrik (2 çeker) standart bir traktör pulluk çekerken, traktör arka tekerleklerine toplam traktör ağırlığının yaklaşık %80'i gelir. Dört tekerleği muharrik (4 çeker) bir traktörde ise toplam traktör ağırlığının %100' ü etkilidir. Çizelge 3.6' da traktör tiplerine göre ön ve arka aks ağırlıkları dağılımları verilmiştir.

Çizelge 3.6. Traktör tiplerinde ön ve arka aks ağırlıkları dağılımı.

Traktör yapı tarzı	Ağırlık dağılımı (%)			
	Statik		Dinamik (çekide)	
	Ön	Arka	Ön	Arka
Standard traktör (Arka tekerlekleri muharrik)	30	70	20	80
4 tekerleği muharrik (Ön tekerlekleri küçük)	35...45	65...55	25...35	75...65
(4 tekerleği de eşit)	60	40	20	80
Alet taşıyıcı	20	80	20	80

Standart traktör için çeki kuvveti aşağıda hesaplanmıştır:
(Zemin yapısı kuru tınlı anızlı toprak seçilmiştir.)

T = 2675 x 0.80 x 0,55

T = 1177 daN

T = 11770 N (Arka tekerlekleri muharrik için)

$R_{ö}$ = 2675 x 0,2 x 0,1

$R_{ö}$ = 53,5 daN

$R_{ö}$ = 535 N

$F_{ç}$ = 11770 – 535

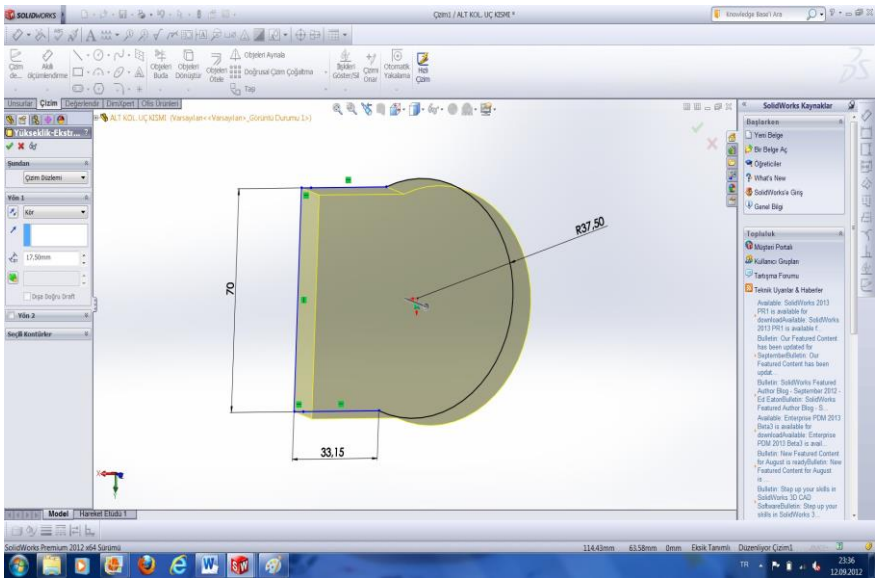
$F_{ç}$ = 11235 N

hesaplanmıştır.

3.2.3. Alt kaldırma kolunun katı modelinin oluşturulması

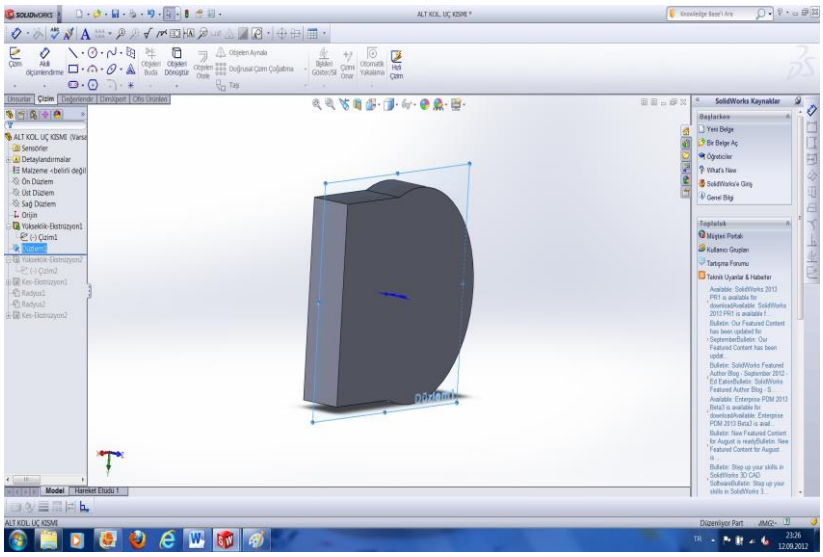
Alt kaldırma kolu üç parçadan oluşmaktadır. Bunlar, kolun uç kısmı, orta kısım ve traktör bağlantı kısmıdır. Bu üç kısım kaynak bağlantısı ile birleştirilirler.

İlk olarak, alt kaldırma kolunun uç kısmı Solidworks programı ile modellenmiştir. Çizim sırasında yapılan işlemler sırasıyla gösterilmiştir.



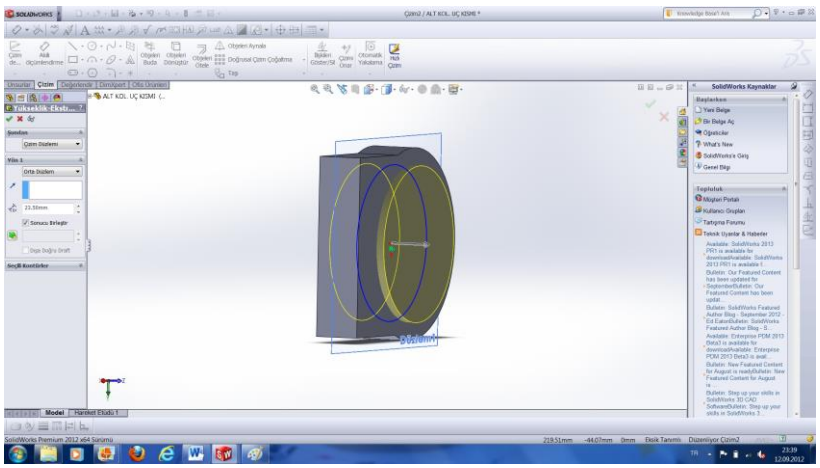
Şekil 3.11. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı model oluşturulması.

Öncelikle, alt kaldırma kolu uç kısmının iki boyutta şekli sketch açılarak çizilmiştir. Bu çizim çerçevesinde ekstrüzyon komutu ile et kalınlığı belirlenerek katı model oluşturulmuştur. Daha sonra parçanın tam ortasından geçecek şekilde düzlem atanmıştır. Bu düzlem oluşturulan katı model üzerine oluşturulacak katı modele referans olarak oluşturulmuştur.



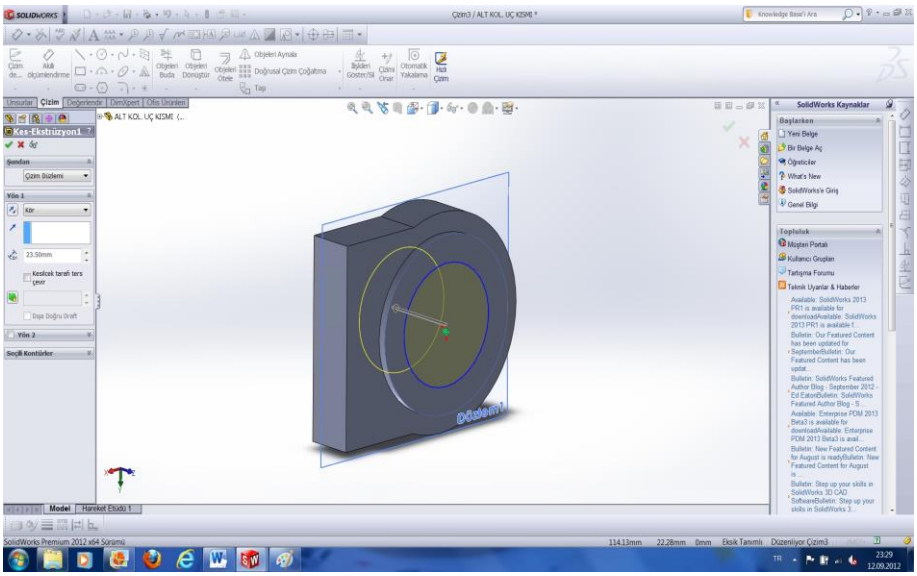
Şekil 3.12. Oluşturulan katı modele düzlem atanması.

Alt kolun uç kısmının ortasına atanan düzlem seçilerek daire şeklinde düzlemden dışarıya doğru her iki tarafa ektrüzyon komutu ile katı model genişletilmiştir.



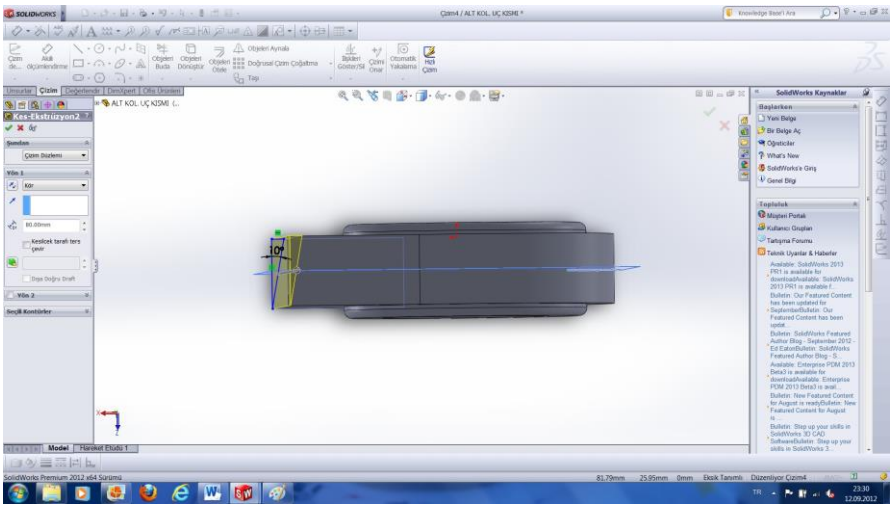
Şekil 3.13. Oluşturulan katı modele ektrüzyon komutu ile katı model eklenmesi

Oluşturulan katı modele ekstrüzyon komutu ile delik çapı belirlenmesi sonrasında delik açılmıştır.



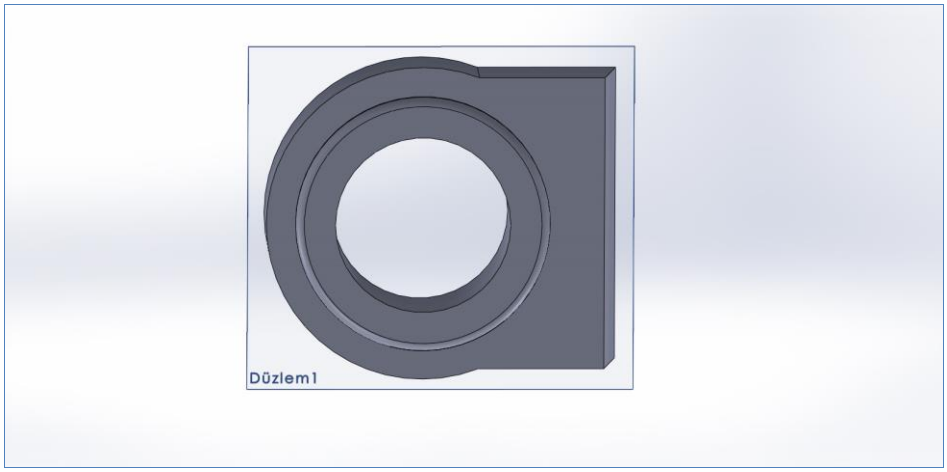
Şekil 3.14. Oluşturulan katı modele ekstrüzyon komutu ile delik açılması.

Buraya kadar yapılan işlemler sonucunda alt kaldırma kolunun traktör bağlantı kısmı ortaya çıkmıştır. Bundan sonra yapılacak olan ekstrüzyon komutu ile kesme işleminden sonra alt kaldırma kolu uç kısmı oluşturulacaktır.

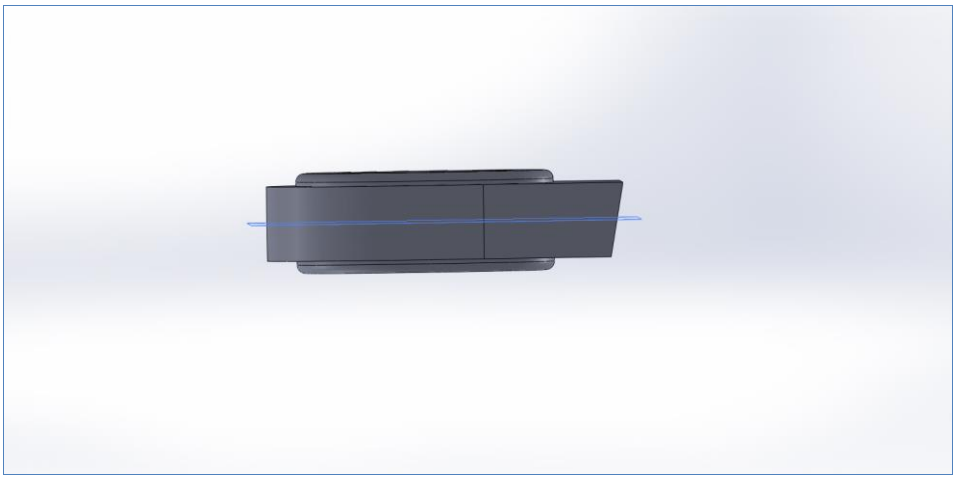


Şekil 3.15. Oluşturulan katı modelin ekstrüzyon komutu ile kesilmesi.

Solidworks programı ile katı modeli oluşturulan alt kaldırma kolu uç kısmının katı model ön ve üst görünüşü Şekil 3.16 ve Şekil 3.17’ de verilmiştir.



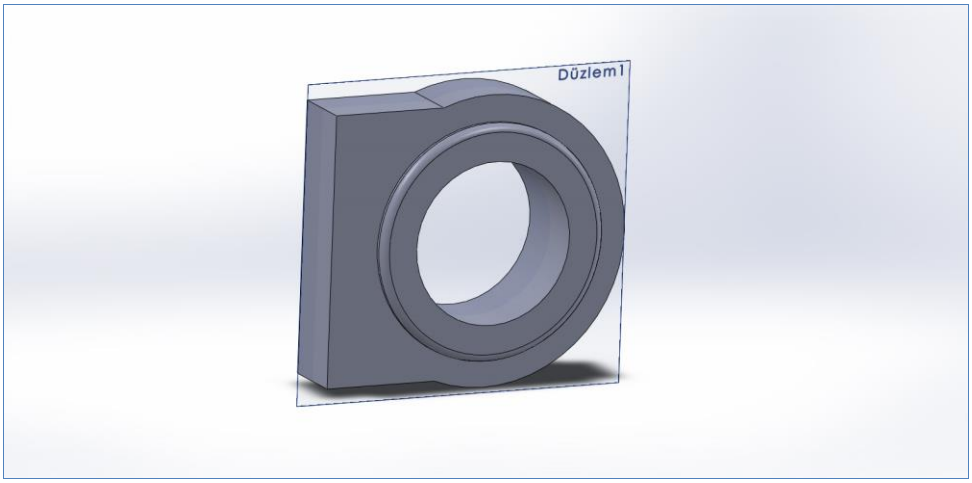
Şekil 3.16. Alt kolun uç kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü



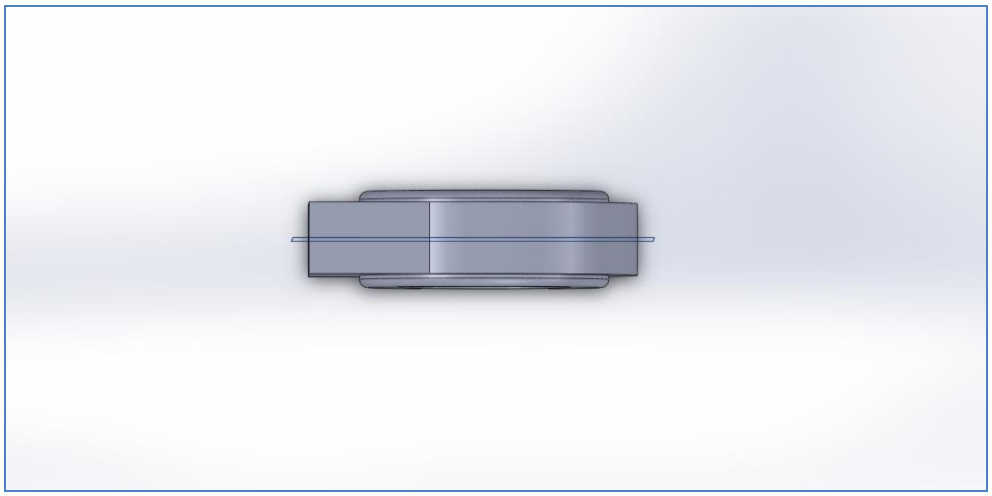
Şekil 3.17. Alt kolun uç kısmının solidworks katı modeli üstten görünüşü

Alt kolu uç kısmının teknik resmi Ek-3’ te verilmiştir.

Solidworks programı ile katı modeli oluşturulan alt kaldırma kolu traktör bağlantı kısmının katı model ön ve üst görünüşü Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’ da verilmiştir.



Şekil 3.18. Alt kolun traktör bağlantı kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü

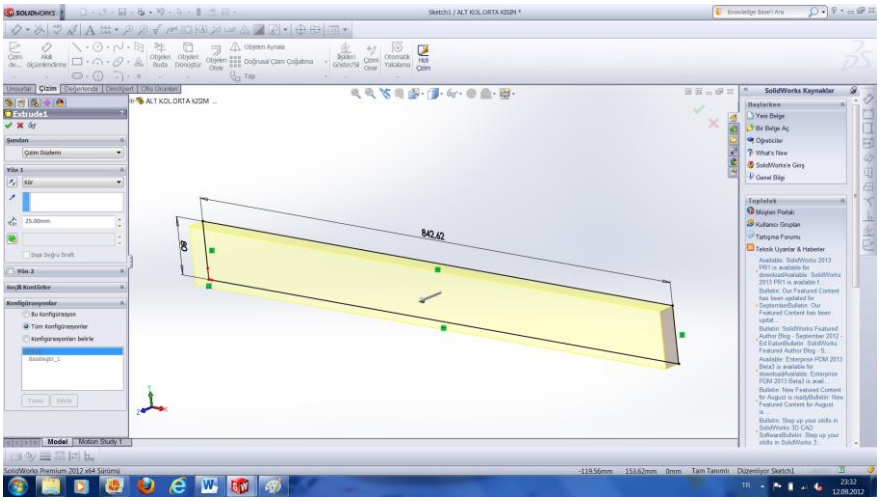


Şekil 3.19. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli üst görünüşü

Alt kaldırma traktör bağlantı kısmının teknik resmi Ek-4’ te verilmiştir.

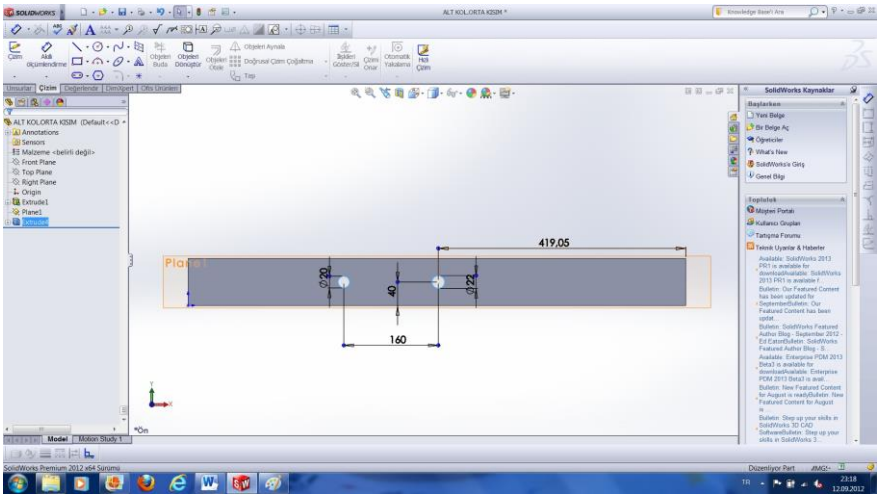
İkinci olarak, alt kaldırma kolunun orta kısmı Solidworks programı ile modellenmiştir. Çizim sırasında yapılan işlemler sırasıyla gösterilmiştir.

Öncelikle, alt kaldırma kolu orta kısmının iki boyutta şekli sketch açılarak çizilmiştir. Bu çizim çerçevesinde ekstrüzyon komutu ile et kalınlığı belirlenerek katı model oluşturulmuştur.



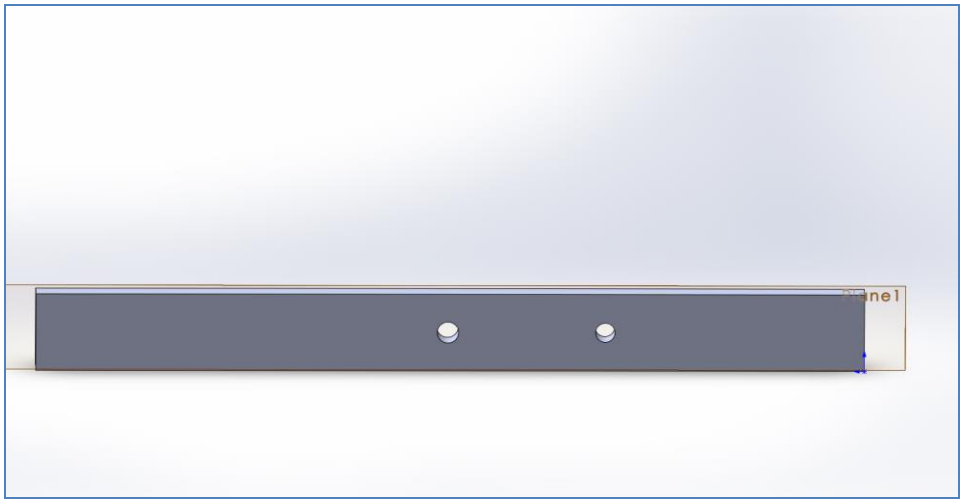
Şekil 3.20. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı model oluşturulması.

Oluşturulan katı modelin ön yüzü seçilerek deliklerin yeri ve çapı belirlenmiştir. Yeri belirlenen delikler, ekstrüzyon komutu ile ön yüzeyden açılmıştır.



Şekil 3.21. Solidworks ile ekstrüzyon komutu kullanılarak katı modele delik açılması.

Solidworks programı ile katı modeli oluşturulan alt kaldırma kolu orta kısmının katı model ön ve üst görünüşü Şekil 3.22 ve Şekil 3.23’ te verilmiştir.



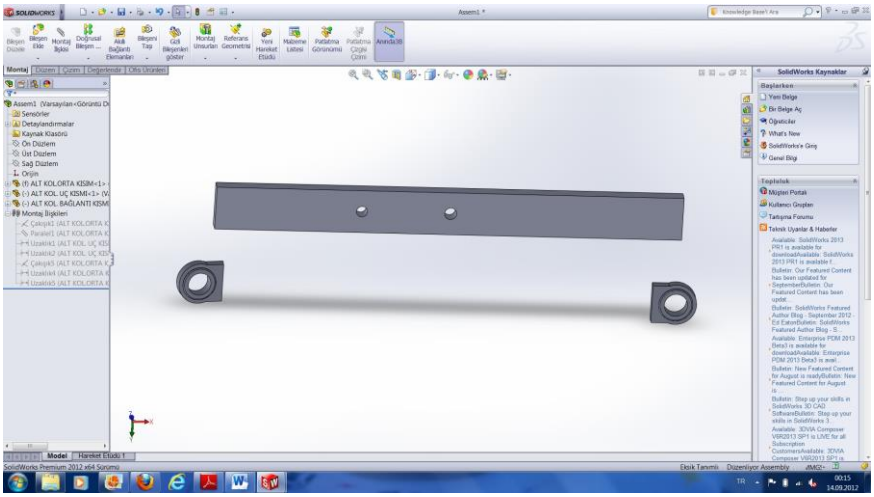
Şekil 3.22. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli önden görünüşü

Şekil 3.23. Alt kolun orta kısmının solidworks katı modeli üst görünüşü

Alt kaldırma kolu orta kısmının teknik resmi Ek-5’ te verilmiştir.

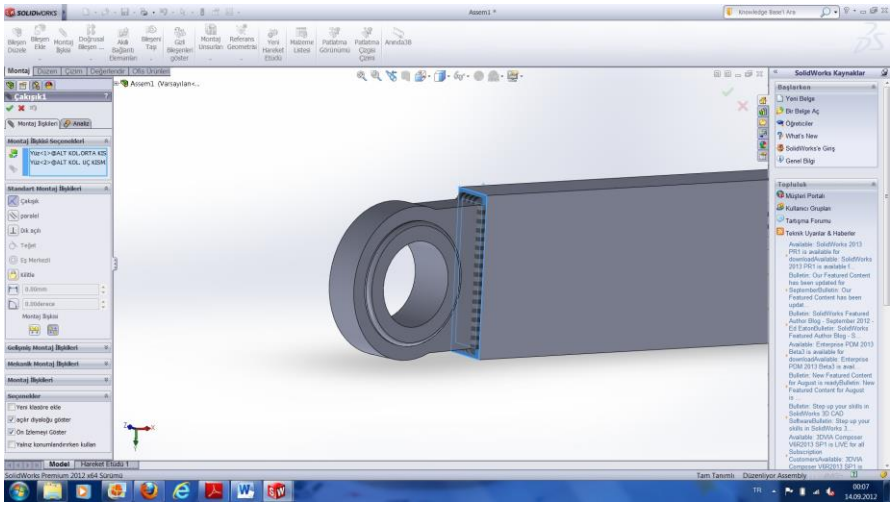
3.2.4. Alt kaldırma kolu parçalarının montajı

İlk olarak, solidworks programında montaj sayfası açılarak alt kaldırma kolu parçalarının hepsi açılmıştır.



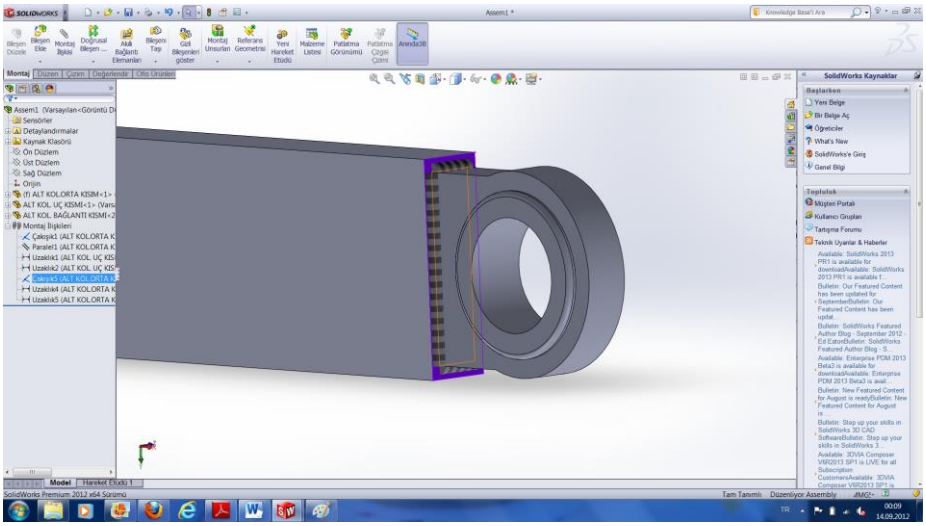
Şekil 3.24. Alt kaldırma kolu parçalarının montaj sayfasına aktarılması

Montaja alt kol uç kısmı ile orta kısmı birleşme yüzeyleri arasında paralellik ve çakışıklık montaj ilişkisi tanımlanarak başlanmıştır. Uç kısmı ile orta kısmı kenarları arasındaki mesafeler belirtilerek iki parçanın montajı yapılmıştır.



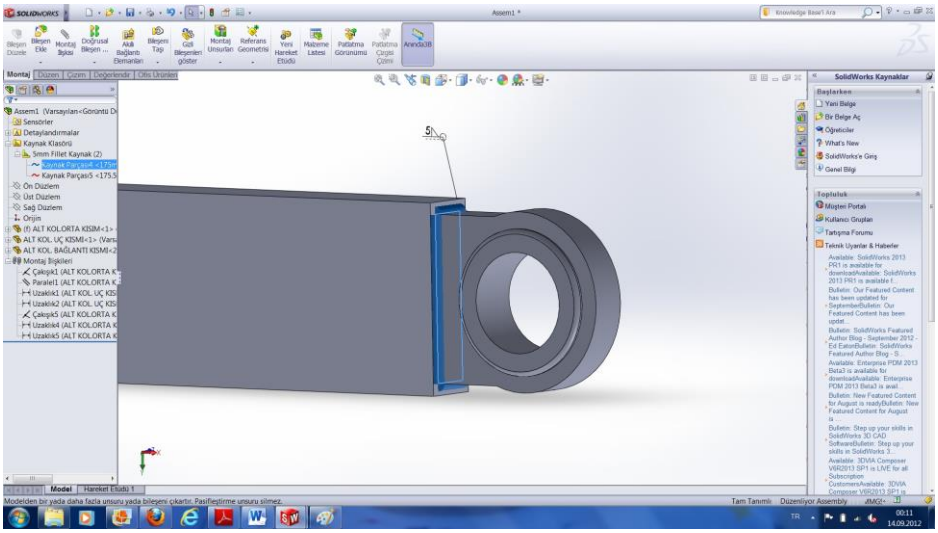
Şekil 3.25. Alt kol uç kısmı ile orta kısmının montaj ilişkisi

Aynı işlemler orta kısım ile traktör bağlantı kısmı için de tekrarlanmıştır.



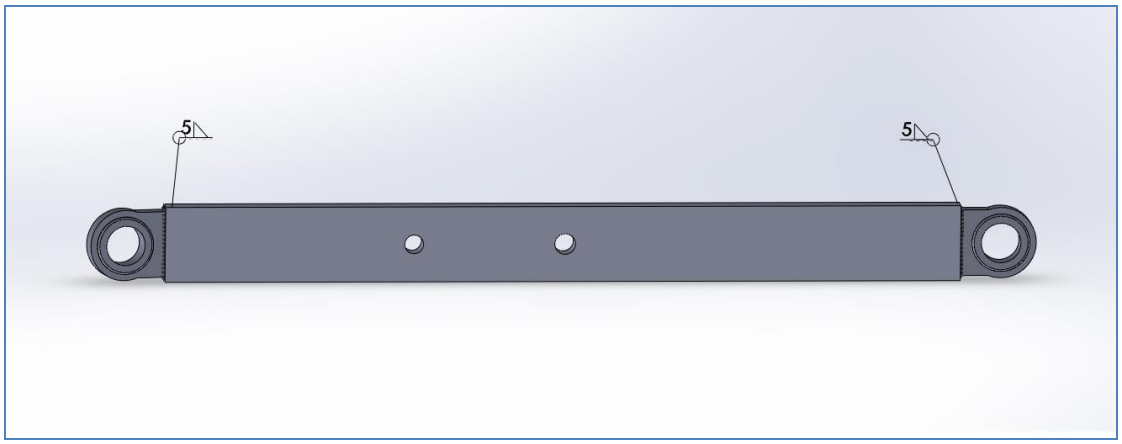
Şekil 3.26. Alt kol traktör bağlantı kısmı ile orta kısmının montaj ilişkisi

Son olarak uç kısmı ve orta kısım arasında ve traktör bağlantı kısmı ve orta kısım arasında kaynak yüksekliğini ve kaynak şeklini belirtmek suretiyle kaynak bağlantısı tanımlanmıştır.



Şekil 3.27. Alt kol parçalarının kaynak bağlantısı montaj ilişkisi

Alt kaldırma kolunun parçalarının katı modeli oluşturularak kaynak bağlantısı tanımlamasıyla montajı yapılmıştır. Montajın Şekil 3.28 ve Şekil 3.29' da ön ve üst görünüşü verilmiştir.



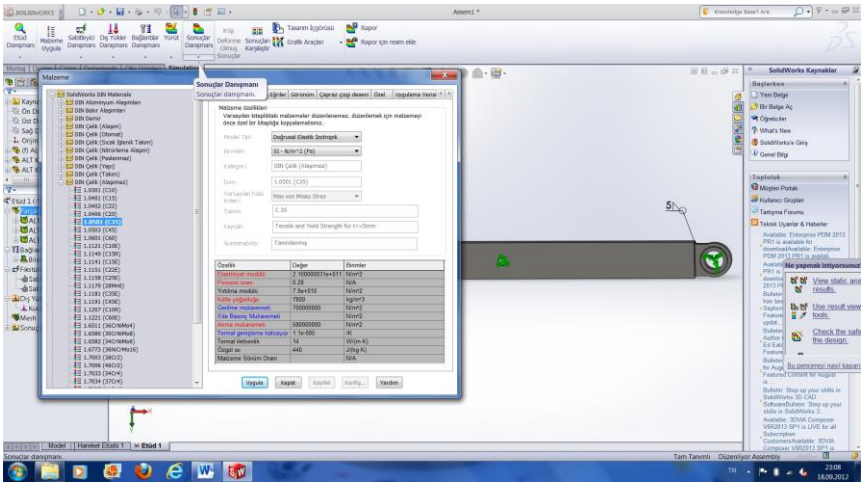
Şekil 3.28. Alt kaldırma kolunun solidworks ile oluşturulan montaj modeli

Şekil 3.29. Alt kaldırma kolunun solidwork ile oluşturulan montaj modeli üst görünüş

Alt kaldırma kolunun montaj teknik resmi Ek-6' da verilmiştir.

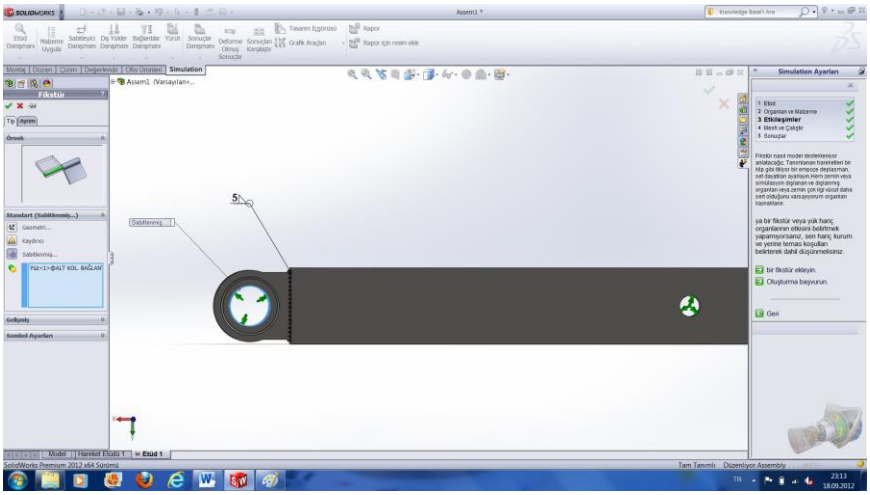
3.2.5. Alt kaldırma kolunun analizi

Alt kaldırma kolunun, Solidworks Simulation programı ile statik analizi yapılmıştır. Öncelikle montaj parçasının malzemesi belirlenmiştir. Bu parça için Solidworks Simulation programının malzeme kütüphanesinde tanımlı olan DIN Çelik altında 1.0501 (C35) malzeme seçilmiştir.



Şekil 3.30. Alt kaldırma kolu montajı parçalarının malzemesinin seçilmesi

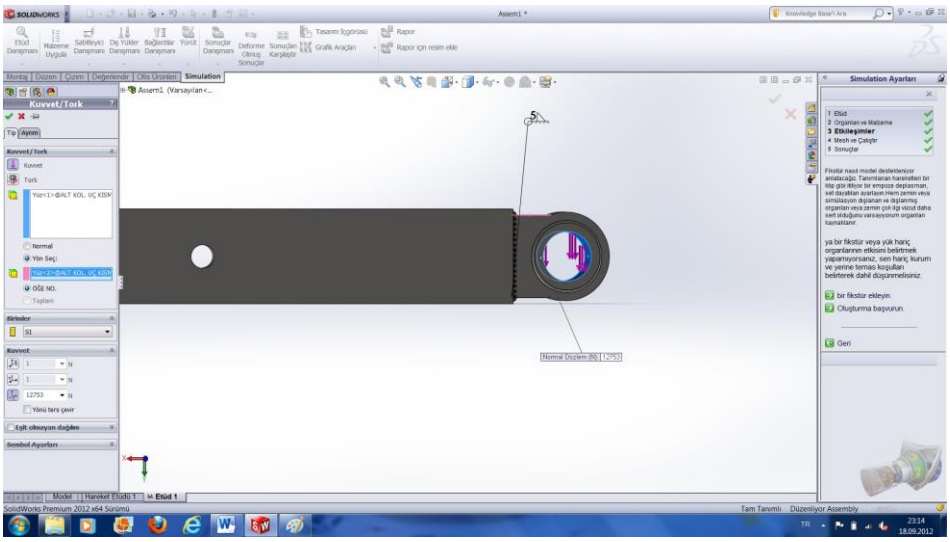
İkinci olarak fikstürler kısmında kolun nereden nasıl bir bağlantı şekli ile bağlı olduğu tanımlanmıştır.



Şekil 3.31. Alt kaldırma kolu bağlantı yerleri

Traktör bağlantı kısmında bağlantı sabit menteşe olarak, ara delik yani ayarlı kolun bağlı olduğu delikte de sabit menteşe tanımlaması yapılmıştır.

Üçüncü olarak alt kaldırma kolu üzerine gelen dış yükler belirlenmiştir. Kaldırma kolunun uç kısmına kaldırma kuvveti yönü seçilerek uygulanmıştır.

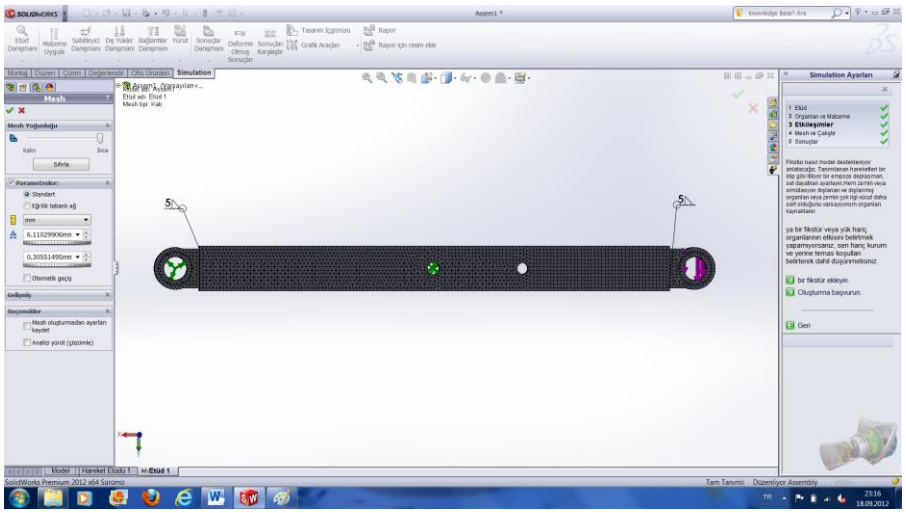


Şekil 3.32. Kaldırma kuvvetinin uygulanması.

Standart traktör verilerinde kaldırma kuvveti 2600 kgf olarak verilmektedir. Bu kuvvet, her iki kolda toplam olarak hesaplandığı için bu değer ikiye bölünerek 1300 kgf olarak kaldırma kuvveti uygulanmıştır. Solidworks Simulation programında kuvvet, Newton cinsinden girildiği için 12753 N kaldırma kuvveti etki ettirilmiştir.

Üçüncü olarak alt kaldırma kolu ağ yapısı (mesh[1]) belirlenir. Burada ağ yapısı tüm parçalar için küçük yapı elemanlarına bölünmüştür.

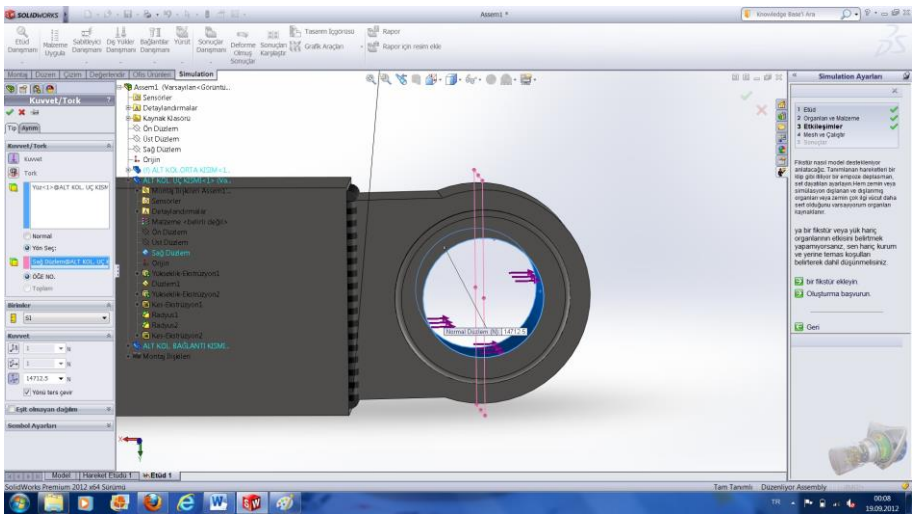
[1] Dilimizde örgü ya da ağ denen Mesh, bir cismin eğri yüzeylerini olabildiğince az hatayla tanımlayabilmek için bir araya gelmiş küçük, düz çokgen yüzeylerin oluşturduğu bütünleşik yüzey grubudur. Ağın gözeneklerinin sıklığı, yüzey eğriliğinin daha hassas tanımlanabilmesini sağlar (Anonim, 2012).



Şekil 3.33. Kolun Mesh edilmesi

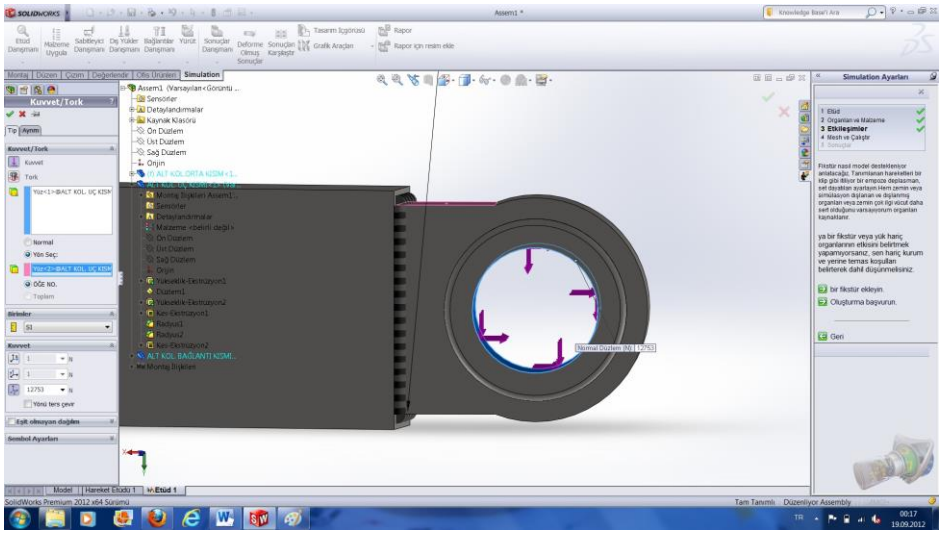
Son olarak program çalıştırılarak, parça analizi tamamlanmıştır.

Analiz, sadece çeki kuvveti yüklenerek de yapılmıştır. Kaldırma kuvveti analizindeki tüm işlemler tekrarlanmıştır, yalnız çeki kuvveti traktör gidiş yönüne ters yönde etki ettirilmiştir. Çeki kuvveti hesap yöntemi ile bulunmuş ve bir alt kola gelen çeki kuvveti 5617,5 N olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.34. Çeki kuvvetinin alt kola yüklenmesi.

Son olarak analiz hem kaldırma kuvveti hem de çeki kuvvetinin bir arada olduğu durum için yapılmıştır.

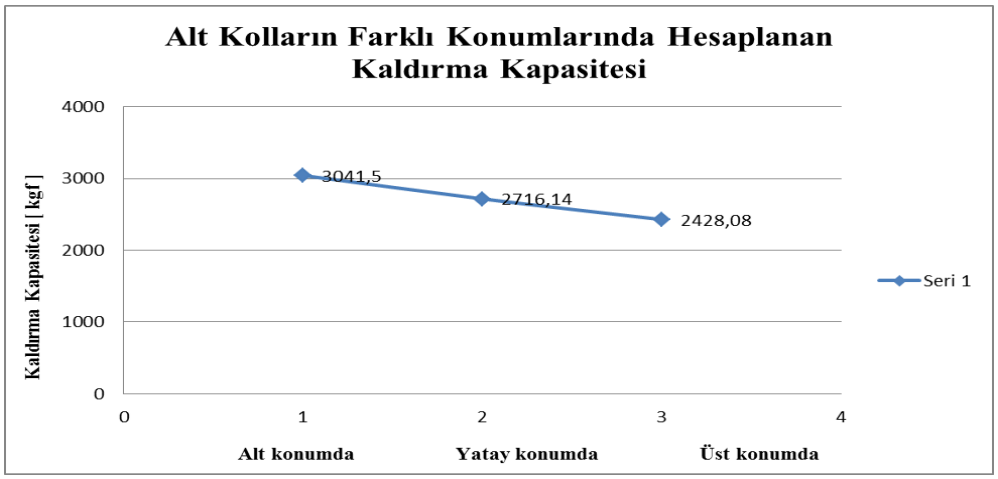


Şekil 3.35. Alt kola kaldırma kuvveti ve çeki kuvvetinin etki ettirilmesi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kaldırma Kapasitesi Hesabı

Üç nokta askı düzeninin değişik konumlarındaki kaldırma kapasiteleri hesaplanmıştır. Hesaplanan kaldırma kapasiteleri aşağıda grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Alt kolların farklı konumlarında kaldırma kapasitesi

Standart model traktörde, alt kaldırma kollarının yatay konumu için kaldırma kolları ucunda, kaldırma kuvveti 26645 N (2716,14 kgf) olarak hesaplanmıştır. Kaldırma kapasitesi, alt kaldırma kolu üst konumda iken 23820 N (2428,08 kgf), alt kaldırma kolu alt konumda iken 29838 N (3041,5 kgf) olarak hesaplanmıştır.

Standart model traktör için teorik olarak alt kaldırma kolu ucunda hesaplanan kaldırma kuvveti ile bu model traktörün katoloğunda kaldırma kolları ucunda verilen kaldırma kuvveti karşılaştırıldığında % 4,28 ‘ lik bir kayıp olduğu görülür.

Kayıp Oranı(%) = 1- (Kaldırma kapasitesi/Teorik kaldırma kapasitesi)

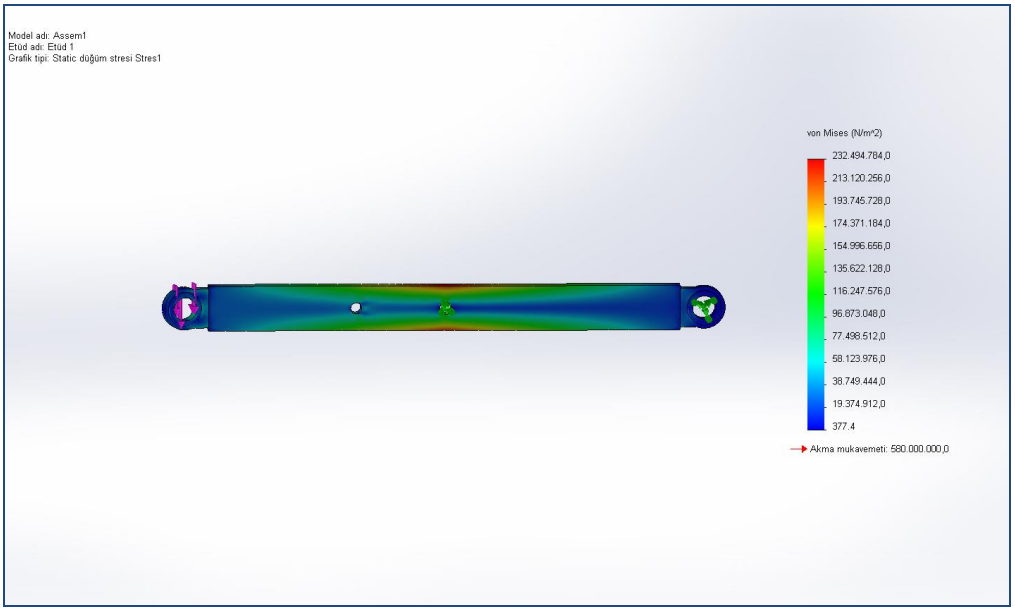
Kayıp Oranı(%) = 1- (2600 / 2716,14)

Kayıp Oranı(%) = 0.04276 (% 4,28)

4.2. Alt kaldırma kolunun solidworks simulation ile analizinde elde edilen veriler

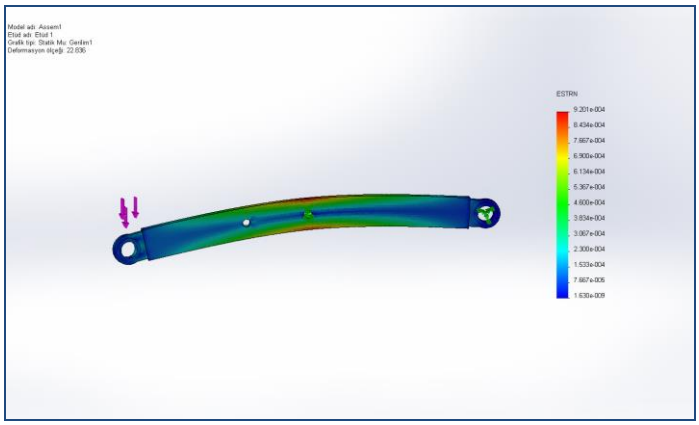
Alt kaldırma koluna kaldırma kuvveti etki ettirilmesi sonucundaki analiz sonuçları aşağıda verilmiştir:

Şekil 4.2' de statik düğüm stresi grafiğinde görüldüğü gibi en fazla gerilme ara deliğin olduğu kısmın dış tarafında oluşmaktadır. Gerilmenin değeri, 232,5 MPa ' dır.



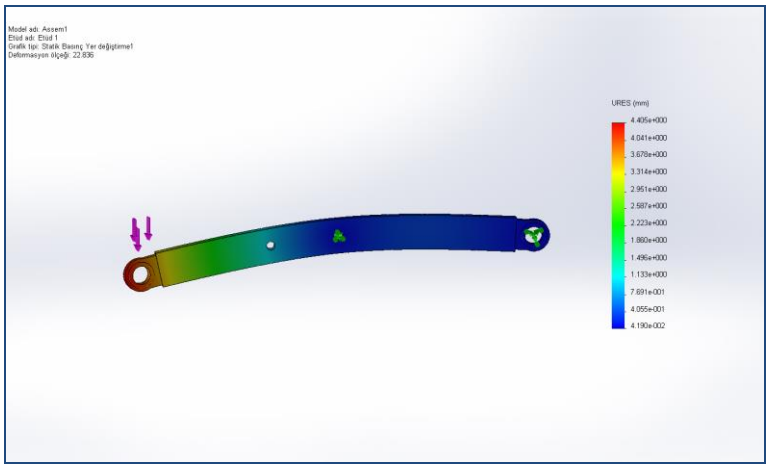
Şekil 4.2. Alt kaldırma kolu statik düğüm stresi (kaldırma kuvveti yüklendiğinde)

Alt kaldırma kolu gerilme grafiği aşağıda verilmiştir.



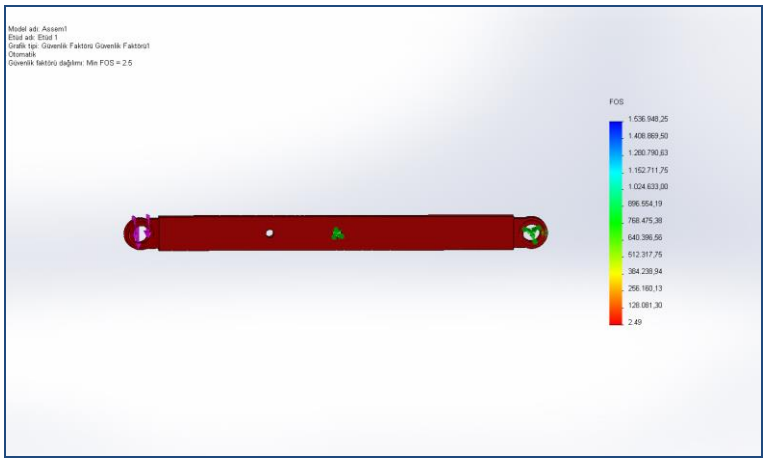
Şekil 4.3. Alt kaldırma kolu gerilmesi (kaldırma kuvveti yüklendiğinde)

Alt kaldırma kolu yer değiştirme grafiği Şekil 4.4’ te verilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere en fazla yer değiştirme olan yer kaldırma kolunun ucudur. Yer değiştirme değeri 4,4 mm’ dir.



Şekil 4.4. Alt kaldırma kolu yer değiştirmesi (kaldırma kuvveti yüklendiğinde)

Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü grafiği aşağıda verilmiştir. Grafiğe bakıldığında alt kaldırma kolunun en fazla zorlandığı yerin emniyet katsayısının 2,5 olduğu görülmektedir.

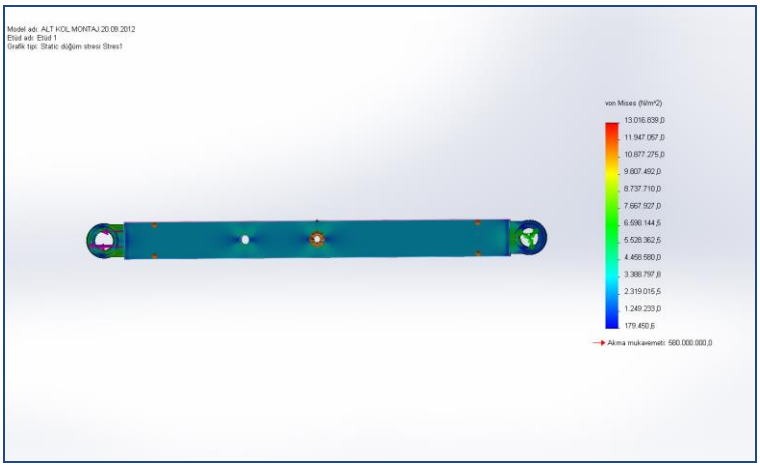


Şekil 4.5. Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü (kaldırma kuvveti yüklendiğinde)

Kaldırma kapasitesine göre alt kol analiz edildiğinde, alt kolun 2,5 kat emniyetli olduğu görülmüştür. Alt kolun yer değiştirmesi 4,4 mm , statik gerilmesi 232,5 MPa ‘ dır.

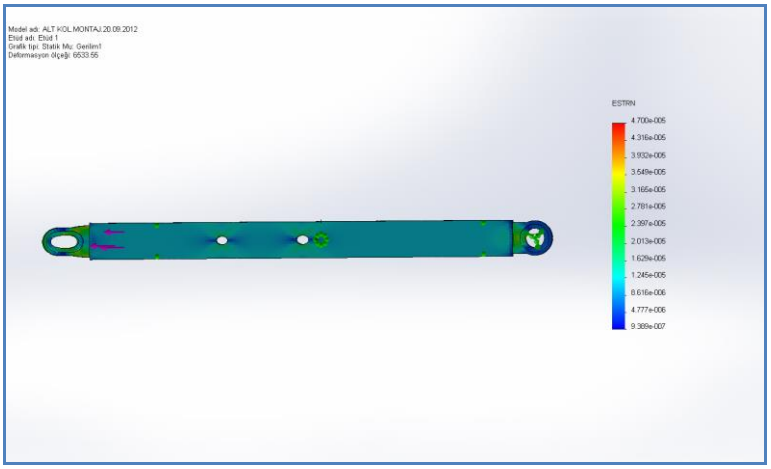
Alt kaldırma koluna çeki kuvveti etki ettirilmesi sonucundaki analiz sonuçları aşağıda verilmiştir:

Şekil 4.6’ da statik düğüm stresi grafiğinde görüldüğü gibi en fazla gerilme tarım aletinin takıldığı uçta iç çapta oluşmaktadır. Gerilmenin değeri, 13 MPa‘ dır.



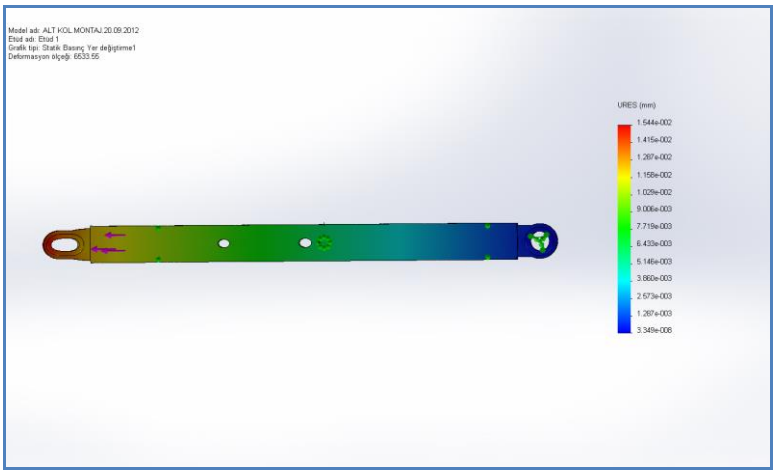
Şekil 4.6. Alt kaldırma kolu statik düğüm stresi

Alt kaldırma kolu gerilme grafiği aşağıda verilmiştir.



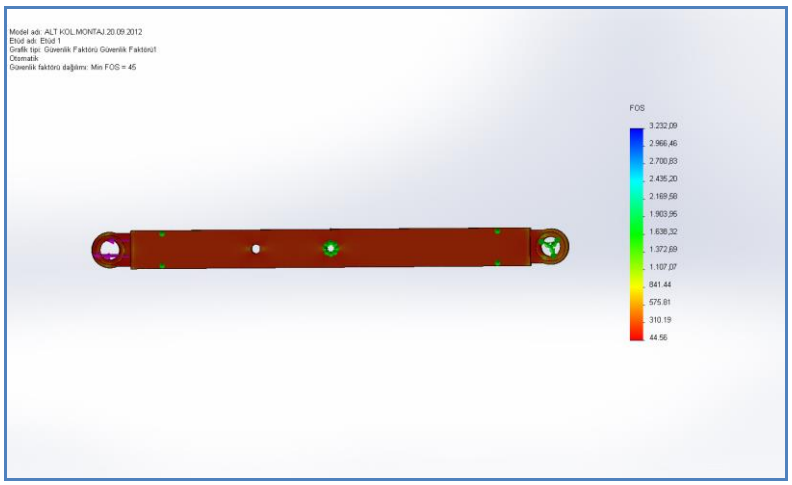
Şekil 4.7. Alt kaldırma kolu gerilmesi

Alt kaldırma kolu yer değiştirme grafiği Şekil 4.8’ de verilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi en fazla yer değiştirme olan yer kaldırma kolunun ucudur. Yer değiştirme değeri 0,015 mm’ dir.



Şekil 4.8. Alt kaldırma kolu yer değiştirmesi

Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü grafiği aşağıda verilmiştir. Grafiğe bakıldığında alt kaldırma kolunun en fazla zorlandığı yerin emniyet katsayısının 44 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Alt kaldırma kolu güvenlik faktörü

Alt kaldırma kolu üzerine gelen kuvvetler doğrultusunda yapılan analizlere bakıldığında;

Kaldırma kapasitesine, yani kaldırma kuvveti etkisi altında alt kol analiz edildiğinde, alt kolun 2,5 kat emniyetli olduğu görülmüştür. Alt kolun yer değiştirmesi 4,4 mm , statik gerilmesi 232,5 MPa‘ dır.

Hesaplanan çeki kuvveti etkisi altında alt kol analiz edildiğinde, alt kolun 44 kat emniyetli olduğu görülmüştür. Alt kolun yer değiştirmesi 0,015 mm, statik gerilmesi 13 MPa‘ dır.

5. SONUÇ

Sonuç itibariyle;

Kaldırma kapasitesi, yapılan hesaplamalar sonucunda alt kaldırma kolunun konuma bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Alt konumda kaldırma kapasitesi en fazla, üst konumda ise en az değerdedir. Üç nokta askı düzeni kaldırma kapasitesi, ülkemizde geçerli olan TS 660 standardına göre belirlendiği göz önüne alınmalıdır. Bu standartta kaldırma kapasitesi, alt kaldırma kollarının yatay konumda iken ölçülmekte ve traktör kataloglarında bu değerler kapasite olarak yazılmaktadır. Bundan dolayı, traktöre bağlanacak tarım alet ve makinalarının seçiminde, kaldırma kapasitesinin alt kaldırma kolunun konumuna göre değiştiği dikkate alınması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Hesaplanan kaldırma kapasitesi ile belirlenen kaldırma kapasitesi karşılaştırıldığında hesaplanan kapasitenin daha büyük, belirlenenin ise daha küçük olduğu görülür. Bu fark, üç nokta askı düzenin elemanlarının temas noktalarındaki sürtünmelerden dolayı oluşmaktadır. Bu sürtünmelerden dolayı meydana gelen kayıplar, kaldırma kapasitesi hesabı yapılırken dikkate alınmalıdır.

Alt kaldırma kolunun kaldırma kuvveti etkisinde 2,5 kat emniyetli olduğu, çeki kuvveti etkisinde ise 44 kat emniyetli olduğu görülmüştür. Kaldırma kuvvetinin etkisinin, çeki kuvvetinin etkisine göre çok daha fazla olduğu görülmüştür ve alt kaldırma kolu tasarımı yapılırken bu durum dikkate alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Acar A.İ., .Öztürk R., Güner M., 2011. Tarım Alet ve Makinaları. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayın No:1351, 65s, Eskişehir.

Akçasu S., Aralık 1963. Traktörlerde Hidrolik Kaldırıcılar. Mühendis ve Makina, Sayı 77, 5s, Ankara.

Anonim, 1986. TS 660, Üç Nokta Askı Düzeni-Tekerlekli Tarım Traktörlerinde, Hidrolik Kumandalı, Ankara.

Anonim, 2011. Hidrolik Kaldırıcılar.
http://www.aybeyhidrolik.com/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=79
(erişim tarihi, 20.01.2011).

Anonim, 2011. Yerli Yapım Hidrolik Kaldırıcı.
http://www.hemaendustri.com/tr/
(erişim tarihi, 15.05.2011).

Anonim, 2012. Üç Boyutlu Modelleme.
http://www.mwtrainer.bafex.de/acad%20files/ACAD8.HTM
(erişim tarihi, 18.06.2012).

ASAE, 1987. Standard S296.3: Uniform Terminology for Traction of Agricultural Tractors, Self Propelled Implements and Other Tractions and Transport Devices, Standarts. 34th Ed. American Society of Agricultural Engineer. St. Joseph, MI-49085-9659.

Ay İ.,2012. Hidrolik-Pnömatik Ders Notu, 32s, Balıkesir.
http://w3.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/hp/lecture3.pdf
(erişim tarihi, 14.02.2011).

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.

Erdoğan D., 2005. Tarım Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1548 Kitap No: 501s, 23s,30s-35s. Ankara.

Ereke M., 1987. Tarım Traktörlerinde Ön Aks Tahrikinin Önemi ve Yerli Traktörler için Bir Model. Mühendis ve Makine Dergisi Cilt :29 Sayı:331, 7s, Ankara.

Keçecioğlu G., Gülsoylu E., 1995. Yerli Yapım Bazı Traktörlerle Toprak İşlemede Optimum Traktör-Alet Kombinasyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Proje No: TOAG-980, 44-46s, İzmir.

Keçecioğlu G., Gülsoylu E., 2003. Traktör ve Tarım Makinaları Hidroliği. III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongre ve Sergisi, 61s-62s, İzmir.

Keçecioğlu G., Gülsoylu E., 2005. Tarım Traktörleri. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:565, 241s, İzmir.

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

Sümer, S.K., 2005. Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.

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.

7. EKLER

EK-1

Çizelge 1.1. Üç nokta askı düzeni ile ilgili boyutlar.

		Grup 1D		**Grup 1S**		**Grup 2**		**Grup 3**		**Grup 4A**		**Grup 4Y**	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
A B C D E F	ÜST ASKI NOKTALARI üst askı pimi çapı üst askı pimi delik çapı Kürevi mafsal genişliği Pim delikleri arası uzaklığı Bağlantı çatalı dış yüzeyleri Bağlantı çatalı iç yüzeyleri arasındaki uzaklık	18,92 19,3 76 44,5	19 19,51 44 69	18,916 19,3 76 44,5	19 19,51 44 69	25,27 25,7 93 52	25,4 25,91 51 86	31,5 32 102 52	31,75 32,25 51 95	44,2 45,2 140 65	45 45,5 65 132	44,2 45,2 140 65	45 45,5 64 132
G H J K	ALT ASKI NOKTALARI Alt bağlantı muylusu çapı Alt bağlantı muylusu delik çapı Kürevi mafsal genişliği Pim delikleri arasındaki uzaklık	21,79 22,4 34,8 39	22 22,73 35,0	21,79 22,4 34,8 39	22 22,73 35	27,79 28,7 44,8 49	28 29,03 45	36,4 37,4 44,8 52	36,65 37,75 45	49,7 51 57 68	50,8 51,5 57,5	49,7 51 57 68	50,8 51,5 57,5
L	PİM DELİĞİ Üst bağlantı pimi (yaylı emniyet pimi delik çapı) Alt bağlantı pimi (yaylı emniyet pimi delik çapı)	12 12	-	12 12	-	12 12	-	12 17	-	17,5 17,5	18,0 18,0	17,5 17,5	18,0 18,0
M N P R	Tarım aleti bağlantı çatı yüksekliği Alt askı noktaları uzaklığı Alt askı noktasından traktör uzunluk eksenine olan yanal uzunluk Alt askı noktasını yanal hareketi	360 (min) 400 ±1,5 218 50 -		460 (min) 683 ±1,5 359 100 (min)		510 (min) 825 ±1,5 435 125 (min)		560 (min) 965 ±1,5 505 125 (min9		686 1165 1168 610 130		1100 1168 1165 610 130	
M, W ve P boyutları özel tarım aleti kullanıldığında değiştirilebilir. Şekil 1.5’ te üç nokta askı düzeni boyutları gösterilmiştir. **Ölçüler mm dir.**													

EK-2

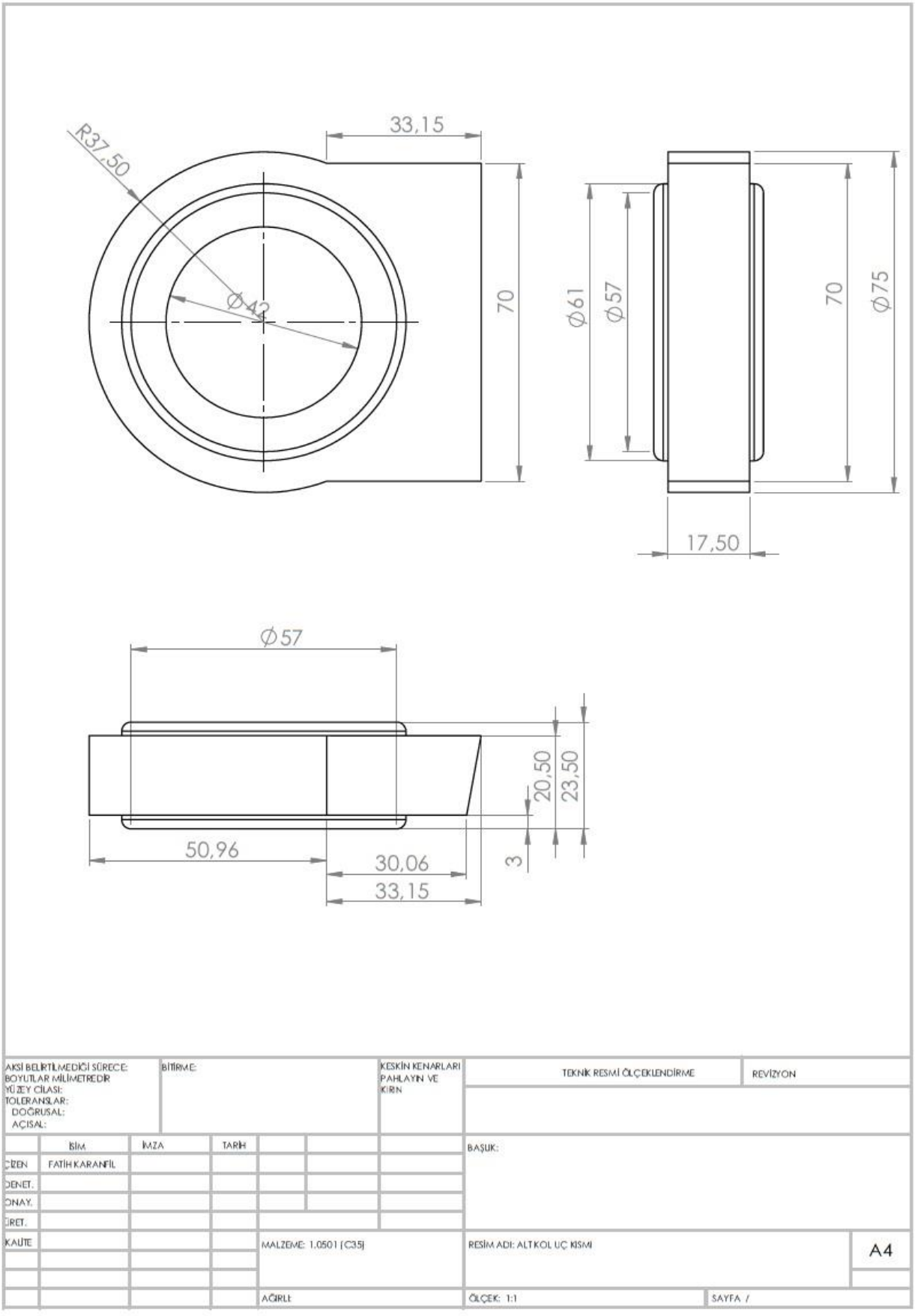
Çizelge 1.2. Üç nokta askı noktalarının çevre boşluğu ile ilgili boyutları

Sembol	**Sembolün Adı**	**Grup 1D**		**Grup 1S**		**Grup 2**		**Grup 3**		**Grup 4A**		**Grup 4 Y**	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Si	Her bir askı noktası muylusunun	45	-	45	-	55	-	55	-	-	65	-	65
S_2	Çevresinde oluşturduğu kürevi yarı çap	45	-	45	-	55	-	55	-	-	80	-	80
T	Alt bağlantı kolu yatay konumda, kuyruk mili ucuyla alt askı (noktası merkezi arasındaki mesafe	300	375	500	575	500	575	500	575	500	575	610	670
Ölçüler mm dir.													

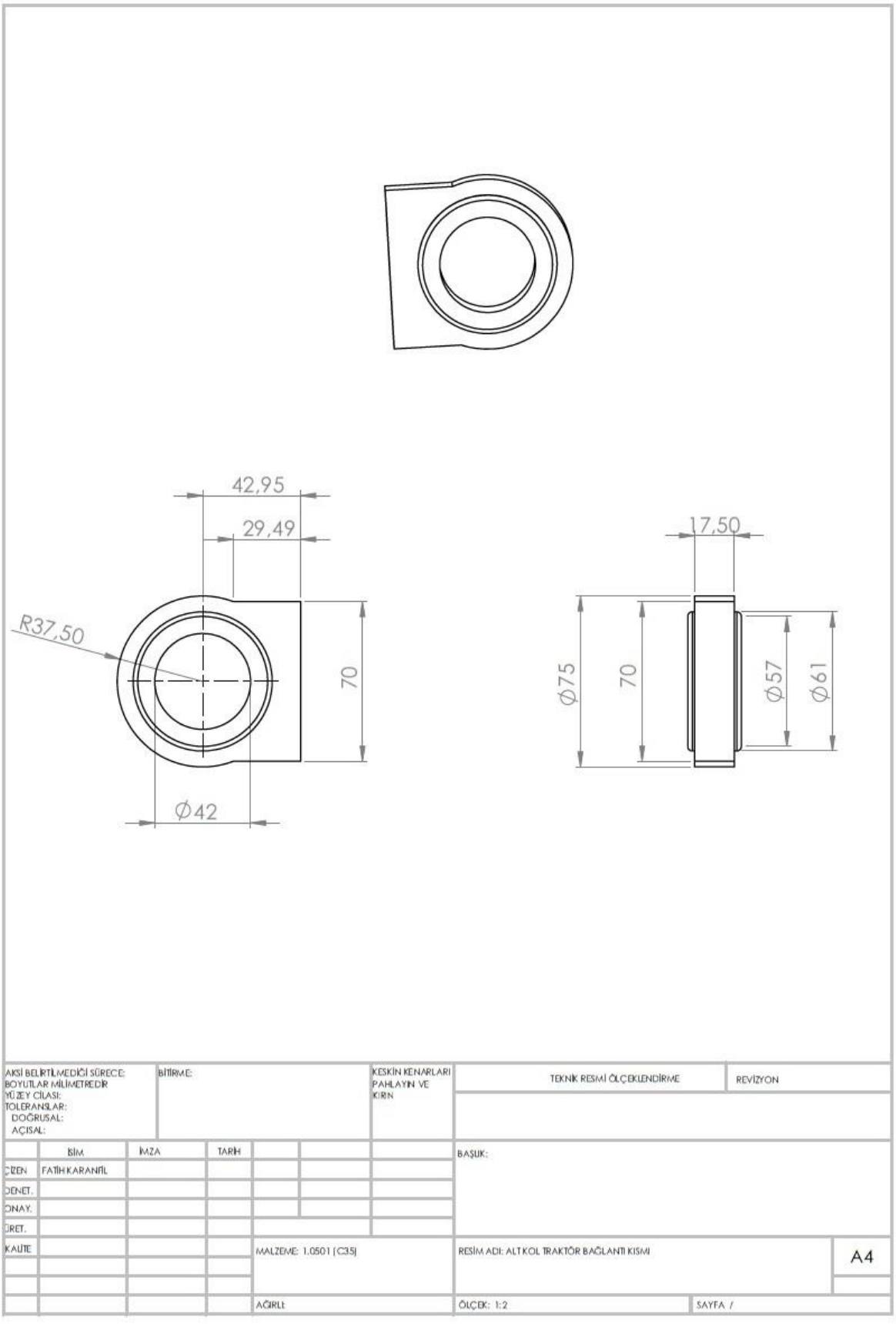
Çizelge 1.3. Kaldırma aralığı ve ayarları ile ilgili boyutlar.

Boyutlar	**Grup 1D**	**GruplS**	**Grup 2**	**Grup 3**	**Grup 4 A**	**Grup 4Y**
Alt askı noktaları aralığı (0.2.14)	200 (max)	200 (max)	200 (max)	230 (max)	230 (max)	230 (max)
Emniyet Pim Delik Mesafesi (0.2.15)	75 (min)	100 (min)	100 (min)	125 (min)	150 (min)	150 (min)
Kaldırma (0.2.16)	420 (min)	560 (min)	600 (min)	685 (min)	760 (min)	900 (min)
Taşıma yüksekliği (alt askı noktaları yatay konumda) (0.2.19)	600 (min)	820 (min)	600 (min)	1016 (min)	1200 (min)	1200 (min)
Tarım aleti bağlantı aralığı (0.2.20)	100 (min)	100 (min)	100 (min)	100 (min)	100 (min)	100 (min)
Tarım aleti bağlantı ayarı:						
- En üst konumda yükseklik	420	508 (min)	610 (min)	660 (min)	710	710
- En alt konumda yükseklik	200	200 (max)	200 (max)	230 (max)	255	255
Ölçüler mm dir.						

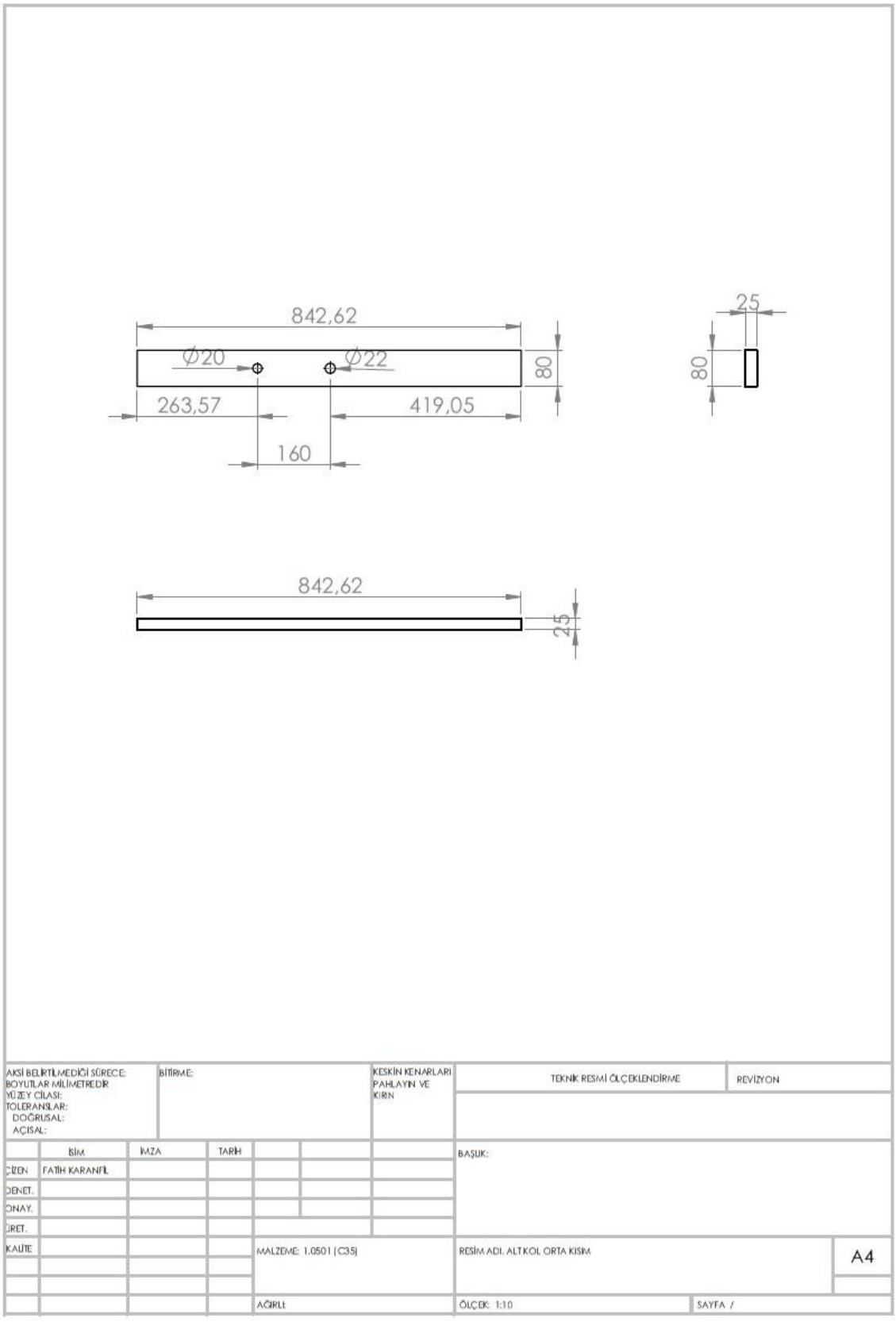
EK-3


33,15
R37,50
Ø42
70
Ø61
Ø57
70
Ø75
17,50
Ø57
20,50
23,50
50,96
30,06
33,15
3
AKSİ BELİRTİLMEDİĞİ SÜRECE:
BOYUTLAR MİLİMETREDİR
YÜZEY CİLASI:
TOLERANSLAR:
DOĞRUSAL:
AÇISAL:
BİTİRME:
KESKİN KENARLARI
PAHLAYIN VE
KIRIN
TEKNİK RESMİ ÖLÇEKLENDİRME
REVİZYON
İSİM
İMZA
TARİH
ÇİZEN
FATİH KARANFİL
DENET.
ONAY.
ÜRET.
KALİTE
BAŞLIK:
MALZEME: 1.0501 (C35)
RESİM ADI: ALT KOL UÇ KISMI
A4
AĞIRLI:
ÖLÇEK: 1:1
SAYFA /

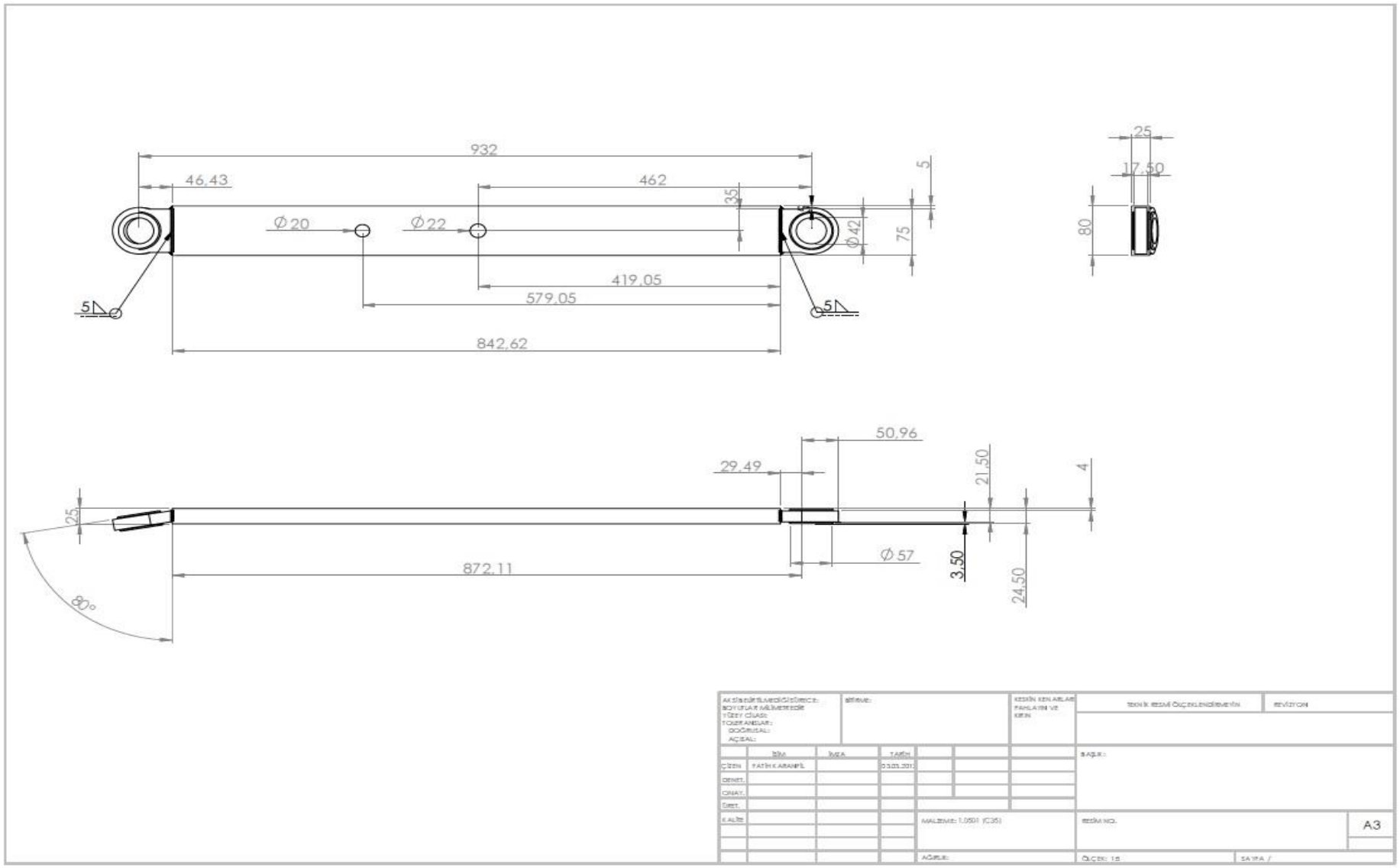
EK-4


42,95
29,49
R37,50
70
Ø42
17,50
Ø75
70
Ø57
Ø61
AKSİ BELİRTİLMEDİĞİ SÜRECE:
BOYUTLAR MİLİMETREDİR
YÜZEY CİLASI:
TOLERANSLAR:
DOĞRUSAL:
AÇISAL:
BİTİRME:
KESKİN KENARLARI
PAHLAYIN VE
KIRIN
TEKNİK RESMİ ÖLÇEKLENDİRME
REVİZYON
İSİM
İMZA
TARİH
ÇİZEN
FATİH KARANFİL
DENET.
ONAY.
ÜRET.
BAŞLIK:
KALİTE
MALZEME: 1.0501 (C35)
RESİM ADI: ALT KOL TRAKTÖR BAĞLANTI KISMI
A4
AĞIRLIK:
ÖLÇEK: 1:2
SAYFA /

EK-5


842,62
Ø20
Ø22
80
263,57
419,05
160
25
80
842,62
25
AKSİ BELİRTİLMEDİĞİ SÜRECE:
BOYUTLAR MİLİMETREDİR
YÜZEY CİLASI:
TOLERANSLAR:
DOĞRUSAL:
AÇISAL:
BİTİRME:
KESKİN KENARLARI PAHLAYIN VE KIRIN
TEKNİK RESMİ ÖLÇEKLENDİRME
REVİZYON
İSİM
İMZA
TARİH
ÇİZEN
FATİH KARANFİL
DENET.
ONAY.
İRET.
KALİTE
BAŞLIK:
MALZEME: 1.0501 (C35)
RESİM ADI. ALTKOL ORTA KISIM
A4
AĞIRLI:
ÖLÇEK: 1:10
SAYFA /

EK-6


932
46,43
462
35
5
Ø20
Ø22
Ø42
75
419,05
579,05
842,62
5
5
25
17,50
80
50,96
29,49
21,50
4
25
Ø57
3,50
24,50
872,11
80°
A3

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Edirne'de doğdu. İlk öğrenimini Edirne İstiklal İlkokulu'nda, orta öğrenimini I. Murat Ortaokulu'nda ve Edirne Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında Balıkesir Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2009 yılından beri Namık Kemal Üniversitesi'nde yüksek lisans yapmaktadır.

2007 yılında kısa dönem olarak askerlik görevini tamamladı. 2007-2008 yılları arasında Hema Endüstri A.Ş. Hidrolik Sistemler Fabrikası bünyesindeki Ticari Araç Direksiyon Fabrikası'nda üretim mühendisi olarak çalıştı. 2008 yılından beri Makine Mühendisleri Odası Çorlu Temsilciliği' nde Teknik Görevli olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.