

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil KOY

**YÜKSEKLİĞİ AYARLANABİLİR TRAKTÖR ÇEKİ DEMİRİ
TASARIMI VE İMALATI**

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

ADANA-2021

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YÜKSEKLİĞİ AYARLANABİLİR TRAKTÖR ÇEKİ DEMİRİ TASARIMI
VE İMALATI**

Halil KOY

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof.Dr. Ahmet İNCE
Yıl:2022, sayfa 75
Jüri : Prof.Dr. Ahmet İNCE
: Prof.Dr. Emin GÜZEL
: Prof.Dr. Sarp Korkut SÜMER

Bu çalışmada, traktör arkasına doğrudan monte edilebilecek, yüksekliği ayarlanabilir çeki aparatı tasarımı ve geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle traktör seyir halinde durdurulmadan, tarım römorku çeki oku, kabin içerisinden yukarı aşağı konumlandırılarak, eğim yukarı seyir halinde, traktör ağırlık merkezinin traktör arka akslara yöneltilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda çarpma etkili fren tertibatlı tarım römorklarında, eğim aşağı seyir halinde, frenleme sistemi devreye alınarak kontrollü bir ulaşım sağlanacaktır.

Bu hedef doğrultusunda aparatın tasarım parametreleri belirlenmiş ve tasarımı yapılmıştır. Tasarım için Solidworks 2021 programından yararlanılmıştır. Tasarımdan sonra imal edilen aparat, standart bir traktöre monte edilerek iki dingilli bir tarım römorkun ile denenmiştir.

Çeki demirinin, kabin içerisinden, traktör seyir halinde durdurulmadan, çeki oku traktörün ağırlık merkezine ve frenleme mekanizmasına etki edecek yüksekliğe getirebildiği saptanmıştır. Çeki oku yukarı konumda traktör yük transfer noktasına yüksekliği 7,5 cm olarak bulunmuştur. Çeki oku aşağı konumda traktör yük transferi noktasının 21 cm aşağısında ve çeki okunun ilerleme yönüne açısı 7,5° olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen aparatın, uygulamada traktörün boyut özellikleri göz önüne alınarak tasarım üzerinde yapılacak küçük düzenlemelerle kolaylıkla kullanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimele: Traktör Çeki Demiri, Çeki Demiri Yüksekliği, Tasarım

ABSTRACT

Msc THESIS

DESIGN AND MANUFACTURING OF HEIGHT ADJUSTABLE DRAWBAR FOR TRACTOR
--

Halil KOY

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY AND
TECNOLOGIES ENGINEERING**

Supervisor : Prof.Dr. Ahmet İNCE
Year:2022, pages 75
Jury : Prof.Dr. Ahmet İNCE
: Prof.Dr. Emin GÜZEL
: Prof.Dr. Sarp Korkut SÜMER

In this study, it was aimed to design and manufacture can be mounted directly, height adjustable drawbar. Thus, before the tractor is stopped in cruising the agricultural trailer hitch check, positioned up and down from the cabin, up the cruising, aiming to direct the tractor center of gravity towards the tractor rear axles.

The design parameters of the apparatus have been set and designed fort his goal. Solidworks 2021 program has been leveraged for design. The apparatus, manufactured after design, was traialled with a two-axle agricultural trailer, mounted on a standart tractor.

It has been determined that the drawbar can be brought to a height that will affect the tractor's center of gravity and braking mechanism, without stopping the tractor while driving. The height of the tractor load transfer point was found to be 7,5 cm in the up position of the drawbar. The drawbar is 21 cm below the load transfer point of the tractor in the down position and the angle of the drawbar to the forward direction is 7,5°.

As a result, it has been determined that the developed apparatus can easily be used with small adjustments to the design, considering the size properties of the tractor in the application.

Keywords: Tractor Drawbar, Drawbar Height, Desing

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Tarımsal üretimde, taşıma işlemi geniş bir uygulama alanına sahiptir. Taşıma işlemi, tarımsal işlemlerde genel olarak traktör ve römork kullanılarak gerçekleştirilir. Tarım alanlarında, iş kazalarının %60'ı taşıma işlemi sırasında eğimli arazilerde meydana gelmektedir.(Tarım Makinaları Bilimi Dergisi,2019) Kazaların nedenleri araştırıldığında, tarım arabasının seyir halinde kontrol kaybindan dolayı ve özellikle eğimli arazilerde devrilmelerden meydana geldiği görülmektedir. Yüklü tarım arabaları aşağı seyirde traktöre, eğim yönünde etki etmekte ve bu durumda traktörün kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bu durumda, çarpmalı fren sistemli tarım römorklarında, sistemi devreye alabilmek için traktör durdurulmaktadır. Eğim yukarı seyir halinde ise traktör, özellikle iki dingilli tarım römorkunun ağırlığından etkilenmekte ve traktör arka tekerleklerin zemin tutunması azalmaktadır. Tarımsal işletmeler, tekerleklerin zemin tutunmasını arttırmak için geliştirdikleri ve kullandıkları aparat ve yöntemler vardır. Geliştirilen aparat ve yöntemlerin genel amacı traktör ağırlık merkezinin, traktör arka akslarına yönlendirilerek, arka tekerleklerin zemin tutunmasını arttırmaktır. Zemin tutunması artan traktörün çeki gücü artar ve eğim yukarı seyir kolaylaşır. Tarımsal işletmelerin bu işlemi kolaylaştırmak için kullandıkları genel yöntem, tarım römorkunun çeki okunu, traktörün üç nokta askı sisteminden destek almaları ya da bağlamalarıdır. Ancak, üç nokta askı sisteminin kollarının traktör arka aksına olan uzaklığı, çeki demirinin uzaklığından fazla olduğundan, işlem esnasında traktör ön tekerleklerinin yer ile bağlantısı kesilir ve traktör kontrolü kaybolur. Traktör ve römork devrilmelerinin %59 bu sırada meydana gelmektedir. .(Tarım Makinaları Bilimi Dergisi,2019). Geliştirilen yöntemler aynı zamanda traktör ve römork arasında manevra kabiliyetini azalttığı ve uzun mesafeli ulaşımlarda traktörün kontrolünü zorlaştırdığı için tarımsal işletmeler tarafından tercih edilmezler.

Bu çalışmada, traktör arkasına doğrudan monte edilebilecek, yüksekliği ayarlanabilir çeki demiri tasarımı ve imalatı amaçlanmıştır. Böylelikle traktör seyir

halinde durdurulmadan, tarım römorku çeki oku, kabin içerisinde yukarı aşağı konumlandırılarak, eğim yukarı seyir halinde, traktör ağırlık merkezini traktör arka akslara yönltilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda çarpma etkili fren tertibatlı tarım römorklarında, eğim aşağı seyir halinde, frenleme sistemi devreye alınarak kontrollü bir ulaşım sağlanması amaçlanmıştır.

Bu hedef doğrultusunda çeki demirinin tasarım parametreleri belirlenmiş ve tasarımı çizimleri yapılmıştır. Tasarım için SolidWorks 2021 programından yararlanılmıştır. Tasarımdan sonra imal edilen çeki demiri, standart bir traktöre monte edilerek çalışması gözlemlenmiştir. İki dingilli bir tarım römorkun parametreleri ile karşılaştırılmıştır.

Sistemin çalışma prensibi, traktöre bağlanan tarım römorku çeki okunu, traktör seyir halinde iken kabin içerisinde yukarı aşağı konumlandırmasını sağlamaktır. Traktör, eğim yukarı seyir halinde iken çeki oku yukarı konuma getirilerek, traktör ağırlık merkezi arka akslara yönltilerek, traktörün zemin tutunmasını arttırmaktır. Eğim aşağı seyir halinde ise çeki okunu aşağı konumlandırarak, çarpma etkili frenleme sistemi devreye alınması sağlanmaktadır. Bu işlemler traktör durdurulmadan, kabin içerisinde yapılabilir. Çeki demiri, traktöre monte edilebilmesi için bir şase, şase içerisinde çeki oku bağlantısı yapılan ve konumlandırılmasını sağlayan bir kızak, kızak hareket ettiren iki adet pistonlardan oluşmaktadır.

Yapılan denemeler sonucu çeki demirinin, kabin içerisinde, traktör seyir halinde durdurulmadan, çeki oku traktörün ağırlık merkezine ve frenleme mekanizmasına etki edecek yüksekliğe getirilebildiği görülmüştür. Çeki oku yukarı konumda traktör yük transfer noktasına yüksekliği 7,5 cm olarak bulunmuştur. Çeki oku aşağı konumda traktör yük transferi noktasının 21 cm aşağısında ve çeki okunun ilerleme yönüne açısı $7,5^\circ$ belirlenmiştir.

Sonuç olarak, tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen çeki demirinin, uygulamada kullanılacağı traktörün boyut özellikleri göz önüne alınarak tasarım üzerinde yapılacak küçük düzenlemelerle kolaylıkla kullanılabileceği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında bilgilerini benimle paylaşan ve çalışmamı yönlendiren Sayın Prof. Dr. Ahmet İNCE 'ye teşekkür ederim. Her zaman beni sabırla destekleyen aileme teşekkür ederim. İmalat aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Melih Yavuz ÇEVİK 'e, Sayın Mertcan ERÇIKTI 'ya, Sayın Mahir BENLİ 'ye, Sayın Mehmet Ali AKYALÇIN 'a, Sayın Mutlu KESKİN 'e ve imalatı gerçekleştirdiğim Alpler Tarım Ziraat Aletleri A.Ş. firma yetkililerine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Tarımda Taşımacılık	1
1.2. Römork	2
1.2.1. Römorkların Parçaları.....	4
1.2.2. Frenler.....	7
1.3. Traktör.....	9
1.3.1. Traktörlerin Sınıflandırılması	10
1.3.2. Standart Bir Traktörün Görevleri	10
1.3.3. Standart Traktörler Ana Organları ve Görevleri.....	11
1.4. Traktör Çeki Sistemi	12
1.4.1. Traktör Çeki Sisteminin Parçaları	14
1.4.2. Tarım Alet ve Makinaların Traktör Çeki Sistemine Bağlanması ve Sökülmesi	15
1.4.3. Traktöre Bağlanan Ekipmanın Traktör Üzerinde Etkileri	17
1.4.3.1. Statik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden kuvvetler.....	17
1.4.3.2. Dinamik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler	18
1.4.3.3. Meyilli Arazide Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler	21
1.4.3.4. Traktör Güç Analizi	22
1.4.3.5. Traktör-Römork etkisi.....	25
1.4.3.6. Üç Nokta Askı Sisteminin Etkileri.....	26

1.5. Çalışmanın Amacı.....	29
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	31
3. MATERYAL VE METOT	35
3.1. Materyal	35
3.1.1. Traktör Seçimi	35
3.1.2. Römork Seçimi	36
3.1.3. Tasarım ve İmalat	37
3.2. Metot.....	37
3.2.1. Çeki Demirinin Traktör Üzerindeki Yerleşimi.....	39
3.2.1.1. Şasi	40
3.2.1.2. Kızak	42
3.2.1.3. Çeki Demiri.....	43
3.2.2. Hesaplamalar	44
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR.....	47
4.1. Hesaplamalar.....	47
4.1.1. Pistonlar	47
4.1.2. Bağlantı Mili.....	48
4.1.3. Cıvata Hesabı.....	49
4.1.4. Çeki Demirinin Traktör ve Römork Bağlantısına Etkisi	49
4.1.4.1. Çeki Demiri Yukarı Konumda	49
4.1.4.2. Çeki Demiri Aşağı Konumda.....	51
4.1.5. Çeki Demiri Teknik Resimler.....	52
4.2. İmalat	53
5. SONUÇ	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Traktör Genel Özellikleri	36
Çizelge 3.2. Traktör Üzerinden Ölçülen Değerler	36
Çizelge 3.3. Römork Özellikleri	37





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Traktör Çeki Demiri ve Traktör Üç Nokta Askı Sistemli Taşımacılık	1
Şekil 1.2.	Traktörler için Çeki Demiri ve Otomobiller için Çeki Topuzu	2
Şekil 1.3.	Bir ve İki Dingilli Tarım Römorku (Megeb,2016).....	3
Şekil 1.4.	Tek Akslı Römork ve Parçaları (Megeb,2016)	5
Şekil 1.5.	İki Dingilli Tarım Arabası Parçaları (Megeb,2016)	6
Şekil 1.6.	Römork Fren Sistemi (Megeb,2016).....	8
Şekil 1.7.	Kullanım Alanlarına Göre Traktör Çeşitleri (Megeb,2016).....	9
Şekil 1.8.	Arka Diferansiyelin Arka Alt Noktasına İmal Edilmiş Çeki Sistemi.....	13
Şekil 1.9.	Arka Diferansiyelin Arka Üst Orta Noktasında İmal Edilmiş Çeki Sistemi	13
Şekil 1.10.	Yüksekliği Ayarlanabilir Çeki Sistemi.....	14
Şekil 1.11.	Römork ve Traktör Bağlantısı	16
Şekil 1.12.	Statik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler	17
Şekil 1.13.	Dinamik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler.....	19
Şekil 1.14.	Meyil Yönünde Çalışma Sırasında Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler	21
Şekil 1.15.	Traktör-Römork Ağırlık Transferi	25
Şekil 1.16.	Traktör Üç Nokta Askı Sistemi Ölçüleri	26
Şekil 1.17.	Traktör Üç Nokta Askı Düzenine ait Boyut ve Açılar (Alt Bağlantı Kolları Yatay Durumda)	27
Şekil 1.18.	Üç Nokta Askı Sistemine Etki Eden Kuvvetlerin Analizi.....	28
Şekil 3.1.	Denemelerde Kullanılan Traktör	35
Şekil 3.2.	Denemelerde Kullanılan Traktöre Uyumlu Römork	36
Şekil 3.3.	Römork Özellikleri.....	37
Şekil 3.4.	Tasarım Aşamaları	38

Şekil 3.5.	Çeki Demiri Boyutlandırma Resmi	39
Şekil 3.6.	Çeki Demiri Tasarım Görüntüsü	40
Şekil 3.7.	Çeki Demiri Şasi	40
Şekil 3.8.	Şasinin Teknik Resim Görüntüsü	41
Şekil 3.9.	Kızak	42
Şekil 3.10.	Kızak Teknik Resim Görüntüsü	43
Şekil 3.11.	Çeki Demiri Görüntüsü	43
Şekil 3.12.	Çeki Demiri Teknik Resim Görüntüsü	44
Şekil 4.1.	Piston Görüntüsü	47
Şekil 4.2.	Piston Kapalı Uzunluğu	48
Şekil 4.3.	Piston Açık Uzunluğu	48
Şekil 4.4.	Bağlantı Mili	48
Şekil 4.5.	Bağlantı Mili Teknik Resim Görüntüsü	49
Şekil 4.6.	Çeki Demiri Yukarı Konumda Traktör ve Römork Bağlantı Teknik Görüntüsü	50
Şekil 4.7.	Çeki Demiri Yukarı Konumda Şematik Görüntüsü	50
Şekil 4.8.	Çeki Demiri Aşağı Konumda Traktör ve Römork Bağlantı Teknik Görüntüsü	51
Şekil 4.9.	Çeki Demiri Aşağı Konumda Şematik Görüntüsü	51
Şekil 4.10.	Çeki Demiri Aşağı Konumda Teknik Resim Görüntüsü	52
Şekil 4.11.	Çeki Demiri Yukarı Konumda Teknik Resim Görüntüsü	53
Şekil 4.12.	Parçaların Plazma Kesimi	54
Şekil 4.13.	Malzemelerin Isıl İşlem Uygulanarak Şekillendirilmesi	54
Şekil 4.14.	Çeki Demiri Şasi Ön Görünüş	55
Şekil 4.15.	Çeki Demiri Şasi Yan Görünüş	55
Şekil 4.16.	Çeki Demiri Şasi Arka Görünüş	56
Şekil 4.17.	Kızak Ön Görünüş	56
Şekil 4.18.	Kızak Yan Görünüş	57
Şekil 4.19.	Çeki Demiri Ön Görünüş	57

Şekil 4.20. Çeki Demiri İzometrik Görünüş.....	58
Şekil 4.21. Bağlantı Mili.....	58
Şekil 4.22. Pistonlar.....	59
Şekil 4.23. Piston Sabitleme Kelepçeleri.....	59
Şekil 4.24. Traktör Standart Çeki Demiri.....	60
Şekil 4.25. Traktör Standart Çeki Demiri Sökülmesi.....	61
Şekil 4.26. Aparat Şasinin Traktöre Bağlanması.....	62
Şekil 4.27. Pistonların Yerleştirilmesi.....	63
Şekil 4.28. Kızağın Bağlantı Mili ile Pistonlara Bağlanması.....	64
Şekil 4.29. Aparat Çeki Demirinin Kızağa Bağlanması.....	65
Şekil 4.30. Piston Hortumlarının Bağlanması.....	66
Şekil 4.31. Çeki Demiri Yukarı Konumu.....	67
Şekil 4.32. Çeki Demirinin Bütün Parçaları.....	68
Şekil 4.33. Çeki Demirinin Montajlanmış Resmi.....	69



1. GİRİŞ

1.1. Tarımda Taşımacılık

Tarım, geçmişten günümüze insanlığın en önemli geçim kaynağıdır. Tarımsal üretim toprağın işlendiği ilk aşamadan, ürünlerin işlenip tüketime sunulduğu son aşamaya kadar zorlu ve karmaşık bir süreçten oluşmaktadır. Bu zorlu süreç mekanizasyon yardımıyla kolaylaştırılmaya çalışılmaktadır. Günümüzde makinalar ile yapılan işlemler geçmişte insan ve hayvan gücü kullanılarak yapılmaktaydı. Tarımsal mekanizasyonun amacı, insan iş gücünü azaltarak iş verimini artırmaktır. Toprağın ekime hazır hale getirilmesi, ekim, dikim, hasat, harman gibi işlemler makine ile yapılmaktadır. Tarımda kullanılan alet ve makinaların tarım alanlarına taşınmasına ve üretilen ürünlerin tarım alanlarından işletmelere ulaştırılması işlemine Tarımda Taşımacılık olarak tanımlanır. Tarımda kullanılan alet ve ekipmanlar üç nokta askı sistemi veya çeki demirine bağlanarak ulaşımı sağlanmaktadır. (Şekil1.1)



Şekil 1.1. Traktör Çeki Demiri ve Traktör Üç Nokta Askı Sistemli Taşımacılık

Tarım alet ve makinelerinin bir kısmı traktör üç nokta askı sistemine bağlanarak kullanılmaktadır. Fakat ağırlıkları, iş genişlikleri ve hacimleri itibarı ile büyük olan bazı alet ve makinelerin üç nokta askı sistemine bağlanma imkânı bulunmamaktadır. Traktörle çekilerek taşımacılık yapılan ekipmanlar Tarım Arabası olarak adlandırılır. Tarım arabası, tarımda yük taşımak için kullanılan bir

ulaşım aracıdır. Bunlara örnek olarak; römorklar, su tankerleri, çekilir tip ilaçlama makineleri, çekilir tip merdaneler ve çekilir tip ekim makineleri verilebilir. Traktörlerin bir yıl içerisinde yaptığı toplam çalışmaların yaklaşık %65'i çeki işlemleridir. (Kadayıfçılar, 1993; Deligönül, 1989). Bu nedenle çeki sistemi traktörün önemli donanımlarından biridir. Tarım alet ve makinelerini veya bir römorku, traktöre bağlamaya yarayan kısma çeki demiri denir. Çeki demirinin kullanım amacına göre çeki topuzu ve çeki kancası olarak iki tipi mevcuttur. Çeki topuzu, otomobiller ve kamyonetler için uygundur. Çeki kancası ise; kamyonlar, tırlar, traktörler ve iş makineleri için uygundur. (Şekil 1.2)



Şekil 1.2. Traktörler için Çeki Demiri ve Otomobiller için Çeki Topuzu

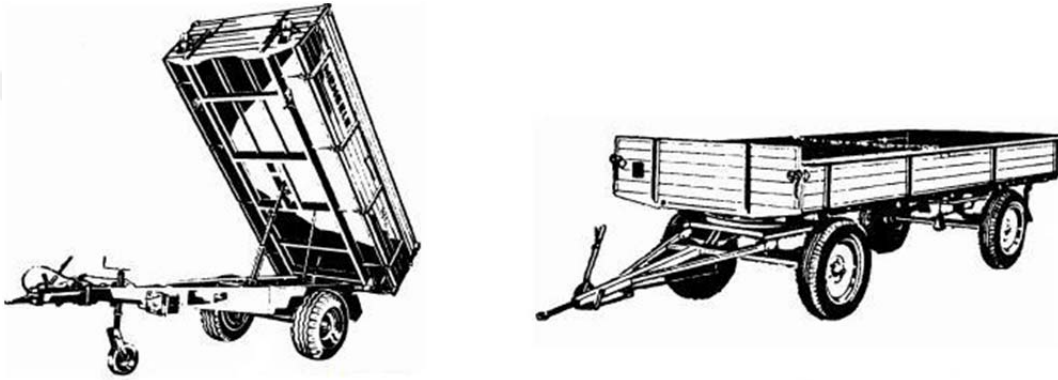
1.2. Römork

Tarımda yük taşımak için kullanılan lastik tekerlekli, bir veya iki akslı, traktörle çekilmek için çeki oku bulunan, en az bir aks üzerindeki tekerlekleri etkileyecek fren sistemi ile donatılmış tarımsal taşıma aracıdır. Tarım arabası kullanım alanlarına ve kullanma şekline göre sınıflara ayrılır. İyi bir römork çekilmesi kolay, normal hızlarda hareket edebilen römorktur. Tarımsal işletmelerde kullanılacak römorklar yeteri büyüklükte olmalı, yükleme kolaylığı için kasası fazla yüksek olmamalı, yan ve arka kapaklar yarım açık tutulabilmeli, iz genişliği traktöre uygun olmalı, dönme yarıçapı küçük olmalı, yan taraflara ve arkaya devirmeli (damper teşkilatlı) olmalı, emniyetli bir fren düzeni olmalıdır. (Saral 1980; Deligönül 1989; Saral ve Koyuncu 1993)

Römorkların Sınıflandırılması;

Römorklar kullanım ihtiyaçlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

- Dingil (Aks) Sayısına Göre (Şekil 1.3)
 - o Bir Dingilli (Bir Akslı)
 - o İki Dingilli (İki Akslı)



Şekil 1.3. Bir ve İki Dingilli Tarım Römorku (Megeb,2016)

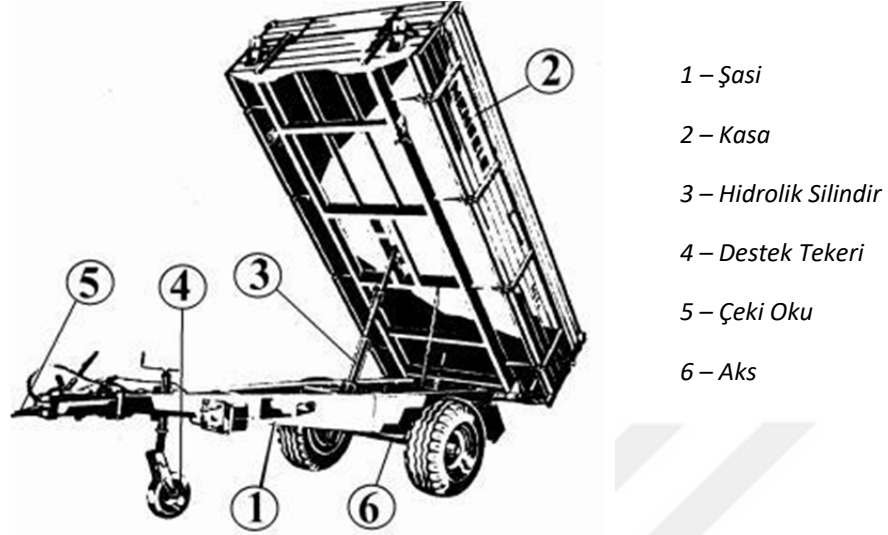
- Hidrolik Kaldırma ve Boşaltma Düzeni Olup Olmadığına Göre;
 - o Devirmeli (Damperli)
 - o Devirmesiz (Dampersiz)
- Devirme Durumuna Göre;
 - o Arkaya Devirmeli
 - o Yana Devirmeli
- Kasa Yapısına Göre;
 - o Ahşap Kasalı
 - o Sac Kasalı
- Faydalı Yüke Göre;
 - o Tek Dingillilerde; 2-2,5-3-4 Tonluk
 - o İki Dingillilerde; 2-2,5-3-4-5-6 Tonluk

- Dümenleme Sistemine Göre;
 - o Sabit Akslı Dümenlemeli
 - o Merkezden Döner Dümenlemeli
- Özel Kullanım Alanlarına Göre;
 - o Bir Akslı Gübre Dağıtma Römorku
 - o Otomatik Boşaltma Tertibatlı Sap, Saman Römorku
 - o Otomatik Boşaltma Tertibatlı Silaj Römorku
 - o Kompresörlü Şerbet Tankı

1.2.1. Römorkların Parçaları

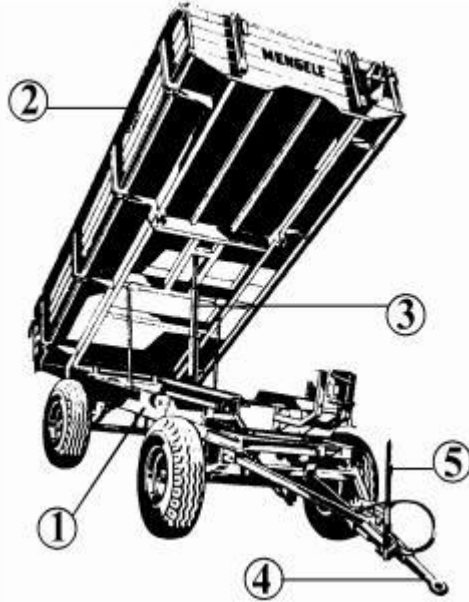
İki akslı ve tek akslı römorkların parçaları genel olarak aynıdır.

Tek akslı römorklar; şasi, kasa, hidrolik silindir, destek tekeri, çeki oku ve aks kısımlarından oluşur. (Şekil 1.4) İki arka tekerlek ve traktörün çeki kancası olmak üzere üç dayanak noktası vardır. Tarım arabalarının şaseleri öne doğru uzatılarak tek akslı tarım arabaları elde edilmiştir. Şasenin öne doğru uzatılması, ağırlığın büyük bir kısmının traktörün arka aksı tarafından taşınmasını zorunlu kılmıştır. Bu durum, olumlu yönde traktörün çeki kuvvetinin artmasına neden olmaktadır. Arka tekerleklere gelen yük çok fazla ağırlık transferlerine sebep olduğundan dümenlemeyi zorlaştırır. Hatta bu durum traktörün ön kısmının havalanmasına neden olmaktadır. Bu durumlarda traktörlerde ön ağırlık kullanılmalıdır. Genellikle bir akslı tarım arabalarında römork kasası hidrolik vasıtasıyla arkaya doğru devrilerek yükün boşaltılması sağlanır. Tek akslı römorklar yüklü iken önden tutulup kaldırılamaz. Bu sebepten dolayı römork boşken traktöre bağlanmalı ve sonra yüklenmelidir. Traktörün arka çeki demiri ile römork okunun kaldırılıp bağlanması en uygundur. Balya ve silaj makinesi gibi makinelerin arkasına tek akslı römork bağlamak sakıncalıdır. Bu durum makinenin fazla yüklenerek hasara uğramasına neden olur.



Şekil 1.4. Tek Akslı Römork ve Parçaları (Megeb,2016)

İki akslı römorklar; şasi, kasa, dümenleme tertibatı, makaslar, tekerlekler, elektrik tertibatı, frenlerden oluşmaktadır. (Şekil 1.5) Ön ve arka olmak üzere iki akstan oluşur. Römork ağırlığının tamamı kendi aksları üzerindedir. Bu durum da traktörün sadece çeki gücünden yararlanır.



1 – Şasi

2 – Kasa

3 – Hidrolik Silindir

4 – Çeki Oku

5 – El Freni

Şekil 1.5. İki Dingilli Tarım Arabası Parçaları (Megeb,2016)

Standart bir römorkun parçaları;

- Şasi; römorkun bütün kısımlarının üzerine bağlandığı ana çatı şasisidir. Tek akslı römorkların şasisi tek parçadır. Çift akslı römorkların ise genel olarak iki parçalıdır.
- Kasa; tahtadan veya saçtan olabilir. Tahtalar fırınlanmış, deliksiz, budaksız ve birbirine geçmeli olmalıdır. Dökme hububat ve gübre taşınabilecek şekilde yapılmaktadır. Yan kapakları birbirine bağlayan gerdirm zinciri ile bağlanmaktadır. Römorkların yan kapakları açılır şekilde imal edilmiştir.
- Dümenleme Sistemi; römorklarda iki çeşit dümenleme sistemi vardır.
 - Döner dümenleme sistemi; ön aks döner raylı sistem ile kasaya bağlanmıştır. Birbiri üzerinde sürtünme yüzeyi ile hareket eden iki ayrı çemberden yapılmıştır. Sarsıntı ve engebelerden ayrılmasını önlemek için emniyete alınmıştır. Dönme yarıçapı küçüktür.

- o Rotlu dümenleme sistemi; Römork önde iki noktadan desteklendiği için devrilme tehlikesi daha azdır. Buna karşılık dönme yarıçapı daha büyüktür.
- Makaslama; makaslar sarsıntıyı önlemeye yarar. Kasislerde ani yüklenmelerden kaynaklanan darbenin tesirini önleyerek dingil ve şasede herhangi bir çatlama, kırılma ve kopmanın meydana gelmesi önlenmiş olur.
- Tekerlekler; tarımda kullanılan tekerlekler özel yapılmıştır. Bozuk arazilerde yük taşıyacağından geniş ve düşük basınçlıdır.
- Elektrik Tertibatı; tarım arabalarında lamba prizi bir kablo ile traktörün arka prizine bağlanmaktadır. Sinyal, stop ve park lambaları bulunmaktadır.
- Frenleme sistemi

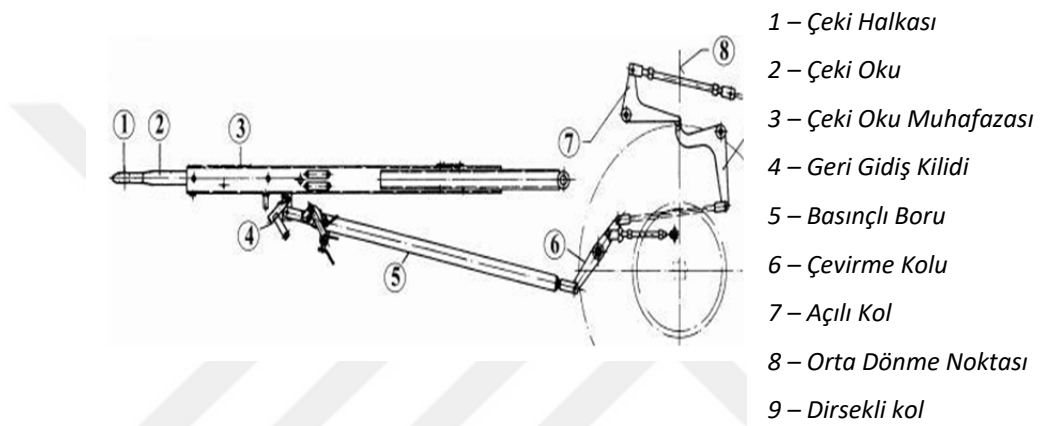
1.2.2. Frenler

Fren bir emniyet tertibatıdır. Özellikle tarım arabaları yüklü durumda çekilirken traktör freni, traktör ve tarım arabasını durduracak kapasitede değildir. Bu nedenle meydana gelebilecek kazaları önlemek için tarım arabalarında mutlaka fren tertibatı bulunmalıdır. Tarım arabalarında otomatik ve mekanik olmak üzere iki çeşit fren sistemi bulunur.

Römork şu durumlarda frenleme yapabilmelidir:

- Römork traktörle çekilirken traktörün frenine basıldığı zaman traktörle birlikte tarım arabası da frenleme yapabilmelidir. Buna yaklaşma freni denilmektedir.
- Tarım arabası yalnız başına bir yerde bırakıldığında olduğu yerde kendisini frenlemelidir. Buna park freni denilmektedir.
- Traktörle beraber seyir esnasında herhangi bir sebeple çeki kancasından kurtulan tarım arabası otomatik olarak kendi kendini frenlemelidir. Buna kopma freni denilmektedir.

Frenleme çeki okunun tesiri ile olmaktadır. Traktörü frenlediğimiz zaman tarım arabası ileri gitmeye çalışacak ve çeki okunun tesire ile traktör çeki kancasına yüklenecektir. Bu esnada çeki okunun baş tarafında bulunan yay sıkışacak ve tarım arabasının fren tertibatını harekete geçirecek olan kolu römorka doğru itecektir. Bu şekilde traktörle birlikte tarım arabası da frenlenmiş olacaktır. (Şekil 1.6)



Şekil 1.6. Römork Fren Sistemi (Megeb,2016)

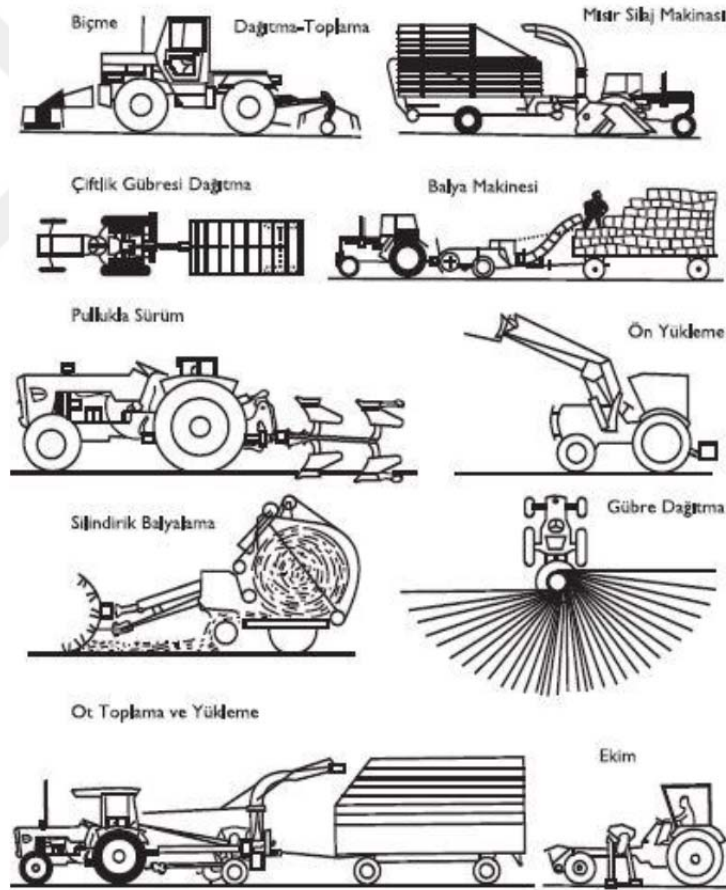
Geri manevralarda da bu işlem aynen meydana gelmektedir. Geri gitmeyi sağlayabilmek için çeki oku üzerinde bir kilit tertibatı vardır. Tertibat geri giderken kilitlenmeli ve ileri harekette tekrar eski durumuna getirmelidir.

Kopma freni, römorkun traktörden ayrılması durumunda %20'ye kadar olan eğimlerde, tarım arabasını frenleyerek durdurabilmelidir. Tarım arabası traktörden ayrıldığında çeki oku yere düşecektir. Okun bu hareketi fren çubuğuna tesirle frenlemeyi yapmaktadır. Frenleme, ok yere 15-20 cm kala gerçekleşmekte ve ok yere temas etmemektedir.

Park freni %20 meyilli yerlerde tarım arabasını sabit olarak tutabilmelidir. 20 km/saatten daha düşük hızla çekilen tarım arabalarında iki tekerleğin frenlemesi yeterlidir. Daha yüksek hızlarda çekilenlerde dört tekerleğin de frenlemesi gerekmektedir.(Megeb,2016)

1.3. Traktör

Traktör; tarım alanlarında kullanılan lastik tekerlekli, paletli ve her iki özelliğe de sahip, üzerinde bulunan içten yanmalı motor ile bir operatör tarafından kullanılan bir tarım makinasıdır. Traktör çekilerek iş yapılan, asılarak iş yapan ve çeşitli şekillerde traktörden hareket alan tarım alet ve makinaların oluşturduğu kombinasyonlarla iş yapar. Teknolojinin gelişmesiyle traktörler, çeki istemleri, askı sistemleri, hidrolik çıkış kontrolleri ve kullanım kolaylığı açısından birçok değişime uğramış ve bu değişimler sonucunda operatörlerin kullanım kolaylığı artmıştır. (Şekil 1.7)



Şekil 1.7. Kullanım Alanlarına Göre Traktör Çeşitleri (Megeb,2016)

1.3.1. Traktörlerin Sınıflandırılması

Tarım alanlarının büyümesi ve teknolojinin gelişmesiyle günümüzde traktörlerin sınıflandırılmasına sebep olmuştur. Traktör tarım alanlarının yanı sıra endüstri alanında da traktörlere olan ilgi artmıştır. Bu neden çalışma koşulları, kullanım amacı ve kullanım yerlerine göre çeşitli tip traktörler oluşmuştur. Bunlara göre traktör sınıflandırılması;

- Tekerlek Sistemine Göre Traktörler;
 - Palet Tekerlekli Traktörler
 - Lastik Tekerlekli Traktörler
- Kullanım Yerlerine Göre Traktörler
 - Standart Traktörler
 - Endüstriyel Amaçlı Kullanılan Özel Traktörler
 - Bağ-Bahçe Traktörleri
 - El Traktörleri (Tek Akslı Traktörler)

1.3.2. Standart Bir Traktörün Görevleri

Tarım alanlarında, standart tip traktörler kullanılır. Bu traktörlerle, tarım alanında ekimden hasada kadar her alanda kullanılır.

Yapılan İşlemler;

- Çekilerek Yapılan İşlemler; Yıl içerisinde ki toplam çalışma süresinin %80' ini çekilerek yapılan işler oluşturur. Toprak işleme esnasında 3 nokta askı sistemine takılan ekipmanlar, taşımacılıkta kullanılan tarım arabaları ve hasatta kullanılan ekipmanlar, traktörün çeki gücünü marifetiyle yapılan işlemlerdir.
- Kuyruk Mili ile yapılan işlemler; traktörlerin gelişmesiyle, traktör gücünü, traktöre bağlı ekipmanlara aktarmak mümkün hale gelmiştir. Bu işlem, traktör arkasında bulunan kuyruk mili ile yapılmaktadır. Toprak işlemede kullanılan

frezeler, gübrelemede ve ilaçlamada kullanılan makineler ve hasatta kullanılan makineler bu işlem sayesinde yapılmaktadır.

- Özel ekipman takılarak yapılan işlemler; traktöre sonradan monte edilmiş ekipmanlarla yapılan işlemlerdir. Bu işlemler tarım alanlarının yanı sıra endüstri amaçlıda yapılan işlemlerdir. Yüklemede kullanılan ön ve arka yükleyiciler ve orman alanlarında kullanılan çekme işlemleri bu işlem sayesinde yapılır.

1.3.3. Standart Traktörler Ana Organları ve Görevleri

Tarım alanında kullanılan standart traktörlerin üzerinde bulunan organlar ve parçalar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Motor; bütün taşıtlarda olduğu gibi traktörde de en önemli parçadır. Normal traktörler içten yanmalı 4 zamanlı motor kullanılır.
- Güç İletim Sistemleri
 - Volan (Kavrama); motordan alınan gücü diğer iletim organlarına iletmekte ve ayırmakta görevlidir.
 - Vites Kutusu (Şanzıman); volan üzerinden motordan gelen gücü, diğer hareket iletim organlarına, istenilen devir ve hızda iletilmesini sağlar.
 - Diferansiyel; traktör diğer araçlara göre daha dar açılarda dönebilen bir araçtır. Dönüş yönüne göre dıştaki tekerin içteki tekere göre daha fazla ve içteki tekerin daha az dönmesini sağlar.
- Hareket ve Dümenleme Sistemleri
 - Hareket Sistemleri; palet tekerlek veya lastik tekerlek tarafından gerçekleştirilmektedir.
 - Dümenleme Sistemleri; kullanılan traktöre tipine göre farklılıklar göstermektedir. Standart bir traktörde dümenleme sistemi, ön teker yönlendirmeli, akstan dümenlemeli sistem kullanılır.

- o Frenleme Sistemi; seyir halinde traktörün yavaşlamaması ve durması sağlayan sistemdir. 2 çeşit fren sistemi vardır, ayak freni ve el freni.
- Ekipmanlar ile İlgili Güç Çıkış Sistemleri
 - o Üç Nokta Askı Sistemi; asılarak veya yarı asılır şekilde bağlanarak çekilen ekipmanların, traktöre takılmasını sağlayan sistemdir. Sistem, traktör arkasında, iki yan kollar ve uzunluğu ayarlanabilir orta koldan oluşur. Bu sisteme bağlanan ekipmanlar, kabin içerisinde ki kol sayesinde, yukarı aşağı konumlandırılabilir.
 - o Traktör Arka Bağlantı Sistemleri (Çeki Sistemleri); üç nokta askı sistemine bağlanamayacak büyüklükte ki ekipmanların, çekilerek taşınması veya çalıştırılması için kullanılan sistemlerdir.
 - o Kuyruk Mili; traktöre bağlanan bazı ekipmanların, yaptıkları işler gereği, dışarıdan tahrik için güç alması gerekmektedir. (Megeb,2016)

1.4. Traktör Çeki Sistemi

Çekilerek çalıştırılan tarım alet ve makineleri ile römork, traktöre çeki kancası ve çeki demiri ile bağlanır. Traktörle çekilerek çalıştırılan tarım arabaları (römorklar) gibi makineler ekseni etrafında dönebilen bir çeki kancasıyla traktöre bağlanırlar. Bazı durumlarda da üç nokta bağlama düzeninin alt kollarına bağlanan delikli bir lama olan çeki demiri kullanılır.

Traktörlerde üç çeşit çeki sistemi bulunur. Bunlar; arka diferansiyelin arka alt orta noktasında imal edilmiş çeki sistemleri, arka diferansiyelin arka üst orta noktasında imal edilmiş çeki sistemleri ve yüksekliği ayarlanabilir çeki sistemleridir. (Megeb,2016)

Arka diferansiyelin arka alt orta noktasına imal edilmiş çeki sistemleri, konumu itibari ile zemine en yakın çeki sistemidir ve sabittir. Çeki demiri bağlantı noktası, traktör ağırlık merkezinin altında kalmaktadır. Uzun mesafeli ulaşımlarda ve manevra kabiliyetinin yüksek olduğundan tarım işletmelerinin en çok tercih ettiği çeki sistemidir. Bütün traktörlerde bulunmaktadır. (Şekil 1.8)



Şekil 1.8. Arka Diferansiyelin Arka Alt Noktasına İmal Edilmiş Çeki Sistemi

Arka diferansiyelin arka üst orta noktasında imal edilmiş çeki sistemleri, konumu itibari ile zemine en uzak çeki sistemidir ve sabittir. Çeki demiri bağlantı noktası, traktör ağırlık merkezinin üstünde kalmaktadır. Tarım işletmeleri, eğim yukarı seyir hallerinde ve römorkun bulunduğu zor koşuldan çıkarmak için kullanırlar. Traktör kontrolünü zorlaştırdığı ve manevra kabiliyeti az olduğundan tarım işletmeleri uzun mesafeli ulaşımlarda tercih etmezler. (Şekil 1.9)



Şekil 1.9. Arka Diferansiyelin Arka Üst Orta Noktasında İmal Edilmiş Çeki Sistemi

Yüksekliği ayarlanabilir çeki sistemleri, traktör eksenin üzerine arka diferansiyele monte edilmiş çeki sistemleridir. Yüksekliği, sistemde bulunan kol çekilerek manuel olarak ayarlanabilmektedir. Zemin yüksekliği alt tarafa imal edilmiş çeki sisteminden fazla ve üst tarafa imal edilmiş çeki sisteminden azdır. Kullanım şekillerine göre sökülüp takılabilir. Kullanım alanı genel olarak üst tarafa imal edilmiş çeki sistemi ile aynıdır. Son yıllarda üretilen traktörlerde bulunmaktadır. (Şekil 1.10)



Şekil 1.10. Yüksekliği Ayarlanabilir Çeki Sistemi

1.4.1. Traktör Çeki Sisteminin Parçaları

Traktörlerde değişik kullanım şartlarına göre alet ve makinelerin bağlanarak çekilebilmesi için çok sayıda bağlantı düzenekleri kullanılmaktadır. Traktör arka bağlantı düzenleri, çekilir tip aletlerin ve römorkların traktöre bağlanarak çekilmesi için kullanılmaktadır. Traktör çeki sisteminin parçaları iki grup altında incelenebilir

- Çeki sistemi traktörün arka diferansiyel kısmının tam alt orta noktasında denk gelecek şekilde yapılmış çeki sisteminin parçaları:
 - o Çeki kancası
 - o Çeki Kancası Bağlantı mili
 - o Çeki kancası emniyet pimi
 - o Çeki kancası bağlantı cıvataları
- Çeki sistemi traktör arka diferansiyel kısmının üst orta noktasına denk gelecek şekilde imal edilmiş çeki sistemi parçaları
 - o Çeki Konsolu
 - o Çeki konsol milleri
 - o Konsol mili pimleri
 - o Çeki saplaması

1.4.2. Tarım Alet ve Makinaların Traktör Çeki Sistemine Bağlanması ve Sökülmesi

Traktörün çeki sistemine bağlanacak tarım alet ve makineleri ile diğer ekipmanlar ya tek akslı ya da çift akslıdır. Bu nedenle bağlama ve sökme işlemlerinde bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Tarım alet ve makineleri traktörün çeki sistemine aşağıdaki şekilde bağlanmalıdır:

- Bağlantı yapılacak tarım alet ve makinesine traktör ile geri geri manevra yaparak yaklaşılmalıdır.
- Tek akslı tarım alet ve makinalarının ağırlıkları çeki okuna bindiği için el ile kaldırmak mümkün değildir. Bu işlem hidrolik yan kollara takılan çeki demiri, ok üzerinde bulunan ayarlı sabitleme destek kolu veya ilave kriko sistemi ile yapılır. Traktörle geri geri yaklaşırken bağlanacak ekipmanın çeki okunun yerden yüksekliği çeki kancasından fazla olacak şekilde kaldırılır ve tam kancanın üzerine geldikten sonra yavaşça bırakılarak kancaya takılır.

- Çift akslı ekipmanların çeki oku ön akstan bağımsız olarak kızak üzerinde oynak harekete sahip olduğundan takılması ve sökülmesi çok kolaydır.
- Çeki oku yeterli kalınlıkta (30 mm) bir pimle traktöre takılmalı ve yaylı kilitli pimle emniyet altına alınmalıdır.
- Kuyruk mili ile çalışan çekilir tip tarım alet ve makinelerinde (çekilir tip pülverizatör gibi) mafsallı şaft bağlantısı yapılmalıdır.
- Hidrolik bağlantısı bulunan çekilir tip tarım alet ve makinelerinde (römork gibi) hidrolik bağlantıları yapılmalıdır.
- Elektrik bağlantıları yapılmalıdır. Priz bağlantıları bulunan tarım alet ve makinelerinde bu bağlantılar dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Karayollarına çıkılmadan önce bu bağlantılar kontrol edilmelidir.

Bazı bağlantılar otomatik olarak yapılabilir. Bu sistemde bağlantı traktör kabininden ayrı olarak yürütülür. Ekipman bağlantısı için traktörden inmeden önce el frenini çekilerek motoru kapatılır. Traktörün arka çamurluğunda bulunan uzaktan kontrol kumandası ve traktör frenleri uygun şekilde aktifleştirilir. Sürücü kabinden inip ekipmanı görerek uzaktan kontrol kumandası ile bağlantıyı gerçekleştirir. Otomatik bağlantılar daha güvenli olup bağlama işlemini daha da kolaylaştırır. (Şekil1.11)(Megeb,2016)



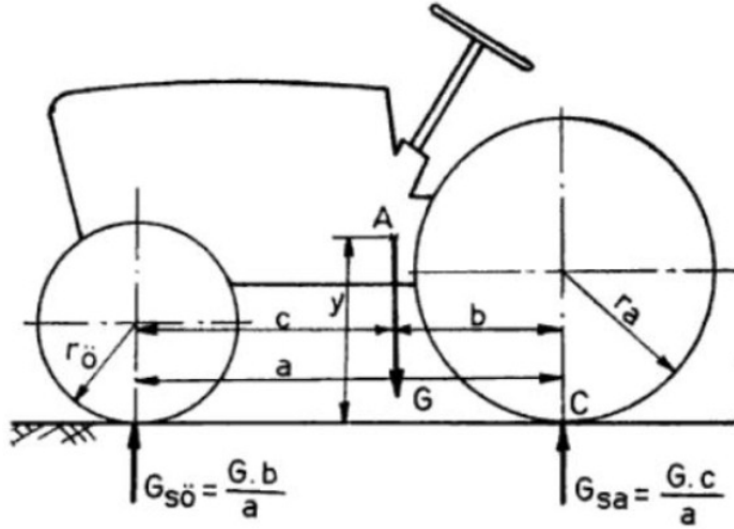
Şekil 1.11. Römork ve Traktör Bağlantısı

1.4.3. Traktöre Bağlanan Ekipmanın Traktör Üzerinde Etkileri

Traktöre bağlanan ekipmanlar, traktöre kuvvet uygulamakta ve bu kuvvete göre veya bağlantı şekline göre traktörün ağırlık merkezi ve çeki gücü değişir. Traktör mekaniği anlatırken referans olarak (Saraç A. , (1997) Tarım Traktörleri 2. Baskı) kitabı kullanılmıştır ve en yaygın olan arkadan tahrikli traktörler göz önüne alınmıştır. Ayrıca, çeki kuvvetinin yatay olduğu ve traktörün orta eksenine etki ettiği, düşey toprak reaksiyonlarının yönlerinin aks eksenlerinden geçtiği varsayılmıştır. Traktör üzerine etki eden kuvvetler statik, dinamik ve meyilli koşullarda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

1.4.3.1. Statik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden kuvvetler

Statik durum traktörün hareket etmediği durumdur. Bu nedenle hız ve traktörün geliştirdiği kuvvet sıfırdır. Statik durumda bir traktörün üzerine etki eden kuvvetler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. (Şekil 1.12)



Şekil 1.12. Statik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler

Şekilde görüldüğü gibi;

$$G = G_{s\ddot{o}} + G_{sa}$$

dir. Kuvvetlerin C noktasına göre momentleri alınır,

$$G \cdot b = G_{s\ddot{o}} \cdot a$$

İfadesi bulunur. Buradan

$$G_{s\ddot{o}} = \frac{G \cdot b}{a}$$

Kuvvetlerin B noktasına göre momentleri alınır,

$$G \cdot c = G_{sa} \cdot a$$

İfadesi bulunur. Buradan;

$$G_{sa} = \frac{G \cdot c}{a}$$

Yazılabilir.

G: Traktörün ağırlığı (N)

$G_{s\ddot{o}}$: Ön tekerleklere karşı statik düşey toprak reaksiyonu (N)

G_{sa} : Arka tekerleklere karşı statik düşey toprak reaksiyonu (N)

a: Ön ve arka arası mesafe (m)

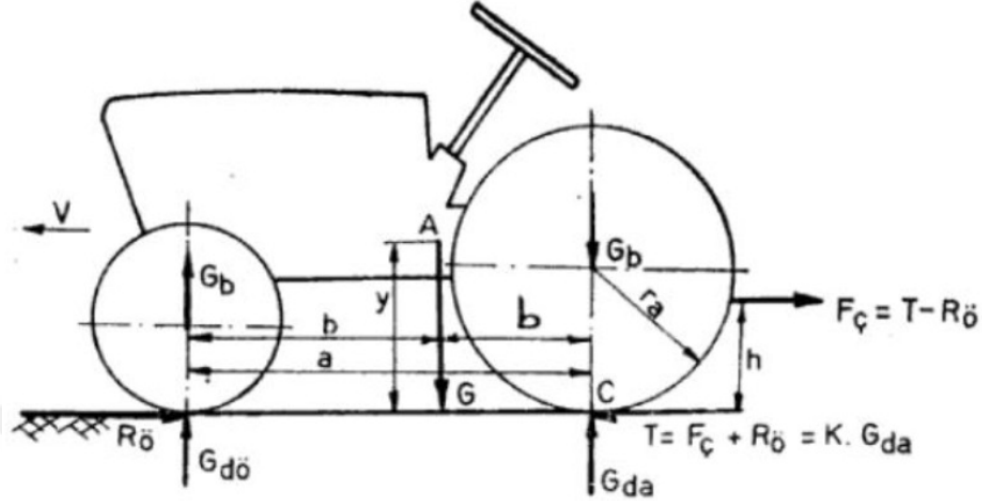
b: Ağırlık merkezinin ön aksa olan yatay uzaklığı (m)

c: Ağırlık merkezinin arka aksa olan yatay uzaklığı (m)

y: Ağırlık merkezinin toprak seviyesine olan düşey uzaklığı (m)

1.4.3.2. Dinamik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler

Dinamik durum traktörün hareket halindeki durumdur. Bu durumda traktörün belirli bir v hızı ve traktör tarafından geliştirilen işletici ve çeki kuvveti söz konusudur. Aşağıdaki şekil dinamik dinamik durumda etki eden kuvvetleri göstermektedir. Normalde dinamik durumda araçlara etki eden ivmelenme ve rüzgâr kuvvetleri vardır. Fakat traktörler işletim şartlarında kuvveti göz ardı edilebilir.



Şekil 1.13. Dinamik Durumda Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler

Çalışan bir motordan elde edilen moment, transmisyon sistemi üzerinden muharrik tekerleklerle ulaştığında tekerlek çevresinde bir çevre kuvveti oluşturur. Çevre kuvvetinin, traktörün hareketini sağlayan topraktaki tepki kuvvetine işletici kuvveti adı verilir. Arka muharrik aksa gelen yük, tekerlekleri toprağa bastırırken, sürtünme ile tekerleklerin toprağa tutunması sonucunda oluşan tutunma kuvveti, hem traktörü ileri hareket ettirir ve hem de makinaların çekilmesini sağlar.

Dinamik durumda traktör üzerine etki eden kuvvetleri gösteren şekilden yararlanarak aşağıdaki eşitlikler yazılabilir;

$$T = F_ç + R_ö$$

$$G = G_{da} + G_{dö}$$

Kuvvetlerin şekildeki C noktasına göre moment alınır;

$$G \cdot b = F_ç + G_{dö} \cdot a$$

$$G = \frac{G \cdot b}{a} - \frac{F_ç \cdot h}{a} = G_{sö} - \frac{F_ç \cdot h}{a}$$

$$G_{da} = G - G_{dö} = G - G_{sö} - \frac{F_ç \cdot h}{a} = G_{sa} + \frac{F_ç \cdot h}{a}$$

Bulunur. Bu eşitliklerde ve şekilde yer alan;

T: İşletici kuvveti (N)

F_c : Traktörün çeki kuvveti (N)

$R_ö$: Ön tekerleklerin yuvarlanma direnci (N)

G_{da} : Arka tekerleklerle karşı dinamik toprak reaksiyonu (N)

$G_{dö}$: Ön tekerleklerle karşı dinamik toprak reaksiyonu (N)

h: Çeki noktasının yerden yüksekliği (m)

a: Akslar arası uzaklık (m)

b: Ağırlık merkezinin arka aksa olan uzaklığı (m)

c: Ağırlık merkezinin ön aksa olan uzaklığı (m)

A: Traktör ağırlık merkezi

Eşitliklerde yer alan;

$$\frac{F_c \cdot h}{a} = G_b$$

İfadesinde G_b ye boyuna transfer kayması (yük transferi) adı verilir. Traktörün çalışması sırasında ön akstan arka aksa taşınan ağırlık miktarını gösterir. Birimi Newton (N)'dur.

Dinamik durumda ayrıca aşağıdaki eşitlikler yazılır;

$$U = F_c + R = T + R_a = G_{da}, k + f$$

$$T = G_{da} \cdot k$$

Bu eşitliklerde;

U: Tekerleklerle taşınan çevre kuvveti (N)

R: Traktörün hareketi için gerekli kuvvet (N)

Bu değer in kuvveti aşağıdaki eşitlikle bulunur;

$$R = R_ö + R_{öa} = G \cdot f$$

$R_ö$: Ön tekerleklerin hareketi için gerekli kuvvetler (N)

R_a : Arka tekerleklerin hareketi için gerekli kuvvetler (N)

G: Traktör ağırlığı (N)

k: Tutunma katsayısı

f: Traktörün yuvarlanma katsayısıdır.

Ön aksa binen yük sıfır olursa, traktörün ön tarafı şahlanır. Bu durumda, ön tekerlere karşı statik düşey toprak reaksiyonlarının değeri;

$$G_{d\ddot{o}} = G_{s\ddot{o}} - \frac{F_{\zeta} \cdot h}{a} = 0$$

Eşitliğinden yararlanarak bulunur. Şahlanmanın olmaması için;

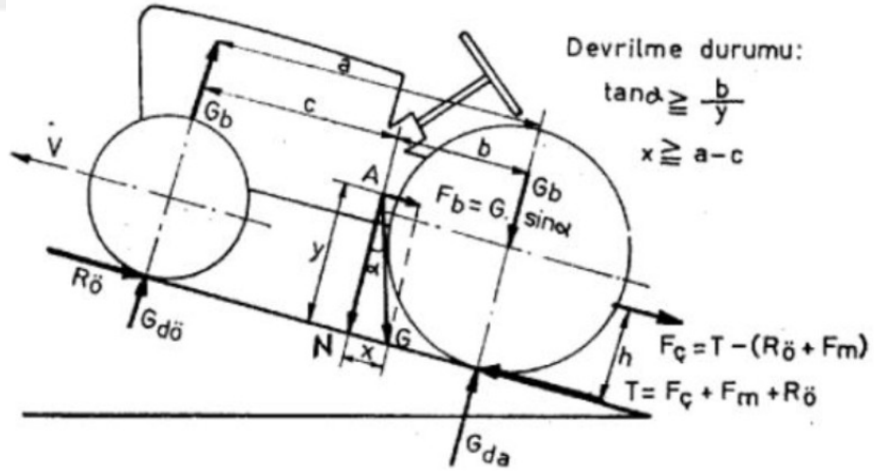
$$G_{d\ddot{o}} = \frac{F_{\zeta} \cdot h}{a}$$

$$F_{\zeta} \leq \frac{G_{s\ddot{o}} \cdot a}{h}$$

Olmalıdır.

1.4.3.3. Meyilli Arazide Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler

Meyil yönünde yukarı doğru çıkışta traktörün arkaya doğru şahlanarak devrilmesi söz konusudur. Bu çalışma şekli aşağıda verilmiştir



Şekil 1.14. Meyil Yönünde Çalışma Sırasında Traktör Üzerine Etki Eden Kuvvetler

Yukarıdaki şekilde G ile gösterilen traktörün ağırlığı iki bileşene ayrılmıştır. Burada, F_b ile gösterilen yatay bileşen traktörü arkaya doğru devirmeye çalışır. Değeri aşağıdaki eşitlikle bulunur;

$$F_b = G. \sin a$$

N ile gösterilen toprak yüzeyine dik olan bileşen, traktörü toprağa bastırmaya çalışır. Değeri, aşağıdaki eşitlikle bulunur;

$$N = G. \cos a$$

Bu eşitliklerdeki a açısına meyil açısı adı verilir.

Aşağıda verilen eşitsizliğin gerçekleşmesi durumunda, traktör şahlanarak devrilir.

$$\tan a \geq \frac{b}{y}$$

Eşitlikteki; b , y ve a uzaklıkları şekilde

- a: Traktörün ön aks ağırlığı
 - b: Traktör ağırlık merkezinin arka aksa olan mesafesi
 - y: Traktör ağırlık merkezinin yerden yüksekliği
- olarak belirlenmiştir.

Traktörün şahlanarak devrilmemesi için ağırlık merkezinin yerden yüksekliği olan y 'nin küçük b 'nin büyük olması gerekir.

1.4.3.4. Traktör Güç Analizi

Bir traktörün hareket edebilmesi için yuvarlanma (hareket) direnci, patinaj kayıp gücünü, varsa meyil çıkma direnci, motor, şanzıman, dişli kutusu ve diferansiyel kayıp güçlerini yenmesi gerekir.

Yuvarlanma (Hareket) direnci gücü;

Traktörün hareket etmesi sırasında ortaya çıkan direnç kuvvetlerden oluşur. traktör ağırlığına, tekerlek ile zemin arasındaki yuvarlanma direnci katsayısı ve traktörün ilerleme hızına bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$N_h = \frac{R_a + R_{\phi} \cdot V}{3600} = \frac{R \cdot V}{3600} = \frac{G \cdot f \cdot V}{3600}$$

Burada;

N_h : Yuvarlanma direnci gücü (kW)

R_{ϕ} : Ön tekerleklerin yuvarlanma hareketi için gerekli kuvvetler (N)

R_a : Arka tekerleklerin yuvarlanma hareketi için gerekli kuvvetler (N)

R : Traktörün eğimsiz arazide hareketi için gerekli kuvvetleridir (N)

V : Traktörün ilerleme hızı (km/h)

G : Traktör ağırlığı (N)

f : Traktörün yuvarlanma direnci katsayısıdır.

Yuvarlanma direnci, traktör lastik tekerleğinin esneyerek şekil değiştirmesi (deformasyon) ve toprağa batması ile ilgilidir. Lastik tekerleğin toprağa batma miktarı arttıkça yuvarlanma direnci artar, toprakla temas yüzeyi artarsa direnç azalır.

Çeki gücü

Traktörün çeki kancasından yararlanılan güçtür. Ve şöyle hesaplanır.

$$N_h = \frac{F_{\phi} \cdot V}{3600}$$

Burada;

N_{ϕ} : Traktör çeki gücü (kW)

F_{ϕ} : Traktörün çeki kancasındaki kuvvet (N)

V : Traktörün ilerleme hızıdır. (km/h)

Pulluğun çeki gücü, pulluğu çekmek için traktör bağlantı kollarında gereken güçtür. Bu güç, çalışma hızının bir fonksiyonudur. Traktörler motor güçlerinin yaklaşık olarak %'ını çeki gücü olarak geliştirirler. Bu durumda pulluğun tarlada çalışma sırasında belirlenen çeki kuvveti ve çalışma hızına bağlı olarak gereken güç aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir;

$$N_p = \frac{F_p \cdot V}{3600}$$

Burada;

N_p : Pulluk çeki gücü (kW)

F_p : Pulluk çeki kuvveti (N)

V : Traktörün ilerleme hızıdır. (km/h)

Efektif motor gücü

Traktör motorunun ana milinden elde edilen güçtür. Bu gücün değeri aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$N_e = \frac{V_0 \cdot U}{3600 \cdot \eta_m}$$

U : Çevre kuvveti (N)

V_0 : Traktör tekerleğinin çevre hızı (km/h)

η_m : Mekanik verim (%) değeri 0.85 alınabilir.

Dişlilerde meydana gelen kayıp güç

Motorun hareketinin tekerleklere iletilmesi, dişliler aracılığıyla olur. Gerek dişli kutusunda, gerekse diferansiyeldeki dişliler arasında meydana gelen dişli kayıplarının değeri, aşağıdaki eşitlikle bulunur;

$$N_{dk} = N_e - N_t = N_e (1 - \eta_m)$$

Burada;

N_{dk} : Dişlilerdeki güç kaybı (kW)

N_e : Traktör motorunun efektif gücü (kW)

N_t : Tekerleklere ulaşan güç (kW)

η_m : Mekanik verim (%) değeri 0.85 alınabilir.

Meyil çıkma gücü

Meyilli arazide, meyilden dolayı oluşan güçtür. Değeri eşitlikle bulunur;

$$N_m = \frac{G \cdot \sin a \cdot V}{3600}$$

Burada;

N_m : Meyil çıkma gücü (kW)

G: Traktörün ağırlığı (N)

a: Meyil açısı (°)

V: Traktör ilerleme hızıdır. (km/h)

Toplam olarak traktör işletim sırasında güç

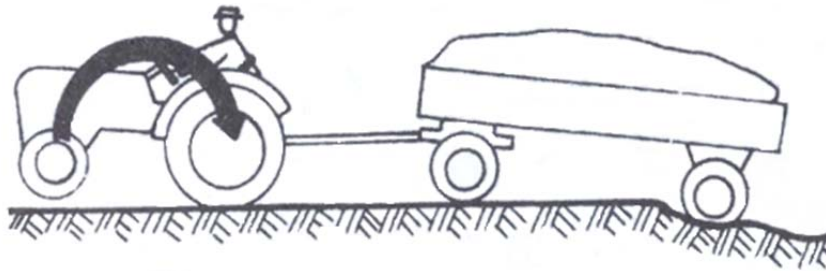
$$N_T = N_h + N_\zeta + N_e + dk + N_m$$

Gibi gösterilir.

1.4.3.5. Traktör-Römork etkisi

Traktör arkasında bulunan iş makinesini çekerken, ön tekerleklerden arka tekerleklerle aktarılan ağırlığa transfer ağırlık denir. Bunun sonucunda, ön tekerleklerin zemin kuvveti azalır, arka tekerleklerin zemin kuvveti ise artar. Ön tekerleklerin zemin kuvvetinin sıfır olduğu konumda, ön tekerlekler yukarıya kalkar (şaha kalkma). Bu durumun oluşmaması için; (Şekil 1.15)

$$B_{a\ddot{o}} > 0,2 \cdot G$$

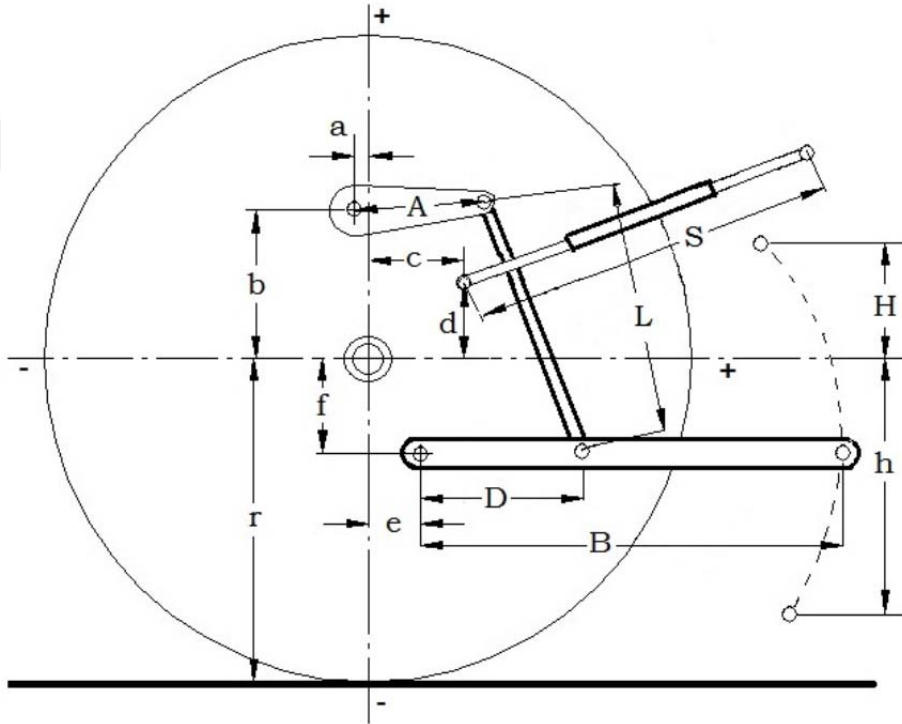


Şekil 1.15. Traktör-Römork Ağırlık Transferi

1.4.3.6. Üç Nokta Askı Sisteminin Etkileri

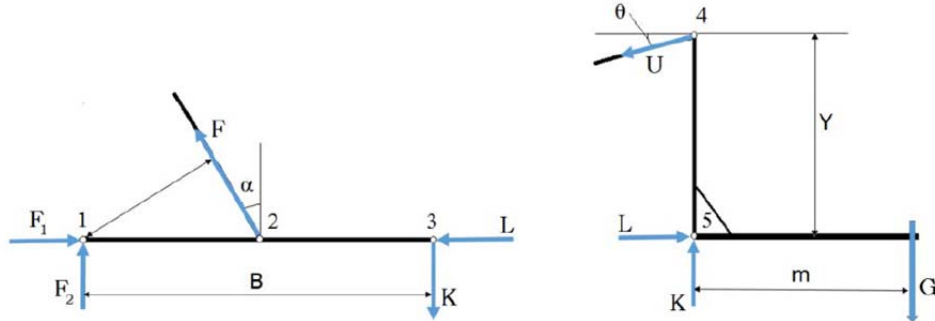
Traktör arka aksına gelen ağırlık yeterli olmadığında, ağır çeki işlerinde, traktör çeki gücü yetersiz gelmektedir. Bu prensibe dayanarak üç nokta askı sistemi geliştirilmiştir.

Sistemin teknik ve çalışma boyutları Şekil 1.16' da verilmiştir; (Gülsoylu, E. , 2016)



Şekil 1.16. Traktör Üç Nokta Askı Sistemi Ölçüleri

- A: Kaldırma Kolları Uzunluğu (26 cm)
- B: Alt Bağlantı Kolları Uzunluğu (97 cm)
- S: Üst Bağlantı Kolu Uzunluğu (Ayarlanabilirdir.)
- D: Kaldırma çubuğu bileşim noktasının, alt bağlantı kolu bağlantısına olan uzaklığı
- L: Kaldırma çubukları uzunluğu (Ayarlanabilirdir.)



Şekil 1.18. Üç Nokta Askı Sistemine Etki Eden Kuvvetlerin Analizi

Kaldırma kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacak kuvvet değerlerini incelemek için üç nokta askı düzeni iki bölüme ayrılarak analiz edilmiştir. Bölümlerden birincisi traktör alt bağlantı kolunda makine bağlı değilken, ikincisi ise makine bağlı olarak incelenmiştir. Her iki bölüm için yapılan değerlendirme üst bağlantı kolu ile birlikte ele alınmıştır. Kollara etki eden kuvvetler şekil 1.18' de verilmiştir.

Şekil 1.18. Sağ taraftaki kuvvetler ele alındığında;

$$G + U \cdot \sin \theta = K \quad (1)$$

yazılabilir. Burada (G) kaldırılacak yük, (U) üst bağlantı kolundaki kuvvet, (θ) üst bağlantı kolunun yatayla yaptığı açı ve (K) alt bağlantı kolları ucunda ölçülen kaldırma kuvvetidir.

5 noktasına göre moment alınırsa;

$$Y \cdot U \cos \theta = G \cdot m \quad (2)$$

Olur. Eşitlik şekilde 2'de; (m) makine ağırlık kuvvetinin alt bağlantı kolu ucuna olan uzaklığını ifade etmektedir.

1 noktasına göre moment alınacak olursa;

$$F \cdot x = K \cdot B \quad (3)$$

Olmalıdır. Eşitlik 3 de; (F) kaldırma çubuğundaki kuvvet, (x) kaldırma çubuğunun alt bağlantı kolu bağlantı noktasına olan dikey uzaklığı, (B) alt bağlantı kolu uzunluğunu göstermektedir.

K ve U kuvvetleri elimine edildiğinde eşitlik;

$$G = \frac{F \cdot x}{B(1 + \frac{m \cdot \tan \theta}{Y})}$$

Şeklini alacaktır.(Gülsoylu,2016)

1.5. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, tarımsal işletmelerin taşıma işlemi esnasında karşılaştıkları durumlar ele alınmıştır. İşletmeler, tarım arazilerinde ve seyir halinde traktörün çeki gücünü artırabilmek için kendileri tarafından geliştirdikleri ve kullandıkları sistem ve yöntemler vardır. Yöntemlerin genel amacı traktör ağırlık merkezini, arka akslara yöneltmektir. Yöneltmeyi sağlayabilmek için ise traktör üç nokta askı sistemi kullanılmaktadır. Üç nokta askı sisteminin yan kolları, arka aksa olan uzaklığı fazla olduğundan, traktör ön tekerleklerin zemin kuvveti azalır. Ön tekerleklerin zemin kuvveti sıfır olduğunda, ön tekerlekler havaya kalkar (şahlanır). Kazaların %59 bu durumda meydana gelmektedir. Kullanılan yöntem, römorku arazi koşullarından çıkartılması için kullanılmaktadır. Seyir halinde traktör kontrolü zorlaştırdığı ve manevra kabiliyetini azalttığı için uzun mesafeli ulaşımlarda tarım işletmeleri tarafında tercih edilmemektedir.

Yukarıda bahsedilen olumsuzlukları gidermek için bu çalışmada, tarım işletmelerin kullandıkları sistemler incelenerek, römorku bulunduğu zor koşuldan çıkaracak ve uzun mesafeli ulaşımlarda, traktör seyir halinde durdurulmadan, kabin içerisinden kontrol edilebilecek bir aparatın tasarım, imalatı ve geliştirilmesi amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tarımda taşımacılık, tarım arabası, üç nokta askı sistemi ve çeki demiri ile ilgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Öz (2005), yaptığı bu çalışmada, ege bölgesinde meydana gelen traktör kazalarının tarımsal iş güvenliği açısından değerlendirilmesi üzerine anket yapılmış ve yapılan anketin sonuçları karşılaştırmıştır. Kaza nedenleri arasında ilk sırayı az bir farkla da olsa devrilmenin aldığı göze çarpmıştır. Devrilme oranının yüksek olmasında çiftçinin traktörün devrilmesine etki eden faktörler arasında yeteri kadar bilgi sahibi olmamasının yanı sıra gençlikten kaynaklanan aşırı cesur davranışların etkili olduğu düşünülmüştür. Nitekim kazaların çoğunlukla 20-29 yaş grubu arasında yer alan çiftçiler tarafından gerçekleştirilmiş olması, devrilmenin yanı sıra çarpma ve çarpışma oranlarının da yüksek olması bu düşüncüyü desteklediğini nitelendirmiştir. Traktör ve beraberinde alet ve makinalar arasında tarım arabaları ile yapılan kazalar tüm kazaların %33'ü gibi büyük bir kısmının oluşturduğunu belirlemiştir.

Yıldırım (2014) yaptığı çalışmada Tokat ilinde traktör ve tarım makinaları kullanımından kaynaklanan iş kazalarının iş güvenliği açısından değerlendirmesini yapmıştır. İl genelinde kazaların yaklaşık %26'sının sabah, %19'unun öğle, %32'sinin öğleden sonra, %19'unun akşam ve %4'ünün de gece vakitlerinde olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kaza oluş şekline ait bulguları incelediğinde; Tokat il genelinde, çiftçilerin %49,14 oranıyla traktörle devrilme/takla atma/şarmpole yuvarlanma şeklinde kaza yaptığını gözlemlenmiştir. Bu tür kazalara daha yamaç köylerde veya eğimli arazilerde rastlamıştır. Yokuş aşağı veya yukarı çıkarken, yolun daralması, traktörü süren kişinin tecrübesizliği, tarla sınırları arasındaki yükseklik farkı, traktörün bakımsızlığından kaynaklanan fren sisteminin işlevi yapmaması ve sık frene basıldığında frenlerin tutmaması gibi nedenler bu şekilde kaza riskinin artmasında etkili olmuştur. Tokat il genelinde kazazedelerin yaklaşık %60 oranının traktör veya tarım alet ve makinalarını

kullanırken kaza yaptığını, %20,67 oranının traktör çamurluğunun üstü, operatör mahalli, tarım arabası içinde vb. şeklinde kurallara aykırı seyahat ederken kazaya maruz kaldığı gözlemlenmiştir. İl genelinde traktör ve tarım makinelerinden kaynaklanan kazaların oluş yerlerine göre de ilk sırayı tarlada çalışma, ikinci sırada diğer (hal, mezbaha, şehir yolu, tren yolu, vb.), aldığını belirtmiştir. Tarla ve tarla yolunda traktör ve tarım makinasından kaynaklanan kazaların oranı toplam %50'lere varan bir değerde olduğunu görmüştür.

Özkan (2019) yaptığı araştırmada Karaman İlinde Tarımsal Üretimde Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı Kazaların Değerlendirilmesini yapmıştır. İl genelinde en fazla kaza 2016 yılında, en az kaza ise 2018 yılında olduğunu belirtmiştir. Tarım arabasından düşme, sıkışma, ilaçlama makinesi ile çalışmada kardan miline dolanma, süt sağım tesisinde tedbirsizlik nedeniyle elektrik çarpması, yem kırma makinesine besleme yapılırken kolun kaptırılması, harman makinesi ile çalışmada makine içerisine düşme, damlama sulama sistemlerinin traktör ile toplanması esnasında, hortum dolanması ile meydana gelen kazaları tespit etmiştir. Traktör kazalarının çoğunlukla devrilme, takla atma ve şarampole yuvarlanma şeklinde meydana geldiğini, bunu çarpma, çarpışma gibi kazaların izlediğini ortaya koymuştur. Bu kazaların büyük bir kısmının tedbirsizlikten kaynaklandığı söylemiştir. ABD'de 1954-1963 yılları arasında tarım kesiminde meydana gelen, yıllık ortalama 2.409 kazanın %41,5'inin traktörden kaynaklandığını ve bunun da yaklaşık %50'den fazlasının, traktörün devrilmesi şeklinde sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca hasat sırasında meydana gelen kazalar, tüm tarımsal faaliyetlerdeki kazaların %37'sini oluşturduğunu ifade etmiştir. Tarımsal üretimde kullanılan traktör ve makinelerin büyük kütleli ve karmaşık yapıda oluşu, makinelerin eğitimsiz kişilerce kullanılması, çalışılan alanların birçoğunun düzensiz zemine sahip olması gibi nedenlerle meydana gelen kazaların büyük bir kısmının, trajik sonuçlara yol açtığını söyleştir.

Yılmaz 2016 Yüksek Lisans Tezinde, traktör güç aktarma organlarının tasarım incelemesini ve araştırması gerçekleştirmiştir. Traktörün çalışma koşulları

için belirlenen hızları referans alarak, her vites kademesi için aktarma oranlarını ve bu kademelerin ürettiği teorik değerler hesaplamıştır. Traktörün güç aktarma organları tasarımında, lastik çevre kuvveti ve momenti değeri kullanmıştır. Traktörün, motorda üretilen ve aktarma organlarında değiştirilen momentin ancak lastik çevre momenti kadarını zemine aktardığını, daha fazlasından yararlanamadığını ve patinaj ile kaybettiğini belirtmiştir. Patinaj çalışma sırasında istenilmeyen bir durum olduğunu fakat belirli bir orana kadar oluşan patinajlarda, zeminin lastik tarafından sıkıştırılıp daha fazla moment aktarımı yaptığını belirtmiştir.

Küçüksarıyıldız (2006) yaptığı çalışmada, traktörle çeki performansı üzerine bazı faktörlerin etkisi araştırmıştır. Denemelerde arka aks yükünün artırılması ile birlikte, muharrik lastiklerin zemin ile temas eden yüzeyi arttığını ve lastiklerin zemine tutunmalarının iyileştiğini belirtmiştir. Bunun sonucunda ise çeki verimi arttığını söylemiştir. Yüksek çeki kuvvetini gerektiren tarımsal faaliyetlerde traktörün arka aks yükünün artırılması gerektiği gözlemlemiştir. Çeki kuvveti sabit tutulduğunda ise, lastik basıncının artırılmasıyla çeki veriminin azaldığı görmüştür. Maksimum çeki verimi %97 olarak, 120kPa lastik basıncı, 2946 daN dinamik aks yükünde elde etmiştir. Lastik basıncının düşürülmesi ile aks yükünün artırılması çeki performansında benzer sonuçları vermiş, lastik basıncının düşürülmesi tarımsal faaliyetlerde artan lastik temas yüzey alanına bağlı olarak sıkışmasını azalttığını belirtmiştir. Çeki kuvvetini arttırdığında ise patinajın arttığını ve çeki verimini azalttığını söylemiştir. Patinajın %10-15 değerinin üzerine çıktığında traktör arka aks yükünü artırılması gerektiğini söylemiştir. Bu şartların sağlanması durumunda özgül yakıt tüketimi en düşük düzeylerde olacağını gözlemlemiştir.

Ekinci (2011) yaptığı çalışmada, bahçe traktörlerinde kullanılan bazı muharrik lastiklerin yapısal ve işletme özelliklerinin çeki performansına etkisini araştırmıştır. Farklı zemin koşullarında kontrollü değişkenlerin, değişen çeki kuvveti değerlerine bağlı olarak elde edilen patinaj değerleri üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu saptamıştır. Her üç zemin koşulu içinde sabit çekme kuvvetinde

en büyük patinaj B3L1P1 kombinasyonunda, en düşük ise R1L3P3 kombinasyonunda elde etmiştir. Tüm yüzeylerde artan lastik aks yüküne bağlı olarak patinajda yaklaşık %36'lık bir azalma olduğunu belirtmiştir. Kontrollü değişkenlerden aks yükünün patinaj üzerindeki etkisinin daha önemli olduğu gözlemlenmiştir. Net çeki oranı zemin koşullarına ve lastiğin aks yüküne bağlı olarak 0.07 ile 0.93 arasında değişmiş, net çeki oranı aks yükündeki artışa bağlı olarak yaklaşık %45 azaldığını gözlemlenmiştir.

Örnek ve ark. 2011, yaptıkları çalışmada, iki dingilli bir tarım arabasının, traktörle yapılan 4 kademeli hızda ve tarım arabasının 3 kademeli yük durumunda frenleme sisteminin düz yol koşullarında etkilerini araştırmışlardır. Araştırmalarında belirlenen hızda, belirlenen yükte tarım arabasının frenleme mesafesini ölçülerek değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, frenlemenin yeterli olduğu moment değeri 30 mm kayma yolunda elde etmişlerdir. Dinamik halde ölçülen frenleme ivme değeri ise $-2,5 \text{ m/s}^2$ nin altında bulunmuştur. Bu durum frenleme sisteminin yataklandırma gerdirme zincirlerinin ayarsızlığı, manivela aktarma ve kam mili moment kolunun uyumsuzluğu ile buna bağlı olarak kuvvet aktarma etkinliğinin (frenleme tesirliğinin) maksada uygun olarak gerçekleşmemesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Denemeler sonucunda, traktör tarım arabası kombinasyonunda frenleme ivmesi, her bir kombinasyon için TSE tarafından önerilen $-2,5 \text{ m/s}^2$ 'lik ivme değerinin altında kalmıştır.

Özbayer 2019 yüksek lisans tezinde, tarım traktörlerinin performans karakteristiklerini değerlendirmiştir. Araştırmayı, tarımda kullanılan traktörlerin kuyruk mili gücü, motor hızı, özgül yakıt tüketimi, ilerleme hızı, çeki gücü, çeki kuvveti ve traktör kütlesi gibi bazı parametrelerin arasındaki ilişkileri incelemiş ve karşılaştırmıştır. Hesaplamalarında traktör kütlesinin artışını çeki kuvvetine %89,25 oranda etki ettiğini saptamıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın amacı kapsamında, tasarımı yapılan imal edilen aparatın sonradan traktöre monte edileceği için öncelikle traktör ve buna bağlı tarım römorkun seçimi ve parametreleri, materyal başlığı altında ele alınmıştır. Metot bölümünde ise tasarım ve imalat için yapılan hesaplamalara yer verilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Traktör Seçimi

Tarım işletmelerinin taşımacılıkta yaygın olarak kullandıkları, iki tekerlekten tahrikli traktör seçilmiştir. TURKFIAT 8066 model uygun görülmüştür. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Denemelerde Kullanılan Traktör

Çizelge 3.1. Traktör Genel Özellikleri

Traktör Genel Özellikleri			
Motor Gücü	80 BG	Ek Ağırlıklar Dahil Ağırlık	4050 kg
Motor Tipi	4 zamanlı, Dizel	Yerden Yükseklik	52 cm
Silindir Sayısı	4 Adet	Ön Lastik Ölçüsü	12.4-24
Vites	12+12	Arka Lastik Ölçüsü	18.4-30
Dingiller Arası Mesafe	230 cm	Çeki Demiri	Standart
Toplam Uzunluk	351 cm	Yerden Yükseklik	49 cm
Boş Ağırlık	2960 kg	Aksa Uzaklık	64 cm

Çizelge 3.2. Traktör Üzerinden Ölçülen Değerler

Şekil 1.12' de Traktör Üzerinden Ölçülen Değerler			
A : 26 cm	L : 60 cm	B : 97 cm	D : 54 cm
H : 185 cm	a : 5 cm	b : 30 cm	e : 3 cm
f : 20 cm	h : 35 cm	r : 70 cm	

3.1.2. Römork Seçimi

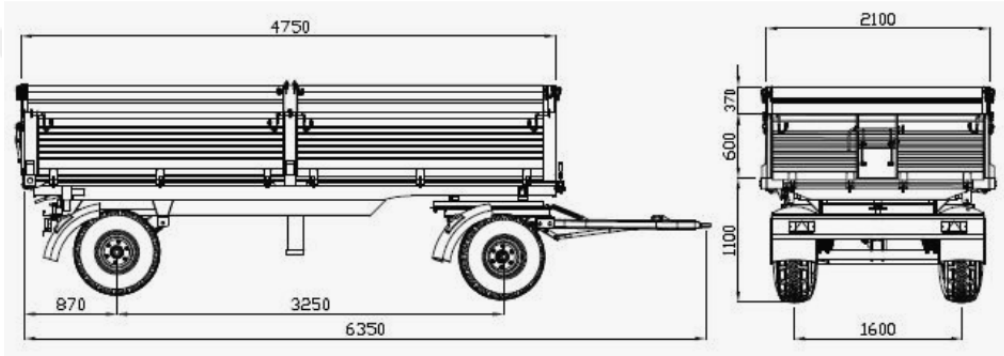
Traktöre uygun, taşımacılıkta yaygın olarak kullanılan, çarpma etkili frenleme sistemine sahip, iki dingilli ve merkezden döner dümenlemeli bir römork seçilmiştir. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Denemelerde Kullanılan Traktöre Uyumlu Römork

Çizelge 3.3. Römork Özellikleri

Römork Özellikleri			
Boş Ağırlık	: 2350 kg	Kasa Yüksekliği	: 60 cm
Yükleme kapasitesi	: 6000 kg	Kasa Ek Yüksekliği	: 37 cm
Yük Hacmi	: 8,9 m ³	aks Arası Uzunluk	: 325 cm
Yükleme Alanı	: 8,9 m ²	Teker İz Genişliği	: 160 cm
Kasa Uzunluğu	: 475 cm	Toplam Uzunluk	: 635 cm
Kasa Genişliği	: 210 cm	Ön Aks-Çeki Oku Arası	: 223 cm



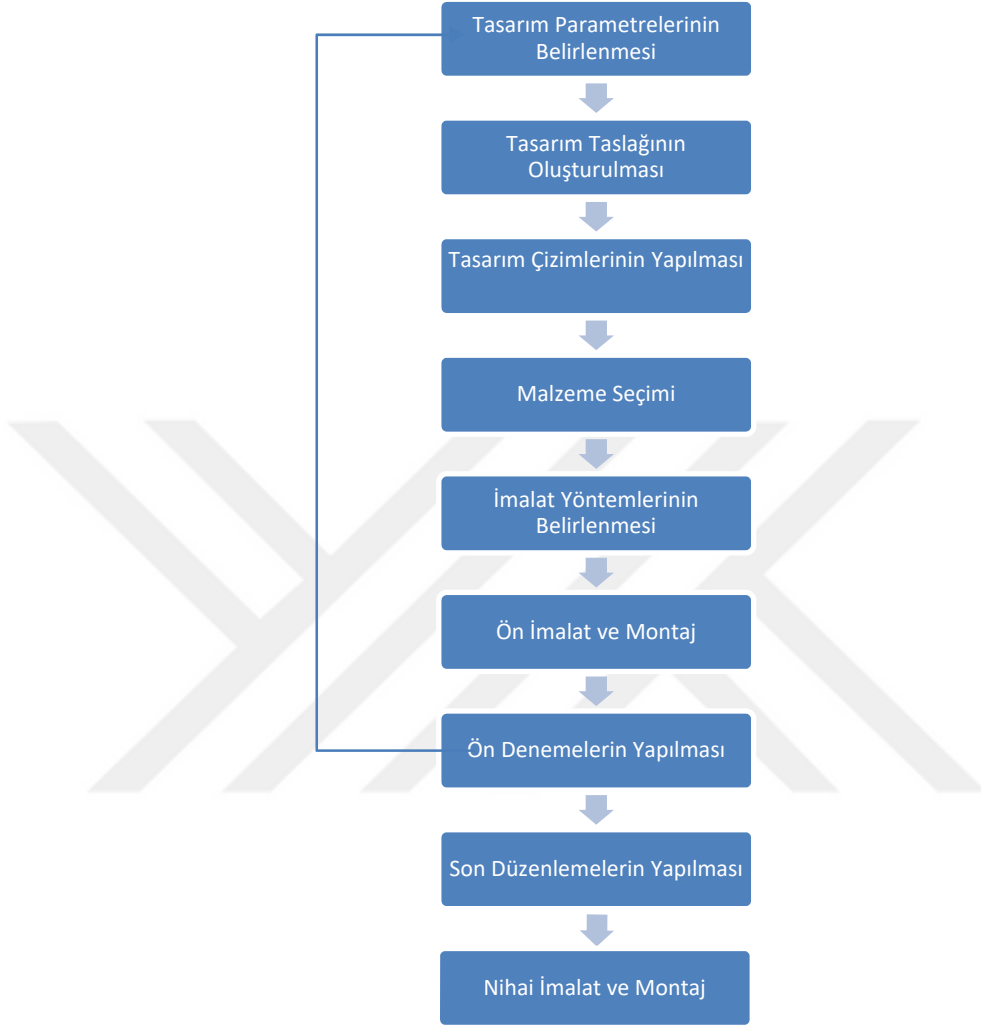
Şekil 3.3. Römork Özellikleri

3.1.3. Tasarım ve İmalat

Çeki demirinin tasarımı SolidWorks 2021 programından yararlanarak yapılmıştır. İmalatı Alpler Zirai Aletler A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

Çeki demirinin tasarımı ve imalatı aşağıdaki sıralama izlenerek yapılmıştır. (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Tasarım Aşamaları

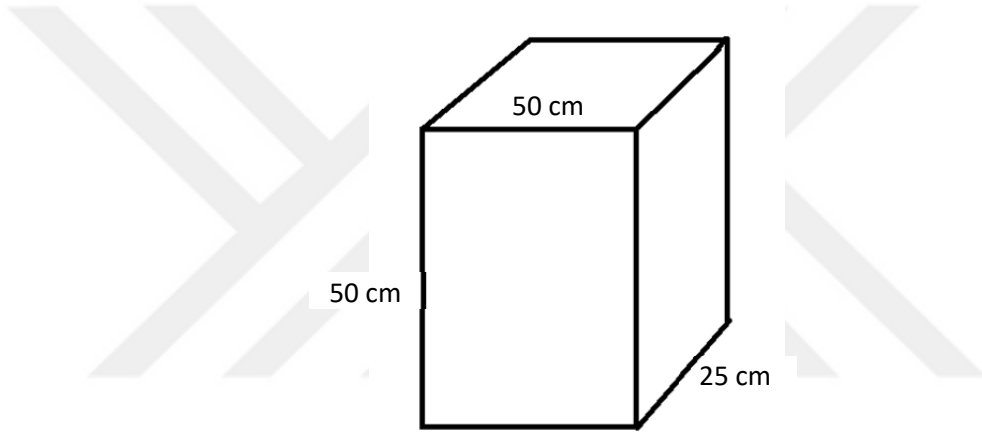
Tasarıma başlamadan önce aşağıdaki kabullenmeler yapılmıştır.

- Traktörün üretim şeklini değiştirmeden traktöre sonradan monte edilebilecek, montajı tek veya iki kişi tarafından kolay ve hızlı olacak
- Aparatın herhangi bir parçasına zarar geldiğinde tamamı sökülmeden gerekli parça sökülebilecek
- Traktör üzerinde çalışma esnasında diğer çalışan parçalara etki etmeyecek

- d) Çeki demiri konumlandırması traktör seyir halinde iken kabin içerisinde yapılabilir
- e) Dengeli bir indirme ve kaldırma hareketi için çift piston kullanılacak

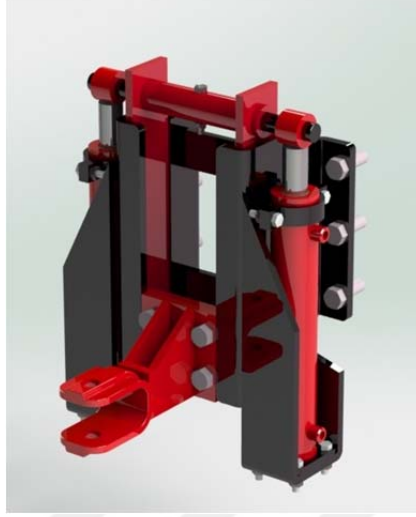
3.2.1. Çeki Demirinin Traktör Üzerindeki Yerleşimi

Seçilen traktörün ölçüleri ele alınarak, traktör üzerinde çalışan parçalara etki etmeyecek, standart çeki demirinin aksa olan uzaklığına eşit olacak şekilde boyutlandırılmıştır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5. Çeki Demiri Boyutlandırma Resmi

Traktör üzerindeki yerleşkesi belirlenen Çeki demiri, traktöre sonradan ve traktörün üretim şeklini değiştirmeden monte edilebilecek bir şasi, şasi içerisinde kolayca yukarı aşağı hareket sağlayabilecek bir kızak, kızığa bağlantı elemanlarıyla bağlanan çeki demiri ve kızığın hareketini sağlayan iki adet pistondan oluşmaktadır. (Şekil 3.6)



Şekil 3.6. Çeki Demiri Tasarım Görüntüsü

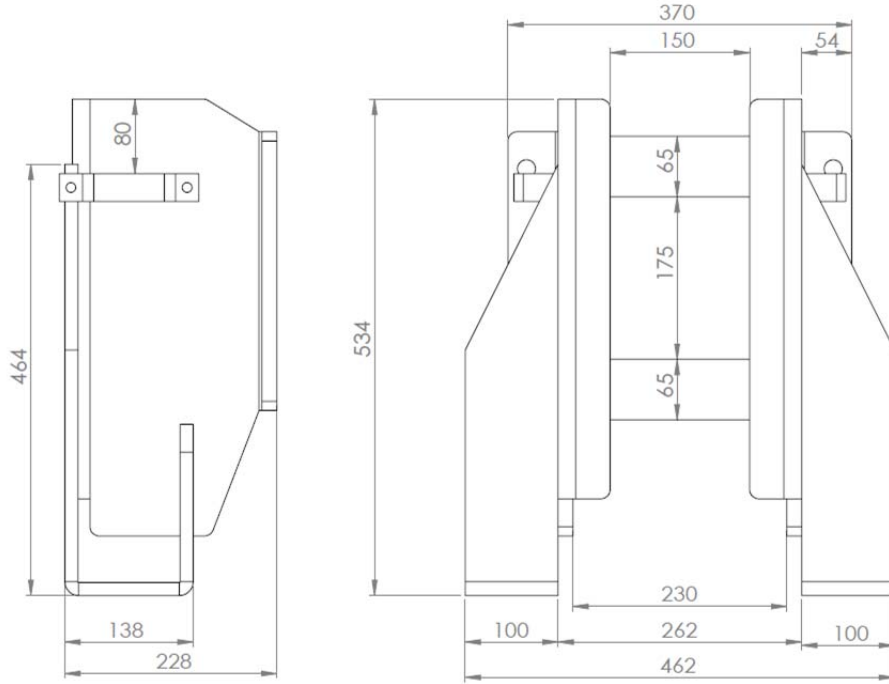
3.2.1.1. Şasi

Çeki demiri traktöre monte edilmesi ve çalışacak parçaların üzerine takılması için tasarlanmıştır. Şasi tasarımında, standartta bulunan diferansiyel üstü çeki demiri şasisi ele alınmış ve içerisinde çalışacak kızıağın yukarı-aşağı konumlarında şasinin dışarısında kalmayacak şekilde tasarlanmıştır. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Çeki Demiri Şasi

Gelecek yüklere ve kuvvetlere karşı dayanım sağlayabilmesi için, sistemin traktöre bağlanan sağ ve sol saclar 16 mm kalınlıkta 5630 malzemeden yapıp, ısıtım işlem uygulanarak şekil verilmiştir. Pistonların yerleşimi için 14 mm kalınlıkta 5630 malzeme ısıtım işlem uygulanarak şekil verilmiş ve şasiye kaynatılmıştır. Pistonların çalışma esnasında dengede kalabilmesi için aparatın yanlarına kelepçeler kaynatılmıştır. Şasi içine yerleştirilen kızağın, dengesini sağlayabilmesi için 20x20 mm 1040 malzeme 34,5 cm boyunda lama kullanılmıştır. Sağ ve sol şasi saclarının hem traktöre hem de birbirine olan kuvvetlerini destekleyebilmesi için iki sacın arasına 65x12 mm 1030 malzemeden 23 cm boyunda destek laması eklenmiştir. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8. Şasinin Teknik Resim Görüntüsü

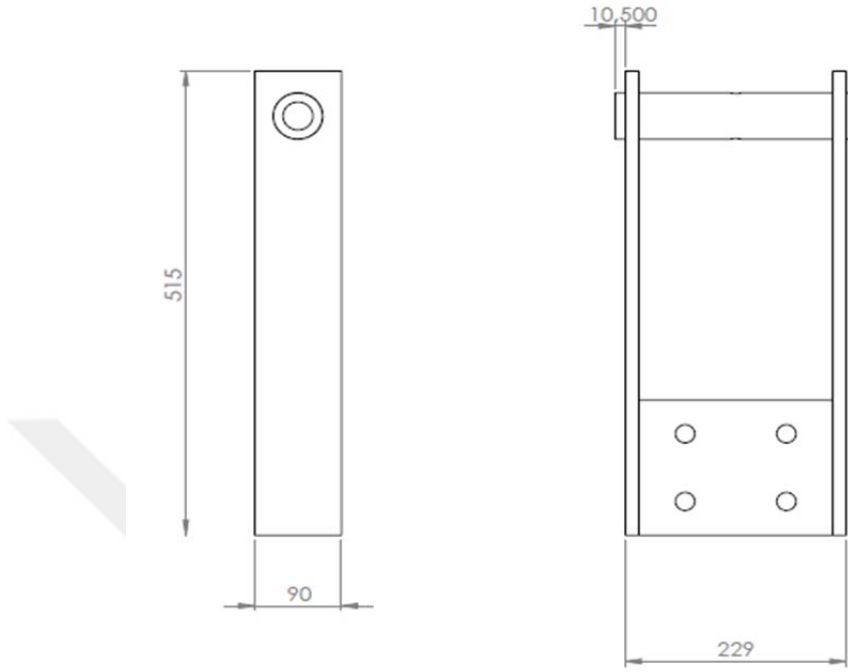
3.2.1.2. Kızak

Aparatın şasi içerisinde serbest şekilde çalışacak, çeki demirinin bağlandığı, yan taraflardaki pistonlar sayesinde yukarı aşağı hareketi sağlanan parçadır.(Şekil3.9)



Şekil 3.9. Kızak

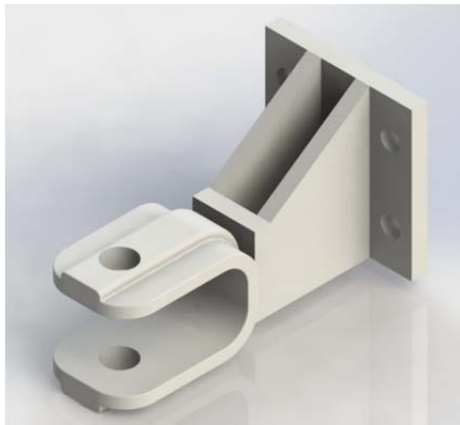
Gerekli yüklere ve kuvvetlere karşı dayanım sağlayabilmesi için, sistemin şase içerisinde hem gerekli olan kuvvete dayanım gösterebilecek hem de gerekli harekete uyum sağlayabilmesi için kızak yan sacları 14 mm 5630 malzemedan yapılmıştır. Çeki demirini kızığa bağlayabilmek için 16 mm 5630 malzeme kullanılmıştır. Kızığın yukarı aşağı hareketini sağlayabilmesi için bağlantı milinin içinden geçebileceği, iç çapı 31 mm ve dış çapı 51 mm olan 1040 malzemedan yapılmış bir boru kaynatılmıştır. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. Kızak Teknik Resim Görüntüsü

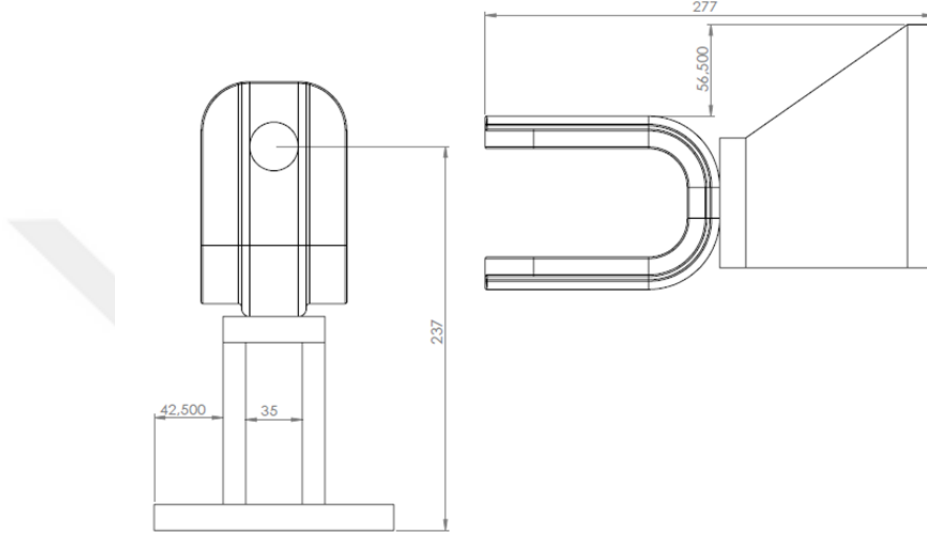
3.2.1.3. Çeki Demiri

Kızağın üzerine, bağlantı elemanlarıyla bağlanan, standart çeki demiri ölçüleri göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11. Çeki Demiri Görüntüsü

Çeki demirinin, kızağa bağlanan sacı 16 mm kalınlığında 5630 malzemeden, bağlantı sacı ve çeki demiri sacı arasında 16 mm ve 14 mm 5630 malzemeden yapılmıştır. Çeki demiri ise 20 mm 6252 malzemeden ısıtıl işlem uygulanarak şekil verilmiştir. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12. Çeki Demiri Teknik Resim Görüntüsü

3.2.2. Hesaplamalar

Piston hesaplamaları;

$$F_i = P \cdot A_i \quad (3.1)$$

$$A_i = \pi \cdot \left(\frac{D_p}{2}\right)^2 \quad (3.2)$$

$$F_\zeta = P \cdot A_\zeta \quad (3.3)$$

$$A_\zeta = \pi \cdot \left(\left(\frac{D_p}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_m}{2}\right)^2\right) \quad (3.4)$$

Burada;

Fi: İtme Kuvveti (kg)

Fç : Çekme Kuvveti (kg)

P: Pompa Basıncı (Bar)

Ai: Piston Boru Alanı (cm²)

Dp: Piston Boru Çapı (cm)

Dm: Piston Mil Çapı (cm)'dir.

Cıvata Hesabı;

$$\sigma_{\phi} = \frac{F}{A_1} \leq \sigma_{em} \text{ , burada } \sigma_{em} \text{ akma gerilmesinin \%60 alınabilir. } \sigma_{em} = 0,6 \cdot \sigma_{Ak} \quad (3.5)$$

Burada;

σ_{ak} : Akma Gerilmesi (N/mm²)

F : İşletme Yüğü (N)

A₁ : Cıvata Kesit Alanı (mm²)

σ_{em} : Emniyet Gerilmesi (N/mm²)

σ_{ϕ} : Çekme Gerilmesi (N/mm²)

Bağlantı Mili Hesabı;

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{W_x} \geq \sigma_{em} \quad (3.6)$$

Burada;

σ_{max} : Maksimum Gerilme (mm²)

σ_{em} : Emniyet Gerilmesi (N/mm²)

M_x : Maksimum Moment (N/mm²)

W_x : Mukavemet Momenti (mm³)

Moment hesabı;

$$M=F.d \quad (3.7)$$

Burada;

M: Dönme Kuvveti (Nm)

F: Kuvvet (N)

D: Kuvvetin Dönme Noktasına olan uzaklığı (m)



4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Tasarımı yapılan aparatın hesaplamaları ve üretimi bu bölümde verilmiştir.

4.1. Hesaplamalar

4.1.1. Pistonlar

Tarım işletmeleri taşımacılıkta iki dingilli tarım arabalarını kullanırlar. Fakat kullanım yerlerine ve şekillerine göre de tek dingilli römorkta kullanırlar. Piston hesabı yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmuştur. Traktöre uyum sağlayacak tek dingilli römork ağırlığı ve taşıyacağı maksimum yükte beraber 7500 kg'dır. Eşitlik 3,7 'ye göre moment hesaplaması yapıldığında ise traktör çeki demirine 4000 kg etki etmektedir.

Yapılan bu hesaba bağlı kalarak 3.1 – 3.4 eşitlikleri yardımıyla pistonların itme kuvveti (F_i) 5600 kg ve çekme kuvveti ($F_ç$) 3300 kg'dır. Aparatta 2 piston kullanacağından itme kuvveti 11200 kg ve çekme kuvveti 6600 kg'dır. (Şekil 4.1)

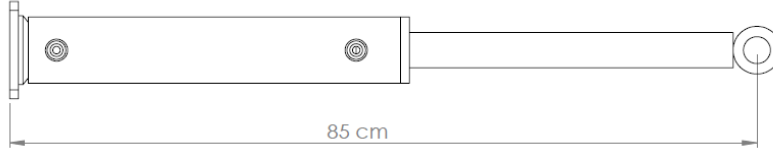


Şekil 4.1. Piston Görüntüsü

Pistonların açık ve kapalı durumları, çeki okunun yukarı konumda traktör ağırlık merkezine etkisi ve aşağı konumda çarpma etkili frenleme sistemi etkinliği belirlenerek bulunmuştur. (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3)



Şekil 4.2. Piston Kapalı Uzunluğu



Şekil 4. 3. Piston Açık Uzunluğu

4.1.2. Bağlantı Mili

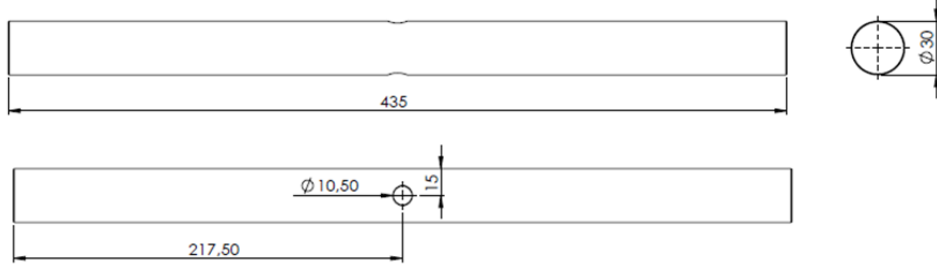
Pistonların ve kızağın birbirine bağlanması için tasarlanmıştır. (Şekil 4.4)



Şekil 4.4. Bağlantı Mili

Kızak şasi içerisinde sadece yukarı ve aşağı konumlandırılacağından mile gelecek yüklerde bu yönde olacaktır. Piston hesabında olduğu gibi tek dingilli römork kaldırabilecek şekilde olmalıdır. Eşitlik 3.6'dan yararlanarak yapılan

hesaplamada maksimum gerilme 100000 Nm bulunmuş ve emniyet gerilmesinin altında kalmıştır. Mili kızağa sabitleyebilmek için pim deliği açılmıştır.(Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Bağlantı Mili Teknik Resim Görüntüsü

4.1.3. Cıvata Hesabı

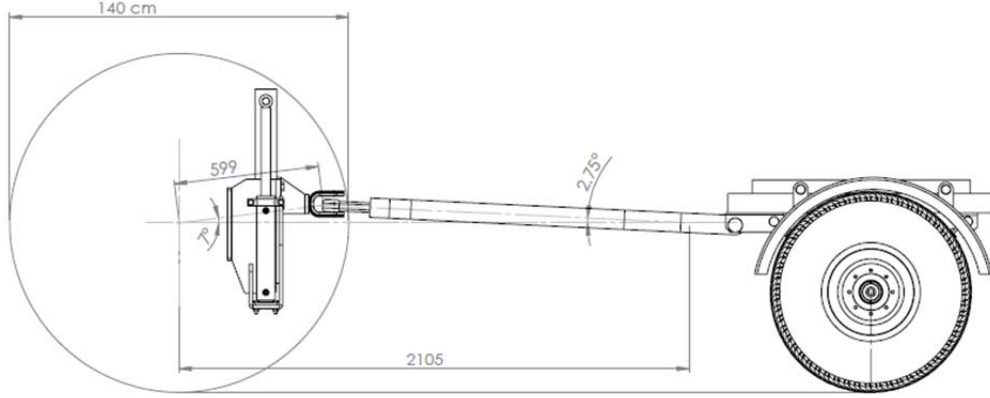
Aparat traktöre, tasarıma göre traktör üzerinde bulunan cıvatalar ile bağlanmaktadır. Traktör üzerindeki cıvatalar 6 adet M16x1,5 cıvatadır. Eşitlik 3,5'teki işlemleri tersine yaparak cıvatalara gelen yük toplam 26500 KG olarak bulunmuştur. Aparat üzerinde, cıvata yerleşkesi göz önüne alınarak, toplam yükü taşıyacak 4 adet M30 cıvata kullanılmıştır.

4.1.4. Çeki Demirinin Traktör ve Römork Bağlantısına Etkisi

Traktör ve römork ölçüleri alınarak SOLIDWORKS 2021 programı üzerinde çeki demiri ve çeki oku arasındaki ilişkiler hesaplanmıştır. Hesaplamalar traktör ve römorku aynı düzlemde ve paralel tutularak yapılmıştır.

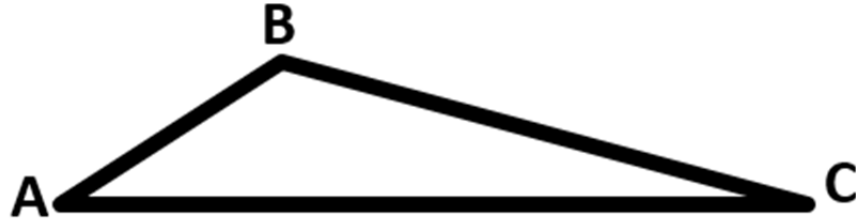
4.1.4.1. Çeki Demiri Yukarı Konumda

Çeki demiri yukarı konumda, çeki okunun traktör ağırlık merkezine etkisi gösterilmiştir. (Şekil 4.6)



Şekil 4.6. Çeki Demiri Yukarı Konumda Traktör ve Römork Bağlantı Teknik Görüntüsü

Şekilden yararlanarak sistemin şematik görüntüsü oluşturulmuştur. (şekil 4.7)



Şekil 4.7. Çeki Demiri Yukarı Konumda Şematik Görüntüsü

A noktası traktör arka tekerlek merkezidir. Tekerlek çapı 140 cm'dir ve merkezin yerden yüksekliği 70 cm'dir

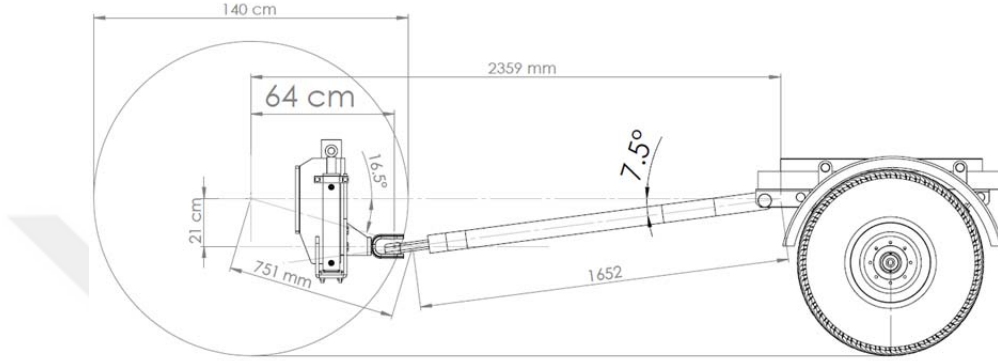
B noktası çeki demiri ve çeki okunun bağlantı noktasıdır.

C noktası çeki oku ile ilerleme yönünün bağlantı noktasıdır.

$$A = 7^\circ, B = 170,25^\circ, C = 2,75^\circ \quad |AB| = 59,9 \text{ cm}, |BC| = 151,2 \text{ cm}, |AC| = 210,5 \text{ cm}$$

4.1.4.2. Çeki Demiri Aşağı Konumda

Traktör ve römork ölçüleri alınarak çeki demirinin aşağı konumda hesaplamaları yapılmıştır. (Şekil 4.8)



Şekil 4.8. Çeki Demiri Aşağı Konumda Traktör ve Römork Bağlantı Teknik Görüntüsü

Şekilden yararlanarak sistemin şematik görüntüsü oluşturulmuştur. (şekil 4.9)



Şekil 4.9. Çeki Demiri Aşağı Konumda Şematik Görüntüsü

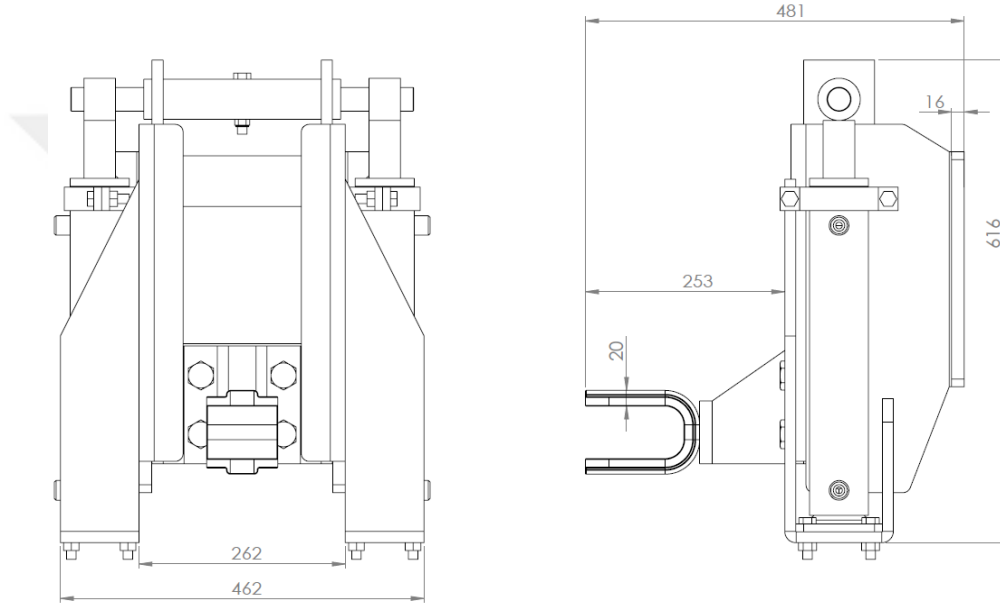
D noktası traktör arka tekerlek merkezidir. Tekerlek çapı 140 cm'dir ve merkezin yerden yüksekliği 70 cm'dir

F noktası çeki demiri ve çeki okunun bağlantı noktasıdır.

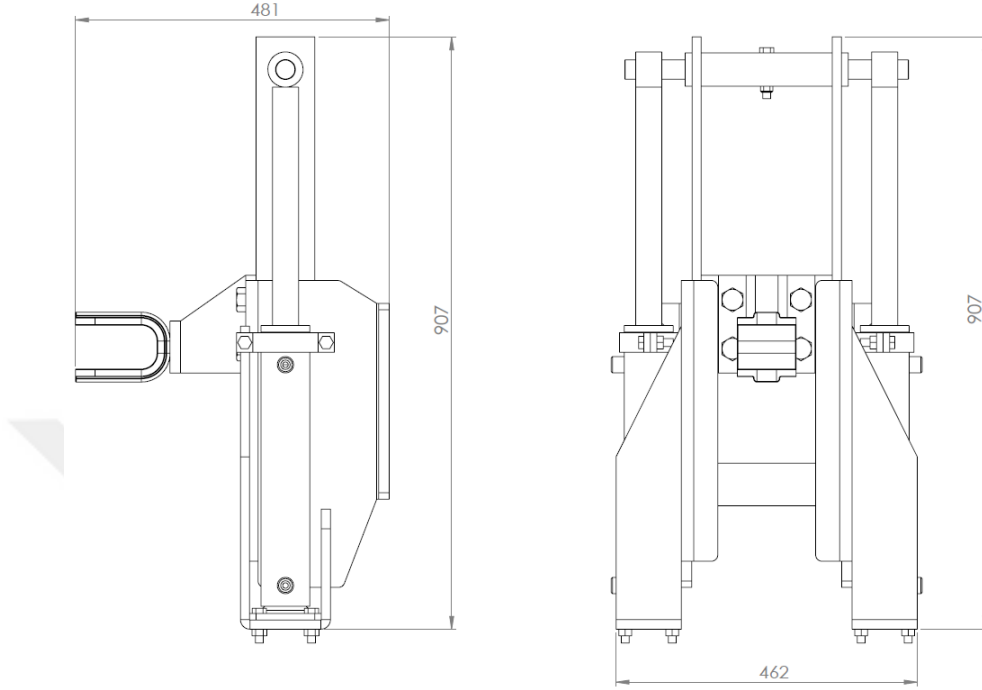
E noktası çeki oku ile ilerleme yönünün bağlantı noktasıdır.

$D = 16,5^\circ$, $E = 7,5^\circ$, $F = 156^\circ$ $|DE| = 235,9 \text{ cm}$, $|EF| = 165,2 \text{ cm}$,
 $|DF| = 75,1 \text{ cm}$

4.1.5. Çeki Demiri Teknik Resimler



Şekil 4.10. Çeki Demiri Aşağı Konumda Teknik Resim Görüntüsü



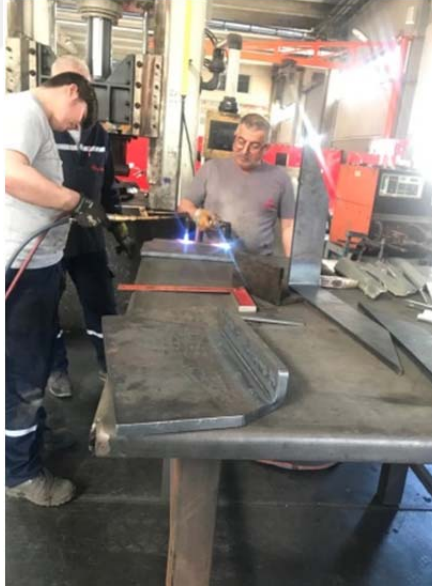
Şekil 4.11. Çeki Demiri Yukarı Konumda Teknik Resim Görüntüsü

4.2. İmalat

Üretim Alpler Tarım Ziraat Aletleri A.Ş. firmasında yapılmıştır. Çeki demiri önce kaynakları yapıp monte edildikten sonra traktöre takılmıştır. (Şekil 4.12 – Şekil 4.31)



şekil 4.12. Parçaların Plazma Kesimi



şekil 4.13. Malzemelerin Isıl İşlem Uygulanarak şekillendirilmesi



şekil 4.14. çeki Demiri şasi n Görünüş



şekil 4.15. çeki Demiri şasi Yan Görünüş



Şekil 4.16. Çeki Demiri Şasi Arka Görünüş



Şekil 4.17. Kızak Ön Görünüş



Şekil 4.18. Kızak Yan Görünüş



Şekil 4.19. Çeki Demiri Ön Görünüş



şekil 4.20. Çeki Demiri İzometrik Görünüş



şekil 4.21. Bağlantı Mili



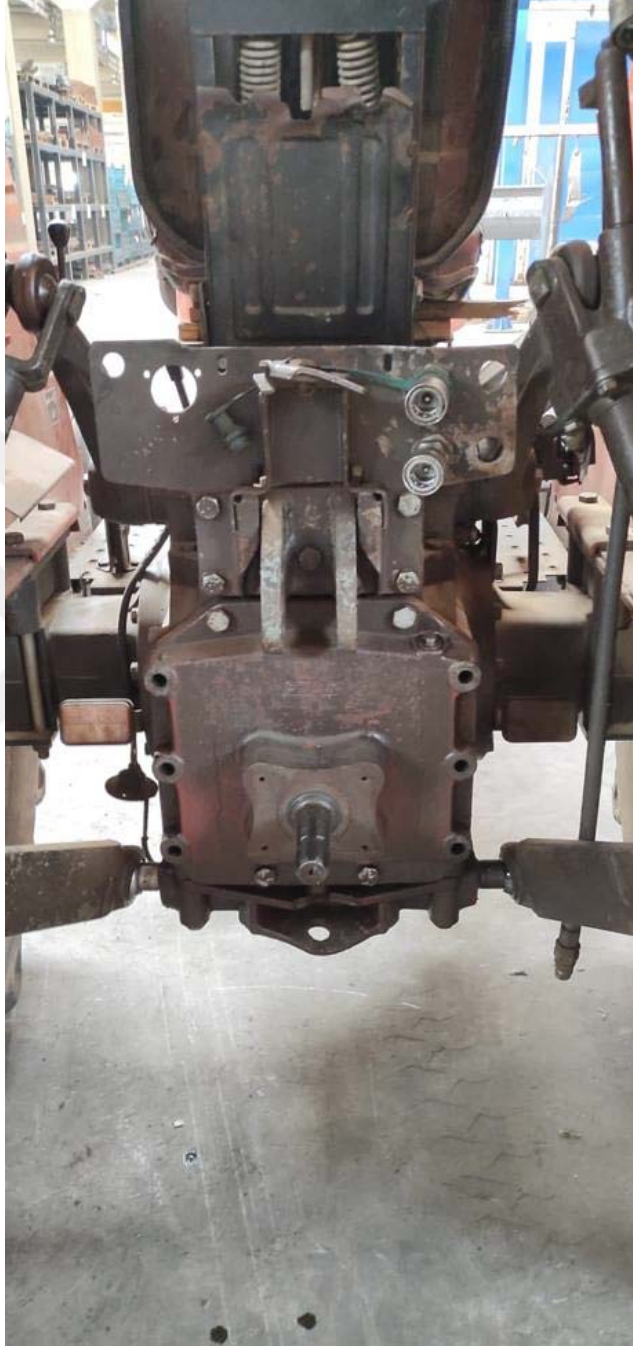
şekil 4.22. Pistonlar



şekil 4.23. Piston Sabitleme Kelepçeleri



şekil 4.24. Traktör Standart Çeki Demiri



şekil 4.25. Traktör Standart Çeki Demiri Sökölmesi



şekil 4.26. Aparat şasinin Traktöre Bağlanması



şekil 4.27. Pistonların Yerleştirilmesi



şekil 4.28. Kızağın Bağlantı Mili ile Pistonlara Bağlanması



şekil 4.29. Aparat Çeki Demirinin Kızağa Bağlanması



şekil 4.30. Piston Hortumlarının Bağlanması



şekil 4.31. eki Demiri Yukarı Konumu

Çeki demirinin toplam ağıırđı 115 kg'dır. Çeki demiri traktöre montajı parça parça yapılabildiği gibi montajı yapıp traktöre bütün olarakta takılanbilecek şekildedir. (Şekil 4.21 – Şekil 4.22)



Şekil 4.32. Çeki Demirinin Bütün Parçaları



şekil 4.33. eki Demirinin Montajlanmış Resmi

eki demiri traktöre sonradan montelendiği için hidrolik hortumları traktörün arkasında bulunan hidrolik çıkışlarına takılmaktadır.



5. SONUÇ

Bu çalışmada, traktör arkasına doğrudan monte edilebilecek, yüksekliği ayarlanabilir çeki demiri tasarımı ve imalatı amaçlanmıştır. Böylelikle traktör seyir halinde durdurulmadan, tarım römorku çeki oku, kabin içerisinden yukarı aşağı konumlandırılarak, eğim yukarı seyir halinde, traktör ağırlık merkezini traktör arka akslara yöneltilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda çarpma etkili fren tertibatlı tarım römorklarında, eğim aşağı seyir halinde, frenleme sistemi devreye alınabilecektir.

Çeki demiri tasarımında, traktöre sonradan monte edilebilecek, üretim şeklini değiştirmeden kolay sökülüp takılması amaçlanmıştır. Aparat boyutları seçilen traktör boyutlarına ve çeki demiri bağlantı şekillerine göre tasarlanmıştır. Bağlantı şekilleri ve yerleşkesi aynı olan başka traktöre de aktarılabilir. Römork, kullanım şekillerine ve kullanım yerlerine göre ebatları değişmektedir. Denemeler tarımda taşımacılıkta tarım işletmelerince en çok talep eden ve traktöre uyum sağlayacak iki dingilli römork kullanılmıştır. Fakat farklı boyutlardaki traktör ve römorklarda aparatın verimliliği değişebilir.

Denemeler, tarım işletmelerinin taşımacılıkta, arazi koşullarında ve seyir halinde karşılaştıkları zorluklar ele alınarak yapılmıştır. Çeki demiri denemesinden önce işletmelerin kullandıkları yöntem ve aparatlar üzerinde denemeler yapılmıştır. İşletmelerin kullandıkları yöntemler genel olarak römorku zor arazi koşullarında kontrol edebilmek içindir. Arazi koşullarında tarım işletmelerinin kendi kullandıkları yöntemlerde traktör ön tekerin yerden teması kesilmiştir. Aparat denemesinde, operatör traktör ağırlık merkezini, meyil ve yolun durumuna göre daha kolay kontrol edebildiği için ön tekerleklerin yerden teması kesilmemiştir. Yapılan denemeler sonucunda, aparat arazi koşullarında ve seyir halinde tarım işletmelerince tercih edilebilir.

Sonuç olarak, geliştirilen çeki demiri, uygulamada traktörün boyut özellikleri göz önüne alınarak tasarım üzerinde yapılacak küçük düzenlemelerle kolaylıkla kullanabileceği belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Acar, A., Güner, M., Öztürk R., (2014). Tarım Alet ve Makinaları.(A. İ. Acar editör). Tarım Alet ve Makinaları, 2.baskı, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri, Eskişehir, s.4-70
- DELİGÖNÜL, F.; 1989. Taşıma ve İletim Tekniği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No.:3, Adana
- Dilmaç, M., 1995. “ Tokat Yöresinde İmal Edilen Tek Dingilli, Devirmeli Tarım Arabaları Üzerine Bir Araştırma” , Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12(1995), Sayfa 104-109.
- Gülsoylu, E., 2016. “Traktör ve Makina Üç-Nokta Askı Düzeni Boyutlarının Yük Kaldırma Kapasitesine Etkisi”, Tarım Makinaları Bilim Dergisi 2016,12(4), Sayfa 235-242.
- Kadayıfçılar, S.; 1993. Traktör Arabalarının Esasları. A.Ü Ziraat Fakültesi Tasarım Yayınları, Ankara, Ders Kitabı:373
- MEGEB, 2016. Traktör ve Yardımcı Ekipmanlar Ders Kitabı, Sayfa 130-140
- MEGEB, 2016. Traktör ve Yardımcı Ekipmanlar Ders Kitabı, Sayfa 3-16
- MEGEB, 2016. Traktör Bağlantı Sistemleri, Sayfa 17-21
- Özbayer, M., 2019. Mehmet Melih ÖZBAYER Yüksek Lisans, Tarım Traktörlerinin Performans Karakteristiklerinin Karşılaştırılması
- Saral,A, 1980 . İki Dingilli Tarım Arabalarının Yapısal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma (Basılmamış Doçentlik Tezi), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü, Ankara.
- Saral, A., Koyuncu, T., 1993, Bir Dingilli Tarım Arabalarında Çarpma Fren Etkinliğinin Artırılması Üzerine Bir Araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon Ve Enerji Kongresi, 484-493, İzmir.
- Saral, A., (1997). Tarım Traktörleri, II. Baskı.
- Savaşır, B., 2013. Elektrikle Tahrikli Bir Tarım Traktörünün Tasarım ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yurtlu ve ark.;2012. Yeşim B. Yurtlu, Demiryörek K., Bozoğlu M., Ceyhan V.,
Çiftçilerin Tarım Makinaları Kullanımına İlişkin Risk Algıları, Ege Üni.
Ziraat Fak. Derg., 49(1): 93-101 ISSN 1018-8851



ÖZGEÇMİŞ

Halil KOY; İlkokulu, ortaokulu Mehmet Akif ERSOY İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise eğitimini Kütahya Atatürk Teknik Lisesi Bilişim Teknolojileri Bölümünde tamamladı. 2016 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

