

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TARIM MAKİNALARI İÇİN ÇOK EKLEMLİ GÜÇ AKTARMA
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Mustafa GUBAT

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TARIM MAKİNALARI İÇİN ÇOK EKLEMLİ GÜÇ AKTARMA
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Mustafa GUBAT

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Dr.Öğr. Üyesi Bülent PİŞKİN danışmanlığında, MustafaGUBAT'ın hazırladığı “**Tarım Makinaları için çok eklemli güç aktarma sisteminin geliştirilmesi**” konulu bu çalışma 28/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi Bülent PİŞKİN

Üye: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

Üye: Dr.Öğr. Üyesi: Mehmet Zahit MALASLI

Bu Tezin Tarım Makineleri Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ

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.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
1. GİRİŞ	1
1.1. Güç aktarma sistemi	4
1.2. Traktöre makine ve ekipmanların bağlanması	6
1.3. Kuyruk mili	7
1.4. Kayış-kasnak mekanizması	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Hidrolik motor	13
3.1.2. Hidrolik sistem devre elemanları	14
3.1.2.1. İki yönlü kumanda kolu	14
3.1.2.2. Hidrolik hortumlar	15
3.1.2.3. Yön kontrol valfi	15
3.1.2.4. Yağ filtresi	16
3.1.3. Test Ölçüm cihazları	16
3.1.3.1. Açık ölçer	16
3.1.3.2. Basınç ölçer	17
3.1.3.3. Termometre	17
3.1.3.4. Ultrasonik çatlak ölçme cihazı	18
3.1.3.5. Yüzey Pürüzlülük ölçüm cihazı	18
3.1.3.6. Su terazisi	19
3.1.3.7. Kumpas	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Dişliler yardımıyla güç aktarımı	20
3.2.2. Zincir-kasnak mekanizması	21
3.2.3. Hidrolik motor sistemi	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	25
4.1. Hidrolik sistem	25
4.2. Zincir-kasnak mekanizması	25
4.3. Uzun hareketleri	26
4.4. Güç aktarma sistemi	28
4.5. Sistem Performansı	28
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	30
5.1. SONUÇLAR	30
5.2. ÖNERİLER	32
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARIM MAKİNALARI İÇİN ÇOK EKLEMLİ GÜÇ AKTARMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Mustafa GUBAT

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Anabilim Dalı**

**Danışman; Dr. Öğr. Üyesi Bülent PİŞKİN
Yıl: 2019, Sayfa: 35**

Bu çalışmada, farklı arazi yüzey şekillerine ve yapılacak tarımsal faaliyetin amacına göre tarımda işçi sağlığı ve iş güvenliği kuralları da göz önüne alınarak performansını sürekli ve yüksek seviyede tutacak çok eklemlili bir güç aktarma sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada herhangi bir tarım makinesinin yanı sıra uygun aparat takılıp (ot biçme aparatı, toprak burgu aparatı, testere aparatı vb.) istenilen işleri yapabilecektir. Aynı zamanda aletin üzerine farklı çaplarda monte edilecek olan kasnaklar tasarlanmıştır. Farklı çaplarda monte edilen kasnaklar ile istenilen güçte ve torkta iş elde etme olanağı sağlanmıştır. Bu şekilde istediğimiz işe göre güç kullanma olanağı olabilmektedir. Yapılan bu çalışmada, traktörün arka milinden alınan 540 d/dk'lik dönme kuvveti 3 eklem üzerinden aktararak en uçtaki bağlantı miline aktarılmıştır. Ayrıca, 3 eklem hareketi her bir uzuvun içinde yer alan hidrolik motor ve bağlı dişli/zincir-kasnak mekanizmalarının birbiriyle uyumlu hareketi ile istenilen konuma göre hassasiyetle elde edilmiştir. Uzuv hareketinin kontrolü hidrolik motor ile elde edildiği için hidrolik motora giren hidrolik akışkanın kollu kumanda devresiyle kontrolü bu hareketin hassasiyetle gerçekleşmesini sağlamıştır. Dolayısıyla hem fazla güç kullanarak ekipmanın zorlanarak kırılması veya az güç kullanarak istenilen verimin elde edilememesi ihtimalini en aza indirmiş oluyoruz.

ANAHTAR KELİMLER; Tarım makinelerinde güç aktarma, çok eklemlili güç aktarma sistemi, Güç aktarma sistemi, güç aktarma sistemi geliştirilmesi.

ABSTRACT

MScThesis

DEVELOPMENT OF MULTI-JOINT POWER TRANSMISSION SYSTEM FOR AGRICULTURAL MACHINERY

Mustafa GUBAT

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery**

**Supervisor; Assist.Prof.Dr. Bülent PİŞKİN
Year: 2019, Page: 35**

In this study, it is aimed to develop a multi articulated power transmission system which will keep its performance continuously and at a high level by considering the occupational health and safety rules in agriculture according to the different land surface shapes and the purpose of the agricultural activity. In this study, besides any agricultural machine, suitable apparatus (grass mowing apparatus, soil auger apparatus, saw apparatus etc.) will be able to perform the desired works. At the same time, pulleys are designed to be mounted on the tool with different diameters. With the pulleys mounted in different diameters, it is possible to obtain work at desired power and torque. In this way, it is possible to use force according to the job we want. In this study, 540 rpm rotation force taken from the rear shaft of the tractor was transferred to the end link shaft by 3 joints. In addition, the movement of the 3 joints has been obtained with the precision of the desired position by the harmonious movement of the hydraulic motor and the connected gear / chain-pulley mechanisms in each limb. Since the control of the limb movement is achieved by the hydraulic motor, the control of the hydraulic fluid entering the hydraulic motor by the lever control circuit has enabled this movement to be realized with precision. Therefore, we minimize the possibility that the equipment will be forced forcibly by using too much force or that the desired efficiency cannot be achieved by using less force.

KEYWORDS; Powertransmission in agriculturalmachinery, multi-jointpowertrain, powertrain, powertransmissionsystemdevelopment.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimiine başladığım ilk günden beri benden desteklerini esirgemeyen başta Tarım Makineleri Teknolojisi ve Mühendisliği Bölümü Başkanı değerli Prof.Dr. Ramazan SAĞLAM'a, Tez Danışmanım Dr.Öğr. Üyesi Bülent PİŞKİN'e, Dr.Öğr. Üyesi Hasan ŐAHİN'e ve Dr.Öğr. Üyesi Ferhat KÜP'e sonsuz Őükran ve teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, gerek ders gerekse tez döneminde bana her zaman destek olan aileme, en yakın dostlarım olan Recep YEŐİLYURT, Vecdin ATASEVER, Mehmet Ali EMİNOĞLU ve Mehmet Ali SAĐIROĐLU'ya da sonsuz Őükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. FENDT 300 gelişmiş güç aktarma sistemleri.....	6
Şekil 1.2. Mafsallı şaft	8
Şekil 2.1. Tamburlu çayır biçme makinelerinin tambur hareket iletim elemanları ve dişli çark temel parametreleri	9
Şekil 2.2. Pto şaftının güvenlik korumasının teknik çizimi	12
Şekil 3.1 . Hidrolik motor.....	14
Şekil 3.2. İki yönlü kumanda kolu	14
Şekil 3.3. Hidrolik hortum.....	15
Şekil 3.4.Yön kontrol valfi	15
Şekil 3.5. Açılma ölçer.....	16
Şekil 3.6. Basınçölçer.....	17
Şekil 3.7. Kızılötesi termometre.....	17
Şekil 3.8. Ultrasonik Çatlak Ölçme Cihazı	18
Şekil 3.9. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı.....	18
Şekil 3.10. Su terazisi.....	19
Şekil 3.11. Kumpas	19
Şekil 3.12. İç içe geçirilmiş dişliler	21
Şekil 3.13. Zincir-kasnak mekanizması	21
Şekil 3.14. Hidrolik motor sisteminin şematik gösterimi	22
Şekil 3.15. Uzuvu oluşturan elemanların içten görünüşü	23
Şekil 3.16. Uzuvu hareketini sağlayan mekanizma elemanları	23
Şekil 3.17. Uzuvu hareketini sağlayan mekanizmanın üstten görünüşü.....	24
Şekil 4.1. Çok eklemlili güç aktarma aparatı.	26
Şekil 4.2. Uzuvu hareketini sağlayan mekanizma	27
Şekil 4.3. Üç uzuvlu aktarma sistemi.....	27
Şekil 5.1 . Söz konusu tasarıma toprak burgu aparatının monte edilmesi	31
Şekil 5.2. Söz konusu tasarıma testere aparatının monte edilmesi.....	32
Şekil 4.2. Uzuvu hareketini sağlayan mekanizma	27
Şekil 5.1. Söz konusu tasarıma toprak burgu aparatının monte edilmesi.....	31
Şekil 5.2. Söz konusu tasarıma testere aparatının monte edilmesi	32

1. GİRİŞ

Tarımın günümüzdeki yönelişi birim alandan alınan verimi arttırmaktır. Kullanabilir tarım alanlarının hızla azalmasına karşılık tarımsal ürünlere olan talep nüfus artışına bağlı olarak artmaktadır. İnsanların hızla artan gıda gereksinimi yanında endüstrileşme ve tüketim alışkanlıklarının değişimi ile talep edilen çok sayıdaki ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli hammaddelerin üretimi de tarımdaki eğilimleri manipüle etmektedir.

Ülkemizde Çukurova, Konya Ovası, Amik Ovası, Harran Ovası, gibi büyük yüzölçümlerine sahip düzlük alanlarda sebze, meyve, tahıl ve hububat tarımı yapılmaktadır. Hayvancılık daha çok dağlık olan Doğu Anadolu Bölgesinin ekonomik kaynağıdır. Gerek sebze, meyve, hububat ve tahıl üretimi için gerekse hayvan yemleri için toprağın işlenmesi ve ekim işleminin yapılması zorunludur. Bu zorunluluk arazinin coğrafi özelliklerine bağlı olarak daha da karmaşık bir işlem haline dönüşebilmektedir.

Genellikle dağlık olan ülkemiz coğrafyasında tarıma elverişli düzlük arazilerin hızla şehir yerleşimlerine dahil edilerek meskun mahal haline dönüşmesinin bir etkisi olarak düşük eğimli araziler ve ormanların tarım arazisine dönüştürüldüğü gözlemlenmektedir.

Tarım işletmesi sahiplerinin arazi coğrafyasına bağlı makine tercihlerine bakıldığında, düz arazide çalışacak tarım alet ve makinelerinin büyük bir orana sahip olduğu gözlemlenmektedir. Orman arazilerinin tarıma açılmasıyla oluşturulan tarım alanlarının coğrafi olarak çok değişik profile sahip olması, düz arazi tarım alet ve makinelerinin kullanımını zorlaştırmakta ve makinelerden alınması hedeflenen performansın alınmasını engellemektedir. Bu yüzden, özel tasarım tarım alet ve makineleri ortaya çıkmıştır.

Ormanlık alanların tarıma açılması suretiyle oluşturulan tarım alanlarındaki tarımsal işletmelerin ekonomik yapısı incelendiğinde profilin düz arazide tarımsal faaliyet gösteren işletmelere oranla oldukça düşük olduğu görülmektedir. Orman alanlarında çalışabilecek özelliklere sahip tarım alet ve makineleri çok önemli bir oranda ithalata dayalıdır ve yüksek yatırım maliyeti gerektirmektedir. Bu dezavantaj ekonomik gücü zayıf işletmelerin sahip oldukları tarım alet ve makinelerini modifiye ederek arazi şartlarına uygun hale getirmeye zorlamaktadır. Bu yöntemle yeni tarım alet ve makinelerinin, tasarım ve imalatında mühendislik hizmeti veren firmalar yerine daha düşük maliyetle hizmet veren küçük atölyelere yönelimi ortaya çıkarmaktadır. Bu modifiye işlemleri sonucu ortaya çıkan makineler ile yapılan tarımsal uygulamalar sırasında arazinin eğim ve sıkça değişen yüzey profili yüzünden denge sorunu yaşamakta ve bu problem sıkça yaralanmalı ve ölümlü kazalarla sonuçlanmaktadır.

Yüksek maliyetli ithal makineler ve sıkça denge problemi yaşayan modifiye makineler yerine kendi yürür coğrafi yüzeye uyum içinde çalışabilecek tarım alet ve makinelerin tasarımına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada; her türlü eğim ve yüzeyde hareketini devam ettirebilecek tarım makinesi için çok eklemlili güç aktarma sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem motordan alınan gücü değişken konumlu uzuvlar üzerinden aktararak ihtiyaca göre bir tarım makinesine aktarmaktadır. Uzuvların değişken konumu tarım makinesinin her türlü yüzey şekli üzerinde hareketini dengeli biçimde sağlarken, değişken konumlu uzuvlar üzerinden güç aktarımının sağlanması makinenin performansını her yüzeyde yüksek tutmayı hedeflemektedir. Ayrıca, sistemin farklı montaj şekilleriyle, güç kaynağına göre her iki yöne 90° açıda güç aktarımı da mümkün olacaktır.

Dünya genelinde gıda programlarında tarımsal mekanizasyonun rolü artmıştır ve fosil yakıt kullanım ihtiyacı, yakıt tüketimi ve tarım makineleri emisyonlarının azaltılmasına yöneliktir. Bu durum tasarımcının daha sofistike ve verimli çözümlere yönelmesini sağlayarak, aracın propülsiyon sisteminin mimarisini yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır. Aynı eğilim hafriyat ve inşaat makineleri için de geçerlidir. Son yıllarda, tarım ve iş makinelerinin şanzımanlarının evrimi, verimlilik ve

muhtemelen maliyet kaybı olmaksızın, rahatlık ve sürdürülebilirliği arttırmaya yöneliktir. Bu hedefler, bazen yorucu olan vites değiştiricilerin ortadan kaldırılmasına izin veren ve yakıt tüketimini minimumda tutan sürekli iletimlerin kullanılmasını içerir. Mevcut teknoloji, sürekli değişken iletim için bazı çözümler sunar (CVT): Bunlar, hidrodinamik, hidrostatik, mekanik ve elektriktir. Hidrodinamik şanzıman (tork konvertörü) bu uygulamalar için uygun değildir, çünkü aktarma oranı kullanıcı tarafından kontrol edilemez ve sadece yüksek hızlarda iyi bir verime sahiptir. Aksine, hidrostatik şanzıman hızı kolayca kontrol edebilir Ancak, içinde meydana gelen çift enerjili dönüşüm nedeniyle çok düşük bir verim ile mekanik şanzıman, değişkenlerinde (metal zincir, toroidal), bazen güç ve hız aralığı ile sınırlı olmasına rağmen, yüksek verim ile karakterize edilir. Bu, daha ileride bir mekanik şanzımanın kullanılmasını gerektirir. Özellikle hız kontrolü için uygun olmasına rağmen, elektriksel şanzıman, bazen yetersiz performans seviyelerine ve yüksek maliyetlere sahiptir.

Traktörler; pulluk, Rototiller, biçme makineleri, yükleyiciler, balya makinesi vb gibi tarımsal üretim için gerekli olan aletlerin birçoğunu çekmek ve yönlendirmek dâhil olmak üzere çeşitli işlevleri yerine getiren çoklu görev makinelerdir. Bu tür traktörlerin amacı, çeşitli saha görevlerini yerine getirmek olduğundan, motordan bu araçlara güç ilettiği için, yolcu taşıyan otomobillerin aksine, aktarım büyük önem taşır. Son zamanlarda, tarımsal traktörlerin güç büyüklüğü arttıkça, mevcut eğilim, yakıt ve iş verimliliğini, iş rahatlığını ve sürüş konforunu artırmak için sürekli değişken şanzıman (CVT) kullanmaktır. Enerji iletim yapısına göre sınıflandırılan birçok CVT tipi vardır, ancak traktörler için iki popüler tip hidrostatik ve hidromekanik iletimdir. Hidrostatik şanzımanın (HST) avantajları yüksek dayanıklılıktır çünkü güç aktarımı, yüksek çıkış yoğunluğu ve minimum alan kullanımı sırasında doğrudan mekanik temas yoktur. Dahası, hareketliliği düşük hızlarda mükemmeldir, hız değişimi neredeyse hiç şok yaratmaz ve ileri, geri işlemleri kolaydır. Bununla birlikte, kritik dezavantajı düşük verimdir ve küçük traktörlerle kullanımını sınırlamaktadır.

Bu dezavantajın üstesinden gelmek için, bir HST ve bir mekanik şanzıman birleştirilerek bir Hidromekanik şanzıman (HMT) geliştirilmiştir. Bir HMT, bir varyatör rolünü yerine getiren bir Hidrostatik üniteden (HSU) ve Planet dişli takımı (PGS) ile birleştirilen mekanik bir şanzımandan oluşur. HMT, gücünün bir kısmını HSU'ya ve geri kalanına, verimliliği HSU'dan daha yüksek olan mekanik aktarım yoluyla ilettiğinden, HMT, HSU'nun sürekli değişken kaymasının ve mekanik aktarımın yüksek verimliliğinin avantajlarından yararlanır. Ayrıca, HMT motoru Optimal çalışma hattında (OOL) kontrol edebildiği için emisyonları azaltabilir, yakıt verimliliğini artırabilir ve sürüş performansını artırabilir.

Bu çalışmada, farklı arazi yüzey şekillerine ve yapılacak tarımsal faaliyetin amacına göre ortaya çıkan tarım makinesi kullanımı şekline bağlı olarak, tarımda işçi sağlığı ve iş güvenliği kuralları da göz önüne alınarak performansı sürekli en yüksek seviyede tutacak çok eklemlili bir güç aktarma sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Hâlihazırdaki çiftçi tercihleri genellikle tek parça ve eklemsiz şaft ya da kayış-kasnak mekanizması kullanılarak tarım makinesine güç aktarma yönündedir. Ancak, bu esnek olmayan ve sabit noktalardan bağlanan şaftın çalışması sırasında tarım makinesinin dengesini etkileyecek kuvvet oluşumuna da sebep olmaktadır. Bunun ortadan kaldırılması bu çalışmanın konusu içinde yer almaktadır. Ayrıca, çok uzun tek parça teleskopik şaft kullanımı da statik ve dinamik olarak problemler oluşturmaktadır.

1.1. Güç Aktarma Sistemi

Traktör motoru ile tahrik tekerlekleri arasında bulunan tüm sistemlere güç aktarma (transmisyon) sistemi adı verilmektedir. Güç aktarma sistemleri traktörün motoru kadar önemlidir, traktör motorlarının sınırlı devir bandında gerekli gücü bu sistemler aracılığıyla ulaştır. Bu sistemler, kavrama, vites kutusu, takviye kutusu, diferansiyel, son redüksiyon dişli kutusu, kuyruk milinden (PTO) oluşmaktadır. Bu güç iletme sistemleri,

- Mekanik
- Hidrostatik

- Hidrodinamik ve mekanik birlikte kombinasyonu
- Elektrikli
- Hibrit sistemlerinden oluşabilir.

Şekil 1.1’de temel ve gelişen teknolojiyle üretilmiş güç aktarma sistemleri gösterilmiştir. Traktör güç aktarma sisteminin temel görevi sıralanmıştır:

- Motor ile tekerlekler arasındaki bağlantıyı gerektiğinde kesebilmesi
- Motor gücünü ve momentini tekerleklere düzgün, darbesiz, sessiz aktarmak
- Motor devir sayısını ve döndürme momentini tahrik tekerleğinde yapılması düşünülen işin gerektiği devir sayısı ve momente kademeli olarak dönüştürmek.
- Kavrama vasıtasıyla ve uygun bir çevrim oranı (transmisyon oranı) seçmekle traktör ilerleme hızını kontrol altında tutabilmek.
- Motorun hareketini 90° veya uygun bir açıyla tekerleklere iletebilmesi.
- Traktöre gerektiğinde geri hareketini sağlanması.
- Traktöre bağlanan ekipmanlara gerekli gücü sağlamak.

Güç aktarma mekanizmalarının bu işlevleri yerine getirebilmesi için artan oranda elektronik ve elektro-hidrolik mekanizmalar sisteme eklenmektedir. Traktörün çok geniş kullanım alanına sahip olması nedeni ile güç aktarma sisteminden hız kademelendirilmesi, kuyruk mili tahriki, emniyet ve onarım açısından bir dizi istekleri yerine getirmesi beklenir (CEN, 2018).



Şekil 1.1. FENDT 300 gelişmiş güç aktarma sistemleri

Traktörler tarımsal işlerde çalışırken değişik motor güçlerine ihtiyaç duyarlar ve değişken güç üretirler. Traktörün ürettiği tork ve gücün motorun ürettiği devir sayısı arasında bağlantı vardır. Bu bağlantı bir diyagram eğrileri ile saptanmıştır. Diyagramlar vasıtasıyla motorun hangi devir bandında maksimum tork ve gücün ürettiği tespit edilir ve o devir aralığında traktör kullanılarak minimum yakıt tüketimi ve maksimum verim sağlanır (CEN, 2018).

1.2. Traktöre Makine ve Ekipmanların Bağlanması

Tarım alet ve makineleri traktöre üç nokta askı sistemi ile bağlanır. Eski model traktörlerde yan bağlantı kollarından bir tanesi ayarsız, diğeri ise ayarlanabilir yapıdadır. Tarım alet ve makinelerinin bağlantı ve sökme işlemi yapılırken yan bağlantı kollarının bu özelliğine dikkat edilmesi gereklidir. Eski tip traktörlerde genellikle sağ kol ayarsız koldur. Bu sistem esnek bağlantılıdır. Bu sayede ekipmanın traktöre kolay şekilde bağlanması ve değişik çalışma konumlarının elde edilerek gücün etkili bir şekilde ekipmana aktarılması sağlanır. Ekipmanı bağlama ve sökme işlemini kişi tek başına yapabilmelidir. Üç nokta askı sisteminin başlıca faydaları şunlardır:

- ✓ Çeki noktasının ayarlanabilir olması sayesinde traktörün çalışma sırasında şaha kalkmasının önüne geçilir.
- ✓ Çalışma sırasında patinaj azaltılır.

- ✓ Üst bağlantı koluna gelen toprak direnci otomatik hidroliğin çalışmasını sağlar.
- ✓ Traktörün çeki kuvveti artırılır(Milli Eğitim Bakanlığı, 2016).

1.3. Kuyruk Mili

Traktörler çeşitli tarım alet ve makinelerini çalıştıran ve aynı zamanda çeki işlerini de yapan bir kuvvet kaynağıdır. Bu işlemleri yapabilmesi için gücünü traktörden alan kuyruk mili düzeneği bulunmaktadır. Kuyruk miline bağlanacak alet ve makinenin bağlantısı ise mafsallı şaft adı verilen bir aparatla sağlanmaktadır. Kuyruk mili; genellikle traktörün arka ortasında bulunan, traktöre bağlı alet ve makinelere hareket veren, devir, çap ve kama profili standart olan ve saat yönünde dönen bir yapıya sahiptir. Kuyruk mili üzerinde altı adet freze kanalı bulunmaktadır. Kuyruk millerinin devir sayısı 540 veya 1000 devir/dakikadır. Kuyruk milinin çapı 34,9 mm'dir. 1000 d/d'lik kuyruk milleri daha çok büyük traktörlerde bulunmaktadır. Bu tip traktörlerde kuyruk mili çapı 41,7 mm olup freze kanalı sayısı daha fazladır. Bazı traktörlerin kuyruk milleri her iki devri de yapacak şekilde imal edilmişlerdir. Bazı traktörlere ise iki ayrı kuyruk mili konulmuştur. Mafsallı şaftlara kardan mili adı da verilir. Mafsallı şaftlar traktörün kuyruk milinden alınan hareketi traktöre bağlanan alet ve makinelere aktaran bir düzeneştir. Mafsallı şaftlar iç içe geçmiş iki parçadan meydana gelmiştir. Mafsallı şaftlarda kullanılan freze sayısı kuyruk mili ile mutlaka uyumlu olmak zorundadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2016).

Kuyruk milinin asıl görevi; traktörden aldığı hareketi mafsallı şaft adı verilen bir aparatla traktöre bağlı tarım alet ve makinelerine aktarmaktır. Bu sayede tarımsal faaliyetler çok kısa bir sürede ve daha az iş gücü kullanılarak yapılabilir. Mafsallı şaftın görevleri, traktör kuyruk milinden alınan hareketi, çekili veya askılı tip makinelere aktarmak, traktör ve makine arasındaki güç iletiminin tüm yönlerde (dönemeçler, aşağı ve yukarı doğru hareketler) yapılmasını sağlamaktır. Mafsallı şaftlar traktör kuyruk mili ile traktöre bağlanacak ekipman arasında hareketin iletimini sağlayan bir aparatır. Traktör kuyruk miline kadar getirilen hareket dönerek çalışan ekipmanlara mafsallı şaft aracılığıyla aktarılır. Mafsallı şaftların her iki

ucunda bulunan mafsallar küresel olarak çalışır ve hareketin yönünü değiştirirler. Milin traktör kuyruk miline takılan başlığı frezelidir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2016).



Şekil 1.3. Mafsallı shaft

Kuyruk mili, dış görüntü itibariyle çok fazla parçalı değildir. Traktörün arka orta ekseninde yer alan, üzerinde frezeli kanallar bulunan bir çıkıntı şeklindeki parçadır. İç bölümde ise devir sayısını ayarlamaya yarayan dişli sistemi ile motor veya vites kutusuna bağlantı sağlayan miller ve kavramalar mevcuttur. Bu parçaların haricinde traktör üzerinde yer alan ve kuyruk milinin harekete geçmesini sağlayan kollar vardır. Bu kollar; kuyruk mili kavrama ayırma kolu ve kuyruk mili seçme koludur (Milli Eğitim Bakanlığı, 2016).

1.4. Kayış-Kasnak Mekanizması

Tarım traktörlerinde, iş makinelerinin çalışmasını sağlayan önemli organlardan biriside kayış- kasnak düzenidir. Modern traktörlerde, kasnak ünitesi kuyruk milinden hareket alacak şekilde, arkaya yerleştirilmektedir. Traktörün yan tarafına yerleştirilen ve grup vites kutusundan hareket alan kasnak ünitelerine ise ender rastlanmaktadır. Aslında, kayış-kasnak ile güç çıkışı giderek önemini kaybetmektedir. Kasnak çevre hızı; 8,38, 13,1, 16,75, 18,9 ve 20,9 m/s olarak; % 5 patinaja izin verildiği için, kayış hızları da; 8, 12,5, 16, 18 ve 20 m/s olarak standartlaştırılmıştır. Kasnağın standart çap değerleri; 180, 200, 250, 280, 320, 360, 400, 450 ve 500 mm olmaktadır (Avcıoğlu, 2017)

Cen (2018), hidrolik kavramaların sürücü hatalarının vites kutusunu etkilemesini ve motorun aşırı zorlanmalar karşısında zarar görmesini engellediğini, Sürücü için rahat ve dengeli çalışma ortamı sağladığını, hidrodinamik kavramalarda tork iletiminde belirli devir sayısına gelene kadar gecikme olduğundan, mekanik ve hidrodinamik kavramaların birlikte kullanılması durumuna geçildiğini, böylece mekanik kavramanın seri kalkış hızıyla, hidrolik kavramanın sarsıntısız ve konforlu sürüş özelliklerinin birleştirildiğini belirtmiştir.

Avcıoğlu (2017), kuyruk milinin traktörün temel donanım organlarından biri olduğunu, traktörlerin çeki işleri yanında, değişik iş makinelerini çalıştırabilen güç kaynakları olduğunu, en önemli güç çıkışının kuyruk mili ve kasnak yardımıyla sağlandığını, kuyruk milinin sağladığı yararların başında, güç iletiminde patinaj kayıplarının olmamasının gelmekte olduğunu, arka ortada bulunan kuyruk milinin dışında, traktörün önüne ve yanına da kuyruk milleri konabildiğini, kuyruk milinin devir sayısı, çapı ve kama profili standartlaştırılmış olduğundan, çeşitli traktörlere değişik iş makineleri kolaylıkla bağlanabildiğini, devir sayısı 540 d/dk ve 1000 ± 25 d/dk olarak iki kademede normlaştırıldığını, altı adet freze kanalını içeren kuyruk milinin çapının 34,9 mm (13/8'') olduğunu, büyük güçlü traktörlerde, aynı kuyruk mili 540 d/d ve 1000 d/d ile dönebildiği gibi, 1000 d/d için çapı 44,5 mm (13/4'') olan 21 kamalı ayrı bir mil standardı da bulunduğunu, 540 d/d ile dönen 6 kamalı yapıya sahip kuyruk mili ile en fazla 35 kW güç iletilebildiğini ve daha büyük güçler için, devir sayısı ve mil çapı artırılmak zorunda olduğunu ortaya koymuştur.

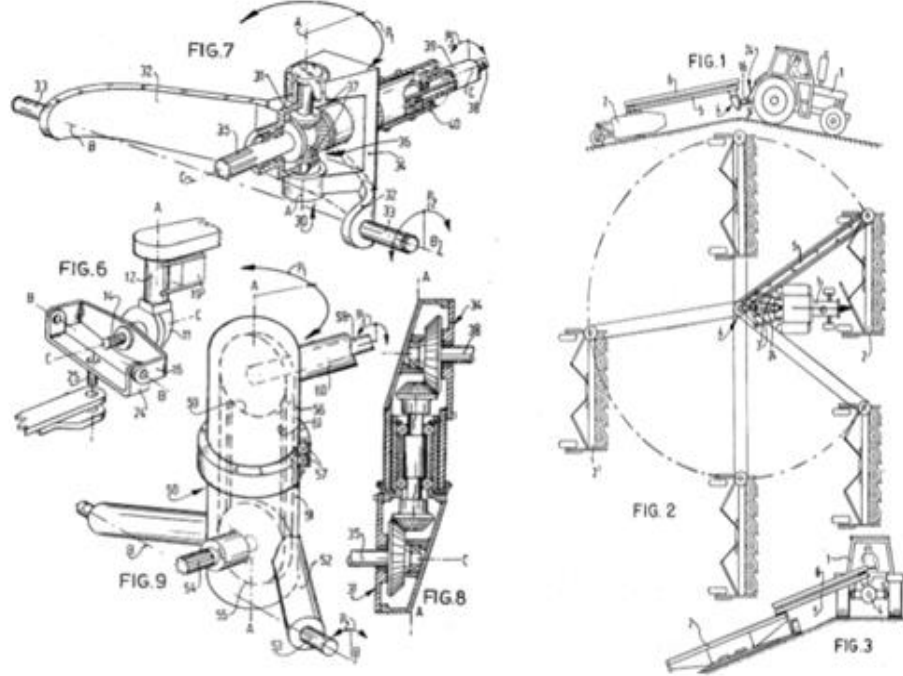
Meyer ve ark (1971), Alliscalmers HD41 paletli traktörün transmisyon sisteminin tasarımı ve geliştirilmesi yöntemlerini incelemişlerdir. Tasarım özellikleri ve güç iletim sistemi, hidrolik tork dönüştürücü, sürücü şaftı, Powershift transmisyonu geliştirme ve entegre hidrolik sistemi içeren çalışmalar tartışmışlardır. Boşaltma valfi ve ileri geri hareket sistemi için hidrolik kontrolün tasarımdaki önemini ortaya koymuşlardır.

Geupel (1978), çalışmasında; bir dişli kutusunun ekonomikliğini kullanılarak, tasarım kriterleri imalat imkanları ve üretim maliyetlerini inceleyerek optimum tasarım faktörlerinin tasarımını araştırmıştır.

Anonim (1983), 'de dişlilerin tasarımları, imalat şekilleri ve yataklara gelen yükler Engineering C845 tork konvertör transmisyonlu forklift araçları, endüstriyel traktörler ve diğer mekanik taşıma araçları için incelenmiştir. Tork konvertörü üzerinde ileri geri hareket düzenin 3000 d/dk 'ya kadar ve 60 kW verimli motor gücünde yakıt verimliliği için tasarım yapılmıştır.

Taylor (1987), buluşunun bir tarımsal traktör ve bir çekme aleti arasındaki PTO şaftı ile kullanım için uygun olan, ancak özel olarak olmayan, bir güvenlik koruması ile ilgili olduğunu, Mevcut genel uygulamanın pto milinin çoğunu kapsayan ancak silindirler ve alet üzerindeki ters U-şekilli kalkanları tarafından korunan uçlarındaki kaplinlerin üzerine uzanmayan, genel olarak silindirik bir kalkan sağlamak olduğunu, dolayısıyla, pto sisteminin tamamen kapalı olmadığını ve kazalar, örneğin kalkanlar arasındaki bir boşluktan düşen ve yakalanacak olan gevşek giysiler nedeniyle meydana gelebileceğini, ayrıca, mevcut kalkanların kullanımda hasar görme eğiliminde olduğunu ve kullanıcılar tarafından sık sık kaldırıldığını, gelişmiş güvenlik görevlileri için çeşitli önerilerde bulunmuştur. GB-A-799,402'de, güçlendirilmiş esnek bükülmüş borudan yapılmış bir koruyucu vardır; ancak bu uçlarında tamamen kapalı değildir ve dönen mil üzerindeki sürtünmeden kaynaklanan borunun aşınmasını azaltmak için herhangi bir parça yoktur. FR-A-1,208, 959, pto şaftı ve kaplinleri tamamen kaplayan bir koruyucuyu göstermektedir, ancak koruyucu sert ve traktör ile aparat arasındaki göreceli dönüşte şaftın hareketini takip edebilmesi için karmaşık bir düzenleme gerekmektedir. Mevcut buluşa uygun olarak, bir ana taşıyıcı ve bir ana taşıyıcıya göre oryantasyonu değişebilen bir koruyucu aksesuar arasında bir güç aktarım şaftı için koruyucu sağlanmıştır, koruyucu, eksenel uzama ve geri çekme yeteneğine sahip esnek bir boru biçiminde bir eleman içerir. Eksenel bükülmeye muktedir ancak radyal sıkıştırmaya dirençlidir. Sırasıyla birinci taşıyıcıya ve aksesuara bağlanacak şekilde uyarlanmış olan boru şeklindeki parçanın her iki ucunda birleştirme aracı, böylece birleştirme aracı dönerken parçaların tamamen kapanmasına neden olur. Boru şeklindeki eleman tercihen çelik tel ile güçlendirilmiş kıvrılmış ovuşturdu. Tercihen, boru şeklindeki eleman ile bunun içinden bir mil arasına bir yatak aracı yerleştirilmiştir. Tercih edilen bir formda, yataklama araçları, bahsedilen şaft üzerinde hareket ettirilen

uçlarında yataklar tarafından taşınan bir metal boru içerir. Alternatif olarak, rulmanlar boru şeklindeki parçanın bükülmesinin en iç noktalarına sabitlenebilir demiştir.



Şekil 2.2. Pto shaftının güvenlik korumasının teknik çizimi

Çalışkan ve ark (2008) bu çalışmada hidrolik sistemlerde enerji verimliliği temel almışlardır. Burada hareketle önce geleneksel valfli hidrolik denetim sistemlerindeki enerji kayıpları incelenmiştir. Bu analizin sonunda valfin en iyi durumda dahi pompadan gelen gücün %38,5'ini yüke ilettiği görülmüştür. Bu nedenle daha enerji verimli olan valfsiz bir hidrolik kontrol sistemi incelenmiş ve matematiksel modeli hem analitik olarak hem MATLAB Simulink ortamında yapılmıştır. Daha sonra bu valfsiz sistemin performansını görmek açısından basit bir oransal denetim yöntemiyle frekans tepkisi testleri yapılmış ve basamak girdi yanıtı bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

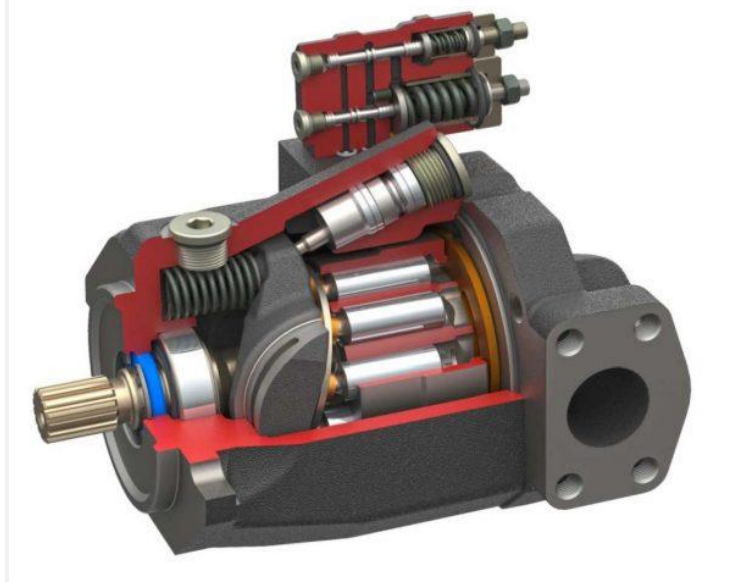
3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan materyalleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Hidrolik motor (2000 d/dk)
- Hidrolik sistem devre elemanları: İki yönlü kumanda kolu, hidrolik hortumlar, yağ deposu, yön kontrol valfi, filtre ve bağlantı elemanları
- Dört sıralı 70 cm aralığıyla ekim yapabilen pnomatik hassas ekim makinesi
- Üç uzuvlu üç eklemlilik güç aktarma ünitesi
- Test ölçüm cihazları; açölçer, basınçölçer, termometre, ultrasonik çatlak ölçer cihazı, yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı, su terazisi, kumpas.

3.1.1. Hidrolik Motor

Hidrolik motor, hidrolik pompa tarafından üretilen hidrolik enerjiyi dairesel harekete çeviren hidrolik sistem elemanıdır. Bu yönüyle bakıldığında hidrolik motor, hidrolik pompanın tersi yönünde bir prensip ile çalışmaktadır. Hidrolik pompanın ürettiği hidrolik enerjiyi alıp tekrara mekanik enerjiye çevirirler ancak bunu yaparken de harekete dairesellik özelliği katmaktadırlar. Hidrolik motorlar sıvıların sıkıştırılmama özelliğini kullanarak çalışırlar. Hidromotorlar hidrolik yağa basınç uygulayıp hidrolik yağı sıkıştırmaya çalışırlar ancak hidrolik yağ sıkışmaz ve gücün geldiği yönün tam tersine doğru hareket edip kendine başka bir kaçış yolu arar. Bu özellik kullanılarak hidrolik motor modelleri oluşturulur. Hidrolik motorlar gelen akışkan miktarı aynı kaldığı sürece çalışma hızlarında hiçbir değişiklik olmaz. Bundan dolayı hidrolik motorlar gücün değişmediği bir hareket sağlayabilirler (Sd denizcilik.com).



Şekil 3.1. Hidrolik motor

3.1.2. Hidrolik Sistem Devre Elemanları

3.1.2.1. İki Yollu Kumanda Kolu

Bir kol üzerinden kumanda edilerek 700 bara kadar basınçla anahtarlanabilen, uygun bağlantı blokları, doğrudan boru hattı bağlantısının yapılma olanağı sağlayan elemandır.



Şekil 3.2. İki yollu kumanda kolu

3.1.2.2. Hidrolik Hortumlar

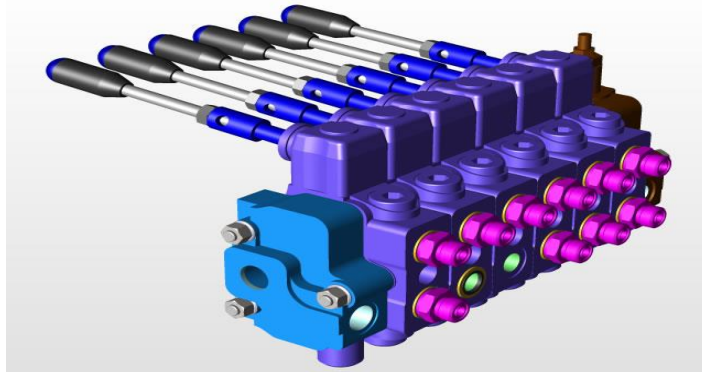
Yüksek performansa dayanıklı hidrolik akışkanın sızdırılmadan taşınmasını sağlayan elemandır.



Şekil 3.3.Hidrolik hortum

3.1.2.3. Yön Kontrol Valfi

Hidrolik yön kontrol valfleri, hidrolik yağın yönünü denetleyen devre elemanlarıdır. Bir hattın bir başka hatta bağlanmasını ya da kapanmasını denetleyebileceği gibi pompa tarafından aktarılan yağın hidrolik silindir ya da hidrolik motorun hatlarına yönlendirerek parçaların hareketlerini denetleyebilmemizi sağlar.



Şekil 3.4.Yön kontrol valfi

3.1.2.4. Yağ Filtresi

Hidrolik akışkanın içerisinde yabancı maddelerin karışmasını önleyerek sistem içerisinde daha sağlıklı hareket etmesini ve sistemde tıkanıklığın olmaması için kullanılan elemandır.

3.1.3. Test Ölçüm Cihazları

3.1.3.1. Açı Ölçer

Açıları ölçmeye yarayan alettir. Genellikle 1°lik aralıklarla ölçeklendirilir ve her 5 veya 10°lik aralık uzun bir çizgi ile belirtilir.



Şekil 3.5. Açıölçer

3.1.3.2. Basınç Ölçer

Basınç ölçer, bağlı olduğu prosesin basınç seviyesini ölçüp, ölçtüğü basıncı elektriksel sinyale çeviren cihazdır.



Şekil 3.6. Basınç ölçer

3.1.3.3. Termometre

Maddelerin sıcaklıklarını ölçmemizi sağlayan ölçüm aletidir.



Şekil 3.7. Kızılötesi termometre

3.1.3.4. Ultrasonik Çatlak Ölçme Cihazı

Çatlak Kontrol Cihazı, elektriksel olarak iletken malzemelerin tahribatsız muayene (NDT) ve tahribatsız muayenesi (NDE) için tasarlanmış bir çatlak kontrol cihazı'dır. Taşınabilir avuç içi defektosörü yüzey kusurlarını algılar ve bir girdap akımı kullanarak katman kalınlıklarını ölçer (https://www.pce-instruments.com/turkish/oel_uem-teknolojisi/162294.htm).



Şekil 3.8. Ultrasonik çatlak ölçme cihazı

3.1.3.5. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı

Pürüzlülük Ölçüm Cihazı, yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için kullanılan taşınabilir bir cihazdır.



Şekil 3.9. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı

3.1.3.6. Su Terazisi

Su Terazisi, yer çekiminin su üzerinde uyguladığı çekim ile suyun yüzeye yayılması ve içerisindeki hava boşluğunun düzlem oranında ortalanması yöntemi kullanılarak düzlemin düzlüğünü ölçmek için geliştirilmiş pratik ve kullanımı kolay bir araçtır. Su terazisi ile bir yüzeyin düzlüğünü ölçebilir ve istenilen oranda eğim verilebilir.



Şekil 3.10. Su terazisi

3.1.3.7. Kumpas

Kumpas, malzemelerin boyunu, derinliğini, iç çapını, dış çapını vb. ölçümleri hassas bir şekilde ölçmeye yarayan alete denir.



Şekil 3. 11. Kumpas

3.2. Yöntem

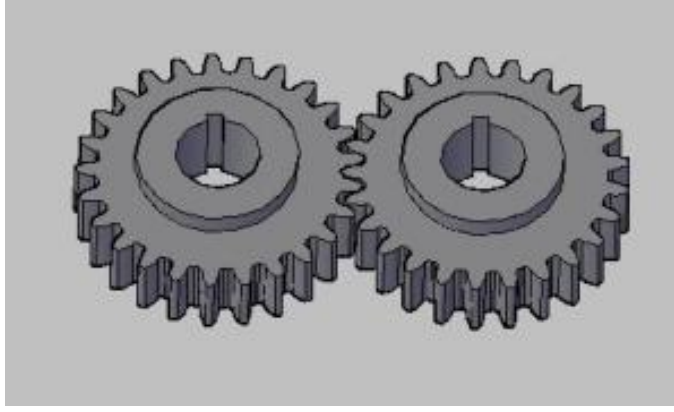
Bu çalışmada söz konusu olan tasarımda, hidrolik motor ya da içten yanmalı motorlardan alınan tahrik, dişli ya da zincir üzerinde hedef makineye ulaştırılmaktadır. Hidrolik sistemde motorun devri değiştirilerek güç elde edilebilir. Yine hidrolik sistemde uzuv konumları değiştirilebildiği için güç kaynağı ve hedef makinenin aynı düzlemde olma zorunluluğu yoktur. Güç kaynağı tarafından verilen tahrik 360°'lik açıyla bir çember içerisinde herhangi bir açıdan iletilebilir. Bu çalışmada kullanılan güç kaynağı bir hidrolik motordur. Bu hidrolik motordan alınan tahrik uzuvlar üzerinden bir tarım makinesine aktarılmaktadır. Hidrolik motorun verdiği tahrik zincir kasnak mekaniği üzerinden aktarılacaktır. Uzuvların farklı konumlarında güç aktarımı değişmediği ortaya konulacaktır.

Güç aktarımı dışarıdan gelen her türlü etkilere karşı izole edilmiş şekilde tasarlanmıştır. Sistem toprak altında ya da su altında da kalsa dahi çalışmasına devam edebilecektir.

Bu çalışmada söz konusu olan tasarımda, hidrolik sistem uzuvların hareketini, kuyruk mili ya da krank mili çıkışı, güç aktarma sisteminin tahrikini sağlar. Herhangi bir tarım makinesine ya da mekanizmaya iletilecek olan güç, hidrolik motorlar ve/veya zincir kasnak sistemi yardımıyla elde edilir. Bu yüzden traktör olmadan da herhangi bir tarım makinesine güç iletilmesi mümkündür. Mekanik sistemin güç iletimi üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir.

3.2.1. Dişliler Yardımıyla Güç Aktarımı

Dişliler yardımıyla güç aktarım sisteminde, dişli kasnaklar birbirine geçirilerek birbirlerine döndürme hareketi sağlar. Bu dönme hareketi ile istenilen güç aktarılır. Bu sistemde demirin ısınıp birbirini aşındırmasını önlemek için sıklıkla yağlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil3.12. İç içe geçirilmiş dişliler

3.2.2. Zincir-Kasnak Mekanizması

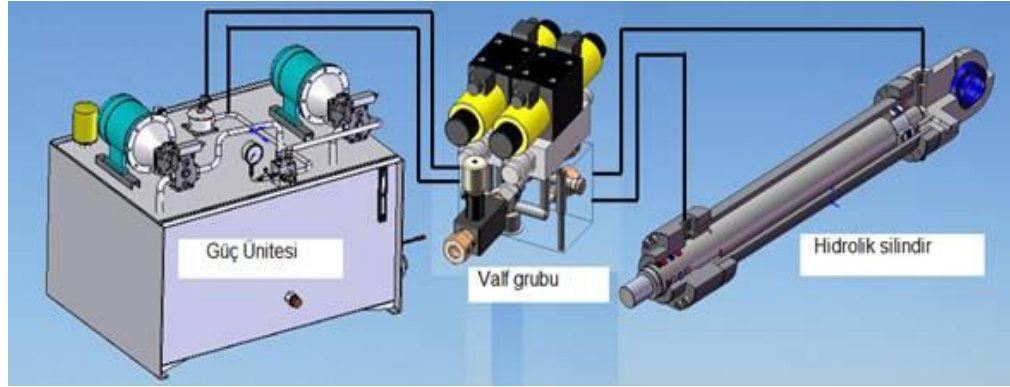
Zincir-Kasnak mekanizması, iletilecek olan gücün kasnaklar üzerinde bulunan zincirler vasıtasıyla aktarılması sağlanır. Gücün istenilen oranda büyütülüp küçültülmesi oldukça basit bir sistemdir. Örneğin güç büyütülecek ise $2r$ yarıçaplı kasnaktan r yarıçaplı kasnağa kasnağa zincir atılır. $2r$ yarıçaplı kasnağın etrafında bir tur alması durumunda r yarıçaplı kasnak 2 tur atmış olacaktır. Böylece r yarıçaplı kasnağın iki katı kadar güç iletilecektir.



Şekil 3.13. Zincir-kasnak mekanizması

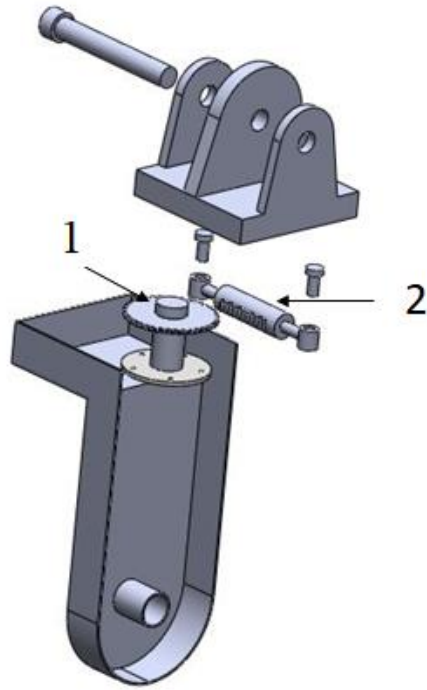
3.2.3. Hidrolik Motor Sistemi

Hidrolik motor sisteminde akışkanların sıkıştırılmama özelliği kullanılarak güç elde edilir. Akışkanlar motor yardımıyla sıkıştırılmaya çalışılır. Sıkışmayan akışkan kendine basıncın geldiği yöne ters yönde yol bulmaya çalışır. Bu yol bulma olayı sonrasında güç elde edilir.



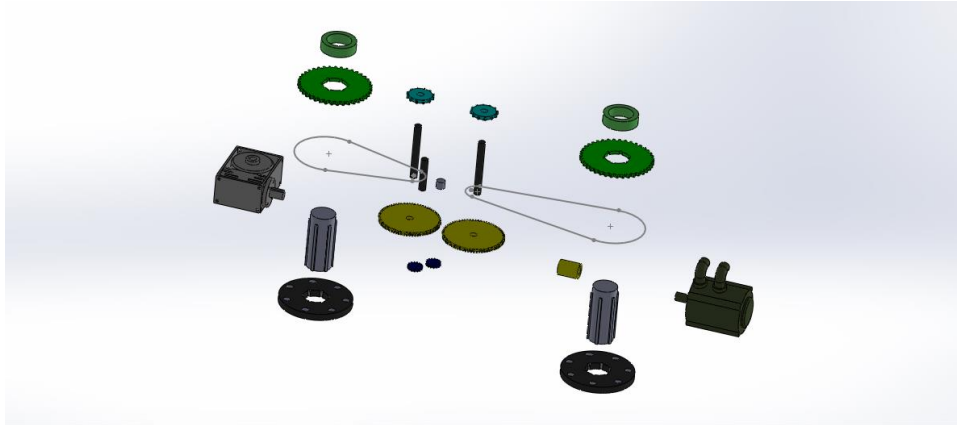
Şekil 3.14. Hidrolik motor sisteminin şematik gösterimi

Bu çalışmada söz konusu olan tasarımda güç, zincir-kasnak mekanizması tercih edilmiştir. Aktarılmasını istediğimiz güç zincir-kasnak vasıtasıyla aktarılacaktır. Buda bize güç'ün aktarma sırasında kayıplarını en aza indirme olanağı vermiş olacaktır.

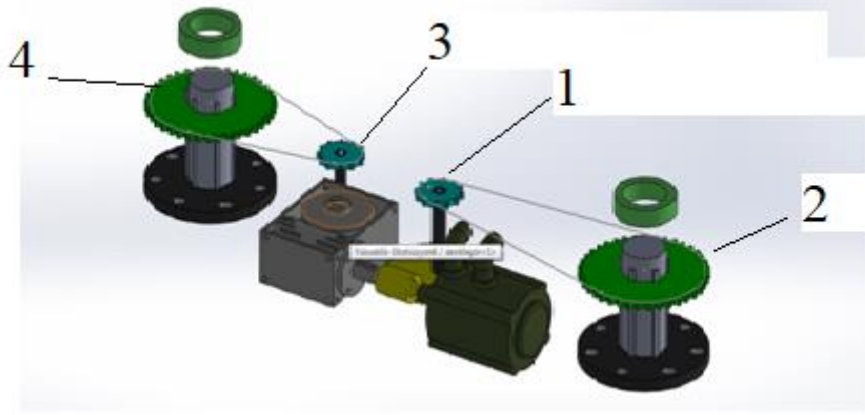


Şekil 3.15. Uzuvu oluşturan elemanların içten görünüşü

Hidropompadan güç alan uzuvlar yukarıda ki şekil 3.15.'te görüldüğü gibi dişli küçük bir şanzıman sistemi(1) ve dişliye oturtulmuş piston (2) yardımıyla dönme hareketini sağlamaktadır.



Şekil 3.16. Uzun hareketini sağlayan mekanizma elemanları



Şekil 3.17. Uzun hareketini sağlayan mekanizma üstten görünüşü

Uzun hareketlerini sağlayan mekanizmada sistem hidropombadan aldığı gücü 1 ve 3 numaralı dişli kasağa iletilir. 1 numaralı dişliye aktarılan güç, 2 numaralı dişliye aktarılırken, 3 numaralı dişliye aktarılan güç 4 numaralı dişliye aktarılır (şekil 18). Dişli kasnaklara iletilen güç, dişileri döndürerek uzun hareketini sağlamaktadır. Uzunlardaki yön verme hareketlerini; dişleri döndüren hidrolik motorun verdiği tahrik ile dönen şanzumana bağlı diğer dişlilerin dönmesi ve bu dönme sırasında dişlilere sabitlenmiş uzunların birlikte hareketlerini sağlar. Bu da kolların 180°'lik açıya kadar etrafında dönme olanağı sağlar.

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

4.1. Hidrolik Sistem

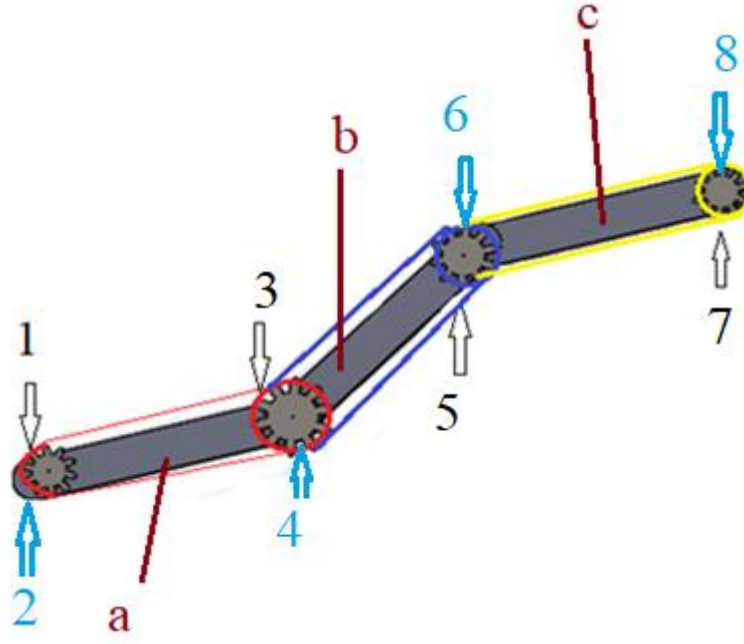
Hidrolikle güç iletiminin temelinde, herhangi bir güç kaynağından alınan mekanik gücün hidrolik güce dönüştürülerek kullanım noktasına iletilmesi ve buradan da hidrolik hareketlendiriciler tarafından tekrar mekanik güce dönüştürülerek kullanılması vardır.

Çalışmada söz konusu olan tasarımda hidrolik sistem, monte edilecek olan makineden (traktör, ekskavatör, iş makineleri vb.) güç alır. Alınan bu güç tasarımın içerisinde bulunan hidropompaya iletilir. Hidropompadan alınan güç ile uzuvların hareketi sağlanır. Böylece uzuvlar her iki tarafa toplamda 180°lik açı ya kadar etrafında dönebilir.

4.2. Zincir-Kasnak Mekanizması

Zincir-Kasnak mekanizması, hem uzun hem de kısa eksenler arası mesafeler için uygun çözüm oluştururlar. Küçük eksen mesafeleri ve büyük çevrim oranlarında bile bir kayma olmaz. Ön gerilmeli montaj gerekmediğinden milde daha düşük radyal kuvvetler oluştururlar. Aynı zincir ile ikiden fazla çarkın, farklı dönme yönlerinde tahriki mümkündür.

Gücünü kuyruk mili veya krank mili çıkışından alarak çalışan kasnak-zincir mekanizması uzuvlar üzerinden gücü son kullanım noktasına ulaştırmaktadır. Aynı güç, sistem üzerine eklenen bir hidrolik pompa ile son kullanım noktasında elde edilebilir, bu durumda zincir-kasnak mekanizmasına ihtiyaç duyulmaz



Şekil 4.1 Çok eklemlili güç aktarma aparatı

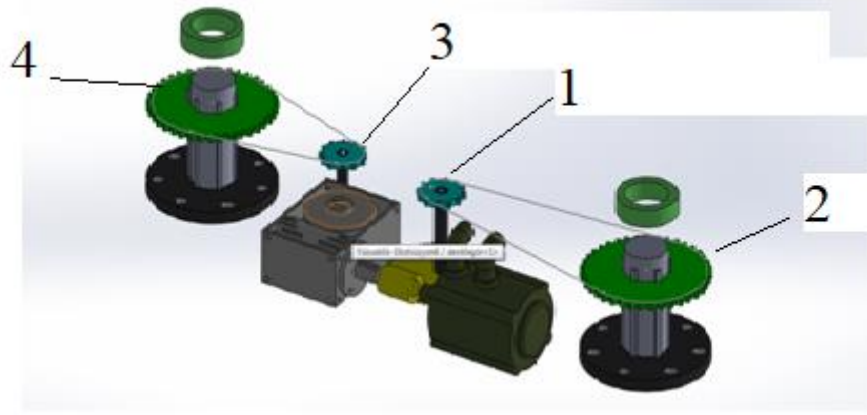
Çalışmada söz konusu olan tasarımda, traktör kuyruk milinden veya çalışma yapılacak olan makinenin şaft mekanizmasından alınan tahrik gücü ile zincir-kasnak mekanizması çalıştırılır. İlk olarak a uzuvu üzerinde bulunan 1 numaralı dişliye iletilir. Buradan 1 nolu dişli ile aynı mil üzerinde bulunan 2 numaralı dişliye iletilen güç, zincir yardımı ile b uzuvu üzerinde bulunan 3 numaralı dişliye iletilir. B uzuvuna gelen güç, b uzuvu üzerinde bulunan 4 numaralı dişliye aktarılır. 4 numaralı dişliye gelen güç, tekrar üzerine monte edilmiş olan zincir vasıtasıyla c uzuvu üzerinde bulunan 7 numaralı dişliye iletilir. Buradan da c uzuvu üzerinde bulunan ve 7 numaralı dişli ile aynı mil üzerinde bulunan 8 numaralı dişliye aktarılır. Buradan da son kullanım noktasına gönderilir.

Uzuv üzerinde bulunan dişli kasnakların boyutları küçültülüp büyütülebileceği için kullanılmak istenilen güç, yapılacak olan işe göre ayarlanabilecektir.

4.3. Uzuv Hareketleri

Çalışmanın başında hedeflenen ve tasarımı yapılan uzuv hareketleri için dişli kullanımı gerçekleştirilmiştir. Traktörün hidrolik sistemi çıkışından alınan güç,

uzuvun eklem içerisine yerleştirilen hidrolik motor tarafından şanzıman üzerinden 1 ve 3 numaralı dişliye aktarılmıştır. Dişliler bu hareketi zincirle uzuva sabitlenmiş diğer dişlilere aktararak uzuvun hareketi gerçekleştirilmiştir. 1 numaralı dişli hareketi 2 numaralı dişliye, 3 numaralı dişli ise 4 numaralı dişliye aktarmaktadır. İkinci ve üçüncü uzuvlar birinci uzuvdaki bu harekete bağlı hidrolik sistem ile her uzuv hidrolik motoruna aktarılan hidrolik akışkanın hareketiyle aynı mekanizma ile hareket ettirilmiştir. Bu hareketin hassasiyeti, hidrolik sistemin yüksek stabilite özelliği ve yüksek yük taşıma özelliği sayesinde elde edilmiştir.



Şekil 4.2 Uzun hareketini sağlayan mekanizma



4.3 Üç uzuvlu aktarma sistemi

© Tüm hakları Dr.Öğr.Üyesi Bülent PIŞKIN'E aittir. İzinsiz kullanılamaz.

4.4. Güç Aktarma Sistemi

Traktör kuyruk milinden alınan 540 (d/dk) sabit tork ve güç zincir-kasnak sistemine aktarılmıştır. Birinci uzuvdaki kasnağa traktör kuyruk milinden shaft ile gelen tork ve güç aynı mile monte edilmiş ikinci kasnağa iletilir. İkinci kasnak aldığı güç ve torku üzerindeki zincire aktarmış ve bu yolla tork ve güç yüksek orandaki hassasiyetle ikinci uzuv'un üzerindeki kasnağa aktarılmıştır.

Birinci uzuvdan zincir-kasnak yardımıyla alınan güç ve tork, ikinci uzuv üzerinde bulunan birinci kasnağa aktarılır. Bu güç ve tork aynı mil üzerinde bulunan ikinci kasnağa aktarılır. Aktarılan güç ve tork zincir, vasıtasıyla üçüncü uzuvda bulunan birinci kasnağa iletilir. Buradan da birinci kasnak ile aynı mil üzerinde bulunan ikinci kasnağa aktarılır. Aktarılan güç ve tork tekrar zincir kasnak ile son kullanım noktasına ulaştırılmıştır.

4.5. Sistem Performansı

Bu çalışmada söz konusu edinilen çok uzuvlu ve çok eklemlili güç aktarma sistemi uzuv hareketi ve güç aktarımını başarıyla gerçekleştirmiştir. Traktör hidrolik sistemi tarafından tahrik edinilen ve iki yollu kumanda kolu ile kontrol edilen hidrolik akışkan, uzuvlardaki hidrolik motorların uzuvları istenilen konuma yüksek hassasiyet ve stabilite ile getirmesini sağlamıştır. Hidrolik akışkanın viskozitesi ve yoğunluğu bu stabilitenin elde edilmesinde önemli faktörlerden birisidir. Hidrolik motorlar, uzuv ataleti, uzuv kütlesi ve bağlı uzuvların olduğu toplam kuvveti yenecek şekilde seçilmiştir. Hidrolik hortumlar 300 bar basınca dayanabilir olarak seçilmiştir. Üç uzuvlu olarak ortaya çıkan güç aktarma mekanizmamızda yaklaşık 12 m hidrolik hortum kullanılmıştır.

Zincir-kasnak mekanizmaları gücün maksimum oranda aktarmasını sağladıkları için seçilmişlerdir. Uzuv hareketinden etkilenmemeleri için bir uzuv üzerinde bulunan iki kasnak birbirine güç aktarırken eklem merkezindeki milin hareketinden etkilenmeyecek şekilde monte edilmiştir. Bu yolla oluşabilecek hareket

zorlanması ve zincir üzerinde olası gerilmeler minimum seviyeye indirgenmiştir. En son kullanım noktasında yine 540 (d/dk) dönme hareketi elde edilmiştir. Bu çalışmada söz konusu edilen güç aktarma sistemi bir ara elemandır.

Traktör, sabit motor, Mercedes-Benz Unimog tipi arazi araçları, greyderler ya da farklı bir güç kaynağı ile son kullanım noktasına takılacak dairesel testere bıçağı, çukur kazma aparatı, burgu aparatı, bir tarım makinesi ya da başka bir makine arasındaki güç aktarımı yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Dolayısıyla güç üreten kaynağın gücün büyüklüğüne bağlı olarak aktardığı güç de değiştirilebilecektir. Ayrıca uzuvlar üzerindeki zincir kasnak mekanizması elemanları güç/hız ihtiyacına bağlı olarak değiştirilerek giriş gücün çıkışta istenen değerlere değiştirilmesi sağlanabilecektir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. SONUÇLAR

Hâlihazırdaki çiftçi tercihleri genellikle tek parça ve eklemsiz şaft ya da kayış-kasnak mekanizması kullanılarak tarım makinesine güç aktarma yönündedir. Ancak, bu esnek olmayan ve sabit noktalardan bağlanan şaftın çalışması sırasında tarım makinesinin dengesini etkileyecek kuvvet oluşumuna da sebep olmaktadır. Ayrıca, çok uzun tek parça teleskopik şaft kullanımı da statik ve dinamik olarak problemler oluşturmaktadır. Farklı arazi yüzey şekillerine ve yapılacak tarımsal faaliyetin amacına göre ortaya çıkan tarım makinesi kullanımı şekline bağlı olarak, tarımda işçi sağlığı ve iş güvenliği kuralları da göz önüne alınırsa sabit ya da teleskobik şaft kullanımı uygun değildir. Bunun yerine, bu çalışmada, farklı arazi yüzey şekillerine ve yapılacak tarımsal faaliyetin amacına göre ortaya çıkan tarım makinesi kullanımı şekline bağlı olarak, tarımda işçi sağlığı ve iş güvenliği kuralları da göz önüne alınarak performansı sürekli en yüksek seviyede tutacak çok eklemliler bir güç aktarma sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir.

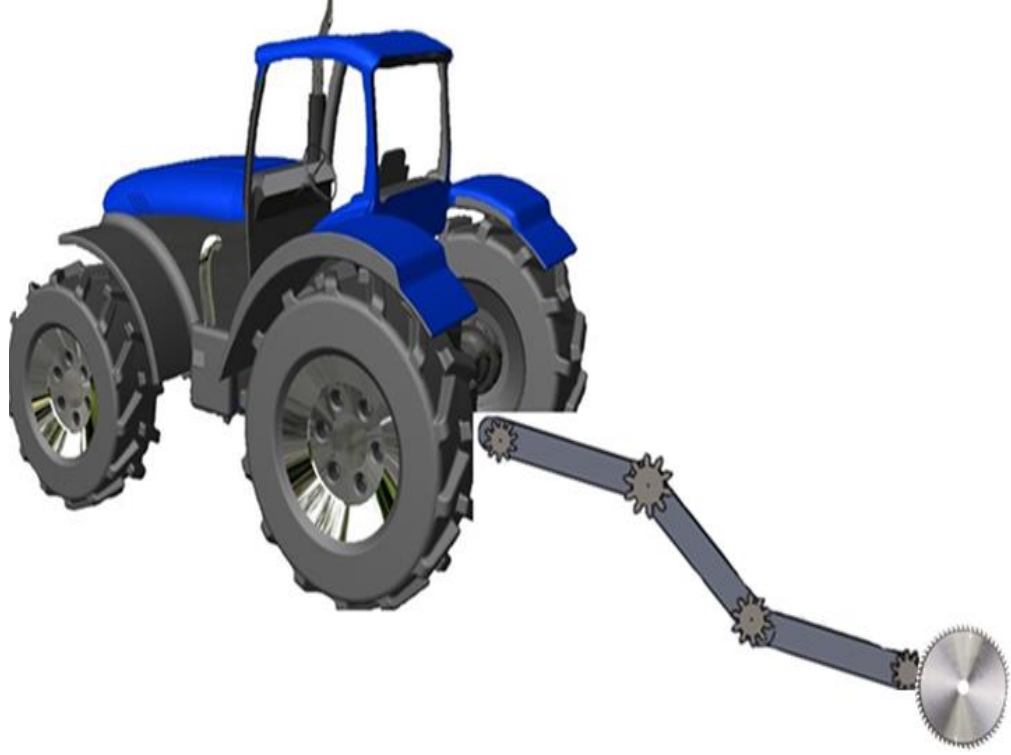
Geliştirilecek çok eklemliler güç aktarma sistemi güç kaynağından (traktör ya da hidrodinamik motor) alınan gücü ihtiyaca göre istenilen zamanda istenilen konuma getirilebilecek uzuvlar sayesinde sorunsuz olarak tarım makinesine aktarılacaktır. Bu sistem, piyasadaki hiçbir tarım makinesinde görülmemektedir. Bu tür sistemlerin geliştirilmesiyle özellikle ithalat yapılan pahalı özel amaçlı makine ihtiyacı ortadan kaldırılacak ve tamamen yerli sistemlerle her türlü probleme çözüm üretiliyor olacaktır.



Şekil 5.1. Söz konusu tasarıma toprak burgu aparatının monte edilmesi

Bu çalışmada herhangi bir tarım makinesinin yanı sıra uygun aparat takılıp (ot biçme aparatı, toprak burgu aparatı, testere aparatı vb.) istenilen işleri yapabilecektir. Örneğin şekil 5.1’de görüldüğü gibi toprak burgu aparatı takılarak toprak burgusu yapılabilir ya da şekil 5.2’de görüldüğü gibi testere aparatı takılıp eğimli arazilerde bulunan ağaç kesimi ve/veya ağaç dallarının kesimi yapılabilir. Aynı zamanda aletin üzerine farklı çaplarda monte edilecek olan kasnaklar tasarlanmıştır. Bu farklı çaplarda monte edilebilecek kasnaklar vasıtasıyla istenilen güçte ve tork ta iş elde etme olanağı sağlanabilecektir. Buda bize istediğimiz işe göre güç kullanma olanağı vermektedir. Dolayısıyla hem fazla güç kullanarak ekipmanın zorlanarak kırılması veya az güç kullanarak istenilen verimin elde edilememesi ihtimalini en aza indirgemiş oluyoruz.

Bu çalışmada söz konusu olan tasarımda ekipmanın güç alacağı traktör, hidrodinamik motor, ekskavatör gibi iş makineleri ile aynı düzlemde bulunması gerekliliği yoktur. Bu da bize eğimli arazilerde bile yüksek oranda hassasiyetle, iş gücü gerekliliğini azaltma ve zamandan tasarruf etme imkânını sunuyor.



Şekil 5.2. Söz konusu tasarıma testere aparatının monte edilmesi

Bu çalışmada söz konusu olan tasarımda amacımız aynı ekipman ile birbirinden çok farklı işlerin hepsini sadece uygun aparat takılarak yapabilmektir. Yani ağaç kesimi için ekstra testere, toprak burgusu için ekstra toprak burgu makinesi, yamaçlı arazilerde kullanılmak üzere ağaç dip otu kesme makinesi almaya gerek kalmadan söz konusu olan tasarımda sadece yapılacak olan işe uygun aparat monte edilerek istenilen iş, yüksek oranda hassasiyetle yapılabilecektir. Böylelikle hem zamandan hem masraftan hem de alet ekipman alımında tasarruf etmiş olacağız.

5.2. ÖNERİLER

Güç aktarma sisteminin konstrüksiyonu başka bir proje içerisinde geliştirilebilir. Kendi yürür makinesinin bir parçası olduğu için dayanıklı malzemeden yapılmıştır.

Bu çalışmada ortaya konan güç aktarma sistemi: atalet ve sistem ağırlığının azaltılması amacıyla profil iskeletli ince sac kaplamayla oluşturulmuş uzuvlardan

oluşturuldu. Uzuvarın içerisine hidrolik motorlar ve zincir sistemi konularak ana hidrolik sisteme bağlandı. Bu sistemin maliyeti yaklaşık 10 000 TL'dir. Sistem elemanları daha düşük maliyetli bir sistem için azaltılabilir ya da daha güçlü bir sistem için uyarlanabilir. Buradaki fiyat belirleyici faktör gerçekleştirilecek amaç için gerekli olan güç gereksinimi ve sistemin çalışma sırasında alabileceği konumlardır. Çok karmaşık konumlar için uzuv sayısı artabilir, basit konumlar için uzuv sayısı azalabilir. Sonuçta bu çalışmada ortaya konan sistem bir ara bağlantı sistemidir. Güç üreten ve güç isteyen unsurlar arasındaki güç aktarımını, şekilsel ve birtakım fiziksel kısıtların ortadan kaldırılmasıyla gerçekleştirebilen bir yapıdır. Dolayısıyla, her türlü yenilik ve geliştirmeye açıktır.

Daha hafif bir konstrüksiyon, daha fazla uzuv sayısı gerçekleştirilebilir. Makinenin güç aktarma organları yeni amaçlar ve yeni makine kombinasyonları için tasarlanmaya müsaittir. Güç ve hız gereksinimine göre dişli oranları, hidrolik motor, devir sayıları, zincir kapasitesi ve hidrolik devre elemanlarının sayısı değiştirilebilir. Çevreye herhangi bir zararlı atık bırakmadan ve karbon salımına fırsat vermeden bu güç aktarımı birçok işçi sağlığı ve iş güvenliği kuralının hayata geçirilmesinde ve tarımda uygulanmasında bir örnek teşkil edebilir. Şuanda ki konstrüksiyonda uzuv hareketi ve güç aktarımı birbirinden farklı sistemler olarak çalışmaktadır. Bu sistemin geliştirilmesi ile hem uzuv hareketi hem de güç aktarmayı birlikte yapabilen sistemin kullanılması daha pratik ve avantajlı olabilecektir.

KAYNAKLAR

- AKKURT, M.,1980. Makina Elemanları, Güç ve Hareket İletim Elemanları, Üçüncü cilt. Bursa Üniversitesi Basımevi. Bursa, 4-310s.
- ANONİM., 1983. Transmission Systems For Works And Road Trucks. Automotive Engineer, V8, n 5, Oct-Nov, London, England, 16-19s.
- AVCIOĞLU, P. D., 2017. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Motorlar ve Traktörler Dersi. Ankara, 6s.
- ANONİM, 2008. [Http://sddenizcilik.com/hidro-motor-tamiri/](http://sddenizcilik.com/hidro-motor-tamiri/) 2s.
- ANONİM, 2012. https://www.pce-instruments.com/turkish/oel_uem-teknolojisi/oel_uem-cihazlarae/_/atlak-kontrol-cihazae_-kat_162294.htm. 1s.
- CEN, G., 2018. Ön Aks Kovanlarının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Gerilme Analizi ve Test Değerleri ile Karşılaştırılması . Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 2-11s.
- ÇALIŞKAN, H., BALKAN, T., PLATİN, B. E., & DEMİRER, S. değişken devirli pompa ile servo hidrolik konum, v.ulusal hidrolik pnömatik kongresi. 359- 362s.
- ÇELİK, H. K., ve AKINCI, İ., 2015. Tamburlu çayır biçme makinesi hareket iletim millerinin analitik ve sonlu elemanlar yöntemi ile gerileme analizi. tarım makineleri bilim dergisi. Tarım Makinleri Bilim Dergisi, 11(3): 248-250s.
- EĞİTİMBAKANLIĞI, M., 2016. traktörün bağlantı sistemleri. Ankara, 27- 33s.
- GEİSTHOFF, H., 1974. United States Patent. device for connecting a power transmission shaft of an agricultural implement machine or the like to a tarktör power take of shaft. Germany, 1-10s.
- GEUPEL, H., 1978. Konstruktion Eines Schleppergetriebes. Werkstatt und Betrieb. Germany, 111, 85-92s.
- M MEYER RW, RICHMOND W., 1971. Design and Development Of The Transmission System For The Allischalmers HD- 41 crawler tractor. SAE Pap 710725 , 12s
- TARIM., 2015. 03+Tarım+Traktörleri. 4-5s.
- TAYLOR, W., 1987. safety guard for power-take-off shaft. Londra, 1-4s .
- VİSSERS, H. H., ve MİJNDERS, G. J.,1983. power transferring coupling device for a tractor and an implement hitched thereto. Netherlands, 1-8s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa GUBAT
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ş.Urfa/Haliliye, 18/03/1994
Telefon : 0537 864 66 63
Faks :e-mail : kubat2163@hotmail.com

EĞİTİM

<u>Derece</u>	<u>Adı, İlçe, İl</u>	<u>Bitirme Yılı</u>
Lise	: Davut Zeki Akpınar Lisesi, Haliliye Ş.URFA	2012
Üniversite	: HRÜ, Ziraat Fak. Haliliye Ş.URFA	2016
Yüksek Lisans :	HRÜ, Fen Bilimleri Enst.Haliliye Ş.URFA	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Kurt Kardeşler Tarım

UZMANLIK ALANI

Tarım Makineleri Teknolojisi ve Mühendisliği