



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM TRAKTÖRÜ İÇİN ÇATALLI YÜKLEYİCİ
TASARIMI VE ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

İSA AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2011

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM TRAKTÖRÜ İÇİN ÇATALLI YÜKLEYİCİ
TASARIM VE ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

İSA AYDIN

Bu tez,
Tarım Makinaları Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi İsa AYDIN tarafından hazırlanan “Tarım Traktörü için Çatallı Yükleyici Tasarım ve Çalışma Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 20/ 01/2011 tarihinde oy birliği ile Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Selçuk ARSLAN (DANIŞMAN)

Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç Dr. Ali AYBEK (ÜYE)

Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Orhan AKAY (ÜYE)

Makine Teorisi ve Dinamiği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İsa AYDIN

Bu çalışma KSU Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2008/1-4YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**TARIM TRAKTÖRÜ İÇİN ÇATALLI YÜKLEYİCİ TASARIM VE ÇALIŞMA
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

İSA AYDIN

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Türk Fiat 60-56 tarım traktörüne önden bağlanabilecek bir çatallı istifleyicinin boyutlandırılması, yapımı ve traktör-çatallı yükleyici sisteminin çalışma özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, tek katlı kızak sistemi olan ve 600 kg kaldırma kapasiteli bir çatallı yükleyici yapılmıştır. Çatallı yükleyici hidrolik sistemi; 1 adet kaldırma silindiri, 1 adet eğim silindiri, yön kontrol valfleri, 1 adet manometre ve hidrolik hortumlardan oluşmaktadır. Mekanik sistem ise çatallar, tabla ve kaldırma kızaklarından oluşmuştur. Tasarlanan ön ataşman ise, çatallı yükleyicinin rahat bir şekilde traktöre monte edilebilmesini sağlamaktadır. Çatallı yükleyicinin yükleme yüksekliği 1850 mm, öne ve arkaya eğim açısı 11°'dir. Yük kaldırma hızı yüke bağlı olarak 0,05 - 0,2 m s⁻¹ arasında değişmektedir. Kaldırma süresi 14 s, indirme süresi ise 7 - 8 s dolayındadır. Sistem; 0°, 8°, 10° zemin eğiminde test edilmiştir ve 600 kg yük ve 10° zemin eğimine kadar stabilitesini kaybetmemiştir. Bu sistem kullanılarak 50 m mesafede 200 kg yüklerin yan yana dizilmesi durumunda iş başarısı yaklaşık 50 ton h⁻¹ dolayında bulunmuştur. İmal edilen sistemde 1,85 m yüksekliğe 600 kg yükler ile yaklaşık 10,5 t h⁻¹ istifleme işlemi yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türk Fiat 60-56, çatallı yükleyici, stabilite, iş başarısı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 01/2011

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Selçuk ARSLAN

Sayfa sayısı: 50

**DESIGN OF A FORKLIFT FOR AN AGRICULTURAL TRACTOR AND
DETERMINATION OF OPERATION CHARACTERISTICS**

(M.Sc. THESIS)

İSA AYDIN

ABSTRACT

The objective of this study was dimension, construct, and test the performance of a forklift that can be front-mounted to Türk Fiat 60-56 agricultural tractor. For this purpose, a single mast forklift with a 600 kg lift capacity was built. The hydraulic system consists of a lift cylinder, a tilt cylinder, directional control valves, a manometer, and hydraulic hoses. The mechanical system consists of the forks, the fork carrier, and the masts. A front attachment was built so that the forklift could be easily mounted on the tractor. The loading height is 1850 mm and the forward and backward tilt angle of the forklift is 11°. Lift speed varies between 0,05 and 0,2 m s⁻¹. Lifting time was about 14 s while lowering time was about 7-8 s. The system was tested on 0°, 8°, and 10° ground slopes and maintained its longitudinal stability with a 600 kg load up to 10°. Capacity of the system was found to be about 50 t h⁻¹ with 200 kg loads for side by side placement of the loads at a 50 m transport distance. The capacity of the system was found to be 10,5 t h⁻¹ when the loading height is 1,85 m with 600 kg loads.

Key Words: Türk Fiat 60-56, forklift, stability, capacity

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Agricultural Machinery, 01/2011

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Selçuk ARSLAN

Page number: 50

TARIM TRAKTÖRÜ İÇİN ÇATALLI YÜKLEYİCİ TASARIM VE ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türk Fiat 60-56 tarım traktörüne önden bağlanabilecek bir çatallı istifleyicinin boyutlandırılması, yapımı ve traktör-çatallı yükleyici sisteminin çalışma özelliklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, tek katlı kızak sistemi olan ve 600 kg kaldırma kapasiteli bir çatallı yükleyici yapılmıştır. Çatallı yükleyici hidrolik sistemi; 1 adet kaldırma silindiri, 1 adet eğim silindiri, yön kontrol valfleri, 1 adet manometre ve hidrolik hortumlardan oluşmaktadır. Mekanik sistem ise çatallar, tabla ve kaldırma kızaklarından oluşmuştur. Tasarlanan ön ataşman ise, çatallı yükleyicinin rahat bir şekilde traktöre monte edilebilmesini sağlamaktadır. Çatallı yükleyicinin yükleme yüksekliği 1850 mm, öne ve arkaya eğim açısı 11° 'dir. Yük kaldırma hızı yüke bağlı olarak $0,05 - 0,2 \text{ m s}^{-1}$ arasında değişmektedir. Kaldırma ve indirme süreleri sırası ile 14 s ve 7 - 8 s dolayındadır. Sistem; 0° , 8° , 10° zemin eğiminde test edilmiştir ve 600 kg yük ve 10° zemin eğimine kadar stabilitesini kaybetmemiştir. Bu sistem kullanılarak 50 m mesafede 200 kg yük taşınması ve yan yana dizilmesi durumunda iş başarısı yaklaşık 50 ton h^{-1} dolayında bulunmuştur. İmal edilen sistemde 1,85 m yüksekliğe 600 kg yükler ile yaklaşık $10,5 \text{ t h}^{-1}$ istifleme işlemi yapılabilmektedir. En büyük yük (600 kg) koşulunda ön aks merkezi 20 mm düşerken, arka aks merkezi 10 mm kadar yükselmiştir. Statik test koşullarında denge için karşı ağırlığa gerek duyulmamıştır. Yük kaldırma hızı yüke bağlı olarak $0,047-0,196 \text{ m s}^{-1}$ arasında değişmektedir. Ön aks yükünün artması, operatörün dümenleme için zorlanmasına neden olmamıştır. Ön tekerleklerin her birinin 1290 kg yükü taşıyabilecek özellikte olması gerekmektedir.

DESIGN OF A FORKLIFT FOR AN AGRICULTURAL TRACTOR AND DETERMINATION OF OPERATION CHARACTERISTICS

SUMMARY

The objective of this study was dimension, construct, and test the performance of a forklift that can be front-mounted to Türk Fiat 60-56 agricultural tractor. For this purpose, a single mast forklift with a 600 kg lift capacity was built. The hydraulic system consists of a lift cylinder, a tilt cylinder, directional control valves, a manometer, and hydraulic hoses. The mechanical system consists of the forks, the fork carrier, and the masts. A front attachment was built so that the forklift could be easily mounted on the tractor. The loading height is 1850 mm and the forward and backward tilt angle of the forklift is 11°. Lift speed varies between 0,05 and 0,2 m s⁻¹. Lifting and lowering times were about 14 s and 7 - 8 s, respectively. The system was tested on 0°, 8°, and 10° ground slopes and maintained its longitudinal stability with a 600 kg load up to 10°. Capacity of the system was found to be about 50 t h⁻¹ with 200 kg loads for side by side placement of the loads at a 50 m transport distance. The capacity of the system was found to be 10,5 t h⁻¹ when the loading height is 1,85 m with 600 kg loads. Front axle height was reduced by 20 mm while rear axle height increased 10 mm under the maximum load (600 kg) condition on the forklift. No counterweight was needed to maintain the stability during static tests. Load lifting speed varied from 0,047-0,197 m s⁻¹ depending on the load. Increased front axle load did not cause a difficulty for the operator in the maneuverability of the tractor-forklift system. The front tires need to be able bear a total load of 1290 kg.

TEŐEKKÜR

Bu alıőmada, araştırma konusunun seiminden değerlendirilmesine kadar yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danıőmanım Yrd. Do. Dr. Selçuk ARSLAN'a, araőtırmanın maddi desteğini sağlayan KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, çatallı yekleyicinin imalatını gerçekleőtiren Gemciler Tarım Makineleri Sanayi A.Ő.'ne ve denemeler için çalışma ortamı sağlayan MARTEKS Tekstil ve Kocabaő ırır İőletmelerine teőekkür ederim.

İsa AYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Traktör.....	11
3.1.2. Çatallı Yükleyiciyi Oluşturan Mekanik Sistem.....	13
3.1.3. Çatallı Yükleyiciyi Oluşturan Hidrolik Sistem.....	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Boyutlandırma.....	13
3.2.1.1. Çatal ve Tablanın Boyutlandırılması.....	13
3.2.1.2. Kaldırma Kızaklarının Boyutlandırılması.....	17
3.2.1.3. Hidrolik Silindirlerin Boyutlandırılması.....	18
3.2.2. Statik Stabilite, Kaldırma-İndirme Hızı ve Taşıma-İstifleme Süresi	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Mekanik Sistem.....	23
4.2. Hidrolik Sistem.....	25
4.3. Çatallı Yükleyici.....	27
4.4. Traktör-Çatallı Yükleyici Sisteminin Stabilite Testleri.....	29
4.5. Piston ve Yük Kaldırma Hızları.....	33
4.6. İstifleme ve Taşıma Sürelerinin Belirlenmesi.....	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR.....	40
EKLER.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kullanılan traktörün teknik özellikleri	11
Çizelge 4.1. 10° zemin eğiminde aks yükü değerleri	30
Çizelge 4.2. 8° zemin eğiminde aks yükü değerleri	30
Çizelge 4.3. Düz zeminde aks yükü değerleri	31
Çizelge 4.4. Farklı yük merkezlerine göre aks yükü değerleri	32
Çizelge 4.5. Farklı yüklerde piston kaldırma ve indirme süreleri	33
Çizelge 4.6. Farklı yüklerde ön ve arka aks yükseklikleri	34
Çizelge 4.7. Piston ve tabla hızları	34
Çizelge 4.8. İstifleme işlemlerinde harcanan zaman.....	36
Çizelge 4.9. Taşıma işlemlerinde harcanan zaman	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çatallı yükleyici tasarım şeması	3
Şekil 2.2. Tek etkili bir kaldırma sistemine ait hidrolik devre şeması.....	4
Şekil 2.3. Çatallı yükleyici hidrolik devre şeması.....	5
Şekil 2.4. Traktörde 3-nokta askı sisteminden bağımsız çatallı yükleyici ataşman	6
Şekil 2.5. Üç nokta askı sistemine bağlanabilen çatallı yükleyici	7
Şekil 2.6. Arka yükleyici – çatallı yükleyici	7
Şekil 2.7. Traktöre çatallı yükleyici bağlantısı	9
Şekil 2.8. Dengeleyici tekerlekli yükleyici ataşman.....	9
Şekil 3.1. Türk Fiat 60-56 traktörünün genel ölçüleri	12
Şekil 3.2. Debi, basınç ve hidrolik güç arasındaki ilişki	12
Şekil 3.3. Çatal temel boyutları	13
Şekil 3.4. Tavsiye edilen çatal kesit ölçüleri	14
Şekil 3.5. Çatal üzerindeki yük merkezi	14
Şekil 3.6. Tabla ve çatal standartları	16
Şekil 3.7. Çatal ve tablada moment etkisi	17
Şekil 3.8. Kaldırma kızaklarının profili.....	17
Şekil 3.9. Silindir enine ve boyuna kesiti	20
Şekil 3.10. Traktörde aks yükleri dağılımı.....	21
Şekil 4.1. Kaldırma kızağı	23
Şekil 4.2. Tabla	24
Şekil 4.3. Çatal	24
Şekil 4.4. Çatallı yükleyici bağlantı ataşmanı – Ön ataşman.....	25
Şekil 4.5. Kaldırma silindiri	26
Şekil 4.6. Kullanılan valfin teknik özellikleri	26
Şekil 4.7. Çatallı yükleyici hidrolik devresi	27
Şekil 4.8. Kaldırma kızakları, tabla ve çatallar	28
Şekil 4.9. Maksimum öne eğim pozisyonu	28
Şekil 4.10. Piston tam kapalı pozisyonu	29
Şekil 4.11. Stabilite testleri	29
Şekil 4.12. Motor devir sayısına göre indirme ve kaldırma hızları	35
Şekil 4.13. Tabla ve silindir kaldırma hızları	35
Şekil 4.14. İstifleme işlemi	36
Şekil 4.15. Taşıma işlemi	37

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Traktörler, tarım sektöründe teknoloji düzeyi en yüksek olan ve en önemli yere sahip makinelerdir. Tarım traktörü, tarımsal üretimde kullanılan çeşitli tarım alet ve makinelerini çekmek, itmek ve taşımak için gerekli çeki kuvvetini, çalıştırmak için gerekli döndürme gücünü, kaldırmak için gerekli hidrolik gücü sağlamak amacıyla yapılmış tekerlekli, paletli veya yarı paletli, genellikle kuyruk mili kayış kasnağı, çeki ve askı düzenlerine sahip ve bir sürücü tarafından yönetilen kendi yürür bir makinedir (OECD, 1982). Tarım traktörleri dışında endüstri traktörleri ve özel amaçlı traktör tipleri de bulunmaktadır.

Tarım traktörlerinin birçok değişik işlem (çeki, itme, taşıma, yükleme vb.) için kullanım alanı bulunmaktadır. Kullanım şartlarına göre; hız, dümenleme ve çeki yeteneği yanında dengeli ve güvenli çalışması, bir traktör için aranan en önemli özelliklerdir. Modern bir tarım traktörü, tarım makinelerini çekerek, iterek veya taşıyarak çalıştırmanın yanında kuyruk mili veya kasnağı yardımı ile dönerek çalışan makinelere güç iletimi ve basınçlı yağ ile bazı makinelerin hidrolik olarak çalıştırabilmesini ve kontrolünü sağlar.

Traktörler ülkemizde yeterli verimlilikte kullanılmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde, traktörün ekonomik olarak işletilebilmesi için yılda 800–1000 saat çalışması beklenmektedir (ASAE, 1995). Ülkemizde ise bu değer sulu tarım arazilerinde 600 saat dolayındadır. Fakat çoğunluğu küçük ve orta ölçekli tarım işletmelerimizde traktörler, işletme büyüklüğüne ve yapılan işe göre değişmekle beraber ortalama 350 saat çalışmaktadır (Yalçın, 1990). İşletme büyüklükleri ve ürün deseni şartlarına göre, traktörün yılda 800–1000 saat çalıştırılması imkânsız görünmektedir.

Traktörün verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için tarım işletmelerinde veya sanayi sektöründe traktörlerin çok yönlü kullanılması istenmektedir. Tarım işletmelerinde ve sanayi sektöründe ürünün taşıma-iletim işlerinin insan gücü ile yapılmasının neden olduğu zorluklar farklı tiplerde traktör-yükleyici kombinasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ön yükleyiciler, arka yükleyiciler ve çatallı yükleyiciler bunlara örnektir.

Traktör-çatallı yükleyici kombinasyonu ile gerek içsel tarımda gerekse dışsal tarım uygulamalarında görülen taşıma-iletim ve istifleme işlerinde zamandan tasarruf sağlanıp ağır işler daha ekonomik bir şekilde yapılabilir. Özellikle hayvancılık işletmelerinde kaba yemin, bahçe tarımında ise meyve kasalarının-sandıklarının yüklenmesi, taşınması ve istiflenmesinde kullanılabilir.

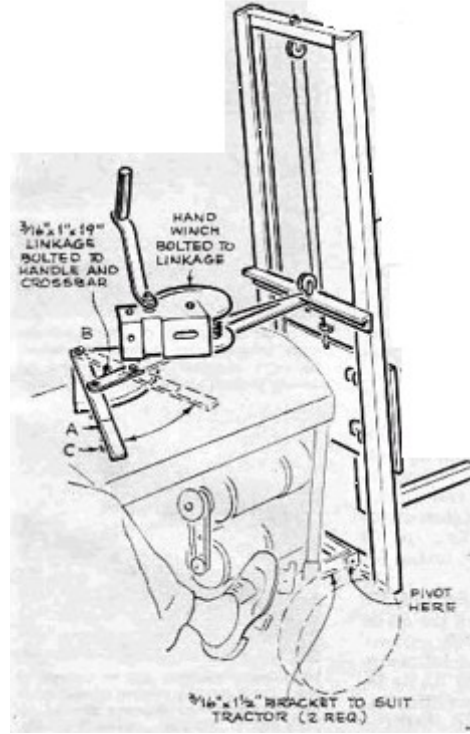
1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, 600 kg kapasiteli bir çatallı yükleyiciyi traktörün önüne takarak traktör çatallı yükleyici sisteminin çalışma özelliklerini belirlemektir. Çalışmanın spesifik amaçları ise şunlardır:

- Çatallı yükleyici traktörün önüne bağlayacak bir ara çatı imal ederek sökülüp takılabilir bir ataşman elde etmek.
- Traktör-çatallı yükleyici sisteminin uzunlamasına stabilite sınırlarını test etmek.
- Sistematik statik testlerle farklı yüklerde ön ve arka aks yükünün değişimini belirlemek.
- İş etüdü yaparak farklı yüklerin taşınması ve istiflenmesinde saatlik/günlük iş başarısını belirlemek.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Adams (1969), küçük bir bahçe traktörünün önüne çatallı yükleyici monte etmiştir (Şekil 2.1). Tamamen mekanik bir sistemle çalışan çatallı yükleyici, altta sabit bir mil bağlantısı ve kızağın orta kısmında eğim için hareketli bir parça ile traktörün üst kısmına monte edilmiştir. Yükü kaldırmak için kızakların içinde rahat hareket edebilen 4 adet rulmana bağlı bir alüminyum plaka geliştirmiştir. Bu plakaya 2 adet çatal monte edilmiştir. Yükün kaldırılabilmesi için bir ucu plakanın üst kısmında bulunan vidalı kancaya takılmış, diğer ucu traktörün üst kısmına monte edilmiş makaraya bir kablo yardımı ile bağlanmıştır. El ile çevrilen makara kabloyu kendi etrafında sararak plakayı yukarıya doğru kaldırmaktadır. Kızaklara eğim verebilmek için, bir ucu kızakların ortasında sabit, diğer ucu traktörün üst kısmında hareket edebilecek şekilde monte edilmiştir.

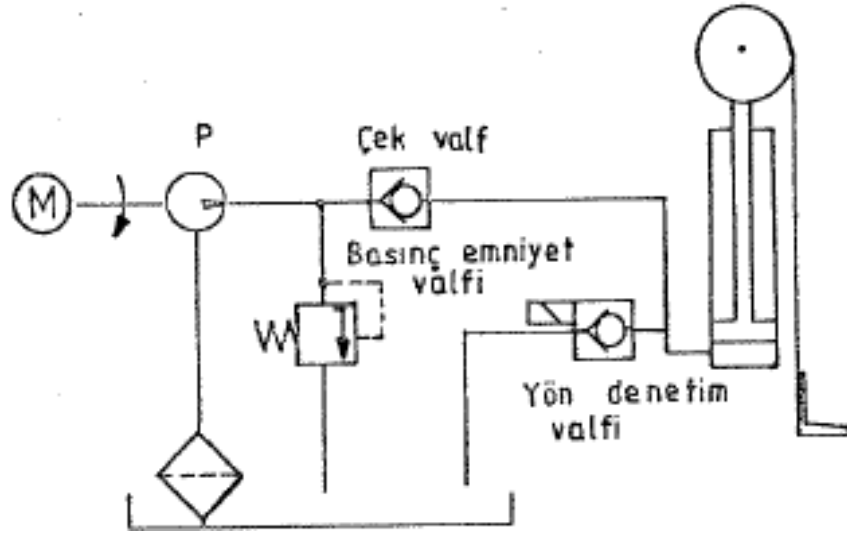


Şekil 2.1. Çatallı yükleyici tasarım şeması (Adams, 1969)

Kadayıfçılar (1969), standart tarım traktörlerinin statik stabilitesinin incelenmesi konusunda gerekli açıklamalar yapmıştır. Traktörün önüne veya arkasına bir donanım takılı değilken stabilitesinin nasıl incelendiğini açıklamış, ön yükleyici takılı durum için değerlendirmeler yapmıştır. Traktörün taşıyabileceği minimum yük ile lastik taşıma kapasitesi arasındaki ilişkiyi açıklamış, minimum dönme dairesi çapı ile ilgili değerlendirmeler yapmıştır. Traktörün taşıma ve yükleme kapasitesi ile ilgili olarak

-
yükleme, taşıma ve boşaltma zamanına bağlı olarak kapasitenin nasıl hesaplanabileceğini açıklamıştır.

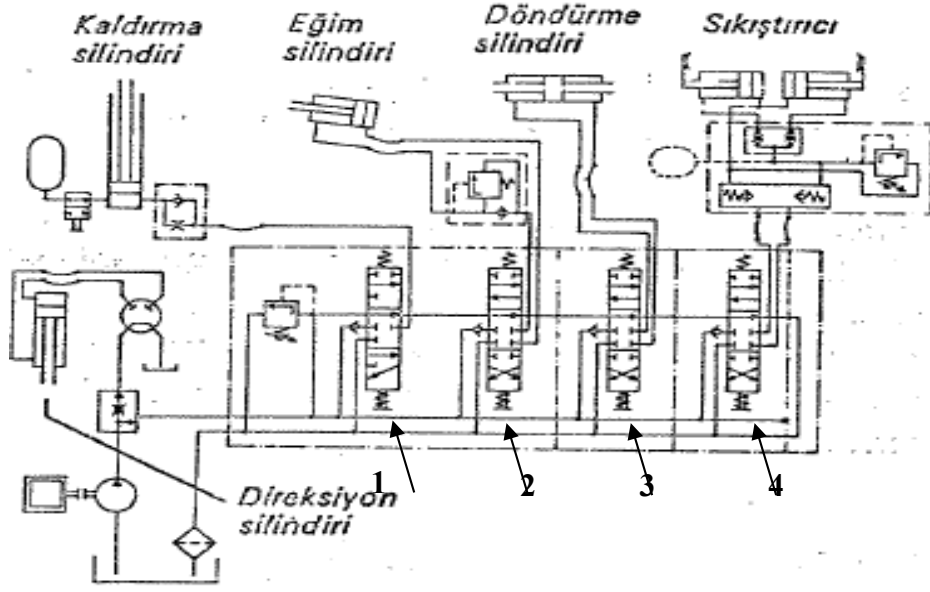
Sullivan (1975), tek etkili basit bir kaldırma sistemine ait devre şeması vermiştir (Şekil 2.2). Burada, batarya ile çalıştırılmakta olan motor, sabit debili bir pompayı tahrik etmektedir. Depodan emilen yağa basınç enerjisi kazandırılmakta, çek valf üzerinden silindire basılmakta ve yük kaldırılmaktadır. Yükün indirilmesi sırasında ise yağ, yön kontrol valfi üzerinden depoya dönmektedir. Yön kontrol valfinin konumu, operatör tarafından belirlenmektedir. Yükün kaldırılması sırasında, fazla basınçlı yağ, basınç emniyet valfi üzerinden depoya dönmekte, yön kontrol valfinin boş (sıfır) konumunda ise yük kilitli kalmaktadır.



Şekil 2.2. Tek etkili bir kaldırma sistemine ait hidrolik devre şeması (Sullivan, 1975)

Erdoğan (1976), tarım traktörlerine ön yükleyici uygulamasında farklı şartlarda çalışma özelliklerini araştırmıştır. Eğimli yollarda stabilite açısı değerlerini belirlemiş, traktör ağırlık merkezinin zeminden yüksekliğine bağlı olarak kritik dönme hızlarını hesaplamıştır.

Özcan (1982) çeşitli hidrolik uygulamalar üzerinde durmuş ve büyük güçlü bir çatallı yükleyiciye ait hidrolik devre şemasını vermiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Çatallı yükleyici hidrolik devre şeması (Özcan, 1982)

Burada dörtlü valf grubu kullanılmıştır. 1 nolu yön kontrol valfi, kaldırma silindiri; 4 nolu valf ise sıkıştırıcı için kullanılmaktadır (Şekil 2.3). Kaldırma silindirine bir hidrolik akümülatör bağlanarak yük ve hidrolik sistem, darbeli çalışmanın olumsuz etkilerinden korunmuştur. Döndürme silindiri ve sıkıştırıcı, özel yükler için kullanılmaktadır.

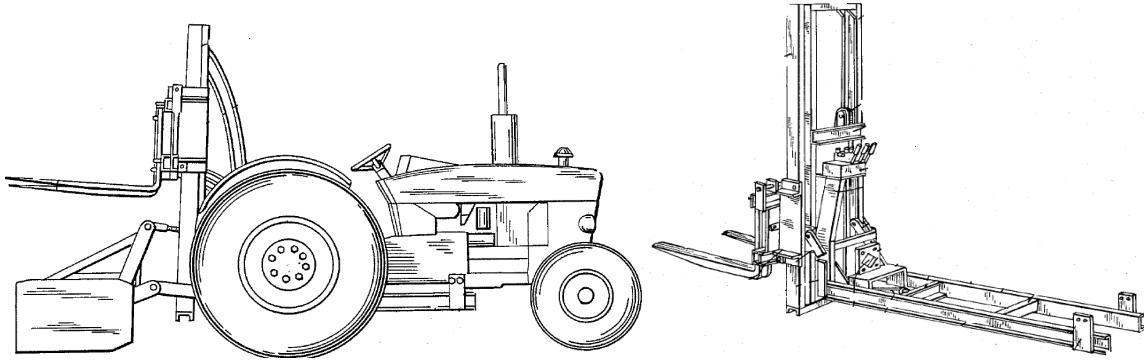
Akkurt ve Savcı (1984), makine elemanlarının boyut ölçülerine ilişkin esasları örneklerle açıklamıştır. Mukavemet ile ilgili eşitlikler vermişler ve çeşitli makine elemanlarının mukavemet özelliklerini belirlemişlerdir. Zincir mekanizmalarında titreşimli çalışma koşulunda dinamik katsayıyı 1,75 olarak belirlemişler ve emniyet katsayısının 5'ten büyük olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Saral (1984), traktörlerle farklı işlerin yapılması sırasında meydana gelen güç kayıplarını ve efektif motor gücü gereksiniminin hesabını açıklamıştır. Saral, motor karakteristiklerini incelemiş; motor devir sayısı, efektif motor gücü, özgül yakıt tüketimi, motor torku ve saatlik yakıt tüketimi arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Ayrıca ön ve arka tekerleklerin taşıma kapasitelerini basınç değerine bağlı olarak belirlemiştir. Buna göre, ek alet ağırlığı yok ise en büyük ilerleme hızı 30 km h^{-1} , ek alet ağırlı varsa en büyük ilerleme hızı 20 km h^{-1} olmaktadır.

Alcock (1986), traktörlerin önüne alet takılı iken ve meyilli arazide hareket halinde iken stabilite konusunun daha önemli bir konuya dönüştüğünü bildirmiş ve traktör-yükleyici sisteminin uzunlamasına denge konusunu incelemiştir. Eğimden, traktörün ivmesinden ve taşınan yükün ivmesinden kaynaklanan momentlerin hesaplanmasını ve

- stabilite faktörünün nasıl belirleneceğini açıklamıştır. Arkaya takılarak çekilen aletlerin neden olduğu ağırlık transferi konusunu incelemiş, statik ve dinamik tepki kuvvetlerini açıklamış ve ağırlık transferinin nasıl hesaplanacağını göstermiştir. İlgili denklemler, arkaya takılan ve ön akstan arka aksa ağırlık transferine neden olan uygulamalar için türetilmiştir.

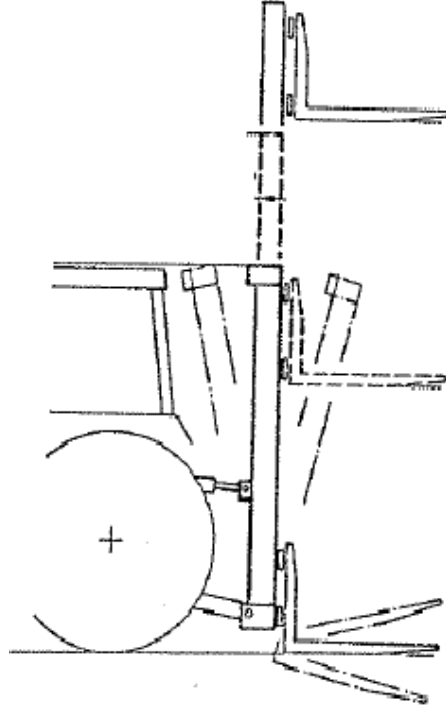
Anonim (1987), 3-nokta askı sisteminden bağımsız ve traktörün yanına monte edilebilen çatallı yükleyiciye bir silindir yardımı ile 10° eğim verebilecek bir ataşman tasarlamıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Traktörde 3-nokta askı sisteminden bağımsız çatallı yükleyici ataşman (Anonim, 1987)

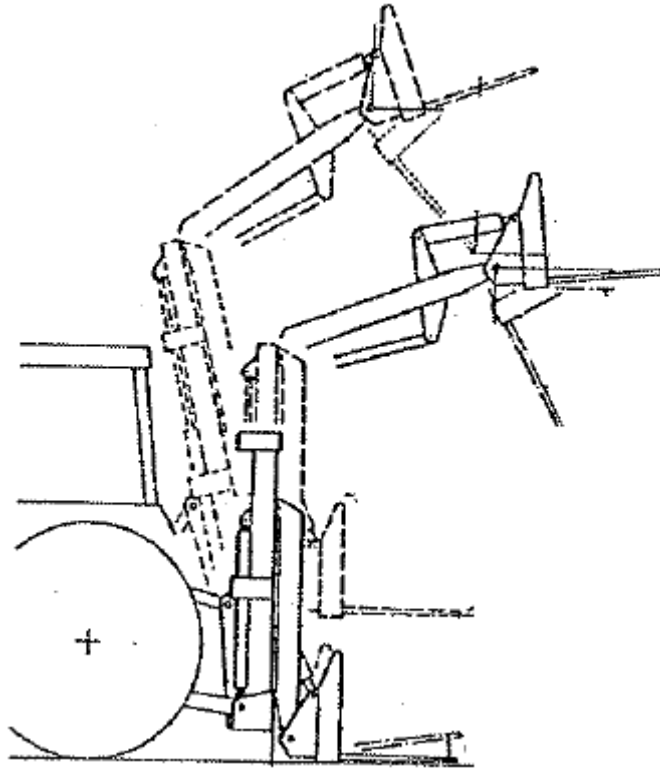
Esposito (1988), hidrolik güç devrelerinin tasarımı ve analizi için gerekli hesaplamaları açıklamıştır. Boru hortum çapı ve uzunluklarına da bağlı olarak hidrolik sistemde debi-güç ilişkilerinin belirlenmesi, hidrolik sistemin veriminin belirlenmesi, kaldırma kapasitesine ve güç kayıplarına bağlı olarak hidro-mekanik sistemin analizi için gerekli hesaplamalar değişik örneklerle açıklanmıştır.

Fankhauser ve Schiess (1989), tarım traktörlerine çatallı yükleyici ve arka yükleyici uygulamalarını yapmışlardır. Fendt 307 LS traktörüne uyguladıkları çatallı yükleyicinin çalışma alanına ait ölçüleri belirlemişlerdir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Üç nokta askı sistemine bağlanabilen çatallı yükleyici
(Fankhauser ve Schiess, 1989)

Ayrıca hem çatallı yükleyici hem de arka yükleyici olarak kullanılabilen bir donanım geliştirmişler ve buna ait çalışma ölçü değerlerini vermişlerdir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Arka yükleyici – çatallı yükleyici (Fankhauser ve Schiess, 1989)

Çatallı yükleyici uygulamasında, üç nokta askı düzeninin kaldırma özelliğinden yararlanılmayacağını, fakat arka yükleyicilerde traktörün hidrolik sisteminin ek kaldırma olanağından yararlanabileceğini açıklamışlardır. Böylece kaldırma yükleme kombinasyonunun denemelerde belirlenen çatal kaldırma yüksekliğinin 0,84 m'den 1,5 m'ye, toplam kaldırma yüksekliğinin ise 2,8 m'den 3,7 m'ye çıkarabildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, uygulama da 600-2200 kg kapasiteli yükleyicilerin bulunduğunu, kaldırma kapasitesinin traktörün ağırlık ve gücüne bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Pratikte en az 200 kg ön ağırlığa gerek duyulduğunu, böylece dümenleme özelliğinin de arttığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, 45 kW gücündeki ön ağırlıklı bir tarım traktörünün, ön ağırlıksız büyük güçte bir traktör kullanmaktan daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, gidiş-geliş hızlarının eşit ve indirme süresinin en az 10 s olması gerektiğini önermişlerdir.

Arslan (1992), Steyr 8073 tarım traktörünün üç nokta askı sistemine uygun, 500 kg kapasiteli standart çift katlı bir çatallı yükleyiciyi boyutlandırmış ve çalışma özelliklerini hesaplamıştır. 200, 400 ve 500 kg yükleme koşullarında traktör çatallı yükleyici sisteminin stabilite özelliklerini incelemiştir. Traktör çatallı yükleyici sisteminin, 250 kg ön ağırlık bağlanarak yeterli dümenleme ve stabilite koşullarını sağlayacağını hesaplanmıştır. Kaldırma hızı $0,5 \text{ m s}^{-1}$ ve en büyük yükseklik 3 m iken çatallı yükleyici ile bir saatte 21 ton materyal yükleme yapılabileceği tahmin edilmiştir.

Babalık (1997), traktörün önüne asılacak olan yükleyici sisteminin şasi ve ara çatı bağlantıları için gerekli hesaplamalarda kullanılabilecek makine elemanlarına ait mukavemet hesaplarını örnek uygulamalar ile açıklamıştır.

Savcı ve Arpacı (1999), eğilme, burkulma zorlanması ve gerilme ve birleşik zorlamalar konularında mukavemet esaslarını açıklamışlardır. Çeşitli uygulamalardan çözümlü örnek hesaplamalar yapmışlardır.

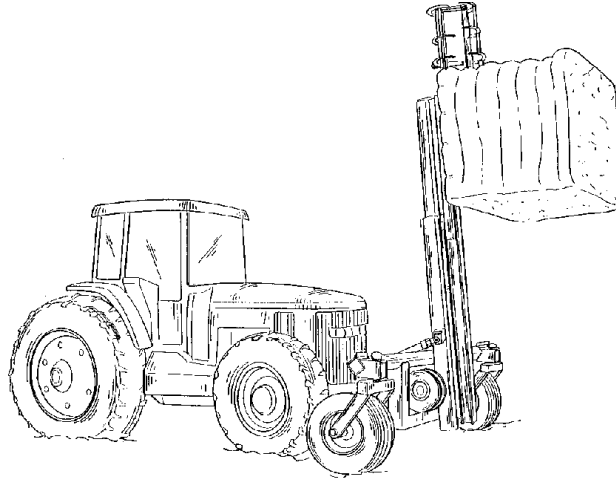
Karacan (2000), endüstriyel hidroliğin temel ilkelerini açıklamış ve hidrolik uygulamalara örnek vermiştir. Ayrıca, emme, basma dönüş hattında hızların şu şekilde alınmasını önermiştir:

Basınç hattı : $V = 5-6 \text{ m s}^{-1}$

Dönüş hattı : $V = 2 \text{ m s}^{-1}$

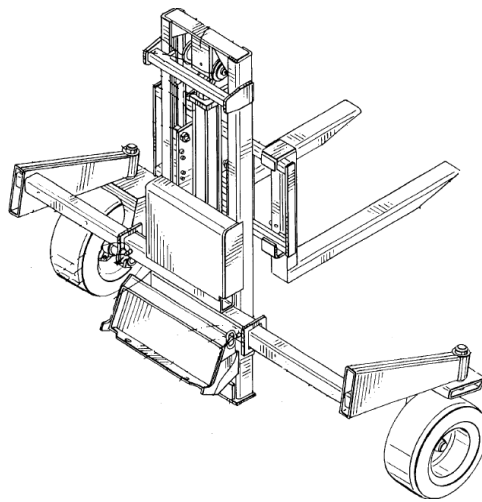
Emme hattı : $V = 1 \text{ m s}^{-1}$

Anonim (2003a), traktörün ön alt bölümüne yerleştirilen ve bir eksen boyunca uzanan ataşmanın üst kısmında bulunan iki kola çatallı yükleyici monte edilebilmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Traktöre çatallı yükleyici bağlantısı (Anonim, 2003a)

Anonim (2003b), bir ataşman ile dengeleyici tekerlekler üzerinde bulunan ve genişliği değişebilen bir desteği yükleyiciye hızlı bir şekilde birleştiren bir sistem geliştirmiştir (Şekil 2.8). Dengenin sağlanması için desteğin her iki tarafına da tekerlek konumlandırılmıştır. Tekerlekler yükün büyük bir bölümünü kaldırmasının yanında kaldırılan yükün dengelenmesini de sağlamaktadır. Ayrıca sistemin yüksekliği değiştirilebilmektedir.



Şekil 2.8. Dengeleyici tekerlekli yükleyici ataşman (Anonim, 2003b)

- Popescu ve ark. (2005), bir yokuştan inme ve dönme hareketinde frenleme yapınca veya yük kaldırılırken çatalların hızlanması gibi zor çalışma şartlarında traktörün uzunlamasına stabilitesini analiz etmiştir. Gerçek bir traktör yükleyici sisteminin eşdeğer modellerinin simülasyon yoluyla oluşturulabileceğini bildirmiştir. Bunun için ölçüt oluşturabilecek taşıma ve çalışma şartları altında, sistemin dinamik davranışını tanımlayan matematiksel modeller oluşturulabileceğini, bilgisayar simülasyonunun traktör-yükleyici modellerinin uzunlamasına stabilitesinin çalışılması için de kullanılabileceğini göstermiştir.

Arslan ve Aybek (2008), standart bir traktör için 600 kg kapasiteli, tek kızaklı bir çatallı yükleyici tasarlamış, imal etmiş ve test etmiştir. Çatallı yükleyici traktörün 3-nokta askı sistemine takılmaktadır. Sistem, orta kolun yerine takılan bir eğim silindiri ve bir adet kaldırma silindiri ile çalıştırılmaktadır. Farklı yüklerin kaldırma ve indirme süreleri ile kaldırma ve indirme hızları ölçülmüş, 50 m mesafede 200 kg yüklerin taşınması durumunda saatlik 10-11 ton taşıma yükleme kapasitesi olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

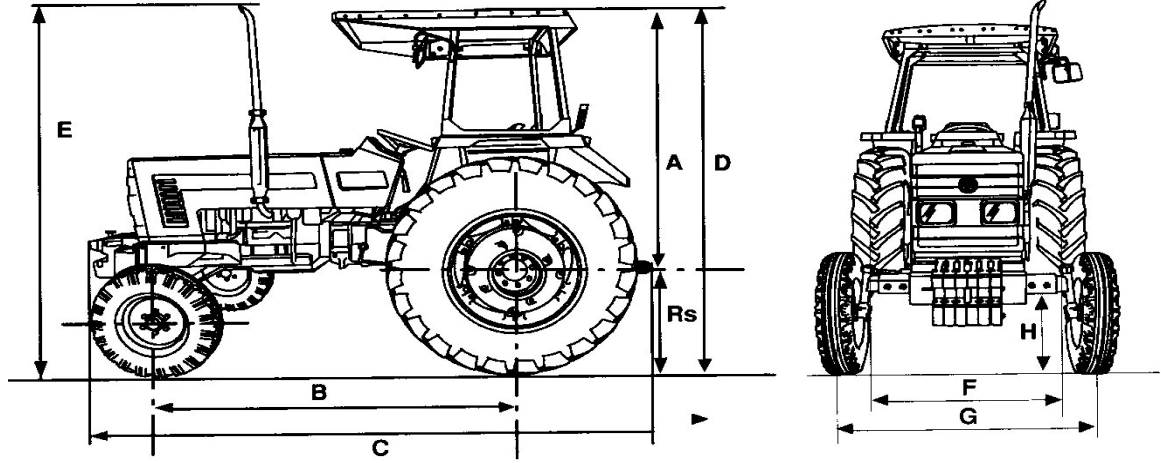
3.1. Materyal

3.1.1. Traktör

Bu araştırmada Türk Fiat 60.56 traktörü kullanılmıştır. Traktöre ait teknik özellikler Çizelge 3.1’de, genel ölçüler ise Şekil 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan traktörün teknik özellikleri (Anonim, 1997)

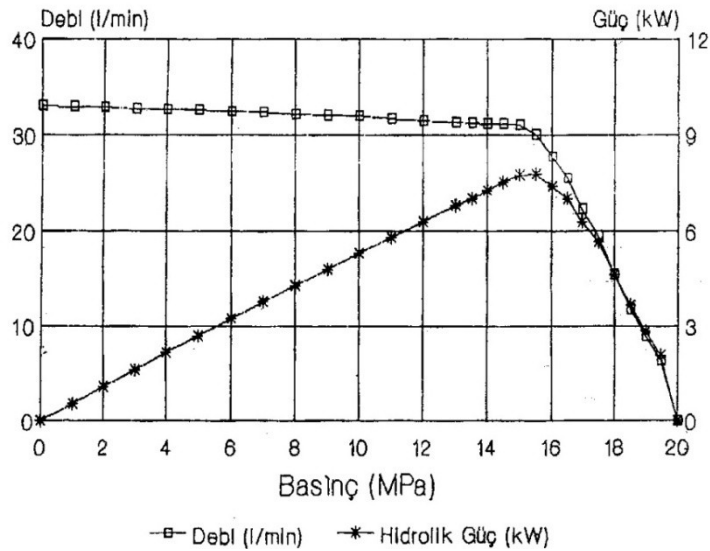
Tip/model	Lastik tekerlekli, arka tekerden hareketli, bileşik yapı / 60.56 S/8	
Motor Özellikleri	T.T.F., 8035-05-307, su soğutmalı, direkt püskürmeli, 4 zamanlı dizel motor	
Gücü (kW)	37,68	
Silindir sayısı	3	
Çap/Strok (mm)	104 / 115	
Toplam silindir hacmi (cm ³)	2931	
Sıkıştırma oranı	17/1	
Motor devri hız sınırı (min ⁻¹)	650 ±25 - 2770±20	
Nominal motor hızı (min ⁻¹)	2500	
En büyük güçte motor torku (N m)	144,22 (Nominal motor hızında)	
Hidrolik Sistem Özellikleri		
Marka /Model	Commercial- Hydraulics / 5096-13233	
Pompa debisi (L min ⁻¹)	33,1 (Nominal motor hızında)	
Açılma basıncı (MPa)	19,4 - 19,9 (~200 Bar)	
Hidrolik güç (kW)	7,78	
Yapımcı tarafından yapılan püskürtme pompası ayarları		
Debi	45-47 cm ³ /100 Strok 1500 min ⁻¹ motor hızında	
Püskürtme zamanı	ÜÖN’den 0° ± 1° önce	
Püskürtme basıncı (MPa)	23-23,8	
Traktör kütlesi (sürücüsüz)		
Ön (kg)	725	
Arka (kg)	1345	
Toplam (kg)	2070	
Lastik Değerleri		
Lastik özellikleri	Ön	Arka
Lastik ölçüleri	7,50 - 16	14,9 – 30/13- 30
Kat adedi	6	6
Maks. yük (lastik yapımcısı) (kN)	7,30	16,32
Hava basıncı (lastik yapımcısı) (kPa)	280	140
Dinamik yarıçap indeksi (mm)	376	665
Seçilen iz genişliği (mm)	1450	1425
İz genişliği (mm)	1450 – 1850	1430 – 1930
Minimum toprak aralığı (mm)	355	



Değer	Boyut (mm)	Değer	Boyut (mm)
R(s)	640	E	2470
A	1705	H	470
B	2052	F (ön)	1450
C	3565	G (arka)	1435
D	2345		

Şekil 3.1. Türk Fiat 60-56 traktörünün genel ölçüleri (Anonim, 2004)

Traktörün hidrolik test sonuçlarına göre rapor edilen basınç-debi-hidrolik güç ilişkisi Şekil 3.2’de verilmiştir. Pompanın sağladığı debi, 15 MPa değerine kadar küçük bir eğimle azalırken artan basınçla birlikte hızla azalmaktadır. Bu çalışmada hidrolik sistem işletme basıncı 10 MPa değerini geçmemiştir. Pompa gerek duyulan basınç ve debiyi kolaylıkla sağlamaktadır.



Şekil 3.2. Debi, basınç ve hidrolik güç arasındaki ilişki (Anonim, 1997)

3.1.2. Çatallı Yükleyiciyi Oluşturan Mekanik Sistem

Çatallı yükleyici oluşturan mekanik sistem; kızak, tabla, kaldırma zincirleri ve ön ataşmandan (bağlantı ataşmanı) oluşmaktadır. Kızak, tek katlı çelik U profil malzeme kullanılarak yapılmıştır. Tabla, 100 mm çapında kuru tip rulmanlarla kızakların içinde hareket etmektedir. Çatalları taşıyan tabla 30 mm kalınlığındaki çelik plakadan yapılmıştır. Kaldırma zincirleri ise kaldırma pistonu üzerine bağlanmış 100 mm çapında iki adet makara üzerinde hareket etmekte ve tablayı kaldırmaktadır. Zincirlerin bir ucu kızak üzerinde orta kolun bağlandığı lama üzerine sabitlenmiş, diğer ucu ise tablaya bağlanmıştır. Ön ataşman, traktörün önünde traktör ile çatallı yükleyici arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.

3.1.3. Çatallı Yükleyiciyi Oluşturan Hidrolik Sistem

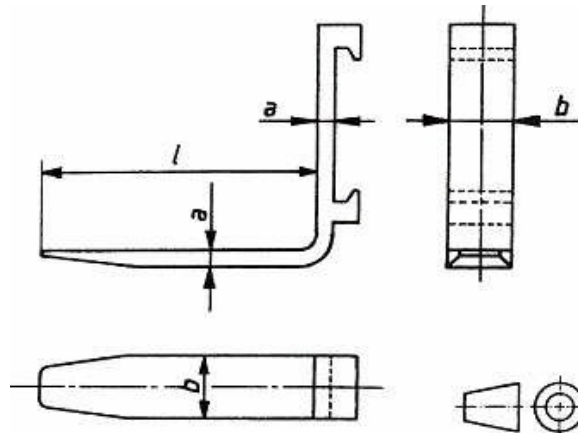
Çatallı yükleyici hidrolik devresinde, bir adet kaldırma silindiri ve bir adet eğim silindiri olmak üzere iki hidrolik silindir bulunmaktadır. Silindirlerin kumandası için gerekli valf bloğu operatörün yakınına monte edilmiş ve basınç ölçümü için bir manometre bağlanmıştır. Hidrolik güç, traktörün arkasındaki hidrolik prizlerden hidrolik hortumlar yardımı ile alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Boyutlandırma

3.2.1.1. Çatal ve Tablaların Boyutlandırılması

Çatallar, yükleyicinin yükü alıp kaldıran, taşıyan ve istifleyen parçalarıdır. Uç kısım yükün daha rahat alınabilmesi için daha ince imal edilmektedir. Çatallar, iki adettir ve aralarındaki genişlik tabla genişliğine göre ayarlanabilmektedir. Çatalların ölçülendirilmesinde, temel esas bir çatala etki eden yüküdür. Bir çatal kolunun temel boyutları Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Çatal temel boyutları (Anonim, 2007)

Çatal boyutları standartlara uygun olarak imal edilmiş olup boyutlar arasındaki ilişkiye göre önerilen ölçüler Şekil 3.4'te verilmiştir.

Temel kalınlık "a": 25–30–35–40–45–50–60–70–80–90 mm

Temel genişlik "b": 80–100–120–130–140–150–160–180–200 mm

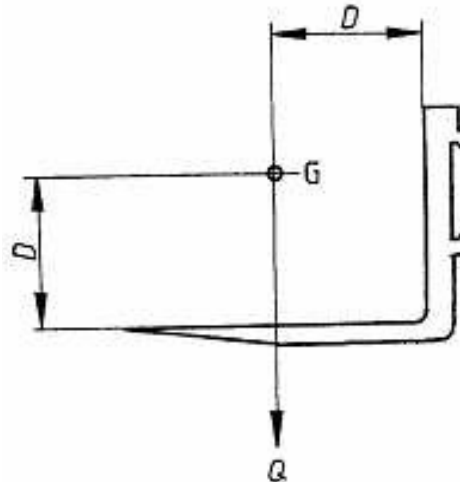
Temel Uzunluk "l": 750–800–900–950–1000–1050–1150–1200–1500–1600–1650–1800–2000–2400 mm.

a	b								
	80	100	120	130	140	150	160	180	200
25	X								
30	X	X							
35		X	X	X					
40		X	X	X	X				
45			X	X	X	X	X		
50			X	X	X	X	X	X	
60					X	X	X	X	X
70						X	X	X	X
80								X	X
90									X

x = Önerilen kesit ölçüleri

Şekil 3.4. Tavsiye edilen çatal kesit ölçüleri (Anonim, 1992)

Kaldırma yükünün (Q) ağırlık merkezi, çatalın dayanma yüzeyine olan uzaklığıyla ilgili olup yük merkezine etki etmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çatal üzerindeki yük merkezi

Kaldırılacak yükün sebep olduğu eğilme gerilmesinin, çatalın enine kesiti tarafından güvenli bir şekilde kaldırılabilmesi için uygun çatal boyutlarını belirlemek için eşitlik 3.1 kullanılmıştır (Akkurt ve Savcı, 1984).

$$\sigma_E = \frac{M_E}{W} \leq \sigma_{Em} \quad (3.1)$$

Burada;

σ_E : Yük altında çatalın eğilme gerilmesini (N m⁻²),

M_E : Eğilme momentini (N m),

W : Çatal kesitinin mukavemet momentini (m³),

σ_{Em} : Çatal malzemesinin emniyetli eğilme gerilmesini (N m⁻²) ifade etmektedir.

Eğilme gerilmesi ve dikdörtgen kesitin mukavemet momenti hesaplamaları için eşitlik 3.2 ve 3.3 kullanılmıştır (Arslan, 1992).

$$M_E = F \cdot c \quad (3.2)$$

$$W = \frac{b \cdot a^2}{6} \quad (3.3)$$

Burada;

F: Bir çatala etkili yük (N),

c: Yük merkezi (m),

b: Çatal genişliği (m),

a: Çatal kalınlığını (m)'dir.

Çatala etki eden yükün hesaplanmasında, etkili yükün ağırlığı ve çatalın kendi ağırlığı alınmıştır. Çatalın kendi ağırlığının bulunmasında önce standart ölçü değerleri alınarak kesit alanı hesaplanmış ve çatal ağırlığı için kullanılmıştır. Bütün ağırlığın yük merkezine etki ettiği kabul edilmiştir.

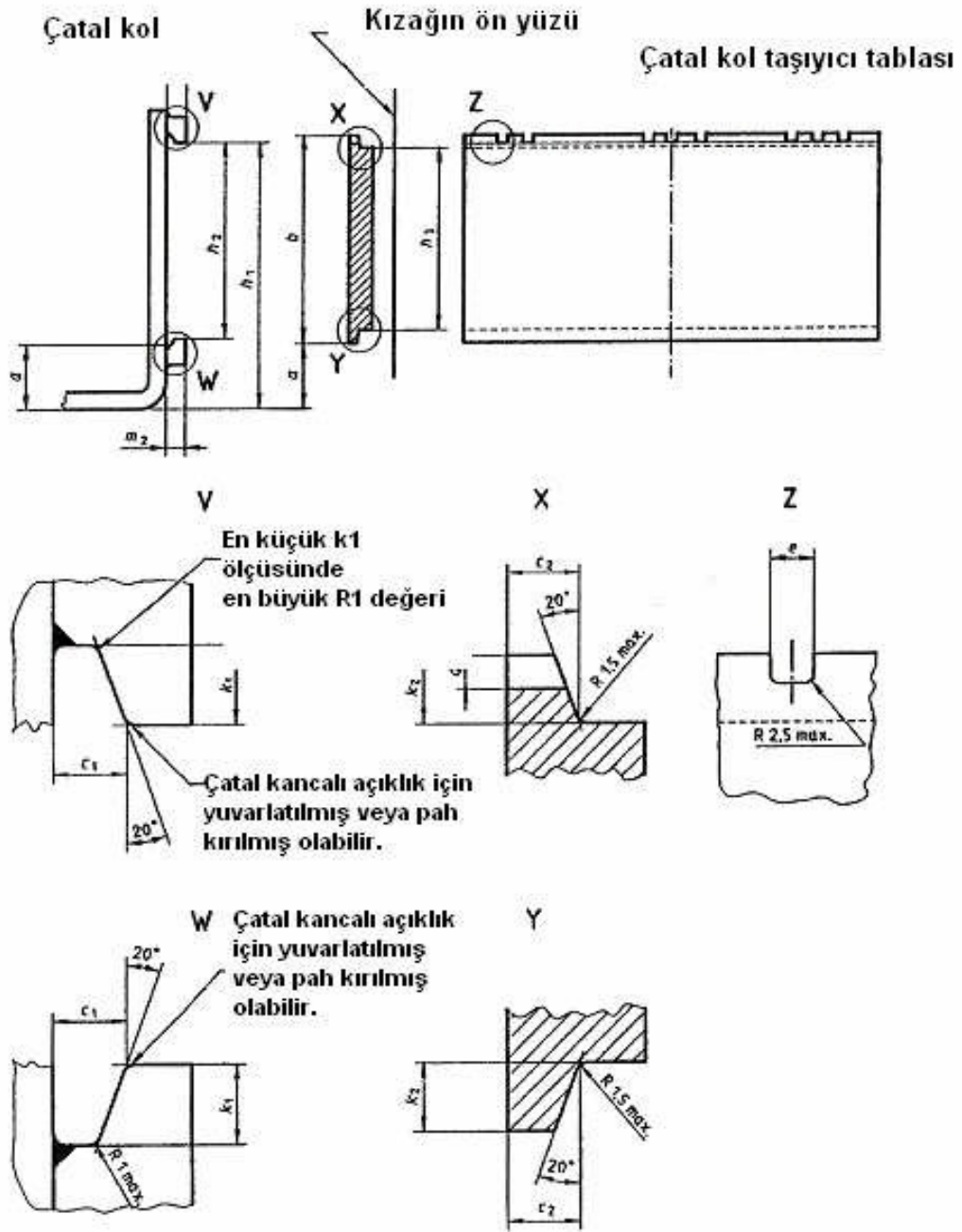
Tabla, çatalların çatallı yükleyici üzerine bağlanmasını sağlayan 4 adet rulman yardımı ile kızaklar içinde düşey yönde hareket edebilen çelik lamalardan oluşan parçadır. Tablanın alt kısmında, kızaklara zincir ile bağlantı sağlanması için iki adet çelik lama bulunmaktadır. Ayrıca tablanın dış yüzeyinde altta ve üstte kızak hareket ederken yatay ve düşey dengenin korunması için 4 adet rulman monte edilmiştir. Bu parçaların standartları TS 10123, ISO 2328'e göre Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Çatallara yüklenen yük, çatalları eğmeye çalışmakta ve tablanın alt ana lamasına dayanmaktadır. Çatal kancalı olup tablanın üst lamasına takıldığından dolayı, çatala etki eden yük tablanın üst lamasını eğmeye çalışmaktadır. Dolayısıyla çatal yükü, Şekil 3.7'de gösterildiği gibi A ve B eksenleri boyunca kuvvet çifti oluşturmaktadır (Arslan, 1992).

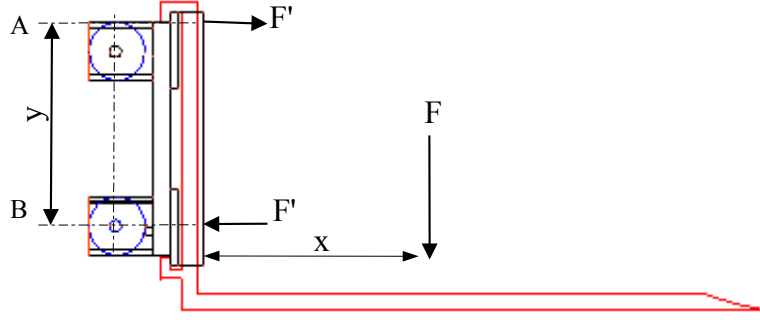
Öluşan bu kuvvet çiftinin A ve B eksenlerindeki etkisi F' (N) ise eşitlik 3.4 ile bulunmuştur.

$$F' = \frac{M_E}{y} \quad (3.4)$$

Şekil 3.7'de x yük merkezini, y ise A ve B eksenleri arasındaki uzaklığı ifade etmektedir.



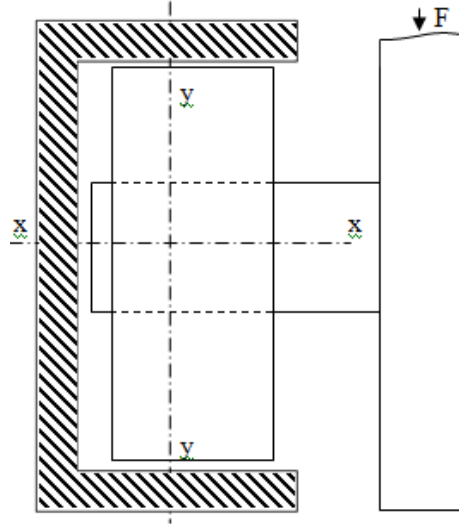
Şekil 3.6. Tabla ve çatal standartları (Anonim, 1998)



Şekil 3.7. Çatal ve tablada moment etkisi

3.2.1.2. Kaldırma Kızaklarının Boyutlandırılması

Kaldırma kızakları, çelik U profilden seçilmiştir (Şekil 3.8). Tabla rulmanlar yardımı ile kızığın iç bölgesinde düşey yönde hareket etmektedir.



Şekil 3.8. Kaldırma kızaklarının profili

Çatalda oluşan kuvvet çifti, rulman üzerinden kızığa aktarılmaktadır. Kızığın boyutlarını belirlemek için standart bir U profili seçilmiş ve bu profilin yük altında eğilme gerilmesi eşitlik 3.5, eğilme momenti ise eşitlik 3.6 ile belirlenmiştir (Akkurt ve Savcı, 1984).

$$\sigma_E = \frac{M_E \cdot C}{I} \quad (3.5)$$

Burada;

σ_E : Kızak eğilme gerilmesi (N m⁻²),

M_E : Eğilme momenti (N m),

- C : Atalet yarıçapı (m),
I : x-x eksinine göre atalet momenti (m⁴)'dir.

$$M_E = F' \cdot a \quad (3.6)$$

Burada;

F': Kızak başlığına etki eden kuvvet (N),

a : Kuvvet çiftinin simetri eksenine olan yatay uzaklığı (m)'dir.

Kaldırma kızakları 2450 mm uzunluğunda ve 10 mm et kalınlığında olup 1850 mm yüksekliğe kadar yükleme yapabilme olanağı sağlamaktadır. Kızaklar tabanda, ortada ve üstte olmak üzere üç lama ile birleştirilmiştir. Kızağın iç kesitinden faydalanılarak rulmanların dış çapı belirlenmiştir.

Kızakların ön-arkaya eğimi için bir adet ve tablanın üzerindeki çatallar ile yükün yukarı-aşağı işlemleri için de bir adet çift etkili hidrolik silindir kullanılmıştır. Kaldırma silindiri kızağın alt kısmındaki mafsalın ortasına dik bir şekilde monte edilmiştir. Hareketli yüklerden dolayı oluşabilecek titreşimlerden fazla etkilenmemesi için silindirin tabanına kaynak yapılmamıştır. Eğim silindiri traktörün önüne takılan ataşman ile kaldırma kızakları arasına takılmıştır.

3.2.1.3. Hidrolik Silindirlerin Boyutlandırılması

Kaldırma ve eğim silindiri çift etkilidir. Kaldırma silindirinin stroğu 1 m ve toplam 10000 N yüke dayanabilecek şekilde imal edilmesi planlanmıştır. Böylece çatalların 2 m'ye kadar yüksekliklere yükleme yapılması istenmiştir.

Kaldırma silindirinde piston yükü; çatalların ağırlığı, tablanın ağırlığı ve yükün ağırlığından oluşmaktadır. Piston çapı 0,09 m seçilerek yükün kaldırılması için gereksinim duyulan işletme basıncı eşitlik 3.7 kullanılarak belirlenmiştir (Esposito, 1988).

$$P = \frac{F}{A} \quad (3.7)$$

Burada;

P: Silindir işletme basıncını (N m⁻²),

F: Piston itme kuvveti yükünü (N),

A: Piston kesit alanını (m²) ifade etmektedir.

Hesaplanan basınç değerine hidrolik sistemde oluşan basınç kayıpları da eklenerek kaldırma ve eğim silindirinin çalışması için gerekli toplam basınç değerleri tespit

edilmiştir. Silindire iletilen debi miktarı belirlenmiş ve yük kaldırma hızı eşitlik 3.8 ile hesaplanmıştır.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3.8)$$

Burada;

V: Kaldırma hızı ($m s^{-1}$),

Q: Debi ($m^3 s^{-1}$),

A: Piston kesit alanı (m^2)'dir.

Kaldırma işlemi sırasında, piston kesitinin kırılmaya karşı emniyetli olup olmadığını tespit etmek için eşitlik 3.9 kullanılmıştır (Savcı ve Arpacı, 1999).

$$L = \pi \cdot \sqrt{\frac{E.I}{F.S_k}} \quad (3.9)$$

Burada;

L : Emniyetli piston kolu kırılma boyu (m),

E : Elastikiyet modülü (St 55 için $21.10^4 N m^{-2}$),

F : Piston itme kuvveti (N),

I : Piston kesitinin atalet momenti (m^4),

S_k : Kırılma emniyet katsayısıdır.

Piston kesitinin atalet momenti, piston çapı (d) değerinin bilinmesi ile tespit edilmiştir (Eşitlik 3.10).

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (3.10)$$

Kaldırma işleminin süresi ise strok ve itme hızına bağlı olarak değişmektedir (Eşitlik 3.11).

$$t = \frac{L}{V} \quad (3.11)$$

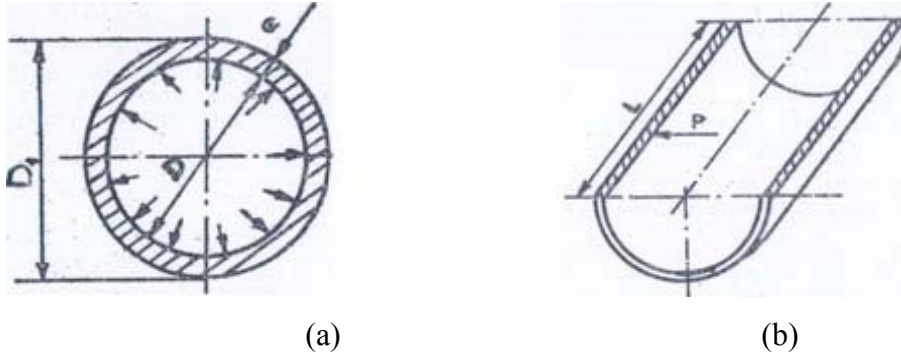
Burada;

t : Kaldırma süresi (s),

L : Strok (m),

V : İtme hızı ($m s^{-1}$)'dir.

Silindirin iç basıncının oluşturduğu gerilme kuvvetinin silindir et kalınlığı tarafından karşılanabilmesi gerekmektedir. Et kalınlığı hesaplarına göre boyuna kesit (Şekil 3.9a) mukavemeti, enine kesit (Şekil 3.9b) mukavemetinden iyi olmaktadır. Silindirin korozyona karşı dayanım için eşitlik 3.12 ve 3.13'e korozyon payı (c) olan 0,001 m eklenmiştir. Çalışma basıncı değeri ve izin verilen emniyetli çeki gerilmesine göre silindir et kalınlığı eşitlik 3.12 kullanılarak bulunmuştur (Anonim, 2006).



Şekil 3.9. Silindir enine ve boyuna kesiti

$$e = \frac{d.P}{2.\sigma_{\text{çem}}} \quad (3.12)$$

$$e = \frac{d.P}{4.\sigma_{\text{çem}}} \quad (3.13)$$

Burada;

e : Et kalınlığı (m),

$\sigma_{\text{çem}}$: Emniyetli çeki gerilmesi (N m⁻²),

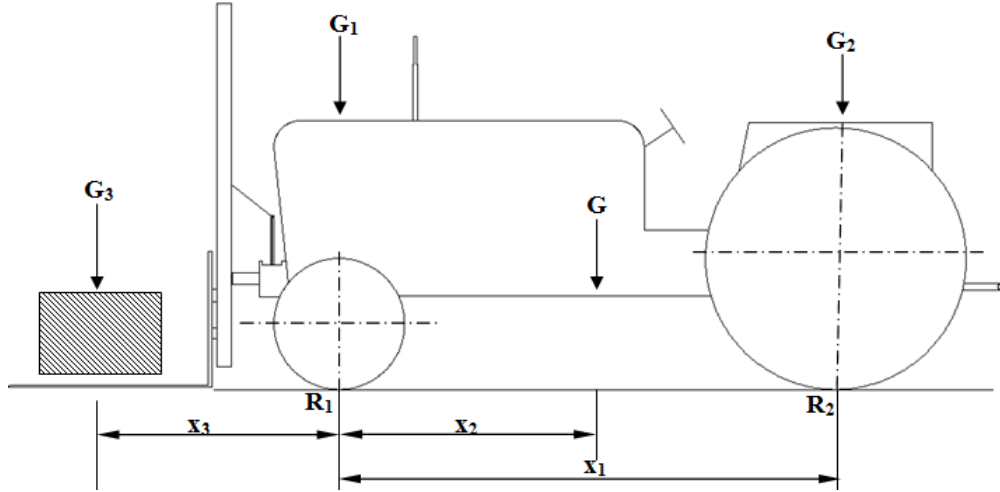
P : Çalışma basıncı (N m⁻²),

d : Silindir iç çapı (m)'dir.

3.2.2. Statik Stabilite, Kaldırma-İndirme Hızı ve Taşıma-İstifleme Süresi

Traktör-çatallı yükleyici uygulamasında, traktör mekaniği açısından önemli bazı özelliklerin göz önüne alınması gerekmektedir. Öne takılı aletler ile çalışmada, arka (karşı) ağırlığa gerek olup olmadığı, ön tekerleklerinin basınç sınırlarının aşıp aşılmadığı ve traktörün stabilite sınır değerleri kontrol edilmelidir (Kadayıfçılar, 1969).

Traktörün toplam ağırlığı, ön ve arka aks yükleri, ön ve arka aks eksenleri arasındaki yatay uzaklık test raporunda belirtilmiştir. Buna göre traktör-çatallı yükleyici kombinasyonunda aks yükleri dağılımı Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Traktörde aks yükleri dağılımı

Şekil 3.9'da;

G : Traktörün toplam ağırlığı (N),

G_1 : Ön aks yükü (N),

G_2 : Arka aks yükü (N),

G_3 : Asılı ağırlık toplamı (N),

R_1 : Ön aks düşey toprak tepkisi (N),

R_2 : Arka aks düşey toprak tepkisi (N),

x_1 : Ön ve arka aks eksenleri arasındaki yatay uzaklık (m),

x_2 : Ağırlık merkezi ile ön aks eksenindeki yatay uzaklık (m),

x_3 : Asılı ağırlığın yük merkezi ile ön aks eksenindeki yatay uzaklık

(m)'dir.

Şekil 3.9'da verilen G_1 ve G_2 değerleri, traktörün yüksüz ve düz zeminde olduğu durumdaki aks yüklerini belirtmektedir. Çatallı yükleyicinin, takılı olduğu durumda ise aks yükleri eşitlik 3.14 ve 3.15'teki gibi değişmektedir (Arslan, 1992).

$$G_1' = G_1 + G_3 \left(1 + \frac{x_3}{x_1}\right) \quad (3.14)$$

$$G_2' = G_2 - G_3 \left(\frac{x_3}{x_1} \right) \quad (3.15)$$

Burada;

G_1' : Çatallı yükleyici bağlı pozisyonda ön aks yükü (N),

G_2' : Çatallı yükleyici bağlı pozisyonda arka aks yükü (N)'dur.

Stabilite testlerinde, çatallı yükleyici takılmış ancak yüksüz durumdayken, ayrıca 10° , 8° ve düz bir zeminde 0, 200, 600 kg yükler kullanılarak farklı kızak eğim koşullarında ön ve arka aks yükleri ölçülmüştür. Test sonuçları sürücü kütlesi (~ 82 kg) ile beraber ölçülmüştür. Kullanılan kantar mekanik olup 10 kg hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir.

Farklı yüklerle yapılan denemelerde ön ve arka aks yükleri ölçülmüş, ayrıca yüke bağlı olarak aks merkezlerinin yerden yüksekliklerinin değişimi belirlenmiştir.

Piston ve tablanın kaldırma ve indirme hızları üç farklı hız kademesinde ve yüksüz koşulda ve 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600 ve 650 kg yükler ile 3 tekrarlı yapılmış, ölçümlerin ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

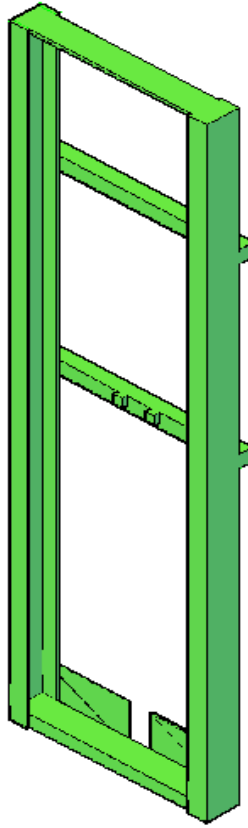
Farklı yüklerde önce 50 m mesafede taşıma için harcanan zaman, ardından 1,85 m'ye istifleme işlemi için harcanan zaman değerleri 3 tekrarlı olarak ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Mekanik Sistem

Tasarlanan çatallı yükleyici; çatallar, tabla ve makaralar, silindirler, kaldırma zincirleri ve kaldırma kızaklarından oluşmaktadır. Çatallı yükleyici, tek kızaklı (tek katlı) bir sistem olarak tasarlanmıştır. Çatallı yükleyici, traktörün önüne monte edilecek bir ataşman ile traktöre bağlanmış olup hidrolik tahriki traktörün arkasında bulunan hidrolik çabuk bağlantı elemanı ile sağlanmıştır. Mekanik sistemde boyutlandırılan parçalar; çatallar, tabla ve rulmanlar, kaldırma kızakları, kaldırma zinciri ve makaralardır.

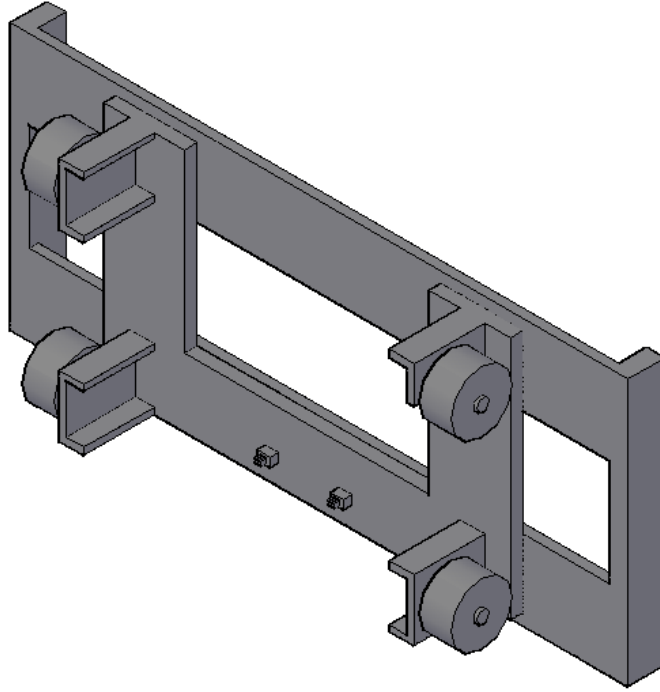
Kaldırma kızakları (Şekil 4.1), ataşmana takılıp çıkarılabilecek yan kollara ve orta kola bağlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ataşman üzerinde orta kola eğim silindiri bağlanarak kızığın yatay yönde eğim almasını sağlamaktadır. Sonuçlar ve tartışma bölümünde sunulan ve tasarlanan sistemlere ait olan teknik ölçüler EK 1-9'da verilmiştir.



Şekil 4.1. Kaldırma kızığı

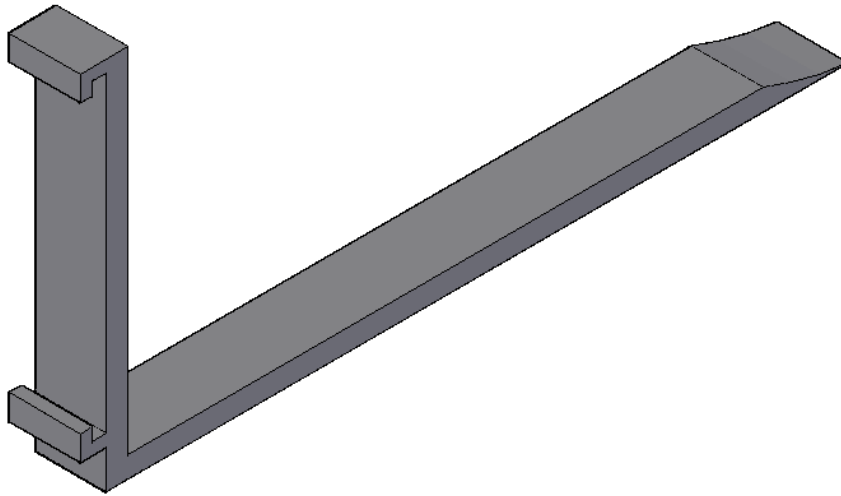
Tabla (ayna), üzerinde bulunan 4 adet rulman ile U profili şeklindeki kaldırma kızığının içinde yukarı aşağı hareket etmektedir (Şekil 4.2). Tablanın üzerine çatallar

takılacağı gibi çeşitli yapıda düzenler de takılarak kaldırma, istifleme ve taşıma gibi işlemler yapılabilir.



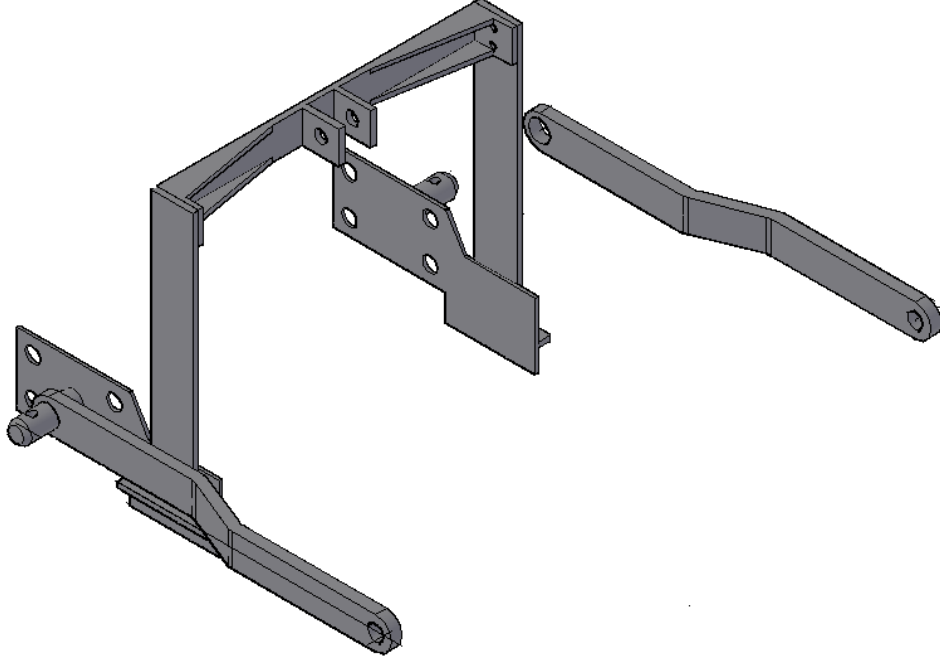
Şekil 4.2. Tabla

Çatallar, tablaya takılıp çıkarılabilmektedir. Çatallar arasındaki mesafeler kullanılacak yüke göre insan gücü ile artırılıp azaltılabilmektedir. Çatallar, ISO 2328 standartlarına göre tasarlanmış olup St 52 çelik malzeme kullanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çatal

Traktör ön ağırlıkları çıkarılarak çatallı yükleyicinin takılabilmesi için bir ön bağlantı ataşmanı tasarlanmıştır. Ön ataşman yaklaşık 12000 N ağırlık kaldırabilecek kapasitede, 2 kişi ile yaklaşık 10 dakikada monte edilebilir ve sökülebilir şekilde imal edilmiştir (Şekil 4.4). Orta kol ve yan kolların bağlantıları sabitlenmemiş olup istenildiğinde çıkarılabilmektedir.



Şekil 4.4. Çatallı yükleyici bağlantı ataşmanı – Ön ataşman

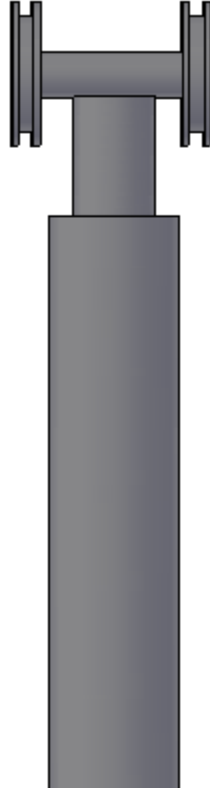
Kaldırma sisteminde fleyer tip dişli zincir kullanılmıştır. Zincirlerin bir ucu kaldırma kızağına, diğer ucu tablanın alt noktasına bağlanmaktadır. Fleyer tip zincirler makaralar ile çalışmaktadır. Kaldırma sisteminde zincirler kullanıldığında yük, silindir stroğunun iki katı kadar çıkartılabilmektedir.

4.2. Hidrolik Sistem

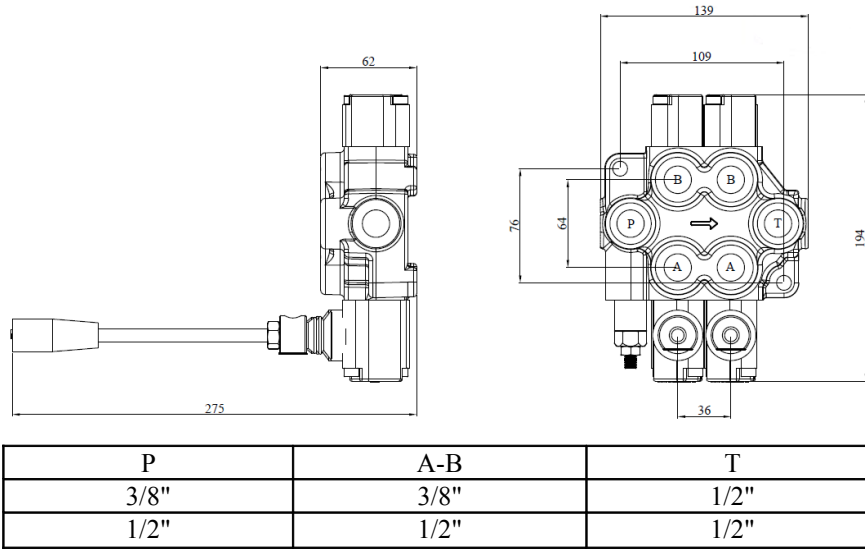
Kullanılan hidrolik sistem elemanları; kaldırma silindiri, eğim silindiri, hidrolik hortumlar, yön kontrol valf bloğu ve manometredir. Çift etkili silindir yükü, tabla yükü ve çatal yükü kullanılarak belirlenmiştir.

Hidrolik silindirlere yön vermek için 2 dilimli monoblok yapılı yön kontrol valfi kullanılmıştır. Böylece tek blok halinde eğim ve kaldırma silindiri kontrol edilebilmektedir. Yön kontrol valfinin debisi 45 L min^{-1} , maksimum çalışma basıncı 32 MPa, standart çalışma basıncı 15 MPa, geri dönüş basıncı 2,5 MPa'dır.

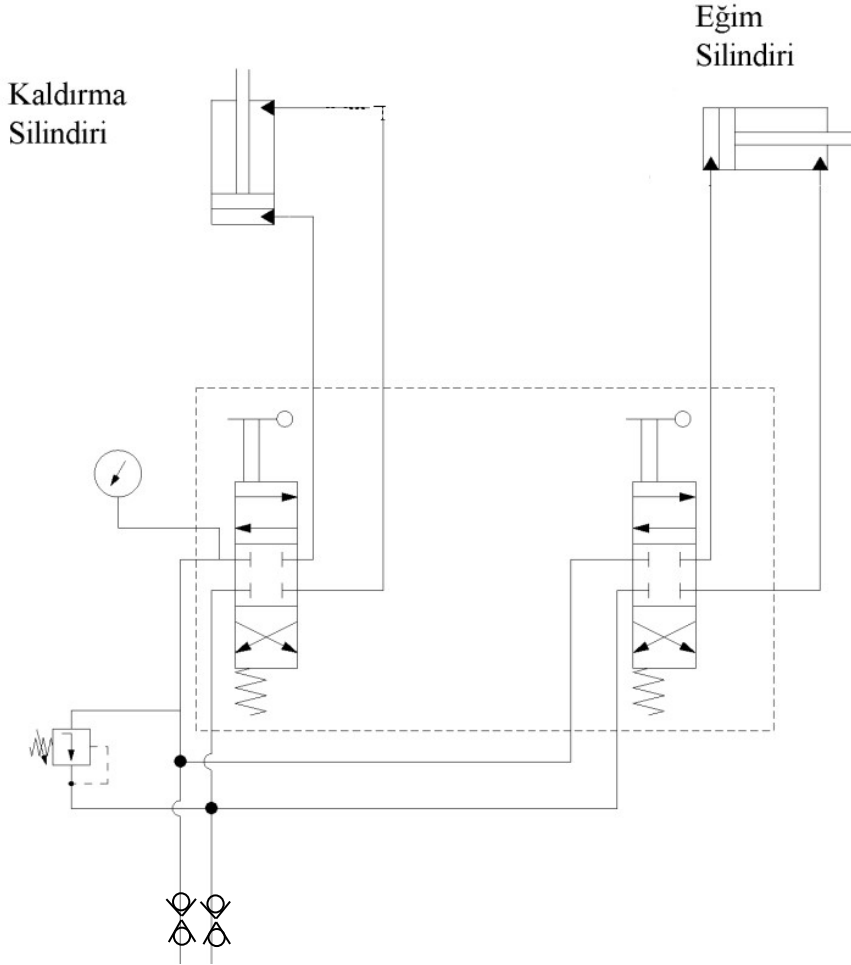
Kaldırma silindiri, valf bloğu ve hidrolik devre şeması, sırasıyla Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kaldırma silindiri



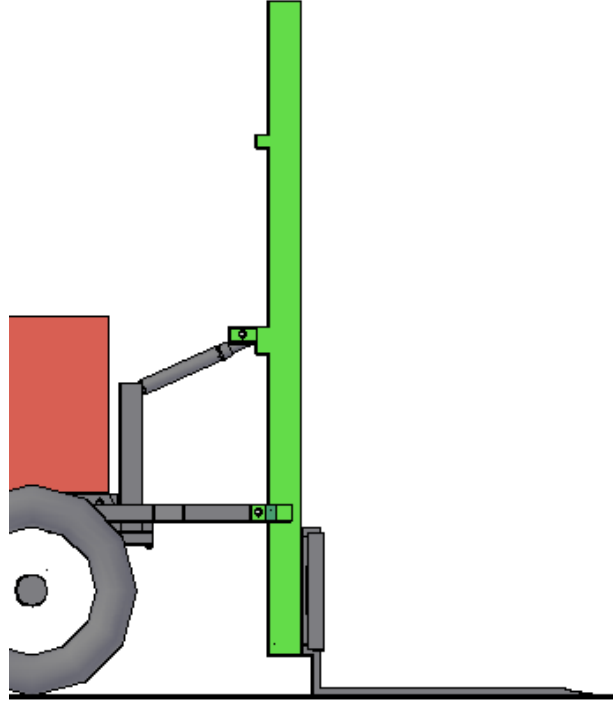
Şekil 4.6. Kullanılan valfin teknik özellikleri



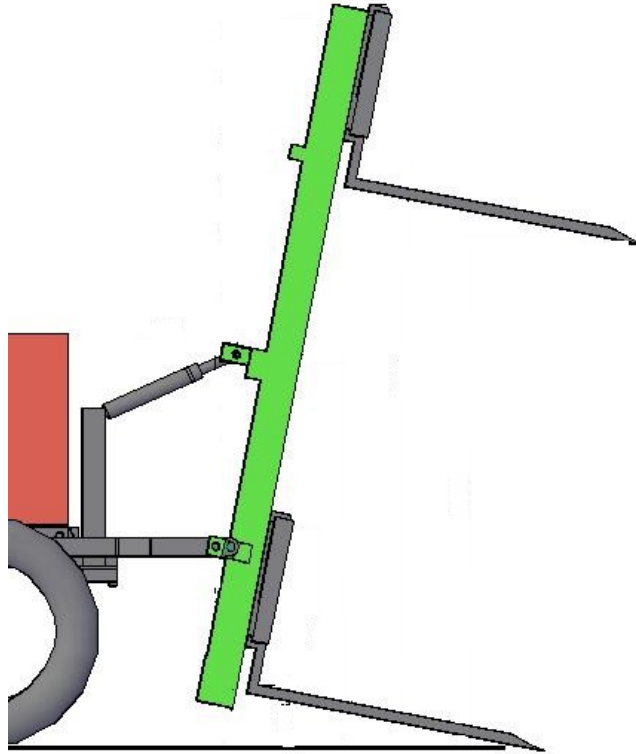
Şekil 4.7. Çatallı yükleyici hidrolik devresi

4.3. Çatallı Yükleyici

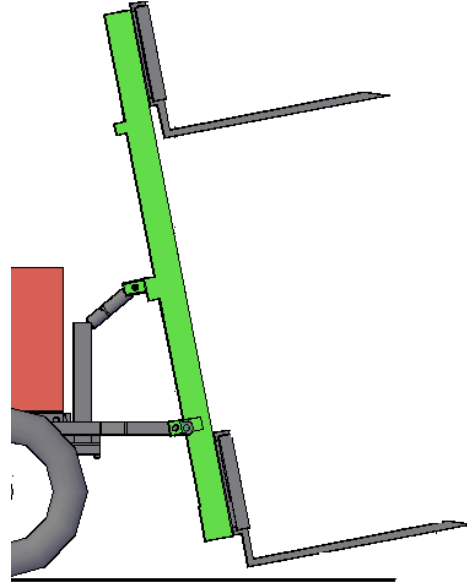
Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da çatallı yükleyicinin dik ve pistonun tam açık olduğu pozisyonundaki eğim açısı, yükleme yüksekliği, tabla yüksekliği, kızak zemin yüksekliği, orta bağlama kolu zemin yüksekliği ve diğer ölçüler gösterilmiştir. Kızak dik durumdayken çatal uç noktasının varabileceği en büyük yükseklik 2,630 m, en büyük yükleme yüksekliği 1,85 m, öne ve arkaya eğim açısı 11° olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.8. Kaldırma kızakları, tabla ve çatallar



Şekil 4.9. Maksimum öne eğim pozisyonu



Şekil 4.10. Piston tam kapalı pozisyon

4.4. Traktör-Çatallı Yükleyici Sisteminin Stabilite Testleri

Stabilite testlerinde, yüksüz traktör-çatallı yükleyici sisteminin ön ve arka aks yükleri ölçülmüştür. Ayrıca 10°, 8° ve düz zeminde 0, 200, 600 kg yüklerin farklı pozisyonlarında ön ve arka aks yükleri ölçülmüştür (Şekil 4.11).



(a) Ön aks yükü ölçümü

(b) Arka aks yükü ölçümü

Şekil 4.11. Stabilite testleri

10° zemin eğiminde ölçülen aks yükleri Çizelge 4.1’de, 8° zemin eğiminde ölçülen aks yükleri Çizelge 4.2’de ve düz zeminde ölçülen aks yükleri Çizelge 4.3’te verilmiştir. Buna göre, aynı yükte eğim derecesi arttıkça ön aksa düşen yük miktarının azaldığı, arka aksa düşen yük miktarının ise arttığı tespit edilmiştir. Yapılan denemelerde belirli bir

zemin eğiminde yük değerinin artması ile ön aks yükünün arttığı, arka aks yükünün ise azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.1-4.3).

Çizelge 4.1. 10° zemin eğiminde aks yükü değerleri

Yük (kg)	Yük (N)	Çatal Pozisyonu	Çatallı Yükleyici Pozisyonu	Ön Aks (N)	Arka Aks (N)
0	0	Minimum Yükseklik	Dik	12544	14994
			Tam Açık	12495	14994
			Tam Kapalı	12544	14994
		Maksimum Yükseklik	Dik	12642	14896
			Tam Açık	12642	14700
			Tam Kapalı	12544	14896
200	1960	Minimum Yükseklik	Dik	15337	12250
			Tam Açık	15288	12250
			Tam Kapalı	15386	12250
		Maksimum Yükseklik	Dik	15386	11662
			Tam Açık	15582	11466
			Tam Kapalı	15239	11613
600	5880	Minimum Yükseklik	Dik	22736	9408
			Tam Açık	22736	9114
			Tam Kapalı	22344	9506
		Maksimum Yükseklik	Dik	22344	8624
			Tam Açık	22932	7644
			Tam Kapalı	21364	8918

Çizelge 4.2. 8° zemin eğiminde aks yükü değerleri

Yük (kg)	Yük (N)	Çatal Pozisyonu	Çatallı yükleyici Pozisyonu	Ön Aks (N)	Arka Aks (N)
0	0	Minimum Yükseklik	Dik	13230	14896
			Tam Açık	13230	15288
			Tam Kapalı	13230	15484
		Maksimum Yükseklik	Dik	13132	15288
			Tam Açık	13279	15092
			Tam Kapalı	12936	15386
200	1960	Minimum Yükseklik	Dik	17052	13034
			Tam Açık	17150	12936
			Tam Kapalı	17150	13132
		Maksimum Yükseklik	Dik	16758	12740
			Tam Açık	17150	12348
			Tam Kapalı	16268	12936
600	5880	Minimum Yükseklik	Dik	23422	9408
			Tam Açık	23226	9310
			Tam Kapalı	23520	9702
		Maksimum Yükseklik	Dik	22834	7840
			Tam Açık	23618	7546

			Tam Kapalı	22932	9016
--	--	--	------------	-------	------

Çizelge 4.3. Düz zeminde aks yükü değerleri

Yük (kg)	Yük (N)	Çatal Pozisyonu	Çatallı yükleyici Pozisyonu	Ön Aks (N)	Arka Aks (N)
0	0	Minimum Yükseklik	Dik	12593	14406
			Tam Açık	12103	14014
			Tam Kapalı	12446	14014
		Maksimum Yükseklik	Dik	12446	14210
			Tam Açık	12985	14210
			Tam Kapalı	12152	14259
200	1960	Minimum Yükseklik	Dik	17395	12446
			Tam Açık	17395	12446
			Tam Kapalı	17248	12446
		Maksimum Yükseklik	Dik	17248	12250
			Tam Açık	17346	12152
			Tam Kapalı	17297	12544
600	5880	Minimum Yükseklik	Dik	23324	9947
			Tam Açık	24108	9800
			Tam Kapalı	24010	9996
		Maksimum Yükseklik	Dik	24010	9996
			Tam Açık	24794	9702
			Tam Kapalı	24402	9800

Kaldırılan yükün merkezi ile ön tekerlek merkezi arasındaki yatay mesafe ön tekerleğe etki eden yükü belirlemektedir (Çizelge 4.4). Ön tekerlek ile kaldırılan yük merkezi arasındaki yatay mesafe arttığında ön tekerleğe etki eden yük miktarı düşmüş, yatay mesafe azaldığında ön tekerleğe düşen yük miktarı artmıştır. Ön tekerleğe etki eden maksimum yük, traktör arkaya eğimli zeminde dururken gerçekleşmiştir.

Yük merkezine göre yapılan testlerde maksimum eğimde, maksimum yük merkezinde (Çizelge 4.4) arka aksa düşen yük miktarı 7546 N olarak tespit edilmiştir. Buna göre, her bir arka tekerleğe etki eden yük miktarı 3773 N'dur ve çeki gücü yeterlidir.

Maksimum yük kapasitesinde (600 kg), maksimum yük merkezinde (600 mm) ve düz zeminde ön tekerleklere etki eden yük en fazla 25284 N olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). Bu, her bir ön tekerleğe 12642 N yük bineceğini göstermektedir. Bundan dolayı kullanılacak traktörün tekerleğinin 12642 N yükü taşıyacak kapasitede olması gerekmektedir.

Çizelge 4.4. Farklı yük merkezlerine göre aks yükü değerleri

Eğim (°)	Yük (N)	Yük merkezi (mm)	Çatal Pozisyonu	Çatal yükleyici Pozisyon	Ön Aks (N)	Arka Aks (N)
0	5880	400	Minimum Yükseklik	Dik	23814	9898
				Tam Açık	23912	9800
				Tam Kapalı	23716	9996
			Maksimum Yükseklik	Dik	24010	9114
				Tam Açık	24304	9016
				Tam Kapalı	24010	9604
		500	Minimum Yükseklik	Dik	23324	9947
				Tam Açık	24108	9800
				Tam Kapalı	24010	9996
			Maksimum Yükseklik	Dik	24010	9996
				Tam Açık	24794	9800
				Tam Kapalı	24402	9702
		600	Minimum Yükseklik	Dik	24010	9408
				Tam Açık	24010	9310
				Tam Kapalı	23814	9506
			Maksimum Yükseklik	Dik	24990	9506
				Tam Açık	25284	8918
				Tam Kapalı	24598	9604
10	5880	400	Minimum Yükseklik	Dik	22932	9751
				Tam Açık	22932	9702
				Tam Kapalı	23030	9800
			Maksimum Yükseklik	Dik	22442	9212
				Tam Açık	23030	8526
				Tam Kapalı	21364	9506
		500	Minimum Yükseklik	Dik	22932	9702
				Tam Açık	22834	9506
				Tam Kapalı	23030	9800
			Maksimum Yükseklik	Dik	22344	9016
				Tam Açık	23030	7938
				Tam Kapalı	21364	9310
		600	Minimum Yükseklik	Dik	23422	9408
				Tam Açık	23226	9310
				Tam Kapalı	23520	9702
			Maksimum Yükseklik	Dik	22834	7840
				Tam Açık	23618	7546
				Tam Kapalı	22932	9016

Yükün statik değerleri, farklı yük merkezlerinde de ölçülmüştür. Testler düz zeminde ve 10° eğimde 600 kg yük ile yapılmış, ölçüm sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Aynı zemin eğiminde yük merkezinin artması, ön aks yükünü arttırdığı gibi arka aks yükünü de azaltmıştır. Örneğin, 10° eğimde 400 mm yük merkezinde maksimum yükseklikte ön aks yükü 23030 N, arka aks yükü ise 8526 N olarak ölçülmüşken yük merkezi 600 mm değerine çıkarıldığında ön aks yükü 23618 N, arka aks yükü ise 7546 N olarak

ölçülmüştür. Fakat eğim derecesi arttırıldığında aynı yükte ve yük merkezinde arka aks yükünün azaldığı ve çeki gücünün düştüğü görülmüştür.

Statik testlerde kullanılan yük (0-600 kg) ve eğimlerde (0-10 derece) traktörde şahlanma problemi olmamıştır. Ancak, dinamik çalışma koşullarında yapılan gözlemlere göre, zemin eğimi arttıkça patinaj belirtileri başlamış ve traktörün öne kapaklanma tehlikesi olabileceği görülmüştür. Bu gözlemlere göre, karşı ağırlık kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

4.5. Piston ve Yük Kaldırma Hızları

Piston ve tablanın kaldırma ve indirme hızları üç farklı hız kademesinde yapılmıştır. Testler yüksüz, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 kg yükler ile 3 tekrarlı yapılmış, ölçülen değerlerin ortalaması belirlenmiştir. Piston ortalama hızları ve standart sapma değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı yüklerde piston kaldırma ve indirme süreleri

Hız	Yük (kg)	Ortalama (s)	
		Kaldırma	İndirme
Rölanti	0	37,25±0,52	19,46±0,39
	50	39,03±0,19	19,94±0,27
	100	39,17±0,55	19,71±0,35
	200	39,14±0,61	19,07±0,30
	400	36,12±1,44	17,87±0,15
	600	37,41±0,48	14,02±0,27
Orta Devir	0	14,03±2,01	7,65±0,49
	50	14,47±1,21	7,18±1,38
	100	14,00±0,55	7,98±0,38
	200	13,64±0,49	7,03±0,08
	400	14,06±1,66	7,42±0,72
	600	14,54±0,21	6,71±1,41
Maksimum Devir	0	9,61±0,58	5,64±0,09
	50	10,08±0,35	6,11±0,39
	100	9,57±0,34	5,56±0,07
	200	9,46±0,06	5,35±0,24
	400	9,65±0,02	5,25±0,01
	600	9,75±0,08	5,27±0,02

Rölantide yapılan kaldırma işlemi süresi ile maksimum gaz verildiğinde yapılan kaldırma işlemi süresi çok farklı bulunmuştur. 200 kg yükü kaldırmak ve indirmek için rölantide toplam harcanan zaman yaklaşık 60 s iken motor devir hızı arttırıldığında bu değer yaklaşık 15 saniyeye kadar düşmüştür. Buna göre, yaklaşık 45 s zamandan kazancı sağlanmıştır. Ayrıca, maksimum devir sayısında (2500 min⁻¹) bir çatallı yükleyici için

önerilen (Fankhauser ve Schiess, 1989) 10 s indirme süresi de motor devri yüksek iken sağlanabilmektedir.

Şahlanma ve öne devrilmeye karşı ön ve arka aksların yerden yükseklikleri ölçülmüş ve değerler Çizelge 4.6’da verilmiştir. Düz zeminde çatallar yere yakinken (taşım pozisyonunda) taşınacak yükün değişmesi, ön ve arka aks merkezlerindeki yüksekliği etkilememiştir. Ancak, yükün maksimum yükleme yüksekliğine çıkarılması, aks merkezi yüksekliklerini değiştirmiştir. Öyle ki, arka aks merkezi yüksekliği 100 kg yük koşulunda çatalların kaldırılması sonucu değişmezken 600 kg yük uygulandığında 10 mm artmış, ön aks merkezi yüksekliği ise aynı koşullarda sırasıyla 5 mm ve 20 mm azalmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı yüklerde ön ve arka aks yükseklikleri

Yük (kg)	Arka aks yüksekliği (mm)		Ön aks yüksekliği (mm)	
	Minimum Yükseklik	Makimum Yükseklik	Minimum Yükseklik	Maksimum Yükseklik
100	575	575	485	480
200	575	580	485	480
400	575	585	485	475
600	575	585	485	465

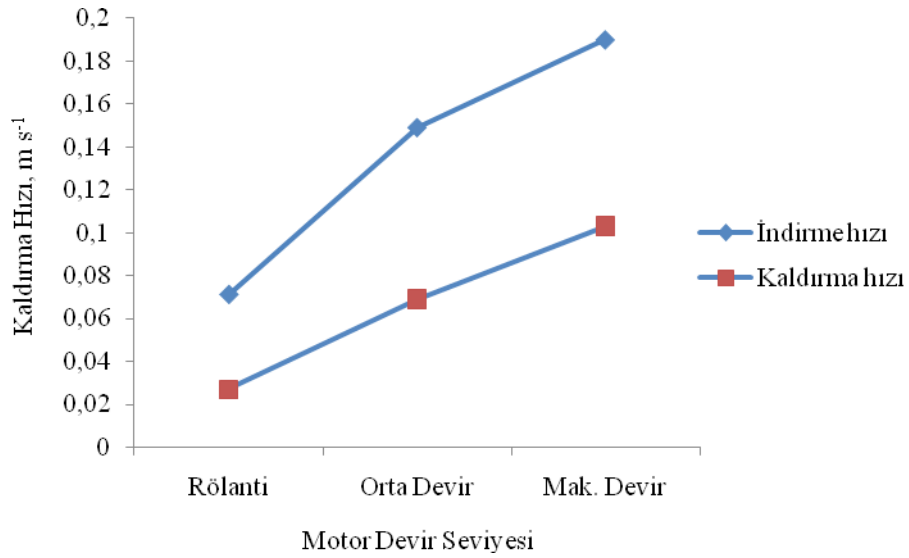
Yük indirme ve kaldırma süreleri, yükleme yüksekliği ve kaldırma silindiri stroğu kullanılarak piston ve tabla hızları hesaplanmış ve Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Piston ve tabla hızları

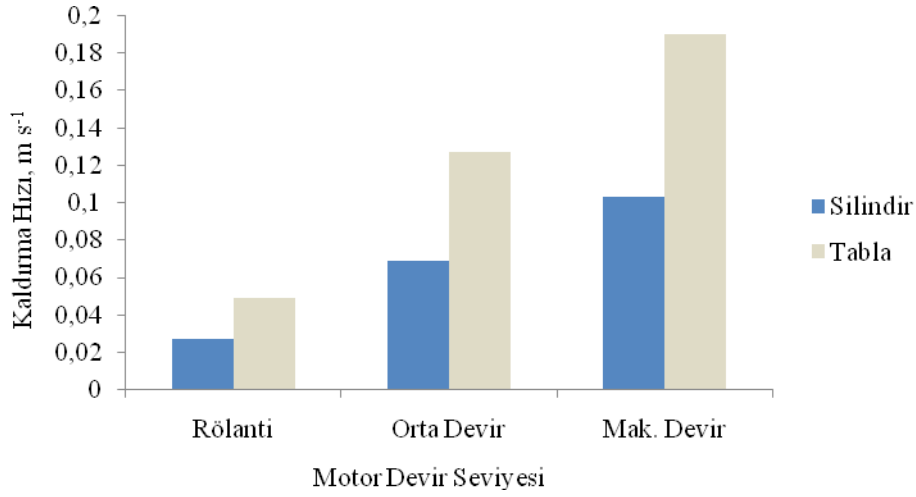
Hız	Yük (kg)	Kaldırma hızı (m s ⁻¹)		İndirme hızı (m s ⁻¹)	
		Silindir	Tabla	Silindir	Tabla
Rölanti	0	0,027	0,050	0,051	0,095
	50	0,026	0,047	0,050	0,093
	100	0,026	0,047	0,051	0,094
	200	0,026	0,047	0,052	0,097
	400	0,028	0,051	0,056	0,104
	600	0,027	0,049	0,071	0,132
Orta Devir	0	0,071	0,132	0,131	0,242
	50	0,069	0,128	0,139	0,258
	100	0,071	0,132	0,125	0,232
	200	0,073	0,136	0,142	0,263
	400	0,071	0,132	0,135	0,249
	600	0,069	0,127	0,149	0,276
Maksimum Devir	0	0,104	0,192	0,177	0,328
	50	0,099	0,184	0,164	0,303
	100	0,105	0,193	0,180	0,333
	200	0,106	0,196	0,187	0,346
	400	0,104	0,192	0,190	0,352
	600	0,103	0,190	0,190	0,351

Tabla hızının piston hızının yaklaşık 2 kat olduğu ve yük değeri arttıkça tablanın indirme hızının tablanın kaldırma hızına göre değişiminin daha fazla olduğu görülmüştür. Aynı motor devrinde yük değerinin artması, kaldırma hızlarını önemli oranda etkilememiştir. İndirme hızları ise yükün de etkisi ile yaklaşık olarak %65'lik bir artış göstermiştir.

Aynı yükte (600 kg) silindirin kaldırma ve indirme hızlarındaki değişim Şekil 4.12'de verilmiş olup indirme hızındaki değişimin kaldırma hızına göre daha fazla olduğu görülmüştür. Motor devir sayısına bağlı olarak tabla ve silindir hızlarının arttığı ve tabla hızının, silindir hızının iki katı hızda hareket ettiği Şekil 4.13'te gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Motor devir sayısına göre indirme ve kaldırma hızları



Şekil 4.13. Tabla ve silindir kaldırma hızları

4.6. İstifleme ve Taşıma Sürelerinin Belirlenmesi

İstifleme işleminde 200 kg yük ile 1,85 m yüksekliğe 3 tekrarlı kaldırma ve indirme işlemleri yapılmıştır. 1,85 m yüksekliğe yükleme işleminde saatlik kapasitenin yaklaşık 5,5 ton h⁻¹ olduğu belirlenmiştir. 1,85 m yükseklikten indirme işleminde ise saatlik kapasitenin yaklaşık 10 ton h⁻¹ olduğu ölçülmüştür. Eğer bir yük aynı anda bir yükseklikten indirilip tekrar başka bir yere yükleme yapılacaksa saatlik kapasite yaklaşık 3,5 ton h⁻¹ olmuştur. Şekil 4.12’de uygulama görülmekte olup ölçüm değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.14. İstifleme işlemi

Çizelge 4.8. İstifleme işlemlerinde harcanan zaman

İstifleme şekli	Çalışma	Yük (kg)	Zaman (s)
Üst üste	İndirme	200	74
	Yükleme	200	134

Taşıma işleminde 3 tekrarlı denemelerle farklı yüklerde (100, 200, 400, 600 kg) 50 m mesafeye yan yana taşıma işlemi yapılmıştır. 50 m mesafede maksimum yükte (600 kg) taşıma işlemi yapıldığında saatlik kapasite yaklaşık 37 ton h⁻¹ bulunmuştur. Şekil 4.15'te uygulama pozisyonu görülmekte olup ortalamalar ve standart sapma değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.15. Taşıma işlemi

Çizelge 4.9. Taşıma işlemlerinde harcanan zaman

İstifleme şekli	Yük (kg)	Zaman (s)
Yan yana	100	42,32±5
	200	44,27±3
	400	52,78±3
	600	58,60±4

Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'daki veriler kullanılarak taşıma ve yükleme işlemlerinin aynı anda yapılması koşulu değerlendirilmiştir. 50 m taşıma mesafesinde 600 kg yükün 1,85 m yüksekliğe taşınması halinde saatlik kapasitesi 10,6 ton h⁻¹ hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, tek kızaklı bir çatallı yükleyici traktörün önüne bağlanacak özellikte tasarlanmış, traktörün önüne takılma işlemi için bir ataşman imal edilmiş, boyutlandırmaya uygun bir prototip imal edilmiş ve başarılı bir şekilde çalıştığı testlerle gösterilmiştir. Çatallı yükleyici, ucuz olması amacıyla tek kızaklı olarak tasarlanmıştır. Daha büyük yükleme yükseklikleri için çift katlı bir yükleyici tasarlanması gereklidir. Ayrıca ön ataşman, çatallı yükleyicinin traktör ön aks merkezinden uzakta monte edilmesini gerektirmekte ve ön aks yükünü bir miktar artırmaktadır.

Çatallı yükleyici takılı durumdayken motor kapağının açılması gerekirse, çatallı yükleyicinin sökülmesi gerekecektir. Çatallı yükleyici çıkarılmadan motor kapağının açılmasını sağlamak için ön ataşmanın daha farklı bir konstrüksiyonla imal edilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma sonucunda bulunanlar şu şekilde özetlenebilir:

- 600 kg kapasiteli, tek kızaklı, traktöre önden takılan bir çatallı yükleyici tasarlanmış, imal edilmiş ve test edilmiştir.
- Çatallı yükleyicinin traktörün önüne kolaylıkla takılıp sökülmesi için bir ataşman imal edilmiştir.
- Çatallı yükleyiciye öne ve arkaya 11° açı ile eğim verilebilmektedir.
- Traktör-çatallı yükleyici kombinasyonu tek kızaklı olması nedeniyle en fazla 1,85 m yükleme yüksekliğini başarabilmektedir.
- Sistem; 0°, 8°, 10° zemin eğiminde ve 0, 50, 100, 200, 400, 600 kg yüklerle test edilmiştir ve 600 kg yük ve 10° eğimli zeminlerde statik stabilitesini kaybetmemiştir.
- En büyük yük (600 kg) koşulunda ön aks merkezi 20 mm düşerken, arka aks merkezi 10 mm kadar yükselmiştir.
- Statik test koşullarında denge için karşı ağırlığa gerek duyulmamıştır.
- Yük kaldırma hızı yüke bağlı olarak 0,047-0,196 m s⁻¹ arasında değişmektedir.
- İmal edilen sistem kullanılarak 50 m mesafede yapılan denemelere göre, 600 kg yüklerle yaklaşık olarak 50 t h⁻¹ yük yan yana dizilebilmektedir.
- İmal edilen sistemde 1,85 m yüksekliğe 600 kg yükler ile yaklaşık 10,5 t h⁻¹ istifleme işlemi yapılabilmektedir.
- Ön aks yükünün artması, operatörün dümenleme için zorlanmasına neden olmamıştır.

Bu araştırma sonucunda şunlar önerilebilir:

- Ön tekerleklerin her birinin 1290 kg yükü taşıyabilecek özellikte olması gerekmektedir.
- Çeki gücünün azalmaması için belirlenen yükün, yük merkezinin iyi seçilmesi gerekmektedir.
- Piston sayısı ve kızak sayısı artırılarak yükleme yüksekliği artırılabilir.
- Ön ataşman takılı iken traktör motor kapağı açılmamaktadır. Bunun için daha farklı bir ataşman tasarımı yapılabilir.

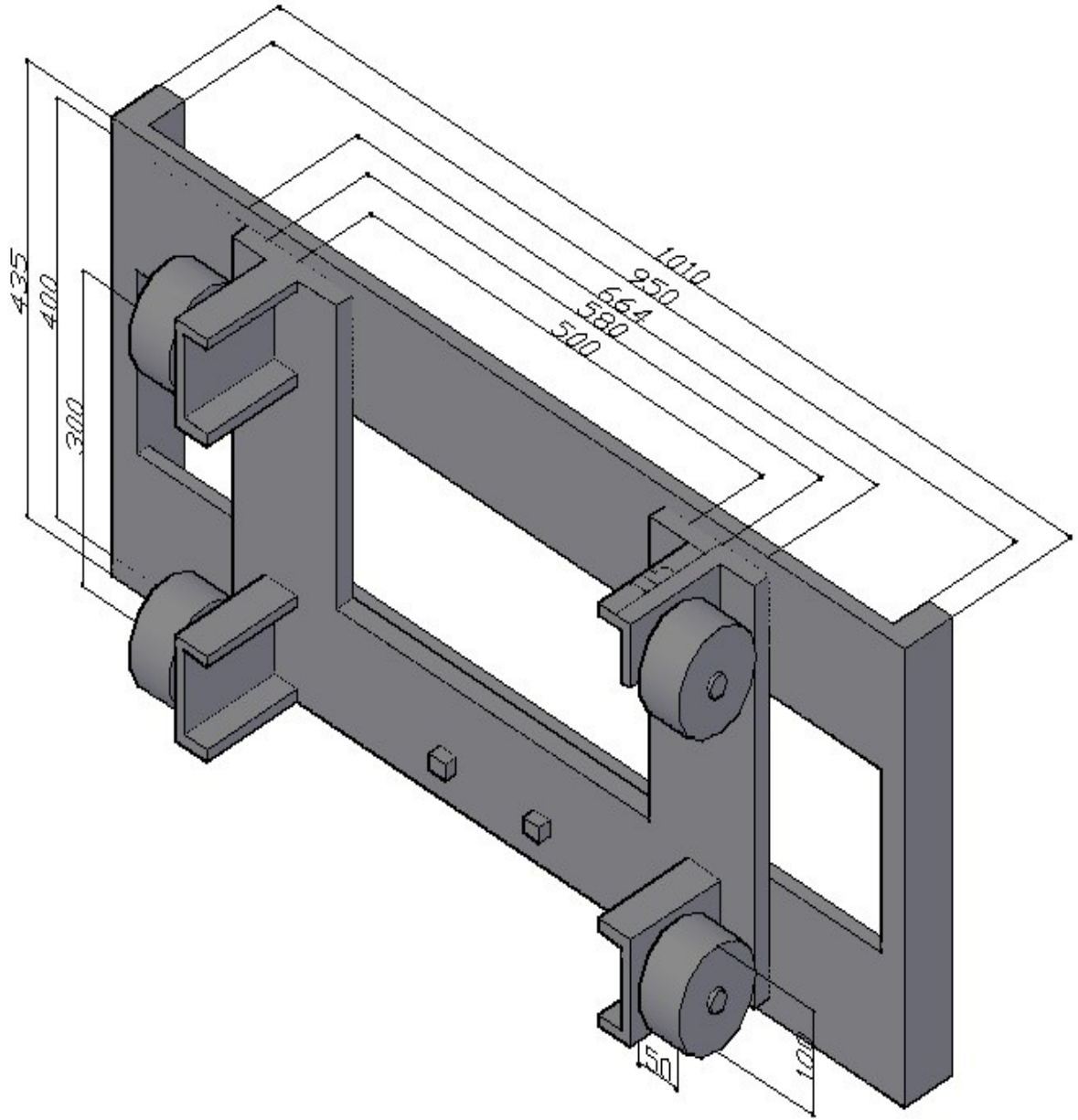
KAYNAKLAR

- ADAMS, V. 1969. Give Your Garden Tractor a Lift. Popular Science, 6:136-137.
- AKKURT, M., SAVCI, M. 1984. Makine Elemanları. İTÜ Makine Fakültesi. Birsen Yayınevi, Cilt:I-II, İstanbul.
- ALCOCK, R. 1986. Tractor-Implement Systems. AVI Publishing Co., Wesport, Connecticut
- ANONİM, 1987. Fork Lift Attacment For Tractor. Spellman Jr., Patent No: US 4640662. Feb 3, 1987.
- ANONİM, 1992. İstif Makineleri (Forklift)-Çatal Kollar-Boyutlar. TS 10124.
- ANONİM, 1997. Türk Fiat 60-56 S Test No: 299/1324 TG.23. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım Alet ve Makinaları Test Müdürlüğü, Ankara.
- ANONİM, 1998. İstif Makineleri (Forkliftler)-Kancalı Tip Çatal Kollar Ve Çatal Kol Taşıyıcı Tablaları-Bağlama Boyutları. TS 10123 ISO 2328.
- ANONİM, 2003a. Milford K. Mason, Tractor-Mounted Forklift, Rte. 1, Box 133, Litchfield, Patent No:US 6,543,566 B1, Apr. 8, 2003
- ANONİM, 2003b. Rolling Stabilizer Lift Attachment. Kolleving et al. Patent No: US 6,551,050 B1, Apr. 22, 2003.
- ANONİM, 2004. New Holland Kullanım Kitabı. Birinci Baskı, Parça No. 5086745.
- ANONİM, 2006. Motorlu Araçlar Teknolojisi, Hidrolik Silindirler. MEGEP. Ankara, 2006.
- ANONİM, 2007. Motorlu Araçlar Teknolojisi, Forkliftler. MEGEP. Ankara, 2007.
- ARSLAN, S. 1992. Tarım Traktörlerinde Forklift Uygulaması. Ankara Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 91s.
- ARSLAN, S., AYBEK, A. 2008. Orta Güçlü Bir Tarım Traktörüne Uygun Çatallı Yükleyici Tasarımı Uygulaması. Sonuç Raporu, KSÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi Proje No: 2007/2.2.
- ASAE, 1995. Agricultural Machinery Management Data. ASAE Standarts, ASAE D497.2 Mar, pp.335-342.
- BABALIK, F.C. 1997. Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Cilt 1. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No. 17, Bursa.
- ERDOĞAN, D. 1976. Önyükleyicilerle Donatılmış Traktörlerin Değişik Koşullarda Çalışma Özelliklerinin Saptanması. A.Ü.Z.F. Doktora Tezi, Ankara.

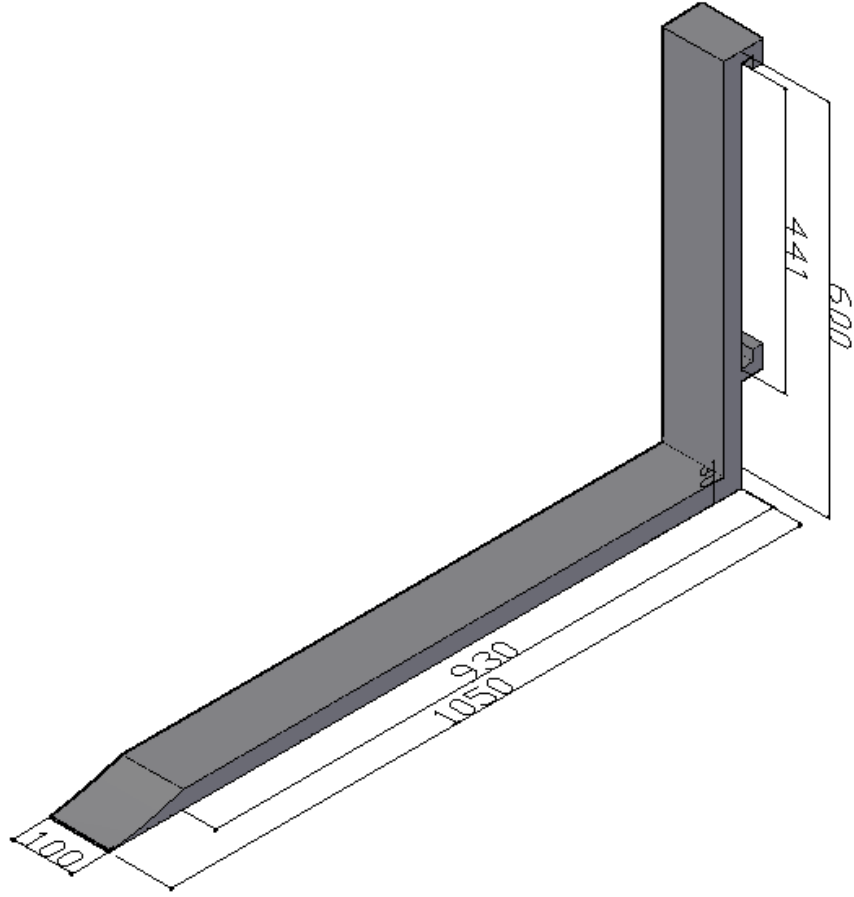
- ESPOSITO, A. 1988. Fluid Power With Applications. Second Edition. Printice Hall. ISBN 0-13-322728-6.
- FANKHAUSER, I., SCHIESS, I. 1989. Heckstapler und Hecklader, FAT-Bericht, Landtechnik.
- KADAYIFÇILAR, S. 1969. Ziraat Traktörleri (I). A.Ü.Z.F. Zirai Kuvvet Makineleri Kürsüsü, Yayın No:359, Ankara.
- KARACAN, İ. 2000. Hidrolik ve Pnömatik. Bizim Büro Basımevi, 6. Baskı, Ankara.
- POPESCU, S., DUMITRU, I., BORUZ, S., SOSNOWSKI, S. 2005. Apparatus And Method For Experimental Research On The Dynamics Of Tractor-Front Loader Systems. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln., 2005,5, 192-197s
- OECD, 1982. OECD Standart Codes for the Official Testing of Agricultural Tractors, Protective Structures. OECD, 2 rue Andre-Pascal, 75775, Paris. 34 p.
- ÖZCAN, F. 1982. Hidrolik Akışkan Gücü. Mert Eğitim Yayınları, İstanbul
- SARAL, A. 1984. Tarım Traktörleri. A.Ü.Z.F. Yayınları, Ankara, 848s.
- SAVCI, M., ARPACI, A. 1999. Mukavemet. Birsen Yayınevi. ISBN 975-511-106-9.
- SULLIVAN, I.A. 1975. Fluid Power. Reston Publishing Company, Inc. U.S.A.
- YALÇIN, Ö.F. 1990. Ankara İlinde Traktör Mülkiyeti ve Rasyonel Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1179, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 650, Ankara, 96s.

EKLER

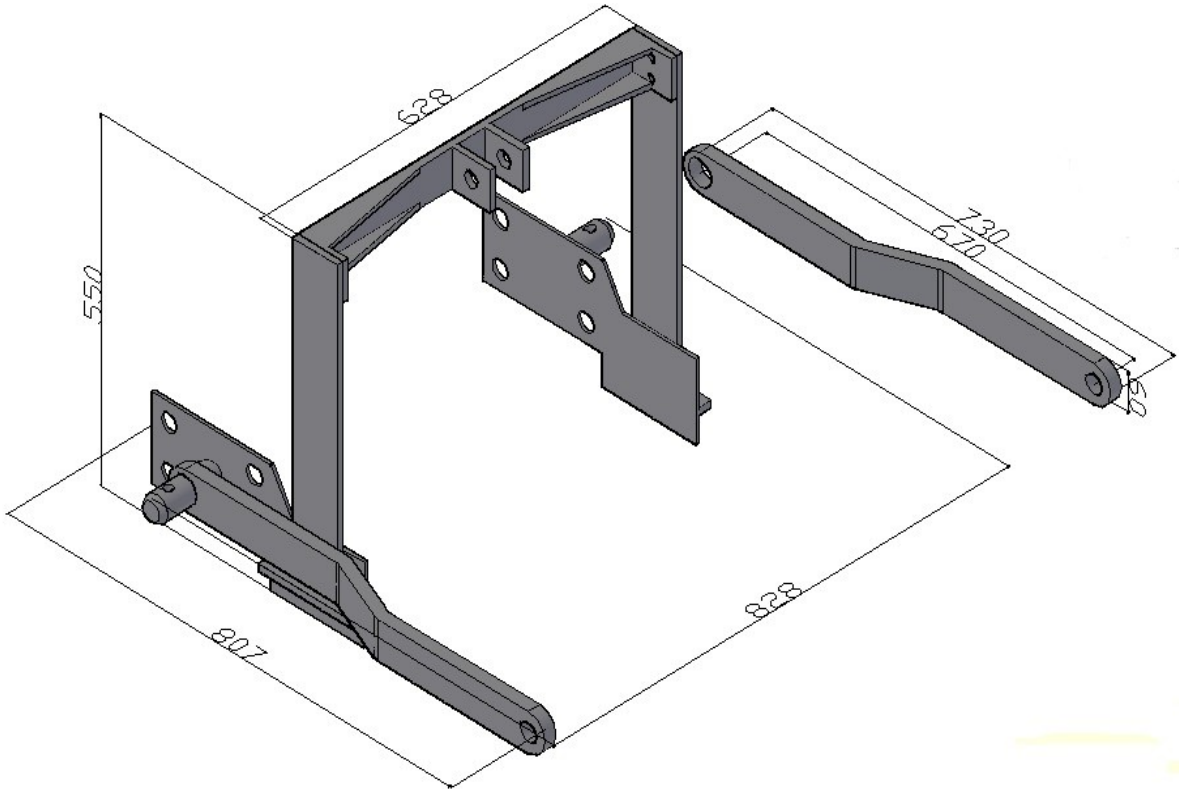
- EK 1. Tablaya ait tasarım ölçüleri
- EK 2. Çatal tasarım boyutları
- EK 3. Ön ataşman tasarım ölçüleri
- EK 4. Kızağa ait tasarım ölçüleri
- EK 5. Kaldırma silindirine ait tasarım ölçüleri
- EK 6. Eğim silindiri tam açık pozisyon tasarım ölçüleri
- EK 7. Çatallı yükleyici yandan görünüş
- EK 8. Çatallı yükleyici tam açık pozisyon yandan görünüş
- EK 9. Çatallı yükleyici tam kapalı pozisyon yandan görünüş ölçüleri



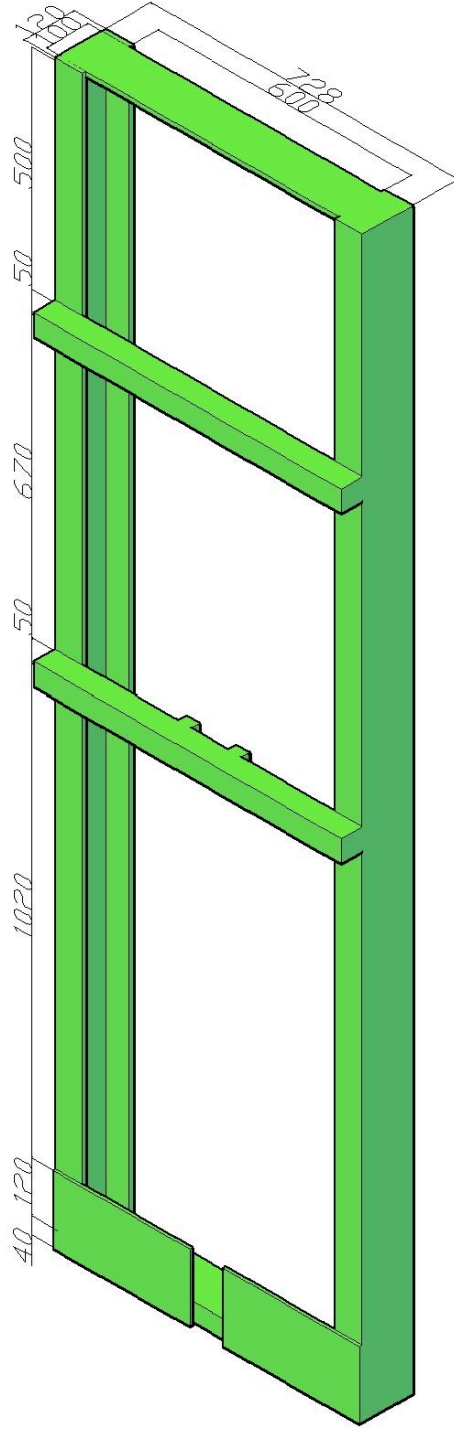
EK 1. Tablaya ait tasarım ölçüleri



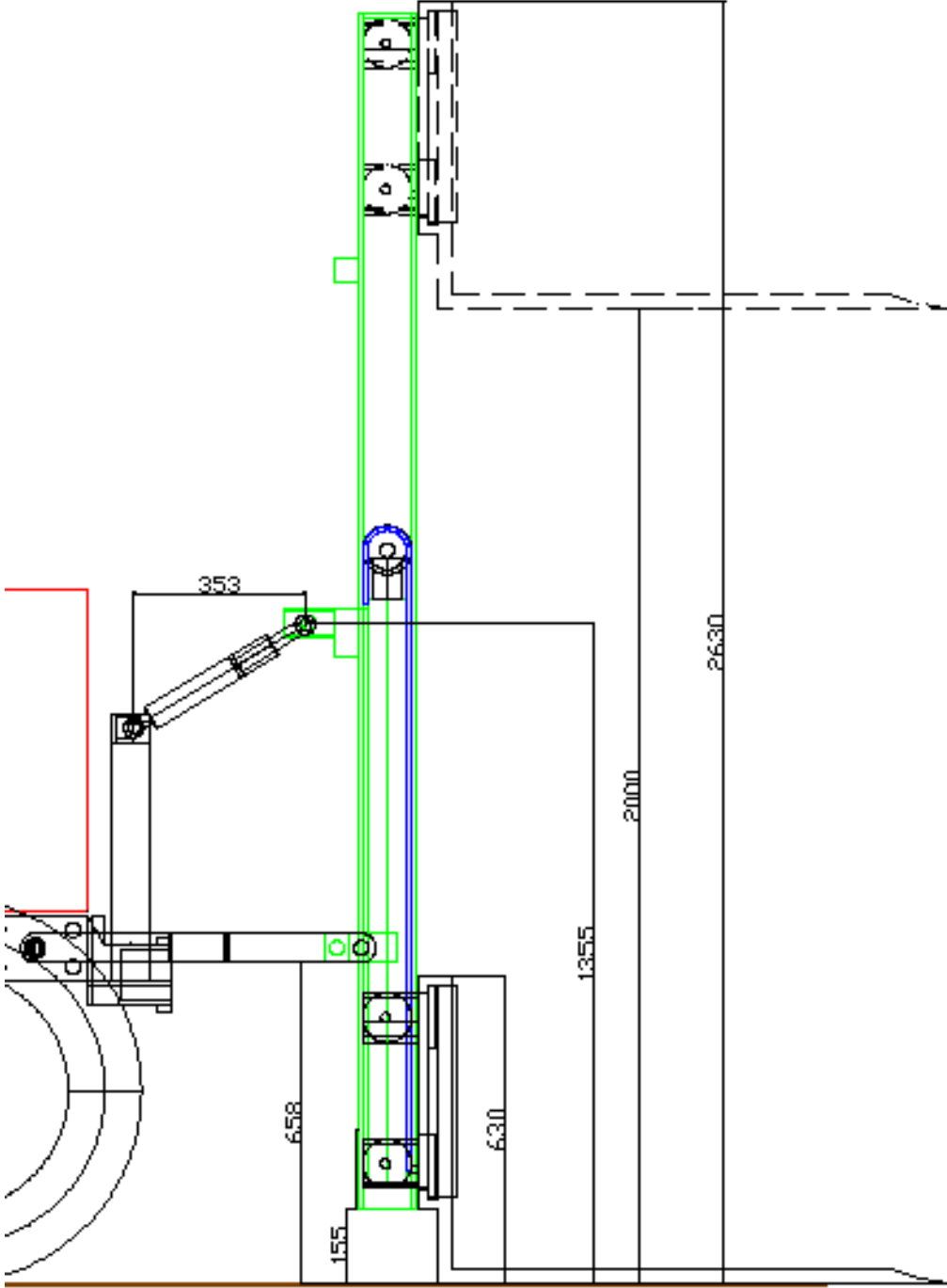
EK 2. Çatal tasarım boyutları



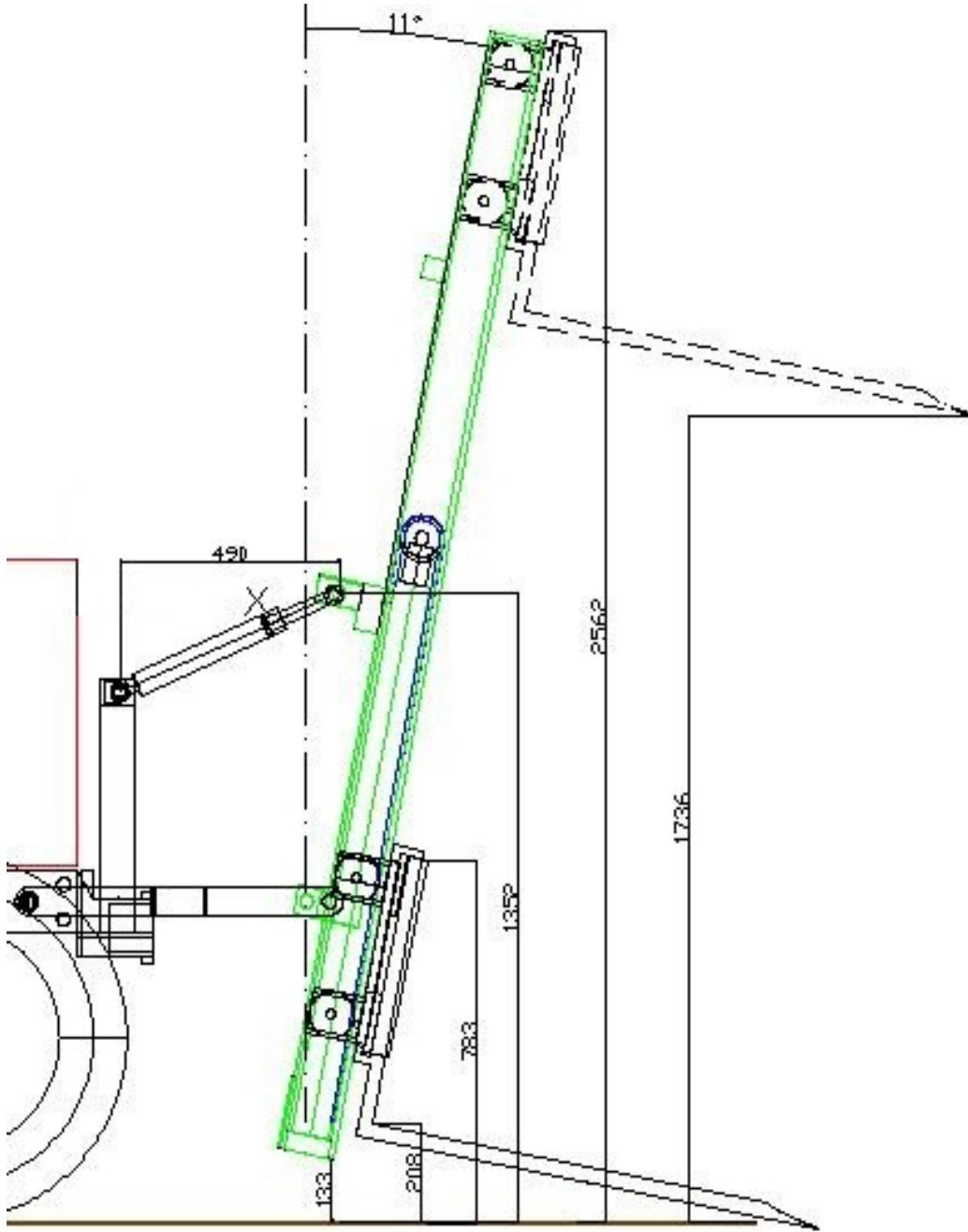
EK 3. Ön ataşman tasarım ölçüleri



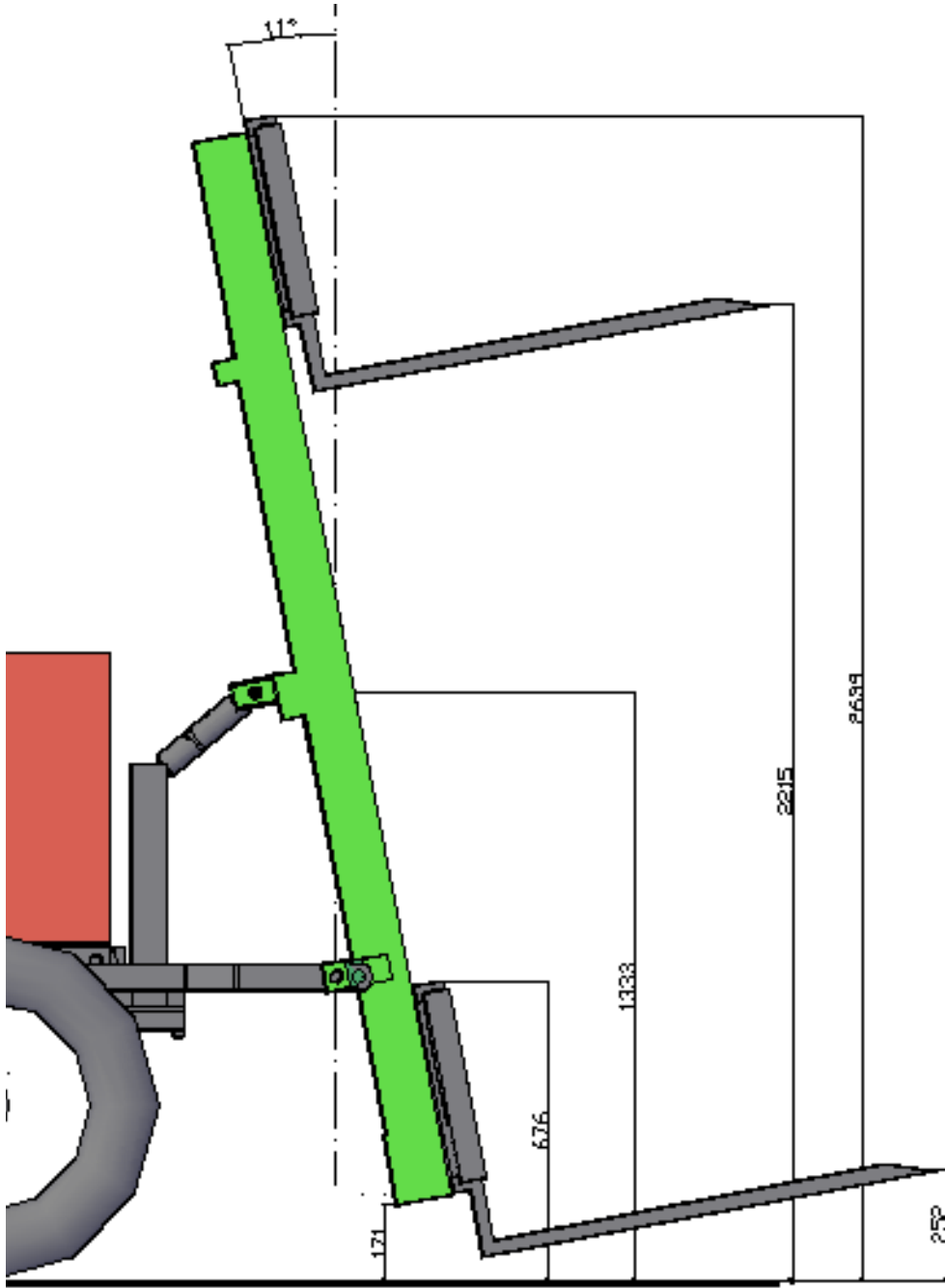
EK 4. Kızağa ait tasarım ölçüleri



EK 7. Çatallı yükleyici yandan görünüş ölçüleri



EK 8. Çatallı yükleyici tam açık pozisyon yandan görünüş ölçüleri



EK 9. Çatallı yükleyici tam kapalı pozisyon yandan görünüş ölçüleri

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : İsa AYDIN
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 10.11.1985 Çarşamba
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (507) 226 86 62
e-posta : isaaydini@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Tarım Makinaları Bölümü	2011
Lisans	KSÜ/ Tarım Teknolojisi Bölümü	2007
Lise	Çarşamba Teknik Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010 -	SIÜ	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Hobiler

Kitap Okuma, Futbol, Voleybol, Masa Tenisi, Satranç