

27861



MOTORLU ÇAPA

TASARIMI VE YAPIMI

Banu ŞENER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

1993

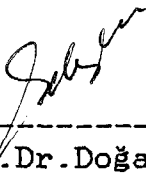
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

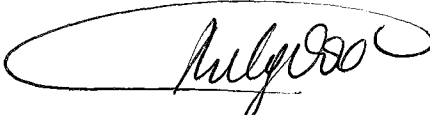
MOTORLU ÇAPA TASARIMI VE YAPIMI

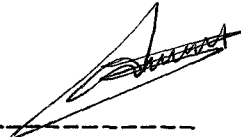
Banu ŞENER

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 03./12./1993 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından 90.  
(... Doksan ...) not takdir edilerek Oybirliği / Oyçokluğu  
ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Doğan ERDOĞAN

  
Prof. Dr. Bilge ERDİLLER

  
Prof. Dr. Ahmet SARA

(Danışman)

## Ö Z E T

Yüksek Lisans Tezi

MOTORLU ÇAPA TASARIMI VE YAPIMI

Banu ŞENER

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN

1993, Sayfa: 75

Jüri: Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN

Prof.Dr.Bilge ERDİLLER

Prof.Dr.Ahmet SARAL

Bu çalışmada, sera ya da küçük bahçe işlerinde kullanılabilen küçük güçlü bir motorlu çapanın tasarımı ve yapımı gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla basit konstrüksiyonlu bir motorlu çapa modeli oluşturulmuştur. Daha sonra, iletilecek güç ve çalışma koşulları göz önüne alınarak bazı makina parçalarının hesapları yapılmış ve boyutları belirlenmiştir. imal edilen ya da piyasadan sağlanan elemanların montesi yapılarak makina oluşturulmuştur. Makina bahçe toprağında çalıştırılmış ve fonksiyonunu yerine getirdiği gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Çapa makinası, küçük traktör, tasarım ve yapım, döner toprak işleyici.

ABSTRACT

Masters Thesis

DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE MOTOR HOE

Banu ŞENER

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Mechanization

Supervisor: Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN

1993, Page: 75

Jury: Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN

Prof.Dr.Bilge ERDİLLER

Prof.Dr.Ahmet SARAL

In this study, design and construction of a small power motor hoe that will be used in greenhouses and small gardens work was realised. For this purpose, the model of motor hoe with simple construction was constituted. Then, some parts of machine and dimensions estimated and determined to take into account to transmitted power and work conditions. The motor hoe was formed with assembling the machine part wich constructed and bought. The motor hoe was tested in the garden and observated that the machine function as found to be satisfactory.

KEY WORDS: Hoe engine, small tractor, design and construction, rotary tiller.

## T E Ş E K K Ü R

Üzerinde çalıştığım bu konuyu bana tanıtan ve çalışmalarımı yönlendirerek değerli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN'a, çalışmalarımız esnasında atölye imkanlarından faydalanmamızı mümkün kılan müdürümüz sayın Öcal TINAZTEPE'ye, tez müddetince yardımlarını ve ilgisini esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi sayın Yaşar OK'a ve Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü atölye çalışanlarına teşekkür ederim.

Ankara, 1993

Banu ŞENER

## İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
BİRİMLER VE SİMGELER DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Motorlu Freze ve Çapalar .....	4
1.2. Frezeye Etkiyen Kuvvetler .....	9
1.2.1. Frezede etken elemana gelen kuvvetler .....	9
1.2.2. Frezenin kinematiği .....	10
1.2.3. Freze üzerine etkiyen kuvvetler .....	14
1.3. Freze Mili ve Bıçaklar .....	16
1.4. Frezelerde Hareket iletim Düzeni .....	21
1.5. Döner Toprak İşleyicilerinin Hareket Mekanizması .....	23
1.6. Döner Toprak İşleyicilerinin Koruyucu Muhafazaları .....	27
1.7. Toprak Frezelerinde Çatı .....	32
1.8. Çalışmanın Amacı .....	32

	Sayfa
	-----
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	33
3. MATERYAL VE METOT .....	43
3.1. Materyal .....	43
3.2. Metot .....	44
3.2.1. Hesaplamalar.....	45
4. SONUÇLAR .....	54
4.1. Bıçaklar ve Bıçak Mili .....	54
4.2. Zincir Dişli Muhafazası .....	55
4.3. Hareket İletim Sistemi .....	55
4.4. Çatı .....	56
4.5. Dümenleme .....	57
4.6. Kavrama (Gerdirme Kasnağı) .....	58
4.7. Derinlik Ayar Laması .....	58
4.8. Ön (Taşıma) Tekerlek .....	59
4.9. Motorlu Çapanın Prototipi .....	59
5. TARTIŞMA .....	62
KAYNAKLAR .....	63
EKLER .....	65
EK - 1 MOTORLU ÇAPANIN GENEL GÖRÜNÜŞÜ VE ÖLÇÜLERİ ...	65
EK - 2 MOTORLU ÇAPANIN GENEL GÖRÜNÜŞÜ VE ÖLÇÜLERİ ...	66
EK - 3 BIÇAK GRUBU MİLİ .....	67
EK - 4 ZİNCİR DİŞLİSİ MİLİNİN YATAKLANDIRILMASI .....	68
EK - 5 BIÇAKLARA HAREKET VEREN MİL KOVAN GRUPLARI ...	69

EK - 6 BIÇAK MİLİ ARA KOVANI VE BIÇAK GRUPLARI .....	
TOPLAMA MİLİ .....	70
EK - 7 BIÇAKLARIN MİLE MONTAJI VE BIÇAK ÖLÇÜLERİ .....	71
EK - 8 ZİNCİR DİŞLİ MUHAFAZASI VE HAREKET İLETİM .....	
SİSTEMİ .....	72
EK - 9 ÇATI .....	73
EK -10 DÜMENLEME DÜZENİ .....	74
ÖZGEÇMİŞ .....	75





## BİRİMLER VE SİMGELER DİZİNİ

- A : Kasnak eksenleri arasındaki mesafe (mm)
- AE : Çapa bıçakları arasındaki toprağa giriş açısı farkı  
o  
( )
- A<sub>d</sub> : Dinamik iş (kpm/dm<sup>3</sup>)
- A<sub>s</sub> : Statik iş (kpm/dm<sup>3</sup>)
- D : Frezenin çapı (m)
- D<sub>1</sub> : Redüksiyon kutusu kasnak çapı (mm)
- E<sub>k</sub> :  $3 \cdot F_e$  (kp)
- F<sub>d</sub> : Dinamik kuvvet (kp)
- F<sub>e</sub> : Effektif kuvvet (kp)
- F<sub>s</sub> : Statik kuvvet (kp)
- F<sub>t</sub> :  $F_u \cdot c_t$  (kp)
- F<sub>u</sub> : Freze bıçakları çevre kuvveti (kp)
- G : Bıçaklar tarafından kesilen toprak kütlesi (kg)
- L : Ortalama kayış uzunluğu (mm)
- M<sub>v</sub> : Çapa mili için eşdeğer moment (kpcm)
- N : Frezeyi tahrik etmek için gerekli güç (BG)
- N<sub>o</sub> : Kayış-kasnak düzeninde itibari güç (BG)
- N<sub>1</sub> : Kayış-kasnak düzeninde iletilebilecek gerçek güç (BG)
- P : Çapa mili rulmanına gelen toplam yük (kg)

- $P_a$  : Freze elemanına etkiyen atalet kuvveti (kp)  
 $P_A$  : Çapa mili rulmanına gelen aksiyal yük (kg)  
 $P_k$  : Freze elemanına etkiyen kesme kuvveti (kp)  
 $P_R$  : Çapa mili rulmanına gelen radyal yük (kg)  
 $R$  : Toprakten frezeye gelen bileşke kuvvet (kp)  
 $R_d$  : Toprakten frezeye gelen toprak tepkisinin düşey bileşeni (kp)  
 $R_y$  : Toprakten çapaya gelen toprak tepkisinin yatay bileşeni (kp)  
 $S$  : Freze elemanının kesme kalınlığı (dm)  
 $V$  : Kayış çevre hızı (m/s)  
 $V_F$  : Çapa makinasının ilerleme hızı (m/s)  
 $V_t$  : Freze tamburunun öteleme hızı (m/s)  
 $V_u$  : Freze bıçağı ucunun çevre hızı (m/s)  
 $Y$  : Toprağın özgül ağırlığı ( $\text{kg/dm}^3$ )  
 $Z$  : Dişli kutusu çevrim oranı  
 $a$  : Çapa adımı (m)  
 $a_u$  : Dinamik direnç katsayısı ( $\text{kps/m}^2$ )  
 $b$  : Çapa makinasının iş genişliği (dm)  
 $\Delta b$  : Ekili bitki sıraları genişliğinin yarısı (cm)  
 $c$  : Rulman hesabında yük taşıma katsayısı (kg)  
 $c_o$  : Katsayı  
 $c_1, c_2, c_3$  : Kayış-kasnak hesabı için katsayı  
 $1 \quad 2 \quad 3$

- c<sub>4</sub> : Muhafaza alt kenar yüksekliği (cm)
- c<sub>t</sub> : Zorlanma katsayısı
- c<sub>u</sub> : Aşırı yük katsayısı
- d : Motorlu çapa mili çapı (cm)
- d<sub>1</sub> : Motor kasnak çapı (cm)
- e : Çapa makinasının iş derinliği (dm)
- e<sub>1</sub> : Bitki koruma bölgesinin genişliği (cm)
- f : Freze bıçağı yakınlarındaki toprak ivmesi (m/s<sup>2</sup>)
- f<sub>L</sub> : Rulman hesabında ömür faktörü
- f<sub>n</sub> : Rulman hesabında devir sayısı faktörü
- f<sub>t</sub> : Sıcaklığa bağlı katsayı
- i : Motorlu çapanın işleyici grup sayısı (adet)
- k : Motorlu çapanın özgül kesme kuvveti (kp/dm<sup>2</sup>)
- k<sub>o</sub> : Katsayı
- l : Bir çapa ayağının kestiği toprak dilimi uzunluğu (dm)
- n : Freze tamburunun (çapa milinin) devir sayısı (min<sup>-1</sup>)
- n<sub>1</sub> : Motor çalışma devri (min-1)
- n<sub>e</sub> : Çapa bıçaklarında aynı anda çalışan grup elamanı sayısı oranı
- r<sub>t</sub> : Freze tamburunun yarıçapı (cm)
- t : Freze tamburunun φ açısı kadar dönmesi için geçen zaman (s)
- u : Freze mil çapı hesabı için gerekli katsayı

$v$  : Freze bıçaklarının bağlandığı tamburun öteleme hızı  
(m/s)

$w_t$  : Freze bıçaklarının bağlandığı tamburun açısal hızı  
(rad/s)

$x, y$ : Çapa mili rulman hesabı için katsayılar

$z$  : Çapa milinin bir grubundaki ayak sayısı (adet)

$z_o$  : Aynı anda toprak işleyen bıçak sayısı (adet)

$\alpha$  : Çapa bıçağının toprağa ilk dokunduğu noktanın belirttiği yarıçap ile çapanın düşey simetri eksenini arasında kalan açı (°)

$\sin \alpha = \cos \beta / 2$  Kayış-kasnak hesabı için gerekli açı (°)

$\beta$  : Kasnak sarma açısı (°)

$\delta_o$  : Toprağın eğim açısı (°)

$\psi$  : Bir freze bıçağının işlenmemiş toprağa ilk temas ettiği nokta ile son temas ettiği nokta arasındaki açı, temas açısı (°)

$\sigma_b$  : Eğilme gerilmesi ( $\text{kp/cm}^2$ )

$\tau_t$  : Burulma gerilmesi ( $\text{kp/cm}^2$ )

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

	-----
Şekil 1. 1. Motorlu çapanın iş genişliğinin .....	
değiştirilmesi .....	7
Şekil 1. 2. Frezenin toprağı işlemesi .....	8
Şekil 1. 3. Freze elemanına etkiyen kuvvetler .....	9
Şekil 1. 4. Freze bıçağı ucunun mutlak hareketi .....	10
Şekil 1. 5. Freze bıçağı ucunun yörüngesi .....	11
Şekil 1. 6. Sabit freze bıçakları .....	17
Şekil 1. 7. Yaylı freze bıçakları .....	19
Şekil 1. 8. Çeşitli freze bıçakları .....	19
Şekil 1. 9. Freze bıçağının çalışma durumu .....	21
Şekil 1.10. Frezelerde hareketlendirme sistemleri ...	22
Şekil 1.11. Kesme ünitesine hareketin krank mili ....	
ile iletilmesi .....	24
Şekil 1.12. Kesme ünitesine hareketin sonsuz dişli ..	
ile iletilmesi .....	25
Şekil 1.13. Kesme ünitesine hareketin paralel .....	
diskli zincirle iletilmesi .....	27
Şekil 1.14. Koruyucu kenar kapağının şematik .....	
görünüşü .....	28
Şekil 1.15. Kesiçi ünite koruyucusunun uygun pozisyonda	
yerleştirilişinin şematik görünüşü .....	30
Şekil 2. 1. Küçük döner toprak işleyici .....	35
Şekil 2. 2. Küçük döner toprak işleyici .....	37

Şekil 2. 3. Elektrik hareketli küçük döner toprak ... işleyici .....	38
Şekil 3. 1. Bıçak ölçüleri .....	50
Şekil 4. 1. Motorlu çapanın genel görünüşü .....	59
Şekil 4. 2. Motorlu çapanın genel görünüşü .....	60
Şekil 4. 3. Motorlu çapanın toprağı işlemeşi .....	61



**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Sayfa  
-----

Çizelge 1. 1. Çeşitli ülkelerdeki küçük ve büyük .... traktörlerin sayısı .....	2
Çizelge 1. 2. Sıra arası toprak işleyicileri ile .... yapılan karşılaştırmalı test sonuçları.	30



## 1. GİRİŞ

Tarımda makinalaşma ya da mekanizasyon geniş anlamıyla, tarımsal etkinliklerde yeni ve ileri üretim teknolojilerinin uygulanabilmesi için gerekli bütün araçları, yöntemleri ve hizmetleri kapsar. Tarımda makinalaşmada traktörün özel bir yeri vardır. Traktör; toprak işleme, tohum yatağı hazırlama, ekme, gübreleme, biçme, harman makinasını çalıştırma, taşıma gibi çeşitli tarım işlerinde kullanılabilen bir kuvvet makinasıdır. Tarım traktörleri çeşitli özellikleriyle sınıflandırılır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) tarafından yapılan bir sınıflamaya göre, traktörler iki gruba ayrılır. Birinci grupta; başta tahıl tarımı olmak üzere normal ve büyük tarlalarda çalışan dört tekerlekli tarla traktörleri, ikinci grupta; küçük tarım işletmelerinde ve bahçelerde çalışan küçük güçlü ve genellikle iki tekerlekli bahçe traktörleri yer alır. Bahçe traktörleri; bağlarda, sebze ve meyve bahçelerinde kullanılmak üzere geliştirilen genellikle küçük güçlü bir veya iki akslı traktörlerdir.

Bir akslı küçük bahçe traktörleri iş kapasiteleri düşük ancak hareket yetenekleri fazla olan traktörlerdir. Bunlar; dar çizi aralarına girebilirler; toprağı toprak frezesi ile işlerler; ayrıca sulama, hasat, taşıma, ilaçlama gibi işlerde başarıyla kullanılırlar. Çok küçük ve parçalanmış çiftliklerde, bağ, sebze ve bazı meyve bahçelerinde dört tekerlekli traktörlerin çalışması için



yeterli yer yoksa bir akslı bahçe traktörü hemen hemen tek seçenek olur (Kurtay 1981).

Türkiye'de bir akslı traktörlere karşı ilgi giderek artmaktadır. Bu konuda ülkemizin tarımsal şartlarına uygun traktör ve ekipmanını bulmakta da önemli güçlükler vardır.

Genellikle uygulamada bir akslı traktörün klasik tip tarım traktörüne rakip değil, bilakis ona yardımcı olması fikri öngörülmüştür (Kadayıfçılar 1973).

Bazı ülkelerdeki küçük ve büyük traktörlerin sayısı Çizelge 1.1 de verilmiştir. Motor gücü 8 BG'den fazla olan traktörler büyük traktör olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 1.1. Çeşitli ülkelerdeki küçük ve büyük traktörlerin sayısı (Sencer 1983)

Ülke	Küçük traktör (adet)	Büyük traktör (adet)	Oran %
A.B.D	420.000	4.770.000	8,1
İngiltere	541.101	433.870	55,4
Fransa	104.200	626.500	14,2
Batı Almanya	50.000	778.003	6,0
Japonya	514.000	650	99,8
İtalya	14.363	225.224	5,9
İsveç	600.200	150.100	79,9
İsviçre	59.600	41.172	59,1

Çizelgeden de anlaşıldığı gibi adı geçen ülkelerde küçük traktörler toplam traktör sayısının büyük bir kısmını oluşturmaktadır; fakat elde edilen verilere dayanarak

Türkiye'de küçük traktör sayısı toplam traktör sayısının yalnızca % 1,3 ü kadardır. Küçük traktör sayısının bu kadar düşük olmasının nedenleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1- Çiftçilerin çoğunun küçük bir traktöre ihtiyaçları olmasına rağmen, eğer fiyat belirli bir sınırın altında değilse satın alacak ekonomik kaynakları yoktur.

2- Büyük çiftçiler mevcut (ellerindeki) traktörlere ilaveten küçük bir traktör satın almayı düşünmezler.

3- Türkiye'de üretimleri sınırlıdır.

4- Bu konuda ekonomik bir analiz yapılmamıştır (Sencer 1983).

Uygulamada bir akslı traktörün kullanılmasını gerekli kılan bazı koşullar aşağıda belirtilmiştir:

1- Çiçek ve sebze yetiştiren küçük işletmelerde,

2- Klasik traktörün geçemeyeceği kadar sıra araları dar olan bağ ve bahçelerde,

3- Çok meyilli şartları olan küçük işletmelerde,

4- Alt dalları alçak olan meyve ağaçlarına sahip bahçelerde,

5- Pirinç tarımında, spor tesislerinde, seralarda,

6- Küçük işletmelerde.

Bir akslı traktör dar sıra aralarına kolaylıkla girebilir ve çitlere en uygun şekilde yanaşabilir. Diğer taraftan klasik tip bir traktör tekerleğinin maksimum genişliği, bitki sıra araları genişliğinden daha fazla olmamalıdır. Bir akslı traktörün pratik çalışmalardaki en önemli sakıncası sürücünün oturma imkanının olmamasıdır.

Özellikle sebzeçilik ve bağ- bahçe yetiştirme

alanlarında bir akslı traktörler çok verimli olmuş ve her işi yapabilen bir mekanik araç durumuna getirilmişlerdir. Bu konudaki başarının mükemmelliği, bu makinelerin işletmeye uygunluk ve işletme ihtiyacına cevap verebilmedeki tesirlilik derecelerine bağlı olmaktadır. Bu uygulamada başlıca; zaman tasarrufu, kaliteli iş yapımı, uygun ve tatminkar maliyet öngörülmektedir. Hiç şüphesiz bir işletmede insan işinin azalması için mekanizasyon ve motorizasyon uygulamasının gelişmesi ve genişletilmesi mutlaka gerekmektedir.

### 1.1. Motorlu Freze ve Çapalar

Motorlu freze ya da çapa, bir akslı traktörün aks ve tekerleklerinin çıkarılarak işleyici ayaklarının takılmasıyla elde edilen toprak işleme makinası olarak tanımlanabilir. Bu makinalarda ilerleme, işlenmiş toprağa aletin temasından doğan tepki kuvveti ile sağlanmaktadır. Ters işlem yapılarak, makinaya bir dingil ilave edilirse ve tekerlekler takılırsa tek akslı traktör durumuna gelmektedir. Ancak motorlu freze ya da çapa durumunda iken makinanın iş yerine taşınması bazen güçlük doğurmaktadır. Bu sakıncayı önlemek amacıyla bazı imalatçılar sadece yer değiştirme durumu için aşağıdaki tedbirleri almaktadırlar;

a) Freze; bir muharrik dingil, bir veya iki adet tekerlek ile değiştirilmektedir.

b) El arabası durumuna getiren bir tekerlek ilave edilmektedir (Kadayıfçılar 1973).

Motorlu çapalar, motorlu frezelerin özel bir

uygulaması olduğu için, frezeler hakkında verilen genel bilgiler çapalar için de geçerlidir. Motorlu çapaları frezelerden ayıran en önemli özellik devir sayılarınının daha düşük olması ve sıra arasına uygun genişlikte düzenlenmeleridir.

Tahrik edilen toprak işleme aletleri içerisinde en yaygın olanı toprak frezeleridir. Önceleri özellikle bahçe tarımı için düşünölen toprak frezelerinden tarla tarımında da çokça yararlanılmaktadır. Pulluk-költüvatör-tırmık kombinezonu ile tarlanın işlenmesi, birim yüzeye büyük güçlerin sokulmasını gerektirir. Özellikle tavı geçmiş ağır toprakların, kulaklı ve diskli pulluklarla iyi bir şekilde işlenmesi mümkün olmaz. Bu gibi hallerde toprak frezesi yararlı olarak kullanılabilir.

Freze, toprağı fazla ufaladığı için, bir kaç yıl sonunda toprağın furda yapısının bozulacağı savunulur. Fakat genellikle kumlu veya fazla humus kapsayan topraklar frezenin ufalama etkisinden rahatsız olmazlar.

Ayrıklı tarlalarda, freze ile işlem yapılması, ayrığın çoğalmasına yol açtığından tavsiye edilmez. Ancak her çeşit kökün ayrık otu gibi çoğalma yeteneğı olmadığı için, yabancı ot köklerinin freze ile ufak parçalara bölünmesi bir sakınca yaratmaz.

Frezenin çalışma özelliğı nedeniyle, tarlada, pullukla işlemede olduğı gibi bir taban teşekköl etmez. Bu nedenle tarlanın alt tabakaları ile işlenen üst tabakaları daima irtibatlı kalır.

Yukarıda verilen genel foksiyonel bilgilerden sonra

şimdi de detaylı bilgileri ileride vermek üzere, özetle konstrüktif bir takım temel bilgileri vermenin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Motorlu freze ve çapayı karakterize eden özellikler şunlardır:

A- işleyici organlar motor tarafından tahrik edilirler.

B- işleyici ayaklar silindirik bir örtü altında muntazam olarak dağıtılmıştır.

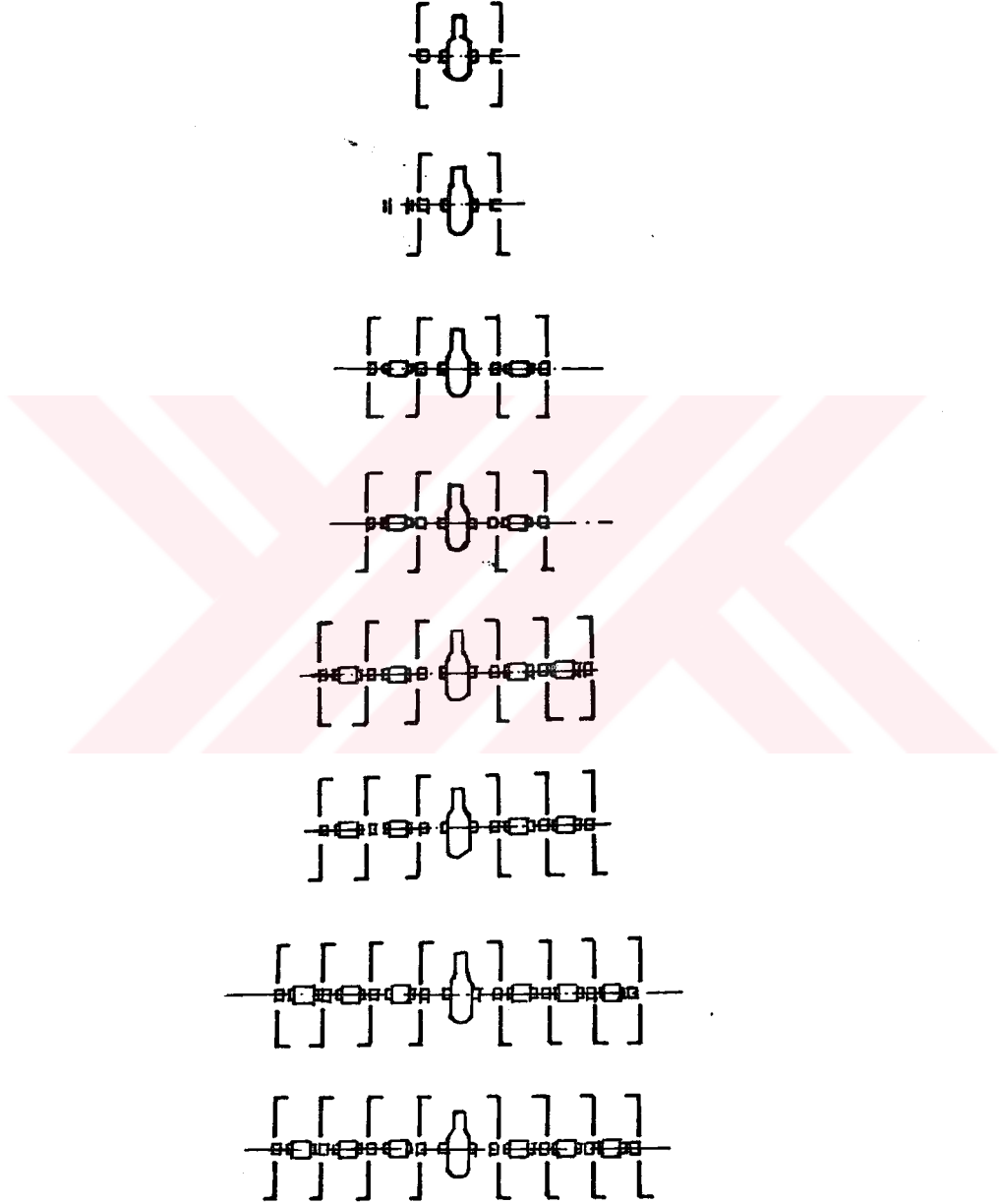
C- Her ayak, topraktan parçalar kopararak fırlatır.

D- işleyici ayakları taşıyan mil ilerleme doğrultusuna dik, toprak üst yüzeyine paralel olarak durur.

Frezenin işleyici ayakları, toprak yüzeyine paralel olarak duran bir mile, sabit ya da yaylı olarak bağlanırlar ve bu milin çevresinde 150 ....250 min<sup>-1</sup> dönü sayısı ile dönerler. işleyici ayakların keskin kenarları tarafından kesilen toprak parçaları, üzerine etkiyen kuvvetlerden dolayı parçalanır ve fırlatılır. Bu sırada sac örtü ve zemine çarpan toprak parçaları daha ufak kısımlara bölünürler.

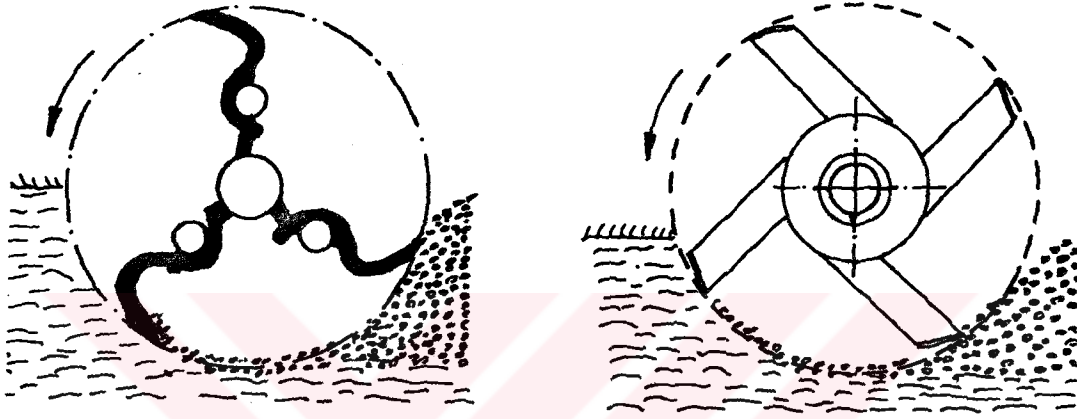
İşleyici ayakların toprağa dalma sırasında çevre hızı ile ilerleme hızı ters yönde ise bunlara " ters yönlü freze" denir. Uygulamada bu tip frezeler kullanılmaktadır. Frezelerde işleyici ayaklar, ilerleme doğrultusuna dik ve yatay bir mil üzerine yerleştirilir. Çalışma sırasında tahrik kaynağının mile darbeli yüklenmesini önlemek için ayakların toprağa girmesi eşit aralıklarla olmalıdır. Bu amaçla işleyici ayaklar, ekseni tahrik mili olan bir helis

üzerine eşit aralıklarla yerleştirilir. Böylece etken elemanlar, çok ağızlı bir vida yüzeyi oluştururlar. Motorlu çapaların iş genişlikleri sıra arasına uyum sağlamak için, değiştirilebilir özellikte olmalıdır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Motorlu çapanın iş genişliğinin değiştirilmesi  
(Murat 1966)

Motorlu çapa mili üzerinde, işleyici ayak grubu bir ayaktan oluşuyorsa, ayağın keseceği toprağın yatay uzunluğu  $360^\circ$  için elde edilecek uzunluğa eşit olacaktır. Ayak sayısı artıkça bir ayak tarafından kesilen toprak dilimi uzunluğu kısa olur (Şekil 1.2).



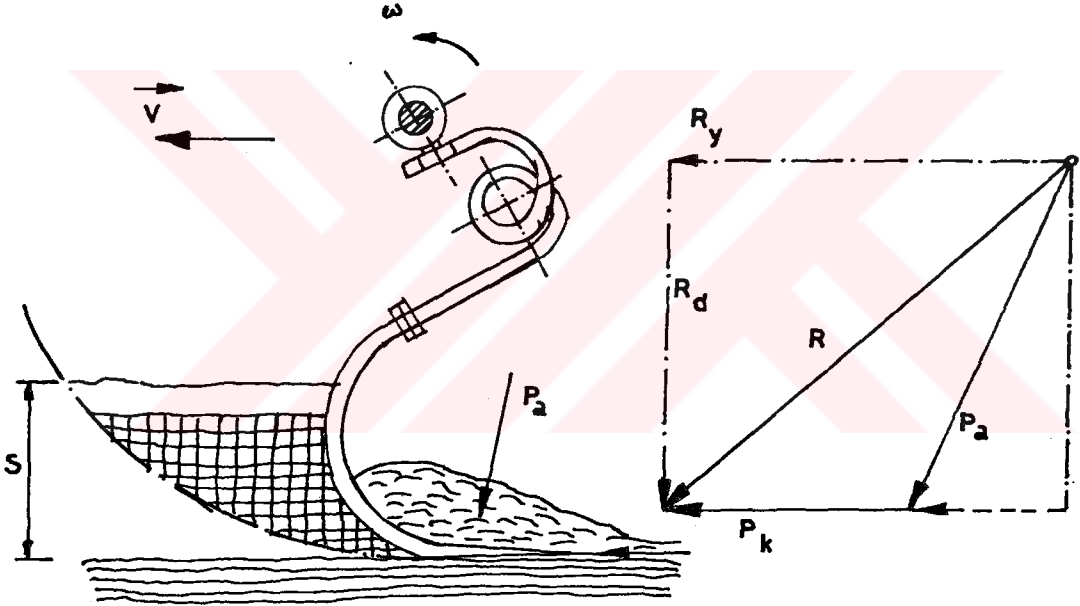
Şekil 1.2. Frezenin toprağı işlemesi (Schilling 1962)

Frezenin etken elemanlarının devir sayısına ve milin işleme doğrultusundaki öteleme hızına bağlı olarak toprağın ufalanma derecesi değişir. Küçük öteleme hızı ve büyük devir sayısı toprağın küçük zerreler halinde işlenmesini sağlar. Yatay milli frezelerde, toprağın ufalanması düşey yön düzlemleri içerisinde olur. Freze etken elemanlarının düşey bir mil etrafında dönmesi ise, ufalanma işlemlerinin yatay yön düzlemleri içerisinde oluşmasını sağlar. Bu çalışma durumunda, her tabaka, işlenmeden evvel veya işlenmeden sonra kendi seviyesini muhafaza eder. Bu özellik, topraktaki bakteri faaliyetinin rahatsız edilmeden, hatta kabartma nedeniyle daha fazla yoğunlaştırılmış olarak sürdürülmesini sağlar.

## 1.2. Freze Etkiyen Kuvvetler

### 1.2.1. Frezede etken elemana gelen kuvvetler

Toprak içerisinde çalışan freze elemanına etkiyen kuvvetler Şekil 1.3'de şematik olarak gösterilmiştir. Bu kuvvetler, kesme kuvveti  $P_k$  ve atalet kuvveti  $P_a$  dır. Kesme kuvveti daima teğetsel doğrultuda, atalet kuvveti ise yarıçap doğrultusunda etkir. Bu iki kuvvetin bileşkesi  $R$  ile gösterilsin. Buna göre  $R$  topraktan frezeze gelen bileşke kuvvetidir.



Şekil 1.3. Freze elemanına etkiyen kuvvetler

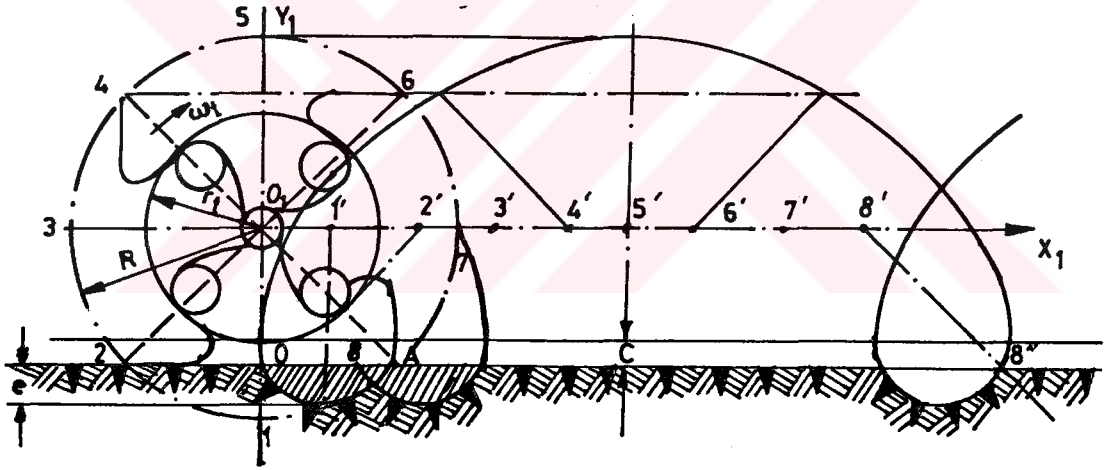
(Schilling 1962)

$R$  bileşke kuvveti, birisi yön doğrultusunda, diğeri düşey doğrultuda iki bileşene ayrılabilir. Yatay toprak tepkisi  $R$  frezeyi öne doğru itmeye çalışır. Bu nedenle frezede, frezeyi yürütmek için bir tekerlek veya zincir düzenine ihtiyaç yoktur. Toprak tepkisinin düşey bileşeni  $R$  freze elemanını aşağı doğru batırmaya; yani freze mili



### 1.2.2. Frezenin kinematiği

Çalışma sırasında freze tamburu, yani bıçakların tespit edildiği taşıyıcı gövde iki çeşit düzgün hareket yapar. Bunlardan birisi frezeyi çeken yada iten kaynağın ilerleme hızına eşit bir hızla yapılan öteleme hareketi, diğeri ise simetri eksenini etrafında dönme hareketidir. Bu iki hareketin bileşkesi, freze bıçağının mutlak hareketini belirler. Bu hareket sırasında freze bıçaklarından birisinin en dış noktasının yörüngesi Şekil 1.4'de gösterilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere bu bir sikloiddir.



Şekil 1.4. Freze bıçağı ucunun mutlak hareketi  
(Schilling 1962)

A noktası tambura bağlı bir  $O x y$  eksen takımına göre dairesel bir hareket yapar. Bu harekette açısal hız  $\omega$  dir.

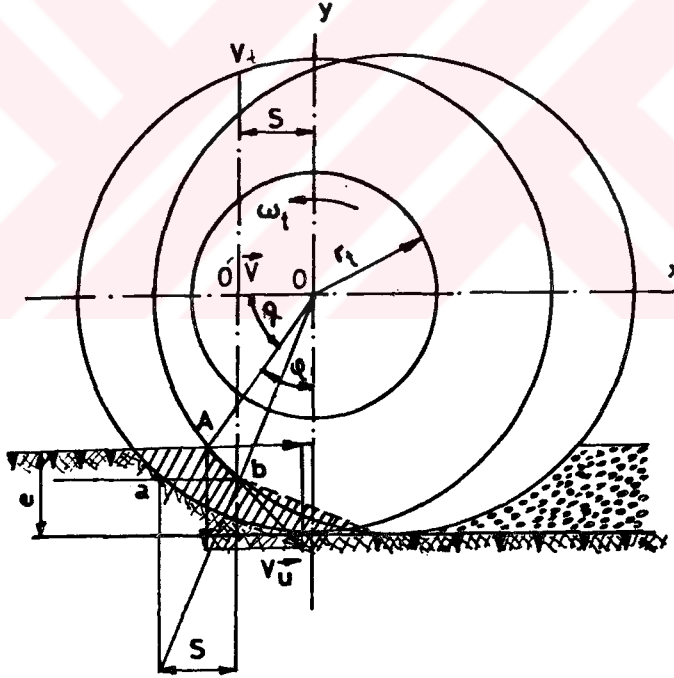
Diğer taraftan  $O x y$  eksen takımının bulunduğu tambur, kendisinin bağlı bulunduğu traktör tarafından sabit  $Oxy$  eksen takımına göre bir öteleme

yapmaya zorlanmaktadır.

Bu öteleme hareketi x eksenine doğrudur. Hareketin hızı, traktörün  $v$  hızına eşittir. Kaymasız bir yuvarlanma halinde frezenin x eksenine doğrudaki hızı;

$$V_t = w_t \cdot r_t \text{ ye eşittir.}$$

$r_t$  ne kadar küçük olursa sikloidin halkası o kadar dar olur ve freze bıçağı ucunun yörüngesi daireye yakın olur.  $r_t$ 'nin veya freze tamburunun yuvarlanma hızının sıfır olduğu hallerde bu yörüngeler birer daire olur (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Freze bıçağı ucunun yörüngesi (Schilling 1962)

Normal bir çalışma halinde, freze bıçağının, toprağı keserek parçalayabilmesi istenir. Freze tamburunun ilerleme hızı nedeniyle bıçağın yuvarlanma yapması veya

sırtı ile toprağı sıkıştırması arzu edilmez. Bu isteklerin sağlanabilmesi için, freze bıçağı ucunun yatay hızı, freze tamburunun öteleme hızından büyük olmalıdır. Diğer bir ifade ile;

$V \cdot \sin \varphi > v$   
u  
olmalıdır. Burada;

$V$  : Freze bıçağı ucunun çevre hızı (m/s)  
u

$v$  : Freze bıçağının bağlandığı tamburun öteleme hızı (m/s)

$\varphi$  : Freze bıçağının toprağı temas açısıdır (°)

Tambur, komşu iki bıçak arasındaki açı kadar döndüğü zaman, freze belirli bir yol kateder. Bu yola frezenin adımı denir. Bunu "a" ile gösterelim;

$a = t \cdot v$  'dir.

Burada  $t$ , freze tamburunun komşu iki bıçak arasındaki açı kadar dönmesi sırasında geçen zamandır.  $v$ , frezenin öteleme hızıdır.

Freze milinin eksenine dik tambur kesitinin çevresi üzerinde  $z$  adet freze bıçağı mevcut ve freze tamburunun devir sayısı da  $n$  ise;

$$t = \frac{60}{n \cdot z}$$

olacaktır.

Frezenin adımı ise;

$$a = \frac{60 \cdot v}{n \cdot z}$$

olarak bulunur.

Freze için önemli olan diğer iki büyüklük, temas açısı  $\varphi$  ve kesme kalınlığı  $S$ 'dir. Kesme kalınlığı takım tezgahlarında kullanılan talaş kalınlığının aynıdır.

Temas açısı, bir freze bıçağının işlenmemiş toprağa ilk temas ettiği nokta ile son temas ettiği nokta tarafından belirtilir. Freze bıçağının çizdiği daire üzerinde bu iki nokta arasında kalan açı, frezenin temas açısı adını alır. Bu açı;

$$\cos \varphi = 1 - \frac{t}{R}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Temas açısı  $\varphi$  ve çevre üzerindeki bıçak sayısı  $z$  verildiği zaman, aynı anda toprak işleyen bıçak sayısı  $z_0$  ise;

$$\frac{z_0}{z} = \frac{\varphi}{360}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Kesme kalınlığına gelince; bir freze bıçağının henüz işlenmemiş topraktan kestiği toprak şeridinin kalınlığı, çalışma bölgesi olan  $\varphi$  temas açısı boyunca değişir; ayrıca, bıçağın çığ toprağa ilk dokunduğu noktanın belirttiği yarıçap ile frezenin düşey simetri ekseni arasında kalan  $\alpha$  açısına da bağlıdır.

Kesme kalınlığı  $S$ 'nin en büyük değeri için;

$$S_{\max} = S \cdot \sin \varphi$$

bulunur.

### 1.2.3. Freze üzerine etkiyen kuvvetler

Yaylı bir freze bıçağına etkiyen kuvvetler Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu kuvvetler kesme, ivme ve ağırlık kuvvetleridir. Genellikle ağırlık kuvvetlerini, diğerleri yanında ihmal etmek mümkündür. Kesme kuvveti  $P_k$ , toprağın kesilmesi sırasında topraktan gelen tepkidir; ve frezeyi hareket yönünde itmeye çalışır. ivme veya atalet kuvveti  $P_a$ , toprağın freze bıçakları vasıtasıyla savrulmasının bir sonucudur. Atalet kuvveti, freze mili üzerindeki yükü hafifletir.

Aynı anda toprak içerisinde bulunan freze bıçağı sayısı  $z$  ise, toplam kesme kuvveti:

$$P_k = z \cdot k \cdot l \cdot b$$

olacaktır.

Burada;

$k$  : Özgül kesme kuvveti ( $\text{kp/dm}^2$ )

$l$  : Kesme uzunluğu (dm)

$b$  : Kesme genişliği (dm) 'dir.

Özgül kesme kuvveti için ortalama olarak  $k = 2,5 \dots 3,5 \text{ kp/dm}^2$  alınabilir.

Kesme uzunluğu  $l$ , bıçağın toprağı kesmeye başladığı  $\varphi = 0$  açısından  $\varphi + \alpha = \pi / 2$  açısına kadar olan sikloidin boyudur. Kesme genişliği ise, freze bıçağının kesme genişliği ile verilmiştir.

ivme kuvvetine gelince, bunun hesaplanması için aynı anda kesilen toprak kütlesinin ve ivmenin bilinmesi gerekir.

Toprak kütlesi yaklaşık olarak;

$$G = z \cdot l \cdot S_{\max} \cdot b \cdot Y$$

bağıntısıyla bulunabilir. Burada;

$S_{\max}$  : En büyük kesme kalınlığı (dm)

$Y$  : Toprağın özgül ağırlığı ( $\text{kg/dm}^3$ ) dır.

Freze bıçağı yakınlarındaki toprak ivmesi  $f$  için;

$$f = \frac{V}{2 \cdot t \cdot u}$$

alınabilir. Bu denklemde  $t$ , freze bıçağının toprak içerisinde  $\psi$  açısı kadar dönmesi için geçen zaman olup, değeri;

$$t = \frac{\psi}{6 \cdot n}$$

bağıntısı ile verilebilir.  $\psi$  temas açısı derece cinsinden ve tambur devir sayısı  $n$ 'de devir/dakika cinsinden ölçülen değerlerdir.

Pratik hesaplamalar için, kesme ve ivme kuvvetlerinin aynı doğrultuda etki ettiği kabul edilirse, frezeyi tahrik etmek için gerekli güç BG olarak;

$$N = \frac{P_a + P_k}{75} \cdot \frac{V}{u}$$

denklemden bulunabilir. Burada  $V$ , freze bıçağının çevre hızıdır.

### 1.3. Freze Mili ve Bıçaklar

Motorlu çapalarda işlevi yapan, diğer bir deyişle toprak işlemeyi gerçekleştiren çapa mili üzerine bağlanmış olan bıçaklardır. İletim düzeni ile alınan hareket ilerleme yönüne dik ve toprak yüzeyine paralel duran çapa miline ulaşmaktadır. Çapa miline bıçakların bağlanmasını sağlayan plakalar, boru üzerine eşit aralıklarla kaynakla bağlanmaktadır. Bazı çok amaçlı frezelerde, mil altı köşe ya da kare kesitli yapılarak plakalar arası uzaklık değiştirilebilmektedir. Farklı uzunluktaki ara bilezikler plakalar arasına yerleştirilerek, bitki sıra arası uzaklığına ya da şerit genişliğine göre bıçaklar arası uzaklık kolaylıkla ayarlanabilmektedir.

Freze bıçağı, toprak frezesinin yatay mili üzerine flançlar yardımı ile sabit ya da yaylı olarak bağlanan elemanıdır.

Freze bıçakları;

1- Sabit (Şekil 1.6),

2- Yaylı,

olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Sabit freze bıçakları yapılış biçimlerine göre;

1- a) Dik açılı,

b) Çapa,

c) Düz,

olmak üzere üç tipe ayrılır.

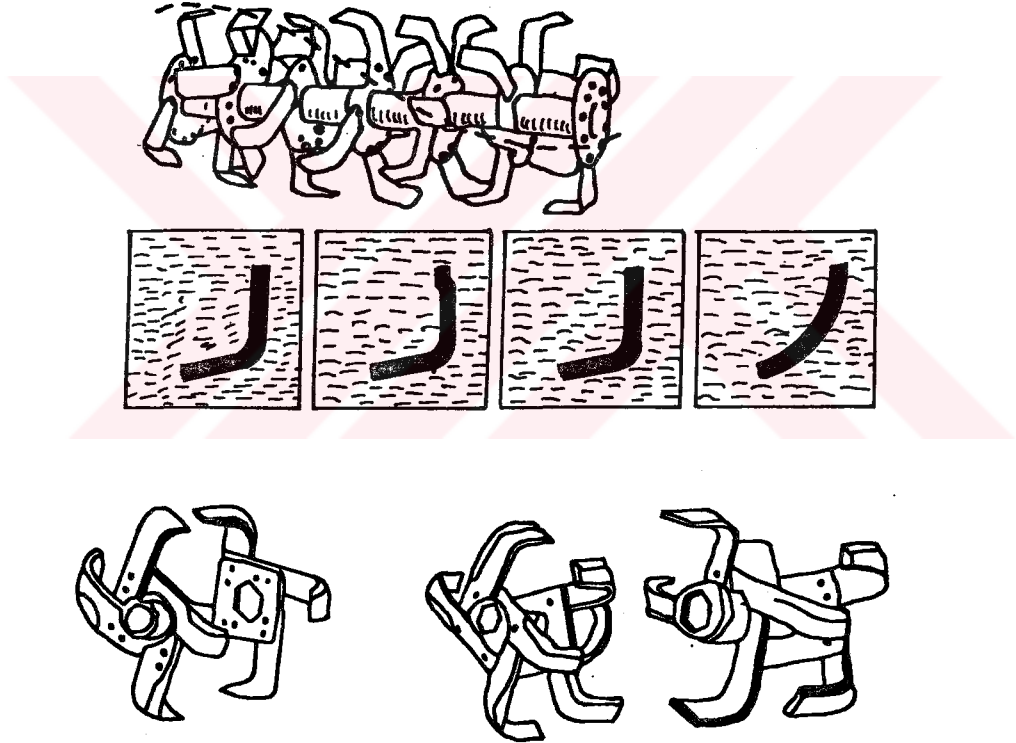
Yaylı freze bıçakları yapılış biçimlerine göre;

2- a) Dik açılı,

b) Kavisli,

c) Düz,

olmak üzere üç tipe ayrılır.



Şekil 1.6. Sabit freze bıçakları (Gökçebay 1986)

Plakalar üzerine sayısı üç ile sekiz arasında değişen bıçaklar genellikle emniyet somunlu iki adet civata ile bağlanmaktadır. Geliştirilmiş frezelerde toprak koşullarına göre değişken sayıda ayağın takılmasına uygun



deliklere sahip plakalar kullanılmaktadır. Bu plakalar yardımıyla freze mili üzerindeki bıçak sayıları değiştirilerek, devir sayısı yanısıra toprak dilimleri büyüklüğü, sonuç olarak toprağın parçalanma derecesi değiştirilebilmektedir. Plakalara bağlanan bıçaklar, freze mili boyunca çok ağızlı sarmal bir diziliş göstermektedirler.

Freze mili boyunca çok ağızlı sarmal dizilişin yararları şunlardır.

Her bıçak eşit açı farklarıyla toprağa girer, diğer bir deyişle bıçakların toprağa girişlerindeki zaman aralıkları birbirine eşit olmaktadır. Böylece frezenin darbeleri çalışması önlenmektedir.

Yanyana olan plakalar üzerindeki bıçakların toprağa giriş açıları arasındaki fark en küçük değere ulaşmaktadır. Bu durum; yanyana iki bıçak birlikte bir toprak dilimi oluşturduğundan, frezenin tıkanma olasılığını azaltmaktadır.

Bıçakların girişleri arasındaki açı büyüdükçe, aynı anda toprağa birden fazla bıçak girecek ve bu durum en büyük momentin artmasına neden olacaktır.

Bıçakların toprağa giriş açısı farkları küçüldükçe, bıçak sayıları aynı kalmasına karşın freze miline etki eden en büyük moment ortalama momente yaklaşmaktadır. Giriş açıları arasındaki farkın en küçük değerine, freze mili üzerine plakaların bağlanması sırasında ulaşılır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$AE = \frac{360}{i \cdot z}$$

Burada;

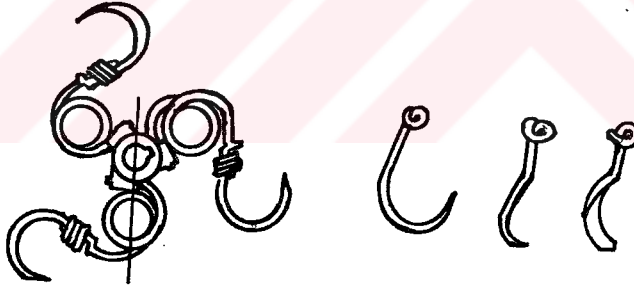
AE : Bıçaklar arasındaki toprağa giriş açısı farkı (°)

i : Mil üzerindeki plaka sayısı (adet)

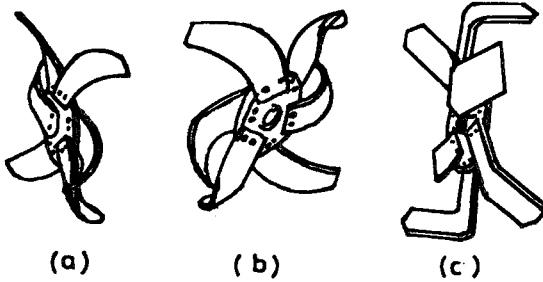
z : Bir plaka üzerindeki bıçak sayısını (adet)

göstermektedir.

Yaylı bıçaklar, freze miline lüle şeklinde bükülmüş özel bir yapıyla bağlanmışlardır. Özellikle bahçe tarımında kullanılan bu bıçak tipleri, yaylar nedeniyle iyi bir titreşim yaparak yabancı bitki köklerini toprak yüzeyine kolaylıkla çıkartabilmektedir. Bu özelliği parçalama etkisinin istenilmeyen oranda yükselmesine neden olmaktadır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Yaylı freze bıçakları (Gökçebay 1986)



Şekil 1.8. Çeşitli freze bıçakları (Gökçebay 1986)

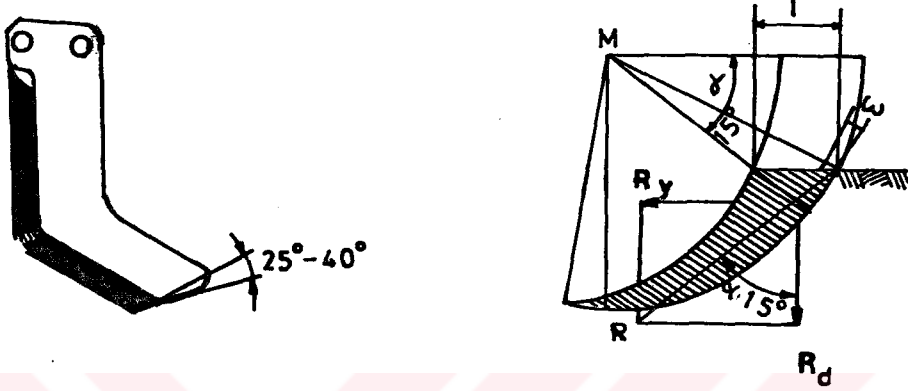
Sabit bağlantılı bıçaklar çeşitli tiplerde geliştirilerek frezelerin farklı amaç ve toprak koşullarına göre kullanılması, özellikle tarla tarımına girmesi sağlanmıştır (Şekil 1.8).

Şekildeki birinci tip freze bıçağı (a), daha çok çapa frezelerinde kullanılmaktadır ve hafiften çok ağıra kadar olan toprak tipleri için uygundur. İkinci tip bıçaklar (b) ise, hafif ve orta ağır topraklarda kullanılmaktadır. Freze üzerinde kullanılan ve frezenin tarla tarımına yaygın olarak girmesini sağlayan üçüncüsüdür (c). Uçlarının  $90^{\circ}$  bükülmüş olmasının anız ve bitki örtüsünün toprağa gömülmesinde önemli etkisi olmaktadır. Düşük çevre hızlı frezelerde kullanıldığında; toprağı parçalama etkileri az, buna karşın karıştırma etkileri iyi düzeydedir. Bu bıçakların toprağa girişinde  $90^{\circ}$  bükük olmalarından dolayı bir serbesti açısına sahip olmaları gerekmektedir. Bu serbesti açısından dolayı, bir sikloid eğrisinden oluşan yörünge üzerinde hareket eden bıçakların toprak üzerinde bir sıkıştırma etkisi yapması önlenmektedir.

Çeşitli toprak ve kültür bitkisine göre değişiklik yapabilme imkanlarından birisi de aynı freze üzerine farklı karakterde bıçakların bağlanabilmesidir. Freze ile birlikte ayrı bir donanım şeklinde yapılan, farklı bıçaklarla donatılmış freze milleri bir bütün şeklinde değiştirilerek çeşitli koşullara göre frezenin uygunlaştırılması sağlanmaktadır.

Ters yönlü frezelerde bıçaklara gelen kuvvetler

incelendiğinde, bıçağın toprağa girişinden  $15^\circ$  sonra en yüksek değerine ulaşan bir  $R$  kuvvetinin etki ettiği görülmektedir (Şekil 1.9). Bu kuvvetin  $R$  düşey bileşeni frezenin ağırlığı ile dengelenirken, yatay  $R$  bileşeni frezeyi ilerleme yönünde itmeye çalışmaktadır (Gökçebay 1986).



Şekil 1.9. Freze bıçağının çalışma durumu (Gökçebay 1986)

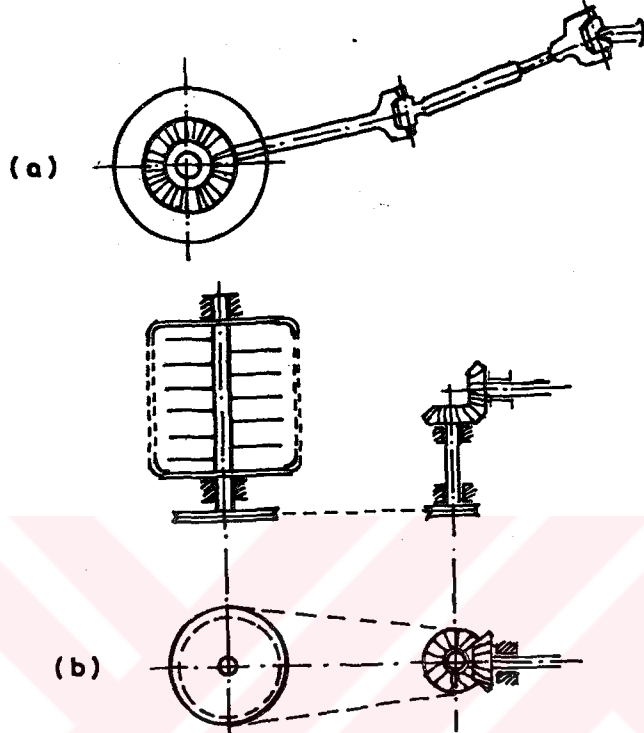
Toprak frezelerinde kullanılan mil 40-120 mm çapında çelik borudan yapılmaktadır. Bıçaklar ise yüksek kaliteli manganlı çelikten yapılmaktadır. Kullanılan malzeme kalınlığı 8-12 mm arasında değişmektedir. Bilenmiş kenerları 2-3 cm genişliğinde sertleştirilmektedir. Bu sertlik RSD (Rockwell Sertlik Derecesi) olarak 50 RSD dolaylarında olmaktadır.

#### 1.4. Frezelerde Hareket İletim Düzeni

Toprak frezelerinde bıçaklara hareketin iletilmesi ortadan ya da yandan yapılır.

Ortadan hareketlendirmede (Şekil 1.10.a) , freze çatısı altına yerleştirilen dişli kutusu, kuyruk milinden alınan hareketin yönünü  $90^\circ$  değiştirir ve frezelerde gerekli olan hızı, yaklaşık  $1/2 - 1/3$  oranında düşürerek

freze miline iletir. Aynı zamanda dişli kutusu freze miline yataklık görevini de yapar, fakat freze büyüdükçe milin diğer ucundan çatıya yataklanması gerekir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Frezelerde hareketlendirme sistemleri  
(Schilling 1962)

Bu hareket iletiminde, dişli kutusu altı, freze bıçakları tarafından işlenemez ve bu bölümde sürülmemiş bir sırt oluşur. Genellikle dişli kutusu altına bir kazayağı bağlanarak ya da dişli kutusundan hareket alarak dönen bir kafa yerleştirerek bu bölüm işlenmeye çalışılmaktadır.

Yandan hareketlendirilen (Şekil 1.10.b) frezeler bazı kolaylıklar sağladığından, uygulamada daha geniş yer almışlardır. İki ucundan freze çatısına yataklanmış milin üzerine bıçaklar daha düzenli bağlanabildiğinden toprak işleme tüm freze genişliğinde tek düze yapılabilmektedir. Çeşitli freze bıçaklarının kullanılması tüm freze milinin

değiştirilmesiyle kolaylıkla sağlanmaktadır. Kuyruk milinden alınan hareketin çeşitli olanaklar yardımıyla hızı istenilen sınırlarda değiştirilebilmektedir. Bu hareket düzeninde kuyruk milinden alınan hareket çatı üzerinde bulunan dişli kutusuna gelmektedir. Bu dişli kutusu, hareketin yönünü değiştirdiği gibi, çoğu frezelerde ya dişli değiştirilerek ya da vites kutusu şeklinde yapıldığından istenilen hız değişikliğinin yapılabilmesini sağlamaktadır. Hareketin freze miline iletimi ise ya zincir dişli ya da dişliler yardımıyla olmaktadır (Gökçebay 1986).

#### 1.5. Döner Toprak İşleyicilerinin Hareket Mekanizması

Bu toprak işleyicilerinin ayırıcı özellikleri, tarım ürünlerinin sıra aralarının işlenmesinde her kesme ünitesine tork aktarılmasına ihtiyaç duyulmasıdır.

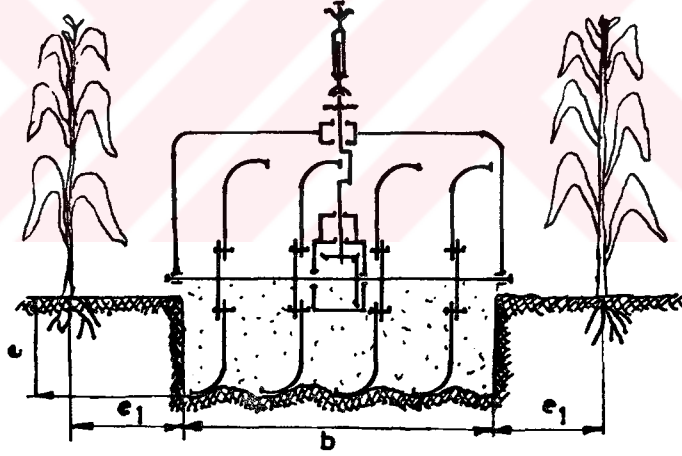
Merkezi zincirle dönen bıçaklar veya şanjmanlı iletim en çok bilinenlerdir. Destek bir milin üzerinde V kayış kasnaklı iletim arasına kullanılır. Yüksek dinamik yüklenmeler, toprak işleme aletlerinin transmisyon mekanizmalarında bir emniyet faktörü olarak ağır zincirlerin kullanımını gerekli kılmıştır. Bu değişiklik, kesici ünitenin redüksiyon dişlisi genişliğinde bir artışı beraberinde getirmiştir. Sonuç olarak, kesme ünitelerinin sağ ve sol bölümleri arasındaki işlenmemiş alan oldukça artmıştır.

Bitki aralarında tümüyle gevsetilmiş toprak elde etme problemi değişik metotlarla çözülmüştür. Bu problemin en basit çözümü, her kesme ünitesi altına hareketsiz tırmık

(toprak tarama aleti) takmaktır.

Bu amaçla dizayn edilen ve bir bahçe traktörüne takılan toprak tarayıcısının ortasında, kıvrık bir çelik parça vardır; bu yolla düşey payanda, bağlantı noktasında hafif eğik bir pozisyon alır ve geniş açıyla toprağa girer. Bu durum çalışma sırasında payandanın yabancı otlarla tıkanmasını önleyerek tatmin edici bir çalışma sağlar.

Bıçak mekanizmalarının tasarımı, herhangi bir tip tırmığın yardımı olmaksızın bir muhafazanın altında toprağı kesen işleyici parçalar halinde de yapılabilirler. Bu amaçla orta bölümdeki bir krank ile şafttan kesme ünitesine hareket alınan bir deneme yapılmıştır (Şekil 1.11).

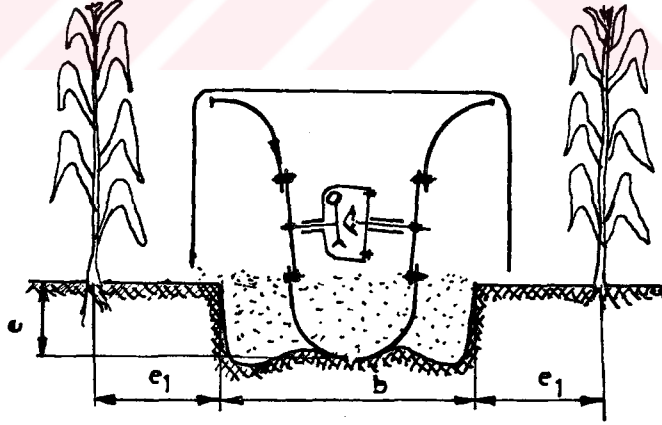


Şekil 1.11. Kesme ünitesine hareketin krank mili ile iletimi (Anonymous 1981)

Krank milinin  $180^\circ$  kadar dönmesi, kesicinin sağ ve sol diskinin eğik kanadına engelsiz bir hareket sağlar. L biçimindeki bıçağın eğik kanadının uzunluğu sayesinde, doğal olarak, sıra aralarında redüksiyon dişlisi altındaki toprağın işlenmesi sağlanacaktır. Bu durumda bıçaklar

belirli bir sırayla yerleştirilmelidir. Bu aletin dezavantajı, redüksiyon dişlisinde belirli bir dişli oranının sağlanması zorunluluğudur. Bundan dolayı, gerekli olan çalışma rejimini sağlamak için, bıçak milinin hızının değiştirilmesinde ikinci bir redüksiyon dişlisi gereklidir. Bıçak milinin bu tip mekanizmalarının dizaynı basittir ve sürüm işlemi sırasında, toprağın homojen olarak gevşetilmesini sağlar ve yabancı ot mücadelesini de gerçekleştirir.

Bu problemin daha komplike bir çözümü, L şeklindeki bıçaklarla donatılmış eğik diskli kesme ünitesinin kullanılmasıdır. Böyle bir durumda mekanizmadaki değişiklik üniversal kavramadır (Şekil 1.12).



Şekil 1.12. Kesme ünitesine hareketin sonsuz dişli ile iletimi (Anonymous 1981)

Enerji kaynağından elde edilen dönme momenti sonsuz dişliden helezoni tambura aktarılır. Kesme ünitesinin

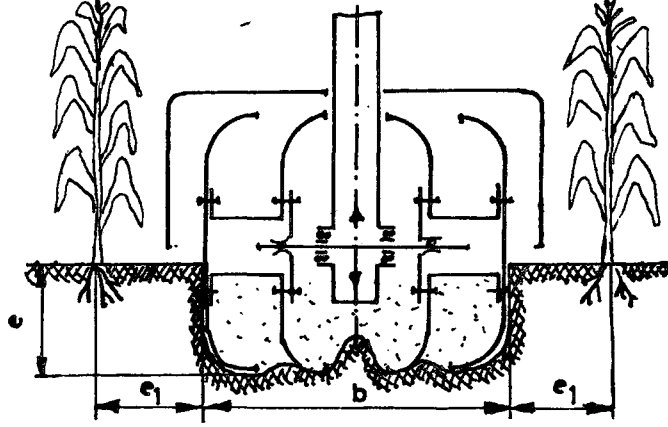


diski bu tamburun aksı üzerine monte edilir. Helezoni tambur aksının, bıçaklara, toprak işleme için gerekli bölgeyi sağlayan bir açısı vardır. Dönme eksenine ile bağlantılı bıçak ünitesinin ikinci diskinin eğimine aynı açıyı vermek için mafsalı birleştirmeden yararlanılır. Düşey düzlemde disklerin eğim açısı çaplarına göre seçilir, fakat bu açı 10°'yi aşmamalıdır. Disklerin daha büyük eğimleri, kabartılan toprağın bitkilere doğru fırlatılmasına ve kümelenme etkisinin artmasına sebep olur. Sıra aralarının merkezinde bir yarı izi şekillenir. Üstelik daha büyük açılardaki şaft düzenlemeleri büyük yüklerin nakli imkanını azaltır.

Diğer bir tip toprak işleyicisinin kesici ünitesinin mekanizması yüksek verimlidir. Bu toprak işleyicisi; toprakta iyi bir gevşetme, işlenen alandan yabancı otların tamamıyla uzaklaştırılması ve çizi içindeki görünüşün kontrol imkanını verir. Kesici ünitenin kısa milinin eksenine göre, yatay millerin pozisyonundaki herhangi bir değişiklik, sıralar arasında işlenen şeridin genişliğinde de değişikliğe neden olur. Bu durumda toprak gevşetilmesi bitkilere yakın yerlerde minimum, sıra aralarındaki alanların merkezinde maksimum derinlikte olur. Toprak işleme derinliğindeki bu düzensizlik erken gelişme dönemleri boyunca bitkilerin büyümesinde negatif bir etki yaratmamasına rağmen, gelişmiş köklü hassas bitkiler için sakınca yaratmaktadır (Şekil 1.13).

Bununla birlikte mekanizmayı hareketlendirmek için gelişmiş başka yöntemler de vardır. Örneğin;

hidromekaniksel, elektriksel ve diğer güç kaynakları.



Şekil 1.13. Kesme ünitesine hareketin paralel diskli zincirle iletilmesi (Anonymous 1981)

#### 1.6. Döner Toprak İşleyicilerinin Koruyucu Muhafazaları

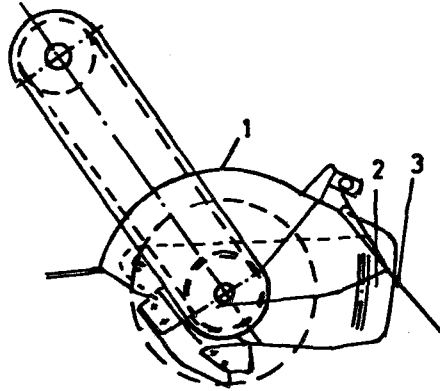
Ürün sıra aralarının döner toprak işleyicileriyle işlenmesinde; gevşetilen toprak, bitkilere doğru fırlatılır ve bitkilerin yüksek olmaları durumunda, bitki sapları toprak işleyicinin dönen parçalarına yakalanır. Pek çok tarım ürünü, kabartılan toprağın onlara doğru fırlatılması sonucu zarar görür ve bazen de ölür. Fakat boğaz doldurmasına ihtiyaç gösteren bazı bitkiler toprağın kendilerine fırlatılmasından etkilenmezler.

Bitki yapraklarına ve dallarına verilen mekanik zarar; onları hastalıklara, bitki gelişmesinin engellenmesine ve verim kaybına maruz bırakır. Sadece dizayn değil fakat bu toprak işleyicilerinin çalışma rejimi

de yukarıdaki özellikleri etkiler. Örneğin, döner toprak işleyici düşük hızla hareket ettirilirse, toprak oldukça parçalanır ve uzak mesafelere fırlatılır. Toprak işleyiciyle yüksek ilerleme hızında (8 km/h) çalışmada, toprak büyük parçalara ayrılır ve daha yakın mesafelere fırlatılır; fakat üründe artan zarar gözlenir. Sıra araları düzgün değilse, bitkilerin kesilmesi ve toprakla örtülmeler müşahade edilir.

Muhafazalar ve koruyucu örtüler, döner toprak işleyicilerin kesme ünitelerinin etrafına monte edilir, böylece sıra aralarına dağılan toprak parçacıklarının kontrolü ve sürüm sırasında bitkilere zarar verme oranı azaltılmış olur. Bu koruyucular, değişik dizaynlarda şekillendirilmiş çeşitli materyallerden yapılır.

Toprak işleyicilerin kesici üniteleri için en çok kullanılan koruyucular, Şekil 1.14' de görülen kenarları 2 nolu örtücülerin hareketli yada sabit kenarıyla sonlanan yarı silindirik kapaklardır.



Şekil 1.14. Koruyucu kenar kapağının şematik görünüşü  
(Anonymous 1981)

Koruyucu örtünün üst bölümü genellikle rijittir, fakat aynı zamanda, kapağın üzerindeki yük değiştiğinde kolayca şekil değiştiren lastik bileşimlerinden de yapılır. Pratikte tüm döner toprak işleyicileri, kapağın arka bölümünde ufalanan toprağın dışarı atıldığı, ayarlanabilir bir çıkış penceresine sahiptir.

Farklı döner toprak işleyicilerle yapılan testler bu toprak işleyicilerin genel amaçlı toprak işleyicilerle farklılığını; bitkiler ve koruyucu bölge üzerinde daha az tozlu yüzey oluşturması olarak göstermiştir. Bu durum Puşkin Makina Test istasyonu'ndan elde edilen verilerle A.B.D. tarafından kanıtlanmıştır (Çizelge 1.2) (Anonymous 1981).

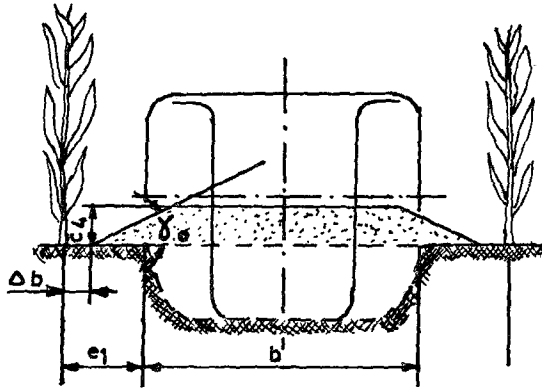
Güvenli muhafazalar bitki saplarını döner bıçaklarla direkt temastan koruduğunda, döner toprak işleyiciler ürünlerde daha az oranda zarara neden olurlar. Muhafazanın yan kenarı alt duvarının biçimi, koruyucu bölge üzerine sıçratılan toprağa oldukça etkilidir. Şekil 1.15'de de açıkça görüldüğü gibi muhafazanın alt kenarının yüksekliğindeki (c) herhangi bir artış, kesici bıçaklar tarafından fırlatılan toprağın, koruyucu bölgenin (e) önemli bir bölümünü ve bazı durumlarda bitkilerin tamamını kaplaması mümkündür (Şekil 1.15).

Açıktır ki; belirli bir zaman aralığında toprak işleyici tarafından fırlatılan toprak miktarı, iş derinliğindeki bir artışla orantılı çoğalacaktır. Sonuç olarak bir kısım toprak bitkilerin koruma şeridi üzerine savrulacaktır. Muhafazanın alt kenar yüksekliğinden (c)

Çizelge 1.2. Sıra arası toprak işleyicileriyle yapılan karşılaştırmalı test sonuçları (Anonymous 1981)

Döner toprak işleyiciler						
F	K	F	K	K	F	Seri Üretim
P	P	K	R	R	P	IRSSH-2,8
H	-	S	H	H	U	toprak
-	2,7	h	-	-	-	işleyicisi
2,8		2,7	1,4H	1,4	4,2	

Toprak cinsi (tipi)	Kıllı		Humuslu		Kıllı		Humuslu	
	Kıllı	Humuslu kıllı	Humuslu	Kıllı	Humuslu	Kıllı	Humuslu	
Sıralar arası mesafe, cm, 70	45	45	27	27	70	60		
İs derinliği, cm,	7,1	5,6	5,0	4,7	4,9	7,0	6,5	
Hız, km/h,	6,5	4,1	3,6	3,7	4,7	5,0	4,6	
Etkilen çerit, cm,	9,9	6,7	3,7	4,1	4,7	9,5	7,5	
Hasarlı bitkiler, %,	2,7	10,9	7,4	9,3	25,1	3,4	21,1	
Hasar								
toprak sıçratması	1,3	2,9	3,2	2,6	5,5	-	5,6	
toprakla kaplama	0,3	1,2	3,9	3,2	0,3	-	15,5	
kesilme	0,4	2,9	0,3	1,7	10,0	2,4	-	
hasarlı yapraklar	0,7	3,9	-	1,6	9,3	1,0	-	



Şekil 1.15. Kesici ünite koruyucusunun uygun pozisyonunda yerleştirilişinin şematik görünüşü (Anonymous 1981)

koruma şeridine doğru toprağın hareket ettiği açıklık, toprağın doğal eğim açısı  $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$  den daha küçük olacak şekilde ayarlanır. Bu aralık toprağın fiziksel özelliklerine ve döner toprak işleyicinin çalışma hızına bağlıdır. Eğer toprak işleme derinliği ve hızı sabit tutulursa bu açıklığın optimum değeri, koruma şeridine doğru olan toprak akışının kabul edilebilir limit durumundan saptanabilir. Bununla birlikte, kabartılmış toprakla kaplanmamış alan genişliğinin 3-4 cm'den daha az olmaması gerektiği unutulmamalıdır. Koruyucu bölgenin toplam genişliği 10-15 cm arasında olduğunda kesici ünite muhafazasının alt kenar yüksekliği;

$$c = \frac{e - \Delta b}{4} \tan \alpha_0$$

denklemden elde edilebilir. Burada;

$e_1$  : Koruyucu bölgenin genişliği (cm)

$\Delta b$  : Ekili bitki sıraları genişliğinin yarısı (cm)

$\alpha_0$  : Toprağın eğim açısı ( )

Örneğin; Koruyucu bölge genişliği  $e_1 = 10$  cm ve sıra genişliği yarısı  $\Delta b = 3$  cm olduğunda kesme ünitesi muhafazası alt kenarının yüksekliği, eğer toprağın eğim açısı da biliniyorsa kolayca bulunarak ayarlanabilir.  $\alpha_0 = 30^{\circ}$  olduğunda (killi toprak için):

$$c = \frac{10-3}{4} \tan 30^{\circ}$$

$$= 4,9 \text{ cm}$$

Eğer açıklık, yukarıdaki değerden daha büyük ise bitkiler etrafına fırlatılan toprakta artış olabilir.

Kesici ünitelerin muhafazalara rijit olarak bağlandığı durumda; toprak işleme derinliği ve koruyucu bölge genişliği değiştirildiğinde, bu açıklık (c) optimum değeri almaz. Bundan dolayı üniversal sıra arası toprak işleyicileri, ayarlanabilir kenar levhali koruyucu muhafazalara sahiptir.

#### 1.7. Toprak Frezelerinde Çatı

Toprak frezelerinde çatı, genel görevi olan parçaları birleştirme ve taşımanın yanı sıra, frezenin üzerini örterek, ayaklar tarafından fırlatılan toprağın hem çevreye dağılmasını engeller hem de toprağın parçalanmasına yardımcı olmaktadır. Çatı üzerinde; traktöre bağlantı düzenleri, hareket iletim sistemi, aynı zamanda çatının devamı şeklinde olan ayarlı sac kapak, derinlik ayarı için kızak ya da tekerlekler bulunmaktadır.

#### 1.8. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, sera ya da küçük bahçe işlerinde toprak işlemeye uygun küçük güçlü, motorlu bir çapanın tasarımı ve yapımı amaçlanmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kadayıfçılar (1973), yaptığı çalışmada iki tekerlekli yeni bir traktör dizaynını gerçekleştirmiştir. Bu traktör orta-ağır ve kompakt bir ürün olup üretimi kolay dizayn karakteristiklerine sahiptir. 7 BG'lü hava ile soğutulan bir motor ile donatılmıştır. Hareket iletimi kayış kasnak mekanizması ile, kavrama ise kayış gerdirme düzeni ile sağlanmıştır.

Bu traktörün küçük aile işletmelerinde çeşitli toprak işlemlerine, taşıma hizmetlerine, su çıkarma ve ilaçlama işlerine, ayrıca pancar ve pamuk çapalamalarına ve pancar hasadına ve yine pirinç tarımında kuvvet kaynağı olarak kullanmaya uygunluğu öngörülmüştür. Diğer taraftan bu çalışmada;

- 1- Toprak işleme zorluğunu ve zahmetini azaltmak,
- 2- Prodüktiviteyi artırmak,
- 3- Çiftçinin kolayca satın alabileceği kadar ucuzluğu sağlamak,
- 4- Çiftçinin bakım ve kullanmasını kolaylaştırmak amaçları da öngörülmüştür.

Traktörün karakteristik özelliklerini aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- 1- Traktörün transmisyon sisteminde yalnızca bir çift kayış kasnağı ile iki çift düz dişliden başka herhangi dişli zincir ve kayış elemanlarının kullanılmaması,
- 2- iki hız kademesi olmasına rağmen, vites kumanda kol ve düzeninin kullanılmaması,
- 3- Diferansiyel mekanizmasının olmaması ve



tekerleklerin birbirine tamamen rijit olarak bağlanması,

4- Özel bir döndürme düzeninin olmaması.

Ülkemiz şartlarına uygun olacak şekilde dizayn edilen bu tek akslı traktör, esas itibariyle üniversal bir bahçe traktörü olup, çok yönlü bir kuvvet makinası özelliklerine sahiptir. Çeşitli ekipmanın traktörün önüne ve ortasına bağlanabilmesi ve onların bu şekilde tahrik edilebilmesi ve çekilebilmesi imkanı ile bu amaca ulaşılmaktadır.

Traktörün çeşitli işler için olan çalışmalarında; iş verimi, yakıt tüketimi, çalışma hızı, yönlendirme ve idaredeki kolaylık hususlarını saptamak amacıyla bir dizi tarla denemeleri yapılmıştır.

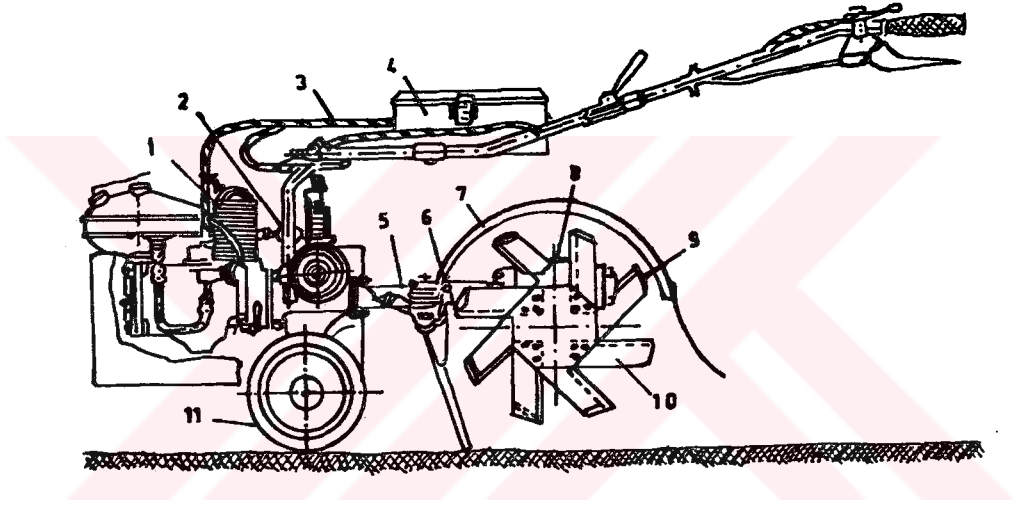
Sonuç tatminkar bulunmuş ve 200 saatlik çalışma devresinde teknik bir problem ile karşılaşılmamıştır.

Anonymous (1981), çeşitli ülkelerde küçük toprak işleyicileriyle farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

BDT'nda yapılan ortak bir çalışmada özel bir kavrama dizaynını denemek amacıyla 3 BG'ünde bir motor kullanılarak, bir toprak işleyicisi tasarımı yapılmıştır. Geliştirilen bu toprak işleyici; tekerlekler üzerine yerleştirilen benzin motorunu (1), kavramalı ara şaftını (2), manivelaların üzerinde yer aldığı kontrol mekanizmasını (3), bağlantı şaftını (5), bıçak tamburunu, koruyucu örtüyü (7) ve bıçak ünitesinin hareketi için sonsuz dişliyi (8) içermektedir. Şasi ise lastik tekerlekli iki demir jantı kapsamaktadır. Santrifüj sürtünmeli kavrama, motor krank milinin sonuna monte

edilerek, krank mili ile bıçak tamburunu bir sonsuz dişli ile ve ara şaft boyunca birleştirir (Şekil 2.1).

Bu kavrama dizaynının özelliği motor boşta çalıştığı zaman (1.800 - 2.000 min<sup>-1</sup>) iki yarım parçanın birbirinden ayrılmasıdır. Motor çalışma hızına ulaştığında (3.000 - 4.000 min<sup>-1</sup>) bu iki yarım parça birbirine geçerek otomatik olarak kavrama sağlanır.



Şekil 2.1. Küçük döner toprak işleyici (1-motor; 2-kavramalı ara şaft; 3-kontrol mekanizması; 4-alet kutusu; 5 - bağlantı şaftı; 6 - vites kutusu yuvası; 7-koruyucu örtü; 8-sonsuz dişli; 9,10-bıçaklar; 11-tekerlek) (Anonymous 1981)

Bir halka ve bu halkaya perçinlenmiş dört bıçak içeren bıçak ünitesi sonsuz dişlinin bitimine monte edilir. Sıralar arası mesafenin 100 mm olduğu çalışma durumlarında iki bıçak ünitesi, bu genişliğin 200 mm olduğu durumlarda ise dört bıçak ünitesi kullanılır. Bıçakların kesme

genişliği 35 mm'dir. Komşu bıçak ünitelerindeki bıçaklar 45° lik açıyla yerleştirilmelidir.

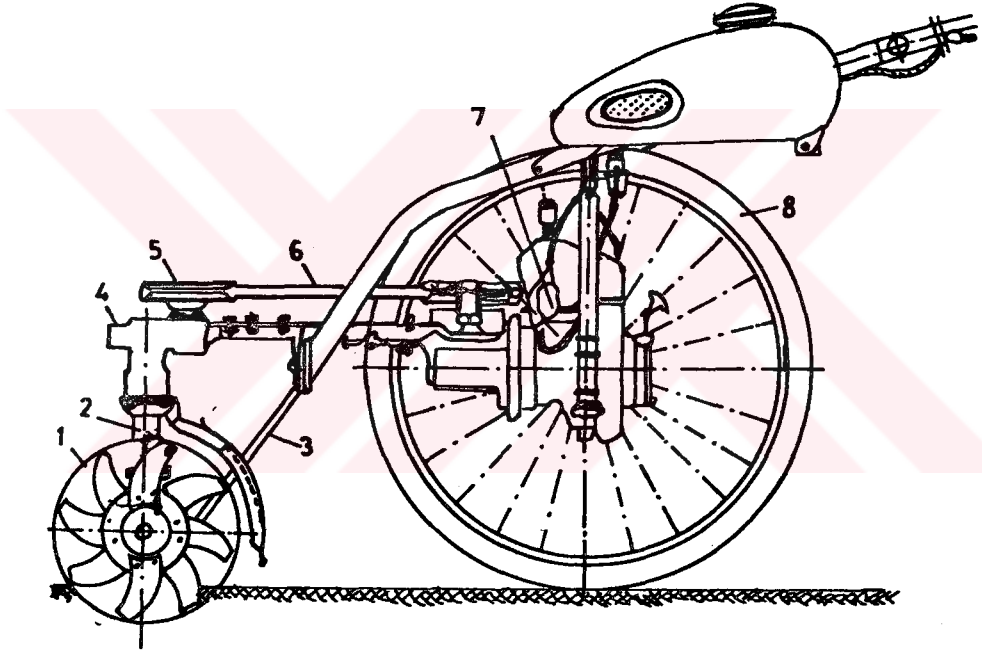
Çalışma etkilerini gösteren arazi denemelerinde, bıçakların beslenmesinin kontrolündeki güçlüğü ortaya çıkaran bir eksiklik tespit edilmiş ve bu toprak işleyicisinin, çalışan parçalarının geliştirilmesi sonucuna varılmıştır.

Yine BDT'nda benzer bir çalışmada; santrifüjlü bir kavrama sayesinde bıçak tamburunun otomatik olarak kavrama yaptığı, tork transmisyon sisteminde kayış hareketi kullanıldığı ve ilerleme sisteminde motorsiklet tipi tekerleklerden faydalandığı küçük bir toprak işleyicisi tasarlanmıştır. Bu tasarım; bıçak tamburu (1), düşey şaft (2), itme çubuğu (3), redüksiyon dişlisi (4), kasnak (5), hareket kayışı (6), motor (7) ve destek tekerleklerinden (8) oluşmaktadır (Şekil 2.2).

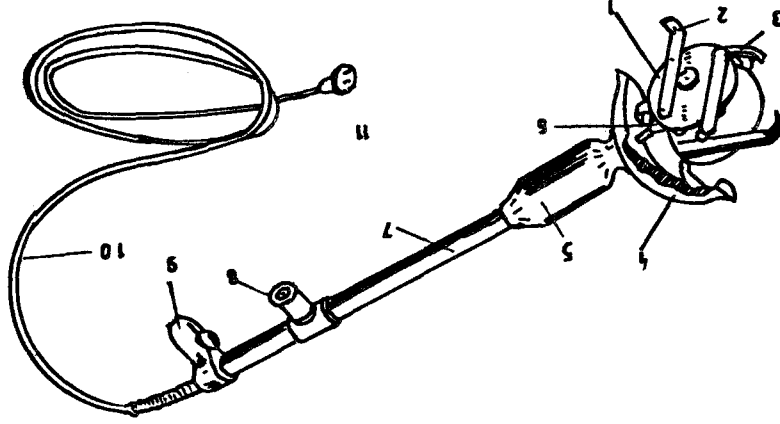
Özel parsellerde yapılan denemelerde bıçak sisteminin agroteknik koşulları yerine getirmediği gözlenmiş, daha geniş işleme bölümü ile geliştirilmiş bıçak dizaynı, 6 cm derinlikteki toprak işlemede tatmin edici olmuştur.

Elektrikle çalışan küçük bir toprak işleyicisi, seralar ve fideliklerdeki sürümlerde toprak çalışması için üretilmiştir. Elektrikli çapa; bir redüksiyon dişlisi ve muhafazasını, tutma kolunu, 0,4 kW gücünde elektrik motorunu, elektrik kablosunu, elektrik marşını ve bir alçaltıcı transformatörü içerir. Toprak işleme derinliği,

toprak işleyicinin hızına göre ayarlanır; düşük hızlarda toprak işleme derinliği artar. Bu elektrikli çapanın kesme genişliği 12 cm, ortalama iş derinliği 10 cm ve randımanı  $150 \text{ m}^2/\text{h}$ 'dir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2. Küçük döner toprak işleyici (1-bıçak tamburu; 2-düsey şaft; 3-dümenleme çubuğu; 4-redüksiyon dişlisi; 5-kasnak; 6-hareket kayışı; 7-motor; 8-destek tekerleği) (Anonymous 1981)



Şekil 2.3. Elektrik hareketli küçük döner toprak işleyici  
 (1-kesici tambur diski; 2,3-bıçaklar; 4-koruyucu örtü; 5-elektrik motoru; 6-redüksiyon dişlisi; 7-taşıyıcı boru; 8,9-tutamaklar; 10-kablo; 11-fiş) (Anonymous 1981)

İngiltere'de küçük rototiller meyve bahçelerinde, bağlarda, parklarda toprak işleme mekanizasyonu için üretilmektedir. Örneğin bir firma, meyve bahçeleri için 9, 11, ve 15 BG'ünde tek akslı traktörler tarafından çalıştırılmak amacıyla sırasıyla Seri 3, Seri 4, Seri 5 diye adlandırılan değişik modellerde toprak işleyicileri üretmiştir. Bu toprak işleyiciler; tek diskli kuru kavrama, redüksiyon dişlisi ve zincir dişli dizilişindedir ve kesici tamburu her birine 4 işleyici parça monte edilmiş 4 kesme ünitesine sahiptir. İlaveten sonlardaki ünitelere tambura doğru bükülmüş iki işleyici parça monte edilir. İşleyici 1,4; 2,1; ve 2,9 km/h hızlarında üç ileri hız ve 2,5 km/h hızlı bir geri hız kademesine sahiptir. Bıçak tamburunun genişliği 50 - 76 cm ve iş derinliği 23 cm'dir.

Yine küçük bir rotatıl ufak meyve bahçelerinin tarımı için üretilmiştir. 38,5 kg ağırlığında, 2500 min<sup>-1</sup> da 1,75 BG'ü çıkışlı, iki zamanlı, tek silindirli bir motor, bu toprak işleyiciyi çalıştırmak için kullanılmıştır. 400 mm çaplı bıçak tamburu, her biri üç işleyici organlı 4 kesme ünitesini içermektedir. Toprak işleyicisinin kesme genişliği 20,8 - 61,2 cm arasında değişebilir biçimde dizayn edilmiştir.

Başka bir çalışmada, iki kızak ayağı ve bir bıçak tamburu üzerine desteklenmiş küçük bir toprak işleyicisi dizayn edilmiştir. İki kesme ünitesi monte edildiğinde bu işleyicinin kesme genişliği 30 cm olmaktadır. Toprak işleme derinliği 20 cm olduğunda kesici tamburu hareket ettirmek için gerekli güç 1 BG'ünden fazla değildir. Kesici tambur sırasıyla bir vites kutusu ve V kayışı ile hareket ettirilir.

Japonya'da benzer toprak işleyiciler; meyve bahçelerinde ve yastıkların tohum yatağı hazırlığında ana toprak işleyicisi olarak kullanılırlar. Bu toprak işleyiciler çalışma esnasında oldukça stabildirler, çünkü ağırlık merkezi bıçak tamburu ekseninin altına tekabül etmektedir. Bir engelle çarptıkları zaman, çalışan parçaları kırılmadan korumak için özel kaymalı kavrama sağlanmıştır.

Diğer bir araştırmada, bitkilerin ve ağaçların boğaz doldurması amacıyla yönelik olarak kesici üniteleri düşey olarak yerleştirilen bir toprak işleyicisi geliştirilmiştir. Toprak işleyicisinin işleyici parçaları toprağı keser, iki tarafa iter ve sırtlar üzerindeki

bitkilerin sulanması için sıra aralarında bir kanal biçimi oluşturur. Bu tip toprak işleyiciler küçük meyve bahçelerinin toprak işleminde, sulanan alanlarda, patateslerin boğaz doldurmasında, pirinç tarımında ve eğimli arazilerde yetiştirilen çeşitli sebze ürünleri için kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

GDR'de yapılan bir çalışmada özel yetiştiricilikte ve küçük çimenliklerde toprak işleme mekanizasyonu için bir toprak işleyicisi imal edilmiştir. Bıçak tamburu; tek silindirli, iki zamanlı, hava soğutmalı, krank milinin 3000 min<sup>-1</sup> devrinde 5,5 - 6 BG'ünde benzin motorlu, tek akslı traktörün transmisyon düzeninin arkasına yerleştirilir. Kesici tambur, kuyruk milinden hareketle çalıştırılır ve devri 275 min<sup>-1</sup> dir. Kesici tambur miline; üzerine, toprağı işleyen parçaların yaylarla takıldığı taşıyıcılar monte edilir.

BDT'nda üretilen çeşitli yerli dizaynların ve yabancı küçük toprak işleyicilerinin analizi aşağıdaki sonuçları ortaya çıkarmıştır.

1- Küçük toprak işleyicilerinin üretimi ve kullanımı yıldan yıla artmıştır.

2- Toprak işleyicilerinin çalışan parçalarının emniyetini ve ömrünü artırmak için dizaynları sürekli olarak geliştirilmiştir.

3- ilave ekipmanlar, küçük toprak işleyicilerinin yararlılığını ve çok yönlülüğünü artırmak için

kullanılmıştır.

4- ileri hızların çalışma alanı ve toprak işleyicinin kesici tamburunun hızları geliştirilmektedir.

Sencer (1983), yaptığı çalışmasında; çapalama, sürme ve römork çekebilme gibi fonksiyonel özelliklere haiz ve bir çok çiftçinin satın alabileceği şekilde ucuz olacak küçük tip bir bahçe traktörünün projesini ve imalatını gerçekleştirmiştir. Sayılan özelliklere sahip bir traktörün projesinde çeşitli alternatifler ortaya çıkmaktadır. Fakat maliyet unsuru ve bakım olanakları gibi sınırlayıcı faktörler bu alternatiflerin seçimini zorlaştırmıştır.

Dizayna başlamada motorla ilgili temel bir kriter belirlenmiştir. Küçük güçlü bir motor kullanıldığından, dizaynda ufak hacim, bir dizel motoruyla mukayese edildiğinde tüm boyutların daha küçülmesine sebep olan içten patlamalı bir motor kullanımıyla sağlanmıştır. içten patlamalı bir motor, gerekli olan düşük ilerleme hızını sağlamak için yüksek bir redüksiyona ihtiyaç gösterir ise de, bu güçlük bir dizel motorunun kabuledilebilir boyutlarını elde etme gücüyle mukayese edildiğinde üstesinden gelinebilir olarak değerlendirilmiştir.

Diğer önemli bir kriter, aks sayısı olmuştur. Sürücünün oturabildiği bir traktör tercih edilir olmasına rağmen böyle bir girişim traktörün maliyetini gereksiz bir biçimde artıracığından, büyük güçlü traktörlerin fiyatıyla uyumsuzluk yaratmaktadır. Ayrıca 3 ve 5 BG'lık motorlarla oluşturulan tasarımlar, dizaynda basitlik ve ucuzluğu sağlamak amacıyla tek akslı yapıldıklarından bu çalışmada



da traktör tek akslı olarak projelenmiş ve imal edilmiştir.

Yukarıdaki faktörlerin ışığı altında 5 BG'lık bir traktör imal edilerek denenmek üzere arazi testlerine tabi tutulmuş, genel olarak neticeler tatminkar bulunmuş ve arazi denemeleri sonucu bazı geliştirme ve değişikliklere ihtiyaç göstermiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, güç kaynağı olarak, aşağıda bazı teknik özellikleri verilen, içten patlamalı motor kullanılmıştır:

Markası: Briggs & Stratton

Modeli : 270 004

Gücü : 3 BG (3600 min<sup>-1</sup> motor devrinde)

Motor tipi: Dört zamanlı

Silindir adedi ve konumu: 1, dik

İlk çalıştırma: iple çekilerek

Motor hız sınırı: 1550 - 5750 min<sup>-1</sup>

Yakıt cinsi: Benzin

Yakıt deposu hacmi: 2 l

Soğutma sistemi: Hava soğutmalı

Hava filtresi tipi: Kuru tip

Motorlu çapanın tasarımı ve yapımında standard bir sonsuz vida dişli kutusu kullanılmıştır. Dişli kutusu, bir vida ve diş sayısı 24 olan karşılık dişlisinden oluşmaktadır. Bu iki dişlinin konumu itibariyle motordan sonsuz vida miline gelen hareketin yönü, 90° değiştirilerek ve 24/1 oranında redüksiyona uğrayarak karşılık dişlisi milinden alınmaktadır.

Dişli kutusundan alınan hareket zincir ve dişlilerine iletilmektedir. Zincir dişlileri, diş sayıları 11 olan iki adet düz dişlidir. Redüksiyon kutusundan alınan hareket, bu zincir dişliler ve üzerlerinde bulunan zincir

tarafından bıçak miline iletilmektedir.

Motorlu çapa tasarımında, 75 mm çaplı bir kasnak motor çıkışında, 90 mm çaplı bir kasnak da redüksiyon kutusu girişinde kullanılmıştır. Bu kasnakların etrafında 17 mm 'lik V-kayışı hareket iletimini sağlamaktadır.

Bu çalışmada, 4 mm'lik sertleştirilmeye uygun saclar preslendikten sonra kenarlarından itibaren 30 mm'lik bir alanın sertliği 58 RSD-C'ye kadar çıkarılmış hazır çapa bıçakları kullanılmıştır. Bu bıçaklar, 8 adet olup herbirinin iki vurma yüzeyi vardır. Her bir bıçak grubu ikişer bıçaktan meydana gelmiş olup, grup sayısı 4'dür.

Makinanın çatısı; güç kaynağı, redüksiyon kutusu, toprak işleme organları, dümenleme vb makinayı meydana getiren elemanları üzerinde bulunduran ve bu elemanların birbiriyle irtibatının sağlanmasına yardımcı olan bir yapıdır. Çeşitli ölçülerdeki profillerin kaynaklanarak bir araya getirilmesiyle oluşturulan çatının, üzerine monte edilen elemanların sökülebilir bağlantılı olması amaçlanmıştır.

### 3.2. Metot

Basit yapılı bir motorlu çapanın tasarımı için önce, güç kaynağından alınan hareketi kavrama aracılığı ile güç iletim elemanlarına ve daha sonra çapa bıçaklarına iletecek bir makinanın taslak resmi çizilmiştir. Daha sonra hesaplamalara geçilmiştir. Hesaplamalara fonksiyonu yerine getirecek elemanlardan başlanmıştır. Yani çapa bıçaklarının çevre hızları belirlenmiştir. Bu amaçla daha önceki

çalışmalardan yararlanılmıştır. Çapa bıçaklarının çaplarının seçilmesiyle, çevre hızı uygun dönme sayısına dönüştürülmüştür. İkinci aşamada uygun çapa genişliği seçilerek topraktan gelecek direnç kuvvetleri belirlenmiştir. Böylece motorlu çapanın fonksiyonunu yerine getirebilmesi için devir sayısı ve kuvvet gereksinimi belirlenmiştir.

Daha sonra yapılan hesaplamalarla bu dinamik değerlere uygun makina elemanları ve güç kaynağı belirlenmiş ve motorlu çapa teknik resmi çizilmiştir (Ek-1, Ek-2).

Bunu izleyen aşamada motorlu çapa imal edilmiştir. Son aşamada ise elde edilen prototip bahçe toprağında çalıştırılarak fonksiyonunu yerine getirip getirmediği kontrol edilmiştir.

### 3.2.1. Hesaplamalar

Freze bıçağı ucunun çevre hızı aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$V_u = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$$

Burada;

$V_u$  : Freze bıçağı ucu çevre hızı (m/s)

D : Frezenin çapı (m)

n : Freze mili devir sayısı (min<sup>-1</sup>)

Bir ayağın kestiği toprak dilimi uzunluğu ise;

$$l = 10 \cdot \frac{V_F \cdot 60}{n \cdot z}$$

eşitliğiyle hesaplanmıştır. Burada;

$l$  : Bir ayağın kestiği toprak dilimi uzunluğu (dm)

$V_F$  : Makinanın ilerleme hızı (m/s)

Bahçe frezesi için  $V_F = 0,3 \dots 0,8$  m/s (Dilmaç 1984)

Çalışmamızda  $V_F = 0,7$  m/s seçilmiştir.

$n$  : Freze mili devir sayısı (min<sup>-1</sup>)

$z$  : Bir gruptaki ayak sayısı (adet)

Çevre kuvveti aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$F_u = F_s + F_d$$

Burada;

$F_u$  : Çevre kuvveti (kp)

$F_s$  : Statik kuvvet (kp)

$F_d$  : Dinamik kuvvet (kp) dir.

Statik kuvvet;

$$F_s = 10 \cdot A_s \cdot \frac{V_F}{V_u} \cdot e \cdot b \quad (\text{kp})$$

Burada;

$A_s$  : Statik iş (kpm/dm<sup>3</sup>)

$$A = 0,1 \cdot c \cdot k$$

s                    o                    o

c ve k katsayı (Dilmaç 1984)

o                    o

Bu çalışmada c = 2,5 ve k = 26 seçilmiştir.

o                    o

V : Makinanın ilerleme hızı (m/s)

F

V : Freze bıçağı ucunun çevre hızı (m/s)

u

e : Makinanın iş derinliği (dm)

Makinamızın iş derinliği = 1,4 dm

b : Makinanın iş genişliği (dm)

Makinamızın iş genişliği = 5,3 dm dir.

Dinamik kuvvet ise;

$$F_d = 10 \cdot A_d \cdot \frac{V_F}{V_u} \cdot e \cdot b \text{ (kp)}$$

Burada;

A : Dinamik iş (kpm/dm<sup>3</sup>)

d

A : 0,001 \cdot a \cdot (V<sub>u</sub>)<sup>2</sup>

d                    u                    u

a : Dinamik direnç katsayısı (Dilmaç 1984)

u

Freze için a = 400...500 kps<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

u

Çalışmamızda a = 400 kps<sup>2</sup>/m<sup>4</sup> seçilmiştir.

u

V : Makinanın ilerleme hızı (m/s)

F

$V$  : Freze bıçağı ucunun çevre hızı (m/s)  
 $u$

$e$  : Makinanın iş derinliği (dm)

$b$  : Makinanın iş genişliği (dm) dir.

işleyici organlara gelen efektif kuvvet

$$F_e = \frac{F \cdot c}{t \cdot u \cdot i \cdot z \cdot n \cdot e}$$

eşitliğiyle hesaplanmıştır. Burada;

$F_e$  : işleyici organlara gelen efektif kuvvet (kp)

$F_t$  :  $F \cdot c$  (kp)

$F_u$  : Çevre kuvveti (kp)

$c_t$  : Zorlanma katsayısı (taşsız toprak için : 1,5  
 taşlı toprak için :2)

(Dilmaç 1984)

Hesaplamamızda  $c_t = 1,5$  alınmıştır.

$c_u$  : Aşırı yük katsayısı (taşsız toprak için : 1,5  
 taşlı toprak için : 2)

(Dilmaç 1984)

Hesaplamamızda  $c_u = 1,5$  alınmıştır.

$z$  : Bir gruptaki işleyici eleman sayısı (adet)

$i$  : Makinadaki grup sayısı (adet)

$n_e$  : Aynı anda çalışan grup elemanı sayısı oranı 'dır.

Freze milinin çapı aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$d = 2,17 \cdot \sqrt[3]{u \cdot \frac{M}{\sigma_b}}$$

Burada;

$d$  : Freze mili çapı (cm)

$M$  : Eşdeğer moment (kpcm)  
v

$u$  : Katsayı

$u$  : 1.045 hesaplanmıştır (Niemann 1973).

$\sigma_b$  : Mil malzemesinin eğilme gerilmesi ( $\text{kp/cm}^2$ ) dir.

Bıçak gövdesinde eğilme ve burulma gerilmesi sırasıyla;

$$\sigma_b = 6 \cdot \frac{F_e \cdot s}{b_e \cdot h_e^2}$$

$$\tau_t = \frac{E_k \cdot s}{\frac{h_e}{\left(\frac{b_e}{e} - 0,63\right) \cdot b_e^3}}$$

eşitlikleriyle bulunmuştur.

Burada;

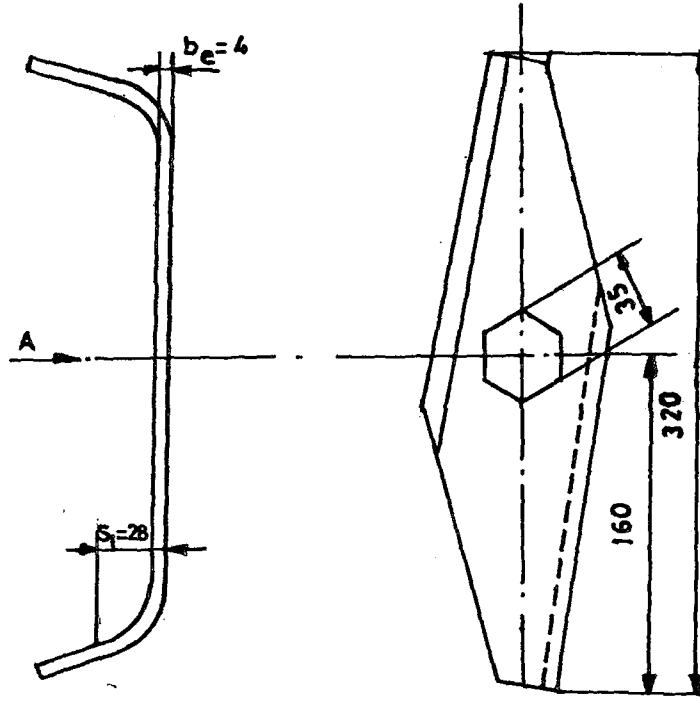
$\sigma_b$  : Eğilme gerilmesi ( $\text{kp/cm}^2$ )

$F_e$  : İşleyici organlara gelen efektif kuvvet (kp)

$\tau_t$  : Burulma gerilmesi ( $\text{kp/cm}^2$ )

$E_k = 3 \cdot F_e$  (kp) dir.





Şekil 3.1. Bıçak ölçüleri

Freze milinin yataklandırılmasında seçilecek rulman hesabında;

$$P = x \cdot P_R + y \cdot P_A \quad \text{ve}$$

$$f'_L = f_n \cdot f_t \cdot c / P$$

eşitliklerinden faydalanılarak rulman ömrü hesaplanmıştır.

Burada;

$P$  : Rulmana gelen toplam yük (kg)

$P_R$  : Radyal yük (kg)

$P_A$  : Aksiyal yük (kg)

$f_L$  : Ömür faktörü

$f_n$  : Devir sayısı faktörü

$f_t$  : Sıcaklığa bağlı katsayı

$c$  : Yük taşıma katsayısı (kg)

$x$  ve  $y$  : Katsayıdır.

Eldeki verilere göre;

$x = 1,4$  ;  $c = 1960$  kg ;  $f_n = 0,65$  ;  $f_t = 1$  olarak seçilmiştir (Niemann 1973).

Motorlu çapa devri aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur:

$$n_1 = n \cdot Z \cdot \frac{d_1}{D_1}$$

Burada;

$n$  : Çapa mili devir sayısı (min<sup>-1</sup>)

$n_1$  : Motor çalışma devri (min<sup>-1</sup>)

$Z$  : Dişli kutusu çevrim oranı

$d_1$  : Küçük kasnak çapı (mm)

$D_1$  : Büyük kasnak çapı (mm) dir.

Kayış kasnak hesabında ise aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır:

Kayış çevre hızı;

$$V = \frac{d_1 \cdot n_1}{19,1 \cdot 10^3}$$

Burada;

$V$  : Kayış çevre hızı (m/s)

$d_1$  : Küçük kasnağın çapı (mm)

$n_1$  : Küçük kasnağın devir sayısı ( $\text{min}^{-1}$ ) dir.

Küçük kasnağın sarma açısı;

$$\cos \beta/2 = \frac{D_1 - d_1}{2 \cdot A}$$

Burada;

$\beta$  : Küçük kasnağın sarma açısı ( $^\circ$ )

$D_1$  : Büyük kasnağın çapı (mm)

$d_1$  : Küçük kasnağın çapı (mm)

$A$  : Kasnak eksenleri arasındaki mesafe (mm) dir.

iletilebilecek gerçek güç;

$$N_1 = \frac{N_0 \cdot c_1}{c_2} \cdot c_3$$

Burada;

$N_1$  : iletilebilecek gerçek güç (BG)

$N_0$  : itibari güç (BG)

$c_1, c_2, c_3$  : Katsayılarıdır.

Eldeki verilere göre  $N_0 = 4,6$  ;  $c_1 = 1$  ;  $c_2 = 1,2$  ;

$c_3 = 0,6$  tespit edilmiştir (Yavuzcan vd 1971).

Ortalama kayış uzunluğu;

$$L = \left( \frac{d_1 + D_1}{2} \right) + 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi \cdot \alpha}{90}$$

$$\left( \frac{D_1 - d_1}{2} \right)$$

Burada;

L : Ortalama kayış uzunluğu (mm)

d<sub>1</sub> : Küçük kasnak çapı (mm)

D<sub>1</sub> : Büyük kasnak çapı (mm)

A : Kasnak eksenleri arasındaki mesafe (mm)

β : Küçük kasnağın sarma açısı (°)

Sin α = Cos β / 2 (°) dir.

## 4. SONUÇLAR

### 4.1. Bıçaklar ve Bıçak Mili

Genel olarak çapa makinası konstrüksiyonlarında agroteknik koşulları sağlaması yönünden bıçak mili devir sayısının  $100 - 150 \text{ min}^{-1}$  olması istenir. Bu çalışmada  $3600 \text{ min}^{-1}$  motor devri esas alınarak mevcut redüksiyon imkanlarıyla birlikte bıçak mili devir sayısı  $125 \text{ min}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

Sekiz adet olan bıçaklar, ikişerli dört grup halinde freze miline monte edilmişlerdir. Bıçak grupları, aralarındaki mesafenin ayarlanabilir olması ve bıçakların mil üzerinde patinaja girmesini engellemek amacıyla, merkezlerinde  $\emptyset 16 \text{ mm}$ 'lik delik bulunan erkekli-dişili altıgen miller üzerine, aralarına dış çapı  $42 \text{ mm}$ , et kalınlığı  $3 \text{ mm}$ , uzunluğu  $85 \text{ mm}$  olan borular konularak dizilmiştir. Bu boru parçalarının amacı bıçak grupları arasındaki mesafeyi sabit tutmaktır. Daha sonra bir ucu vidalı olan  $\emptyset 15 \text{ mm}$ 'lik mil, altıgen mil deliklerinden geçirilmiş, ayrıca milin iki ucuna çapı  $35 \text{ cm}$  olan iki adet koruyucu disk yerleştirilmiş ve somunla sıkılmak suretiyle bıçak grupları bir araya toplanmıştır.

Bıçak eksenlerinin düşeyle yapmış olduğu açı  $0^\circ$  olup, bıçak uçlarının toprağa vurma açıları  $22,5^\circ$ 'dir.

Çapa mili, bıçakların konumu ve mil parçalarının teknik resim ve ölçüleri Ek-3, Ek-4, Ek-5, Ek-6, Ek-7 ve gösterilmiştir.

Metot bölümünde yer alan eşitliklerden

yararlanılarak:

- 1- Çapa bıçağı ucunun çevre hızı  $V = 2,1 \text{ m/s}$ ,
  - 2- Bir ayağın kestiği toprak dilimi uzunluğu  $l = 0,84 \text{ dm}$ ,
  - 3- Çevre kuvveti  $F = 202,7 \text{ kp}$ ,
  - 4- işleyici organlara gelen efektif kuvvet  $F = 228,0 \text{ kp}$ ,
  - 5- Çapa milinin çapı  $d = 35 \text{ mm}$ ,
  - 6- Bıçak gövdesinde eğilme gerilmesi  $\sigma = 2392,6 \text{ kp/cm}^2$
  - 7- Bıçak gövdesinde burulma gerilmesi  $\tau = 1796,5 \text{ kp/cm}^2$
- bulunmuştur.

#### 4.2. Zincir Dişli Muhafazası

Karşılıklı iki adet 20 mm' lik platinalardan meydana gelmiş olup bu platinalara iç çapı 35 mm, dış çapı 72 mm olan iki adet rulman yataklandırılmıştır. Rulman iç bileziklerine yataklandırılan Ø 35 mm'lik mil üzerine ise zincir dişlisi bir kama ile tespit edilmiştir. Rulmanların yataklandırıldığı 20 mm' lik platinalar alttan 4 mm'lik saca kapatılmış, üstten ise 10 mm ve 8 mm' lik platinalarla çatı profilleri altına civata ile bağlanan 50 . 50 . 5 mm' lik köşebentlere kaynaklanmıştır.

Yine metot bölümünde rulman ömrü hesabı için yer alan eşitlikler kullanılarak; çapa milinin yataklandırıldığı tek sıralı bilyalı rulmanların ömrü 46.000 saat olarak bulunmuştur.

#### 4.3. Hareket İletim Sistemi

Hız sınırı 1550 - 5750 min<sup>-1</sup> olan motorun ayarlanan 3600 min<sup>-1</sup> çalışma hızında alınan dönü hareketi

motor milinden kayış-kasnak sistemi yardımıyla dişli kutusu sonsuz vida miline gelmektedir. Bu arada kasnak çapları arasındaki fark nedeniyle devir  $1/1,2$  oranında düşürülmektedir. Dişli kutusunda dönü hareketi, sonsuz vida ve karşılık dişlisinin konumları sebebiyle  $90^{\circ}$  yön değiştirerek ve  $24/1$  oranında tekrar bir redüksiyona uğrayarak, diş sayısı 11 olan zincir dişliye gelmektedir. Hareket, buradan bir zincir vasıtasıyla çapa mili üzerine monte edilmiş aynı diş sayısına sahip dişliye iletilmekte ve bıçak mili  $125 \text{ min}^{-1}$  devir ile dönmektedir.

Zincir dişli muhafazası ve hareket iletim sisteminin teknik resim ve ölçüleri Ek-8'de verilmiştir.

Metot bölümündeki ilgili eşitliklerden faydalanılarak:

- 1- Çapa mili devir sayısı  $n = 125 \text{ min}^{-1}$ ,
- 2- Kayış çevre hızı  $V = 14,1 \text{ m/s}$ ,
- 3- Küçük kasnağın sarma açısı  $\beta = 176^{\circ}$ ,
- 4- iletilebilecek gerçek güç  $= 2,3 \text{ BG}$ ,
- 5- Ortalama kayış uzunluğu  $L = 700 \text{ mm}$  olarak bulunmuştur.

#### 4.4. Çatı

$40 \times 40 \times 3 \text{ mm}$ ' lik iki adet kare profil birbirine paralel konumda yerleştirilerek üzerlerine  $30 \times 30 \times 3 \text{ mm}$ ' lik köşebentlerin alından kaynaklanmasıyla oluşturulan profiller,  $90^{\circ}$  lik açıyla (dik konumda) yine kaynaklanarak bağlanmıştır.

Oluşturulan çatı üzerine motor silotlu olarak, redüksiyon kutusu ise sabit olarak civatalarla

bağlanmıştır. Bu bağlantı yapılırken, redüksiyon kutusu çıkışıındaki dişli, merkez (eksen) kabul edilmek suretiyle, motorla redüksiyon kutusu ağırlıkları dengelenmiştir. Yine bu zincir dişlinin bıçak mili üzerindeki zincir dişlisine, aynı düşey doğrultuda karşılık gelmesi sağlanmış, daha sonra zincir dişlinin motorla redüksiyon kutusu arasında açıkta kalan kısmı sacdan oluşturulan bir muhafaza içine alınmıştır. Bıçaklar üzerine, 2 mm' lik sac özel şekiller verilmek suretiyle, toprağın etrafa sıçramasını engellemek ve parçalama etkisini artırmak amacıyla civatalarla, çatı altına bağlanmıştır.

Çatının teknik resmi ve ölçüleri Ek-9'da verilmiştir.

#### 4.5. Dümenleme

Dümenleme kolları;  $\emptyset$  27 mm'lik bir çift borunun özel şekiller verildikten sonra ek yerlerinden kaynaklanmasından meydana gelmiştir. Dümenleme kollarının çatıya bağlantı noktasında sağa-sola hareketini ve yükseklik ayarını sağlamak amacıyla bir düzen oluşturulmuştur. Bunun için birbirine dik olarak (90° lik açıyla) kaynaklanan iki civatadan yatay olanı 60 . 60 . 3 mm' lik kare profilin yan taraflarına karşılıklı olarak açılan deliklere yataklandırılmıştır. Dümenleme kollarının birleşim noktasına ise bir boru parçası yardımıyla kaynaklanan 50 . 10 mm' lik iki adet lama üzerine delik açılmış ve bu lamalar düşey konumdaki civatadan geçirilerek bir somunla sıkılmak suretiyle tespit edilmiştir.



Sol dümenleme kolu üzerinde, gaz ayar mandalı vardır. Dümenleme kolunun tutamakları ise  $\emptyset$  34 mm' lik iki adet boru parçasından oluşmuştur.

Dümenleme genel ölçüleri ve teknik resmi Ek-10'da gösterilmiştir.

#### 4.6. Kavrama (Gerdirme Kasnağı)

Kavrama; motorla dişli kutusu kasnakları arasında yer alıp, hareket veren kayışa alttan temas ederek gerdiren, 25 . 5 mm' lik bir lama ucuna monte edilen kasnaktan ibarettir. Bu kasnağa düşey düzlemdeki hareketi, bir manivela koluna bağlı debriyaj teli vasıtasıyla iletilmektedir. 25 . 5 mm'lik lama ve 16 mm'lik milden meydana gelen gerdirme kasnağı manivela kolu, yine 25 . 5 mm'lik bir lama üzerine hareket edebilir biçimde yataklandırılmıştır. Gerdirme kasnağını ayırma görevi bir yay tarafından yapılmaktadır.

#### 4.7. Derinlik Ayar Laması

40 . 40 . 3 mm' lik çatı profillerinin arasına kaynaklanan başka bir profil içine civata ile tespit edilmiş olan 30 . 30 . 3 mm'lik köşebentin ucuna yapılan yatak içine, yine civata ile bağlanmış olup; civata bağlantılarının yapıldığı yerlerde delik sayılarının birden fazla olması sebebiyle, derinlik ayar lamasının, aşağı-yukarı ve ileri-geri hareket edebilir biçimde ayar imkanı vardır. 40 . 10 mm' lik lamadan meydana gelen derinlik ayar lamasının toprak üzerinde kaymasını sağlamak amacıyla

toprağa değen yüzeyi bükülmüştür.

#### 4.8. Ön (Taşıma) Tekerlek

Taşıma tekerleği; 130 mm çapında olup, 40 . 10 mm' lik iki adet lama arasına yataklandırılmıştır. Bu lamalar yine, çatı üzerine kaynaklanan 40 . 10 mm' lik lamalara Ø12 mm' lik iki adet mille tespit edilerek çapa makinası taşıma durumuna getirilmektedir. Alttaki milin pimi sökülerek, teker yukarı kaldırılmakta ve pimle tespit edilerek makina iř durumuna getirilmektedir.

#### 4.9. Motorlu apanın Prototipi

Motorlu apa ile ilgili hesaplama deęerlerine göre seçilen makina elemanları, teknik resim deęerlerine göre monte edilerek prototip elde edilmiştir. Elde edilen motorlu çapaya ait resimler şekil 4.1, 4.2, 4.3' de gösterilmiştir.



şekil 4.1. Motorlu apanın genel görünüşü



Sekil 4.2. Motorlu apanın genel gorns



Şekil 4.3. Motorlu çapanın toprağı işlemeşi

## 5. TARTIŞMA

Ülkemizde tarımsal üretimde, önemli oranda mekanik güç eksikliğinin bulunduğu açık şekilde bilinmektedir. Bu arada özellikle bağ ve meyve bahçelerinde kullanılacak tek akslı traktör konusu, ne ithalatı ve ne de yerli üretim olanakları yönünden tatmin edici durumdadır. Bütün bu nedenler, konunun gerektiği şekilde ve düzeyde ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Ancak mevcut şartlar bu tip bir traktörün bir yandan fiyatının ucuz olmasını, diğer taraftan yapımının kolay ve kullanılmasının basit olmasını gerekli kılmaktadır.

Yaptığımız çalışmalar sonunda elde edilen motorlu çapa; bahçe toprağında çalıştırılarak fonksiyonel olarak kontrol edilmiştir. Buna göre makina, bahçe toprağında çapalama görevini yerine getirmektedir.

Makinanın uygulamaya aktarılabilceği düşüncesi ile, fonksiyonel çalışmaların sürdürülmesi ve elde edilecek bulgulara göre konstrüktif değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

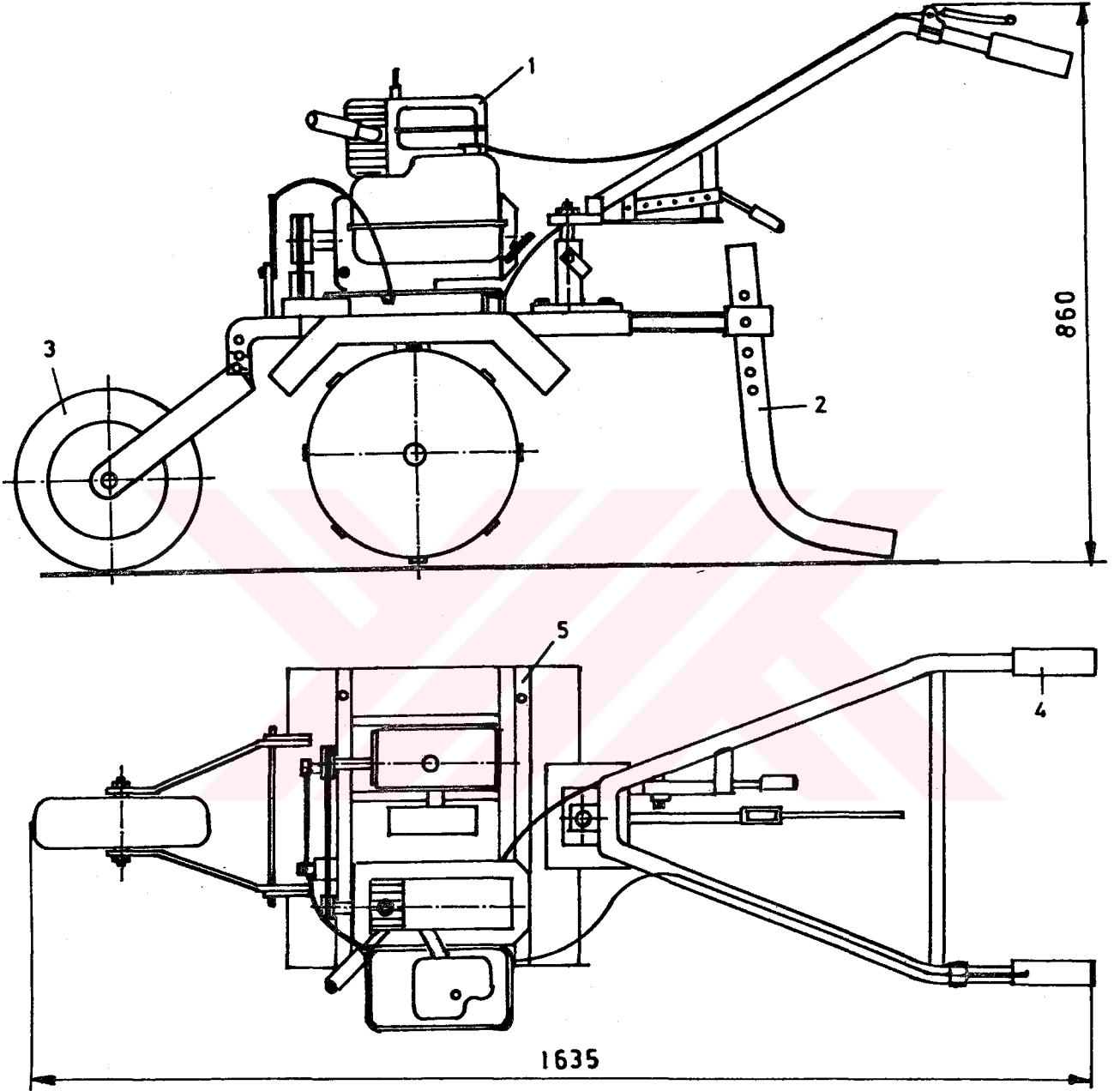
- ANONYMOUS, 1981. Rotary Soil Working Machines Construction, Calculation and Design
- DİLMAÇ, M., 1984. Toprak işleme Aletlerinin Teori, Hesap ve Konstrüksiyonu. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları. Yayın no: 36, Ankara.
- GÖKÇEBAY, B., 1986. Tarım Makinaları I. Ders Kitabı. A.Ü.Z.F. Yayınları. Yayın no: 979, Ankara.
- KADAYIFÇILAR, S., 1973. Memleketimiz Şartlarına Uygun Üniversal Tip Tek Akslı Traktör Prototipi Geliştirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- KADAYIFÇILAR, S., 1981. Küçük Güçlü Traktörlerin Özellikleri. 6. Tarımsal Mekanizasyon Semineri. i.T.Ü. Makina Fakültesi Ziraat Makinaları Enstitüsü, s.27-35, İstanbul.
- KURTAY, T., 1981. Dünyada Küçük Güçlü Traktörün Yeri. 6. Tarımsal Mekanizasyon Semineri. i.T.Ü. Makina Fakültesi Ziraat Makinaları Enstitüsü, s.13-26, İstanbul.
- MURAT, H., 1966. Les Motoculteurs. Editions Pierre Fanlac. Sofrimed S.A. Bordeaux.
- NIEMANN, G. (Yazan), HARZADIN, G. ve YURDAKONAR, S. (Çevirenler). 1973. Makina Elemanları, Cilt I, II, III, IV. Fon Matbaası, Ankara.
- SCHILLING, E., 1962. Landmaschinen. Band 2, Maschinen und Geraete für die Bodenbearbeitung, Köln.

SENCER, N. E., 1983. Design and Construction of Garden Type Rotary Tiller. Orta Doęu Teknik Üniversitesi, Ankara.

YAVUZCAN, G., TUNALIGİL, B. G., HARZADIN, G., DİNÇER, H. ve M. A. EROL, 1971. Tarım Alet Makinaları El Kitabı (I). Kanaat Matbası, Ankara,



## EK-1 MOTORLU ÇAPANIN GENEL GÖRÜNÜŞÜ VE ÖLÇÜLERİ

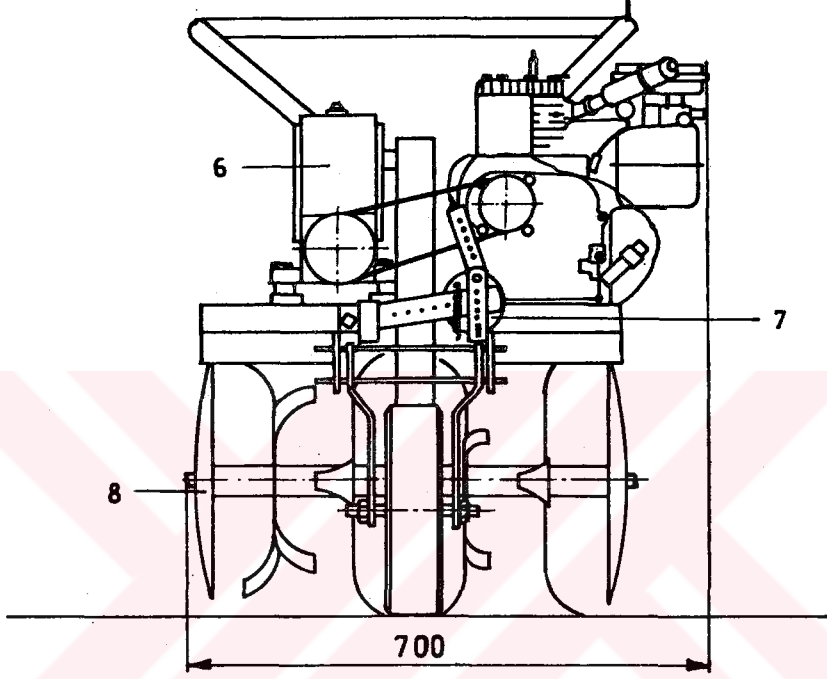


- 1- Motor
- 2- Derinlik Ayar Laması
- 3- Tekerlek
- 4- Dümenleme Kolları
- 5- Çatı

ÖLÇEK: 1/10



## EK-2 MOTORLU ÇAPANIN GENEL GÖRÜNÜŞÜ VE ÖLÇÜLERİ (DEVAM)



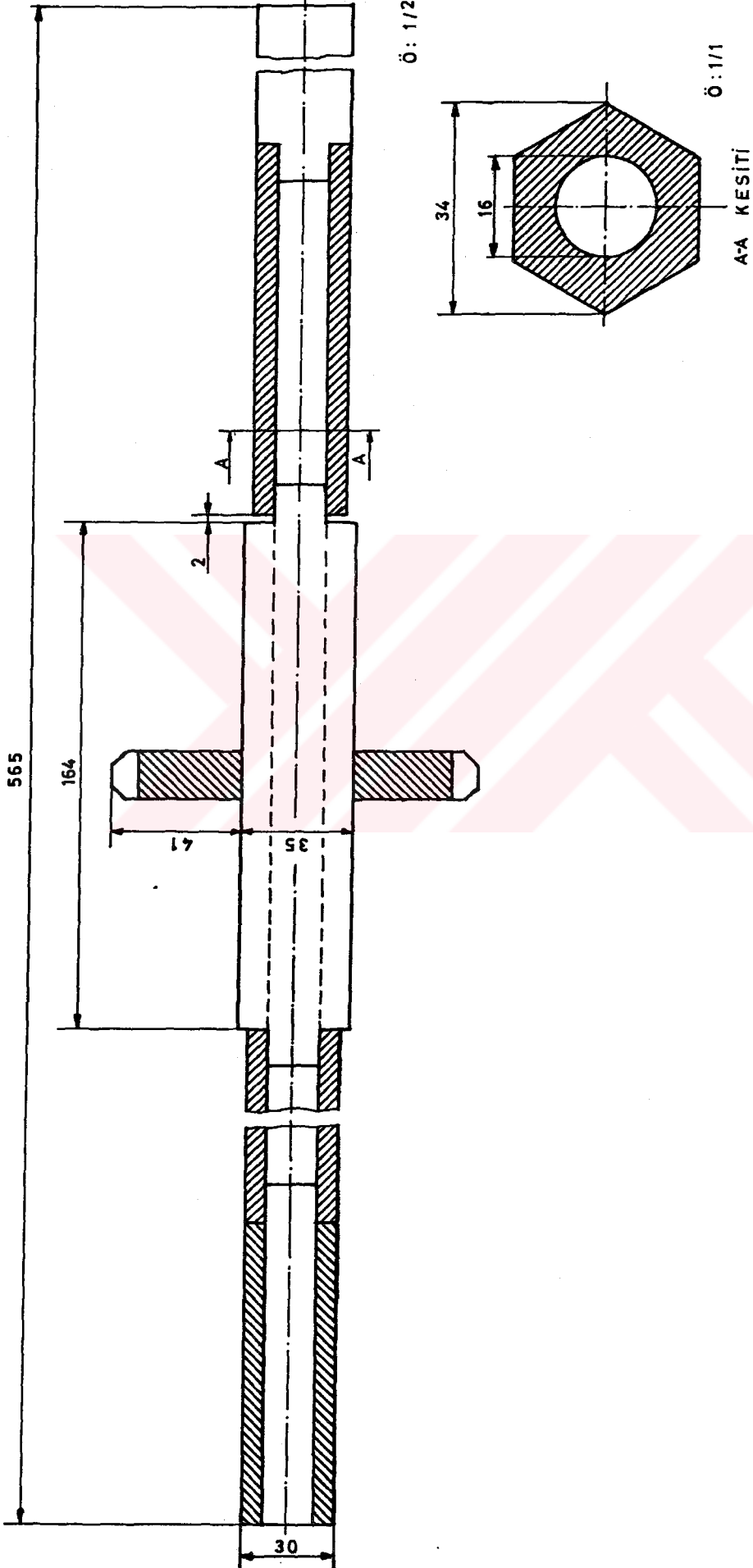
ÖLÇEK : 1/10

6— Dişli Kutusu

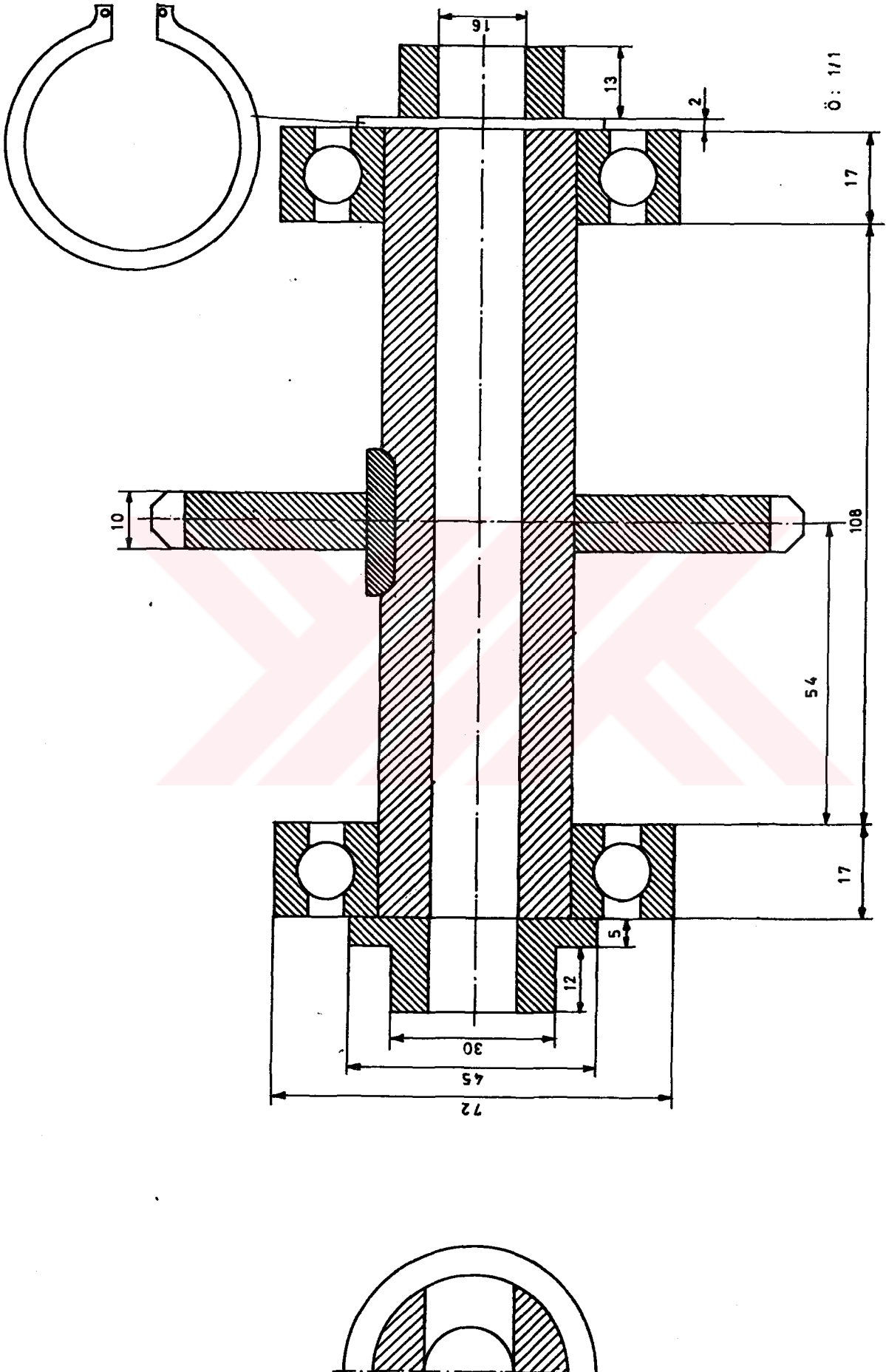
7— Kavrama

8— Kesici Ünite

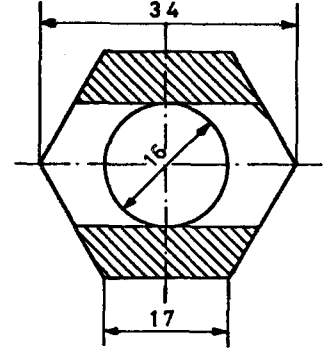
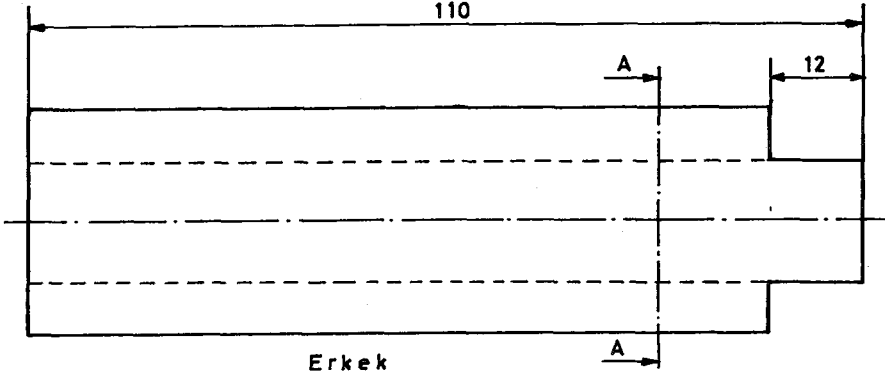
EK-3 BIÇAK GRUBU MİLİ



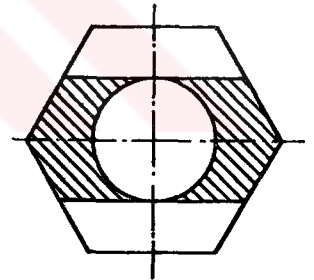
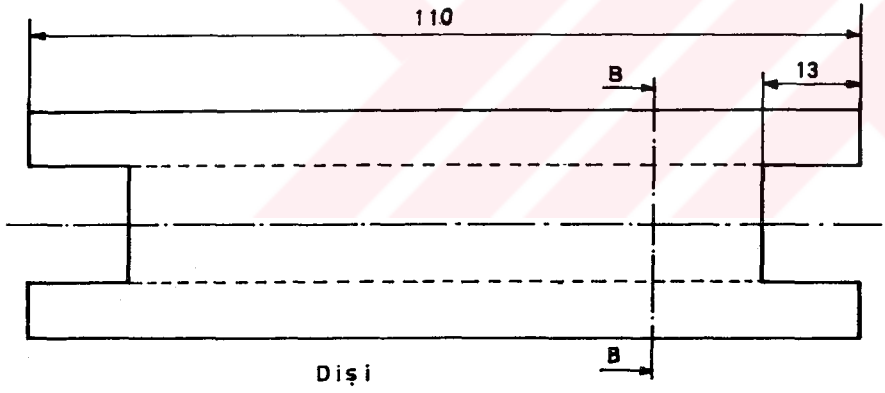
## EK-4 ZİNCİR DİŞLİSİ MİLİNİN YATAKLANDIRILMASI



## EK-5 BIÇAKLARA HAREKET VEREN MİL KOVAN GRUPLARI



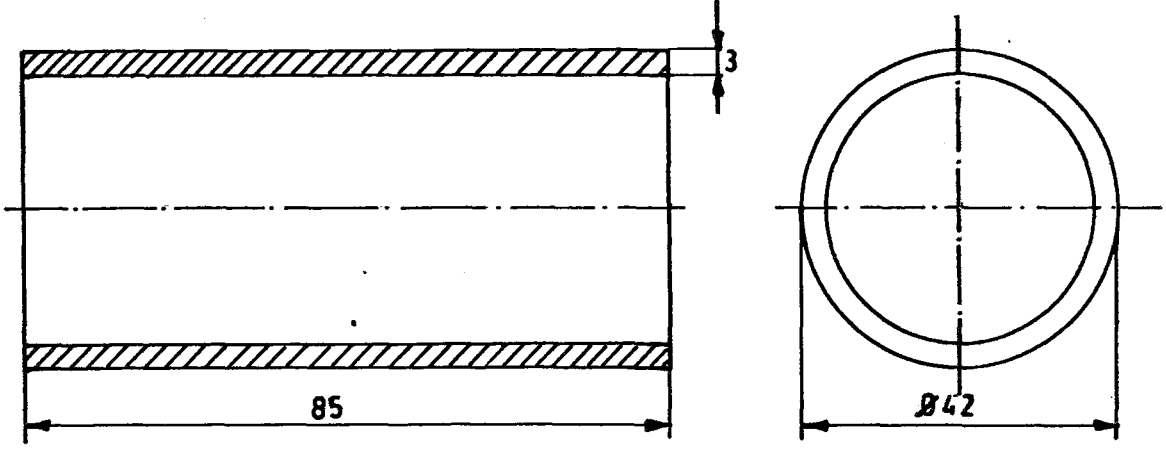
A-A KESİTİ



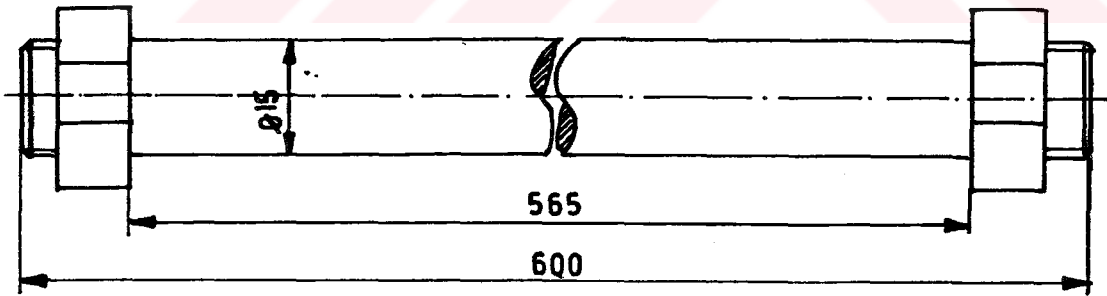
B-B KESİTİ

Ö : 1/1

## EK-6 BIÇAK MİLİ ARA KOVANI VE BIÇAK GRUPLARI TOPLAMA MİLİ

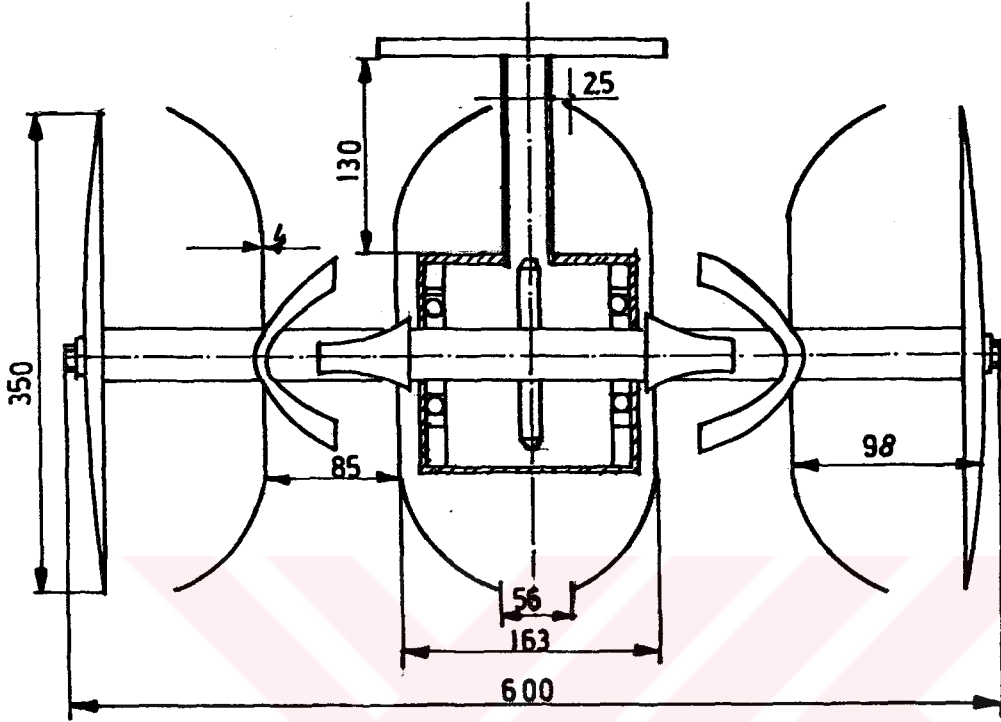


ÖLÇEK : 1/1

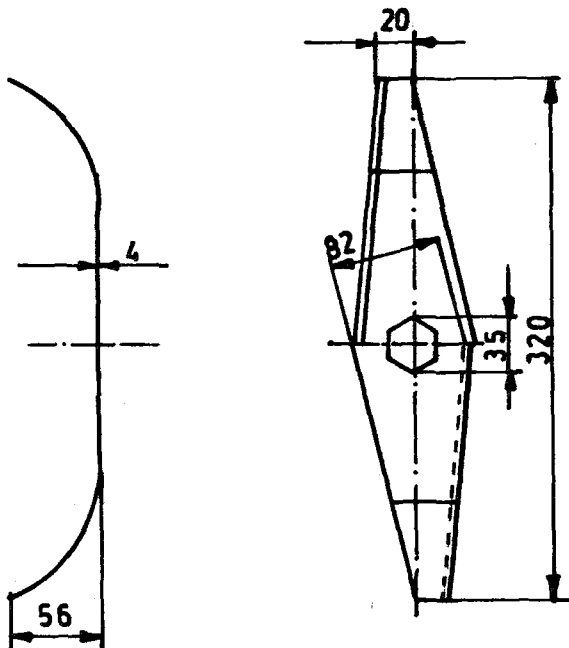


ÖLÇEK : 1/1

## EK-7 BIÇAKLARIN MİLE MONTAJI VE BIÇAK ÖLÇÜLERİ

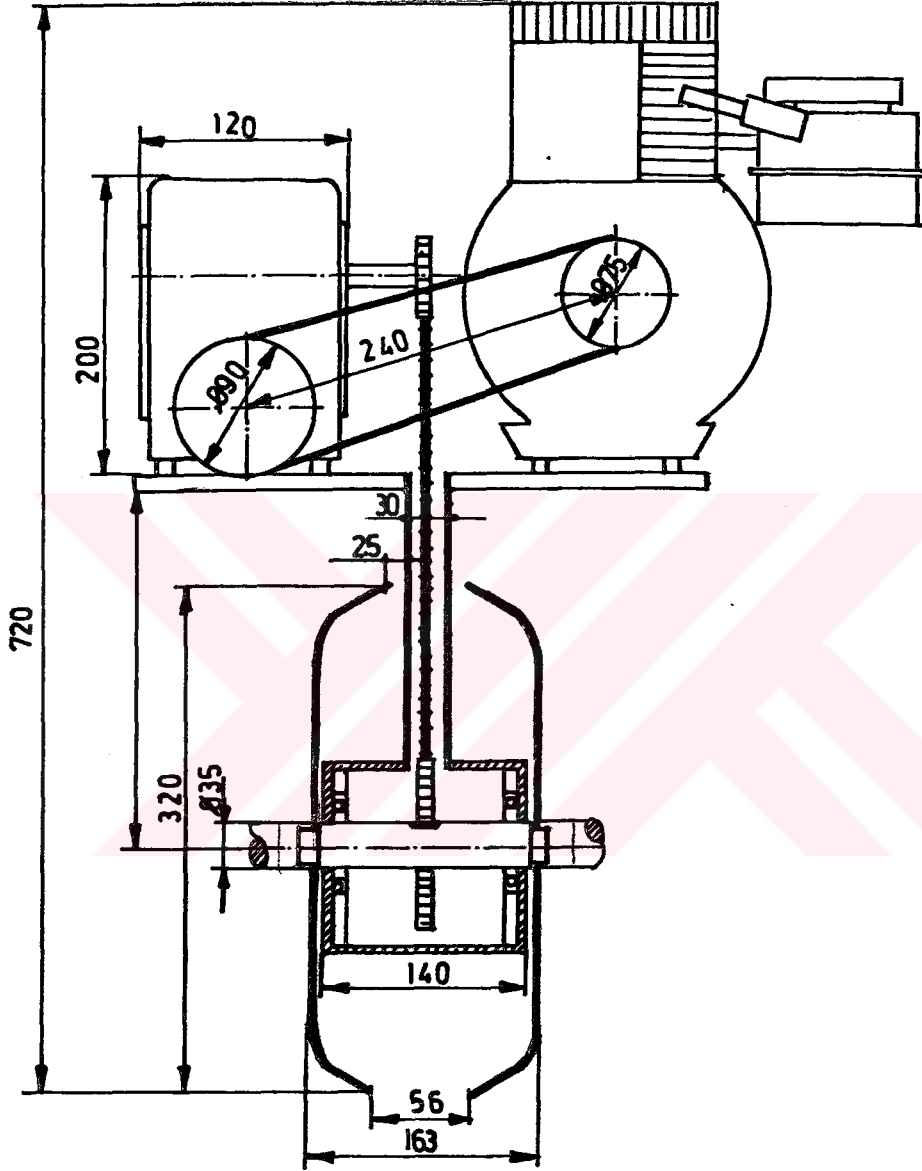


ÖLÇEK: 1/5



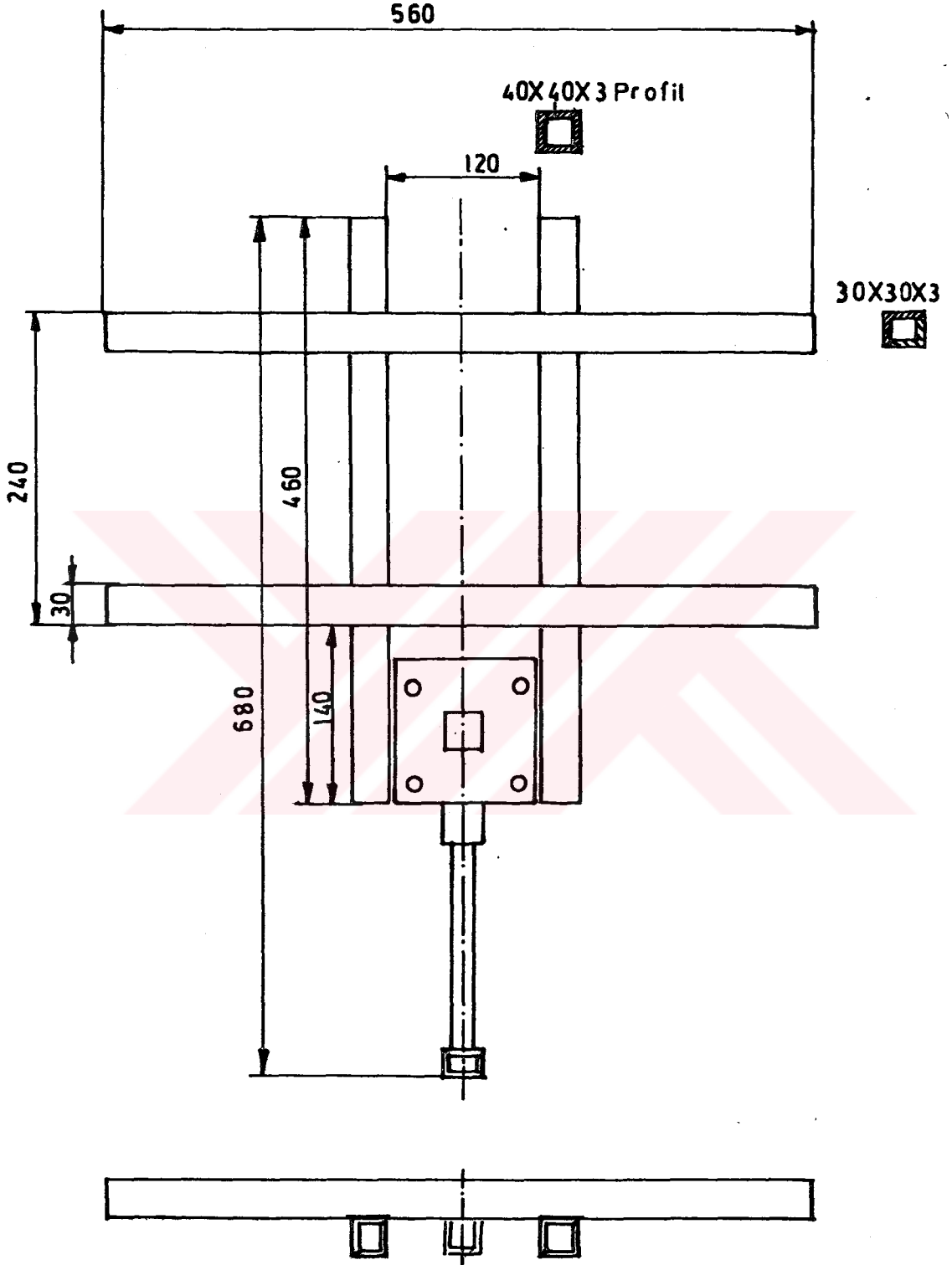
ÖLÇEK: 1/5

## EK-8 ZİNCİR DİŞLİ MUHAFAZASI VE HAREKET İLETİM SİSTEMİ



ÖLÇEK: 1/5

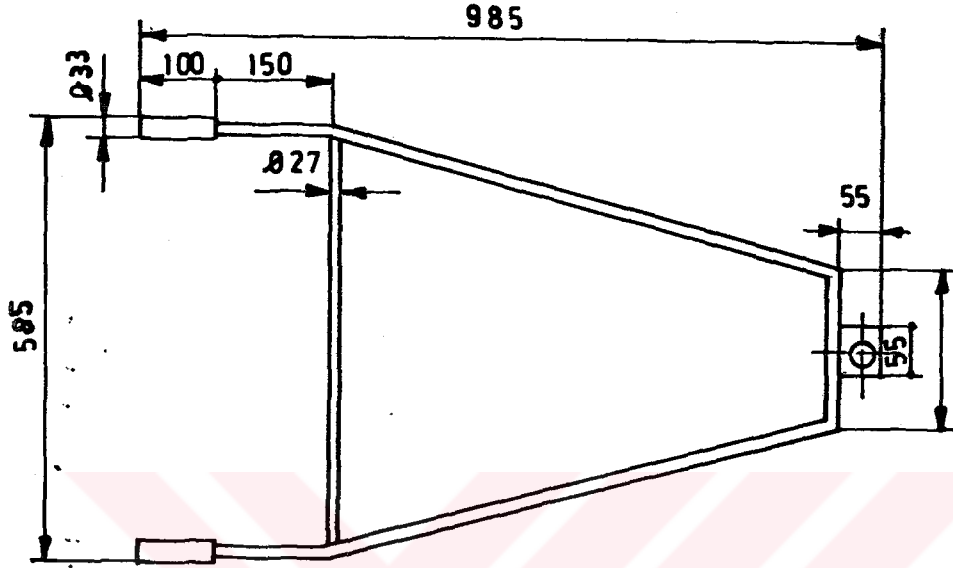
## EK-9 ÇATI



ÖLÇEK: 1/5



## EK-10 DÜMENLEME DÜZENİ



ÖLÇEK : 1/10

**ÖZGEÇMİŞ**

1966 yılında Ankara´da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Ankara´da tamamladı. 1983 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü´nden 1987 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu.

1988 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Elazığ il Müdürlüğü´nde Ziraat Mühendisi olarak başladığı görevine, halen aynı Bakanlığa bağlı Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü´nde devam etmektedir.

