

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FINDIK DÖVME MAKİNESİ TASARIMI VE İMALATI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih Burçin GÜRARSLAN

(201392091027)

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. HACI ALİ ERTAŞ

SİVAS

ŞUBAT - 2016

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve Jürimiz tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez danışmanı: Yrd.Doç.Dr. HACI ALİ ERTAŞ

Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyeleri:

ONAY

Bu tez çalışması tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen veya yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Fatih Burçin GÜRARSLAN, 2016

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

21.01.2016

Fatih Burçin GÜRARSLAN

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Hacı Ali Ertaş'a desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma boyunca bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, literatür çevirileri ve yazılımlarda yardımcı olan Prof. Dr. Necla Çağlarırnak'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında bana her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen, başta Tuğba Güngör Ertuğral olmak üzere Şebinkarahisar MYO öğretim elemanları mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezdeki makinenin tasarım çalışmalarında bana işyerini açan manevi desteklerini esirgemeyen Mustafa Coşkun'a, ve bana yardımcı olan Şebinkarahisar MYO, Mekatronik Programı öğrencilerime başta Soner Yazıcı olmak üzere teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde yardımcı olan annem ve babama, özellikle fedakarlık ve sabırla en yakınımda olan, benden emeklerini hiç bir zaman esirgemeyen sevgili anneme en içten, en kalbi duygularıyla teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

FINDIK DÖVME MAKİNESİ TASARIMI VE İMALATI

Fatih Burçin GÜRARSLAN

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ

2016, 85+xvii sayfa

Geleneksel fındık helvası imalatının terk edilerek, endüstriyel üretime geçilmesi ile fındık helvasının fabrikasyon seri imalatından kaynaklanan ve ezme makinelerinin sebep olduğu lezzet kalitesi kayıpları meydana gelmiştir.

Geleneksel ahşap elemanlarla insan gücünün kullanıldığı fındık dövme üretiminde lezzet kalitesi daha üst seviyelerdedir.

Bu amaçla geleneksel üretim modellerini makineleştirebilecek bir çalışma hedeflenmiştir. Tasarımı yapılan dövme makinesinin farklı tokmak uçları ve farklı vurma kuvvetleri ile fındık helvası üretim deneyleri yapılarak istenen lezzet kalitesinde fındık helvası üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fındık ezmesi, Fındık helvası, Dövme makinesi, Dizayn, Tasarım, Mekanik hesaplamalar.

ABSTRACT

CONSTRUCTION AND MANUFACTURING OF HAZELNUT CRUSHING MACHINE

Fatih Burçin GÜRARSLAN

Master Of Science Thesis, Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ

2016, 103 pages

It was happened taste losses with passing the industrial production of hazelnut halva by leaving the traditional hazelnut manufacturing thus originated from serial production and because of paste machines. traditional wooden

The taste quality is upper level in the devices with traditional wooden material with using human power.

It was focused to the project that will be mechanized traditional production models. Production of hazelnut halva was established in desirable hazelnut quality by making hazelnut halva experiments with different tip strikers and different impulse powers of constructed dövme machine.

Key words: Hazelnut paste, hazelnut helva, impulsing machine, design, construction, mechanical calculations.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
SİMGELER DİZİNİ	XIII
KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1 Genel Çalışmalar	3
2.2 Fındık Helvası Üretimi	8
2.2.1 Dövme Sistemleri	8
3. FINDIK DÖVME MAKİNESİ TASARIMI	10
3.1 Fındık Dövme Makinasının AR-GE Çalışmaları	10
3.1.1 FDM nin birinci tasarımı	10
3.1.2 Birinci tasarımda görülen eksiklikler	11
3.1.3 FDM nin ikinci tasarımı	12
3.1.4 İkinci tasarımda görülen eksiklikler	12
3.1.5 FDM nin üçüncü tasarımı	13
3.1.6 Üçüncü tasarımda görülen eksiklikler	13
3.1.7 FDM nin dördüncü tasarımı	14
4. FDM NİN ELEMANLARININ PROJELENDİRİLMESİ	18
4.1 Eleman Listesi	18
4.1.1 Tokmak ucu	20
4.1.2 Tokmak kolu	21
4.1.3 Yük kolu	22
4.1.4 Denge kolu	23
4.1.5 Yük kolu aksı	24
4.1.6 Denge kolu aksı	25
4.1.7 Denge kolu sabit aksı	26
4.1.8 Yük kolu sabit aksı	27
4.1.9 Tahrik mili	28
4.1.10 Volan	29
4.1.11 Tekerlek desteği	30
4.1.12 Tekerlek aksı	31
4.1.13 6005 rulman yatağı	32
4.1.14 Gövde	33
4.1.15 Ayak	34
4.1.16 Tekerlek	35
4.1.17 Redüktör	35
4.1.18 Elektrik motoru	36
5.TASARIM HESAPLAMALARI	37
5.1 Kinematik Ve Dinamik Hesaplar	37
5.1.1 Geleneksel fındık dövme düzeneğinin yapısı ve parametreleri	37

5.1.2 FDM de vurmaya etkili uzuvların kütle ve ağırlıkları.....	39
5.1.3 FDM moment hesabı	42
5.1.4 Motor dönme hızı hesabı.....	44
5.1.5 Enerji hesabı.....	47
5.1.6 Güç hesabı	49
5.2 Mukavemet Ve Makine Elemanları Hesapları.....	53
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	61
7. KAYNAKLAR.....	63
EKLER	66
EK: Fındık Dövme Makinesinin Fotoğraf Ve Teknik Resimleri.....	66
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1 Fındık dövme.	2
Şekil 2 Biokütle briketleme makinesi.	3
Şekil 3 Çekiçli değirmen.	7
Şekil 4 Bazı fındık çeşitlerinin genel görünümü.....	9
Şekil 5 Dört kol mekanizması tasarımı.	10
Şekil 6 Kulis mekanizması tasarımı.....	11
Şekil 7 Hidrolik veya pünömatik takrikli tasarım.	12
Şekil 8 Serbest düşme düşüncesiyle ilk tasarım.	13
Şekil 9 Tekerlek dönme yönünü değiştirerek ani yüklenmeyi azaltma.	14
Şekil 9.1 Tekerlek yolu olmayan.....	14
Şekil 9.2 Tekerlek yolu eklenmiş	14
Şekil 10 Tekerlek-volan düzeneği.....	15
Şekil 11 Tekerlek-volan düzeneğinin yük kolu altına alınması	15
Şekil 12 Tekerlek yatakları.	16
Şekil 13 FDM' nin ana paçaları.....	17
Şekil 14 FDM'nin elemanları.....	18
Şekil 15.1 Metal tokmak ucu.....	20
Şekil 15.2 Ahşap tokmak ucu	20
Şekil 15.3 Tokmak ucu.	20
Şekil 16 Tokmak kolu.	21
Şekil 17 Yük kolu.	22
Şekil 18 Denge kolu.....	23
Şekil 19 Yük kolu aksı.	24
Şekil 20 Denge kolu aksı.	25
Şekil 21 Denge kolusabit aksı.	26
Şekil 22 Yük kolu sabit aksı.	27
Şekil 23 Tahrik mili.....	28
Şekil 24 Volan.....	29
Şekil 25 Tekerlek desteği.	30
Şekil 26 Tekerlek aksı.	31
Şekil 27 6005 rulman yatağı.	32
Şekil 28 Gövde.	33
Şekil 29 Ayak.	34
Şekil 30 Tekerlek	35
Şekil 31 Redüktör.	35
Şekil 32 Elektrik motoru.	36

Şekil 33	Geleneksel fındık dövme.	37
Şekil 34	FDM de vurmaya etkili uzuvlar.	39
Şekil 35	Yük kolu ağırlığı.	40
Şekil 36	Denge kolu ağırlığı.....	40
Şekil 37	Yük kolunun tokmağa ağırlık etkisi.	42
Şekil 38	Denge kolunun tokmağa ağırlık olarak etkisi.	42
Şekil 39	Toplam tokmak vurma ağırlığı (FGT).	43
Şekil 40	Tokmağın bir strokta oluşturduğu enerji.	45
Şekil 41	İki tekerlekli tasarımda tekerlek strok süreleri.....	46
Şekil 42	Tokmağın kalkış hızı.	48
Şekil 43	Tokmağa uygulanması gereken kuvvet.	49
Şekil 44	Yük koluna uygulanması gereken kuvvet.	49
Şekil 45	Mafsala gelen kuvvet.	50
Şekil 46	Tahrik milinde oluşan burulma momenti.	51
Şekil 47	Tekerlek aksı.	53
Şekil 48	Tahrik mili eğilme momenti.	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1 Ülkelere göre dünya kabuklu fındık üretim alanları.....	4
Çizelge 2 Türkiye’de bölgelere göre fındık dikim alanları.....	5
Çizelge 3 Projede tasarlanan fındık helvası üretim akış şeması.....	8
Çizelge 4 FDM maliyet çizelgesi.....	60

SİMGELER DİZİNİ

h	Geleneksel yöntemde tokmağın ölçülen yerden yükseklik değeri , m
g	Yerçekimi ivmesi, m/sn ²
t	Geleneksel yöntemde tokmağın yere düşme süresi, sn
V	Geleneksel yöntemde tokmağın düşme hızı, m/sn
M₁	Tokmak kütlesi, kg
G₁	Tokmak ağırlığı, N
M₂	Yük kolu kütlesi, kg
G₂	Yük kolu ağırlığı, N
M₃	Denge kolu laması kütlesi, kg
G₃	Denge kolu laması ağırlığı, N
M₄	Denge kolu pimi kütlesi, kg
M₅	Yük kolu pimi kütlesi, kg
M₆	Tokmak ucu kütlesi, kg
M₇	Pul kütlesi (20mm,4 adet), kg
MT₁	Toplam tokmak kütlesi, kg
GT₁	Toplam tokmak ağırlığı, N
GT₂	Yük kolunun tokmağa ağırlık etkisi, N
GT₃	Denge lamasının tokmağa ağırlık etkisi, N
FGT	Toplam tokmak vurma ağırlığı, N
n	Tahrik mili dönme hızı, d/dak
h₁	Tokmak düşme yüksekliği, m
t₁	Tokmak düşme süresi, sn
t₂	Tahrik milinin bir devir süresi, sn
V₁	Tokmağın düşme hızı, m/sn
E	Geleneksel yöntemde tokmağın potansiyel enerjisi, kg m ² /sn ²
E₁	FDM tokmağının potansiyel enerjisi, kg m ² /sn ²
m	Geleneksel yöntemde kullanılan tokmağın kütlesi, kg
m₁	FDM nin tokmak kütlesi, kg
t₃	Tokmağın bir strok boyunca hareketi için ana milin yaklaşık 65° dönmesi gerekir. Bu dönme için gereken zaman (Tokmağın 360 mm yükselmesi için gerekli zaman), sn
W	Açısal hız, rad/sn
V₂	Tekerleğin ana yük koluna ilk temas noktasındaki hızı, m/sn
Vt	Tokmağın kalkış hızı, m/sn
a	FDM tokmağının yükselme ivmesi, m/sn ²
F_t	Kalkışta tokmağa uygulanması gereken kuvvet, N
F_k	Kalkışta yük koluna uygulanması gereken kuvvet, N
F_m	Mafsalsal kuvveti, N
F_{mSA}	A noktasındaki sürtünme kuvveti, N
F_{mSB}	B noktasındaki sürtünme kuvveti, N
F_{mSC}	C noktasındaki sürtünme kuvveti, N
F_{top}	Tekerleğe gelen toplam kuvvet, N
M_b	Tahrik mili burulma momenti, Nmm
P_ç	Çıkış gücü, kW
η_r	Redüktör verimi
η_m	Motor verimi
P_m	Motor gücü, kW
σ_K	Kopma gerilmesi, N/mm ²
σ_{AK}	Akma gerilmesi, N/mm ²
σ_e	Eğilme gerilmesi, N/mm ²

σ_{em}	Emniyet gerilmesi, N/mm ²
S	Çelikler için emniyet katsayısı
M_e	Eğilme momenti, Nmm
d	Aks çapı, mm
d_m	Muylu çapı, mm
S_{he}	Hesaplanan Emniyet Katsayısı
S_{GER}	Malzeme Emniyet Katsayısı
W_e	Eğilme Direnç Momenti, mm ³
$d_{iç}$	Muylu iç çapı, mm
$d_{dış}$	Muylu dış çapı, mm
τ_{em}	Kesme emniyet gerilmesi, N/mm ²
τ_k	Kesme etkisinde kopma gerilmesi, N/mm ²
τ_{AK}	Kesme etkisinde akma gerilmesi, N/mm ²
τ_b	Burulma gerilmesi, N/mm ²
A	A-A Kesit alanı, mm ²
F_A	A alanına etkiyen kuvvet, N
W_p	Polar direnç momenti, mm ³
$M_{eğ}$	Tahrik mili eğilme momenti, Nmm
M_B	Bileşik Moment, Nmm
d_{mil}	Tahrik mili çapı, mm
σ_D	Mukavemet sınırı, N/mm ²
σ_D^*	Sürekli mukavemet sınırı, N/mm ²
q	Çentik hassasiyet faktörü
$K_{ç}$	Çentik faktörü
K_t	Teorik Çentik Faktörü
K_y	Yüzey Pürüzlüğü Faktörü
K_b	Boyut Faktörü
σ_B	Birleşik gerilme, N/mm ²

KISALTMALAR DİZİNİ

FDM: Fındık dövme makinesi

1. GİRİŞ

Giresun ili Şebinkarahisar ilçesinde yoğun bir şekilde üretilen fındık helvasının, lezzet ve kıvamının bozulmadan üretiminin yapılması geleneksel damak tadının korunması açısından önemlidir. Bu amaçla, proje konusu olarak geleneksel damak tadını ve kıvamını verecek bilinen seri imalat makinelerinin dışında bir makine dizaynının yapılması seçilmiştir.

Fındık helvasının geleneksel üretiminde 2/3 oranında fındık ve 1/3 oranında pudra şekeri kullanılır. Dövme işlemi ahşap kütük içerisinde fındık ve şeker karışımının demir tokmakla dövülerek yapılır. Öncelikle fındığın tamamı ahşap kütükte yağı çıkana kadar dövülür. Ardından pudra şekeri konur ve homojen karışım olana kadar dövmeye devam edilir (Şekil 1).

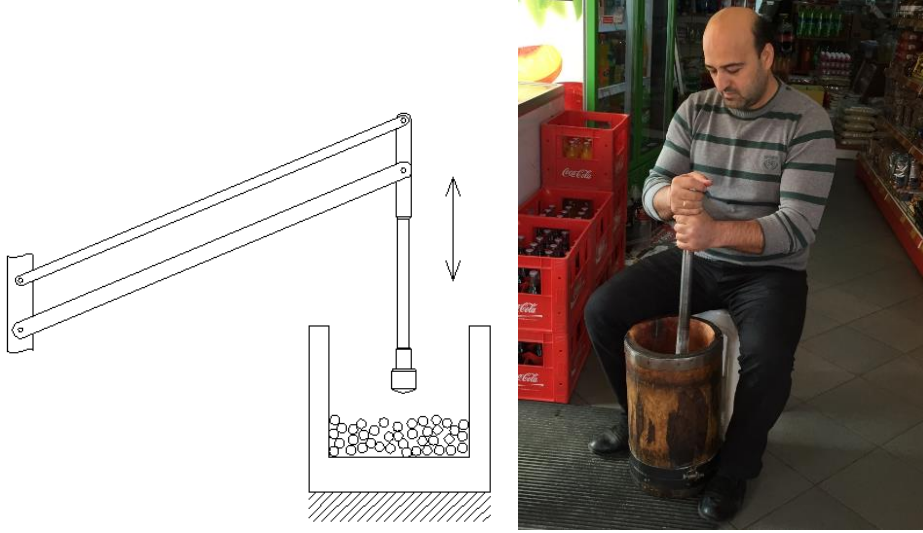
Bu çalışmanın ön hazırlığı olarak literatür taraması ve bunların incelenmesi yapılmıştır. Daha sonra fındık helvası üretim tesisleri gezildi. Hem yapılan literatür taramalarında hem de tesislerin incelenmesinde iki çeşit imalat yönteminin kullanıldığı görüldü.

Karşılaşılan ilk ve en çok kullanılan yöntem Biokütle Briketleme Makineleridir. Bu yöntemle fındık helezonlardan sonra ezilerek ince deliklerden geçmeye zorlandığı görülmüştür.

İkinci yöntemde ise yüksek hızda dönen bıçaklarla biokütle parçalanmaya ve ufalanmaya bırakılmıştır.

Bu araştırma sonucunda endüstriyel üretimde serbest düşme düzeneği ile çalışan fındık dövme makinesine ait bir çalışma görülmemiştir.

Son yıllarda geleneksel gıdaların modern mekanik sistemlerle üretimleri önem kazanmıştır. Gıdaların fonksiyonel özellikleri, lezzet ve gıda güvenliği gibi faktörler başta olmak üzere orijinal özellikleri bozulmadan bu ürünlerin gıda sanayine kazandırılmaları hedeflenmektedir. Ancak ürünlerin özelliklerinden dolayı geliştirilen makinelerde orijinal olduğundan, literatürde benzer çalışmalara rastlamak oldukça güç olup, çalışma ilgili genel literatür bilgisi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1: Fındık dövme.

Geleneksel fındık dövme düzeneği Şekil 1’de görülmektedir. Şekil 1’den görüldüğü gibi kol kuvvetine dayalı bir imalat yöntemi olduğu için çok yorucu ve zaman alıcı bir işlemdir. Ayrıca bu sebepten dolayı maliyette artmaktadır. Fındık helvası imalatının insan gücünden kurtarılması gerekmektedir.

Mühendislik, matematik mantık bilim teknoloji ve ekonomi bilgilerini temel alan becerilerin uygulanmasına gereksinim duyan insan aktivitesinin bir alanıdır(Komble ve Tembe, 2013).Mühendislik bilimi yetenek bilgisinin problem çözme kapasitesinin ve düşünme yeteneklerinin gelişimine katkıda bulunmalıdır. Mühendislik eğitiminin ana hedeflerinden bir tanesi problem çözümünde, mekanik sistemlerin geliştirilmesinde makine dizaynında en temel bilgi kullanımlarını sağlayan mühendislik eğitimleri vermektir (Reif ve ark., 1981;McDermott ve ark., 1990;Heller ve ark.,1992).

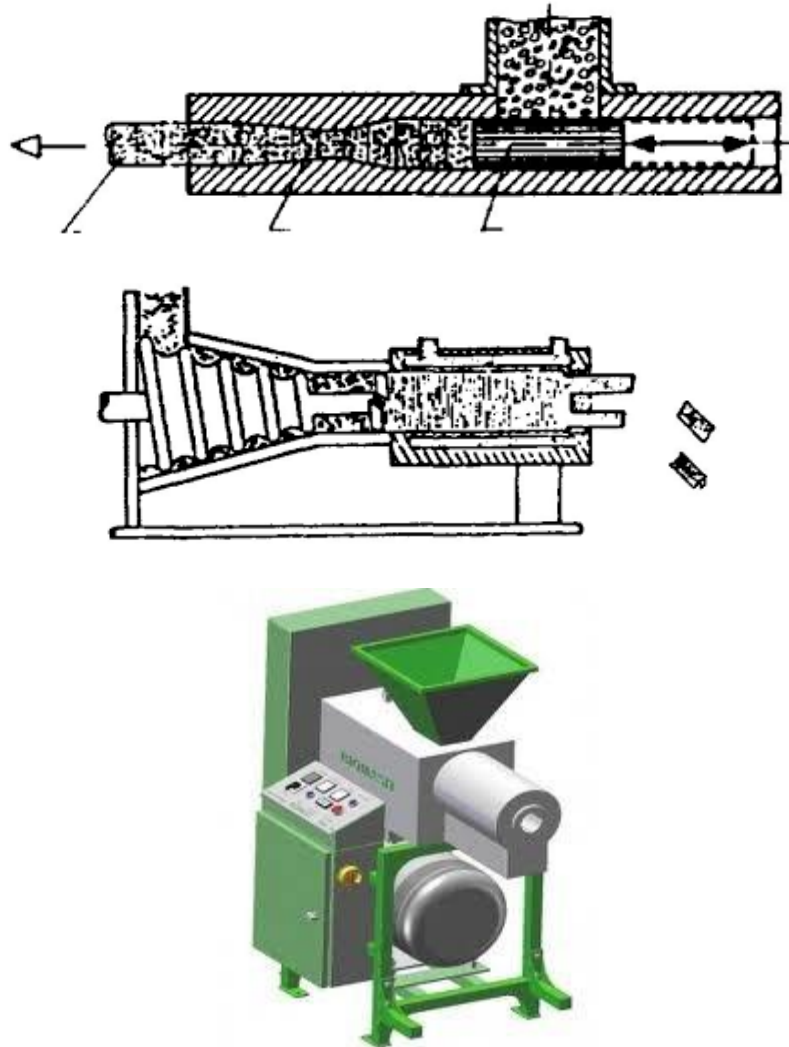
Gıda sanayinde inovasyon dinamiklerinin değerlendirilmesi (Sarkar ve Costa,2008) tarafından irdelenmiştir. Gıda işleme endüstrisi nispi olarak oluşmuş ve iş alanında yavaş büyüyen araştırma geliştirme yatırımlarının düşük olduğu, büyük oranda inovasyon tarzında geleneksel sistemlerin pazara girdiği tipik endüstri dalıdır. Bununla beraber yakın zamandaki hem gıda tedariki hem de gıda talebi durumundaki değişimler.Rekabet edilebilirlik seviyesinin herhangi bir artışı ile birlikte sadece kaçınılmaz bir toplam çalışma değil aynı zamanda tarıma dayalı iş kolunda karlılık sağlanabilmesi için artan oranda elzem icraatlar oluşmaktadır (Costa ve Jongen,2006).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Genel Çalışmalar

Fındık(*Corylus spp.*) Türkiye'nin önemli ihraç tarım ürünlerinden biridir.Türkiye dünyada ortalama fındık üretiminin %74'ünü gerçekleştiren önemli lider ülkelerden biridir.İtalya %16,ABD%4,İspanya%3 oranlarında dünya fındık üretimini Türkiye'den sonra karşılayan ülkelerdir(Seyhan ve ark.,2007;Xu ve Hanna,2010).

Briketleme ile yapılan fındık helvası imalatı izlenmiş,2 saatte yaklaşık 35 kg üretim yapıldığı görülmüştür.İlk yapılan FDM nin kapasitesi 1-1.5 saatte 5 kg tahmin edilmiştir. Fındığın briketleme makinesinden bir kez geçirilmesi ile fındık ezmesi,iki kez geçirilmesi ile de fındık helvası için gerekli fındık püresi elde edilmektedir.Sonrasında,elde edilen püre mikserde pudra şekeri ile karıştırılmaktadır. Bu yöntemde işlem süresi kısadır.Ancak FDM'nin kapasitesi artırılıp aynı kapasiteye erişilebilir.



Şekil 2: Biokütle briketleme makinesi.

Briketlemede yapılan ürün sürekli metal yüzeylerle temasta kaldığı için fındık helvasından metal tadı gelmektedir (Kürklü ve Bilgin, 2005).FDM de bu tadın olmaması için Dövme kütüğü ve

tokmak ucu imalatında ahşap malzeme kullanılmıştır. Biokütle briketleme makinesi Şekil 2’de görülmektedir.

Sert kabuklu meyve türleri arasında yer alan fındık(Corylus velle na L.) botanikte, Fagales takımının, Betulacca familyasının Craylus cinsi içerisine girmektedir (Salı,1999).

Yapılan çalışmalar,fındığın yaklaşık 2300 yıl önce Karadeniz kıyılarında kültüre alındığını ve son 600 yılından beri Türkiye’den diğer ülkelere ihraç edildiğini ortaya koymuştur(Evcin,2011).

Türkoğlu’na(1961) göre fındık, dünyada,36°-41° enlemleri arasında yetişebilen ve kendine özgü iklime ihtiyaç duyan bir bitki çeşididir.Kıyılardan en çok 30 km içerlerde ve yüksekliği 750-800 m’yi geçmeyen yerlerde yetiştirilebilmektedir.Fındığın yabani çeşitleri Kuzey Yarım Kürenin ılıman iklim kuşağında hemen her bölgede yetiştirilirken,Kültür çeşitleri ise başlıca Türkiye,İtalya,İspanya,ABD,Ermenistan,Ukrayna,Portekiz,Romanya,Fransa ve Çin gibi ülkelerde yetiştirilmektedir (Memiş,2007).

Çizelge 1’ de ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretimi verilmiştir.

Çizelge1: Ülkelere göre dünya kabuklu fındık üretim alanları (Memiş,2007)

Üretim alanı (Ha)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Türkiye	548.000	550.000	563.000	572.000	584.000	620.000	632.000	640.000	640.800
İtalya	68.185	68.225	68.200	67.500	67.750	68.250	68.500	69.403	70.526
İspanya	21.000	21.780	21.250	20.600	20.400	20.000	20.000	20.000	20.000
A.B.D.	11.300	11.300	11.330	11.500	11.460	11.460	11.460	11.500	11.600
İran	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.250	9.500
Çin	8.500	8.600	8.600	8.500	8.500	8.600	8.600	8.700	8.800
Fransa	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	3.000
Azerbaycan	16.000	17.000	17.800	17.970	17.970	18.250	17.500	17.500	17.500
Yunanistan	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Kırgızistan	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.400	1.500
Gürcistan	7.250	7.500	8.000	8.430	8.700	9.000	9.250	9.500	9.600
Diğerleri	24.000	25.000	23.000	26.000	27.000	28.000	27.000	2.700	27.500
Toplam	718.835	724.005	735.780	747.100	760.380	798.160	808.910	818.553	829.326

Türkiye’de fındık üretim alanları doğuda Gürcistan sınırında başlayan ve batıda Kocaeli iline uzanan Karadeniz’in kıyı bölgelerinden oluşmaktadır.Bu gün Türkiye’de fındık üretim alanları, esas olarak iki bölgeye ayrılarak incelenmektedir(Memiş,2007).

1.Standart bölge: Artvin,Rize,Trabzon,Giresun ve Ordu illerini kapsamakta olup,fındık üretimi için en önemli bölge olmaktadır.

2.Standart bölge: Samsun,Sinop,Kastamonu,Zonguldak,Bolu,Sakarya ve Kocaeli illerini kapsamaktadır (Memiş,2007).

Fındık üretimine dair literatürde diğer araştırmalara da rastlanmaktadır.Şöyleki;Anadolu fındık anavatanıdır.En değerli yabani türlerin doğal yayılma alanı ve kültür çeşitlerinin kaynağıdır.Fındık üretimine elverişli geniş ekolojik alanlara ve dünyanın en kaliteli fındık çeşitlerine sahiptir.Diğer taraftan Anadolu,ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği ve fındık ticaretinin yapıldığı ilk yerdir (Turan,2007).

Çizelge 2: Türkiye’de bölgelere göre fındık dikim alanları (Turan,2007)

YIL	ÜRETİM ALANI(HA)	AKÇAKOCA BÖLGESİ	ORDU BÖLGESİ	GİRESUN BÖLGESİ	TRABZON BÖLGESİ	TÜRKİYE TOPLAMI
2001	Alan (Ha)	162.000	226.000	100.000	57.000	545.000
2002	Alan (Ha)	164.600	228.400	100.000	57.000	550.000
2003	Alan (Ha)	167.200	234.400	101.000	60.800	563.000
2004	Alan (Ha)	169.600	237.700	102.600	62.100	572.000
2005	Alan (Ha)	172.000	245.000	103.000	64.000	584.000
2006	Alan (Ha)	181.300	266.000	105.800	66.900	620.000
2007	Alan (Ha)	185.100	274.100	105.800	67.000	632.000
2008	Alan (Ha)	188.200	277.800	106.000	68.000	640.000
2009	Alan (Ha)	190.000	282.400	107.000	68.600	648.000
2010	Alan (Ha)	190.000	292.000	110.000	68.000	660.000

Türkiye’de yetiştirilen fındık çeşitleri meyve şekil ve özelliklerine göre gruplandırılmışlardır.Türkiye’deki fındık çeşitleri üç ana grupta incelenmekle beraber,bu ana fındık grupları kendi içlerinde de farklı cinslere ayrılırlar. Bunlar aşağıda açıklanmıştır(Aktaş,2007).

Yuvarlak fındık: tombul fındık,Palaz fındık,Foşa fındığı,Çakıldak fındık,Kalınkara fındık,Uzunmusa fındığı,Mincane fındığı,Cavava fındığı,Kan fındığı.

Sivri fındık: Sivri fındık,İncekara fındığı,Acı fındık,Kuş fındığı.

Badem fındığı: Yuvarlak Fındık,Yassı fındık,Değirmendere fındığı.

Fındığın besleyici değeri ve biyokimyasal kompozüsyonu oldukça zengin olup, beslenmeye önemli oranda katkıda bulunacak seviyededir(Açkurt ve Ark.,1999; Çağlarımak ve Coşkunseven Batkan,2005;Özdemir ve Akıncı,2004;Xu and Hanna,2010).

Fındığın proksimate kompozüsyonu (g/100g)

Temel bileşenleri (g/100g):

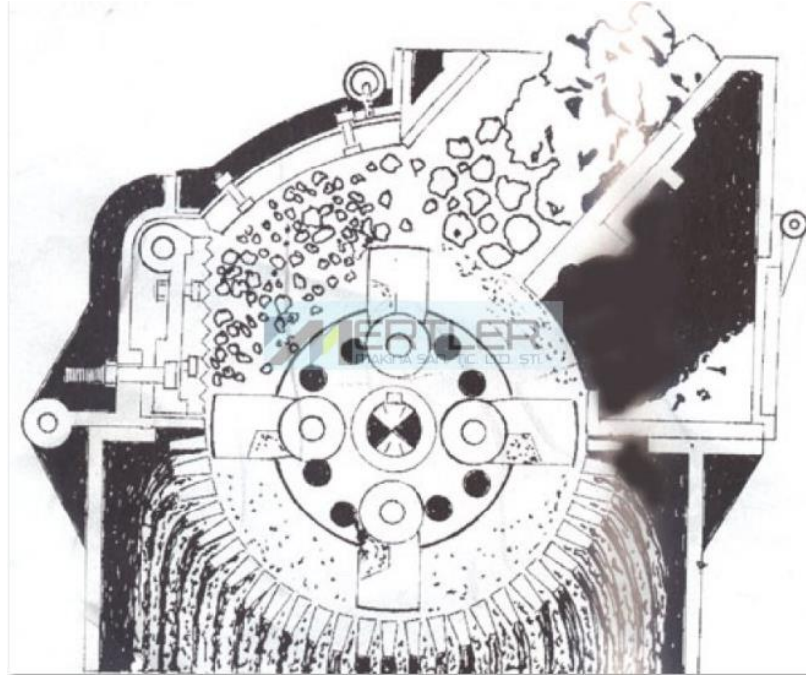
Nem:4,6-Yağ: 62,7-Karbonhidrat:11,6-Protein:16,2-Selüloz:2,7-Kül:2,2Fındığın içindeki vitaminler(mg/100g):B1 Vitamini : 0.33 -B6 Vitamini:0.24 -B2 Vitamini: 0,12 -E Vitamini:31.4Fındığın içindeki mineraller(mg/100g):Demir:5,8-Potasyum:655,3-Bakır:1,3 - Kalsiyum:160,0-Sodyum:2,1-Manganez:5,1-Çinko:2,2-Magnezyum:16.2 (Aktaş,2007).

Literatürde fındık endüstrisi sektörüne ait çalışmalar çoğunlukla fındık kabuğu ve meyvesinin mekanik özelliklerine yönelik çalışmalar ve araştırmalar olup (Saraç ve İnan,2013) tarafından Havalı tip Fındık Kırma Makinesi İmalatı ve Performans Karakteristiklerinin Araştırılması çalışması yapılmıştır.

Bruzzone ve Lango,(2013) tarafından fındık endüstrisi sektöründe bir üretim sisteminin araştırma davranışına yönelik ileri bir modelleme ve simülasyon ekipmanı geliştirilmiştir.Fındık üretim sistemlerinde etkinliği ve simülasyon sonuçlarını test eden,verimli üretim model sistemlerine karar vermeyi gerektiren sistemdir.İleri karar verme ve gerçekleştirme aracı,çoklu performans ölçümleri;hem üretim hatlarını ve inventory sistem performanslarını kapsayan dinamik etkileşimleri anlamaktadır.

Araştırma projesi gıda sanayinde çekiçli değirmen tasarımlarına benzer yapıda makine tasarımı olarak planlanmıştır.Ancak hedeflediğimiz ürün üretimine yönelik benzer araştırma makine tasarım ve dizaynına hemen hemen yapılan literatür taramasında rastlanmamıştır.Ancak(Satake ve ark.,1996) tarafından hububat tanelerinin ezilmesi ve öğütülmesine yönelik dikey çekiçli değirmen modeli tasarlanmıştır. (Satake ve ark.,1996) tarafından gerçekleştirilen ve US 5752664 patent atıf numarası olan pirinç,buğday vb.hububat tanelerinin öğütülmesi ve kepeğinin alınmasını sağlayan hızla dönen silindirlere dikey konumda dizayn edilerek hem öğütme hemde hızlı hava oluğu ile kepek kısmını ayıran çekiçli değirmen örneğidir.

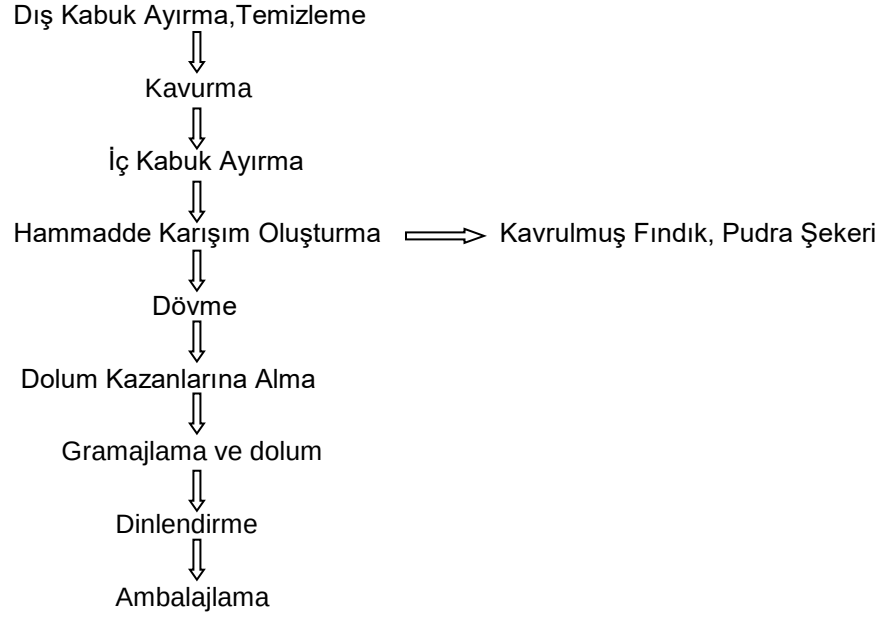
Çekiçli değirmen Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3: Çekiçli değirmen.

2.2 Fındık Helvası Üretimi

Fındık helvası üretim aşamaları Çizelge 3'te verilmiştir.



Çizelge3: Projede tasarlanan fındık helvası üretim akış şeması

2.2.1 Dövme Sistemleri

Kabuğu alınmış fındık meyvesi ağartma,kaplama,kavurma öğütme,ezme ve helva gibi gıda prosesleri uygulanmaktadır (Demir ve ark.,2003).Bundan dolayı fındık işleme makinelerinin daha iyi dizayn edilmeleri ve fındıkla ilgili nispi özellikleri doğru verileri ile sağlamak önemlidir.Fındık meyvesi duyuşal özelliklerine bağlı olarak pastacılık ve çikolata endüstrisinde en önemli hammadelerin birtanesidir (Fallico ve ark.,2003). Fındık meyvesi doymamış yağ asitlerince zengin olup,vitamin E,mineral ve vitaminlerce de zengindir(Özdemir ve ark.,2001a;Çağlarırnak ve Coşkunseven Batkan,2005).Fındık meyvesinin kalite özellikleri,hammadde bazında sonradan uygulanacak olan işlemlerin verimli ve sağlıklı yürütülmesi yönünden önem arzeder.Örneğin:kavurma sıcaklığı ve zamanı renk gelişimi ve acılaşma gibi(Özdemir ve Devres,2000;Özdemir ve ark.,2001b).

Bertocchi (1987), tarafından 4,643,085 Patent numarası ile meyve suyu domates püresi ekstraksiyonu için dikey konumda döner makine tasarlanmıştır. Araştırmada dizaynı planlanan ve gerçekleştirilen dikey yapıda bir tür çekiçli değirmen öğütücü ve ekstraktör makine gıda sanayinde kullanılmaktadır.

Dünyada fındık, fıstık gibi yağlı sert kabuklu meyve ezmeleri yaygın olarak tüketilmekte ve "nut butter" olarak bilinmektedir."Nut butter" ya da fındık kreması,fıstık kreması üreten makineler önceki yıllarda dizayn edilmiş ve üretimde kullanılmıştır.ABD patenti alınmış "fıstık kreması"(Peanut butter) üretimleri için makineler dizayn edilmiştir(Richardson and Frederick 1942).

Patent no: 2,305,467(Davis and Purner,1947).Her iki patent de benzer çalışma prensibine sahip silindir içerisinde döner helezon öğütücüye kavrulmuş fındık yada fıstığı besleme yaparak krema kıvamında üretim yapan yatay öğütücü ve ezme karakteristiğindeki makinelerdir.

Güner ve ark.,(2003) tarafından fındığın mekaniksel davranışı incelenmiştir. Çalışmada dört farklı fındık çeşidinin ezilme kuvvetleri saptanmıştır.Çalışılan fındık çeşitlerinde bulunan ezilme kuvvetleri:

Acı fındık: 80.19 N

Çakıldak : 71.02 N

Tombul fındık :81.73 N

İncekara: 67.80 N

Bazı fındık çeşitlerinin genel görünümü Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Bazı fındık çeşitlerinin genel görünümü.

3.FINDIK DÖVME MAKİNESİ TASARIMI

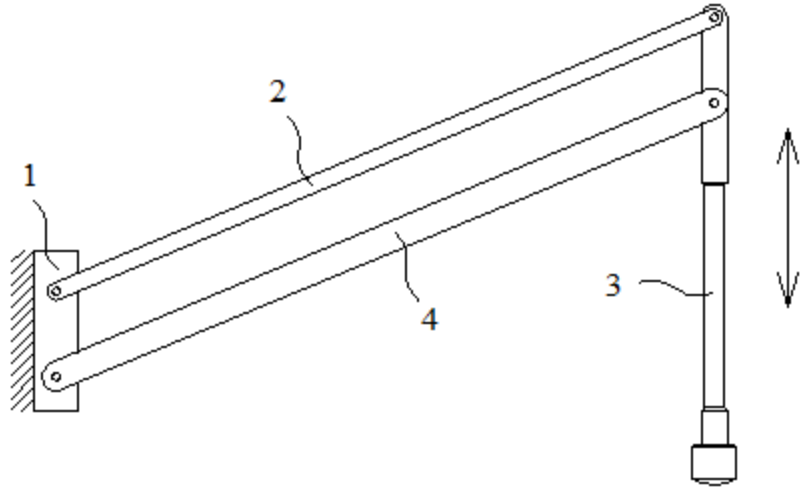
3.1 Fındık Dövme Makinasının AR-GE Çalışmaları

Fındık Dövme Makinesinin tasarım, imalat, deney ve bu deneyler sonucunda yenilenen tasarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla ilk olarak 'şekil 6' daki mekanizma tasarlanmış, yapılan AR-GE çalışmaları ve deneyler sunucunda makinenin son halini alışı sırası ile anlatılmıştır.

Mevcut makinelerin ürünleri kontrol edilmiş tüketicilerde danışılmıştır. Bu çalışma sonucunda üründen metal tadı geldiği ve fındığın yağının dövmede olduğu gibi çıkmadığı ve bu sonuçların fındık helvasının tadını bozduğu görülmüştür. Metal tadı gelmemesi için ağaç kütük kullanılmış, fındık yağının iyi çıkması için de mevcut makinelerdeki ezme, kıyma, briketleme vb. yöntemlerden farklı olarak dövme yöntemi temel alınarak tasarım yapılmıştır.

3.1.1 FDM nin birinci tasarımı

FDM' nin birinci tasarımında geleneksel yöntemin aynısı kullanılacağı için tasarımda ilk olarak ahşap ezme kütüğü ve metal tokmak ölçüleri alınarak aslına uygun bir şekilde yapıldı. Tasarımda bundan sonraki ilk adım olarak tokmağın düzenli bir hareket yapmasını sağlayan dört kol mekanizması kullanılmıştır (Şekil 5) ve projenin son aşamasına kadar da bu mekanizma kalıcı olmuştur.

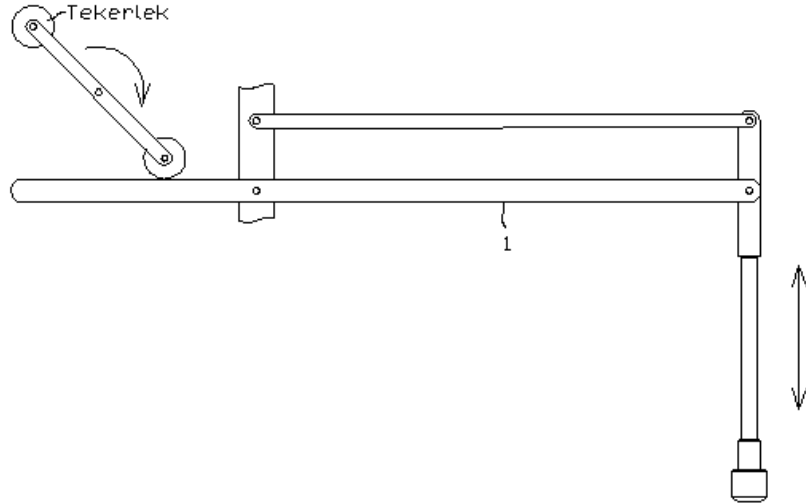


- 1- Sabit gövde
- 2- Denge kolu
- 3- Tokmak
- 4- Yük kolu

Şekil 5: Dört kol mekanizması tasarımı.

3.1.5FDM'nin üçüncü tasarımı

Birinci ve ikinci tasarımda görülen eksikliklere dayanarak üçüncü tasarım gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımda tokmağa serbest düşme hareketi yaptırılmıştır. Bunun sonucunda strok sorunu ortadan kalkmıştır. Serbest düşme hareketi dalga mekanizması ile sağlanmıştır(Şekil 8).



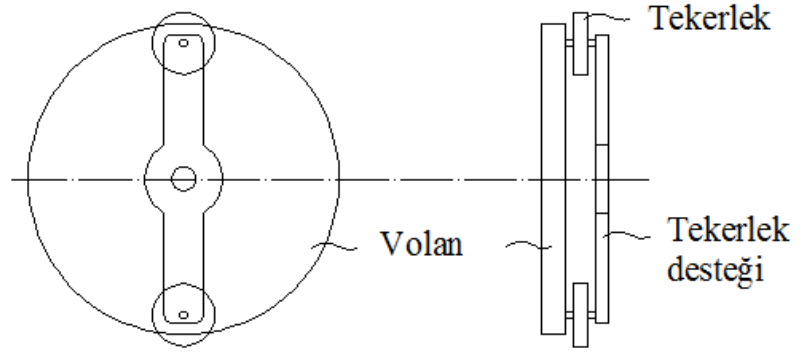
Şekil 8: Serbest düşme düşüncesiyle ilk tasarım.

'Şekil 8' de tekerlekler '1' kolunun uzantısına baskı yaparak tokmağın yükselmesini sağlar. Tekerleğin temasta olduğu uzantının sonu geldiğinde ise serbest kalan tokmak serbest düşme hareketi yapar.

3.1.6Üçüncü tasarımda görülen eksiklikler

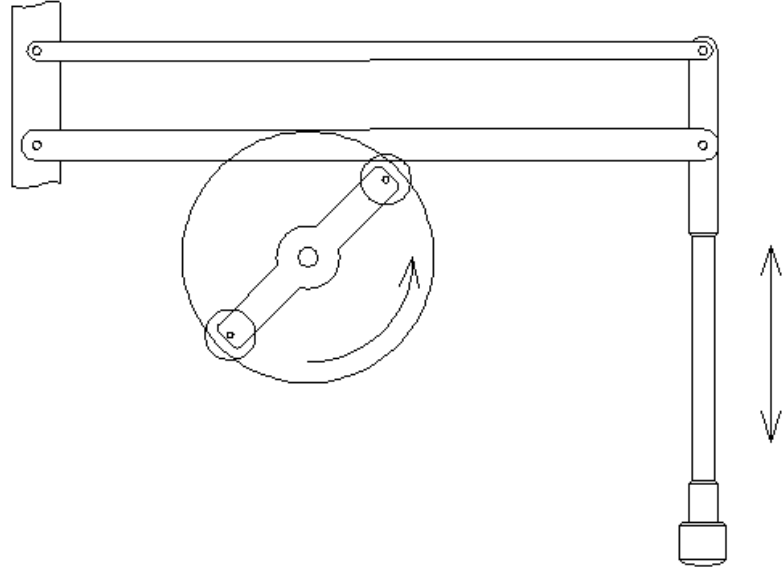
Tekerleğin '1' koluna temas ettiği ilk nokta, destek noktasına (mafsala) çok yakın olduğu için ani yüklenmeye sebep olacak, sistem gereksiz yere yüksek ivme ile hareket edecek, bu da makinenin ömrünü vuruntu sebebiyle azaltacaktır.

Bu tasarımda makinenin boyutları da büyümüştür.



Şekil 10: Tekerlek-volan düzeneği.

3- Makinenin küçültülmesi maksadı ile tekerlek-volan düzeneği kuvvet kolunun altına alınarak sabit gövdenin gerisinde kalan kısım kesilmiştir(Şekil 11).



Şekil 11: Tekerlek-volan düzeneğinin yük kolu altına alınması

4- Tokmak ucu

Tokmağın bütün olarak yapılmaktansa ucu çıkarılıp takılabilecek şekilde yapılması, değişik uçların kullanma imkanı verecektir. Bu uçlar değişik çaplarda düz ve yuvarlak yapılabilmektedir, ayrıca metal malzemenin gıda maddesinin tadını değiştirdiği

görülmüştür.Bu etkinin azaltılması için ahşaptokmak ucu da yapılabilir.Kütük ahşaptan yapılmıştır.

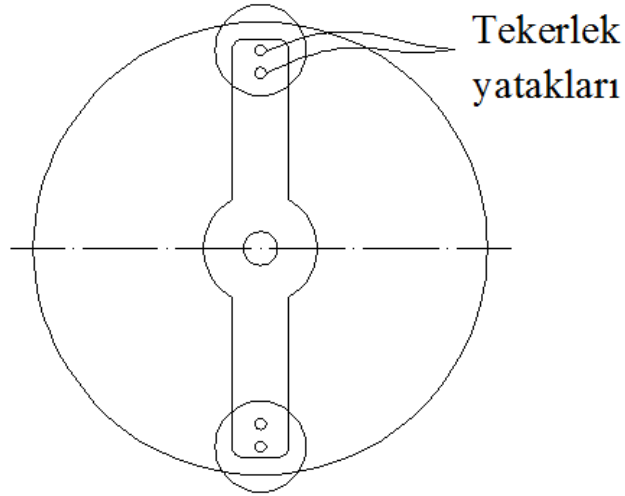
5- Yay

FDM' nin tasarımı tokmağın serbest düşmesi mantığıyla yapılmıştır.Ancak bununla oluşacak çarpma kuvvetinin yetmemesi söz konusu olabilir.Böyle bir soruna fırsat vermemek amacıyla makineye sertliği ayarlanabilir yay mekanizması ekleyebilmek için uygun boşluk bırakılması düşünüldü.Bu mekanizma değişik vurma kuvveti istendiğinde kullanılabilir.Sözkonusu mekanizma makinenin içine yerleştirilmeli ancak yay gerdirme düzeneğine dışarıdan ulaşılabilir olmalıdır.

6- Tekerleğin tokmak kolu üzerindeki yolu uzatılarak tokmağın daha fazla havaya kalkarak,daha sert düşmesi sağlanabilir.Bu amaçla mevcut yola cıvata deliği açılıp dış çekilerek mevcut tekerlek yolu üzerine değişik uzunluklarda yollar takılabilir.Yol uzadıkça tokmak daha yüksekte düşecektir.

7- FDM de kullanılan tekerleklerin lastik tekerlek olması da hem vuruntuyu azaltacak hemde makinenin çalışma sesini azaltacaktır.

8- Tekerleklerin dönme merkezine yakın ve uzak olmak üzere en az iki ayrı yatakları olması da tokmak düşme yüksekliği için bir ayrı seçeneği daha sunacaktır(Şekil12).



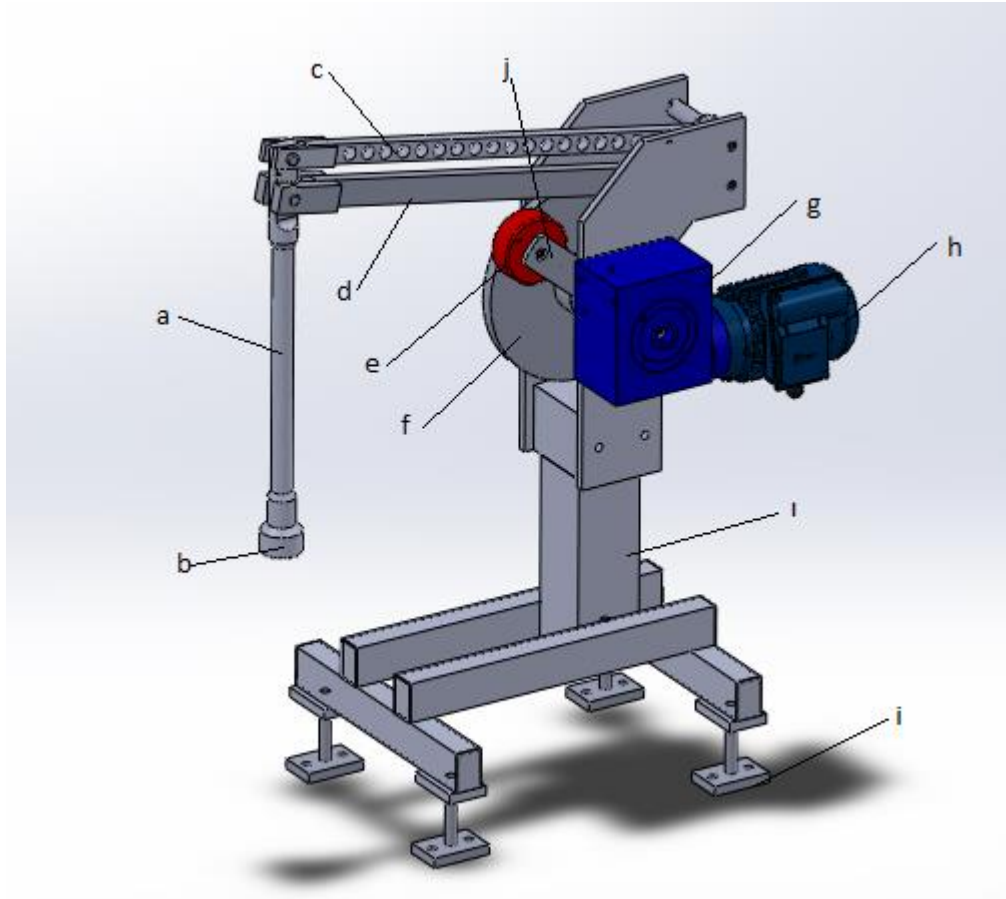
Şekil 12:Tekerlek yatakları.

- 9- Lastik tekerlek aksları iki taraftan da yataklanmalı ve eğilmeye zorlanmamalıdır (Şekil 10).
- 10- Makinede yüksek titreşim görülmesi durumunda makine ayakları ve bunların bağlandığı gövdeye, tokluğu sağlamak amacıyla siklo beton dökümüne uygun profiller kullanılmalıdır.
- 11- Devir ayarı için motora sürücü eklenmesi ve bu sürücüye bağlı devir ayar düğmesi konulması düşünülebilir.

Yapılan Ar-Ge çalışmaları ve deneyler sonucunda son şekli netleşen ve imalatı yapılan Fındık Dövme Makinesi 'Şekil 13' te gösterilmiştir.

Şekil 13' te görüldüğü gibi Fındık Dövme Makinesi, Tokmak kolu (a),Tokmak ucu (b),Denge kolu (c), Yük kolu (d), Tekerlek (e), Volan (f), Redüktör (g), Elektrik Motoru (h),Gövde (ı), Ayaklar(İ), Tekerlek Destek Parçası(j) ana parçalarından oluşmaktadır.

FDM'nin çalışma şekli: Elektrik motorundan alınan dönme hareketi uygun redüktörle istenilen değerlere ulaştırılır.İki adet tekerlek ile dalga hareketi oluşturulur. Bu hareket kapsamında yük kolu,denge kolu ve tokmak belirlenen yüksekliğe kadar kaldırılıp serbest düşmeye bırakılır.



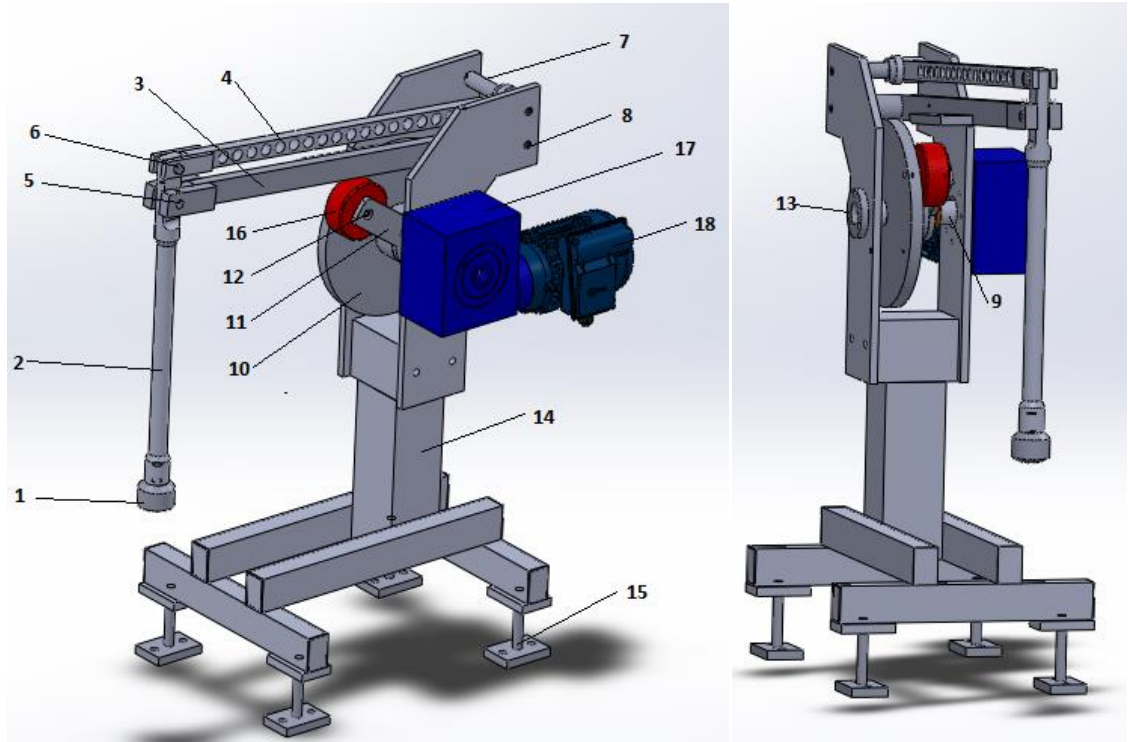
Şekil 13:FDM' nin ana paçaları.

4. FDM' NİN ELEMANLARININ PROJELENDİRİLMESİ

4.1 Eleman Listesi

Fındık dövme makinesi bilgisayarda üç boyutlu tasarım programı kullanılarak tasarlanmıştır.

FDM'nin parçaları ve açıklamaları Şekil 14'te verilmiştir.



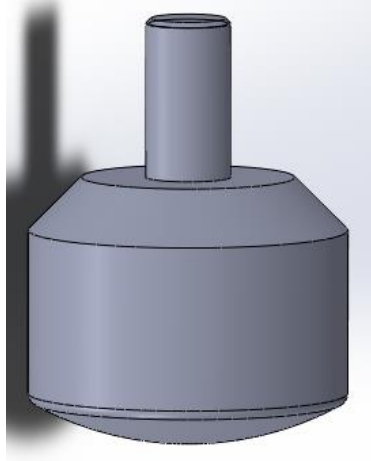
Şekil 14: FDM'nin elemanları.

- 1-) Tokmak ucu,
- 2-) Tokmak kolu,
- 3-) Yük kolu,
- 4-) Denge kolu,
- 5-) Yük kolu aksı,
- 6-) Denge kolu aksı,
- 7-) Denge kolu sabit aksı,
- 8-) Yük kolu sabit aksı,
- 9-) Tahrik mili,

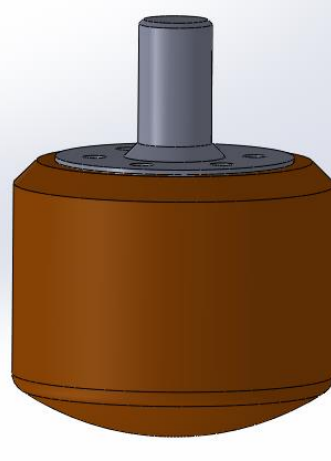
- 10-) Volan,
- 11-) Tekerlek desteği,
- 12-) Tekerlek aksı,
- 13-) 6005 rulman yatağı,
- 14-) Gövde,
- 15-) Ayak,
- 16-) Tekerlek,
- 17-) Redüktör,
- 18-) Elektrik motoru,

4.1.1Tokmak ucu

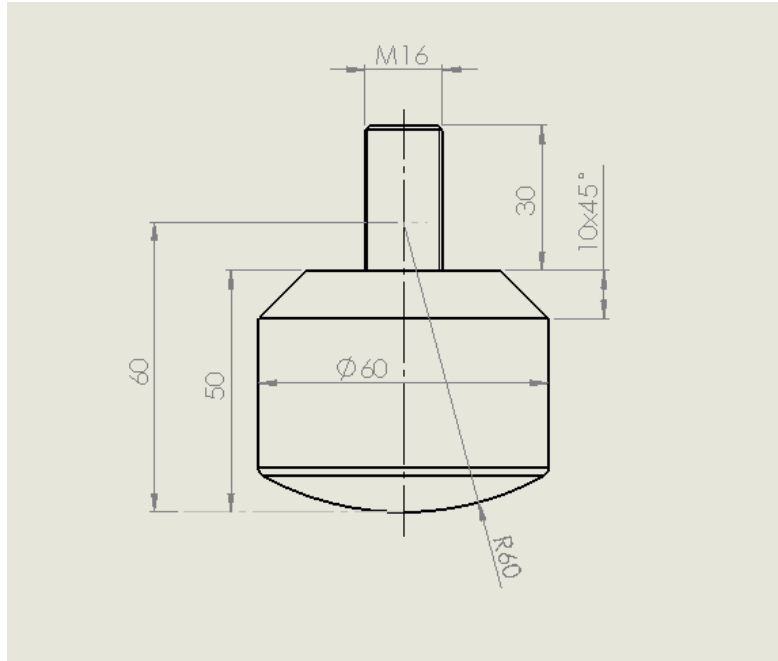
Serbest düşmede elde edilen kinetik enerjinin fındıklara verildiği kısımdır. Küresel kısmı kütük dibiyle uyumludur.Farklı malzemeler ve farklı şekillerde yapılabilirler.Değiştirilebilir olması için vidalı yapılmıştır.Gıda ile temasta olduğu için paslanmaz çelikten (Şekil 15.1) ve ahşaptan (Şekil 15.2) yapılmıştır. İmalat resmi Şekil 15.3'te verilmiştir.



Şekil 15.1: Metal tokmak ucu



Şekil 15.2: Ahşap tokmak ucu

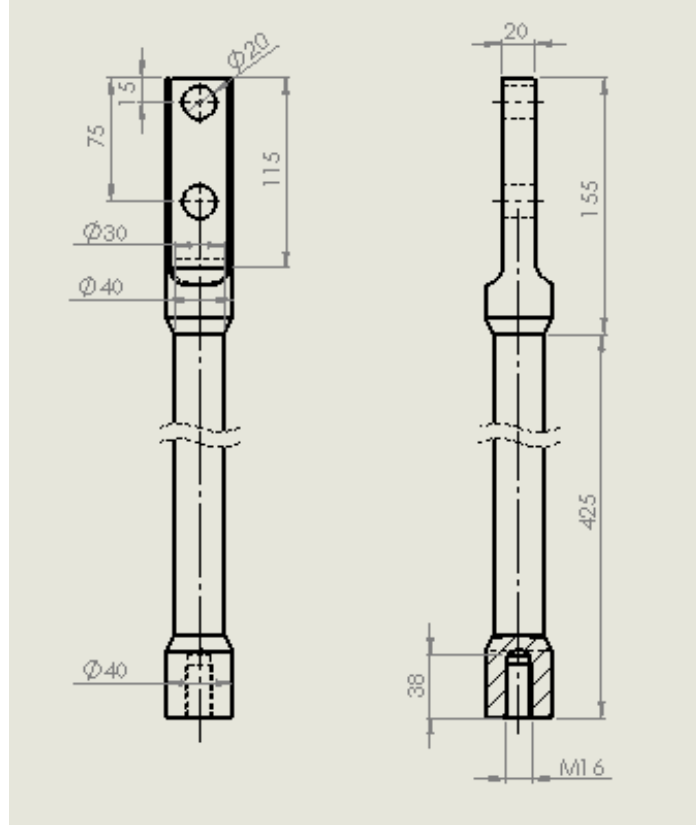
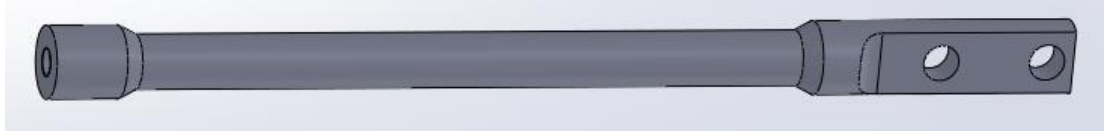


Malzeme: Paslanmaz çelik, Resim no: FDM-01

Şekil 15.3: Tokmak ucu.

4.1.2 Tokmak kolu

Dört kol mekanizması ile tokmak ucu arasında kuvvet iletimi yapar. Ağırlığı ile ezmeye katkıda bulunur. Gıda ile temasta olduğu için paslanmaz çelikten yapılmıştır. İmalat resmi Şekil 16'da verilmiştir.



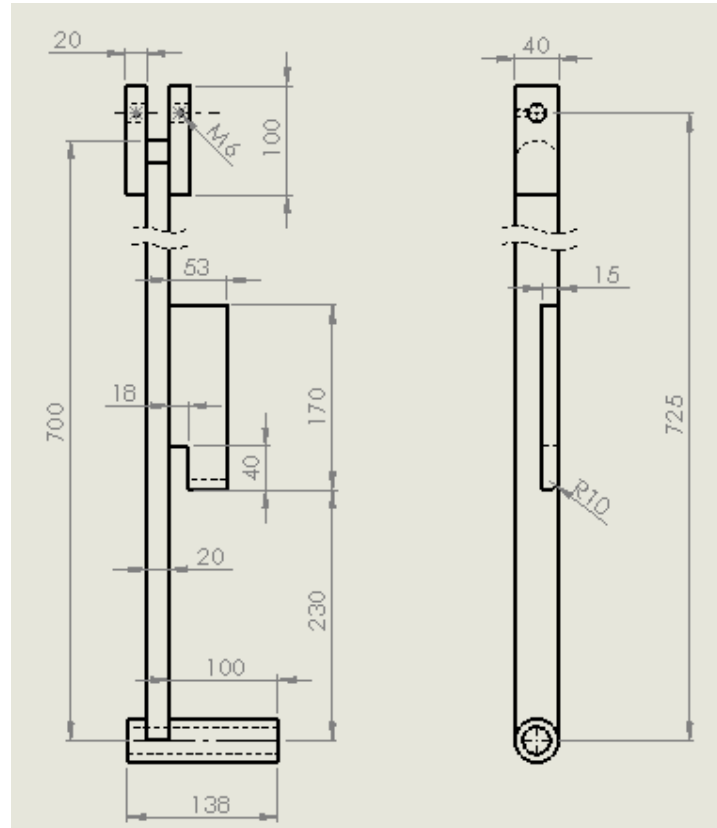
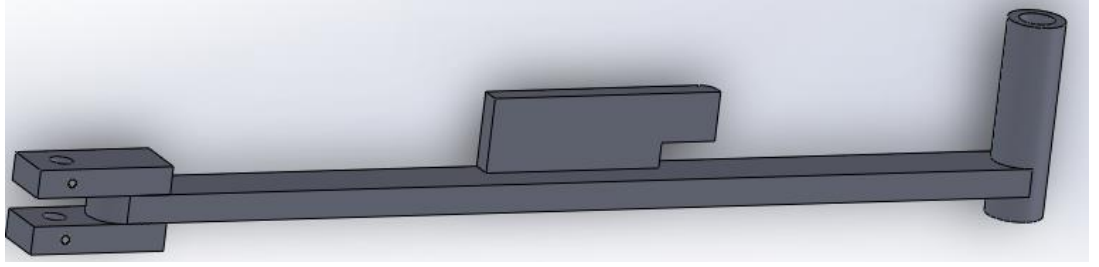
Malzeme: Paslanmaz çelik,

Resim no: FDM-02

Şekil 16: Tokmak kolu.

4.1.3 Yük kolu

Gövde ile tokmak kolu arasındaki bağlantıyı sağlar.Tahrik kuvveti bu parça üzerinden tekerlek yolu vasıtasıyla alınıp tokmağa iletilir.İmalat resmi Şekil 17'de verilmiştir.



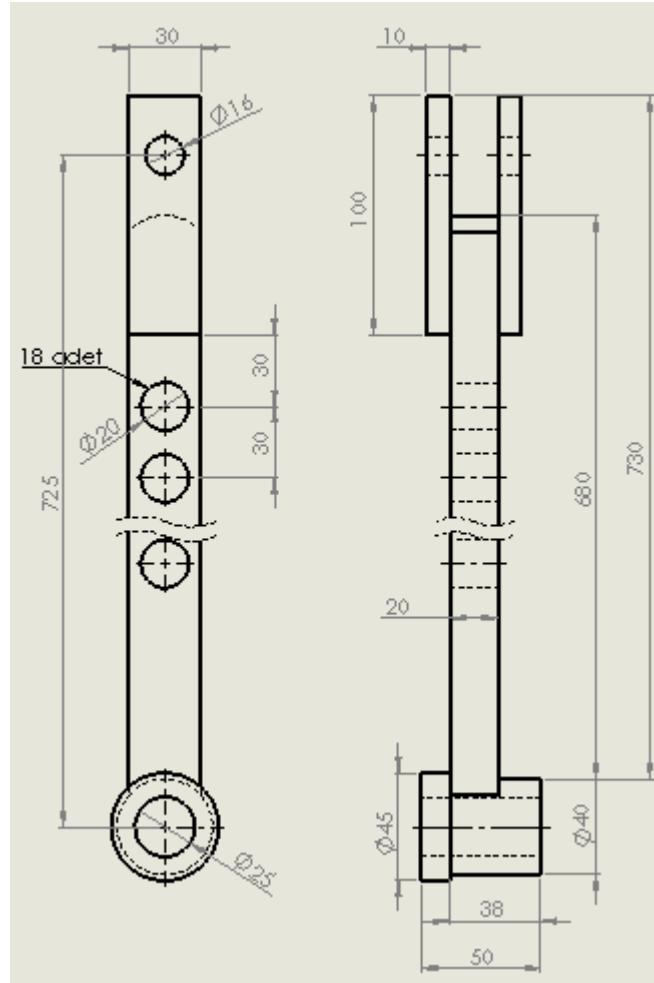
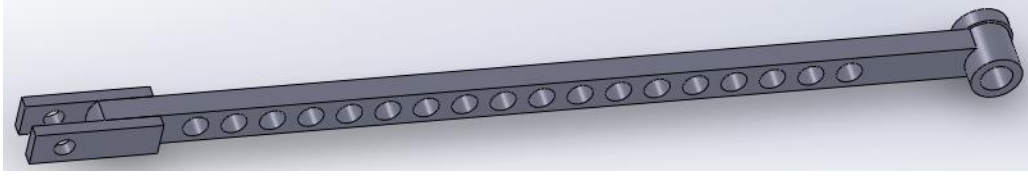
Malzeme: Soğuk ekme (St37-2),

Resim no: FDM-03

Şekil 17:Yük kolu.

4.1.4 Denge kolu

Tokmağın hareket esnasında doğrultusunu değiştirmeden dengede kalmasını sağlar. Ayrıca ağırlığı ile ezme kuvvetinin bir bölümünü oluşturur. Tokmak kolu ile gövde arasında yer alır. İmalat resmi Şekil 18'de verilmiştir.



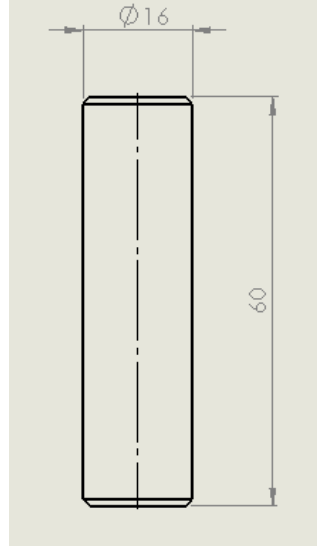
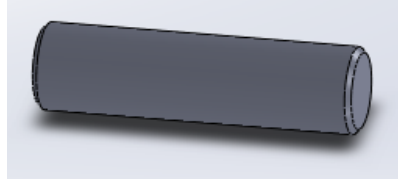
Malzeme: Soğuk çekme (St37-2),

Resim no: FDM-04

Şekil 18:Denge kolu.

4.1.5Yük kolu aksı

Yük kolu ile tokmak kolu arasındaki kuvvet iletimini gerekli izafi hareketlere izin vererek yapar.İmalat resmi Şekil 19'da verilmiştir.



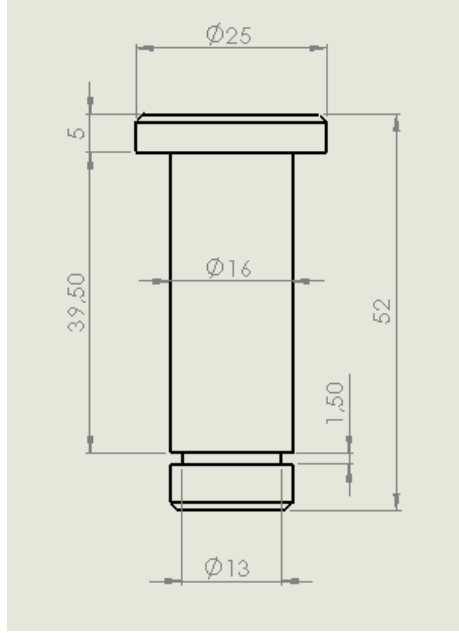
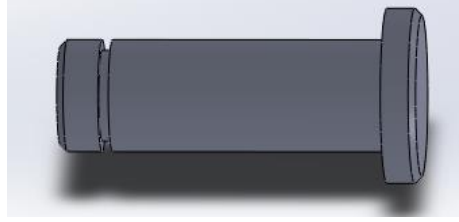
Malzeme: Transmisyon (St37-2),

Resim no: FDM-05

Şekil 19:Yük kolu aksı.

4.1.6Denge kolu aksı

Denge kolu ile tokmak kolu arasındaki kuvvet iletimini gerekli izafi hareketlere izin vererek yapar.İmalat resmi Şekil 20'de verilmiştir.

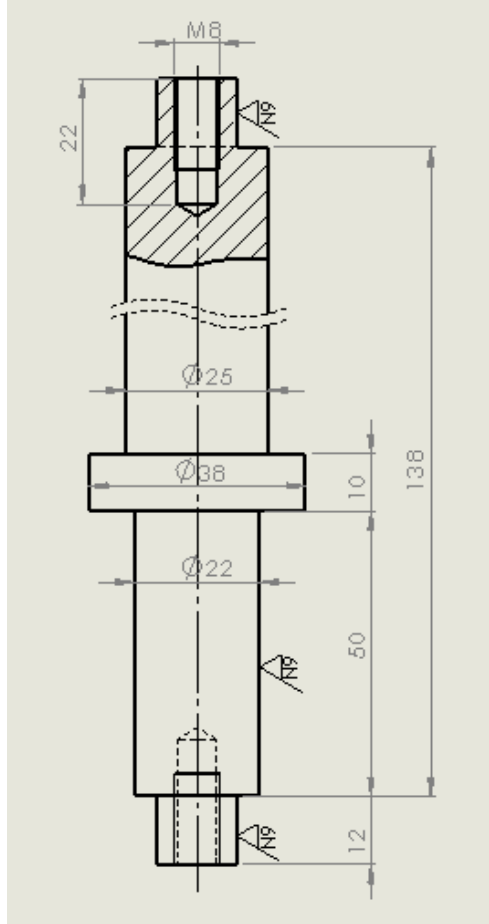
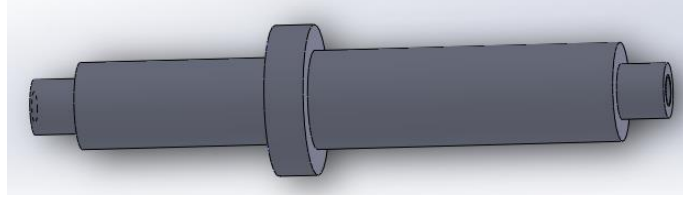


Malzeme: Transmisyon (St37-2), Resim no: FDM-06

Şekil 20:Denge kolu aksı.

4.1.7 Denge kolu sabit aksı

Denge kolu ile gövde arasında hareketli bağlantı oluşturur. İmalat resmi Şekil 21’de verilmiştir.



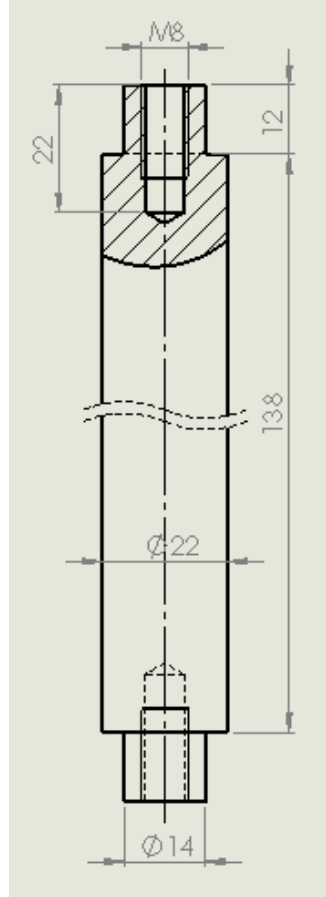
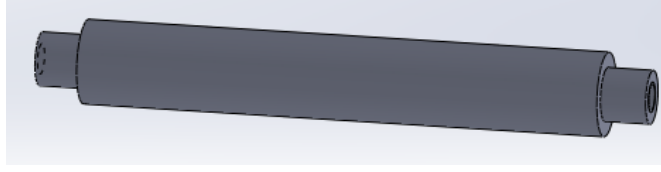
Malzeme: Transmisyon (St37-2),

Resim no: FDM-07

Şekil 21:Denge kolusabit aksı.

4.1.8 Yük kolu sabit aksı

Yük kolu ile gövde arasında hareketli bağlantı sağlar. İmalat resmi Şekil 22'de verilmiştir.



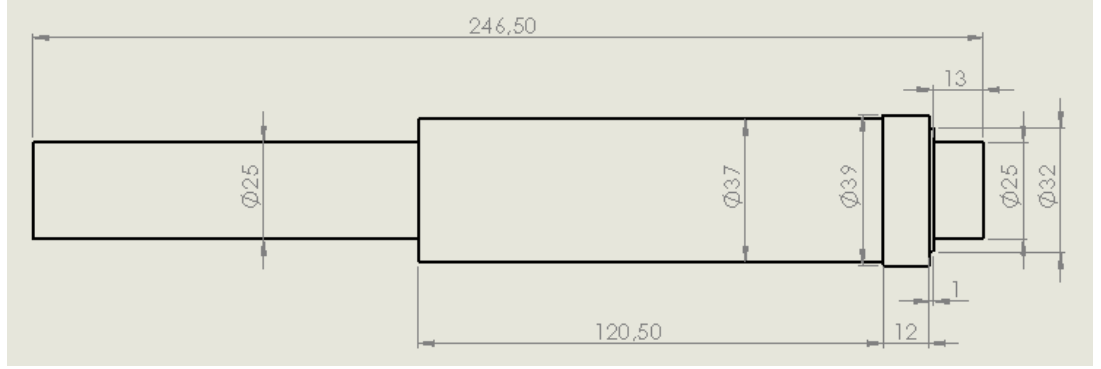
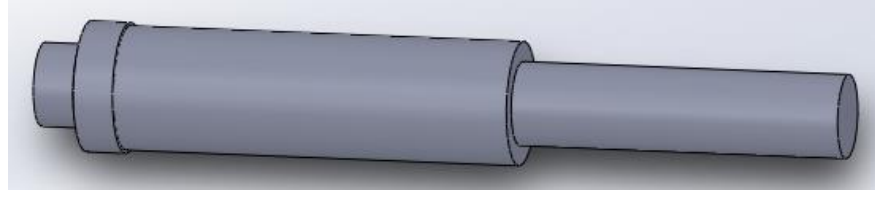
Malzeme: Transmisyon (St37-2),

Resim no: FDM-08

Şekil 22:Yük kolu sabit aksı.

4.1.9 Tahrik mili

Redüktörden alınan kuvveti volana ve tekerlek desteğine ileten mildir. Yüksek kuvvete maruz kaldığından ıslah çeliğinden yapılmıştır. İmalat resmi Şekil 23'te verilmiştir.



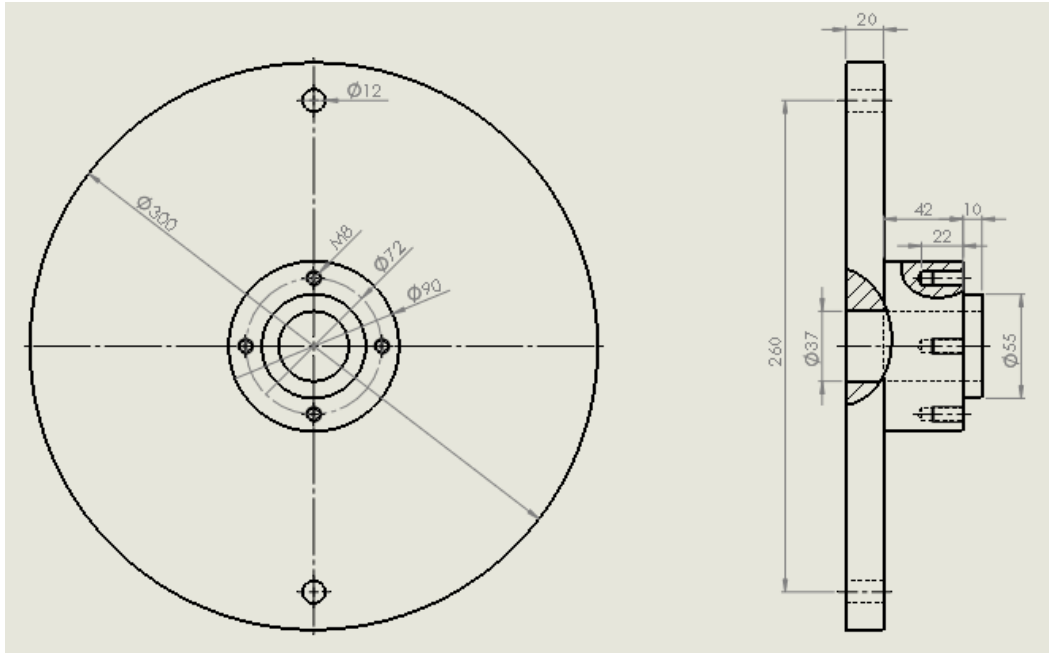
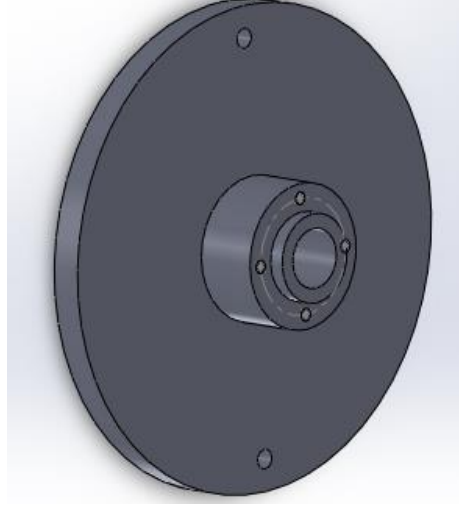
Malzeme: Islah çeliği (Ck45),

Resim no: FDM-09

Şekil 23:Tahrik mili.

4.1.10 Volan

Dinamik denge elemanı olarak konulmuştur. Ayrıca tekerleklerin yataklanmasını sağlar. Tahrik milinden alınan kuvveti tekerleklere iletir. İmalat resmi Şekil 24'te verilmiştir.



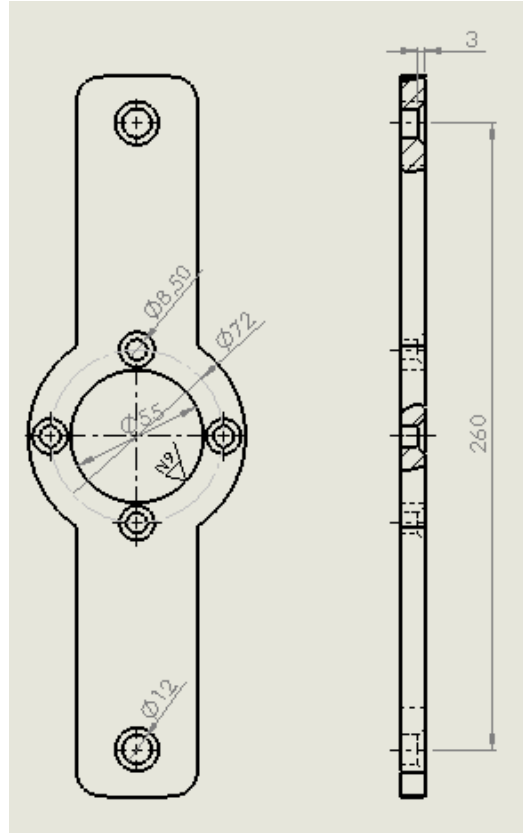
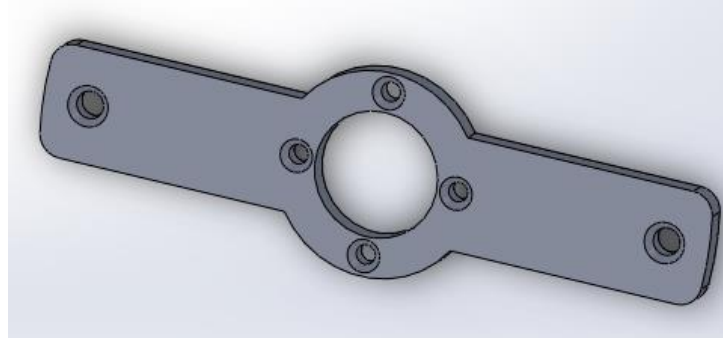
Malzeme: Transmisyon-platina,

Resim no: FDM-10

Şekil 24:Volan.

4.1.11 Tekerlek desteği

Volana yataklanmış olan tekerleklere karşı destek sağlar ayrıca kuvvet iletimine yardımcı olur.İmalat resmi şekil 25'te verilmiştir.



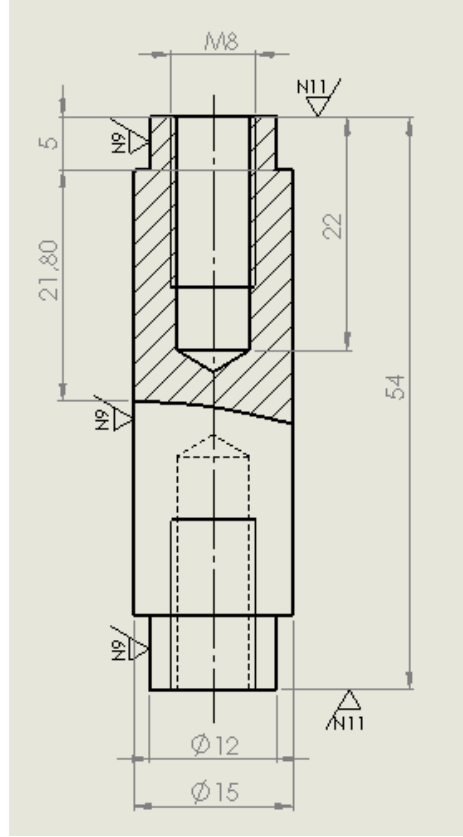
Malzeme: platina (St37-2),

Resim no: FDM-11

şekil 25:Tekerlek desteği.

4.1.12 Tekerlek aksı

Tekerleklerin volan ve tekerlek desteği arasında bağlanmasını sağlar. İmalat resmi Şekil 26'da verilmiştir.



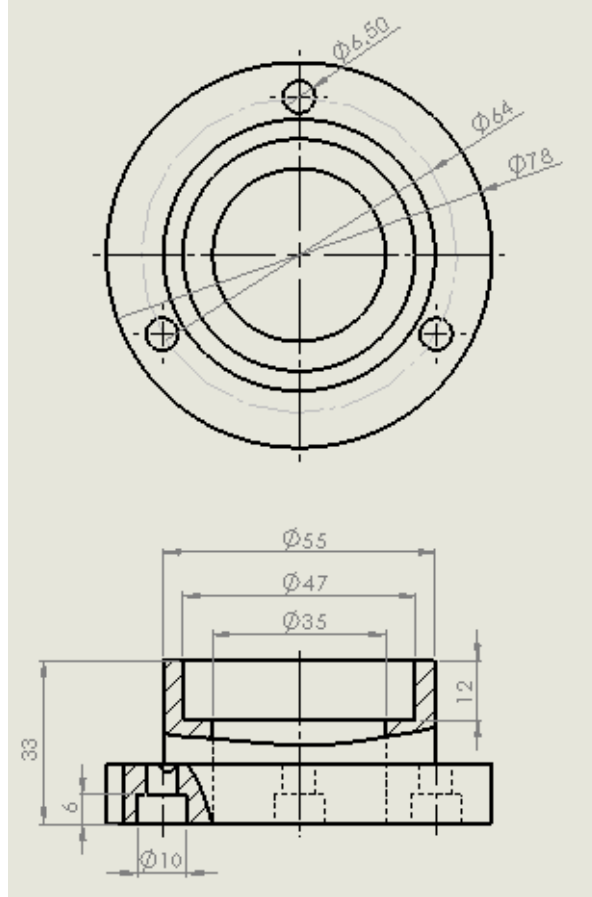
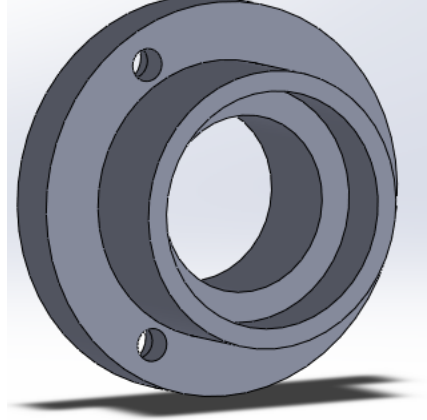
Malzeme: Transmisyon (St37-2),

Resim no: FDM-12

Şekil 26:Tekerlek aksı.

4.1.13 6005 rulman yatağı

Tahrik milini yataklamaktadır.İmalat resmi Şekil 27'de verilmiştir.

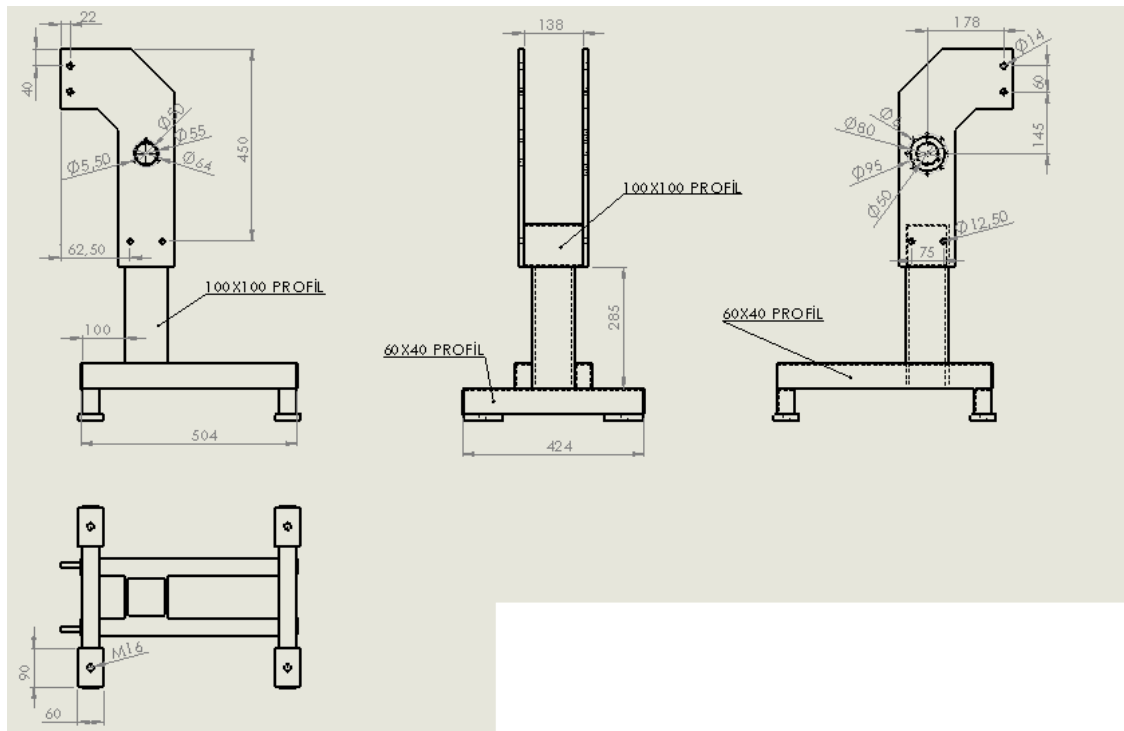
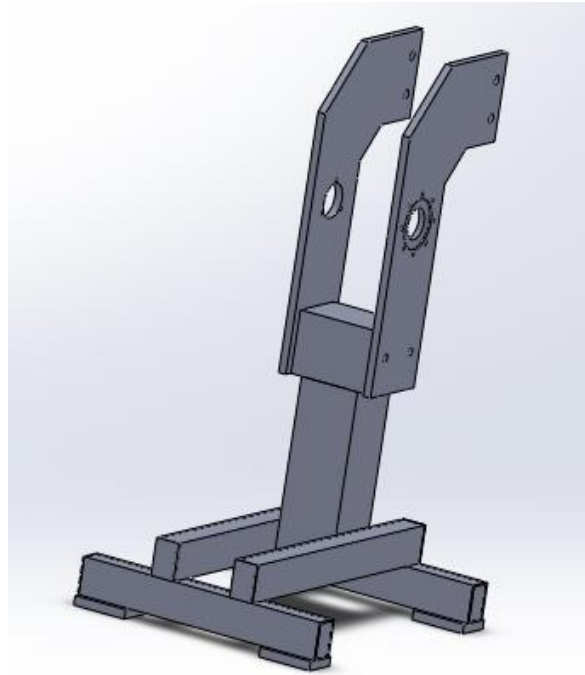


Malzeme: Transmisyon (St37-2),

Resim no: FDM-13

Şekil 27:6005 rulman yatağı.

Şekil 28’de imalat resmi ve gövdenin kendisi görünmektedir.



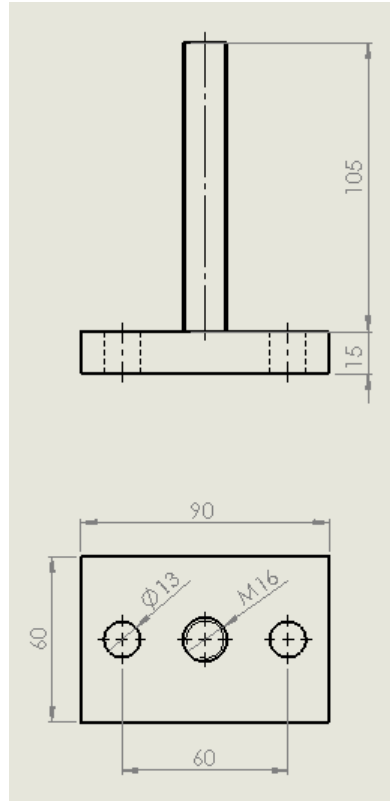
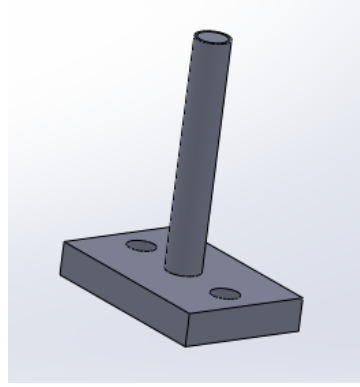
Malzeme: Platina ve profil (St37-2),

Resim no: FDM-14

Şekil 28:Gövde.

4.1.15 Ayak

Gövdeyi yere bağlamak için kullanılır. Ayrıca makineyi gönyede tutmaya ve vuruş kuvvetini artırıp azaltabilmek amacı ile yükseklik ayarı yapmak için kullanılır. İmalat resmi Şekil 29'da verilmiştir.



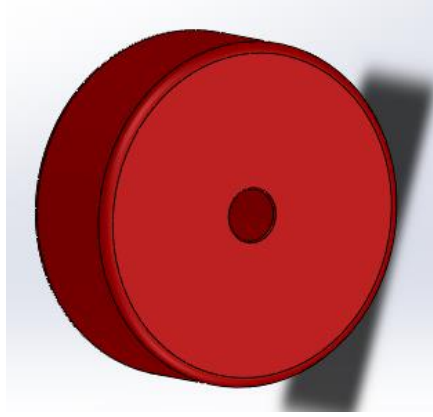
Malzeme: Platina (St37-2),

Resim no: FDM-15

Şekil 29:Ayak.

4.1.16 Tekerlek

Motordan gelen dönme hareketinin kuvvet koluna dalga hareketi olarak iletilmesini sağlar. Seçilen tekerlek Şekil 30'da görülmektedir.



Şekil 30:Tekerlek

4.1.17 Redüktör

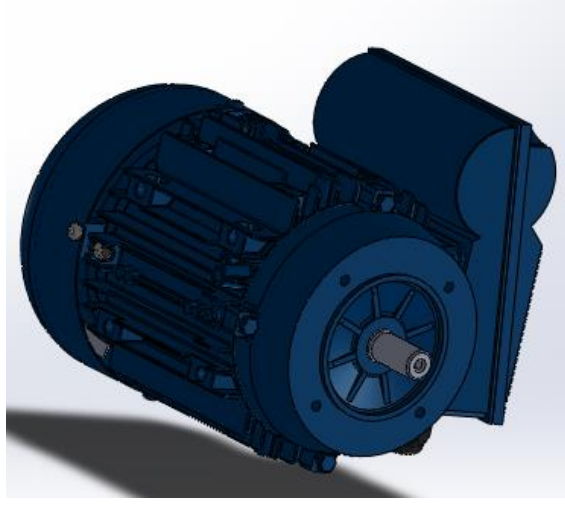
Elektrik motoru ile Tahrik mili arasındaki kuvvet aktarımını sağlar,motor devrini istenilen değere ulaştırır.Seçilen redüktör Şekil 31'de görülmektedir.



Şekil 31:Redüktör.

4.1.18 Elektrik motoru

Seçilen elektrik motoru Şekil 32’de görülmektedir.



Şekil 32:Elektrik motoru.

5.TASARIM HESAPLAMALARI

5.1 Kinematik Ve Dinamik Hesaplar

5.1.1 Geleneksel fındık dövme düzeneğinin yapısı ve parametreleri

Geleneksel fındık dövme düzeneği şekil 33'te görülmektedir.



Şekil 33:Geleneksel fındık dövme.

h: Geleneksel yöntemde tokmağın ölçülen yerden yükseklik değeri, m

$$h = 770 \text{ mm} = 0,77 \text{ m}$$

g: Yerçekimi ivmesi, m/sn²

$$g = 9,81 \text{ m/sn}^2$$

t: Geleneksel yöntemde tokmağın yere düşme süresi, sn

$$h = \frac{1}{2} gt^2 \text{ (Serbest düşmede yol bağıntısı)}$$

Verilen değerler serbest düşme bağıntısında yerine yazılırsa

$$0,77 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot t^2$$

$$t^2 = 0,157 \text{ sn}^2$$

$$t = 0,396 \text{ sn}$$

Tokmağın yere çarpma hızı ise;

V: Geleneksel yöntemde tokmağın düşme hızı, m/sn

$V = g \cdot t$ (Serbest düşmede hız bağıntısı)

$V = 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot 0,396 \text{ sn}$

$V = 3,88 \text{ m/sn}$ Olarak bulunur.

Geleneksel yöntemde tokmak düşme enerjisi;

E: Geleneksel yöntemde tokmağın potansiyel enerjisi, $\text{kg m}^2/\text{sn}^2$

m: Geleneksel yöntemde kullanılan tokmağın kütlesi, kg

$m = 4,2 \text{ kg}$

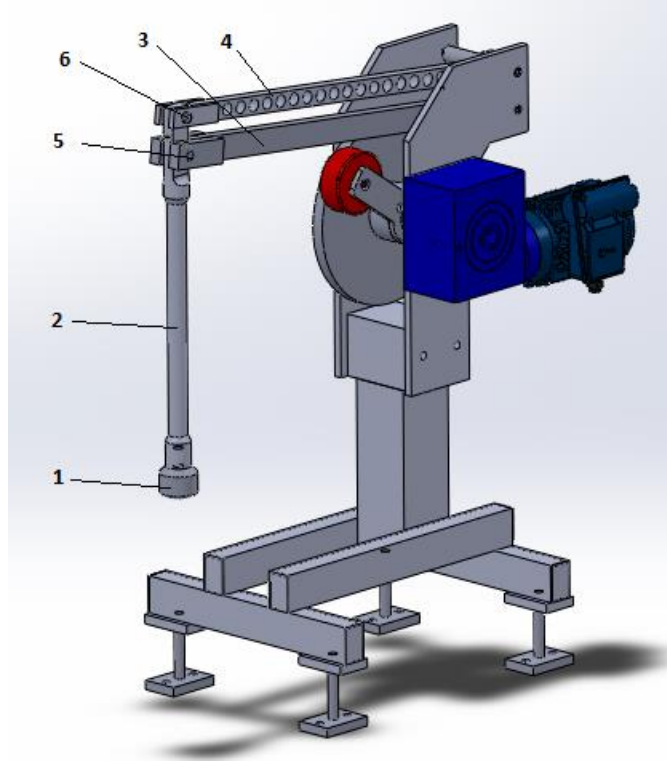
$E = m \cdot g \cdot h$ (Potansiyel enerji)

$E = 4,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot 0,77 \text{ m}$

$E = 31,73 \text{ kg m}^2/\text{sn}^2 = 31,72 \text{ Joule}$

5.1.2 FDM de vurmaya etkili uzuvların kütle ve ağırlıkları

Tasarlanan fındık dövme makinesi Şekil 34'te görülmektedir



Şekil 34:FDM de vurmaya etkili uzuvlar.

1-) M_1 : Tokmak ucu kütlesi, kg

$$M_1 = 0,643 \text{ kg}$$

2-) M_2 : Tokmak kolu kütlesi, kg

G_2 : Tokmak kolu ağırlığı, N

$$M_2 = 5,2 \text{ kg}$$

$G_2 = M_2 \cdot g$ (Ağırlık bağıntısı)

$$G_2 = 5,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 51 \text{ N}$$

3-) M_3 : Yük kolu kütlesi, kg

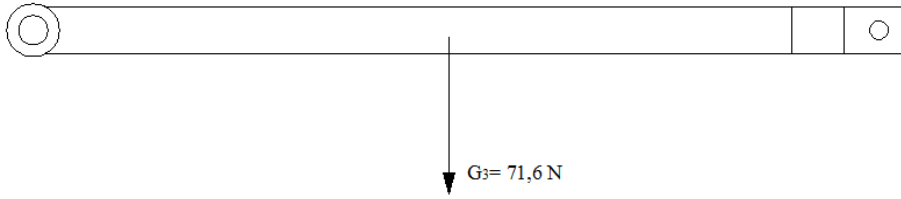
G_3 : Yük kolu ağırlığı, N

$$M_3 = 7.3 \text{ kg}$$

$$G_3 = M_3 \cdot g (\text{Ağırlık bağıntısı})$$

$$G_3 = 7,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 = 71,6 \text{ N}$$

Yük kolu ağırlığını gösteren izim Şekil 35'te verilmiştir.



Şekil 35: Yük kolu ağırlığı.

(Şekil lleri 'FDM-03' nolu teknik resimde verilmiştir)

4-) M_4 : Denge kolu kütlesi, kg

G_4 : Denge kolu ağırlığı, N

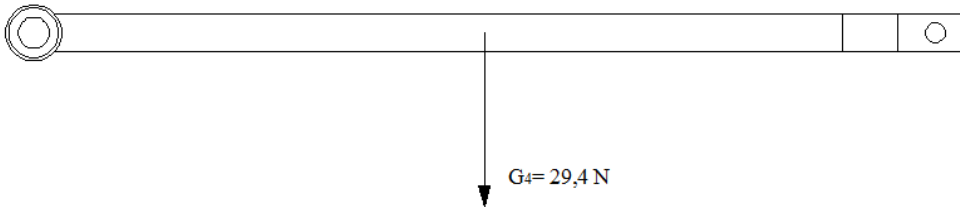
$$M_4 = 3 \text{ kg}$$

$$G_4 = M_4 \cdot g (\text{Ağırlık bağıntısı})$$

$$G_4 = 3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2$$

$$G_4 = 29,4 \text{ N}$$

Denge kolu ağırlığını gösteren izim Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36: Denge kolu ağırlığı.

(Şekil lleri 'FDM-04' nolu teknik resimde verilmiştir)

5-) M_5 : Yük kolu aksı kütlesi , kg

$$M_5 = 0,112 \text{ kg}$$

6-) M_6 :Denge kolu aksıktlesi, kg

$$M_6 = 0,099 \text{ kg}$$

7-) M_7 :Pul kütlesi (20mm,4 adet), kg

$$M_7 = 18,55 \text{ gr} \cdot 4 = 0,074 \text{ kg}$$

MT_1 : Toplam tokmak kütlesi, kg

GT_1 :Toplam tokmak ağırlığı, N

$$MT_1 = M_1 + M_2 + M_5 + M_6 + M_7$$

$$MT_1 = 0,643 + 5,233 + 0,112 + 0,099 + 0,074 = 6,16 \text{ kg}$$

$$GT_1 = MT_1 \cdot g \text{ (Ağırlık bağıntısı)}$$

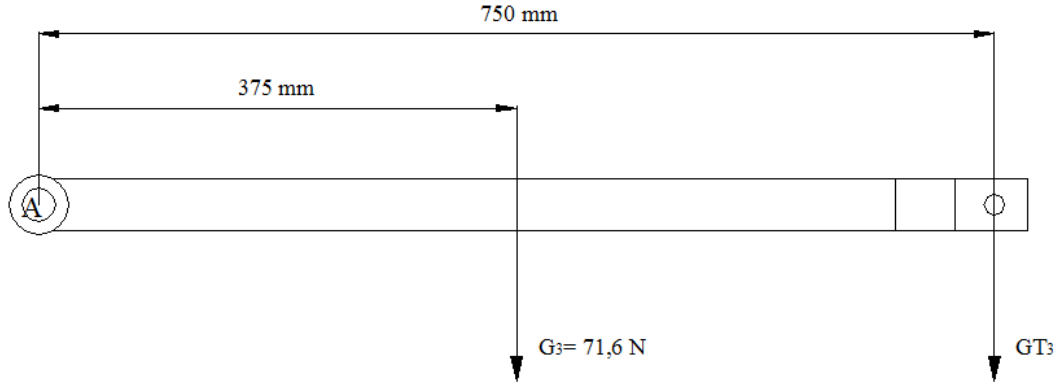
$$GT_1 = 6,16 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 60,4 \text{ N}$$

5.1.3FDM moment hesabı

1-) Yük kolu için;

GT₃:Yük kolunun tokmağa ağırlık etkisi,

Yük kolunun tokmağa ağırlık etkisini göstren izim Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37:Yük kolunun tokmağa ağırlık etkisi.

(Şekil lleri ‘FDM-03’ nolu teknik resimde verilmiştir)

‘A’ noktasına göre moment alınırsa:

$$375 \text{ mm} \cdot G_3 = GT_3 \cdot 750 \text{ mm}$$

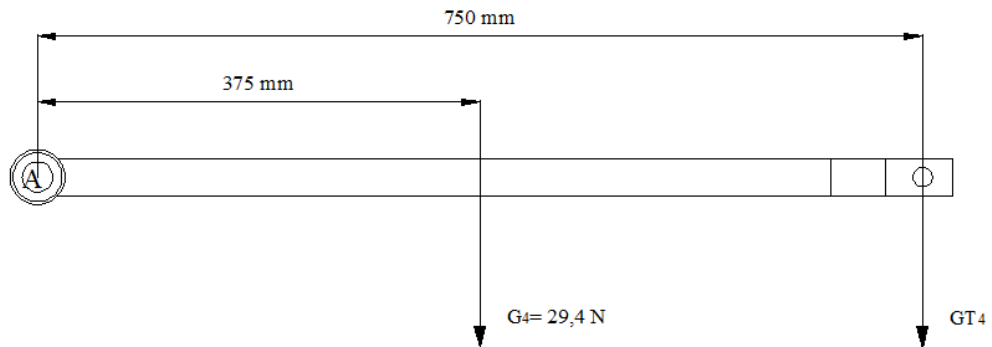
$$375 \text{ mm} \cdot 71,6 \text{ N} = GT_3 \cdot 750 \text{ mm}$$

$$GT_3 = 35,8 \text{ N}$$

2-)Denge kolu için ;

GT₃:Denge kolunun tokmağa ağırlık olarak etkisi, N

Denge kolunun tokmağa ağırlık etkisini göstren izim Şekil 38’de verilmiştir.



Şekil 38:Denge kolunun tokmağa ağırlık olarak etkisi.

(Şekil lleri ‘FDM-04’ nolu teknik resimde verilmiştir)

'A' noktasına göre moment alınırsa:

$$375 \text{ mm} \cdot G_4 = GT_4 \cdot 750 \text{ mm}$$

$$375 \text{ mm} \cdot 29,4 \text{ N} = GT_4 \cdot 750 \text{ mm}$$

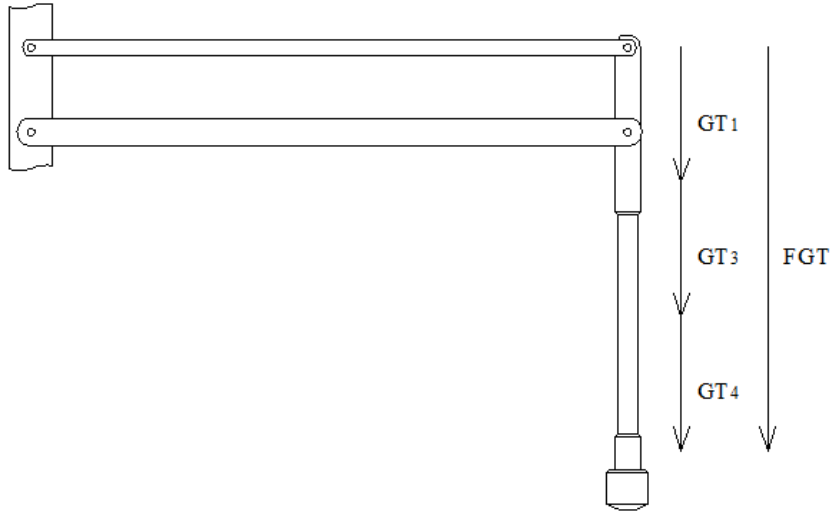
$$GT_4 = 14,7 \text{ N}$$

FGT: Toplam tokmak vurma ağırlığı, N

$$FGT = GT_1 + GT_3 + GT_4$$

$$FGT = 60,4 \text{ N} + 35,8 \text{ N} + 14,7 \text{ N} = 111 \text{ N}$$

Toplam tokmak vurma ağırlığını göstren çizim Şekil 39'da verilmiştir.



Şekil 39:Toplam tokmak vurma ağırlığı (FGT).

5.1.4 Motor dönme hızı hesabı

Motor devir: 1410 dev/dak

Redüktör Çevrim Oranı: 61

n: Tahrik mili dönme hızı, d/dak

$$n = 1410/61$$

$$n \approx 23 \text{ d/dak}$$

Düşme yüksekliği;

h_1 : Tokmak düşme yüksekliği, m

t_1 : Tokmak düşme süresi, sn

$$h_1 = 360 \text{ mm} = 0,36 \text{ m}$$

$$h_1 = \frac{1}{2} g \cdot t_1^2 \text{ (Serbest düşmede yol bağıntısı)}$$

$$0,36 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t_1^2$$

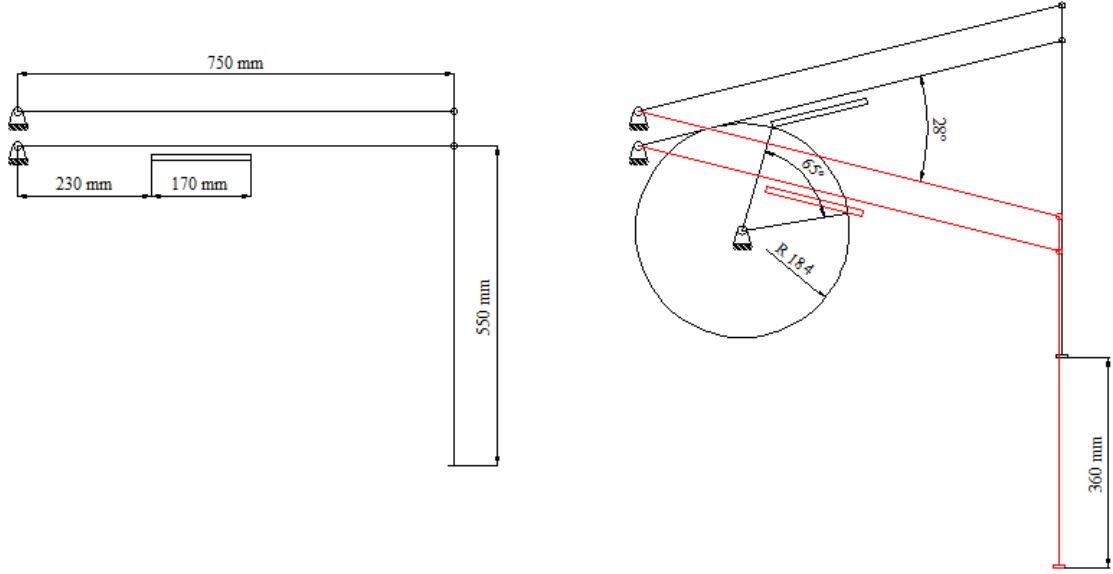
$$t_1 = 0,27 \text{ sn}$$

t_2 : Tahrik milinin bir devir süresi, sn

$$\frac{1 \text{ dk (60 sn)}}{23 \text{ dev}}$$

$$t_2 = \frac{60}{23} = 2,6 \text{ sn/dev}$$

Tokmağın bir strokta oluşturduğu enerji hesabı için gerekli verileri göstren çizim Şekil 40'ta verilmiştir.



Şekil 40: Tokmağın bir strokta oluşturduğu enerji.

t_3 : Tokmağın bir strok boyunca hareketi için ana milin yaklaşık 65° dönmesi gerekir. Bu dönme için gereken zaman (Tokmağın 360mm yükselmesi için gerekli zaman), sn

$$1 \text{ devir } (360^\circ) \quad 2,6 \text{ sn}$$

$$65^\circ \quad t_3$$

$$t_3 = \frac{65 \cdot 2,6}{360} = 0,46 \text{ sn}$$

Sistemin çalışması için tekerleğin devir süresinin tokmağın düşme süresinden büyük olması gerekir. Bu sayede tokmak tekerleğin üzerine düşmeden stroku tamamlar.

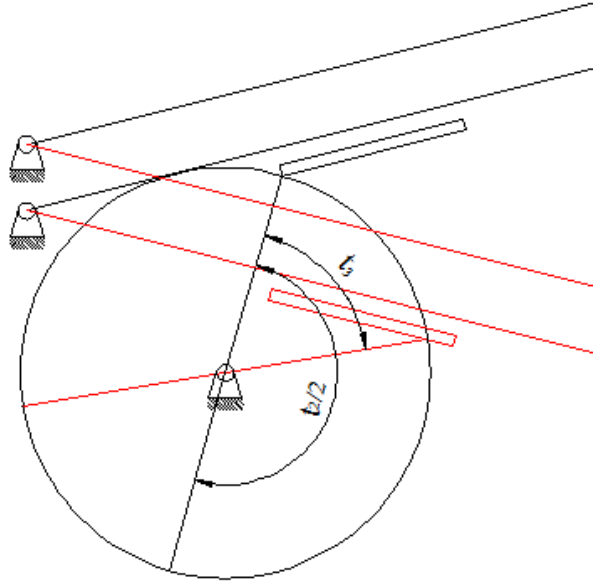
$$t_2 - t_3 > t_1$$

$$2,6 - 0,46 > 0,27$$

$$2,14 > 0,27 \quad \text{olduğundan sistem çalışır.}$$

t_2 ile t_1 arasındaki fark büyük olduğu için makinede zaman kaybı olacaktır. Bunu azaltmak amacıyla yapılan ikinci tekerlek bir devirde iki strok olmasını sağlar.

İki tekerlekli tasarımda tekerlek strok sürelerini gösteren çizim Şekil 41’de verilmiştir.



Şekil 41:İki tekerlekli tasarımda tekerlek strok süreleri.

İki tekerlekli tasarım için;

$t_2/2 - t_3 > t_1$ olmalıdır.

$$\frac{2,6 \text{ sn}}{2} - 0,46 \text{ sn} > 0,27 \text{ sn}$$

$0,84 \text{ sn} > 0,27 \text{ sn}$ olduğundan sistem çalışır.

Tokmağın düşme hızı;

V_1 : Tokmağın düşme hızı, m/sn

$V_1 = g \cdot t_1$ (Serbest düşmede hız bağıntısı)

$$V_1 = 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot 0,27 \text{ sn} = 2,65 \text{ m/sn}$$

5.1.5 Enerji hesabı

FDM Geleneksel yöntemde kullanılan standart üretim kapasitesinde tasarlanmıştır. Bu kapsamda kütük ve tokmak da standart ölçülerde yapılmıştır. Ancak ağırlık farkından dolayı FDM deki düşme yüksekliği farklı olacaktır. Düşme yüksekliğinin belirlenmesinde FDM' nin tokmak vurma enerjisinin geleneksel yöntemdekini aynı veya daha fazlası olması beklenir. Aşağıda bu enerjinin hesabı yapılmıştır.

E: Geleneksel yöntemde tokmağın potansiyel enerjisi, kg m²/sn²

$$E = 31,73 \text{ Joule}$$

E₁: FDM tokmağının potansiyel enerjisi, kg m²/sn²

m₁: FDM' nin tokmak kütlesi, kg

FGT= m₁.g (Ağırlık bağıntısı)

$$111N = m_1 \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2$$

$$m_1 = 11,3 \text{ kg}$$

E= m.g.h (Potansiyel enerji)

$$E_1 = m_1 \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot h_1$$

$$E_1 = 11,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 \cdot 0,36 \text{ m}$$

$$E_1 \approx 40 \text{ kg m}^2/\text{sn}^2$$

$$E_1 \approx 40 \text{ Joule}$$

$$E_1 > E$$

40 Joule > 31,73 Joule olduğundan sistem çalışır.

Tokmak Kalkış Hızı (Hareket Başlangıcı):

W: Açısal hız, rad/sn

$$W = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ (Açısal hız formülü)}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 23 \text{ dev/dk}}{30} = 2,41 \text{ rad/sn}$$

V₂: Tekerleğin ana yük koluna ilk temas noktasındaki hızı, m/sn

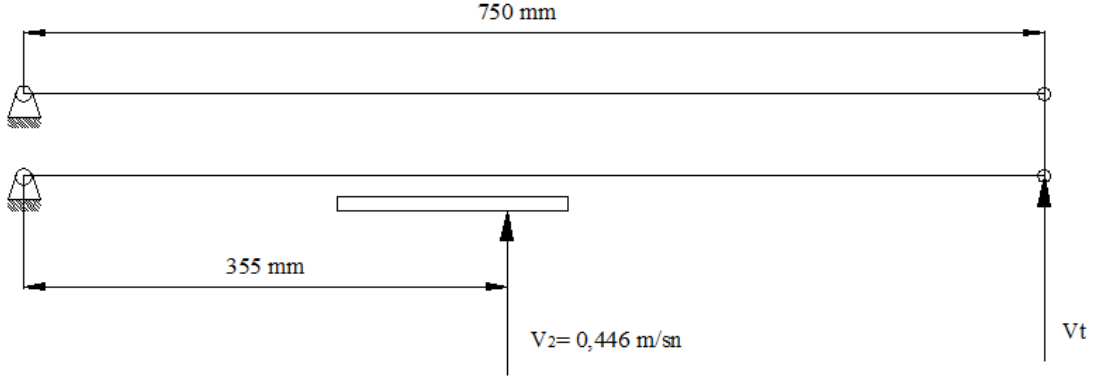
$$r = 185 \text{ mm} = 0,185 \text{ m}$$

V₂= w . r (Açısal hız bağıntısı)

$$V_2 = 2,41 \text{ rad/sn} \cdot 0,185 \text{ m} = 0,446 \text{ m/sn}$$

V_t : Tokmağın kalkış hızı, m/sn

Tokmağın kalkış hızını gösteren çizim Şekil 42'de verilmiştir.



Şekil 42: Tokmağın kalkış hızı.

Tekerleğin ana yük kolu üzerinde ilk temas ettiği noktanın dönme merkezinden uzaklığı: 355mm

$$\frac{V_2}{355} = \frac{V_t}{750}$$

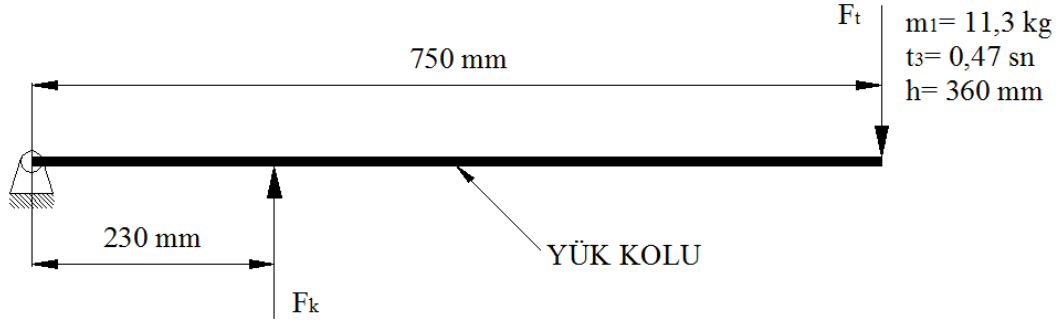
$$\frac{0,446}{355} = \frac{V_t}{750}$$

$$V_t = 0,94 \text{ m/sn}$$

5.1.6Güç hesabı

Kaldırma kuvvetinin uygulandığı mafsala en yakın mesafe: 230 mm

Tokmağa uygulanması gereken kuvveti gösteren çizim Şekil 43'te verilmiştir.



Şekil 43: Tokmağa uygulanması gereken kuvvet.

Tokmak ivmeli hareket yaptığı için $h = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_3^2$ (İvmeli harekette yol bağıntısı) bağıntısından ivme bulunur.

a: FDM tokmağının yükselme ivmesi, m/sn^2

$$0,36 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (0,47 \text{ sn})^2$$

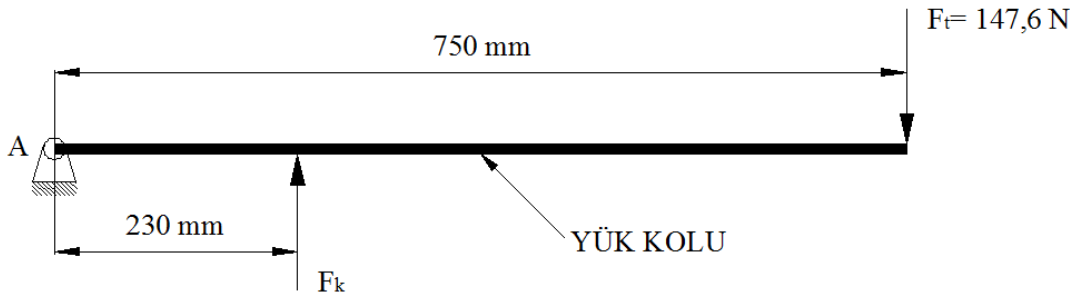
$$a = 3,25 \text{ m/sn}^2$$

F_t : Kalkışta tokmağa uygulanması gereken kuvvet, N

$$F_t - m_1 \cdot g = m_1 \cdot a$$

$$F_t = 11,3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/sn}^2 + 11,3 \text{ kg} \cdot 3,25 \text{ m/sn}^2 = 147,6 \text{ N}$$

Yük koluna uygulanması gereken kuvveti gösteren çizim Şekil 44'de verilmiştir.



Şekil 44:Yük koluna uygulanması gereken kuvvet.

F_k : Kalkışta yük koluna uygulanması gereken kuvvet, N

$$\sum M_A = 0$$

$$-147,6 \text{ N} \cdot 750 \text{ mm} + 230 \text{ mm} \cdot F_k = 0$$

$$F_k = \frac{147,6 \cdot 750}{230} = 481 \text{ N}$$

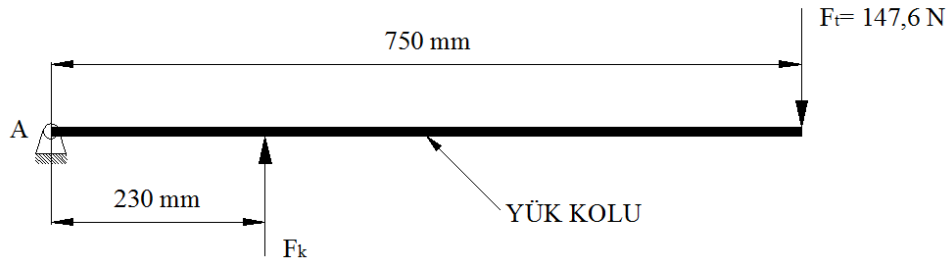
Bilyalı sabit rulmanlı sürtünme kaybı, $M = 0,0015$ (ihmal)

Kaymalı yatak kayıpları, sayfa 308, Cetvel 10.2, toplam kuru sürtünme katsayısı: 0,14 (radyal plastik malzeme)

Yataklar üzerine gelen kuvvetler

Tekerleğe gelen kuvvet kaldırma kuvvetinin aynısı olacak (481 N)

Mafsala gelen kuvveti gösteren çizim Şekil 45'de verilmiştir.



Şekil 45: Mafsala gelen kuvvet.

$$\sum F_y = 0$$

F_m : Mafsala kuvveti, N

$$-F_m + 481 - 147,6 = 0$$

$$F_m = 333,4 \text{ N}$$

F_{mSA} : A noktasındaki sürtünme kuvveti, N

$$F_{mSA} = 333,4 \text{ N} \cdot 0,14 = 45,7 \text{ N}$$

F_{mSB} : B noktasındaki sürtünme kuvveti, N

$$F_{mSB} = 147,6 \text{ N} \cdot 0,14 = 20,7 \text{ N}$$

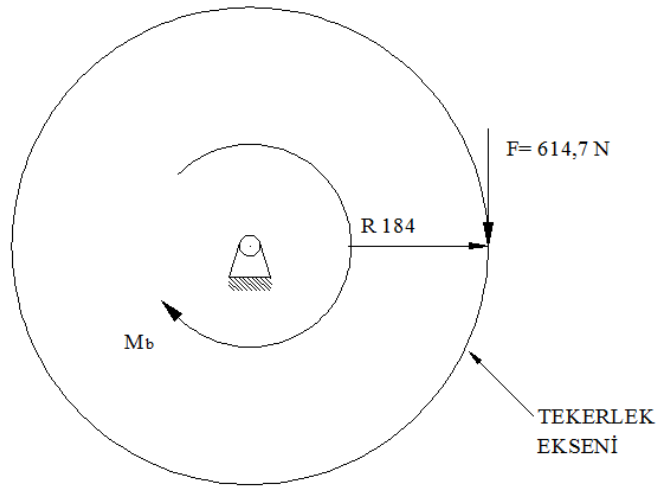
F_{mSC} : C noktasındaki sürtünme kuvveti, N

$$F_{mSC} = 481 \text{ N} \cdot 0,14 = 67,3 \text{ N}$$

F_{top} : Tekerleğe gelen toplam kuvvet, N

$$F_{top} = 481 \text{ N} + 45,7 \text{ N} + 20,7 \text{ N} + 67,3 \text{ N} = 614,7 \text{ N}$$

Tahrik milinde oluşan burulma momentini gösteren çizim Şekil 46'da verilmiştir.



Şekil 46: Tahrik milinde oluşan burulma momenti.

M_b : Tahrik mili burulma moment, Nmm

$$M_b = F_{top} \cdot R \text{ (Burulma momenti formülü)}$$

$$M_b = 614,7 \text{ N} \cdot 0,184 \text{ m} = 113,1 \text{ Nm} = 113100 \text{ Nmm}$$

$P_{\text{çıkış}}$: Çıkış gücü, kW

$$P_{\text{çıkış}} = M_b \cdot \omega \text{ (Güç formülü)}$$

$$P_{\text{çıkış}} = 113,1 \cdot 2,41 \text{ rad/sn} = 0,272 \text{ kW}$$

Kullanılan redüktör markası: Yılmaz Redüktör

Kullanılan redüktör tipi: EN063.00.B08

Çevirim oranı: 61

$\eta_{\text{redüktör}}$: Redüktör verimi

$$\eta_{redüktör} = \%59$$

Kullanılan motor markası: GAMAK

Motor devir sayısı: 1410

η_{motor} : Motor verimi

$$\eta_{motor} = \%92 - \%93$$

P_{motor} : Motor gücü, kW

$$P_{motor} = \frac{P_{çıkış}}{\eta_{sistem}} \text{ (Net motor gücü formülü)}$$

$$P_{motor} = \frac{P_{çıkış}}{\eta_{redüktör} \cdot \eta_{motor}} = \frac{0,272}{0,59 \cdot 0,92} = 0,501 \text{ kW}$$

Seçilen motor gücü 0,75 kW

5.2 Mukavemet ve Makine Elemanları Hesapları

Aks Malzemesi için (Tekerlek aksı);

St 37 ($\sigma_{AK} = 230 \text{ N/mm}^2$)

S= 2 seçilir.

$\sigma_K = 400 \text{ N/mm}^2$

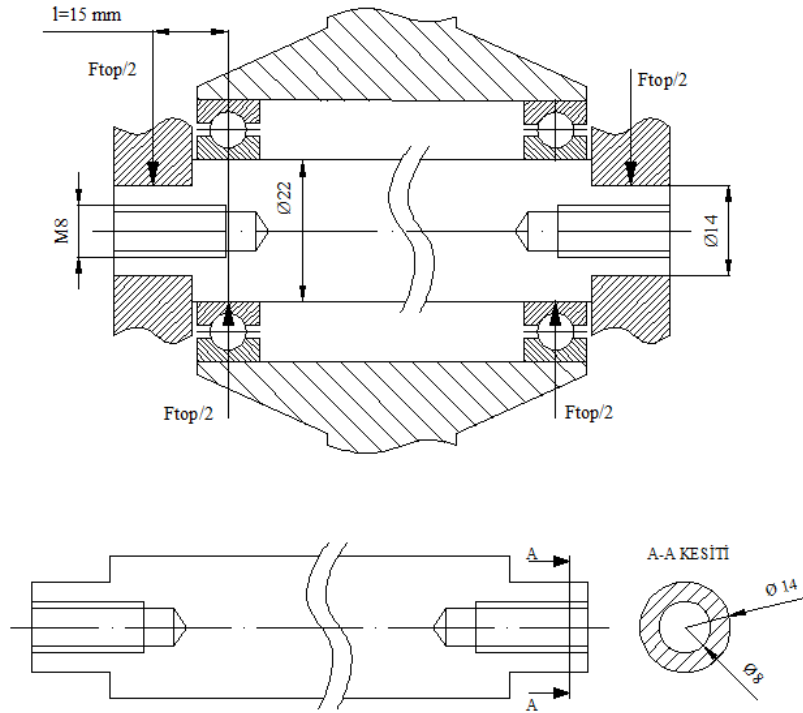
σ_K : Kopma gerilmesi, N/mm^2

σ_{AK} : Akma gerilmesi, N/mm^2

σ_e : Eğilme gerilmesi, N/mm^2

σ_{em} : Emniyet gerilmesi, N/mm^2

Tekerlek aksına gelen kuvveti gösteren çizim Şekil 47’de verilmiştir.



Şekil 47: Tekerlek aksı.

S: Çelikler için emniyet katsayısı

M_e : Eğilme moment, Nmm

$S = 2-2,5$ arasında seçilir(Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, Sayfa 14).

$F_{top} = 614,7$ N'luk statik kuvvet etkisinde

$$M_e = \frac{F_{top}}{2} \cdot l \text{ (Eğilme moment formülü)}$$

$$M_e = \frac{614,7}{2} \cdot 15 = 4610,2 \text{ Nmm}$$

Mukavemet Kontrolü:

1) Boyutlandırma

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{AK}}{S_{GER}} \text{ (Emniyet gerilmesi formülü)}$$

$$\sigma_{em} = \frac{230}{2} \text{ N/mm}^2 = 115 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e \leq \sigma_{em}$$

d: Aks çapı, mm

$$\frac{M_e}{W_e} \leq \sigma_{em}$$

$$\frac{4610,2 \cdot 32}{\pi \cdot d^3} \leq 115$$

$$d^3 \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 4610,2}{\pi \cdot 115}} = 7,42$$

$$d \geq 7,42 \text{ mm}$$

Aks çapı standart olarak

$$d = 15 \text{ mm}$$

d_m : Muylu çapı, mm

$$d_m = 12 \text{ mm seçilir.}$$

2) Kontrol Hesabı:

S_{he} : Hesaplanan Emniyet Katsayısı

S_{GER} : GMalzemeEmniyet Katsayısı

$$S_{he} \geq S_{GER}$$

Muylu çapı $d_m = 12$ mm'ye göre;

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} \text{ (Eğilme gerilmesi formülü)}$$

$$W_e = \frac{\pi d_m^3}{32} \text{ (Eğilme direnç momenti)}$$

$$\sigma_e = \frac{M_e \cdot 32}{\pi \cdot d_m^3}$$

$$\sigma_e = \frac{4610,2 \cdot 32}{\pi \cdot 12^3} = 27,19 \text{ N/mm}^2$$

W_e : Eğilme DirençMomenti, mm^3

$$\sigma_e \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{AK}}{S_{he}}$$

$$27,19 \leq \frac{230}{S_{he}}$$

$$S_{he} \geq \frac{230}{27,19} = 8,46$$

$8,46 \geq 2$ olduğundan emniyetlidir.

$d_{iç}$: Muylu iç çapı, mm

$d_{dış}$: Muylu dış çapı, mm

$d_{dış} = 1,75 \cdot d_{iç}$ alındı

$$\frac{\pi(d_{dış}^2 - d_{iç}^2)}{4} \geq 7,45$$

$$d_{dış}^2 - d_{iç}^2 = \frac{7,4 \cdot 4}{\pi} \approx 9,45$$

$$2,06 \cdot d_{iç}^2 \geq 9,43$$

$$d_{i\zeta} \geq 2,14 \text{ mm} \rightarrow d_{i\zeta} = 8 \text{ mm}$$

$$d_{diş} \geq 3,74 \text{ mm} \rightarrow d_{diş} = 14 \text{ mm seçildi.}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow S_{he} \geq S_{ger}$$

$$\tau_{em}: \text{Kesmeemniyet gerilmesi, N/mm}^2$$

$$\tau_k: \text{Kesme etkisinde kopma gerilmesi, N/mm}^2$$

$$\tau_{AK}: \text{Kesme etkisinde akma gerilmesi, N/mm}^2$$

$$\tau_{AK} = 132,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_b: \text{Burulma gerilmesi, N/mm}^2$$

$$A: \text{A-A Kesit alanı, mm}^2$$

$$F_A: \text{A alanına etkiyen kuvvet, N}$$

$$F_A = \frac{F_{top}}{2} = \frac{614,7}{2} = 307,35 \text{ N}$$

$$\tau_k \geq \tau_{em}$$

$$\tau_k = \frac{F_A}{A}$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau_{AK}}{S_{he}}$$

$$\frac{F_A}{A} \geq \frac{\tau_{AK}}{S_{he}}$$

$$\frac{307,35}{\pi(14^2 - 8^2)} \geq \frac{132,7}{S_{he}}$$

$$S_{he} \geq \frac{132,7 \cdot \pi \cdot (14^2 - 8^2)}{307,35}$$

$$S_{he} \approx 179$$

$$179 \geq 2 \text{ emniyetlidir.}$$

Tahrik Mili Hesabı ve boyutlandırma:

Burulma ve Eğilme Gerilmesi:

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_p} \quad (\text{Burulma moment formülü})$$

$$M_b = 113100 \text{ Nmm}$$

W_p : Polar direnç momenti, mm^3

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_{mil}^3}{16} \quad (\text{Polar direnç moment formülü})$$

(S= 2,5 seçilir)

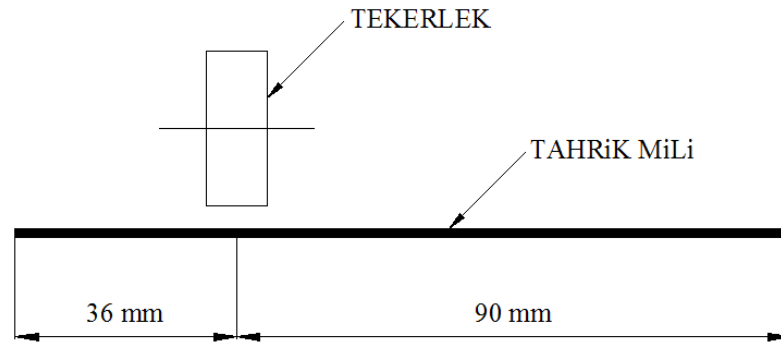
Mil Malzemesi ck45

$$\sigma_{AK} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_K = 750 \text{ N/mm}^2$$

(Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, Sayfa 424, Cetvel A-2.4)

Tahrik mili eğilme momenti hesabı için gerekli ölçüleri gösteren çizim Şekil 48'de verilmiştir.



Şekil 48: Tahrik mili eğilme momenti.

$M_{eğ}$: Tahrik mili eğilme moment, Nmm

$$M_{eğ} = 614,7 \text{ N} \cdot 90 \text{ mm} = 55323 \text{ Nmm}$$

Boyutlandırma Hesabı:

$$M_B = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D} M_{e\dot{g}}\right)^2 + 0,75 \cdot M_b^2} \text{ (Birleşik moment formülü)}$$

M_B : Bileşik Moment, Nmm

d_{mil} : Tahrik mili çapı, mm

$$d_{mil} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_B}{\pi \cdot \left(\frac{\sigma_{AK}}{S}\right)}} \text{ (Mil çapı formülü)}$$

σ_D : Mukavemet sınırı, N/mm²

$\sigma_D = 0,5 \cdot \sigma_K$ (Mukavemet sınırı formülü)

$\sigma_D = 0,5 \cdot 750 = 375 \text{ N/mm}^2$

σ_D^* : Sürekli mukavemet sınırı, N/mm²

q : Çentik hassasiyet faktörü

$$\sigma_D^* = \frac{K_y \cdot K_b}{K_\zeta} \cdot \sigma_D \text{ (Sürekli mukavemet sınırı formülü)}$$

$q = 0,75$ (Islah çelikleri için) (Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, sayfa30)

K_ζ : Çentik faktörü

K_t : Teorik Çentik Faktörü

$K_\zeta = 1 + q \cdot (K_t - 1)$ (Çentik faktörü formülü)

$K_t = 1,8$ (Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, Sayfa425, Cetvel A-2.7)

$$K_\zeta = 1 + 0,75 (1,8 - 1) = 1,6$$

K_y : Yüzey Pürüzlüğü Faktörü

$K_y = 0,9$ (Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, Sayfa434, Cetvel A-3.7)

K_b : Boyut Faktörü

$K_b = 0,78$ (Prof.Dr.Mustafa Akkurt, Makina Elemanları, Sayfa436)

$$\sigma_D^* = \frac{0,9 \cdot 0,78}{1,6} \cdot 375 = 164,5 \text{ N/mm}^2$$

$$M_B = \sqrt{\left(\frac{450}{164,5} \cdot 55323\right)^2 + 0,75 \cdot (113100)^2} = 180270 \text{ Nmm}$$

$$d_{mil} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 180270}{\pi \cdot \left(\frac{450}{2,5}\right)}}$$

$$d_{mil} \geq 21,69 \text{ mm}$$

$$d_{mil} = 37 \text{ mm seçilir.}$$

Kontrol:

σ_B : Birleşik gerilme, N/mm²

$$\sigma_B = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{D^*}} \cdot \sigma_{eğ}\right)^2 + 3 \cdot \tau_b^2} \text{ (Birleşik gerilme formülü)}$$

$$S_{he} = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_B} \text{ (Hesaplanan güvenlik katsayısı formülü)}$$

Kontrol $S_{he} \geq S_{ger}$ olmalı

$$d_{mil} = 37 \text{ mm}$$

$$\sigma_{eğ} = \frac{M_{eğ}}{W_{eğ}} \text{ (Eğilme gerilmesi formülü)}$$

$$\sigma_{eğ} = \frac{55323 \cdot 32}{\pi \cdot d_{mil}^3} = 11,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_p} \text{ (Burulma kayma gerilmesi formülü)}$$

$$\tau_b = \frac{113100 \cdot 16}{\pi \cdot d_{mil}^3} = 11,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = \sqrt{\left(\frac{450}{164,5} \cdot 11,13\right)^2 + 3 \cdot 11,38^2} = 36,3 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{he} = \frac{450}{36,3} = 12,4$$

$$S_{he} \geq S_{ger}$$

12,4 ≥ 2,5 emniyetlidir.

NO	MALİYET TÜRÜ	MALİYET BEDELİ(TL)
1	Elektrik motoru-Redüktör	750 TL
2	Kütük ve kütük işçiliği	275 TL
3	Boya ve Çelik macun	200 TL
4	2 adet tekerlek	75 TL
5	Metal işleme	2000 TL
6	Plazma kesim ve sac malzemeler	325 TL
7	Profil malzemeler	100 TL
8	Elektrik malzemesi ve işçilik	75 TL
9	Civata,Somun,Pul,Rondela,Rulman,Setuskur	75 TL
10	Kaynak işçiliği	150 TL
11	Kütük kaplama,taban iyileştirme	200 TL
12	Ahşap tokmak ucu	75 TL
TOPLAM MALİYET		4300 TL

Çizelge 4: FDM maliyet çizelgesi

6.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu projede literatür taramasından sonra fındıkla ilgili bilgiler verilmiştir. Şekilde gösterilen fındık helva makinesinin tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan bu makine üzerinde mantıksal iyileştirmeler yapılırken bu kapsamda tasarım birkaç kez değişmiştir. Makinenin imalatı yapıldıktan sonra deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda makinenin iyileştirilme çalışmalarına devam edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucu verilmiştir. Literatürde araştırma projesi konusu olan fındık dövme makine dizaynına ait doğrudan bilgiye hemen hemen rastlanmadığından genelde makine mühendisliği temel prensiplerini konu alan ve bunun yanında fındık ve benzeri yağlı tohumlarla ilgili bazı çalışmalar bulunarak literatür taramasına dahil edilmiştir.

Günümüzde geleneksel yöntemler ile üretilen gıdalara ilgi artmıştır. Geleneksel gıdalar kongrelerisıkça yapılmakta ve bu son yıllarda bu kongrelerdegeleneksel gıdaların modern tekniklerle yani mekanik ve elektronik-bilgisayar sistemlerleüretilip piyasaya kazandırılması, imalat kapasitesinin sanayi bazında yükseltilmesi gündeme gelmiştir. Yapılan tasarım geleneksel bir gıda ürünü olan fındık ezmesi ve dövmesinin aslında temelinde Şebinkarahisar ceviz dövmesi vardır. Dünyada ve ülkemizde tescillenmiş en önemli ceviz çeşitlerinden olan Şebinkarahisar cevizinden yapılan dövmenin yapılış şekli fındık helvasının yapılış şeklinin aynıdır. Ülkemizde ve dünyada da Şebinkarahisar'a özgü oldukça besleyici ve lezzetli bir üründür ancak ceviz dövmesi son yıllarda yeni nesillere tanıtılmamış sadece fındık ezme ve dövmesi yaygınlık kazanmıştır.

Tasarlanan makine ile geleneksel ürünler bazında bir ürünün piyasada seri üretiminin yapılmasıplanlanmıştır.

Bu kısımda daha önce bahsettiğimiz gibi literatür taraması ve piyasa araştırmaları sonucunda, yüksek lisans araştırma projesinde ezme, öğütme, briketleme vb. yönryemlere rastlanmıştır ancak söz konusu olan fındık dövme makinesinin fındık ve şeker karışımını dövme prensibinin benzerine rastlanmamıştır. Bu yüzden kıyaslama yapılmamaktadır.

FDM' nin gıda kimyası yönünden ve gıda güvenliği yönünden, yani insan sağlığını riske atmadan sağlığa zarar vermeden üretimdeki avantajları şunlardır:Ağaç kütüğü kullanılmıştır. Zira fındık %60-70 oranında yağlı olup acılaşımaya ya da oksidatif reaksiyonlara açık doymamış yağ asitlerinden oleik asit gurubu yağlı asitlerden biridir. Metaller tadda acılaşımaya neden olmakta, ürünün tadını bozmaktadır. Bu yüzden pratikte olduğu gibi tahta kütük tercih edilmiştir. Daha kısa sürede ürünün üretimi acılaşıma ve mikrobiyal bulaşıma riskini oldukça azaltmaktadır.

Gıda sanayiinde insan en önemli bulaşıma kaynağıdır. Gıda üretimleri ne kadar çok insandan uzak makineler yolu ile olursa o kadar hijyenik üretim yapılmış olur. Mekanizasyon ve modernleşme bu yüzden kapasite artışı sağlamak kadar önemlidir. Tasarlanan makinenin bir amacı da kapasite artışı sağlamak kadar hijyenik üretimi sağlamak olmalıdır. Tasarlanan

makine ile bölgemizde yaygın olarak üretilen fındık helvasından başka,Türkiyede Yalova ve Bilecik cevizi çeşitleri ile birlikte ilk üç önemli cevizinden biri olan Şebinkarahisar cevizi ile yapılan Şebinkarahisara has, 'dövme' olarak bilinen ceviz+dut kurusu karışımından olan ürünün de üretilmesi olasıdır. FDM, fındık helvası kadar sadece 'dövme' adıyla bilinen çok uzun yıllardır aynı prensiple yani elle dövme yöntemi ile üretilen ceviz dövmesi için de kullanılabilir. Aslında Şebinkarahisar fındık için yaygın bir üretim yeri değildir. Dövme yöntemi Şebinkarahisar'da ceviz+dut Kurusu dövmesi için çok uzun yıllar önceyöre halkı tarafından icat olmuş yöresel bir yöntemdir.

FDM için faydalı model belgesi başvurusu yapılmıştır.

7. KAYNAKLAR

- Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G. and Loker, M.**(1999). Effects of geogrophical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellora* L.)varieties cultivated in Turkey, *Food Chemistry*, 65,309-313.
- Aktaş. M.** (2007). Isı pompası destekli fındık kurutma fırınının tasarımı, imalatı ve deneyselincelenmesi, Ankara (Anon.).
- Bertocchi, P.** (1987). Rotary Machine for Extraction of Juice and Puree from tomatoes, *Fruit and Other Produce*, Patent Number: 4, 643, 085.
- Bruzzone A.G.and Longo F.**(2013). An advanced modeling and simulation tool for Investigating the Behavior of a Manufacturing System in the Hazelnuts Industry Sector, *International journal of Food Engineering*. 9, 3,241-257.
- Costa,A.I.A. and Jongen,W.M.F.**(2006).New insights into consumer led food productdevelopment.*Trends in Food science and Technology*,17,457-465.
- Çağlarımak N., Coskunseven Batkan, A.**(2005). Nutrients and biochemistry of nutsconsumed in Turkey, *Journal of Food Processing and preservation*, VO1,29,5-6
- Demir, A.D., Baucour, P., Cramin, K. and Bodayeh,K.** (2003). Analysis of temperaturevariability during the thermal processing of hazelnuts.*Innovative Food science andEngineering Technology*, 4,69-94.
- Delbrete, C.andSesana, R.** (2014). Mechanical characterization of kernel and shell ofhazelnuts: Proposal of an experimental procedure, *journal of Food Engineering*, 124, 28-34.
- Davis, R.H. and Purner, T.F.** (1947). Machine for making peanut butter (Anon.). Patennt no: 2,305,467.
- Evcin, A.,** (2011). Toz üretim teknikleri ders notları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi*.
- Fallico, B., Aren, E. and Zappalo, M.,** (2003). Roasting of hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chemistry*, 81, 569-573.
- Heller, P., Keith R. and Anderson S.** (1992). Teaching problem-solving through cooperative Part-1; Group versus individual problem solving, *American journal of physics*, 60, 627 636.
- Kamble, S.K. andTembe, B.L.** (2013). The effect of use of concept maps on problem solving performance and attitute in mechanical engineering course,*Sciverce Science Direct*,83,748- 754.
- Kürklü, A., Bilgin, S.**(2005). Biyokütle Briketleme Makinaları ve Uygulamaları: Literatür Taraması. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, s. 252–256, 19–21 Ekim, Mersin.
- McDermott, L.C. Millikan Lecture** (1990). What we teach and what is learned closing the gap,*American Journal of physics*, 59,301-Novak.
- Memiş, S.**(2007). Türkiye Fındık Üretiminde yeni ürün geliştirme süresi ve bir uygulama,İstanbul (Anon.).

- Güner, M. Dursun, E. and Dursun, İ.G.** (2003).Mechanical behavior of hazelnut under compression loading,*Biosystems Engineering*, 85(4),485-491.
- Özdemir, F. and Akıncı**(2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties, *Journal of Food Engineering*, 63,341-347.
- Özdemir, M., Açkurt, F. Kaplan, M., Yıldız, M., Gürcan,T.,Biringen, G., Okay , A., and Seyhan, F.G.**(2001a). Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Coylus avellana* L.)varieties:fatty acid composition. α -tocopherol content, mineral composititon and stability.*FoodChemistry*, 73,411-415.
- Özdemir, M., Açkurt, F., Yıldız, M. Biringen, G.,Gürcan, T., and Loker, M.** (2001b).Effect ofvoasting on some nutrition's of hazelnuts, *Food Chemistry*, 73,185-190.
- Özdemir, M. and Devres, O.**(2000).Analysis of color development during roasting of hazelnuts using response surface methodology, *Journal of Food Engineering*, 45,17-24.
- Reif, F.** (1981). Teaching problem solving: A scientific approach, *The Physics Teacher*, 19, 310-316
- Richardson, J.C.V. and Frederick, H.**(1942). Method for Producing nut butter, Patent No: 2,302,574.
- Salı, B.**(1999). Fındık kırma teknolojisinde yatay eksenli silindirik tambur sisteminingeliştirilmesi, Trabzon (Anon.).
- Saraç, İ. ve İnan, A.**(2013). Havalı Tip Fındık kırma Makinesinin İmalatı ve PerformansKarakteristiklerinin Araştırılması, *Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü*.
- Sarkar, S.and Costa, A.I.A.**(2008).Dynamics of open innovation in the food industry, *Trends in Food Science and Technology*, 19, 574, 580.
- Satake, S., Kanamoto, S., Okada, Y., Matsumoto, N.** (1996). Abrasive type vertical grainmilling machine, Yayınlanma numarası:US 5511469A,Patent:US5752664*.
- Seyhan, F.,Özay, G.,Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G.ve Alaşalvar, C.**(2007). Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruitdevelopment, *Food Chemistry*, 105,590,596.
- Turan, A.** (2007). Giresun İli Bulancak ilçesi Tombul Fındıkları seleksiyonu, Samsun (Anon.).
- Türkoğlu, A.,** (2009). Dünya fındık istihsal ve ticaretinde Türkiye'nin durumu, *İstanbulmatbaası*,sf120.https://books.google.com.tr/books/about/D%C3%BCnya_f%C4%B1nd%C4%B1k_istihsal_ve_ticaretinde.html?id=hp5IAAAAYAAJ&redir_esc=y, erişim tarihi: 10 Temmuz 2014.
- Xu, Y.X.andHanna, M.A.** (2010). Evalvation of Nebraska hybrid hazelnuts: Nut/kernelcharacteristics, kernel proximate composition, and oil and protein properties, *Industrial Crops and Products*, 31,84-91.

https://encrypted-

tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSn7hKyS7NUMLzHa5_CL4CYnwXS5tam1Pw7_SrbhTF7
lqjr6LrZcw,erişimtarihi: 6 Aralık 2015.

<http://www.mertlermakina.com/admin/puf->

[content/cranebazaar_75b3d6196e1e70df811ea9eddc34ac8d.jpg](http://www.mertlermakina.com/admin/puf-content/cranebazaar_75b3d6196e1e70df811ea9eddc34ac8d.jpg),erişimtarihi: 6 Aralık 2015.

<http://www.3amakina.com/wp-content/uploads/2012/08/k5-300x225.jpg>, erişimtarihi: 6 Aralık
2015.