

KÜRESEL YAPIYA SAHİP ÜRÜNLER İÇİN
TEKLEŞTİRME SİSTEMİ TASARIM VE İMALATI

MEHMET CANER CAN

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERSİN
EYLÜL – 2007

KÜRESEL YAPIYA SAHİP ÜRÜNLER İÇİN TEKLEŞTİRME
SİSTEMİ TASARIM VE İMALATI

MEHMET CANER CAN

Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği
Ana Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr.Onur GÜVEN

MERSİN
Eylül – 2007

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN

Jüri Üyesi
Prof.Dr. Yusuf ZEREN

Jüri Üyesi
Yrd.Doç.Dr.Uğur EŞME

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Ülkemiz, Cumhuriyet'in ilanından itibaren gelişimini büyük ölçüde tarım ve tarıma dayalı endüstri kollarından elde etmiştir.

Özellikle şu günlerde, Avrupa Birliği'ne giriş hazırlıkları yapan ülkemizin ihraç ettiği ürünleri Avrupa Standartlarına uygun bir şekilde standart hale getirmesi ve bu şekilde dış piyasaya sürmesi gerekmektedir.

Küresel yapıya sahip gıda ürünlerini sistemde tekleştirebilen ve aynı zamanda da boylandıran bir makine tasarımı ve imalatı gerçekleştirilip, daha önceden uygulanan benzer makine sistemler arasındaki farklı ve ortak özellikler irdelenmiş, makine hareket analizi yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Küresel şekilli ürün, Ürün seçme sistemi (koni), standart, boyut analizi, hareket analizi

ABSTRACT

Beginning from the declaration of Republic, our country has developed largely through the branch of agriculture and agriculture oriented industry.

Especially recently, our country that has been doing preparation for the entrance to Europe Union has to standardize the exportation products appropriate to Europe standart and has to send them out to foreign market with its appropriate way.

It has been performed a machine design and production which can single the production having global structure and which can also categorize in respect of size, and it has been explicated the same and different features between similar machine systems which was applied before, and it has been annotated the machine motion analysis.

Key Words : Spherical shaped product, product selection system (cone), standard, dimensional analysis, act analysis

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın yürütölmesini üstlenerek, derin bilgi ve tecrübeleri ile araştırmalarımaya yön veren, çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen Tez Danışman Hocam Sayın Yrd.Doç.Dr.Onur GÜVEN ile çalışmam sırasında yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd.Doç.Dr.Hüseyin MUTLU Hocama şükranlarımı bir borç bilirim.

Ayrıca makinenin imalatı sırasında Mersin Büyükşehir Belediyesi Makine İkmal Daire Başkanlığı Atölyelerinde çalışan usta çalışanlara da teşekkür ederim.

Bu çalışmamı, çalışmalarımdaya bana büyük sabır göstererek büyük özveriyle her daim manevi destek sağlayan Sevgili Annem, Babam, Kardeşim ve Dedeme ithaf ediyorum.

Bu araştırmanın imalatçı, araştırıcı ve uygulayıcılara faydalı olması temennilerimle...

Mersin, 2007

Mehmet Caner CAN

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SEMBOLLER DİZİNİ	xv
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. MEKANİZASYONUN FAYDALARI	2
2.2. STANDART MEYVELER	3
2.3. TARIMSAL MEKANİZASYONDA İNSAN-MAKİNA İLİŞKİLERİ ..	4
2.4. MEYVE SINIFLANDIRMANIN TARİHÇESİ.....	5
2.5. HANGİ TİP SINIFLANDIRMA MAKİNESİ?	6
2.6. SINIFLANDIRMA MAKİNELERİNDEN İSTENEN ÖZELLİKLER...	8
2.7. KURAMSAL TEMELLER VE SINIFLANDIRMAYA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR	9
2.8. MEYVE SINIFLANDIRMA MAKİNELERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ VE TİPLERİ	18
2.8.1. Meyve Sınıflandırma Makinelerinin Yapısal Özellikleri	18
2.8.2. Meyve Sınıflandırma Makinelerinin Tipleri	19
2.8.2.1. Meyveleri boyutlarına göre sınıflandıran makineler	19
2.8.2.1.1. Petek gözlü silindirik makineler	19
2.8.2.1.2. Yuvarlak kayışlı sınıflandırma makineleri	20
2.8.2.1.3. Elek sistemli sınıflandırma makineleri	20
2.8.2.1.4. Merdaneli sınıflandırma makineleri	21
2.8.2.1.5. Bantlı sınıflandırma makineleri	22
2.8.2.1.6. Kayışlı ve merdaneli boylayıcı makineleri	23

2.8.2.1.7. Genleşebilen delikli (orifisli) meyve	
sınıflandırma makinesi	23
2.8.2.1.7.1. Yuvarlak tablalı orifisli makineler	23
2.8.2.1.7.2. Sıravari orifisli meyve	
sınıflandırma makineleri	24
2.8.2.1.8. Vidalı tip sınıflandırma makineleri	24
2.8.2.1.9. Merkezkaç kuvvetinden yararlanarak imal	
edilen tekleştirme makineleri	25
2.8.2.1.9.1. Merkezkaç kuvvetinden	
yararlanarak çalışan meyve	
tekleştirme makinesi.....	25
2.8.2.1.9.2. Merkezkaç kuvvetinden	
yararlanarak meyve	
boyutlandırma makinesi.....	26
2.8.2.2. Meyveleri ağırlıklarına göre sınıflandırabilen makineler	28
2.8.2.3. Renklerine göre sınıflandırabilen makineler	31
2.8.2.3.1. Ortalama projeksiyon alanı	35
2.8.2.3.2. Yüzey alanı	36
2.8.2.3.3. Optik özellikler	36
2.9. GEOMETRİK ŞEKİLLERİNE GÖRE AYIRMA	38
2.9.1. Boyut ve Yüzeylerin Açıklanmasında Kullanılan Kriterler	38
2.9.1.1. Standart kartlar	38
2.9.1.2. Yuvarlaklık	40
2.9.1.3. Küresellik	41
2.9.2. Geometrik Şekillerle Benzetişim Yöntemleriyle Meyve ve	
Sebzelerin Bazı Teknik Değerlerinin Belirlenmesi	42
2.10. ÇARPMA ENERJİSİ ABSORBE ETME ÇALIŞMALARI	44
2.11. SINIFLANDIRMA VE AYIRMA İŞLEMLERİNDEKİ	
ZEDELENMELER	44
2.12. TSE STANDARTLARI	46
2.12.1. Turunçgil Meyveleri TS-34	46
2.12.1.1. Türler	46

2.12.1.2. Sınıflar	47
2.12.1.3. Boylara Ayırma	47
2.12.1.4. Renk	48
2.12.1.5. Boy Toleransları	48
2.12.2. İşaretleme	49
3. MATERYAL ve METOT	51
3.1. HAREKETLERİN İNCELENMESİ	51
3.1.1. Serbest Düşme	55
3.1.2. Yuvarlanma Sürtünmesi	57
3.1.3. Küresel Ürünün Koni Üzerindeki Hareketinin İncelenmesi	59
3.1.4. Yatay Atış Hareketi	63
3.1.5. Dönme Eylemsizliği	65
3.1.6. Enerjinin Korunumu	66
3.1.7. Ezilme Kuvvetlerinin Analizi	69
3.1.8. Çarpma Kuvvetlerinin Analizi	70
3.1.9. Dairesel Hareket Yapan Kürenin İvmesinin Teğetsel Bileşenleri ..	91
3.1.10. Sistemin Güç Hesabı	93
3.1.10.1. Yuvarlanma direnci (μ)	94
3.1.10.2. Kinematik yuvarlanma direncinin (μ) bulunması için yapılan deneyler	96
3.1.10.3. Sistemde yüklü toplam moment ve gücün teorik olarak bulunması	99
3.2. KONSTRÜKSİYON ve İMALAT	103
3.2.1. Koninin İmalatı	103
3.2.2. Haznelerin İmalatı	107
3.2.3. Rulmanlı Yatağın Bağlantısı	110
3.2.4. Redüktör Milinin Alt Tablaya Merkezlenmesi	111
3.2.5. Çevirici Halkaların İmalatı	113
3.2.6. Mil Üzerindeki Kaydırıcının İşlevi	115

3.2.7. Boylayıcı Çemberlerin Köşebentlere Tutturulması	116
3.2.8. Sonsuz Vidalı Redüktörler	117
3.2.9. Teknik Çizimler	120
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	149
4.1. SİSTEMİN UYGUN DEVİR HESABI	150
4.2. SİSTEM ÜZERİNDEKİ ÜRÜN SAYISININ BULUNMASI	154
4.3. SİSTEM GÜCÜNÜN HESAPLANMASI	158
4.4. ÜRÜNLERİN ÇARPMA HIZ VE KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI	159
4.5. SİSTEMİN YÜK KAPASİTESİNİN BULUNMASI.....	163
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	165
KAYNAKLAR	169
ÖZGEÇMİŞ	171

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Stutterheim DeneYlerinde 50'şer Kiloluk Patates Guruplarındaki Dağılım Karakteristiği.....	9
Çizelge 2.2.	Meyve ve sebzelerin sınıflandırma ve ayırma işlemleriyle ilgili kriterleri (Moser, 1984)	12
Çizelge 2.3.	Uzunluk indeksine göre patates yumrusunun şekilleri (Neumann 1984).....	13
Çizelge 2.4.	Bazı Bitkisel Ürünlerin Temel Boyutları (Sinn ve Özgüven,1987).....	15
Çizelge 2.5.	Aralık Açıklığına Göre Ortalama Çap ve Ağırlık.....	28
Çizelge 2.6.	Küresel Ürünlerin Çapı ile Ağırlığı Arasındaki İlişki.....	29
Çizelge 2.7.	Bazı Ürünlerin Küresellikleri (%) (Mohsenin, 1980).....	31
Çizelge 2.8.	Enerji Absorpsiyon Değerlerini Belirlemek İçin Bir Metre Yükseklikten Yapılan Düşürme Testine İlişkin Sonuçlar (Diener ve Fridley, 1983).....	44
Çizelge 2.9.	Elmaların Çapları ile Ağırlıkları Arasındaki Bağlantı.....	46
Çizelge 2.10.	Turunçgil Meyvelerinin Boyları.....	47
Çizelge 2.11.	Özellik ve Muayeneler.....	49
Çizelge 3.1.	Ürünlerin Ezilme Kuvvetleri Arasındaki İlişki.....	69
Çizelge 3.2.	Kinematik Yuvarlanma Direnci Deney Sonuçları	98
Çizelge 3.3.	d=30 mm Çapa Sahip Bilyalı Yatağın Ölçüleri.....	111
Çizelge 4.1.	Boylanacak Ürünlerin Çap ve Ağırlıkları	150

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Görünür, Röntgen, Gama Işınlarında Refleksiyon ve Transmisyon Yöntemine Göre Çalışan Ayırma ve Sınıflandırma Sistemleri (Moser 1984).....	12
Şekil 2.2.	Elekli Sınıflandırıcı ve Merdaneli Ayıklama Bandı Kombinasyonu (Neumann 1984).....	13
Şekil 2.3.	Elek, Besleyici ve Ayırıcı Kombinasyonu (Neumann 1984).....	13
Şekil 2.4.	Kombine Elma Değerlendirme Tesisinin Şematik Görünümü (Ülger,1985).....	14
Şekil 2.5.	Çeşitli Ürünlerde 6 mm Çaplı Bası Elemanıylarıla Kuvvet Deformasyon Eğrisi (Sinn ve Özgüven 1987).....	15
Şekil 2.6.	Petek Gözlü Silindirik Makineler.....	19
Şekil 2.7.	Yuvarlak Kayışlı Meyve Sınıflandırma Makinesi (Gill 1968).....	20
Şekil 2.8.	Boyutlarına Göre Boylama Yapan Sınıflandırma Sistemleri (Moser 1984).....	21
Şekil 2.9.	Merdaneli Boylayıcı (Brennan ve ark.1976).....	22
Şekil 2.10.	Bantlı Sınıflandırma Makinesi (Brennan ve ark.1976).....	22
Şekil 2.11.	Kayışlı ve Merdaneli Boylayıcı Makinesi (Brennan ve ark.1976).....	23
Şekil 2.12.	Genleşebilen Delikli (Orifisli) Meyve Sınıflandırma Makinesi....	24
Şekil 2.13.	Vidalı Tip Meyve Sınıflandırma Makinesi.....	25
Şekil 2.14.	Merkezkaç Kuvvetinden Yararlanarak Tekleştirilen Sistemler....	25
Şekil 2.15.	Merkezkaç Kuvvetinden Yararlanarak Tekleştirilen Makinenin Teknik Çizimleri.....	26
Şekil 2.16.	Merkezkaç Kuvveti Prensibine Göre Çalışan Boylama Makinesi	26
Şekil 2.17.	Merkezkaç Kuvveti Prensibine Göre Çalışan Boylama Makinesinde Aralık Açıklığına Göre Boylama.....	27
Şekil 2.18.	Çap Aralığının Pisagor Bağlantısı	27
Şekil 2.19.	Dönen Diskin Ön Görünümü.....	28
Şekil 2.20.	Ağırlığa Göre Tartma Mekanizması	30
Şekil 2.21.	Optik Ayırıcının Görünümü.....	31

Şekil 2.22.A	Patatesin Optik Yöntemle Taş ve Toprak Parçalarından Ayrılması.....	32
Şekil 2.22.B	Farklı Ürünlerin Yansıma Eğrileri.....	32
Şekil 2.23.	Renklerine Göre Ayrılabilen Sistemlerde Makaralar Üzerindeki Ürünler.....	32
Şekil 2.24.	Lazer Kameranın Bulunduğu Bölüm. Altta Meyvelerin Geçtiği Makaralar Görünmektedir.....	33
Şekil 2.25.	Lazer Optik Renk Okuyucu.....	33
Şekil 2.26.	Meyveleri Renklerine ve Meyve Üzerindeki Zedelenmeleri Ayırt Edici Kamera.....	34
Şekil 2.27.	Optik Okuyucudan Geçerek Sınıflandırılan Ürünleri Gösteren Sistem.....	34
Şekil 2.28.	Çeşitli K Sayıları için Hacim ve Ortalama Projeksiyon Alanı Arasındaki İlişkiler (Sinn ve Özgüven, 1987).....	35
Şekil 2.29.	Elma Üzerine Düşen Işığın Dağılımı (Sinn ve Özgüven, 1987)...	36
Şekil 2.30.	Elma (A) ve Patates (B) İçin Şekil Tanımlamaları (Mohsenin 1980).....	39
Şekil 2.31.	Yuvarlaklık ve Küresellik Karakteristikleri (Mohsenin 1980).....	40
Şekil 2.32.	Lazer Tarayıcı ile Saptanan Zedelenmeler.....	45
Şekil 2.33.	Zedelenmelerin Bilgisayar Ekranındaki Yorumu.....	45
Şekil 3.1.	Sistemin Genel Görünüşü.....	51
Şekil 3.2.	Elektrik Motoru ile Redüktörün Alt Tablaya Bağlantısı	52
Şekil 3.3.	Ürünlerin Vektörel Olarak Hareketi	54
Şekil 3.4.	Sistemin Üstten Görünüşü.....	54
Şekil 3.5.	h Yüksekliğinden Serbest Bırakılan Ürünlerin Serbest Düşme Hareketi.....	55
Şekil 3.6.	Serbest Düşme Sırasındaki Hız Değişimini Veren İvme-Zaman Grafiği	55
Şekil 3.7.	Küresel Ürünün Serbest Düşme Sırasındaki Toplam Yer Değiştirmesi	56
Şekil 3.8.	Yuvarlanma Sürtünmesi.....	58

Şekil 3.9.	Küresel Ürünün Koni Üzerindeki Konumu.....	59
Şekil 3.10.	Küresel Ürünün Koni Üzerinde Hareketi Sırasında Kuvvet Bileşenleri.....	60
Şekil 3.11.	Küresel Ürünün Çember Halka ile Huni Arasındaki Hareketini Yansıtan Şekil (Sistemin Üstten Görünümü).....	61
Şekil 3.12.	Küresel Ürünün Üstten Bakıldığı Zaman İzlediği Yol (Hız-Zaman)	61
Şekil 3.13.	Küresel Ürünün Üstten Bakıldığı Zaman Sabit İvme ile Hareketi.....	62
Şekil 3.14.	İvme Değerinin Yönleri.....	62
Şekil 3.15.	İvme-Konum Grafiği (Vektörel).....	63
Şekil 3.16.	Koni Üzerinde Aralığa Gelen Kürenin Hareketi.....	63
Şekil 3.17.	Koni Aralığında Küresel Ürünün Yapmak İsteddiği Hareket, İlk Hızı Verilmiş Yatay Atış Hareketidir.....	64
Şekil 3.18.	Enerjinin Korunumu İlkesi.....	66
Şekil 3.19.	Bazı Şekiller İçin Eylemsizlik Momentlerini Veren Tablo.....	67
Şekil 3.20.	V Çizgisel Hızı ve Bileşke İvme Kuvvetleri.....	68
Şekil 3.21.	Ezilme Kuvveti Deneyi	69
Şekil 3.22.	Ürünlerin Çemberlere Çarpma Mesafeleri	70
Şekil 3.23.	m_1 Kütlesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_1 Ezilme Mesafesi	71
Şekil 3.24.	m_1 Kütlesinin Çember 1'e Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_2 Seğimi	73
Şekil 3.25.	m_2 Kütlesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_3 Ezilme Mesafesi	77
Şekil 3.26.	m_2 Kütlesinin Çember 2'ye Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_4 Seğimi	80
Şekil 3.27.	m_3 Kütlesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_5 Ezilme Mesafesi	83

Şekil 3.28.	m_3 Kütlesinin Çember 3'e Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_6 Seğimi	86
Şekil 3.29.	Ürünlerin Serbest Düşme Halindeki Konumları.....	89
Şekil 3.30.	Ürünlerin Çemberlere Takıldığı Andaki Konumları ve Toplam Esnel Kuvvetleri	89
Şekil 3.31.	Meyvelerdeki Hasarlı Bölümlerin Ölçümü	90
Şekil 3.32.	İvmenin Normal Bileşeninin Bulunuşu.....	91
Şekil 3.33.	Sistemin Genel Ölçüleri (cm).....	92
Şekil 3.34.	Küresel Ürünün Halka Üzerindeki İvmesel Hareketi	93
Şekil 3.35.	Küresel Ürünün Yatay Pozisyonu	94
Şekil 3.36.	Küresel Ürünün İlk Yuvarlanma Hareketi.....	95
Şekil 3.37.	Küresel Ürünün Yuvarlanma Sonrası Durma Açısı	95
Şekil 3.38.	1. Boylama Halkası İçin Moment.....	99
Şekil 3.39.	2. Boylama Halkası İçin Moment.....	100
Şekil 3.40.	3. Boylama Halkası İçin Moment.....	101
Şekil 3.41.	Sistemdeki Toplam Moment İletimi	102
Şekil 3.42.	Koninin Bilgisayar Programındaki (Plate “n” Sheet Development) Açılımı	103
Şekil 3.43.	Yerde Tabaka Saclar Üzerine Koninin Açılımının Çizilmesi.....	103
Şekil 3.44.	Sacın Kesildikten Sonraki Açılımı	104
Şekil 3.45.	Bası Kuvveti Etki Etmeden Önceki Sac	104
Şekil 3.46.	Bası Kuvveti Uygulanırken Sacın Şekil Alması	105
Şekil 3.47.	Pürüzsüz Bir Yüzey İçin Koni İç Yüzeyi Taşlanıyor	105
Şekil 3.48.	Flanş İçin Kesim Yapılırken	106
Şekil 3.49.	Koninin Ölçüleri	106
Şekil 3.50.	Hazne Boşluklarının Üstten Görünümü	107
Şekil 3.51.	Haznelerin Hacimsel Görünümü.....	107
Şekil 3.52.	Haznelerin Birbirlerine Oksijen Kaynağı ile Kaynatılması.....	108
Şekil 3.53.	Hazne Yolluklarının İmalatı.....	108
Şekil 3.54.	Yollukların Görünümü.....	109
Şekil 3.55.	Haznenin Koniye Altan Kaynak ile Bağlantısı.....	109

Şekil 3.56.	Rulmanlı Yatağın Flanş Üzerine Montajı.....	110
Şekil 3.57.	d=30 mm Mile Uygun Rulman.....	110
Şekil 3.58.	Redüktörün Alt Tablaya Merkezlenmesi.....	111
Şekil 3.59.	Motor, Redüktör, Mil ve Haznenin Konumu.....	112
Şekil 3.60.	Koni Üzerindeki Aralık ve Profillerin Konumu.....	112
Şekil 3.61.	Ön Kıvrırma İşlem Makinesi (Alt Toplar Hareketli).....	113
Şekil 3.62.	Ön Kıvrırma İşlemi (Alt Toplar Hareketli).....	114
Şekil 3.63.	Kaydırıcının Köşebentlere Göre Konumu.....	115
Şekil 3.64.	Kaydırıcı Üzerindeki Uzantıların Pahtının Kırılması.....	115
Şekil 3.65.	Çemberlerin Elektrik Ark Kaynağı ile Köşebentlere Tutturulması.....	116
Şekil 3.66.	Köşebentlerin 5/16 Bağlantı Somunlarının Sıkılması.....	117
Şekil 3.67.	Alüminyum Gövdeli Sonsuz Vidalı Redüktör.....	118
Şekil 3.68.	Alüminyum Gövdeli Sonsuz Vidalı Redüktörün Teknik Çizimleri.....	118
Şekil 3.69.	Sonsuz Vidalı Redüktörün Parçaları.....	119
Şekil 3.70.	Sistemin Genel Görünümü	120
Şekil 3.71.	Sistemin Çizgisel Görünümü	121
Şekil 3.72.	Tekleştirme ve Boylama Makinesinden Görünümler	122
Şekil 3.73.	Genel Ölçülendirme.....	123
Şekil 3.74.	Alt Tabla.....	124
Şekil 3.75.	Koni.....	125
Şekil 3.76.	Elektrik Motoru.....	126
Şekil 3.77.	Sonsuz Vidalı Redüktör.....	127
Şekil 3.78.	Elektrik Motorunun Bağlantı Tablası.....	128
Şekil 3.79.	Flanş.....	129
Şekil 3.80.	Rulmanlı Yatak.....	130
Şekil 3.81.	Küçük Boylama Haznesi.....	131
Şekil 3.82.	Orta Boylama Haznesi.....	132

Şekil 3.83.	Büyük Boylama Haznesi.....	133
Şekil 3.84.	Orta Haznenin Yolluğu.....	134
Şekil 3.85.	Küçük Haznenin Yolluğu.....	135
Şekil 3.86.	Boylama Hazneleri.....	136
Şekil 3.87.	Köşebent.....	137
Şekil 3.88.	Kaydırıcı Mekanizması.....	138
Şekil 3.89.	Çap 1800 mm Halka.....	139
Şekil 3.90.	Çap 1400 mm Halka.....	140
Şekil 3.91.	Çap 1200 mm Halka.....	141
Şekil 3.92.	Çap 810 mm Halka.....	142
Şekil 3.93.	Rulmanlı Yatağın Koniye Bağlantı Cıvatası.....	143
Şekil 3.94.	Redüktör Mili.....	144
Şekil 3.95.	Rulmanlı Yatağın Bağlantı Somunu.....	145
Şekil 3.96.	Köşebentin M8 Bağlantı Cıvatası.....	146
Şekil 3.97.	Köşebentin M8 Bağlantı Pulu.....	147
Şekil 3.98.	Köşebentin M8 Bağlantı Somunu	148
Şekil 4.1.	Çaplara Göre Boylanan Ürünlerin Sistemdeki Görünümü	149
Şekil 4.2.	Kürelerin Mile ve Çemberlere Göre Konumları	150
Şekil 4.3.	Çaplara Göre Boylanan Ürünlerin Sistemdeki Görünümü.....	154
Şekil 4.4.	Nar Meyvelerinin Çember 1 Üzerindeki Sayısının Hesabı.....	155
Şekil 4.5.	Elma Meyvelerinin Çember 2 Üzerindeki Sayısının Hesabı.....	156
Şekil 4.6.	Tenis Topunun Çember 3 Üzerindeki Sayısının Hesabı.....	157
Şekil 5.1.	Konideki Bombelik Giderilmeye Çalışılıyor	166
Şekil 5.2.	İşkence Yardımıyla Koninin Gerdirilmesi	166

SİMGELER DİZİNİ

K	: Küresellik
Y	: Yuvarlaklık
ov	: Oval
S	: Konveks materyalin yüzey alanı (cm^2)
A	: Materyalin ortalama projeksiyon alanı (cm^3)
YO	: Yuvarlaklık faktörü
F	: Bası kuvveti (Newton)
Δl	: Deformasyon Oranı
min	: Dakika
λ	: Dalga boyu (nm)
V	: Konveks materyalin hacmi (cm^3)
W	: Meyve ağırlığı (g)
r	: Cismin kesitindeki en sivri çıkıntının içten teğet çemberin yarıçapı (cm)
R	: Cismin yaklaşık yarıçapı (cm)
A_p	: Cismin en büyük kesit alanı (cm^2)
A_C	: En büyük kesitin sığabileceği en küçük çember alanı (cm^2)
N	: Yuvarlak çıkıntı sayısı
R	: Cismin kesitine çizilebilecek en büyük içten teğet çemberin yarıçapı (cm)
Σr	: Cismin kesitindeki yuvarlak çıkıntıların içten teğet çemberlerinin yarı çapları toplamı (cm)
d_e	: Materyalin aynı hacme sahip olan küre çapı (cm)
d_c	: Materyalin en büyük çapı (cm)
a	: Uzun eksen boyu (cm)
b	: a eksenine dik uzun eksen boyu (cm)
c	: a ve b eksenlerine dik uzun eksen boyu (cm)
e	: Eksantriklik
a_t	: Teğetsel ivme bileşeni (m/s^2)

- a_n : İvmenin normal bileşeni (m/s^2)
 r_1 : Taban yarıçapı (cm)
 r_2 : Üst yüzey yarıçapı (cm)
 h : Yükseklik (cm)
 V_e : a, b, c boyutlu triksinyal elipsoidin hacmi (mm^3)
 $V_ç$: a, b, c boyutlu triksinyal elipsoidin çevreleyen kürenin hacmi (mm^3)
 $\Delta \vec{V}$: Serbest düşen cismin hız değişimi
 M_{sr} : Yuvarlanma sürtünme momenti (N.m)
 F_{sr} : Yuvarlanmada harekete karşı direnci simgelemeyen sürtünme kuvveti (N)
 F_{so} : Statik sürtünme kuvveti (N)
 b : hunideki ürünlerin yatay düşme aralığı (m)
 h : Çember üzerindeki ürünün b aralığını geçerken maksimum düşeceği yükseklik (m)
 q : Küresel cismin merkezi ile çemberi çeviren huninin merkezindeki mil eksenine olan mesafe (m)
 ω : Koni merkezinden geçen ve çemberleri döndürmeye yarayan milin açısal hız ifadesi (rad/s)
 g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2)
 I : Eylemsizlik momenti
 m_1 : Boylanacak ürünün kütlesi (kg)
 r_1 : Boylanacak ürünün yarıçapı (m)
 ρ_1 : Boylanacak ürünün merkezi ile mil merkezi arasındaki mesafe (m)
 g : Yerçekimi kuvveti (m/s^2)
 h_1 : Ürünün serbest düşme esnasındaki koniye varıncaya kadarki mesafesi (m)
 V_1 : Ürünün serbest düşme sonunda koniye çarpma hızı (m/sn)
 ω_1 : Kürenin tamburdaki açısal hızı (rad/sn)

- h_2 : Küre cismin ilk çembere çarpıncaya kadarki aldığı yolun düşey mesafesi (m)
- x : Ürünün birinci çembere gelinceye kadarki koni üzerinde aldığı yol (m)
- $x+y$: Ürünün ikinci çembere gelinceye kadarki koni üzerinde aldığı yol (m)
- $x+y+z$: Ürünün üçüncü çembere gelinceye kadarki koni üzerinde aldığı yol (m)
- I : Küre için kullanılan eylemsizlik momenti
- $V_{\zeta 1}$: Kürenin birinci çembere çarpmadan az önceki hızı (m/sn)
- V_{mil} : Kürenin çembere çarptıktan sonraki son hızı (m/sn)
- Δt_1 : Serbest düşme esnasından çembere çarpıncaya kadar geçen süre (sn)
- $F_{\zeta 1}$: Ürünün çembere çarpma kuvveti ($kg \cdot \frac{m}{s^2}$) = N
- F_{ez} : Ezilme Kuvveti (N)
- μ : Kinematik yuvarlanma direnci (karakteristik katsayısı)
- α : Koni ile yatay düzlem arasında kalan açı
- ΣM_T : Sistemdeki ürünlerin mil merkezine göre oluşturduğu toplam moment (N.m)
- $P_{GERÇEK}$: Sistemde bulunan gücün, redüktör verimine bölünmesiyle bulunan gerçek güç değeridir. (watt)
- Q_T : Sistemin 1 saatteki adet olarak toplam yük kapasitesi
- \mathfrak{R}_T : Sistemin 1 saatteki kg yada ton olarak toplam yük kapasitesi

1.GİRİŞ

Bu tezde çalışılan sistemin tasarımı ve çalışılan modelin fikir sahibi tez danışmanım Sn.Yrd.Doç.Dr.Onur GÜVEN'e aittir. Tarım ürünlerinin sınıflandırma sistemlerinden vazgeçilmezlerinden biri ve tamamlayıcısı olan boylama ve tekleştirme sistemi tasarım ve imalatı yapılacaktır.

Ülke ekonomisi yönünden büyük önem taşıyan meyve ve sebzelerin değerlendirilmesi için pazarlama hizmetlerinin tam olarak yerine getirilmesi gerekmektedir. Özellikle bugünlerde Avrupa Birliği'ne giriş hazırlıkları yapan ülkemizde, meyve tekleştirme ve standardizasyon işlemlerinin iç ve dış pazar farkı gözetmeksizin yaygınlaştırılmasına çalışılmaktadır.

Standardizasyon işleminin gerçekleşmesi çoğunlukla sistemin tekil bir sisteme inmesi ile mümkün olabilir. Çoğu standardizasyon işlemlerinde öncelikle yapılması uygun görülen işlem ise tekleştirme işlemidir. Tekleştirme yani diğer bir adıyla teke indirme sistemleri; yekûn haldeki yığılan malzemeleri bant ve bir takım sistemler yardımıyla tek bir sıraya koyarak ürünü uygun kullanıma hazır hale getiren sistemlerdir.

Pazara hazırlanan ürünlerin biyolojik ve fiziksel özellikleri yönünden standarda uygun olması, kalite ve fiyat yönünden üstünlük sağlamaktadır. Bu nedenle hasadı yapılmış olan ürünlerin belirli özelliklerine göre sınıflandırılması gerekmektedir. Meyve sebzeleri iç ve dış pazara hazırlayan araçların başında sınıflandırma ve tekleştirme makineleri gelmektedir. Araştırmalar sonucunda, yapısal ve işlevsel yönden uygun olabilecek çok amaçlı sistemler de belirlenmiştir.

Tekleştirme sistemlerini yalnız meyve proseslerinde değil sanayide birçok üretim tesislerinde farklı sistemlerle görmekte mümkündür. Bu çalışmada, yüksek lisans bitirme tez ödevi olarak küresel yapıya sahip tarım ürünlerini sistemde tekleştirebilen ve tekleştirirken aynı zamanda da boylandıran bir makine tasarımı ve imalatı üzerine çalışılacaktır. Öncelikle ürün boyutu seçilecek, seçilen ürün boyutuna göre fonksiyonel makine düzeneği oluşturulup, bu düzenek şekilsel tasarımla tanımlanacaktır. Sistemin gerekli mekanik hesaplamaları yapıldıktan sonra üretimine geçilecek deneysel sonuçları irdelenecektir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. MEKANİZASYONUN FAYDALARI

Tarımsal mekanizasyonun başlıca görevi, insan iş gücünün işlevselliğini artırmak ve böylece işin maliyetini düşürmektir. Bu ya doğrudan doğruya işi hızlandırarak birim iş için tüketilen zamanı kısaltmak suretiyle bir insan iş kuvvetine düşen tarım alanını genişletmek ya da dolaylı olarak varolan bütün biyolojik olanakları değerlendirerek birim alandan elde edilen verimi, dolayısıyla işletmenin tüm üretim yeteneğini artırmak suretiyle gerçekleştirilebilir. Bunun yanında mekanizasyonun diğer bir faydası da tarım işlerini kolaylaştırarak tarımın bugünkü karakterini değiştirmesi ve genellikle güç olan bu işleri daha az yorucu ve çekici bir iş haline sokmasıdır.

Tarımsal üretim için daha az insan emeği harcamak, yani üretimi kolaylaştırmak amacı ile meydana getirilen çeşitli tarım makinelerinin faydaları da şöyle sıralanabilir;

1 - Makine kullanarak bir işçi belli bir işi daha kısa bir zamanda yapar, yani birim zaman içinde fazla iş yapabilir.

2 - Tarım koruma ve toprak ıslahı makine ile gerçekleştirilebilir.

3 - Makine, işleri çabuk bitirerek tarım ürünlerini kötü hava şartlarının etkisinden kurtarır.

4 - Toprak işleme, tohum ekme, hasat vb. gibi işler makine ile daha iyi yapılır, dolayısıyla insan emeğine karşılık fazla kazanç elde edilir.

5 - Tarım makineleri insan kuvveti yerine motor kuvvetinden faydalanmak olanağını vermektedir.

6 - Makine az verimli toprakları değerlendirme ve bunlardan faydalanma olanağını vermektedir.

7 - Makine insanın iş kapasitesini artırdığından, kırsal nüfusun bir kısmı makinenin etkisi altında serbest kalarak endüstriye ya da diğer bir iş alanına geçebilmekte, diğer taraftan endüstrinin ihtiyacı olan tarımsal ham maddelerinin üretimi de sağlanmaktadır.

2.2. STANDART MEYVELER

Ülkemiz ekonomisi yönünden büyük önem taşıyan meyvelerin en iyi şekilde değerlendirilmesi için, pazarlama hizmetlerinin tam olarak yerine getirilmesi gerekmektedir. Pazarlama hizmetleri içerisinde, ürünlerin standartlara göre sınıflandırılması büyük önem taşımaktadır.

Alıcı ve satıcıya kalite, boy, ambalaj ve işaretleme konularında açık bilgiler vermek amacıyla yapılan meyve standardizasyon işlemleri, uygulamada mı, üretici ve tüketicileri ekonomik yönden etkilemesindedir. Sağlanan yararlar, bireyler açısından olduğu kadar milli ekonomi yönünden de değer taşımaktadır.

Pazarlara sunulan meyvelerin, her şeyden önce göze hitap etmesi istenir. Ayrıca, kalite ve besin değerlerinin de istenilen düzeyde bulunması gerekir.

Boylanmış olan ürünlerde aşağıda bildirilen avantajlar da ortaya çıkmaktadır:

- Boylanan ürünler; kabuk soyma, haşlama, delme ve çekirdek çıkarma gibi mekanize edilmiş işlemlere iyi uyum sağlarlar.
- Boylanmış ürünler, ısı transfer homojenitesinin kritik olduğu işlemlerde (sterilizasyon ve pastörizasyon) gerekli olmaktadır ve ısı transferi homojenitesinin arzu edildiği işlemlerde (buharlaştırma ve dondurma) avantaja sahiptirler.
- Boylanmış ürünler, standart satış kasalarının aynı ağırlıkta olmasını sağlarlar.
- Tüketicinin gözüne hitap ederler ve homojen birimlerle servis olanakları yaratırlar [1].

Meyveleri pazara hazırlayan araçların başında, sınıflandırma makineleri gelmektedir. Elbette ki bu makineler yardımıyla meyvelerin fabrikadan çıkmış ürünler gibi tıpa tıpa aynı boyutta ve kalitede sınıflandırılmaları beklenmemelidir. Bunlarla ancak, meyvelerin standarda uygun olarak sınıflandırılıp, iç ve dış pazarlara sunulması gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Bu makineler arz ve talep dengesine göre, meyvelerin pazar değerlerinin artmasını sağlamaktadır. Şüphe yok ki, farklı büyüklüklerde sınıflandırılmış meyvelerini gerçek fiyatlarıyla piyasaya süren üreticiler, aracılara gereksinim duymadan üretimlerini değerlendirebilirler. Bu makineler, tüketicilerin korunmasını da gerçekleştirebilirler. Böylece tüketiciler, gelirlerine uygun olan standart meyveleri pazarlarda bulma şansına sahip olabilirler.

2.3. TARIMSAL MEKANİZASYONDA İNSAN-MAKİNA İLİŞKİLERİ

Üretim artışı sağlamak için insan işinin pek çoğunu makinelere devreden bugünkü modern tarımın, mekanizasyon ilkeleri dikkate alınmadan ekonomik ve başarılı olması zordur. Mekanizasyonun ilk ve temel amacı üretim artışına destek sağlamaktır. Ancak, bu artış insan işini kolaylaştırıp zevkli hale getirerek sağlanır.

Sınıflandırma makineleri çalıştırılırken fazla insan iş gücüne ihtiyaç duyulmamalıdır. Bu nedenle, makinelerin ergonomik açıdan da değerlendirilmeleri gerekmektedir. Ayrıca bu makinelerin bakım yapılması gereken yerlerinin kolay takılıp çıkarılabilir olması, kolaca yağlanmaya ve temizlenmeye olanak vermesi gerekmektedir. Makinelerin ucuz olması, alım gücü kısıtlı olan çiftçilere de ulaşılmaları açısından önemlidir.

Çiftçilerin genellikle birden fazla ürünün tarımını yaptığı düşünülürse, meyve ve sebze sınıflandırma makinelerinin çok amaçlı (üniversal) karakterde olması gerektiği ortaya çıkar. Bu, aynı makinenin birden fazla ürünün boylamasına imkân vermesi demektir. Bu işlem; pervazlı boylama makinelerinde ayarlı pervaz açıklığının ayarlanmasıyla, ağırlık sınıflandırma makinelerinde karşı ağırlık momentinin veya yay reaksiyon kuvvetinin değiştirilmesiyle, elekli boylama makinelerinde elek boyutlarının değiştirilmesiyle ve diğer makinelerde uygun ayar yöntemleriyle sağlanabilmektedir.

Teknolojik gelişim, gerçekten insanın fiziksel işlerini azaltarak üretimi hızlandırmaktadır. Ancak, teknolojik gelişime paralel olarak, insana duyulan gereksinme azalır gözükmesine rağmen, insan işinin niteliği artmaktadır.

Diğer deyimle üretim içindeki insanın daha eğitilmiş, yetenekli, becerikli olması gerekmektedir. Oysa insanın beceri ve yetenekleri sınırlıdır. Bu nedenle mekanizasyon düzeyi yükseldikçe bu makineleri kullanacak insanların daha eğitilmiş olmaları gereklidir. Aksi halde, bir yandan yetenekleri dışında zorlanan insan, meslek kazalarının artışına neden olurken, diğer yandan sistemden beklenen iş başarısı sağlanamaz. Çünkü insanı yoran ve enerji tüketimine yol açan yükler sadece fiziksel yükler değil bugünkü teknolojik gelişimin gereği aynı zamanda zihinsel yüklerdir.

Teknolojik gelişime paralel olarak, tarımsal mekanizasyon uygulamalarında birçok makinenin kullanılması kaçınılmaz bir gereksinmedir. Ancak, bu sorunların

hafifletilmesi veya çözümlenmesi için bugüne değin *insan - makine* ilişkileri [ergonomi] bilim dalının ürettiği bilgi birikiminden yararlanmak gereklidir.

2.4. MEYVE SINIFLANDIRMANIN TARİHÇESİ

Sınıflandırma kalite ve boyuta tekdüzeliğin sağlanması işlemidir. Sınıflandırmanın tarihi, standardizasyon ve kalite kontrolü ile başlamıştır. Selçuklularda ve Osmanlılarda standardizasyon ve kalite kontrolü, bir esnaf teşkilatı olan “ Lonca ” larca yapılırdı. Loncalar, üretim etkinliklerinde bulunan kişilerin belli kurallara bağlı kalarak çalışmasını düzenleyen bir teşkilattır. Loncalar tarafından çıkartılan nizamların yürütülmesi için “ Altılar “ denen altı kişilik bir heyet oluşturulmuştu. Bu heyet gerektiğinde esnafa, dükkânının kapatılması ve bozuk malların imhası gibi cezalar verebilirdi [2].

Standardizasyon ve kalite kontrol işlemleri, loncalardan ayrı olarak devletçe de yürütülmekteydi. Devlet tarafından tayin olunan “ Nizameminleri” nce mamüller, “ Nizam “ adı verilen kontrol yerlerinde kontrol edilmekteydi [2].

XX. yüzyılın ilk yarısında meydana gelen I.ve II. Dünya Savaşları, standardizasyon ve kalite uygulamalarına uyulmayacak sonuçlar doğurmuştur. Savaş nedeniyle özellikle yiyecek maddelerinde görülen kıtlık, bu maddelerde kalite ve standardın aranmamasına neden olmuştur. Savaşların bitiminden bir süre sonra gerek bizde gerekse Avrupa ülkelerinde standardizasyon çalışmaları yeniden başlamıştır.

Ticaret Bakanlığı'nın 1948 yılında yayınladığı “ Elma “ ve 1949 yılında yayınladığı “ Antep Fıstığı “ nın ihracatını Denetleme Tüzükleri ile bu meyvelerin ihracı belli koşullara bağlanmıştır. Söz konusu tüzük, 19 Haziran 1930 tarihinde uygulanmaya konulan 1705 Sayılı Kanun gereğince çıkartılmıştır. Bu kanun, üretim faaliyetlerinin bazı usul ve kaidelere bağlı olarak yürütülebileceğini esasa bağlamıştı. Daha sonra çıkartılan 3018 Sayılı Kanun, ihraç mallarının tiplerine ve kontrollerine ilişkin hükümler içermekteydi [2].

1950 yılında Türkiye’de standart işlemlerinin yeni baştan düzenlenmesi için karara varılmıştır. Bu amaçla İsveçli standardizasyon uzmanı Mr.Olle STUREN ülkemize davet edilmiştir. Mr.Sturen gerekli incelemelerde bulunduktan sonra bir rapor hazırlayarak İktisat ve Ticaret Bakanlığı’na sunmuştur. Raporda diğer

kalkınmış ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de standart bir kuruluşun kurulması gerektiği belirtilmekteydi. Bunun üzerine 1954 yılında Türkiye Odalar Birliği bünyesinde faaliyet gösteren Türk Standartları Enstitüsü (TSE) kurulmuştur. Kuruluş, daha sonra 1961 yılında çıkartılan bir kanunla, Ticaret Odalar Birliği bünyesinden ayrılarak, 132 Sayılı Kanunla bağımsız bir kuruluş haline getirilmiştir [2].

Türk Standartları Enstitüsünün bünyesinde çeşitli konularda standart hazırlama veya hazırlatma yetkisine sahip Hazırlık Grupları vardır. Meyve standartlarının yapılması veya yaptırılması ile de Ziraat Hazırlık Grubu görevlendirilmiştir [2].

Türkiye’de bu çalışmalar olurken Avrupa’da da standart çalışmaları yapılmaktaydı. 1949 yılında UN/ECE; (United Nations, Economic Commission for Europe) Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu bünyesinde “ Tarım Sorunları Komitesi” kurulmuş ve bu komite “ Kolay Bozulabilir Gıda Maddelerinin Standardizasyon Çalışma Gurubunu” nu kurmuştur. Bu çalışma gurubu, kolay bozulabilir gıda maddelerinden meyve ve sebzelerin uluslar arası standartlarının hazırlanması ve uygulanması ilkelerini kapsayan bir metin hazırlamıştır. Bu metin “ Cenevre Protokolü “ adı ile imzalanmış ve standart çalışmaları yapan öteki uluslararası kuruluşlar da bu antlaşmaya uymuşlardır. UN/ECE tarafından hazırlanan standartlara, 1962 yılından itibaren Ortak Pazar Ülkeleri ve Üçüncü Dünya Ülkeleri uymuşlardır [3].

ISO (International Organization for Standardization) Uluslararası Standardizasyon Örgütü, daha çok sanayi standartları yapmakla görevlidir. Bu kuruluşun bünyesinde bulunan “34 nolu Teknik Komite”, tarımsal gıda maddeleri ile ilgili standartları yapmaktadır. Bu komite UN/ECE ile işbirliği halindedir ve TSE bu kuruluşun üyesidir [21].

2.5. HANGİ TİP SINIFLANDIRMA MAKİNESİ?

Sınıflandırmanın en önemli sorunlarından biri de, amaca uygun makinenin seçilmesidir. Ağırlığa, boyuta veya kaliteye göre sınıflandırma yapan makineler arasında en uygun tipte olanını seçmek, elbette kolay bir iş değildir.

Kaliteye göre sınıflandırma yapan makineler, günümüzde oldukça gelişme göstermiş durumdadır. Özellikle kiraz boylama makinesindeki kalite ayrımı. Optik ya da elektronik sisteme göre çalışabilen bu makineler, kaliteli meyvelerin ayrılmasına olanak vermektedirler. Ne var ki, pahalı olmaları nedeniyle bu tip makineler, uygulamada henüz görülmemektedir.

Uygulamada görülen sistemler, boyuta ve ağırlığa göre sınıflandırma yapmaktadırlar. Ağırlığa göre sınıflandırma, boyuta göre ayırmadan daha etkin sonuç vermektedir. Bunun nedeni, meyve ağırlıklarının, çaplarının küpleriyle orantılı olarak değişmesidir. Bu sonuca, bazı meyvelerin küreye benzeyen yapılarından hareket ederek ulaşılmaktadır. Bu şekilde simüle edilmiş meyvelerde ağırlığın, çapın küpüne yakın bir değeriyle orantılı olduğu anlaşılmaktadır.

Ağırlığa göre sınıflandırma yapan sistemlerde, sınıflandırma düzeni ile meyveler arasında bağıl bir hareket ortaya çıkmamaktadır. Bu nedenle, özenle sınıflandırma yapılabilmektedir. Ürün şekillerinin sistem üzerine bir etkisi bulunmamaktadır. Sınıflandırma işlemi, moment değişimine bağlı olarak sürekli yapılabilmektedir. Bu sistemlerde ağır meyveler, yay reaksiyon kuvvetini veya karşı ağırlık momentini ilk aşamada yenerek boylanırlar; buna karşın, daha hafif olan meyveler ayırma mekanizmasının sonuna doğru taşınırlar, moment veya yay kuvvetini yendikleri noktadaki toplanma bölmesine düşerler. Bu yöntemle göre çalışan makinelerde meyveler, bantlı götürücüler ile tartı düzenine iletilirler. Bu tür sınıflandırma özellikle elma ve portakal gibi ürünlerin gruplandırılmasında çok kullanılmaktadır.

Görülüyor ki, ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineler ya terazili olmakta veya yaylı sisteme sahip bulunmaktadır.

Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineler, çoğunlukla daha hassas sonuç vermelerine karşın, bazı sakıncaları da birlikte getirmektedirler. Bu sakıncalar arasında saatlik kapasitenin düşük ve sınıflandırma giderinin yüksek olması gösterilebilir.

Boyutlara göre ayırma yapan makinelerde bu sakıncalar görülmemektedir. Bu tip makinelerin, yapılarının basit, kullanımlarının kolay, iş vermelerinin yüksek ve sınıflandırma giderlerinin düşük olması gibi birçok yararları vardır.

Pervazlı sistemler, domates ve elma ile şekilleri bunlara benzeyen ürünlerin boylanması için kullanılmaktadır.

Sürekli çalışan valsli ve orifisli boylayıcılarda ürün, hemen hemen hiç hareket etmemektedir. Bu özellik, zarar görmesinin minimum olabilmesi için gerekli koşullardan biri olmaktadır. Bu nedenle, bu sistemlere göre çalışan sınıflandırıcılarda ürün zedelenme olasılığı daha düşük oranlarda bulunmaktadır.

Bantlı sistemler, daha çok oval ürünlerin (armut) sınıflandırılmasına uygun olmaktadır.

Kapasite ve büyüklük gruplarının sayısı yönünden en geniş kullanma alanına sahip, düz elekli sınıflandırıcılar bulunmaktadır.

Bütün bu sınıflandırıcılarda, sınıflandırma kademeleri, ürün çeşidine bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Bu ayarlama; eleklerin, bantların ve merdanelerin değiştirilmesiyle veya delikli orifis çapının ve vals, pervaz veya bant mesafelerinin ayarlanmasıyla sağlanmaktadır.

2.6. SINIFLANDIRMA MAKİNELERİNDEN İSTENEN ÖZELLİKLER

Sınıflandırma makinelerinin amaca uygun olarak çalışabilmeleri için, kalite yönünden belirli özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- a) Meyve ve sebzelerin büyüklüklerine göre kusursuz ayrılması,
- b) Yapışkan karakterli olan yabancı maddelerin tam olarak uzaklaştırılması,
- c) Hastalıklı ve hasarlı ürünlerin güvenilir şekilde ayrılması,
- ç) Meyve ve sebzelerin özenle boylanması,
- d) İş kapasitelerinin yüksek olması,
- e) Güç gereksinimlerinin düşük olması,
- f) Uygun ağırlıkta ve mümkün olduğunca küçük boyutta olması,
- g) İşletme ve bakımının kolay olması,
- h) Uzun ömürlü olması,
- ı) Maliyetinin düşük olması,
- i) Çok amaçlı olması (Aynı makinenin birden fazla ürünün boylanmasına imkân vermesi) [4].

2.7. KURAMSAL TEMELLER VE SINIFLANDIRMAYA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasının ilişkin araştırmalar özetlenmiştir. Çeşitli boylama makinelerinin yapısal ve işletme karakteristikleri ele alınarak, bunları etkileyen faktörler incelenmiştir. Ayrıca makine performans değerlerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli ülkelerde yapılmış denemeye dayalı bazı araştırmalar ve bunların sonuçları incelenmiştir.

Stutterheim (1953) [1]; patates sınıflandırma makineleriyle ilgili denemeler yapmış, bazı faktörlerin kapasiteye, ayırma yeteneğine ve güç gereksinimine etkisini araştırmıştır. Ayrıca bu etkili faktörlerin birbirleriyle olan ilişkilerini karşılaştırmalı olarak incelemiş ve uygun makine konstrüksiyonuna ilişkin önerilerde bulunmuştur. Elekli sınıflandırma makineleri üzerinde çalışan araştırmacı, bu tip makinelerin verimlerini etkileyen faktörleri aşağıdaki gibi vermiştir :

- 1- Elek büyüklüğü
- 2- Eleklerin yapısı (tel kalınlığı, elek gözlerinin şekli vb.)
- 3- Eleklerin düzenlenişi,
- 4- Dakikadaki strok veya titreşim sayısı
- 5- Patateslerin elek üzerine sevk edilme şekilleri
- 6- Patates yumrusunun şekli
- 7- Sınıflandırılan materyalin büyüklük yönünden terkibi
- 8- Patates yumrusunun tazeliği, elastikiyet durumu vb.
- 9- Yabancı maddeler; sap, toprak vb.

Stutterheim deneylerinde, Olympia ve Ackersegen türündeki yuvarlak yumrulu patatesleri kullanmıştır. 50'şer kiloluk patates guruplarındaki dağılım karakteristiğini şu şekilde vermiştir.

Çizelge 2.1. Stutterheim Deneylerinde 50'şer Kiloluk Patates Guruplarındaki Dağılım Karakteristiği [1]

Yumru Çapı	>50 mm ise	15 kg (% 30)
Yumru Çapı	30...50 mm ise	25 kg (% 50)
Yumru Çapı	< 35 mm ise	10 kg (% 20)

Jager et al (1958) [4]; patateslerin ağırlıklarına göre sınıflandırılması üzerinde çalışmışlardır. Araştırmalarında patates yumrularının minimum özgül ağırlığının 1.08 gr/cm^3 olduğunu açıklamış, aynı özgül ağırlıktaki küresel yumruların çap ile ağırlık arasındaki ilişkilerini belirlemişlerdir. Bu belirlemeye göre homojen materyalden yapılmış küre ağırlığının, çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle orantılı olarak arttığını ortaya koymuşlardır.

Goodman ve Hamann (1969) [4]; tatlı patateslerin boylanmasında kullanabilecek bir makine geliştirmişler ve değişik koşullarda bu makinenin boylama yeteneğini ve kapasitesini belirleyici denemeler yapmışlardır. Tatlı patates yetiştiriciliğinde iş gücü gereksiniminin hasat ve işlemede önemli olduğunu ve bunun da makine ihtiyacını artırdığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında tatlı patatesleri boyutlarına göre ayırmayı sağlayabilecek bir makine geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu makinede boylayıcı sistem olarak aralık açıklığı giderek artan farklı çevresel hızlara sahip kayışlar kullanmışlardır.

Allhouse ve Stephenson (1969) [4]; bazı meyve ve sebzelerin boylanmasında kullanılabilecek bir boylayıcı ünite geliştirmişlerdir. Helezon götürücü ve merdane sisteminden oluşan boylama ünitesinde denemeler yapılmıştır. Deneme materyali olarak çeşitli meyve ve sebzeleri temsil eden modeller kullanmışlardır. Yaptıkları deneme sonuçlarına göre boylayıcı sistemin performansını belirlemişlerdir.

Brockmann (1975) [4]; boyut, ağırlık, olgunluk, renk, bozukluk gibi özelliklerin meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasında kullanılan özellikler olduğunu açıklamıştır. Ürün çeşidine göre değişen boylama sistemlerini inceleyen araştırmacı; elektronik ve otomatik makinelerin ürün büyüklüğüne göre sınıflandırma yaptığını, olgunluk ve renge göre sınıflandırmanın genellikle ayıklama bandında elle yapıldığını bildirmiştir.

Buckley et al (1983) [4]; bilgisayar sistemlerin meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasında kullanabileceğini açıklamıştır. Araştırmacılar, oluşturdukları bilgisayarlı sistemle ön sınıflandırılması yapılmış elmaların otomatik olarak sayımını ve tartımını gerçekleştirmişlerdir. Sistemin ticari bir elma sınıflandırıcının üzerine monte edilmiş 7 adet sayma kanalına sahip olduğunu, elmaların bu sınıflayıcı tarafından ölçülerine göre ayrıldıktan sonra sayıldığını, sayma işleminin bir sama modülü tarafından gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir.

Erdoğan ve Özarslan (1988) [4]; ülkemizde tarımı yapılan çoğu sebzelerde olduğu gibi havuç tarımında da uygulanan tekniklerin yetersiz olduğunu vurgulamışlardır. Toprak hazırlamadan ürünün pazara hazırlanmasına kadar olan tüm faaliyetlerde üzerinde durulması ve iyileştirilmesi gereken sorunlar olduğunu vurgulamışlardır. Mekanizasyon tarımdaki önemini belirterek, havuç tarımında tohum yatağı hazırlama, ekim, bakım, gübreleme, sulama, zararlılarla mücadele ve hasatta makine kullanımının yararlarını vurgulamışlardır.

Mohsenin (1980) [4]; biyolojik malzemelerin teknik özellikleri üzerinde çalışmıştır. Biyolojik malzemelerin fiziksel, mekanik, termal, elektriksel ve optik özelliklerini açıklamıştır. Şekil, boyut, hacim, yüzey alanı, yoğunluk, boşluk oranı ve renk gibi fiziksel özelliklerin tarım makinelerinin tasarımında kullanılan değerler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca biyolojik malzemelerin biçim, büyüklük ve eksenel boyutlarının ölçülme yöntemlerini ortaya koymuştur.

Yavuzcan ve Alibaş (1983) [1], yayınlarında meyve sınıflandırma makina ve tesislerinin tarımsal işletmelerde kullanılmasıyla iş gücünden önemli ölçüde tutum sağlandığını bildirmişlerdir. Meyve standardına etkili olan unsurları; kalite, boyut ve ağırlık olarak vermişlerdir.

Boyut unsuru içinde, çoğu meyvelerin küreye yakın bir biçim göstermeleri nedeni ile sadece çapın göz önünde tutulduğunu ortaya koymuşlardır.

Ağırlık unsurunun, olgunluğa ve boyuta bağlı kaldığını vurgulamışlardır. Fakat, ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinelerin, uygulama da daha az yayıldığını belirtmişlerdir.

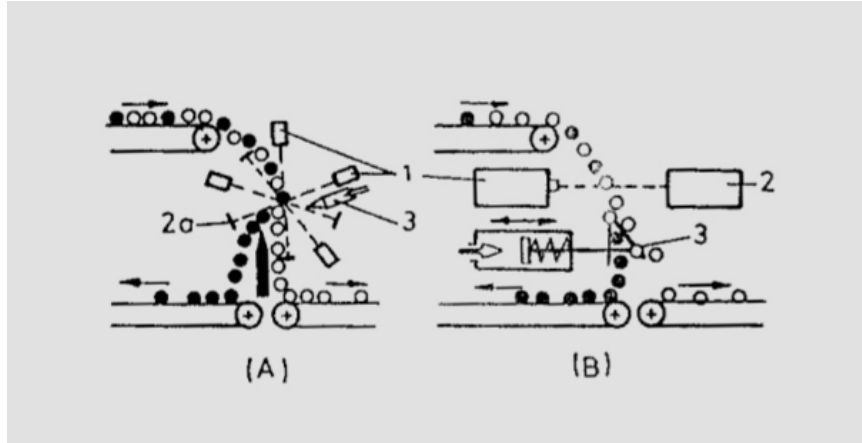
Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinelerin meyveleri daha az zedelendiğini ve bunların kapasitelerinin 2000 kg/h' in üzerinde olduğunu açıklamışlardır.

Moser (1984) [1]; meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasında biyolojik malzemenin fiziksel ve kısmen de biyolojik özelliklerinden yararlandığı vurgulanmıştır. Çeşitli özelliklere göre yapılan sınıflandırma sistemlerini inceleyen araştırmacı, ağırlığa göre yapılan sınıflandırmanın salatalıklarda yaygın olarak kullanılmakta olduğunu ve meyvecilikte de giderek önem kazandığını belirtmiştir.

Çizelge 2.2. Meyve ve Sebzelerin Sınıflandırma ve Ayırma işlemleriyle İlgili kriterleri (Moser, 1984) [1]

SEÇME KRİTERLERİ	MEKANİK ÖZELLİKLER							Elektromanyetik titreşim spektrumu içindeki maddenin özellikleri	
	Temel Büyüklükler			Direnç Katsayıları				Renk/ Refleksiyon	Struktur/ Transmisyon
	Boyut-Şekil	Ağırlık	Yoğunluk	Mukavemet- Elastikiyet	Yuvarlanma Sürtünmesi	Kayma Sürtünmesi	Hava Direnci		
İŞLEMLER									
Meyve Ayırma	X		X		X	X	X		
Meyve Sınıflandırma	X	X	X		X			X	X
Sebze Ayırma	X		X	X	X	X	X	X	X
Sebze Sınıflandırma	X	X	X	X	X			X	X

Araştırmacı, ayırma ve sınıflandırma sistemlerinde farklı tayf bölgelerindeki ışıklardan da yararlanılmakta olduğunu vurgulamıştır. Bu amaçla görünen tayf (370...760 nm), röntgen ışını (30...6.10⁻³ nm) nadiren γ ışını (3.10⁻² ...5.10⁻⁴ nm) bölgelerinde refleksiyon (yansıma) ve transmisyon (iletim) ölçme yöntemlerine göre çalışan ayırma ve sınıflandırma sistemlerinin geliştirildiğini belirtmiştir. Renk karşılaştırmalı refleksiyon ölçmeleriyle çalışan sistemlerin; tercihan olgun olan ve olmayan domateslerin sınıflandırılmasında, bozulmuş ve dolayısıyla rengi değişmiş kirazların ayrılmasında, nadiren köksü ve soğansı sebzelere karışmış yabancı materyallerin ayrılmasında kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu sistemleri Şekil 2.1. 'deki gibi vermiştir [1].



Şekil 2.1. Görünür, Röntgen, Gama Işınlarda Refleksiyon ve Transmisyon Yöntemine Göre Çalışan Ayırma ve Sınıflandırma Sistemleri (Moser 1984) [1]

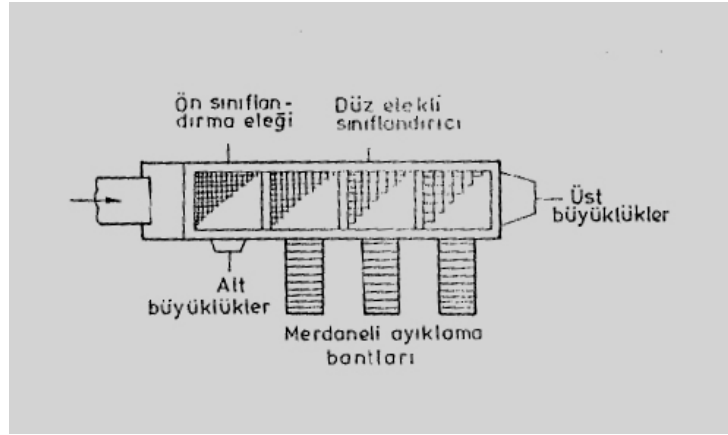
Neuman (1984) [1]; yaptığı çalışmada sınıflandırmada kullanılan makinelerde sınıflandırma hassasiyetinin artırılması için sınıflandırma ünitesi üzerinde yavaş bir şekilde yapılan tek katmanlı geçisin etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Sınıflandırma hassasiyetinin yükseltilmesinde makine ayarı ile besleme miktarı arasında uyum sağlanmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır. Bütün sınıflandırma

sistemlerinde, sınıflandırma hassasiyetinin, patates yumrusunun uzunluğu arttıkça azaldığını belirtmiştir.

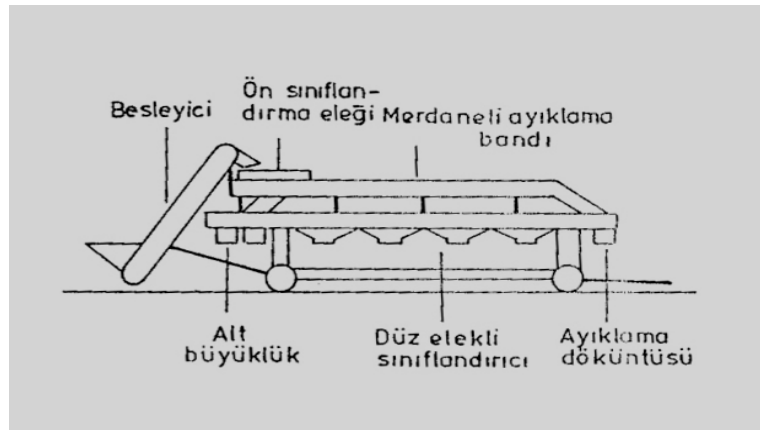
Çizelge 2.3. Uzunluk indeksine göre patates yumrusunun şekilleri (Neumann 1984) [1]

Şekil	Uzunluk İndeksi
Yuvarlak	95-105
Yuvarlak- Oval	106-120
Oval	121-130
Uzun-Oval	131-140
Uzun	>140

$\frac{Enbüyükuzunluk}{Enbüyükgenişli} \times 100 \Leftrightarrow \text{Örneğin } \frac{40mm}{35mm} \times 100 = 114 \text{ (Yuvarlak Oval)}$



Şekil 2.2. Elekli Sınıflandırıcı ve Merdaneli Ayıklama Bandı Kombinasyonu (Neumann 1984) [1]



Şekil 2.3. Elek, Besleyici ve Ayırıcı Kombinasyonu (Neumann 1984) [1]

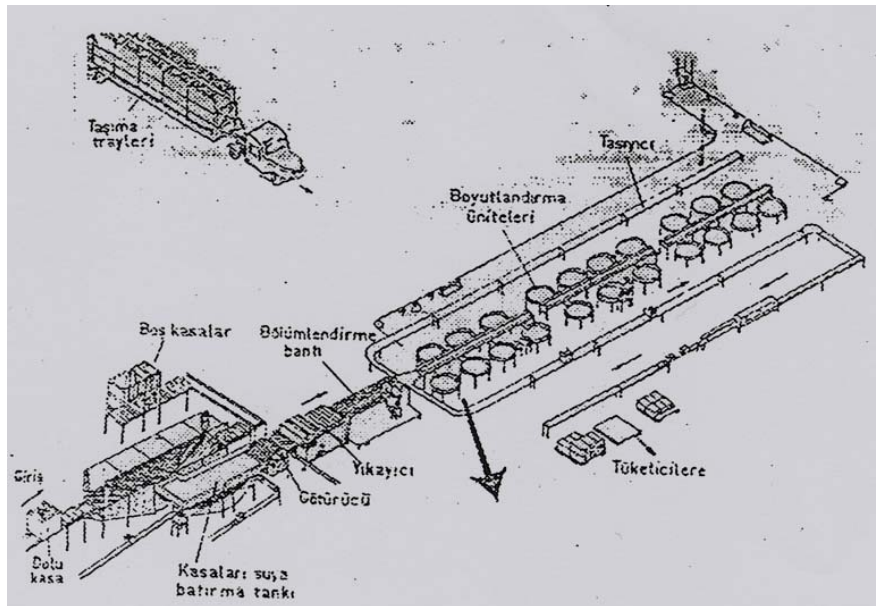
Ülger (1985); meyve ve sebzelerin fiziksel özelliklerini iyileştirmek ve sebzelerin fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla, meyve yada sebzeler hasat

edildikten sonra karışım içerisindeki yabancı ve aynı cinsten olmayan maddelerin uzaklaştırılmayı gerektiğinden bahsederek genel olarak bazı ilkelerden yararlanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu ilkeler:

- a) Birim hacim ağırlık
- b) Boyutlar
- c) Ağırlık
- d) Renk
- e) Yüzey karakteristiği
- f) Kimyasal bileşimleri
- g) Mekanik özellikleri
- h) Diğer özellikler

şeklinde açıklamıştır.

Ülger [5], hazırladığı eserde meyvelerin kombine tesislerde boyut ve çaplarına göre bölümlendirme yapılarak paklendiğini, paketlemenin genellikle sepetlere, karton kutulara yada parlak kağıtlara yapıldığından bahsedilmiştir. Ayrıca üretim bölgelerinden paketlenme ünitesine kadar sistemli olarak meyve ve sebze temizleme, bölümlendirme ve paketlenme tesisinin şematik görünümü Şekil 2.4.' de verilmiştir.



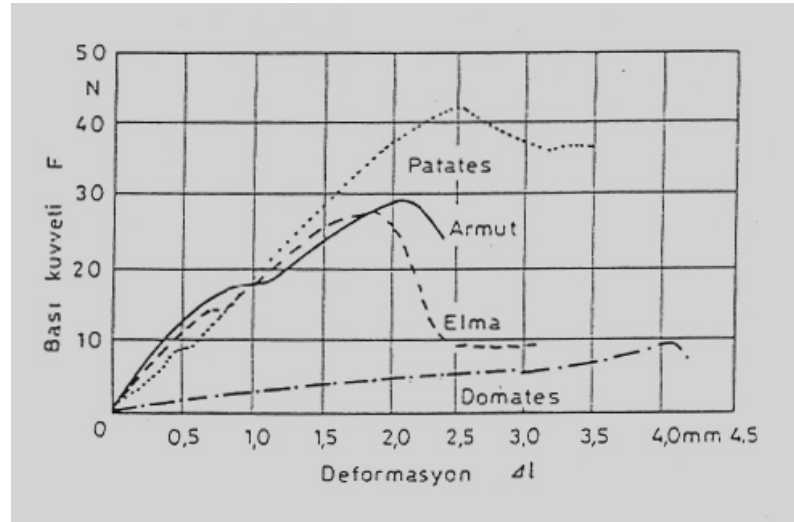
Şekil 2.4. Kombine Elma Değerlendirme Tesisinin Şematik Görünümü (Ülger,1985) [5]

Sinn ve Özgüven (1987) [1], biyolojik malzemelerin teknik özelliklerini şekil ve çizelgelerle açıklamışlardır. Bazı bitkisel ürünlerin temel boyutlarını Çizelge 2.4.'de vermişlerdir.

Çizelge 2.4. Bazı Bitkisel Ürünlerin Temel Boyutları (Sinn ve Özgüven,1987) [1]

ÜRÜN	KÜRESELLİK (%)	ÇAP			Hacim (cm ³)	Kütle (gr)	Yoğunluk (gr/cm ³)
		a	b	c			
<i>Patates</i>	< 83	< 82	< 72	< 53	< 185	< 240	1,06 - 1,15
<i>Elma</i>	89-92	48-89	46-86	40-76	50-354	45-210	0,71-0,89
<i>Armut</i>	86-88	80-94	66-81	63-76	170-286	168-286	0,98-1,00
<i>Şeftali</i>	93-97	56-74	56-71	53-71	95-212	100-213	0,98-1,03

Sinn ve Özgüven (1987) [1], çeşitli yüzeylerin birbirleriyle temas etmesi durumunda oluşabilecek gerilmeleri irdelemişlerdir. Biyolojik malzemelerin çeşitli kuvvetler altındaki karakteristiklerini ortaya koymuşlardır. Çeşitli ürünlerde bası kuvveti ile deformasyon arasındaki ilişkileri Şekil 2.5.'deki gibi vermişlerdir.



Şekil 2.5. Çeşitli Ürünlerde 6 mm Çaplı Bası Elemanı ile Kuvvet Deformasyon Eğrisi (Sinn ve Özgüven 1987) [1]

Wilkus (1988) [5], mekanik sınıflandırıcı ile yapılan denemelerde mekanik zedelenme sonuçlarını laboratuvar koşullarında incelenmiş elmaların boyutlarına göre yapılan mekanik sınıflandırmada diğer sınıflandırma yöntemlerine göre (basit kalibre aletleri) elmaların % 4 daha fazla zedelendiğini saptamıştır.

Borodin ve ark. (1989) [5], kayışlı sınıflandırma makinesi ile yüksek ışık altında yapılan mekanik sınıflandırma testlerinde 3 kategoride ve hat üzerinde

mekanik zedelenmeleri tespit etmek koşuluyla 3600-4500 meyve /saat kapasitesine ulaşmıştır.

Kaynaş (1989) [5], yaptığı araştırmada doğu Marmara bölgesinde yetiştirilen elma çeşitlerini ele alarak bunların depolama olanaklarını incelemiştir. Meyve etinin sertliğindeki azalmanın olgunlaştırma ve depolama süresine bağlı olduğuna ve bu yoğunluğun olgunlaşma süresine arttıkça azaldığını vurgulamıştır.

Rehkugler ve Ark.(1989) [5], kamera ile elma yüzeyi üzerindeki zedelenmeleri piksel sistemi yardımı ile algılayarak elma sınıflandırılmasında kabul edilebilir zedelenme oranının sınırlarını tespit etmişlerdir.

Turek ve Ark. (1990) [5], Almanya'da şu anda elma işleme sistemleri ve sınıflandırmada kullanılan ekipmanların mevcut durumu incelenmiş konuyla ilgili otomasyonda elektronik ve bilgisayar destekli sistemlerin uygulanmasıyla sağlanacak ekonomik faydalar ortaya koymuşlardır.

Ben Hanan ve Ark. (1991) [5], 352 adet yeşil ve kırmızı elma konu ile ilgili uzmanlar tarafından sınıflandırılmıştır. BPN, (Bollzman Perceptron Network), sınıflandırması olarak adlandırılan bu sınıflandırmada uzman personel kullanımının elmaların sınıflandırılmasında hata oranını azalttığını ve bu oranın %15 e kadar düşürüldüğünü saptamışlardır.

Varguese, ve ark. (1991) [5], yaptığı çalışmada elmaların renklerinin, yüzey özelliklerinin, fiziksel ölçülerinin saptanmasını otomatik olarak yapabilen bilgisayarlı algılama sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemle elmaların sınıflandırılmasında renk kriteriyle ilgili verilerin saptanmasında %100 başarı temin edilirken, yüzey değerleriyle ilgili verilerin saptanmasında % 84.8 başarı sağladıklarını açıklamışlardır.

Koçak (1992) [5], üretim faaliyetleri sonunda ortaya çıkan ürünün gereksinimleri karşılama derecesi üzerinde durulması gereken önemli bir konu olduğundan bahsederek tüketici açısından kalitenin kullanan kişi tarafından edilebilirlik derecesine belirlemede etkin olan ürün özellikleri ya da nitelikleri toplamı, endüstriyel açıdan kalite ise; ürünün sağlamlık, işçilik, renk, görünüm, tat, aroma ve diğer özelliklerinin ölçüsü, kısaca standartlara uygunluk düzeyi olarak tanımlandığını açıklamıştır. Kaliteyi oluşturan karakteristiklerin her için ayrı ayrı olduğunu vurgulayarak gerçek kalitenin oluşturulmasında koruma, ölçme,

değerlendirme ve bozuk mal maliyetleri gibi çeşitli maliyetlerin dengelenmesi gerektiğini bahsetmiştir.

Holownicki ve Ark. (1992) [5], skalalı ve ayarlanabilir meyve sınıflandırıcılarının doğruluk derecelerini karşılaştırmak için yaptıkları denemeler sonucunda % 80 oranında başarıya ulaşmışlardır.

Nakano ve Ark. (1992) [5], meyvelerin sınıflandırılmasında insan hatalarından kaynaklanan derecelendirme kriterleri üzerine yaptıkları üniform değerlendirme testlerinde, insan hatalarının ortadan kaldırılmasına ilişkin analiz ve yöntemlerle %90 başarı sağlanmıştır.

Perkins ve Ark. (1992) [5], yaptıkları çalışmalarda elle sınıflandırma ve paketlenme istasyonlarını geliştirmişler personel sayısının artmasıyla kalitenin arttığı ancak iş verimi olarak otomatik sınıflandırmanın daha verimli olduğunu tespit etmişlerdir.

Schrevens ve Ark. (1992) [5], yaptıkları çalışmalarında biyolojik objelerin renklerine göre sınıflandırılmasında kullanılacak bir veri tekniği geliştirmişlerdir. Bu tekniği golden-delicious çeşidi elmalarda deneyerek 10.000 piksel büyüklükte 48 ayrı renk belirlemişlerdir.

Armstrong ve Ark. (1993) [5], çalışmalarında laboratuvar şartlarında meyvelerin sertliğini ve dayanıklılığını ölçen bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistemin akustik yöntem temeline dayandığını belirtmişlerdir. Meyvelerin sınıflandırılmasında, meyvelerin öncelikle elastik dayanıklılığının belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Abbott (1994) [5], hızlı bir metotla meyvenin meyve tekstürünün dayanıklılığını, sonik vibrasyon tekniğine dayanarak yeni hasat edilmiş meyveler üzerinde ölçmüşlerdir. Bu ölçümler sonucunda sınıflandırma makinelerinde gerekli modifikasyona gidilmiştir. Bu sayede meyvelerin sınıflandırılmadan önce sonik testlere tabi tutulması gerektiğini vurgulamıştır.

Yağcıoğlu (1996) [5], meyve ve sebzelerin pazara sunulmadan önce temizlenmeleri ve sınıflandırmaları üretici ve tüketici açısından önemli olduğuna değinerek, üretici, malına albeni ve kalite kazandırmış, tüketici ise mali gücüne ve isteklerine uygun ürünü satın almış olacağını, tüketicilerin bilinçleştikçe satın alacakları ürünlerin daha üst standartlarda temizlenmiş, sınıflandırılmış ve

paketlenmiş olmasını istediklerinden bahsetmiştir. Sebze ve meyvelerin ayrılmasında isteklerin farklı olabileceği çoğunlukla baz olarak ayırım unsuru olarak;

- İrilik
- Düzgün şekil
- Renk
- Dolgunluk
- Olgunluk
- Hastalık
- Çürük miktarı
- Ezik ve bereleme durumu
- Nem içeriği
- Kimyasal içerik
- Yabancı madde cins ve miktarı.

Dikkate alınabileceğinden bahsederek sebze ve meyvelerin temizlenmesi ile ilgili işlemlerde uygulanan yöntemler, taneli ürünler için uygulananlardan çok farklı olmadığı, temelde aynı prensipleri kullanmakla birlikte, uygulanan yöntemlerde, meyve ve sebzelerin büyüklük, ağırlık, şekil vb. özellikleri temel alınarak bazı özel uyarlamaların yapılması gerektiğini vurgulamıştır [5].

2.8. MEYVE SINIFLANDIRMA MAKİNELERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ VE TİPLERİ

2.8.1. Meyve Sınıflandırma Makinelerinin Yapısal Özellikleri

Meyveler çabuk bozulabilir bir yapıda oldukları için, meyve sınıflandırma makinelerinin meyve ile temas eden kısımlarının plastik veya benzeri yumuşak bir maddeyle kaplanmaları gerekmektedir. Bantlı makinelerin hızları uygun seçilmeli, meyvenin bağıl hızı, banda göre sıfır olmalıdır. Makinelerin çeşitli ağırlık ve boyutlardaki meyvelere uygun olması, başka bir deyişle ayarlanabilir olması da istenen bir özelliktir.

2.8.2. Meyve Sınıflandırma Makinelerinin Tipleri

Meyveleri istenen özelliklere göre sınıflara ayırabilen makinelere, meyve sınıflandırma makineleri denir. Meyve sınıflandırma makineleri, üç prensibe göre çalışmaktadır:

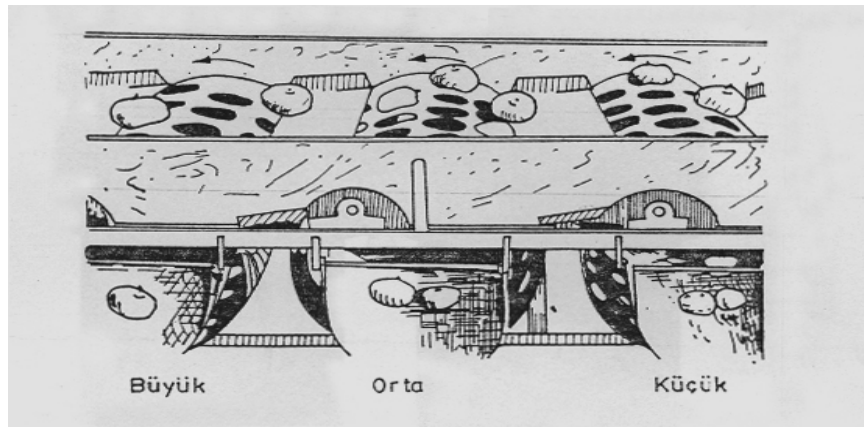
- Meyveleri boyutlarına göre sınıflandırma
- Meyveleri ağırlıklarına göre sınıflandırma
- Meyveleri renklerine göre sınıflandırma

2.8.2.1. Meyveleri boyutlarına göre sınıflandıran makineler

Bu makineler, meyveleri ağırlıklarına göre sınıflandıran makinelerden daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sisteme göre çalışan makinelerin değişik tip ve kapasitede çeşitleri vardır.

2.8.2.1.1. Petek gözlü silindirli makineler :

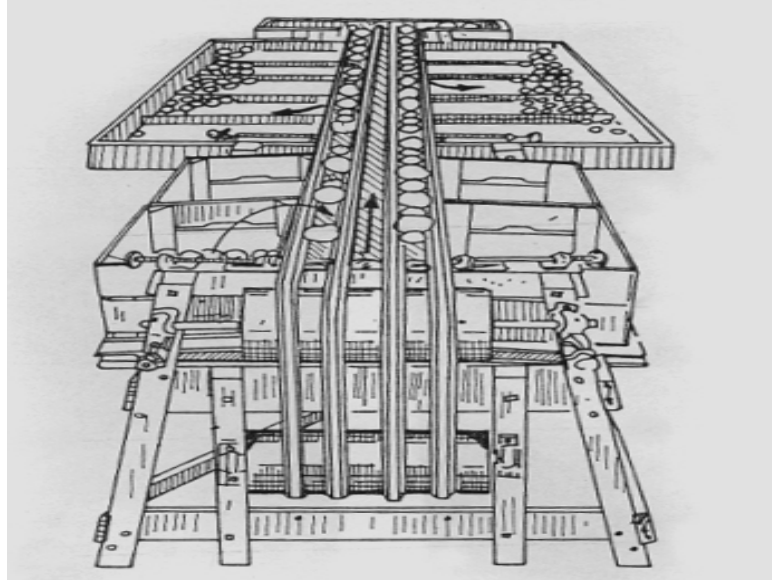
Bu makineler her biri yaklaşık 0.25 m çapında, 2, 4 veya 6 silindirden oluşmaktadır. Her bir silindir, hesaplanmış kalibrasyona uygun delikler taşır. Doldurma kafesi üzerine bırakılan meyveler, bir ön ayırma tablasından geçerek, dışlayıcı bir silindire gelirler. Bu dışlayıcı silindirde çok küçük meyveler ayrılır. Daha sonra meyveler küçükten büyüğe doğru delikler taşıyan esas ayırma silindirlerine gelirler. Silindirlerin üzerindeki deliklerden geçen meyveler, ait oldukları kasalara giderler. Meyveler bu makinelerde birbiri ile çarpışmazlar. Bu makinelerin kapasitesi, elma domates için 1000-2000 kg/h' dır. Bu makinenin şematik bir resmi Şekil 2.6. 'da görülmektedir [2].



Şekil 2.6. Petek Gözlü Silindirli Meyve Sınıflandırma Makinesi (Gill 1968) [2]

2.8.2.1.2. Yuvarlak (Daralan Esnek Bantlı) kayışlı sınıflandırma makineleri :

Bu tip makineler; elma, armut, erik ve kayısı gibi meyvelerin sınıflandırılması için uygundur. Burada; 2-3 metre aralıklarla paralel olarak yerleştirilmiş iki mil üzerine oluklu makaralar konulmuştur. Bu makaraların olukları üzerine 2 cm çapında kauçuk kordonlar yerleştirilmiştir. Her mil üzerinde 2-6 makara bulunmaktadır. Bu makaralar, meyvelerin çıkış tarafında daha açıktır. Böylece kordon veya halatlar paralel olmayıp, çok az bir açı yapacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu sapma, meyve cinsine göre ayarlanabilir. Bu tip makinenin kapasitesi, erik için 800-1000 kg/h 'dır. Bu makineye ait basit resim, Şekil 2.7. ' de görülmektedir [2].

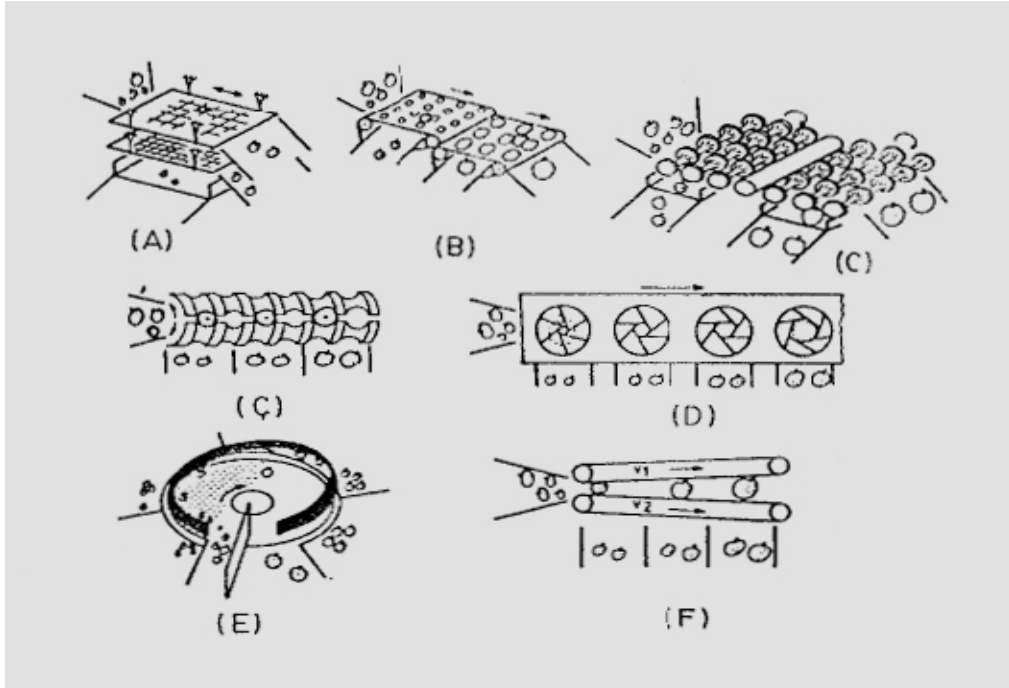


Şekil 2.7. Yuvarlak Kayışlı Meyve Sınıflandırma Makinesi [2]

2.8.2.1.3. Elek sistemli sınıflandırma makineleri :

Bu makineler birçok meyve ve sebze için kullanılabilir. Bunlar, kademeli boylama olarak vermektedir (Dencker,1961). Ne var ki, bunlarda, sürtünmeye karşı hassas olan ürünler zedelenmektedir. Ayrıca, uzun yapılı meyveler boylanırken istenilen ayırma hassasiyetine ulaşamamaktadır.

Elek hareketi; titreşimli, alternatif, döner veya sabit olabilmektedir. Elekler amaca uygun olarak, çeşitli şekillerde düzenlenebilmektedir (Şekil 2.8.) [4].



- (A) Düz Elekli Sınıflandırma Sistemleri
- (B) Delikli Bantlı Sınıflandırma Sistemleri
- (C) Merdaneli Sınıflandırma Sistemleri
- (Ç) Valsli Sınıflandırma Sistemleri
- (D) Orifisli Sınıflandırma Sistemleri
- (E) Pervazlı Sınıflandırma Sistemleri
- (F) Bantlı Sınıflandırma Sistemleri

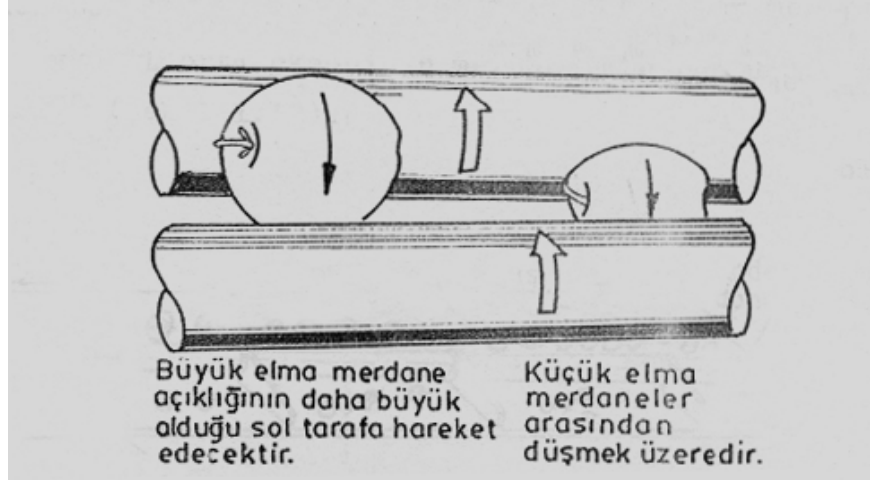
Şekil 2.8. Boyutlarına Göre Boylama Yapan Sınıflandırma Sistemleri (Moser 1984) [4]

2.8.2.1.4. Merdaneli sınıflandırma makineleri:

Elekler, delikli bantlar ve merdaneler; köksü, taneli ürünler ve meyvelerin boylanması için kullanılmaktadır. Sürekli çalışan valsli ve orifisli boylayıcılarda, ürün çok az hareket etmektedir. Bundan dolayı ürünün zedelenme oranı daha düşük değerlerde olmaktadır. Pervazlı sisteme sahip olan boylayıcılar, farklı boyuttaki ürünlerin boylanması için kullanılabilir. Bu tip boylayıcılar, konik şekilli ürünlerin, örneğin domates ve bazı elma çeşitleri için uygundur.

Merdaneli boylayıcılarda, merdaneler arası açıklık, konveyörün girişinden çıkışına doğru artacak biçimde düzenlenmektedir. Merdane üzerinde hareket ederken

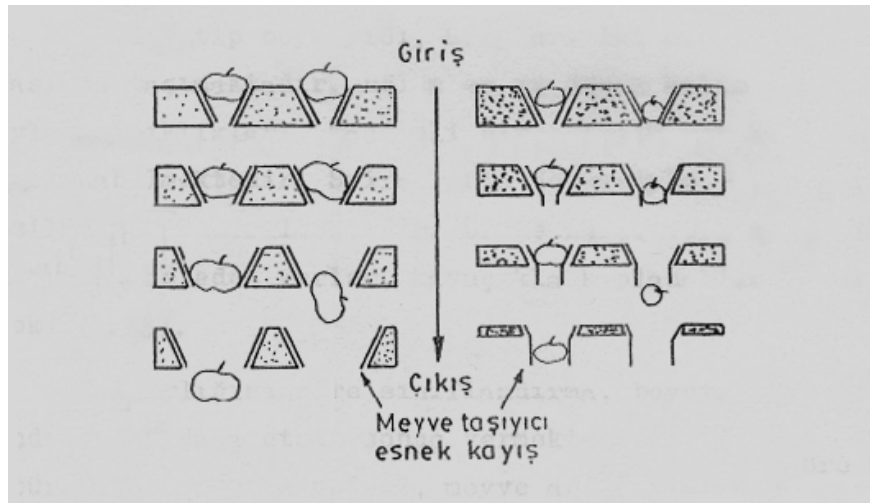
çaplarını karşılayan açıklık üzerine kadar taşınan ürünler, bu açıklıktan toplama kaplarına düşmektedirler (Şekil 2.9.) [4].



Şekil 2.9. Merdaneli Boylayıcı (Brennan ve ark.1976). [4]

2.8.2.1.5. Bantlı sınıflandırma makineleri :

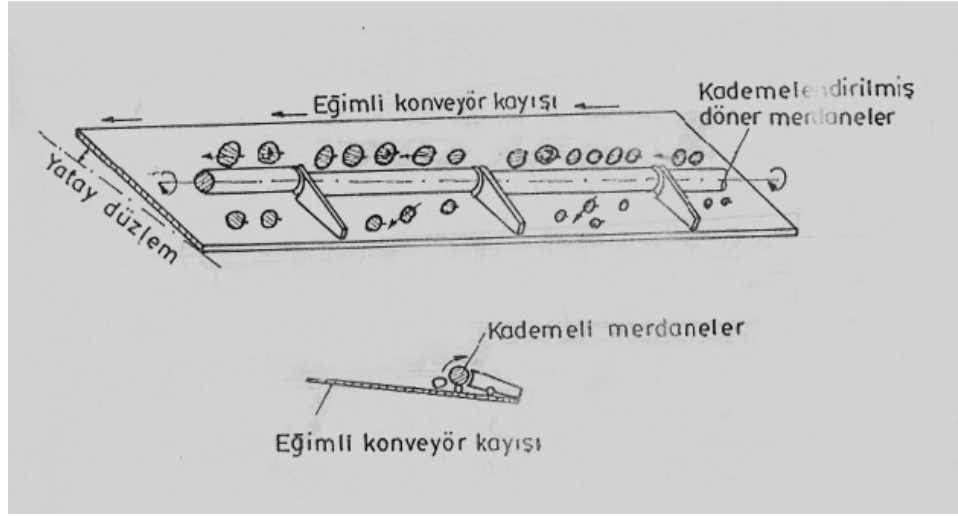
Çeşitli çevre hızına sahip değişken aralıklı bantlarla donatılmış bulunan düzenler, uzun ürünlerin, örneğin armutların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Cruess 1958). Gittikçe birbirinden uzaklaşan özel ipli ve kablolu olabilen bu tip boylayıcılarda, sınıflandırma kademeleri, ürün boyutlarına göre kademesiz olarak ayarlanabilmektedir (Şekil 2.10.) [4].



Şekil 2.10. Bantlı Sınıflandırma Makinesi (Brennan ve ark.1976) [4]

2.8.2.1.6. Kayışlı ve merdaneli boylayıcı makineleri :

Kayış ve merdaneli boylayıcılar, döner merdaneye göre eğimlendirilmiş bir kayış konveyörünü içermektedir. Her bir kısımdaki merdane ve kayış arasındaki açıklık, istenen boyutu vermek için ayarlanabilir. Döner merdaneler, meyvenin orta ekseninin merdanelere paralel olmasını sağlarlar (Şekil 2.11.) [4].



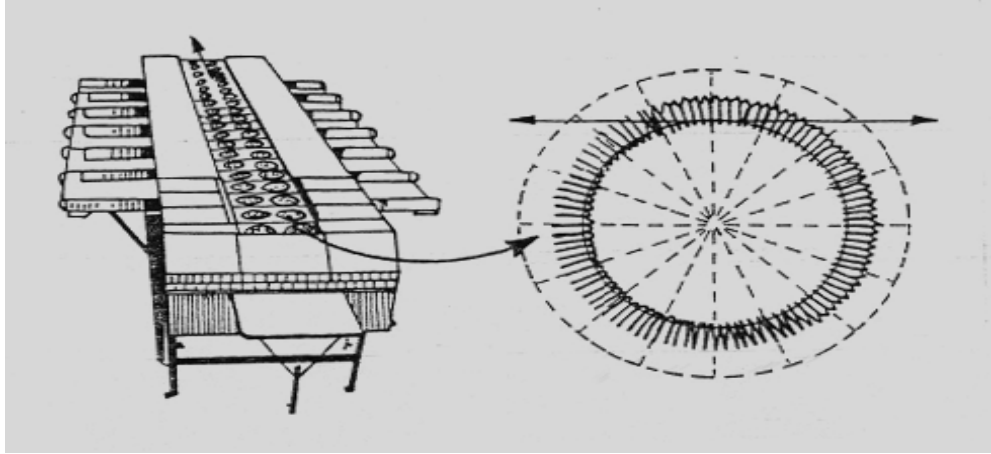
Şekil 2.11. Kayışlı ve Merdaneli Boylayıcı Makinesi (Brennan ve ark.1976) [4]

2.8.2.1.7. Genleşebilen delikli (orifisli) meyve sınıflandırma makinesi :

Bu makineler; elma, armut, domates, kayısı ve özellikle şeftali için uygundur (Şekil 2.12.). Bu makineler, 2 alt sınıfa ayrılmaktadır.

2.8.2.1.7.1. Yuvarlak tablalı orifisli makineler

Bu makinelerde yatık olarak yerleştirilmiş 1,5-2 metre çapında bir disk bulunur. Bu diskin dış kısmın yakınında ayarlanabilen delikler vardır. Eksantrik bağlı bir noktadan bütün deliklere giden çekme kablosu, bu orifislerin dönmeleri sırasında çapının değişmesine neden olur. Meyveler, ilk harekete başladıkları zaman küçük çaplı orifislerin üzerine yerleşir. Çap dönme sırasında büyür ve meyve kendi boyutuna uygun delikten aşağıya düşer. Bu tip makinelerin kapasitesi, 400-500 kg/h şeftalidir [2].



Şekil 2.12. Genleşebilen Delikli (Orifisli) Meyve Sınıflandırma Makinesi [2]

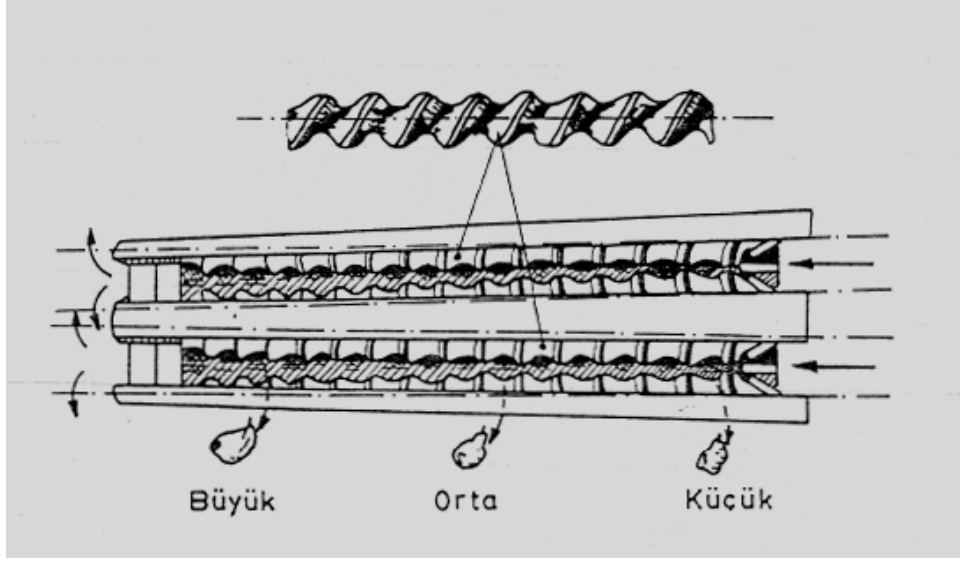
2.8.2.1.7.2. Sıravari orifisli meyve sınıflandırma makineleri

Bu makinelerde de aynı prensibe aynı prensibe göre çalışan, çapları değişebilen delikler bulunur. Bunlar, sıraların arasındaki eklemeli plakaların üzerine yerleştirilmişlerdir. Burada sonsuz bir vida zinciri bulunmaktadır. Bu zincir, bir traktör paleti gibidir. Plakalardaki deliklerin sayısına göre sınıflandırma yapılabilir. Bu tip bir makinenin kapasitesi, delik hattı sayısına göre değişir. Bu değer, iki hatlıda 1000 kg/h ve 6 hatlıda 3000 kg/h olmaktadır (Gill 1968) [2].

2.8.2.1.8. Vidalı tip sınıflandırma makineleri :

Bu makinelerin yapısı, iki vida gurubundan oluşmaktadır. Bu iki vida gurubu arasında çok küçük bir açı vardır. Vida yüzeyleri kauçukla kaplanmıştır. Bölümler ve dönen helis arasındaki boylama açıklıkları kademeli bir açıklık vermek için ayarlanabilmektedir. Spirallerin dönmesiyle, ürün uygun şekilde yönlendirilmektedir. Bu makinelerin en ilginç özelliği, vida dönüşü sırasında meyvelerin tüm yüzeylerinin görünmesidir. Bu durum, kalitece düşük meyvelerin ayrılmasına olanak vermektedir.

Bu makinelerin kapasitesi 600-800 kg/h' dır. Bu sistem, yuvarlak meyveler için olduğu kadar uzun meyveler için de uygundur. Bu makineye ait resim Şekil 2.13. ' de görülmektedir [2].



Şekil 2.13. Vidalı Tip Meyve Sınıflandırma Makinesi [2]

2.8.2.1.9. Merkezkaç kuvvetinden yararlanarak imal edilen tekleştirme makineleri :

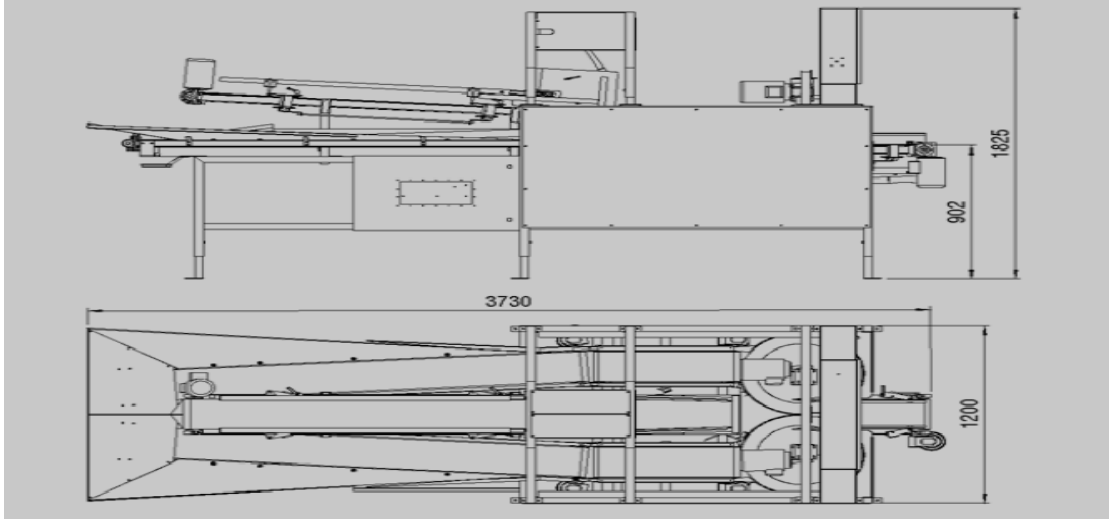
2.8.2.1.9.1. Merkezkaç kuvvetinden yararlanarak çalışan meyve tekleştirme makinesi

Banttı gelen meyveler silindir içerisine girdiği vakit, eğimli duran silindirin üstten bağlı mil sayesinde aralıklı sürelerle belli devir döner. Merkezkaç kuvvetinden dolayı hafif hunimsi tepside elmalar aşağıya doğru kanala gelir. Kanal dibinde elmalar ister istemez tek sıraya girmiştir bile (Şekil 2.14.).



Şekil 2.14. Merkezkaç Kuvvetinden Yararlanarak Tekleştirilen Sistemler [6]

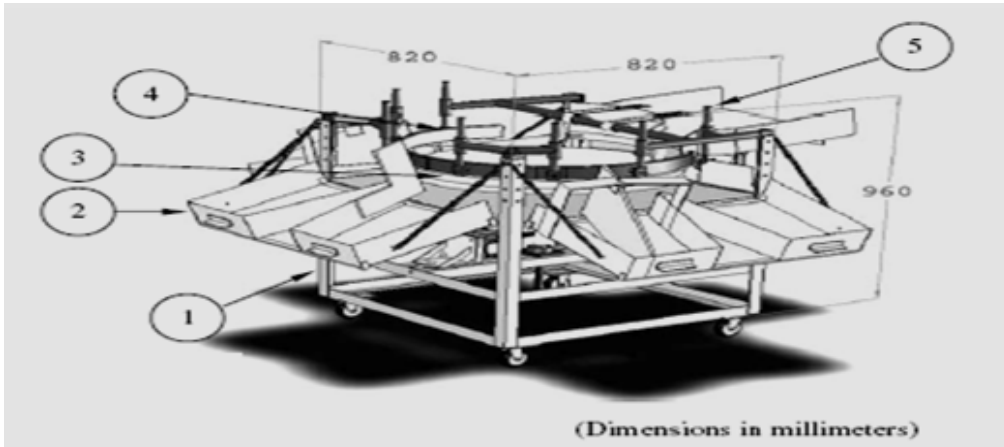
Orifisin ağzına gelen ürünler yönlendirici tarafından tek çıkış halinde sıralanır. Sistemde iki tane orifis yan yana konmuş çıkışları birbirine denk getirilerek paketteki istenilen meyve sayısına göre orifisin dönme süresi elektronik ortamda ayarlanmıştır.



Şekil 2.15. Merkezkaç Kuvvetinden Yararlanarak Tekleştirme Makinesinin Teknik Çizimleri [7]

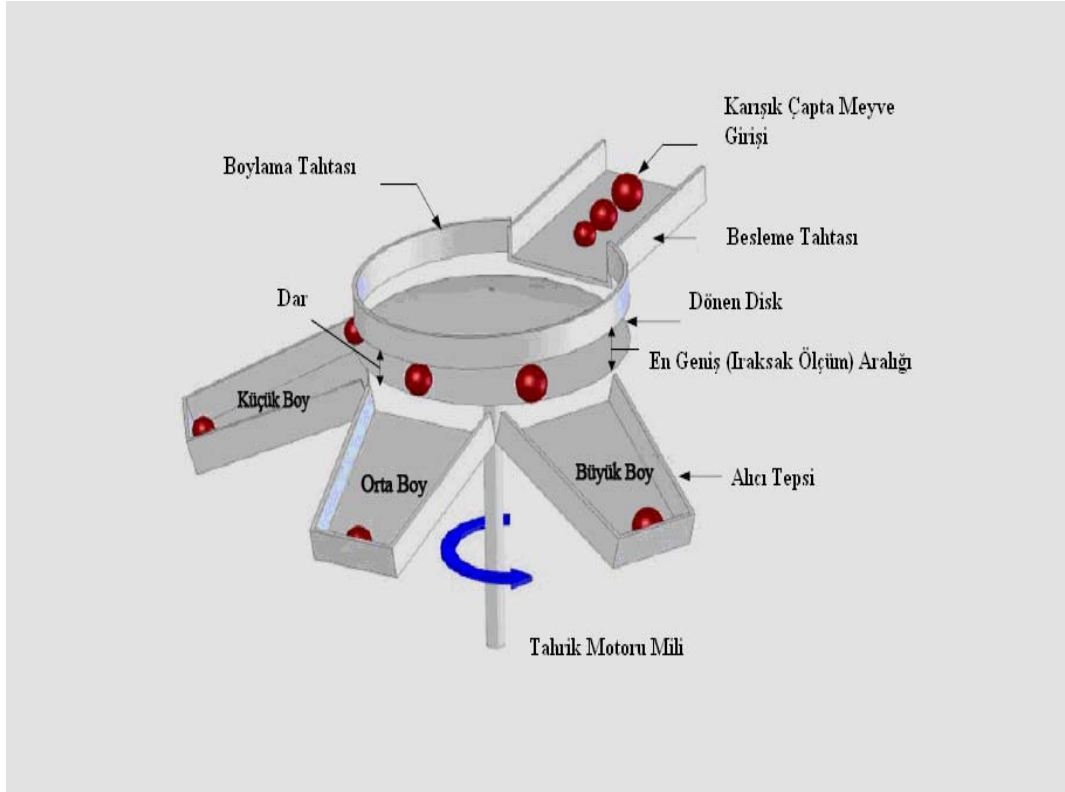
2.8.2.1.9.2. Merkezkaç kuvvetinden yararlanarak çalışan meyve boyutlandırma makinesi

Olgunlaşmamış meyve boyutlandırma makinesinin ilk fabrika örneği: (1) Gövde 820 mm genişliğinde 820 mm uzunluğunda 960 mm yüksekliğinde ve 40 mm'ye 40 mm'lik paslanmaz çelikten meydana gelmektedir.(2) Alıcı tepsi 1mm kalınlığında çelik tabakadan ve 3 mm kalınlığında içten çizgili kauçuk köpükten oluşmaktadır (Şekil 2.16.).



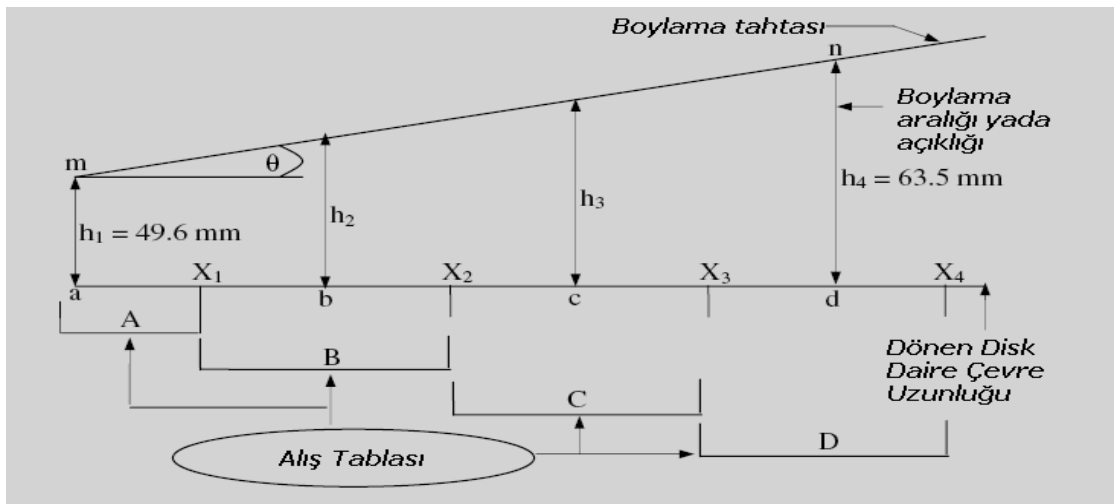
Şekil 2.16. Merkezkaç Kuvveti Prensibine Göre Çalışan Boylama Makinesi [8]

Karışık çapta meyve girişi haznesinden dökülen meyveler, dönen disk üzerine geldiğinde merkezkaç kuvveti yardımıyla dışa doğru savrulur ve boylama tahtasında, ürün çapına göre uygun aralığa girerek alıcı tepside boylanırlar (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Merkezkaç Kuvveti Prensibine Göre Çalışan Boylama Makinesinde Aralık Açıklığına Göre Boylama [8]

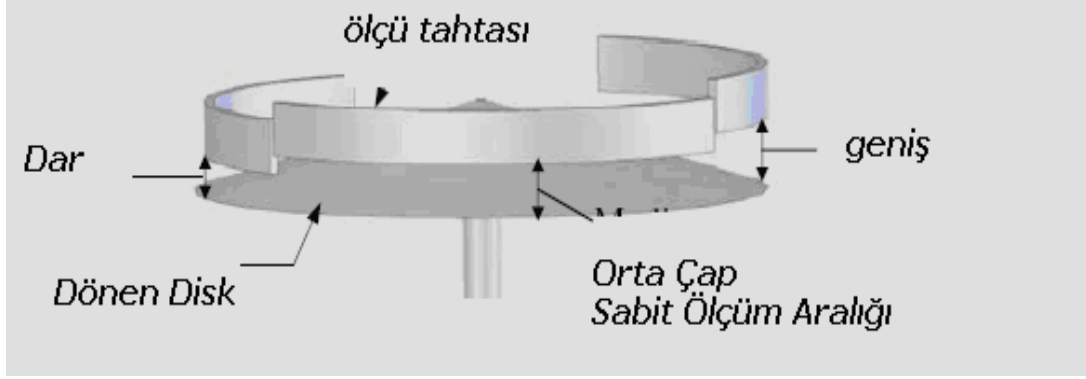
Boylama tahtasının, boylama açıklığına göre durumunu veren pisagor bağıntısı Şekil 2.18’de verilmiştir.



Şekil 2.18. Çap Aralığının Pisagor Bağlantısı [8]

Çizelge 2.5. Aralık Açıklığına Göre Ortalama Çap ve Ağırlık [8]

Ölçü Numarası	Ağırlık (gram)	Ortalama Çap
A	50-70	49,6
B	70-90	54,1
C	90-110	59,7
D	>110	63,5



Şekil 2.19. Dönen Diskin Ön Görünümü [8]

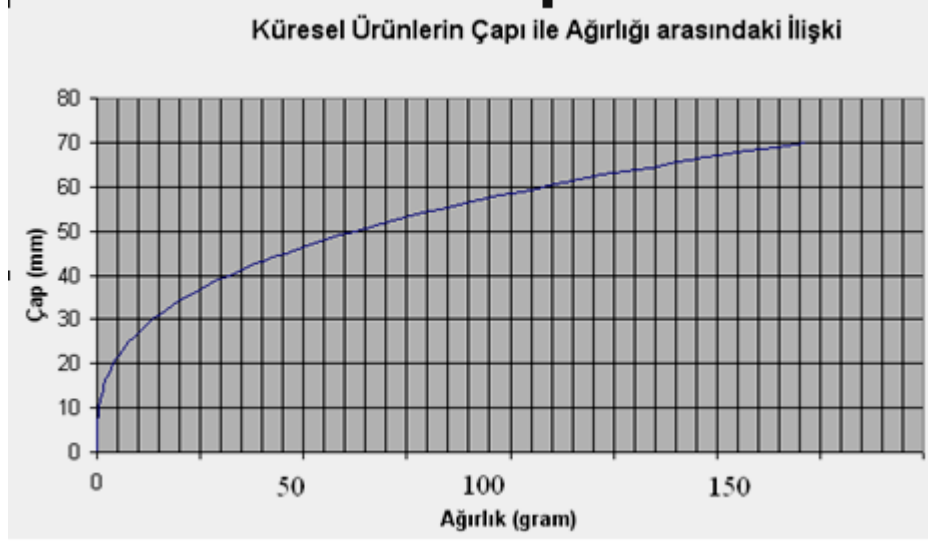
2.8.2.2. Meyveleri ağırlıklarına göre sınıflandırabilen makineler

Bu makineler, ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinelerdir. Meyveler, hareketli bir band veya taşıyıcı ile tartı sistemi üzerinden geçen yuvalara veya doğrudan tartı sistemi üzerine ulaştırılırlar.

Ağırlık veya tartı sistemi, belli kademelerdeki ağırlıklara ayarlanır. Her meyve, karşı ağırlığı veya direnci yendiği anda ayırma kanallarına düşer. Ağırlık ayarlaması, ağırdan hafife doğru kademeli olarak yapılmaktadır. Bu makineler, büyük kapasiteli makinelerdir. Bunların kapasitesi, 2000 kg/h' in üzerindedir. Bu tip makineyle sınıflandırma sırasında, meyveler en az çevrilmektedir. Bu nedenle bu tip makineler hassas meyveler için tercih edilirler.

Kefeli boylama ile hassas ürünleri ağırlığına göre tasnif eden ve standartlara göre ayıran bir sistemdir. Bu tasnif sistemiyle ürünün şekline bakılmaksızın mükemmel bir hassasiyete yakın ayırım yapılabilir. Bu tip sistemde öncelikle ürünün yani bu çalışma için tasnifi yapılan elmanın kırılma ve homojen materyalden yapılmış her kürede ağırlığın, çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle orantılı olarak arttığı 1958 yılında Jager ve arkadaşları tarafından ispatlanmıştır (Çizelge 2.6.) [1].

Çizelge 2.6. Küresel Ürünlerin Çapı ile Ağırlığı Arasındaki İlişki
(Kaynak [1]'deki grafik yeniden çizilmiştir).



Ağırlığa göre sınıflandırmada, sınıflandırma kalitesinin daha üst düzeylerde gerçekleşebildiğini belirtmişlerdir. Bu sonucun; küre şeklindeki patates yumruları için kesinlikle geçerli, uzun patates yumrularında ise büyük oranda geçerli olduğunu vurgulamışlardır. Boyuta göre sınıflandırılmış patates yumrularının, ağırlığa göre sınıflandırılmasıyla kalite yönünden önemli derecede artışlar sağladığını belirlemişlerdir. Bu nedenle, ağırlığa göre sınıflandırma işleminden önce kaba olarak, boyuta göre bir sınıflandırmanın yapılmasının daha elverişli olduğunu vurgulamışlardır.

Ağırlığa göre sınıflandırma işlemi için elektriksel, elektromekaniksel ve mekaniksel yöntemlerin kullanılabilceğini açıklamışlardır. Tüm bu sistemlerde tartma işleminin mekaniksel bir olay olması ve her mekanik olayın, belirli bir zamana gereksinim göstermesi gibi nedenlerle, tartma düzeninin saatlik kapasitelerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir [1].

Ağırlığa göre sınıflandırmada, tartı elemanı olarak yaprak yayların, spiral yayların ve dört köşe mafsallıların kullanılabilceğini açıklamışlardır. Bu tip sınıflandırıcıda, zararlanma etkisinin minimum seviyede olduğunu vurgulamışlardır.



Şekil 2.20. Ağırlığa Göre Tartma Mekanizması
(Unifrutti Mersin Paketleme Tesisi) [9]

Çalışmalarında ağırlığa göre sınıflandırmaya olanak vermek amacıyla, bir model makine geliştirmişlerdir. Bu makinede, 220 W'lık motorla çalıştırılan ve dakikada 15 devir ile dönen dikey bir mile 12 adet yaprak yayın yerleştirildiğini, sınıflandırma düzenine giren ürünlerin ağırlıklarına uygun olarak yaprak yayları büküğünü ve ait olduğu sınıfa düştüğünü belirtmişlerdir. Model makinenin dış çapının 80 cm olduğunu ve saatlik kapasitenin 500 kg' a ulaştığını bildirmişlerdir.

Mohsenin (1980) [1], biyolojik malzemelerin teknik özellikleri konusunda teorik verileri ve araştırma sonuçlarını ortaya koymuştur. Bu tür malzemelerin fiziksel, mekanik, termal, elektriksel ve optik özelliklerini açıklamıştır. Materyale ilişkin şekil, boyut, hacim, yüzey alanı, yoğunluk, boşluk oranı ve renk gibi fiziksel özelliklerin pek çok tarım makinesinin tasarımında kullanılan değerler olduğunu belirtmiştir. Biyolojik malzemelere ilişkin biçim, büyüklük ve aksenel boyutların ölçülme yöntemlerini ortaya koymuştur.

Biçimlerin belirlenmesiyle ilgili olarak çeşitli faktörleri dikkate almıştır. Bazı meyvelere ilişkin yuvarlaklık ve küresellik değerlerini Çizelge 2.7. 'deki gibi vermiştir.

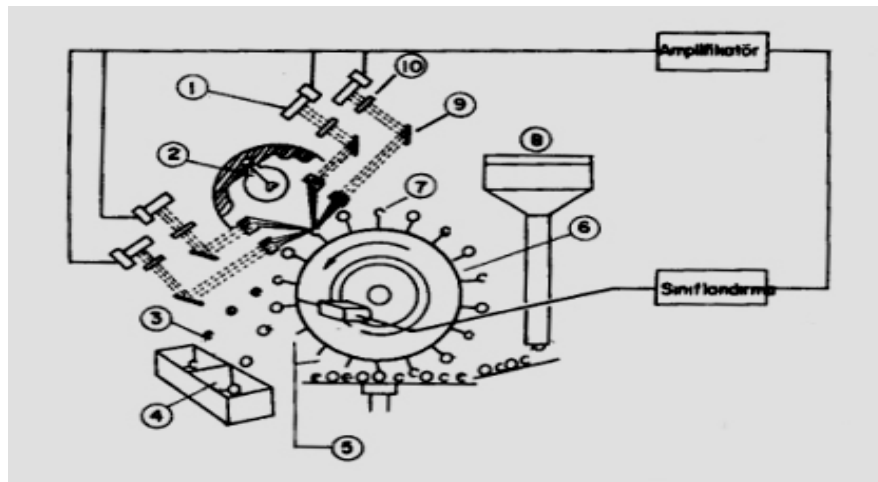
Çizelge 2.7. Bazı Ürünlerin Küresellikleri (%) [1]

ÜRÜN	KÜRESELLİK (%)	ÜRÜN	KÜRESELLİK (%)
<i>ELMA</i>		<i>KİRAZ</i>	95
McIntosh	90	<i>ŞEFTALİ</i>	
Melba	92	Red Haven	93
Golden Delicious	92	Elberta	97
Red Delicious	92	<i>ARMUT</i>	
Stayman	90	Maxsine	89
Rome	89	<i>YABAN MERSİNİ</i>	90

2.8.2.3. Renklerine göre sınıflandırabilen makineler

Tarımsal ürünlerin ışığı yansıtma ve ışığı geçirme özellikleri son yıllarda elektronik ayırma ve sınıflandırma, olgunluğun ve hastalık ve zararlıların saptanmasında yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmuştur. Yüzey renginin saptanması ile meyve ve sebzelerin iç ve dış yapıları hakkında görüş sahibi olunmaktadır. Diğer yandan ürünün renk ve görünümü bir anlamda tüketicinin kabul yada reddinin bir ölçütü kabul edilmektedir.

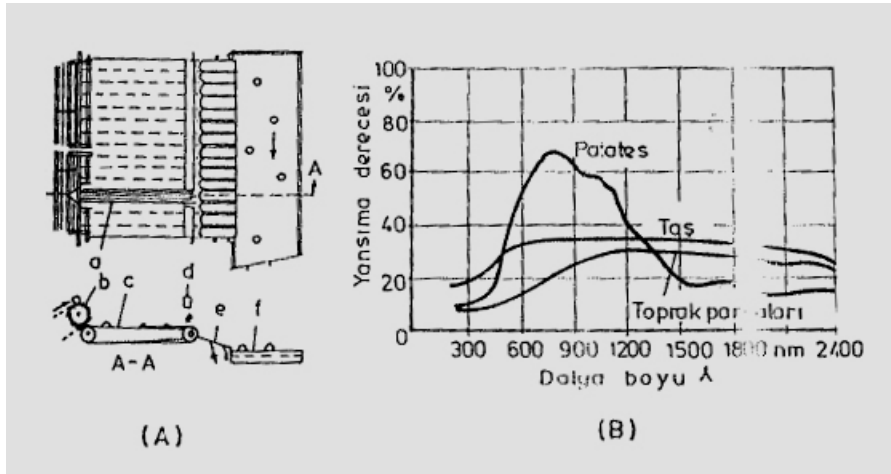
Optik ayırıcılar, temizleme amacıyla son yıllarda hızlı bir şekilde kullanılmaktadır. Burada temel ilke, fiziksel özellikleri benzer, renkleri farklı olan ürünlerin ayrılmasıdır. Örneğin yer fıstığı taneleri, soyma anında, soyulmuş ile soyulmamış olarak son yıllarda bu yöntemle ayrılmaktadır. Bunları karakterize eden optik ayırıcının bir örneği de Şekil 2.21.'de görülmektedir [10]



Şekil 2.21. Optik Ayırıcının Görünümü [10]

1-Elektrik hücresi, 2-Işık kaynağı, 3- Koyu renkli tane, 4-Açık renkli tane, 5-Tutucu uçlar, 6-Kabızlı çark, 7- Tane, 8-Depo, 9-Ayna, 10-Filtre

Diğer yandan son yıllardaki gelişmelerde rengin ekonomik değerlendirme ve kalite standardı olarak algılanması zorunluluk haline getirilmiştir. Yapılan araştırmalarda elektromagnetik spektrum içerisinde görünür dalga boyunda yapılan çalışmalar daha ağırlıklı gözükmektedir. Burada yapılan işlem görünür dalga boyunda ürün üzerine ışık göndererek ışığın yansıma, geçirgenlik yada ürün üzerinde kalan miktarını dikkate alarak uygun renge karşı gelen dalga boyunun bulunması amaçlanmaktadır (Şekil 2.22.) [1].



Şekil 2.22. (A) Patatesin Optik Yöntemle Taş ve Toprak Parçalarından Ayrılması [1]

a-Kanal, b-Kazıcı zincir, c-Taşıyıcı, d-Elektro optik algılayıcı, e-Sınıflandırma kapısı, f-Toplama bandı

(B) Farklı Ürünlerin Yansıma Eğrileri [1]

Meyveler makaralar üzerinde ilerlerken lazer bölümünden geçerek renklerine göre ayrıştırılır (Şekil 2.23.).



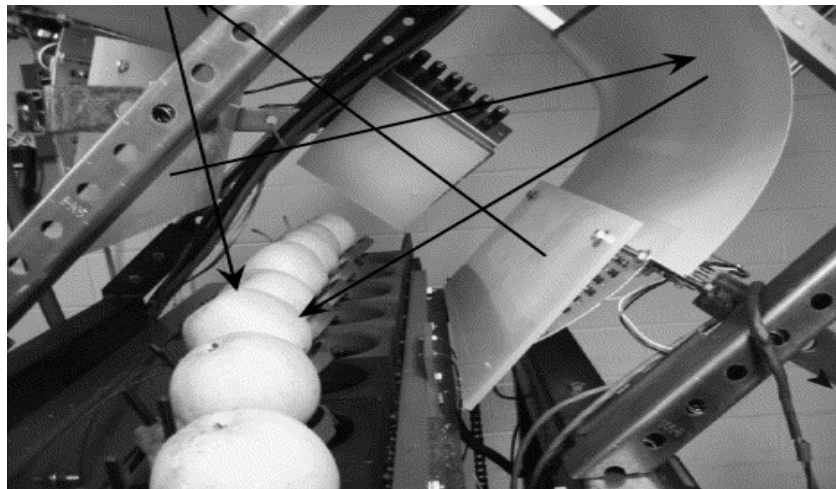
Şekil 2.23. Renklerine Göre Ayrılabilen Sistemlerde Makaralar Üzerindeki Ürünler [20]

Bu amaçla kullanım için çeşitli cihazlar mevcut olup bunun en yaygını hem yansıma hem de geçirgenlik ölçen modeller olacaktır. Bu tip cihazlar üç yönlü bir renk çözümleyici olup materyale gönderilen ışığın yansıma miktarını ölçmektedir. Cihaz ölçüm başlığı, işlemleri derleyici bir mikrobilgisayar ve verileri ekranda sayısal olarak gösteren bir ekrandan oluşmaktadır. Ölçüm başlığı içerisinde yüksek güçlü bir adet flaş lambası bulunmakta ve bu lamba kontrollü bir şekilde düşey yönde materyal üzerinde yaygın bir ışık sağlamaktadır. Bilgisayar bir çift geri besleme sistemine sahip olup lambanın yaydığı ışık değişmelerini kontrol etmektedir (Şekil 2.24.) [11].



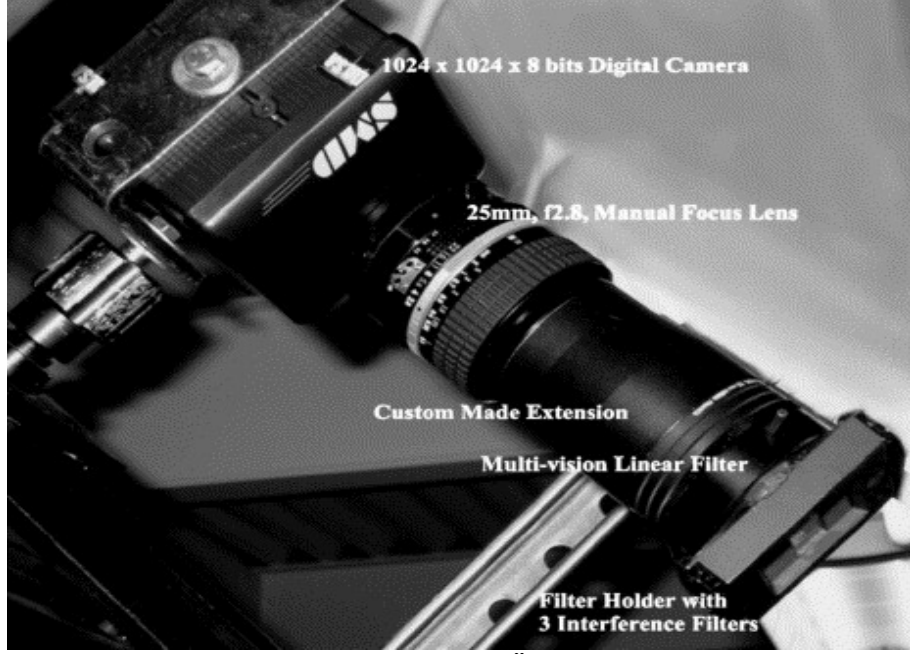
Şekil 2.24. Lazer Kameranın Bulunduğu Bölüm. Altta Meyvelerin Geçtiği Makaralar Görünmektedir [11]

Makaraların üzerinde lazer optik renk okuyucudan geçen ürünlerin, renk sınıflandırılması da yapılmış olur (Şekil 2.25.).



Şekil 2.25. Lazer Optik Renk Okuyucu [12]

Her iki yöndeki ışık paneli elmaların yüzeyine yansıtıcı tarafından yansıtılır. Ortadaki küçük panel elmaların çıkışında bulunur ve bir benzeri de elmaların girişinde kenardaki panellerin sonunda ek olarak ışık görüntüsü sağlar. Lazer mikrokameranın ayrıca ürün üzerindeki zedelenmeleri gösterici bir özelliği de sahiptir [Şekil 2.26.] [12].



Şekil 2.26. Meyveleri Renklerine ve Meyve Üzerindeki Zedelenmeleri Ayırt Edici Kamera. [12]

Çok görüşlü doğrusal filtre ve girişim filtreleri uzatma biçiminde kameraya bağlanmış özel optikleri vardır. Renklerine, ağırlıklarına ve zedelenme durumlarına göre sınıflandırılmış ürünler, optik okuyucudan çıkarak boylanma hanelerine gitmek üzere makaralar üzerinde ilerlerler [Şekil 2.27.] [11].



Şekil 2.27. Optik Okuyucudan Geçerek Sınıflandırılan Ürünleri Gösteren Sistem [11]

2.8.2.3.1. Ortalama projeksiyon alanı:

Bu karakter, birbirine dik üç eksenden elde edilen projeksiyon alanlarının ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Ortalama projeksiyon alanı ile materyal hacmi arasındaki ilişki ortaya konulabilmektedir.

Bu kriterin değerlendirilmesinde, Mohsenin konveks cisimler teorisine göre aşağıdaki ilişki geçerli olmaktadır:

$$\frac{V^2}{S^3} \geq \frac{1}{36\pi} \dots\dots\dots (2.1)$$

Burada;

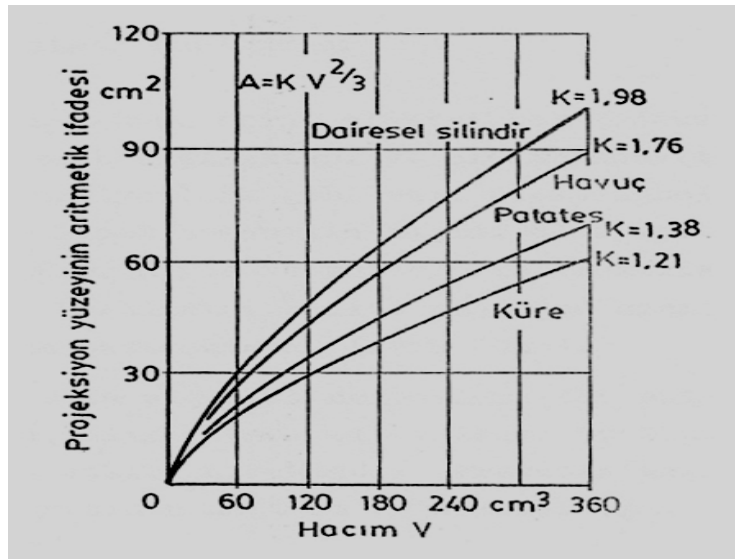
V : Konveks materyalin hacmi (cm^3)

S : Konveks materyalin yüzey alanı (cm^2)

Öte yandan, bu tip materyalin yüzey alanının, ortalama projeksiyon alanının 4 katı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur [1]. Bu noktadan hareket edildiğinde, $S=4A$ koşuluna göre, ilişki aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$A \leq \left(\frac{9\pi}{16}\right)^{1/3} \cdot V^{2/3} \Rightarrow A \leq K \cdot V^{2/3} \dots\dots\dots (2.2)$$

Burada K bir sabit olup, materyal cinsine bağlı olarak değişmektedir. Her materyal için tipik bir faktör olarak tespit edilmektedir. Küre için değeri 1,21 olmaktadır. Bazı ürünler için K ifadeleri Şekil 2.28'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 2.28. Çeşitli K Sayıları için Hacim ve Ortalama Projeksiyon Alanı Arasındaki İlişkiler [1]

2.8.2.3.2. Yüzey alanı :

Elma, armut ve benzeri meyvelerin yüzey alanlarının ölçülmesi, kabuklarının şeritler halinde soyulup, bu şerit alanlarının toplanması suretiyle gerçekleştirilebilmektedir. Bundan başka, hızlı ölçümler için, belirli çeşitlerle çalışmak koşuluyla, kalibrasyon çalışması yapılabilmektedir. Bu durumda, ağırlık veya kesit alanlarından gidilerek, regresyon formüllerinden yararlanılmaktadır.

Aşağıda elma ve armut için ağırlığa bağlı olarak yüzey alanlarının ortalama değişim karakteristiklerini belirleyen eşitsizlikler verilmiştir [1].

$$\text{Elma} : 6,72 + 0,129W \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Armut} : 7,49 + 0,99W \dots\dots\dots(2.4)$$

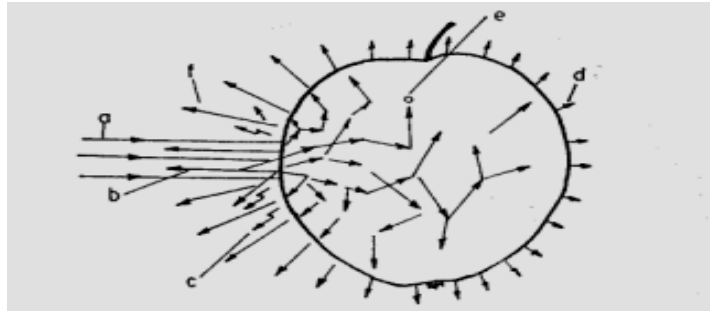
Bu eşitliklerde;

S: Meyve yüzey alanı (m^2)

W: Meyve ağırlığı (g)' dir.

2.8.2.3.3. Optik özellikler :

Bazı çalışmalarda, tarımsal ürünlerin ışık yansıtma özelliklerinden yararlanılarak, ana materyalden yabancı maddelerin ayrılması ve ana materyalin sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir. Meyve ve sebze üzerine düşen ışık, materyalin özelliğine bağlı olarak yansımaktadır. Şekil 2.29.' da bir meyve üzerine düşen ışığın dağılım karakteristiği görülmektedir [10].



a – Gelen Işık

d- Geçirgenlik

b- Düzenli Yansıma

e- Yutma

c- Emisyon

f-Cisim Yansıması

Şekil 2.29. Elma Üzerine Düşen Işığın Dağılımı [10]

Yağcıoğlu (1996) [1], meyve ve sebzelerin optik yöntemler yardımıyla sınıflandırılması ve yabancı maddelerden ayrılmaları, taneli ürünlere göre daha yaygın bir uygulama alanı bulduğu, renk farkına göre çalışan aygıtlar yardımıyla daha çok yumru yapıdaki sebzeler, kiraz, bezelye, kahve, fasulye, fındık, fıstık, elma, armut, salatalık, narenciye çeşitleri vb. hem olgunluklarına göre sınıflandırılabileceğini hem de içlerindeki hastalıklı, çürük örneklerden ve diğer yabancı maddelerden ayrılabileninden bahsetmiştir.

Sebze ve meyvelerin optik özellik farklarına göre sınıflandırılması ve yabancı maddelerden ayrılması amacıyla gama ışınları, X ışınları, görünür ışık, kırmızı ötesi ve yakın kırmızı ötesi ışıklardan yararlanıldığını vurgulamıştır.

Sebze ve meyvelerin yüzeylerinin renginden yararlanılarak yapılan ayırma işleminde doğru dalga boyunun seçimi, işlemin başarısını etkileyen en önemli unsur olduğunu, bu nedenle ayrılmak istenen cismi yada özelliği belirleyen karakteristik ışın boyutunun belirlenmesi gerekeceğini vurgulayarak sebze ve meyvelerin optik özellik esasına göre ayrılmasında kullanılan düzeneğin çalışma prensibini açıklamıştır.

Shatzki (1997) [1], çalışmasında 400-700 adet ve 4 ayrı tip kültür elmasında X ışınlarıyla elmaların kondisyonlarının radyogramlarını çıkarmışlardır. Bu kondisyon testini yapabilen ünitenin bir ön çalışma olarak sınıflandırma sistemlerine ilave edilip edilemeyeceği hala bilim adamlarınca tartışılmaktadır.

Davanel (1998) [1], OECD standartlarının taze meyve ve sebzelerdeki sınıflandırma kalitesiyle renk, boyut ve yüzey zedelenmeleri özelliklerine bağlı olduğunu belirtmiştir. Otomatik sınıflandırma makineleri ile yapılan sınıflandırma yanında zedelenmiş meyvelerin ayrımlarını halen elle yapıldığını tespit etmiştir.

Konveyör sisteminde Golden-delicious çeşidi elmalardaki yüzey zedelenmelerin otomatik renk ayırıcı ile test edilmesine imkân sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Meyve hat üzerinde yuvarlanırken sabit bir kamera 4 farklı terden resmini alarak meyve yüzeyinin genel bir görüntüsünü vermektedir. Sistem saniyede her hat üzerinde 5 meyveyi analiz edebilmekte ve meyvelerin % 69'unu doğru olarak sınıflandırmakta, meyvelerin % 26'sı ise alt ve üst değerlerde kalmaktadır.

2.9. GEOMETRİK ŞEKİLLERİNE GÖRE AYIRMA

Tarım ürününü tanımlayacak temel bilgi geometrik özelliklerinin bilinmesine bağlıdır. Geometrik özelliğin saptanmasında doğrudan gözlem yapmanın önemi büyüktür. Özellikle yapılacak teorik hesaplamalar için geometrik biçimin çok basit bir şekilde seçilmesinde büyük yarar vardır. Bunlardan küre ya da silindir şekillerin bileşimi ya da elips şekillerin tercih edilmesi teorik yaklaşımı daha da kolaylaştıracaktır. Genel olarak tarımsal ürünlerde birbirine dik üç eksen takımına göre temel boyutların alınması esastır. Bu boyutlar ise uzunluk, genişlik ve kalınlıktır. Bu boyutlar kendi içerisinde genel dağılım kanunlarına başvurularak yoğunluk fonksiyonları ve boyutlar arası ilişkiler saptanarak geometrik tanımlamaya giren parametreler azaltılabilir. Yaygın kullanılan korelasyon katsayısının (R) hesaplanması ile boyutlara yönelik değerlendirme yapmak daha kolay olacaktır. Diğer yandan bazı ürünlerde kalınlık ve genişlik tek bir boyuta indirgenebilir. Bu farklı şekilli taneler eğik yüzeyler üzerinde birbirinden ayrılabilirler. Bu ayırmda yine sürtünme katsayısı rol oynar. Ancak oval ve yuvarlak ürünler için yuvarlanma sürtünmesi etken iken diğer şekilli yüzeylere sahip ürünlerde kayma sürtünmesi etken olur. Yuvarlanma sürtünmesi kayma sürtünmesinden çok daha az olduğu için bu tip ayırmlarda ağırlıklı olarak kayma etkin olarak gözükmektedir. Bu nedenle ürünlerin başlangıçta şekil özelliklerinin bilinmesi sınıflandırma ve ayırma açısından son derece önemlidir [10].

2.9.1. Boyut ve Yüzeylerin Açıklanmasında Kullanılan Kriterler

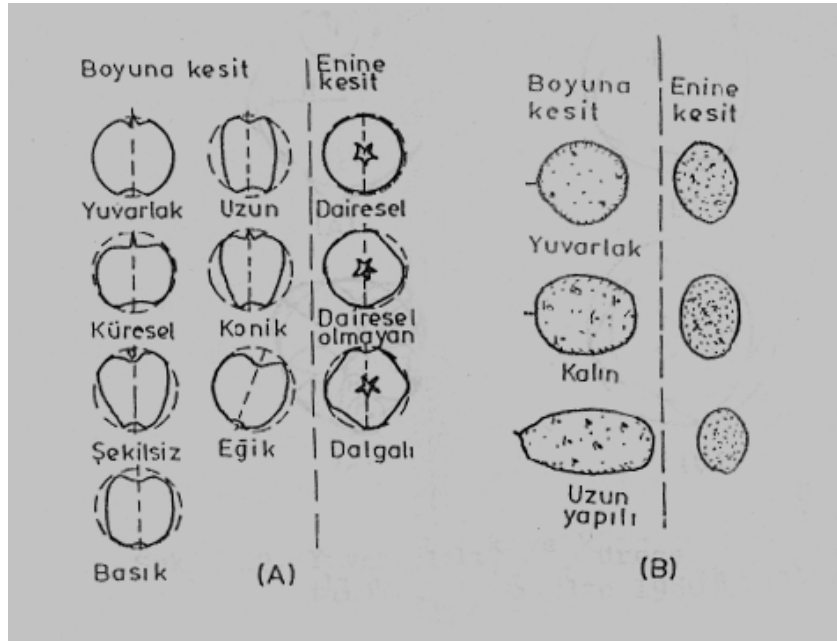
Biyolojik malzemelerin büyüklükleri ve biçimleri, ekstenel boyutların ölçülmesiyle ortaya konulabilmektedir. Ekstenel boyutların ölçülmesinde, basit ölçüm aletlerinden yararlanıldığı gibi, özel projeksiyon aletleri de kullanılmaktadır [1].

2.9.1.1. Standart kartlar

Biyolojik malzemelerin biçimleri üzerinde kararlar verilebilmesi için, bunların enine ve boyuna kesitlerine ilişkin şemazite edilmiş model şekiller

hazırlanmıştır. Ele alınan biyolojik malzeme, bu biçimlerle karşılaştırılarak, uygun bir deyimle adlandırılabilir [1].

Tarım ürünlerinin çoğunluğunun düzensiz bir geometrik şekle sahip olması nedeniyle biçim ve şekillerin belirlenmesinde, bazı geometrik şekiller esas alınarak şekil belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan yöntem, standart kartlar yöntemidir. Bu yöntemde materyalin boyuna ve enine kesiti alınarak bu kesitlerin oluşturduğu iz düşümlerden yararlanılmıştır [1]. Buna ilişkin bazı çizilmiş standart şekiller Şekil 2.30.'da verilmiştir.



Şekil 2.30. Elma (A) ve Patates (B) için Şekil Tanımlamaları (Mohsenin 1980) [1]

2.9.1.2. Yuvarlaklık

Yuvarlıkla tanımlanabilen biçim belirlemeleri, birkaç yöntemle gerçekleştirilebilmektedir (Mohsenin 1980) :

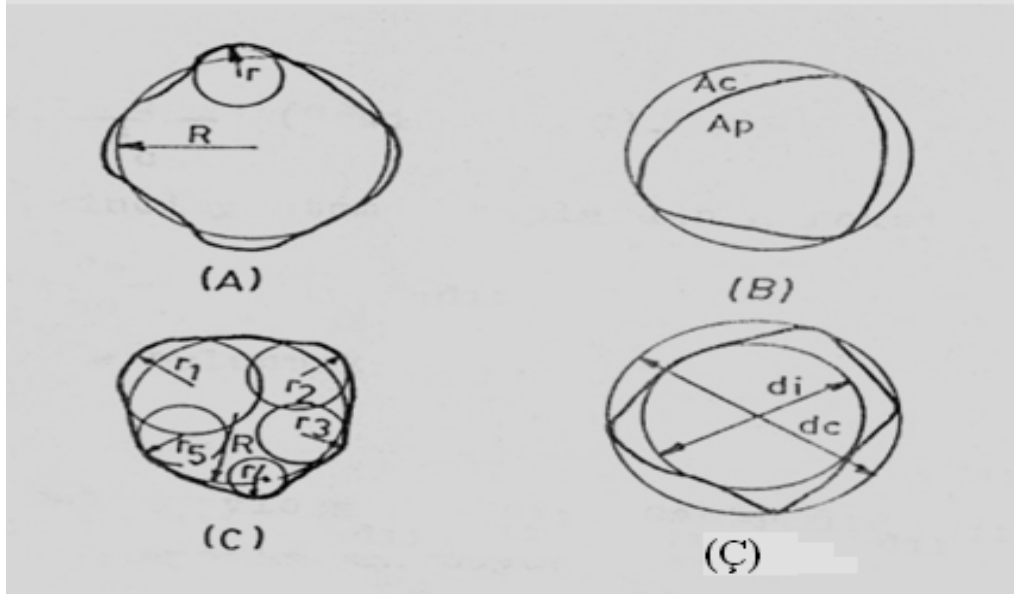
$$a) YO = \frac{r}{R} \quad [\text{Şekil 2.31. (A)}] \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Bu eşitlikte;

YO : Yuvarlaklık oranı (faktörü)

r : Cismin kesitindeki en sivri çıkıntının içten teğet çemberin yarıçapı (cm)

R : Cismin yaklaşık yarıçapı (cm)



Şekil 2.31. Yuvarlaklık ve Küresellik Karakteristikleri [1]

$$b) Y = \frac{A_p}{A_c} \quad [\text{Şekil 2.31. (B)}] \dots\dots\dots(2.6)$$

Bu eşitlikte;

Y : Yuvarlaklık

A_p : Cismin en büyük kesit alanı (cm^2)

A_c : En büyük kesitin sığabileceği en küçük çember alanı (cm^2)

$$c) Y = \frac{\sum r}{N.R} \quad [\text{Şekil 2.31.(C)}] \dots\dots\dots(2.7)$$

Bu eşitlikte;

$\sum r$: Cismin kesitindeki yuvarlak çıkıntılarının içten teğet çemberlerinin yarı çapları toplamı (cm)

N : Yuvarlak çıkıntı sayısı

R : Cismin kesitine çizilebilecek en büyük içten teğet çemberin yarıçapı (cm)

2.9.1.3. Küresellik

Biçimle ilgili olarak küresellik ifadesi de kullanılmaktadır. Bu deyim, malzemenin küreye yakınlığını belirlemektedir. Küresellik, üç yöntemle ortaya konulabilmektedir [1] :

a) Birinci yöntemle göre küresellik (K) bulunurken, en büyük iç (d_i) ve en büyük dış (d_c) çember çaplarına ilişkin değerler kullanılmaktadır. Burada, aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmaktadır:

$$K = \frac{d_i}{d_c} \quad [\text{Şekil 2.31. (Ç)}] \dots\dots\dots(2.8)$$

b) İkinci yöntemde çaplardan hareket edilmekte ve

$$K = \frac{d_e}{d_c} \quad \text{eşitliğine göre bulunmaktadır [1].}$$

Burada ;

d_e : Malzemeyle aynı hacme sahip olan küre çapı (cm)

d_c : Malzemenin en büyük çapı (cm)

Bu şekilde küreselliğin ortaya konulmasıyla materyalin, küreye göre biçim karakteri belirlenmektedir.

c) Üçüncü yöntemle göre küresellik bulunurken, üç eksenli farklı uzunluktaki bir elipsoit hacmi, materyali çevreleyen kürenin hacmine oranlanmaktadır. Şöyle ki,

$$K = \left[\frac{(\Pi/6).a.b.c}{(\Pi/6).a^3} \right]^{1/3} = \left(\frac{b.c}{a^2} \right)^{1/3} \dots\dots\dots(2.9)$$

a : Uzun eksen boyu (cm)

b : a eksenine dik uzun eksen boyu (cm)

c : a ve b eksenlerine dik uzun eksen boyu (cm)

2.9.2. Geometrik Şekillerle Benzetişim Yöntemleriyle Meyve ve Sebzelerin Bazı Teknik Değerlerinin Belirlenmesi

Meyve ve sebzelerin hazırlanması ve işlenmesi ile ilgili olarak, hacim ve yüzey alanı değerleri önemli olabilmektedir. Biyolojik malzemelerin hacim ve yüzey alanı gibi büyüklükleri, bilinen geometrik biçimlere ilişkin eşitliklerden gidilerek hesaplanabilmektedir. Bu amaçla, şekli limona benzeyen (bazı soğan çeşitleri gibi) iki ucu uzatılmış küre şeklindeki meyveler için aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır:

$$V = \frac{4}{3} \cdot (\pi \cdot a \cdot b^2) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$S = 2\pi \cdot b^2 + 2\pi \cdot \frac{a \cdot b}{e} \cdot \sin^{-1} e \dots\dots\dots(2.11)$$

Şekli greyfurda benzeyen (bazı elma çeşitleri gibi) kutupları yassılaştırılmış küremsi ürünler için ise aşağıdaki eşitlikler geçerli olmaktadır:

$$V = \frac{4}{3} \cdot (\pi \cdot a^2 \cdot b) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$S = 2\pi \cdot a^2 + \frac{\pi \cdot b^2}{e} \cdot \ln \frac{1+e}{1-e} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$e = \left[1 - \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Bu eşitliklerde;

V : Hacim (cm^3)

S : Yüzey alanı (cm^2)

a : Döner elipsin uzun ekseninin yarısı (cm)

b : Döner elipsin kısa ekseninin yarısı (cm)

e : Eksantriklik' tir.

Kesik dik koni şeklindeki meyvelerin hacim ve yüzey alanı değerlerinin bulunmasında ise, aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmaktadır [1]:

$$V = \left(\frac{\pi}{3} \right) \cdot h \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) \dots\dots\dots(2.15)$$

$$S = \pi \cdot (r_1 + r_2) \cdot [h^2 + (r_1 - r_2)^2]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Bu eşitliklerde;

r_1 : Taban yarıçapı (cm)

r_2 : Üst yüzey yarıçapı (cm)

h : Yüksekliktir (cm).

Önal (1978) [1], küresellik değeri aynı zamanda şekilsizliğin bir ölçüsü olduğundan bahsederek, uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçülerinden yararlanılarak hesaplanabildiğini belirtmiştir.

$$K = \left(\frac{V_e}{V_c} \right)^{1/3} \cdot 100 \dots \dots \dots (2.17)$$

Formülünün tüm şekilsiz tarla ürünlerinde kullanılabileceğini vurgulamıştır. Formülde;

V_e : a, b, c boyutlu triksinyal elipsoidin hacmi (mm^3)

V_c : a, b, c boyutlu triksinyal elipsoidin çevreleyen kürenin hacmi (mm^3)'ü ifade etmektedir.

Yağcıoğlu (1996) [1], küre şeklinde olmayan tanelerin ayrılmasında tanenin eşdeğer çapının saptanması gerektiği, bunun içinde;

$$d_{te} = \sqrt[3]{a.b.c} \dots \dots \dots (2.18)$$

Formülünün kullanılabileceği, bu formülde yer alan a, b, c değerlerinin tanenin uzunluğunu, genişliğini ve kalınlığını belirttiğinden bahsetmiştir.

Bu teorik eşitliklerle bulunan hacim ve yüzey alanı değerlerinde, biyolojik malzemelerin biçimleri çok düzgün olmadığı için, hata payı bulunmaktadır. Hatayı ortadan kaldırmak için, belirli cins ürünlerde ön çalışma ile gerçek hacim ve yüzey alanı değerleri bulunmakta ve aradaki farklar, teorik eşitliklerle elde edilen sonuçlara, düzeltme faktörü olarak katılmaktadır [1].

2.10. ÇARPMA ENERJİSİ ABSORBE ETME ÇALIŞMALARI

Meyve tutma yüzeylerde, çarpma etkisini azaltıcı malzemeler tarafından absorbe edilen çarpma enerjisi, yakınlığın artmasıyla artmakta ve malzemenin kalınlığıyla yaklaşık olarak orantılı olmaktadır. Çizelge 2.8. 'de enerji absorpsiyon değerlerini belirlemek için düşürme testine ilişkin sonuçlar görülmektedir [13].

Çizelge 2.8. Enerji Absorpsiyon Değerlerini Belirlemek İçin 1 Metre Yükseklikten Yapılan Düşürme Testine İlişkin Sonuçlar (Dien. ve Frid.,1983) [13].

MEYVE NO	KÜTLE (g)	ÇAP(mm)	I *	II *
1	36	44	82	60
2	91	62	72	54
3	168	76	65	51
ORTALAMA			73	55

I * : Özgül ağırlığı $72kg/m^3$ olan materyal tarafından absorbe edilen enerjinin yüzdesi (%)

II * : Özgül ağırlığı $37kg/m^3$ olan materyal tarafından absorbe edilen enerjinin yüzdesi (%)

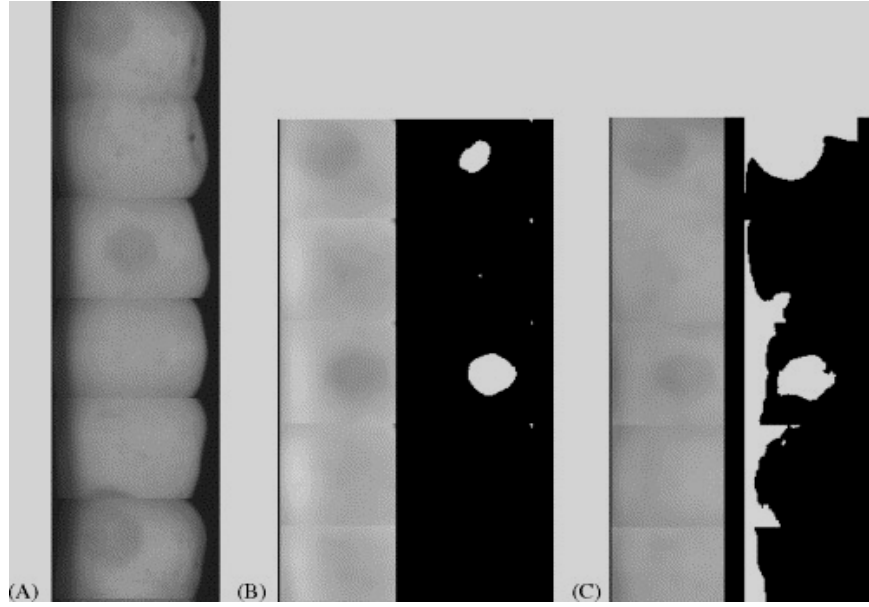
Çizelgeden de görüldüğü gibi çarpma etkisini azaltıcı malzemenin, özgül ağırlıkları aynı olan büyük çaplı toplara oranlar küçük çaplı toplardan daha çok enerji absorbe ettiği bulunmuştur. Ayrıca özgül ağırlığı fazla olan dolgu malzemesinin özgül ağırlığı az olan dolgu malzemesinden daha çok enerji absorbe ettiği bulunmuştur [13].

2.11. SINIFLANDIRMA VE AYIRMA İŞLEMLERİNDEKİ ZEDELENMELER

Sınıflandırma işlemi genelde, temizlenmiş olan ürünlerin cinslerine, boyutlarına, ağırlıklarına ve kalitelerine göre ayırmak amacıyla yapılmaktadır.

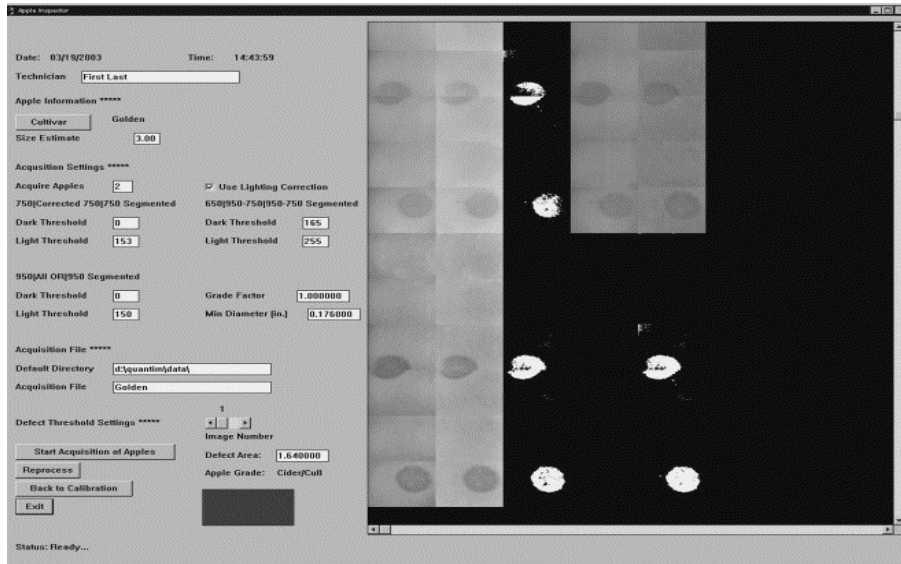
Sebze ve meyveler şekil, basıya dayanım, geometrik ölçüler ve ağırlık özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Basıya duyarlı olan sebze ve meyvelerde sertlik veya elastisite ayırma kriteri olarak ele alınmaktadır. Elektromanyetik titreşim spektrumundan, transmisyon ve refleksiyon ölçümlerinde genellikle sınıflandırma

için yararlanılmaktadır. Refleksiyon ölçümlerinde ürünün renk özelliğinden yararlanarak sınıflandırma işlemi yapılır (Şekil 2.32.) [12].



Şekil 2.32. Lazer Tarayıcı ile Saptanan Zedelenmeler [12]

Lazer optik okuyucular sayesinde meyve içinde oluşmuş zedelenmeler görülmektedir. Böylece sınıflandırma yapılırken zedelenmiş ürünleri kolaylıkla ayırt edebilme fırsatı sağlanmıştır (Şekil 2.33).



Şekil 2.33. Zedelenmelerin Bilgisayar Ekranındaki Yorumu [12]

Bilgisayar ekranında her bir elma gelişiminin görünümü gözlenir ve sonuç değerler sınıflandırılır. Soldan sağa en üstteki elma yüzeyindeki görüş şunları içerir: 740 nm lik düz alan düzeltiminden önceki dalga kuşağı, 740 nmlik düzeltilmiş düz

alan dalga kuşağı, bölünmüş 740 nmlik görüş, ileri renkli görüş, 950 nmlik dalga kuşağı görüşünden çıkartılmış(eksiltilmiş) ve 950-740 nmden bölünmüş 740 nmlik görüş.

Hareketli valsler, diyaframlarda ürün hareket etmediği için zedelenmeden sınıflandırma olanağı vardır. Ürünlerin farklı tutunma ve kayma dirençlerinden yararlanılarak eğik bant ve helisel bant sistemlerinde ürün yaprak ve yabancı maddelerden ayrılmaktadır. Böylece zedelenerek küresel şeklini kaybeden ürünü de ayırmak mümkündür [13].

2.12. TSE STANDARTLARI

Elmaların büyüklüklerine göre sınıflandırılması sonucu çaplarına ve ortalama ağırlıklarına göre aşağıda belirtilen isimler altında Çizelge 2.9.'da gruplara ayrılmıştır.

Çizelge 2.9. Elmaların Çapları ile Ağırlıkları Arasındaki Bağlantı

Büyüklük	Ölçü Değeri	Ağırlık Değeri
Çıkma	< 65 mm	145-160 gr.
Küçük	65 - 70 mm	180 gr.
Orta	70 – 88 mm	205 gr.
Büyüklük	88-100 mm	225 gr.
Dev	> 100 mm	250 gr.

2.12.1. Turunçgil Meyveleri TS-34 (1988)

Bu standart, turunçgil meyvelerinin tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma ve muayeneleriyle piyasaya arz şekline dairdir. Turunçgil meyveleri, botanik ve morfolojik yapılarına göre türlere ve çeşitlere, özelliklerine göre sınıflara ve çaplarına göre boylara ayrılır [14].

2.12.1.1. Türler

Bu standard kapsamına giren turunçgil meyveleri;

- Portakal
- Limon

- Altıntop
- Mandarin

olmak üzere dört türe ayrılır.

2.12.1.2. Sınıflar

Turunçgil meyveleri,

- Ekstra : 65 mm.'den büyükler
- I.sınıf : 60-65mm
- II.sınıf : 55-60 mm

olmak üzere üç sınıfa ayrılır [2].

2.12.1.3. Boylara ayırma

Turunçgil meyveleri, uzunluk eksenine dikey olan en geniş kısmının çaplarına göre Çizelge 2.10'da gösterilen boylara ayrılır.

Çizelge 2.10. Turunçgil Meyvelerinin Boyları

Boy No	Portakal mm	Limon mm	Mandarin mm	Altıntop mm
1	87 - 100	72 - 83	63 ve yukarı ¹⁾	109 - 139
2	84 - 96	68 - 78	58 - 69	100 - 119
3	81 - 92	63 - 72	54 - 64	93 - 110
4	77 - 88	58 - 67	50 - 60	88 - 102
5 ²⁾	73 - 84	53 - 62	46 - 56	84 - 97
6 ²⁾	70 - 80	48 - 57	43 - 52	81 - 93
7	67 - 76	45 - 52	41 - 48	77 - 89
8	64 - 73		39 - 46	73 - 85
9	62 - 70		37 - 44	70 - 80
10	60 - 68		35 - 42	
11	58 - 66			
12	56 - 63			
13	53 - 60			
<p>1) Çapları 63 mm ve daha yukarı olan mandarinlerde boylar şöyle belirtilir :</p> <p style="text-align: center;">No.1 - X 63 - 74 No.1 - XX 67 - 78 No.1 - XXX 78 ve yukarı</p> <p>2) Klemantin ve Monreal mandarinleri dışındaki mandarin çeşitleri için en küçük çap 45 mm'dir.</p>				

Aşağıda turunçgiller için verilen en küçük çap ölçüsünden daha küçük meyveler boylamaya giremez.

Portakal.....	53 mm
Limon.....	45 mm
Klemantin ve Monreal mandarinleri.....	35 mm
Diğer mandarinler.....	45 mm
Altıntop.....	70 mm

2.12.1.4. Renk

Turunçgil meyveleri, yetiştirildikleri bölgeye, toplanma zamanına ve pazarlara taşınma sürelerine, pazarın uzak veya yakınlığına bağlı olarak normal gelişmeyi takiben çeşidine has normal renge ulaşmış olmalıdır.

Mandalinalarda;

Satsuma, monreal, klemantin çeşitlerinde meyve kabuğunun en az 1/3'ü, diğer mandarinlerde ise en az 2/3'ü çeşidin tipik rengini almış bulunmalıdır.

- Altıntopta;

Meyve, çeşidin tipik renginde olmalıdır. Ancak toplama zamanı ve yetiştirilme bölgesi göz önünde tutularak en az usare miktarının bulunması şartıyla hafif yeşilimsi renkte olanlara müsaade edilir.

2.12.1.5. Boy Toleransları

Bütün sınıflar için her ambalajda belirtilen boyun veya dökme partilerde üç boy sırası toplamının bir alt veya bir üstündeki boydan meyvelere sayıca en çok % 10 oranına kadar tolerans tanınır. Bir vasıtada veya bir vasıta kompartımanında ya da konteynerde dökme olarak taşınan ve boylanmayıp yalnız en küçük boya uyma şartı aranan turunçgil meyveleri için aşağıda verilen çap ölçülerindeki meyvelere en çok % 10 oranına kadar tolerans tanınır [14].

Portakal.....	50 mm
Limon.....	43 mm
Klemantin ve Monreal mandarinleri.....	34 mm
Diğer mandarinler.....	43 mm
Altıntop.....	67 mm

Özelliklerle bunların muayenelerine ilişkin madde numaraları Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Özellik ve Muayeneler

Sıra No.	Özellikler
1	Genel özellikler
2	Usare miktarı
3	Renk
4	Sınıf özellikleri
5	Boylara ayırma
6	Toleranslar
7	Biröneklik
8	Ambalaj ve ambalaj malzemesi
9	İşaretleme

Malın standarda uygun çıkması halinde ihracatçıya verilecek denetleme (kontrol) belgesinin geçerlik süresi 10 gündür.

2.12.2. İşaretleme

Her turunçgil meyve ambalajının dış tarafına ve ambalajın bir yüzeyinde toplanacak şekilde en az aşağıdaki bilgiler okunaklı olarak silinmeyecek ve bozulmayacak şekilde yazılmalı veya basılmalıdır.

Dökme sevkiyatta bu bilgiler taşıtın içine konulacak uygun büyüklük ve nitelikteki bir etiket üzerine yazılır. Doğrudan doğruya tüketiciye arz edilecek küçük ambalajlarda ise bu bilgiler ambalaj içine, dışarıdan görülebilecek, şekilde

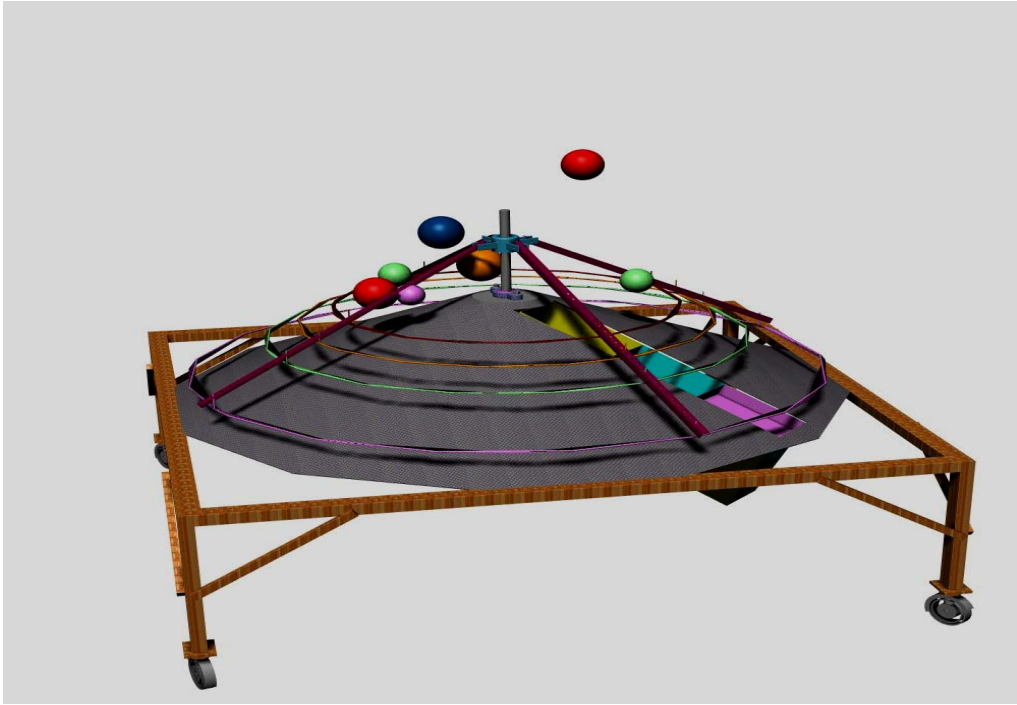
yerleştirilecek bir etikete yazılabilir.

- Firmanın ticaret unvanı veya kısa adı, varsa tescilli markası
- Bu standardın işaret ve numarası (TS 34 şeklinde)
- Parti numarası
- Meyvenin adı (türü)
- Çeşidi (Klemantin mandarini gibi bazı çeşitlerde çekirdeksiz veya 1-10 çekirdekli şekildeki tanıtıcı deyimleri de eklenerek)
- Sınıfı
- Üretim bölgesi (ihtiyari)
- Boyu (ambalajlara katlar halinde yerleştirilmiş veya dökme olarak konulmuş meyvelerde boy numarası, katlar halinde yerleştirilmişlerde aynı zamanda meyve adedi. Dökme partilerde boylama çizelgesine uygun olarak arka arkaya alınan üç boy sırasına göre boylama yapılmış ise üst ve alt boy numaraları. Boylanmamış dökme partilerde ise en küçük boy numarası gibi),
- Difenilli veya benzeri bir kimyevi maddeli malzeme kullanılmış ise bunun belirtilmesi
- Sarartma yapılmış ise bunun her ambalaj üzerinde belirtilmesine gerek yoktur. Fakat sarartma yapılan meyvelerde kapsül dökülme nispeti yüksek olacağından sarartma işleminin uygulandığı kontrol belgesine veya mal ile gönderilen diğer belgelere yazılabilir.

İhraç mallarında bu bilgiler yabancı dille de yazılabilir. Bunların dışında reklâm olarak ambalaj içindekilere aykırı ve alıcıyı yanıltıcı olmamak şartıyla başka yazı ve resimler de konulabilir [14].

3. MATERYAL ve METOT

Küresel yapıya sahip ürünlerin tek bir hizaya gelmesi ve sonunda boylandırılması işlemini gerçekleştirebilen bir makine imalatı yapılacaktır. Makinenin yapımı Mersin Sanayi bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Yardımcı düzenleriyle birlikte denemeye alınan makine koni, boylayıcı çemberler, elektrik motoru, sonsuz vidalı redüktör, çember tutucu köşebentler, boylan ürünleri taşıyıcı bantlara götüren haznelar ve haznelardan dökülen ürünleri kasalara yönlendiren yolluklardan meydana gelmektedir

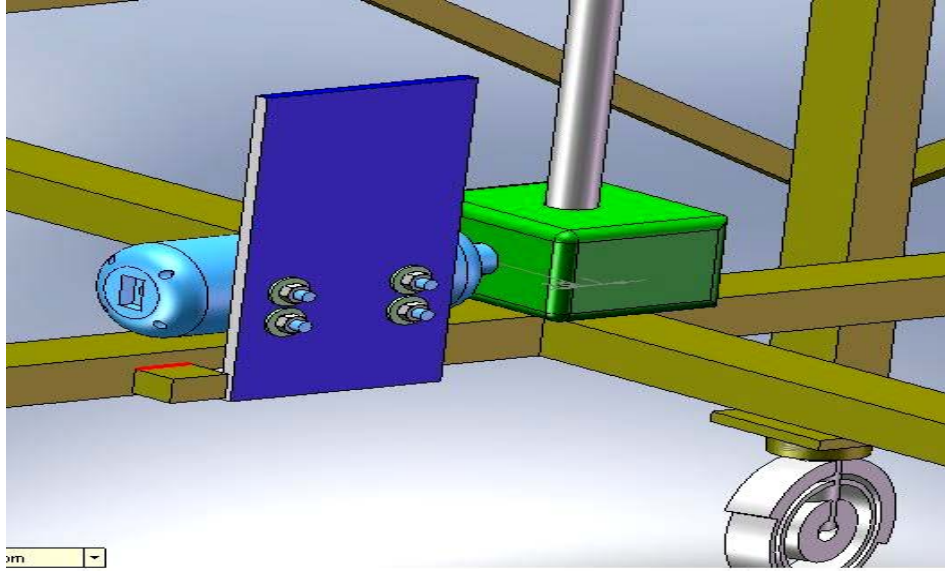


Şekil 3.1. Sistemin Genel Görünüşü

3.1. HAREKETLERİN İNCELENMESİ

Sistemi bir bütün olarak düşünecek olursak, makinenin iskeletini 40x60 mm kesitinde 2040x2040 mm kare boyutlarında bir alt tabla oluşturmaktadır. Öncelikle alt tablayı oluşturduktan sonra motor milinin düşey ekseninin, koni merkezinin düşey eksenine ile eşleşmesi için elektrik motorunun montajı yapılması gerekmektedir. Elektrik motorunun ayakları 150x300 mm kesitinde bir bağlantı tablası ile alt tablaya tutturulmuştur. Ancak bu kaynak yapılırken öncelikle elektrik motoruna bağlı redüktör merkezinin alt tabla merkezi ile aynı orijinlere sahip olmalarına özen gösterilmelidir. Mil merkezlemesi yapıldıktan sonra elektrik motoru ve buna bağlı

olarak redüktör sabitlenir. Redüktörden çıkan milin alt tablaya dik olması gerekmektedir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2 Elektrik Motoru ile Redüktörün Alt Tablaya Bağlantısı

Kaydırıcı adını almasındaki neden mil üzerinde yatağa kadar dikey yönde ilerleyebilme kabiliyetine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kaydırıcı üzerinde M8 civatanın girebileceği ve kaydırıcının iç çapından mile temas edecek şekilde iki kanal vardır. Bu civataların sıkılması durumunda kaydırıcı mekanizması, istenildiği yerde sabitlenme şansına sahiptir. Bu sabitlik köşebentlerin konumu ile doğrudan irintilidir ve bu şekilde ürün çapları ile halka çaplarının seçiminde kolaylık sağlar, fikir verir.

Koninin üzerinde belirli çaplarda halkalar bulunmaktadır. Bu halkaların çapları istenilen ürünün çaplarına göre dizayn edilmiş, koni ile profiller arasındaki mesafeleri buna göre ayarlanmıştır. İstenilen ürüne göre çember çapları seçilip, uygun köşebent aralığına takılmak suretiyle boylama işlemi yapılacaktır. Çemberler imal edilirken meyvelerin ağırlığı hafif olduğu düşüncesi ile öncelikle 6 mm'lik transmisyon mili seçilmiş ancak salınım esnasında tambur üzerinde dönen halkaların dalgalanma yaptığı gözlenmiştir. Böylece 12 mm'lik transmisyon mili seçilerek bu engel ortadan kaldırılmıştır. Çemberler deney aşamaları için 1800 mm, 1400 mm ve 1000 mm iç çapa sahip olarak 3 tane imal edilmiş, istenildiği takdirde ürün boyutuna göre artırılması mümkündür. Üretilen çemberler meyve boylamada kullanılacaktır.

zedelenmemesi için çemberler plastik hortum ile kaplanmıştır. Böylece çarpma esnasında momentumdan oluşan ezilme kuvvetleri minimize edilmiş olunur.

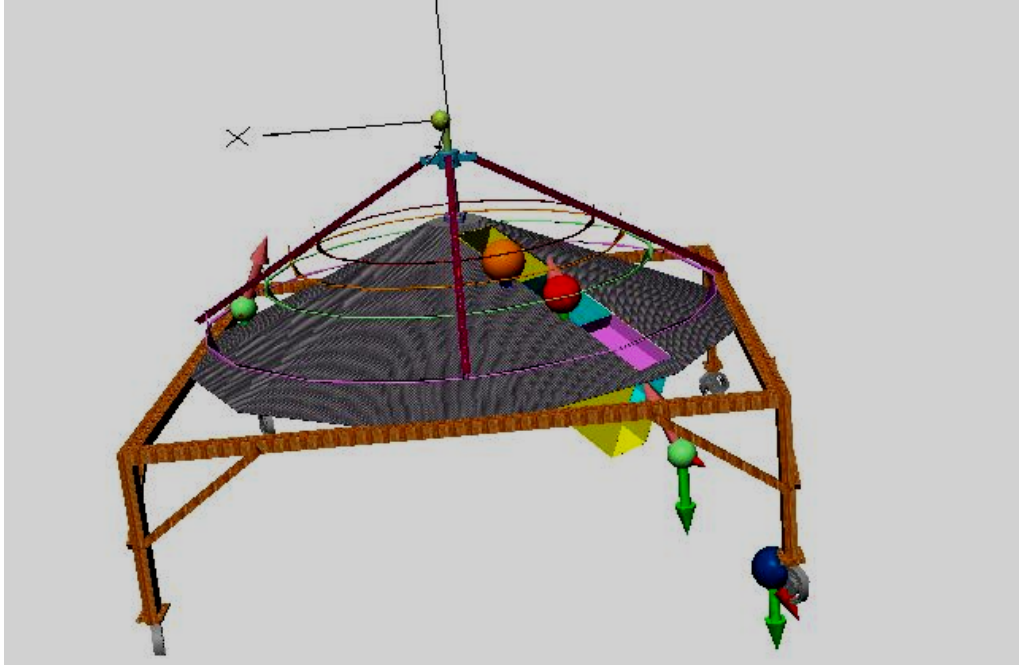
Köşebent profiller 30 mm aralıkla 24 adet 8 mm çapında delinmiş, kaydırıcıya cıvata somun bağlantısı ile tutturulmuş durumdadır. Köşebentlerin dönüş esnasında ve çemberlere bağlantısının daha sağlam olması için kaydırıcı üzerindeki köşebent yuvasının kare profilden olması daha uygundur. 50 mm'lik 5/16 kalın diş cıvata, köşebentlerle aynı hızda çemberler üzerine kaynatılmıştır. Bu uzantılar köşebent deliklerinden geçerek somun pul yardımıyla sıkılarak çember ile köşebentlerin sıkıca bağlantısını sağlamakla görevlidirler. Bu uzantılar köşebentlerin üzerindeki istenilen ürün boyutuna göre deliklere somun pul yardımı ile sabitlenebilmektedir. Böylece halka ile koni arasında kalan sabit aralık bize boylanacak küresel ürünün çapını verir.

Çemberleri koni etrafında döndürecek olan sanayi şebekesiyle 380V (3x50 Hz) çalışabilecek elektrik motoru koninin içinde ve merkezinde tablaya sabitlenmiş vaziyettedir. Motor devrini düşürüp, ürünleri savrulmaması için uygun hızda döndürmek gerekmektedir. Böylece koninin etrafındaki çemberlerin hızını uygun hıza getirecektir. Bunun için motor çıkışına uygun devir ayarlayıcı (redüktör) kullanmak gerekmektedir.

Üstten dökülen ürünler, serbest düşme yaparak koni yüzeyine gelirler. Çarpma esnasında küçükte olsa bir momentum oluşur. Ürünlerin dökülme yüksekliği çok iyi şekilde ayarlanmalıdır, şayet ezilecek bir ürüne zedelenme şansı olabilir. Bunu engellemek için düşme yüksekliği iyi ayarlanmalı ve koni yüzeyi strafor malzemesiyle kaplanmalıdır. Çarpma etkisiyle koniye düşen ürünler bir anda koni yüzeyinde duraklar, sonrasında yuvarlanarak aşağıya doğru ilerler. Bu esnada üründe kayma olmaz çünkü yuvarlanma sürtünmesi statik sürtünme kuvvetinden küçüktür. Sadece yuvarlanma hareketi yapar, taki çembere gelip çarpana kadar.

Çember çeperine çarpan ürünler çember ile koni arasında kalan mesafe çapındakinler çember ile birlikte koni etrafında dönmeye başlarlar. Daha küçük çaptaki ürünler ise bu çemberi aşarak alttaki çembere kadar koni üzerinde eğik düzlemde hareket yapıyormuşçasına ilerlerler. İkinci çembere geldiklerinde şayet ürün çapı aradaki mesafe ile uyum sağlıyorsa ürün bu çember üzerinde dönmeye başlar. Çember sayısını artırarak boylanacak ürün çap çeşitliliğini artırmak bizim

elimizdedir. Çemberler üzerinde boylanmış ve tekleştirilmiş ürünler yaklaşık 270-300 derece bir dönüş akabinde koni üzerinde açılmış haznelerin içine düşerler. Belli çap genişliğine göre haznelerin derinliği ve genişliği imalat aşamasında ayarlanmıştır. Bu haznelerden çıkan boylanmış ürünler ise paketleme ünitesine gönderilir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Ürünlerin Vektörel Olarak Hareketi

Sistemin üstten görünümüne baktığımızda (Şekil 3.4.), profillerin durumu ve küresel ürünlerin hareketini daha açık bir şekilde görebiliriz.

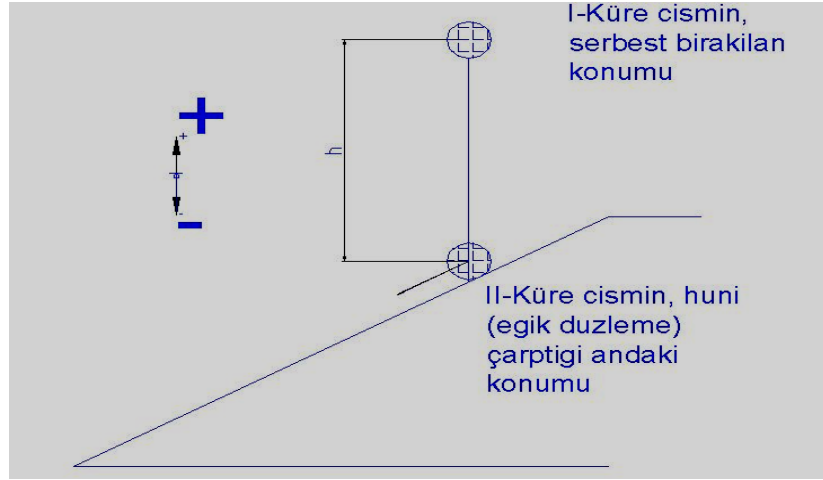


Şekil 3.4. Sistemin Üstten Görünüşü

3.1.1. Serbest Düşme

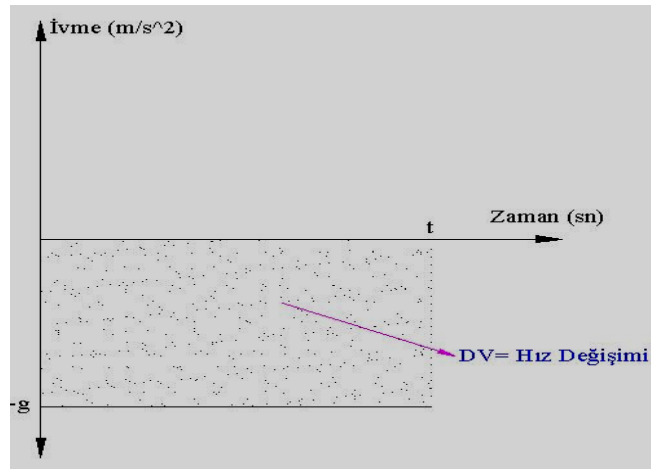
Belli bir yükseklikten (h) serbest bırakılan küresel ürünler, ağırlık kuvvetinden dolayı yerçekimi ivmesi (g) ile düzgün hızlanan hareket yapacaktır.

I konumunda h yüksekliğinde bulunan küresel ürünler h yüksekliğinden bırakıldığı anda, yüksekliği h , düştüğü yönü vektörel olarak (-) yön kabul edecek olursak; II konumunda küresel ürün huniye çarptığı andaki konumu Şekil 3.5'teki gibi olacaktır.



Şekil 3.5. h Yüksekliğinden Serbest Bırakılan Ürünlerin Serbest Düşme Hareketi

Buna göre ivme zaman grafiğini çizecek olursak, grafiğin altındaki alan I konumundan II konumuna gelene kadarki kürenin hız değişimini verecektir. Serbest düşme anındaki hız değişimi sabit bir ivme ile koni yüzeyine gelmektedir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Serbest Düşme Sırasındaki Hız Değişimini Veren İvme-Zaman Grafiği

$\Delta \vec{V} = \text{Hız Değişimi}$

$$\Delta \vec{V} = \vec{V}_{son} - \vec{V}_{ilk} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$V_{son} - V_{ilk} = g.t \dots\dots\dots(3.2)$$

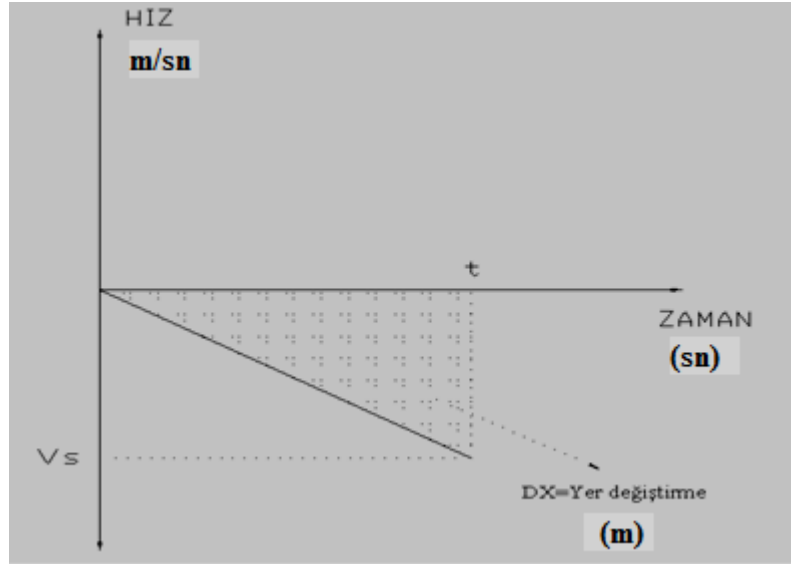
I konumdaki serbest bırakılan cismin ilk hızı sıfır olduğundan;

$$V_{son} - 0 = g.t \dots\dots\dots(3.3)$$

II konumunda huniye çarptığı andaki son hızı;

$$V_{son} = g.t \dots\dots\dots(3.4)$$

olarak bulunur. Küresel ürünün serbest düşme esnasındaki toplam yer değişirmesini veren hız-zaman grafiği Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Küresel Ürünün Serbest Düşme Sırasındaki Toplam Yer Değişirmesi

I konumunda hızı sıfır olarak h yüksekliğinden bırakılan küresel ürünler, II konumuna gelinceye kadar aldığı yola h kadar dersek, toplam yer değişirmesi Hız-Zaman grafiğinin altındaki alandır.

$$\Delta \vec{x} = \frac{V_{son}.t}{2} \dots\dots\dots(3.5)$$

Yukarıda a-t grafiğinden bulduğumuz $V_{son} = g.t$ değerini yerine yazacak olursak;

$$\Delta \vec{x} = \frac{V_s.t}{2} = \frac{g.t^2}{2} \dots\dots\dots(3.6)$$

Toplamdaki $\Delta \vec{x}$ değişimi zaten h yüksekliğini vereceğinden

$$\Delta \vec{x} = \frac{V_s.t}{2} = \frac{g.t^2}{2} = h \text{ olur.} \dots\dots\dots(3.7)$$

Zaman ifadesinin yerine $t = \frac{V_s}{g}$ yazılacak olursa;

$$\Delta \vec{x} = \frac{g \cdot \left(\frac{V_s}{g}\right)^2}{2} = h \Rightarrow \frac{g \cdot \frac{V_s^2}{g^2}}{2} = h \Rightarrow V^2 = 2.g.h \dots\dots\dots(3.8)$$

II konumunda cismin huniye çarptığı andaki hız ifadesinin zamandan bağımsız h yüksekliğe ile orantılı denklemi:

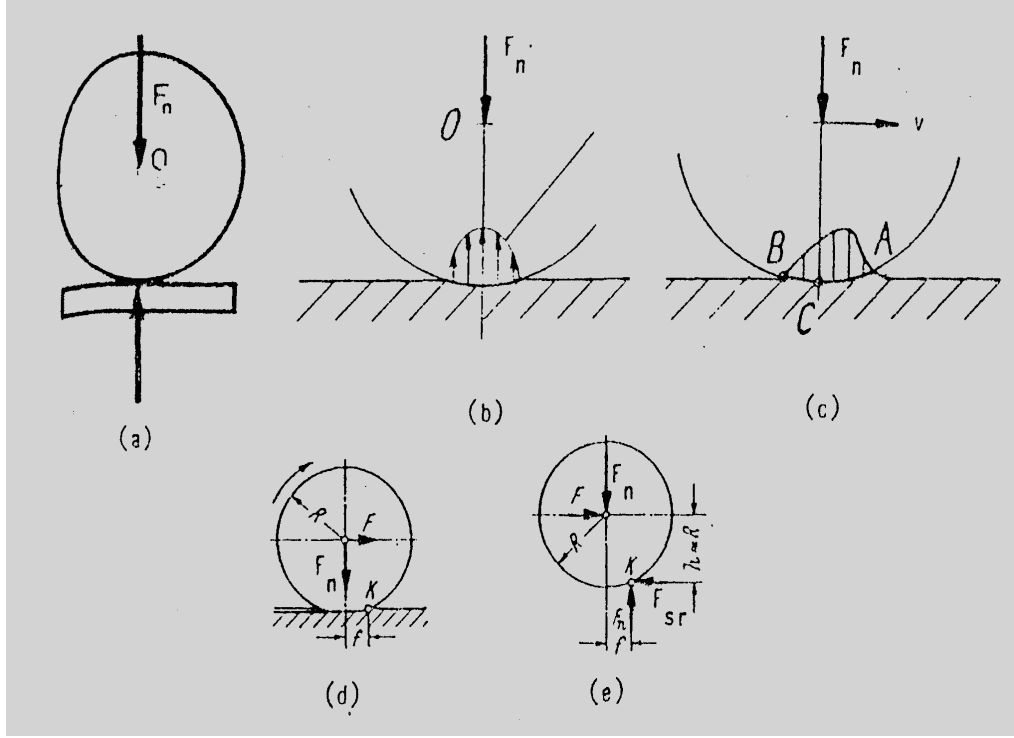
$$V_s = \sqrt{2.g.h} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.1.2. Yuvarlanma Sürtünmesi

Yuvarlanma sürtünmesi, yuvarlanma hareketine karşı temas yüzeylerinde oluşan dirençtir. Teorik bakımdan tam rijit ve yüzeyi pürüzsüz olan tam silindirik veya küre şeklinde bir elemanın, rijit pürüzsüz bir düzlem üzerinde serbest yuvarlanmasında (Şekil 3.8.a.), hiçbir sürtünme kuvveti meydana gelmez. Aslında bu tür elemanların temas yüzeylerinde Hertz tipi elastik ve daha az olarak da plastik deformasyonlar oluşur (Şekil 3.8.b). Ayrıca hareket yönüne doğru temas alanında bir dalga meydana gelir (Şekil 3.8.c) [23].

Dolayısıyla F_n kuvvetine karşı basınçların tepkisi f değeri ile ileri kayar (Şekil 3.8.d). Bu durumda, elemanın yuvarlanmasında meydana gelen yuvarlanma sürtünme momenti (Şekil 3.8.e).

$$M_{sr} = F_n \cdot f \dots\dots\dots(3.10)$$



Şekil 3.8. Yuvarlanma Sürtünmesi [23]

ve yuvarlanmayı gerçekleştiren kuvvet $Fh = F_n \cdot f$ bağıntısından $h \approx R$ değeri ile;

$$F = (f/h)F_n \approx (f/R)F_n = \mu_r F_n \dots\dots\dots (3.11)$$

olarak bulunur. Burada: f -mm veya cm ile ifade edilen yuvarlanma sürtünmesinin kolu ve $\mu_r = f/R$ -yuvarlanma sürtünme katsayısıdır. (3.11) bağıntısına göre yuvarlanmada harekete karşı direnci simgelemeyen sürtünme kuvveti

$$F_{sr} = \mu_r F_n \dots\dots\dots (3.12)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu kuvvet $F_{so} = \mu_r F_n$ statik sürtünme kuvveti ile karşılaştırılırsa $F_{sr} < F_{so}$ yani $\mu_r = f/R < \mu_o$ olduğu durumda eleman kaymaksızın sadece yuvarlanır; $F_{sr} > F_{so}$ yani $\mu_r = f/R > \mu_o$ olduğu halde eleman yuvarlanmaz, sadece kayar. Yuvarlanma hareketi ve buna bağlı olan yuvarlanma sürtünmesi, yukarıda gösterilen olaylardan çok daha karışıktır. Harekete karşı direnç, temas yüzeylerinde oluşan kayma, histerezis, yüzey enerji kayıpları, geometrik düzgünsüzlükler gibi olaylara bağlıdır [23].

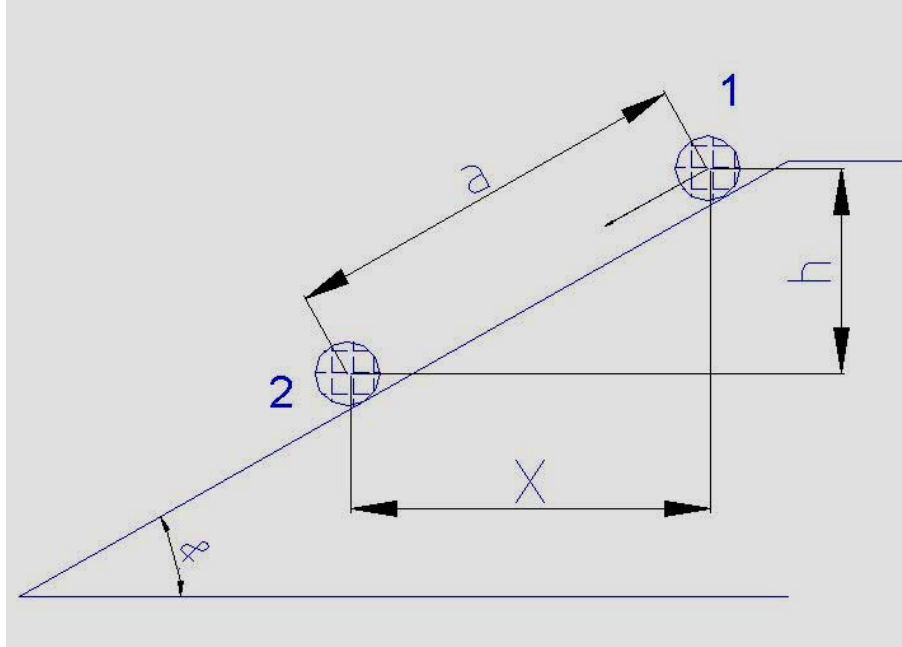
3.1.3. Küresel Ürünün Koni Üzerindeki Hareketinin İncelenmesi

Küresel ürünün koni üzerindeki hareketi incelendiğinde, h yüksekliği kadar yer değiştirmesi sonucu, koni eğimi ile bağlantısını yazacak olursak;

$$\sin \alpha = \frac{h}{a} \Rightarrow a = \frac{h}{\sin \alpha} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\cos \alpha = \frac{X}{a} \Rightarrow X = a \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots(3.14)$$

Küresel ürünün 1 konumundan 2 konumuna gelinceye kadarki hareketi Şekil 3.9.'da ifade edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.9. Küresel Ürünün Koni Üzerindeki Konumu

Denklem 3.13'te elde ettiğimiz a mesafesini, X denkleminde yerine yazacak olursak;

$$X = \frac{h}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha \Leftrightarrow X = h \cdot \cot \alpha \dots\dots\dots(3.15)$$

O halde kürenin yatayda almış olduğu yol ifadesi;

$$X = h \cdot \cot \alpha \dots\dots\dots(3.16)$$

Hız ifadesi;

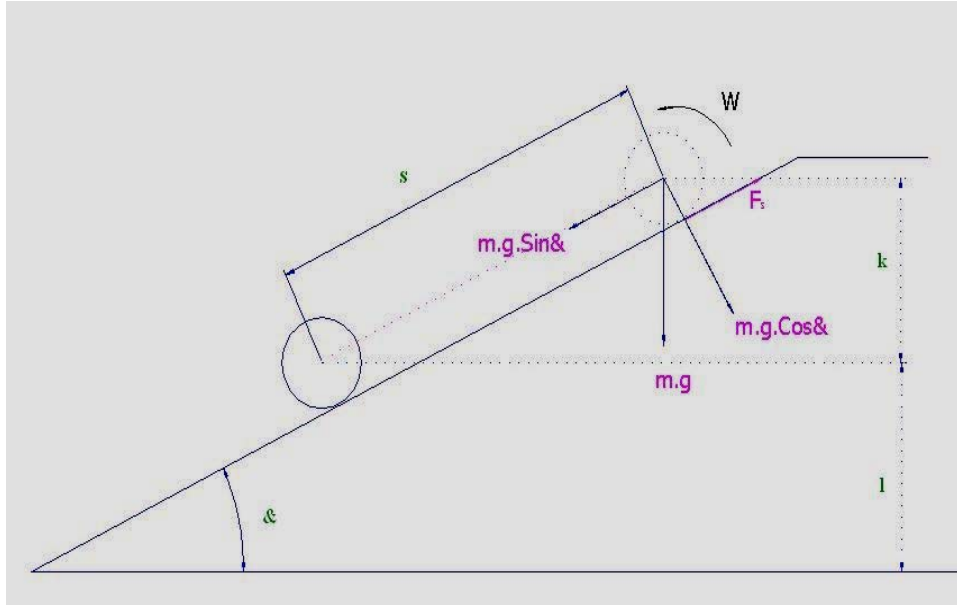
$$V = \frac{dX}{dt} = \frac{dX}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} \dots\dots\dots(3.17)$$

İvme ifadesi ise;

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2X}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dX}{dt} \right) \dots\dots\dots(3.18)$$

olarak ifade edilebilir.

W açısal hızı ile dönmeye başlayan küresel ürün s yolunu alırken üzerine düşen kuvvetlerin dağılımı Şekil 3.10.'da gösterildiği gibidir. F_s yuvarlanma direnci küreye harekete ters yönde bir tepki gösterir, bu olmadığı takdirde küre yuvarlanma hareketi değil kayma hareketi yapacaktır. Ama bu sistemde olması muhtemel değildir (Şekil 3.10.).

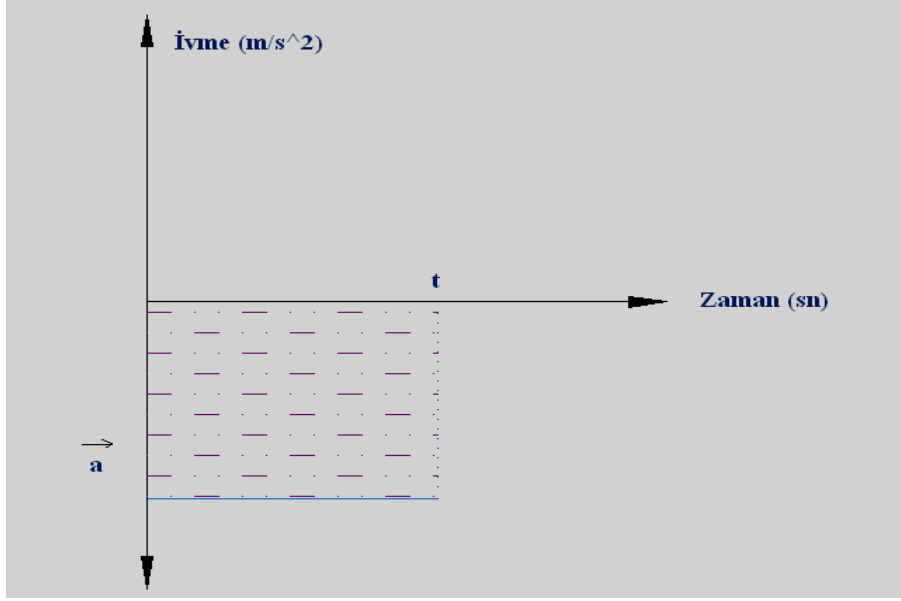


Şekil 3.10. Küresel Ürünün Koni Üzerinde Hareketi Sırasında Kuvvet Bileşenleri

Küresel ürünün hareketine üstten baktığımızda çember çeperi ile koni arasında kalan ürünün koni yüzeyine dayanarak yuvarlanma hareketi yaptığını ve s yolunu aldığı görülür (Şekil 3.11.).

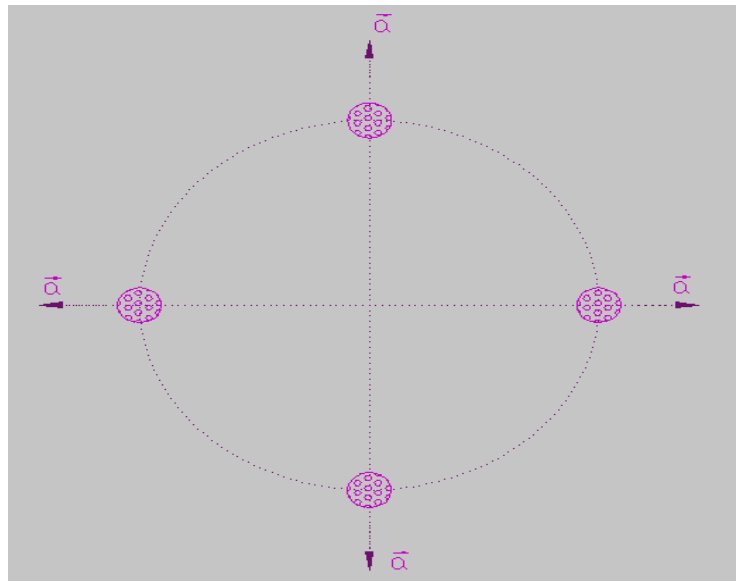
Küresel ürünler koniye gelip, motor gücüyle dönmeye başladığı andan itibaren kazandıkları hız redüktör hızıdır. Yani küresel ürünler motorun dakikadaki devri kadar hız yapar (Şekil 3.13.).

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \frac{2V_y}{\Delta t} \dots\dots\dots(3.20)$$



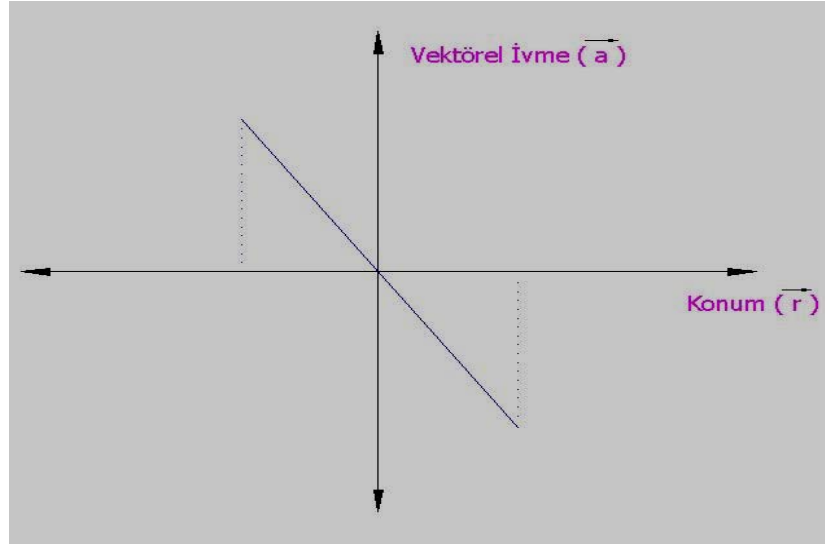
Şekil 3.13. Küresel Ürünün Üstten Bakıldığı Zaman Sabit İvme ile Hareketi

Bu hız genelde ayarlanabilir ve sabittir. İvmeyi irdeliyecek olursak sayısal değerleri eşit vektörel yönleri değişkendir diyebiliriz (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. İvme Değerinin Yönleri

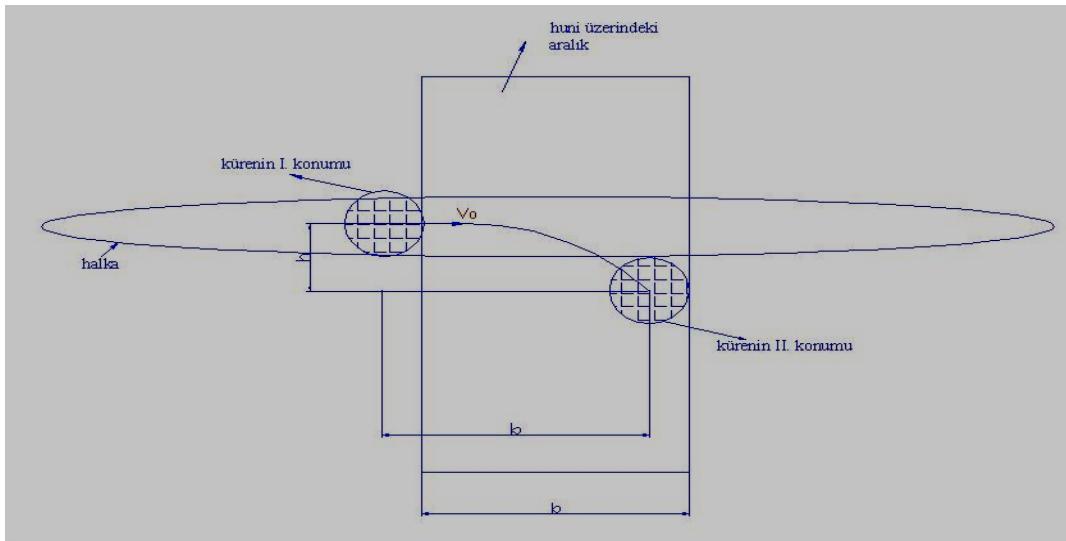
Değer olarak hızlar sabit olduğundan, ivmenin de sabit bir şekilde olması gerekir. Ancak hız bileşenlerinin yönü vektörel olarak değiştiğinden ivmede buna bağlı olarak değişim göstermektedir (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. İvme-Konum Grafiği (Vektörel)

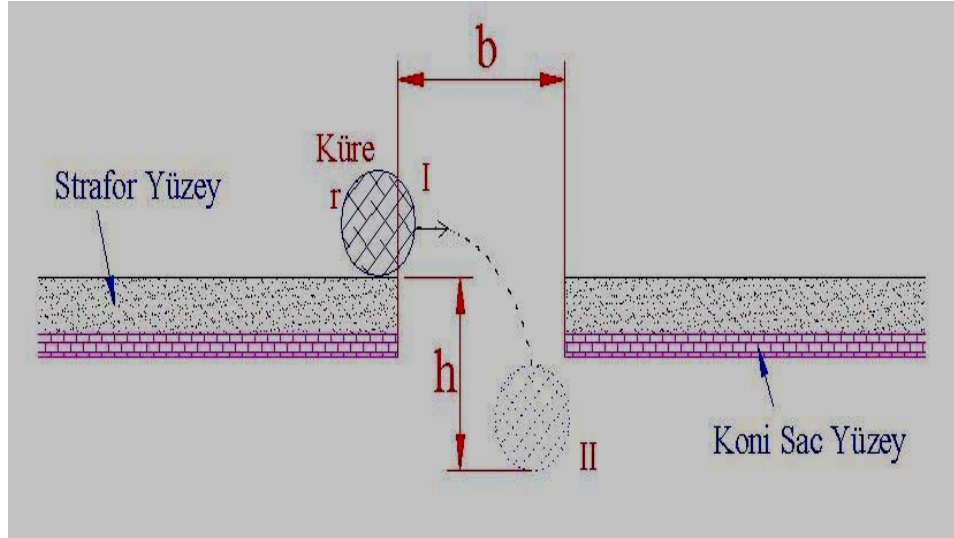
3.1.4. Yatay Atış Hareketi

Çember üzerinde huniye temaslı küresel ürünler dönerek ilerlerken b aralığına geldikleri vakit, aralık içinde ayarlı boru mekanizmasına düşmesi gerekmektedir. Bunu sağlayabilmesi için b mesafesini yenmemesi gerekir, aksi halde ürünler karşı tarafa geçerek ürünün bir tur daha atmasına belki de sıkışmasına yada çembere çarpıp sekerek sistemin dışına çıkmaya zorlayacaktır (Şekil 3.16.) [18].



Şekil 3.16. Koni Üzerinde Aralığa Gelen Kürenin Hareketi

Bunu engellemek için öyle bir mil devri seçimi yapılmalıdır ki çemberin ve dolayısıyla ürünün V çizgisel hızı uygun olmalıdır. b aralığına gelen ürünler sanki aralığı ve yüksekliği belli cisimlerin yatay atış hareketi yapmak isteyeceklerdir (Şekil 3.17.) [22].



Şekil 3.17. Koni Aralığında Küresel Ürünün Yapmak İstedığı Hareket, İlk Hızı Verilmiş Yatay Atış Hareketidir [22]

$$V_0 = V = \omega \cdot q \dots\dots\dots(3.21)$$

$$b = V_0 \cdot t \dots\dots\dots(3.22)$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \dots\dots\dots(3.23)$$

Yukarıdaki b mesafe denkleminde zaman ifadesi gördüğümüz yere $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

ve V_0 gördüğümüz yere ise $V_0 = \omega \cdot q$ ifadesini yazacak olursak son haliyle b mesafesini veren denklem;

b = Konideki ürünlerin yatay düşme aralığı (m)

h = Çember üzerindeki ürünün b aralığını geçerken maksimum düşeceği yükseklik (m)

q = Küresel cismin merkezi ile çemberi çeviren huninin merkezindeki mil eksenine olan mesafe (m)

ω = Koni merkezinden geçen ve çemberleri döndürmeye yarayan milin açısal hız ifadesi (rad/sn)

g = Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

$$b = \omega \cdot q \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ olarak bulunur.} \dots\dots\dots(3.24)$$

Biz b mesafesini imalat aşamasında kendimiz seçtiğimiz için ve denklemde diğer bilinmeyenlerinde ölçüleri bilindiği için geriye sadece bilinmeye ω açısal ivme ifadesinin değeri kalacaktır (3.25). Böylece sistemi uygun çevirme gücüne ulaşabiliriz.

$$\omega = \frac{b}{q} \sqrt{\frac{g}{2h}} \dots\dots\dots(3.25)$$

3.1.5. Dönme Eylemsizliği

Dönen cisimler eylemsizliğe sahiptirler. Bir elektrikli vantilatörün düğmesi açıldığında, hava sürtünmesi ve asılma yerindeki sürtünmeler durduruncaya kadar pervaneler dönmeye devam eder. Pervane kanatlarının I eylemsizlik momenti, dönme eylemsizliğinin bir ölçüsüdür.

$$I = \frac{\tau}{\alpha} \dots\dots\dots(3.26)$$

bağıntısı, $\alpha = 1 \text{ rad/s}^2$ lik açısal ivme doğurmak için ne kadarlık torca gerek duyulduğunu anlatır. Büyük I değerlerine sahip cisimlerin dönme oranlarını değiştirmek için büyük torklara ihtiyaç duyulur. Açıkça I , cismin dönme eylemsizliğinin bir ölçüsüdür.

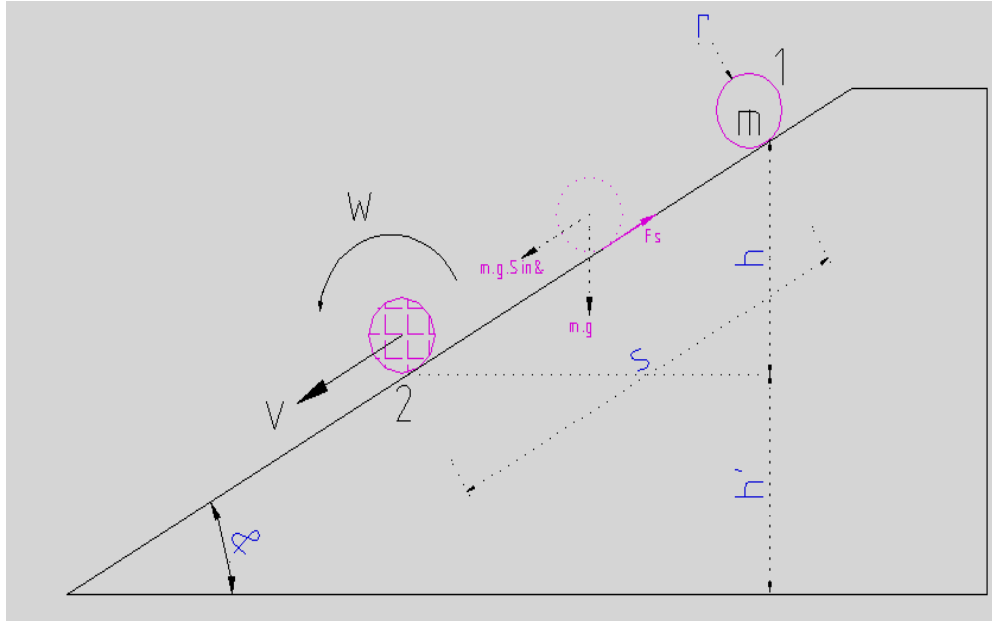
Eylemsizlik momentinin matematiksel gösterimi ise;

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots + m_n r_n^2 = \sum_{i=1}^m m_i r_i^2 \dots\dots\dots(3.27)$$

olur.

3.1.6. Enerjinin Korunumu

r yarıçapında, m kütleli küresel ürün serbest düşme sonunda 1 noktasında sanki ilk başta duruyormuş gibi davranır. Bunun nedeni çarpma etkisi ile momentumunu koniye aktarmış, enerjisini minimize etmiş olmasından kaynaklanmaktadır. 1 noktasına gelen ürün, mevcut koninin eğiminden dolayı aşağıya doğru hareket etmek isteyecektir. 2 noktasındaki çembere varıncaya kadar küreye bazı tesir kuvvetleri etki edecektir. Yuvarlanmada harekete karşı direnci simgelemeyen sürtünme kuvveti yani yuvarlanma sürtünme kuvveti, statik sürtünme kuvvetinden küçük olacağından küre kaymadan huni üzerinden aşağıya doğru yuvarlanma hareketi yapacaktır. Kürenin m ağırlığından dolayı, yerçekimi doğrultusunda mg kuvveti, hareket yönünde ağırlığın sinüs bileşeni, hareketin ters yönünde ise ufakta olsa yuvarlanma sürtünmesi kuvvetleri tesir edecektir (Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Enerjinin Korunumu İlkesi

Kaymadan dönen bir küre cisim için iki tip hareket aynı zamanda meydana gelmektedir. Kürenin, kütle merkezi de olan, merkezi V hızı ile huni yüzeyine yatay olarak hareket etmektedir. Ancak, aynı zamanda küre, kütle merkezi etrafında açısal hızı ile dönmektedir. Dolayısıyla; küre dönme kinetik enerjisine sahiptir.

$$mg(h + h') = mgh' + F_S \cdot S + \frac{1}{2} I_M \cdot \omega^2 \quad \dots\dots\dots(3.28)$$

Küre için I_M eylemsizlik momenti;

$$I_M = \frac{2}{5} mr^2 \text{ sabit eylemsizlik çizelgesinden alınır (Şekil 3.19.).}$$

Eylemsizlik Momentleri				
Cisim	Eksen	I	Jirosyon Yarıçapı h	
r yarıçaplı bir çember üzerinde dönen noktasal kütle		mr^2	r	
Çember		mb^2	b	
Dolu disk (b yarıçaplı)		$\frac{1}{2} mb^2$	$b\sqrt{2}$	
Dolu küre (b yarıçaplı)		$\frac{2}{5} mb^2$	$b\sqrt{\frac{2}{5}}$	
Dolu silindir (b yarıçaplı)		$\frac{1}{2} mb^2$	$b\sqrt{2}$	
Dolu silindir (L uzunluğunda)		$\frac{1}{12} mL^2$	$L\sqrt{12}$	

Şekil 3.19. Bazı Şekiller İçin Eylemsizlik Momentlerini Veren Tablo

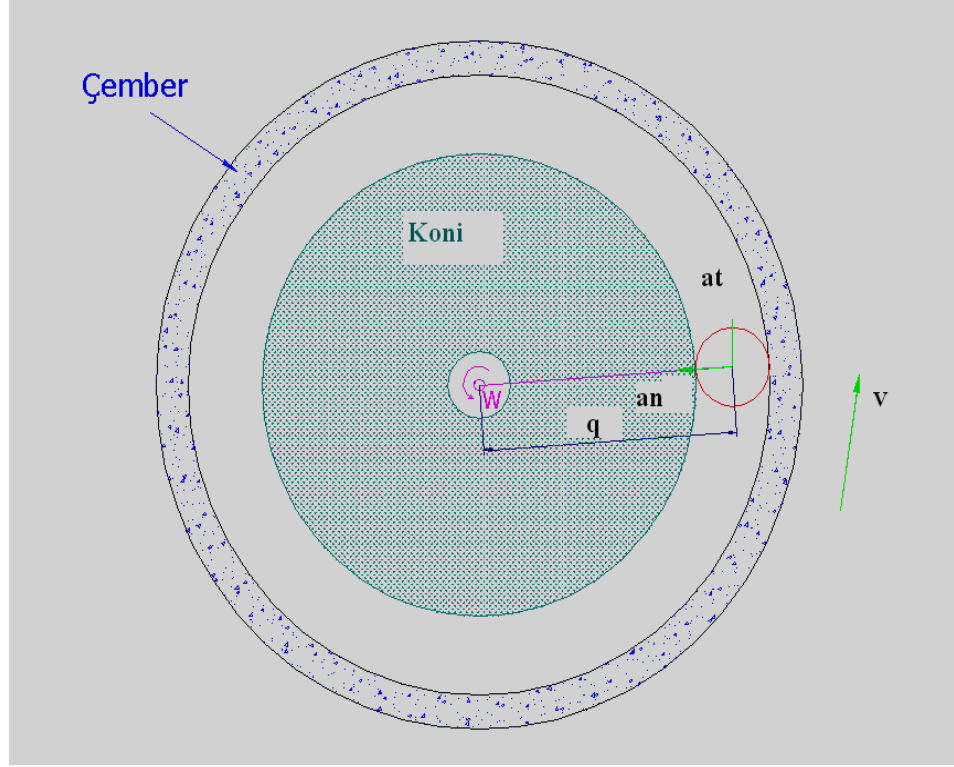
Küre kaymadan yuvarlandığı için açısal hız yerine $V = \omega \cdot r \rightarrow \omega = \frac{V}{r}$

denklem 3.28'de yerine yazılacak olunursa;

$$mg(h + h') = mgh' + F_S \cdot S + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2 \cdot \left(\frac{V}{r} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(3.29)$$

Buradan tüm değerlerin ölçülerek bilindiğinden dolayı geriye sadece V çizgisel hız ifadesi kalacaktır. Buradan da küre merkezinin hızı bulunmuş olunur.

Elektrik motorunun çevirdiği aksenal mil, mile bağlantılı olan çemberleri de döndürecek. Huniden halkaya gelen küresel cisimlerin artık hızları milin W hızıyla eşdeğer oranda olacaktır (Şekil 3.20.).



Şekil 3.20. V Çizgisel Hızı ve Bileşke İvme Kuvvetleri

Küresel ürünün koni üzerindeki hareketini yeniden inceleyecek olursak; h yüksekliğinden bir serbest düşme hareketi yapacak ve potansiyel enerjiyi koni yüzeyine absorbe edecektir.

Küresel ürün çapları:

$$\phi_1 > \phi_2 > \phi_3 > \phi_n$$

Halka Yarıçapları:

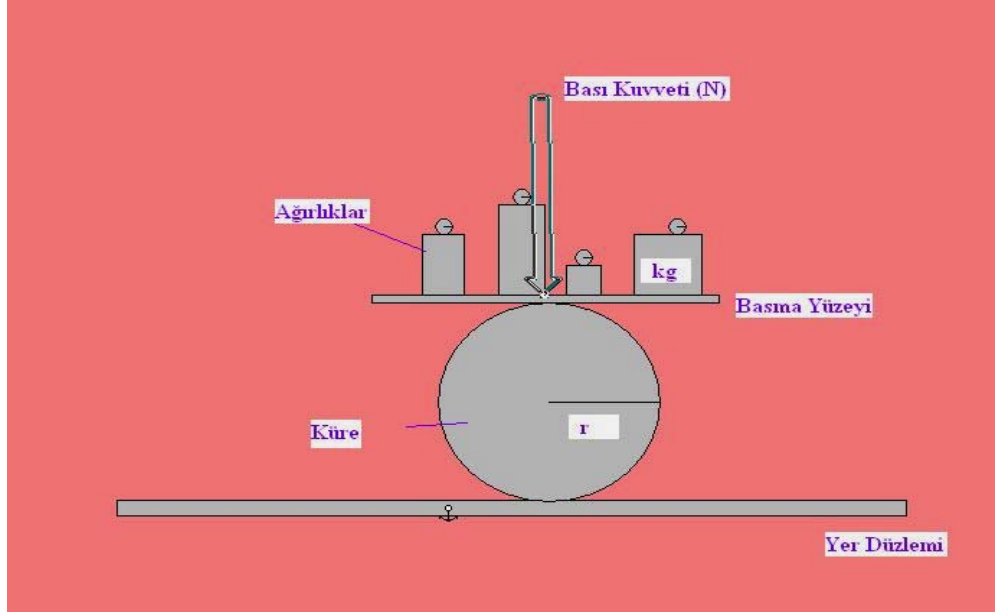
$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \rho_n$$

olmak üzere büyük çapa sahip olan ürünler 1.halka üzerinde toplanmak isteyeceklerdir. Daha ufak çapta olan ürünler ise 2.halkaya doğru ilerleyecekler, şayet ürün çapları uygunsa bu halkaya temas ederek dönmeye başlayacaklar, şayet değil ise sonraki halkalara doğru ilerleyip uygun halka boyutuna geleceklerdir.

3.1.7. Ezilme Kuvvetlerinin Analizi

Bu ezilme kuvvetini birkaç deney yaparak bulmaya çalışalım:

Bazı küresel ürünler için ezilme kuvvetini bulabilmek için; ürünümüzü düz bir zemine koyup üzerine basma yüzeyini yerleştirelim (Şekil 3.21.).



Şekil 3.21. Ezilme Kuvveti Deneyi

Yavaş yavaş gram ağırlıkları koyup ürün üzerinde zedelenme, ezilme olup olmadığına bakılır. Ezilmenin başladığı an, ağırlık koyma kesilir. Bulunan değerler kg cinsinden olup yerçekimi kuvveti ile çarpıldığı zaman o ürün için ezilme kuvveti Newton cinsinden bulunmuş olur.

Çizelge 3.1. Ürünlerin Ezilme Kuvvetleri Arasındaki İlişki

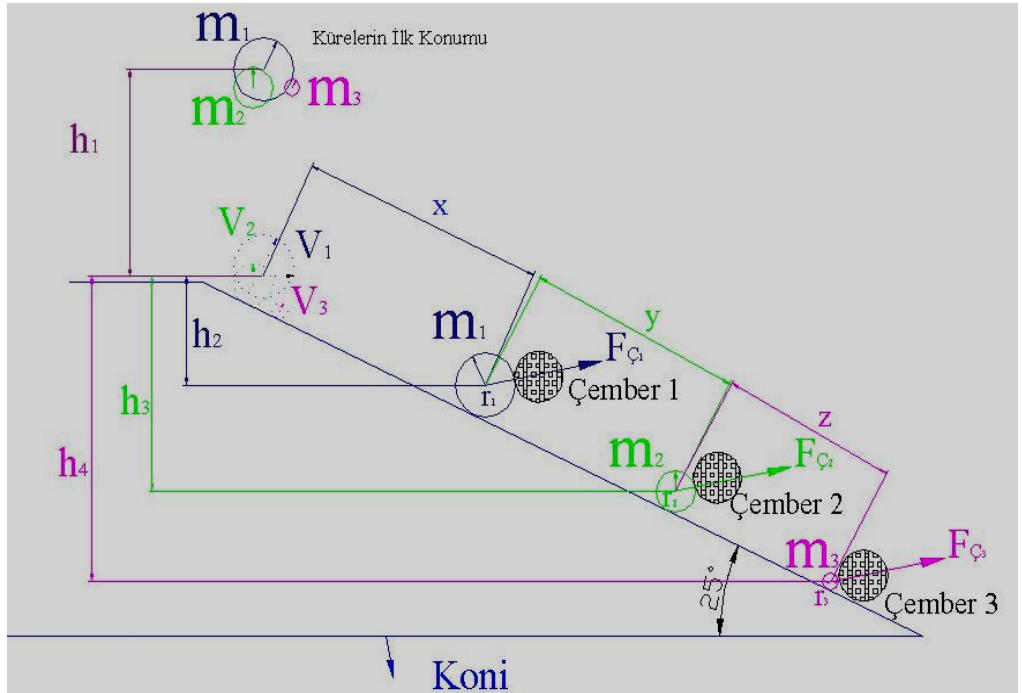
Ürün Adı	Ürünün Ağırlığı (kg)	Ürün Yarıçapı (r) (mm)	Ezilme Ağırlığı (kg)	Elastikiyet katsayısı (k) 1birim için	Ezilme Kuvveti F_{ez} (N)
Şeftali	0,210	33	0,60	0,60/1=0,6	5,88
Elma	0,218	39	0,75	0,75/1=0,75	7,35
Domates	0,180	35	0,25	0,25/1=0,25	2,45
Erik	0,035	2,5	0,10	0,10/1=0,1	0,98
Nar	0,42	44	1,1	1,1/1=1,1	10,79
Tenis topu	0,056	32	1,45	1,45/1=1,45	14,22

*** $F_C < F_{ez}$ ise sistemdeki ürünler zedelenmeden boylanma şansı bulabileceklerdir

3.1.8. Çarpma Kuvvetlerinin Analizi

m_1 , m_2 ve m_3 kütlelerine sahip 3 tane küresel ürünümüz olsun. Başlangıçta yukarıdan serbest düşme ile boşaltılan bu ürünler h_1 yüksekliği boyunca potansiyel enerjilerini koni yüzeyine momentum olarak iletirler. Bu potansiyel enerji aynı zamanda o cismin kinetik enerjisi ifadesine de eş değerdir. Şekil 3.22.'de görünen şematik analiz formülize edilecek olunursa her bir kütle için çembere çarpma kuvveti bulunur. Bulunan bu kuvvetin ezilme kuvvetinden küçük olması durumunda meyveler zedelenmeden çember etrafında dönmeye başlar.

Ürünün döküldüğü mesafeden 1.halkaya kadar geçen mesafeye x , daha küçük halkaya varıncaya kadar aldığı toplam yol mesafesi $x+y$ ve en dipteki çapı en büyük olan halkaya varıncaya kadar ki mesafeye ise $x+y+z$ diyelim .



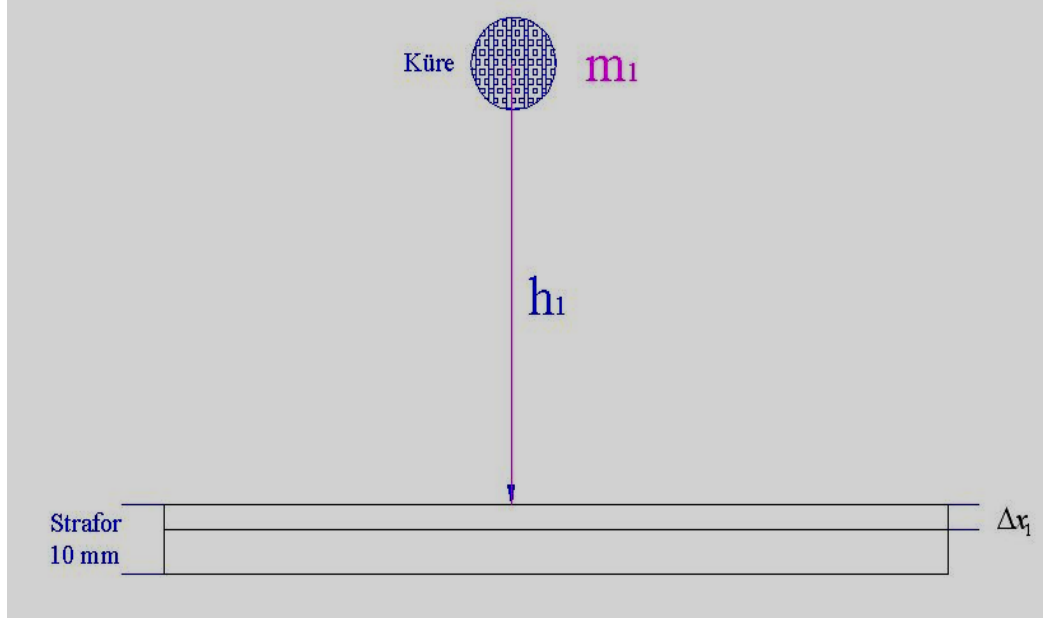
Şekil 3.22. Ürünlerin Çembere Çarpma Mesafeleri

Öncelikle m_1 kütlelerinin hareketini inceleyelim:

Serbest düşme ile boşaltılan r_1 yarıçapına sahip m_1 kütlelerine sahip ürünler h_1 yüksekliği boyunca potansiyel enerjilerini, koni değme noktasında kinetik enerjiye

aktarırlar. Koni yüzeyi strafor ile kaplı bulunduğundan potansiyel enerjisini sönümleme etkisi yapacaktır. Böylece zedelenmeler minimize edilmiş olunur.

Strafor kalınlığı 10 mm, düşme yüksekliği h_1 olan küre çarpma anında Δx_1 kadar bir ezilmeye yol açacaktır (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23. m_1 Kütlesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_1 Ezilme Mesafesi

m_1 kütlesine sahip küre, h_1 yüksekliğinden bırakıldığında koni yüzeyine çarpma hızı V_1 ise:

$$m_1 \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_1^2 \dots\dots\dots(3.30)$$

$$V_1^2 = 2 \cdot g \cdot h_1 \quad \text{koniye çarpma hızı bulunur} \dots\dots\dots(3.31)$$

Çarpma anında koni üst yüzeyi strafor ile kaplıdır ve straforda Δx_1 kadar bir çökme (seğim) meydana gelecektir. Bu seğımden giderek koni yüzeyine çarpma kuvvetini bulabiliriz.

Bu seğımi bulabilmek için;

$$m_1 \cdot g \cdot (h_1 + \Delta x_1) = \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \Delta x_1^2 \dots\dots\dots(3.32)$$

$$m_1 \cdot g \cdot h_1 + m_1 \cdot g \cdot \Delta x_1 = \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \Delta x_1^2 \dots\dots\dots(3.33)$$

$$\frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \Delta x_1^2 - m_1 \cdot g \cdot \Delta x_1 - m_1 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.34)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$\Delta x_1 = \delta_1$ diyelim

$$\frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \delta_1^2 - m_1 \cdot g \cdot \delta_1 - m_1 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.35)$$

$$x_{1,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{kök1}}}{2a} \dots\dots\dots(3.36)$$

Denklem 3.36'daki $\nabla_{kök1}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{kök1} = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \dots\dots\dots(3.37)$$

Denklem 3.35'teki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{kök1} = (-m_1 \cdot g)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot (-m_1 \cdot g \cdot h_1) \dots\dots\dots(3.38)$$

$$\nabla_{kök1} = (m_1 \cdot g)^2 + 2k_1 \cdot m_1 \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots(3.39)$$

$$\nabla_{kök1} = m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot h_1] \dots\dots\dots(3.40)$$

Kök değeri denklem 3.36'da yerine yazılırsa:

$$x_{+,-} = \frac{m_1 \cdot g \mp \sqrt{m_1 \cdot g [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot h_1]}}{k_1} \dots\dots\dots(3.41)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.42'de yerine konulur.

$$F_{ilk,1} = k_1 \cdot x_1 \dots\dots\dots(3.42)$$

$$F_{ilk,1} = k_1 \cdot \frac{m_1 \cdot g \mp \sqrt{m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot h_1]}}{k_1} \dots\dots\dots(3.43)$$

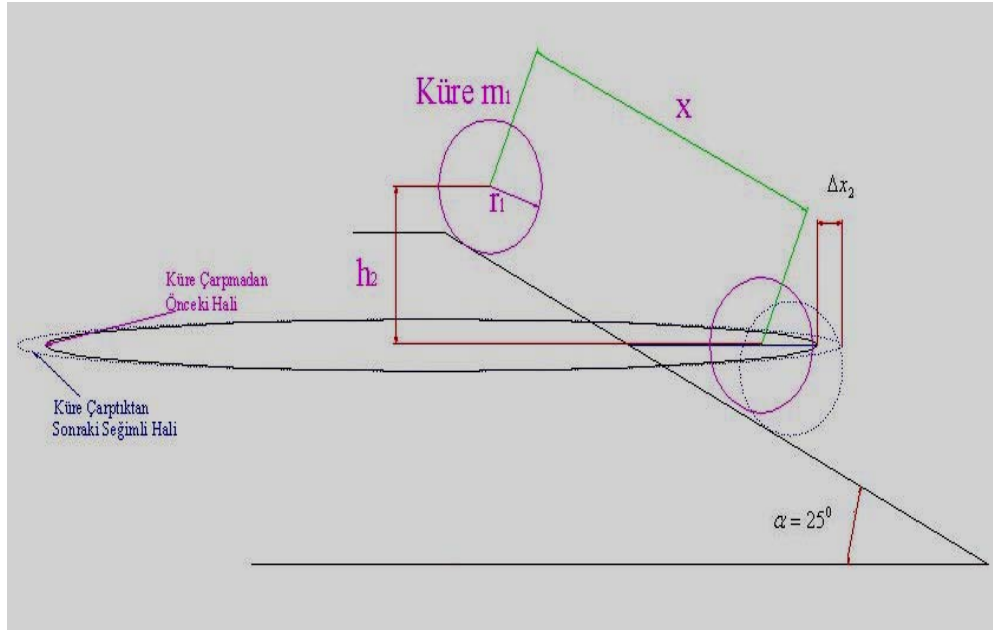
$$F_{ilk,1} = m_1 \cdot g \mp \sqrt{m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot h_1]} \dots\dots\dots(3.44)$$

3.44'de veriler girildiği zaman m_1 cisminin koniye ilk çarpma kuvveti bulunmuş olunur. m_1 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1'den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{ilk,1} < F_{EZ,1} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.45)$$

ürün zedelenmeden koni yüzeyinden çembere doğru yuvarlanma şansı bulacaktır.

m_1 kütlesi düşeyde h_2 yüksekliği kadar yol alıp ilk çembere çarptığı an, çemberde azda olsa seğim oluşacaktır. Bu seğimi Δx_2 ile gösterelim (Şekil 3.24.).



Şekil 3.24. m_1 Kütlesinin Çember 1'e Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_2 Seğimi

$$m_1 \cdot g \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot I_1 \cdot \omega_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_{mrk,1}^2 \dots\dots\dots(3.46)$$

Bu hareket boyunca kayma olmadığı ve sadece yuvarlanma hareketi olduğu için küre merkezinin hızı;

$V_{mrk,1}$ sıfır alınır.

$$m_1 \cdot g \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot I_1 \cdot \omega_1^2 \dots\dots\dots(3.47)$$

Bu çarpma anına kadar m_1 kütesinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye x diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.47 denkleminde h_2 ifadesini:

$$h_2 = x \cdot \text{Sin}25 \dots\dots\dots(3.48)$$

şeklinde yazabiliriz.

$\omega_1 = \frac{V_{küre,1}}{r_{küre,1}}$ ifadesi ile Şekil 3.19.'dan küre için eylemsizlik momenti

$I_1 = \frac{2}{5} \cdot m_1 \cdot r_{k,1}^2$ alınarak denklem 3.47'de yazılır.

$$m_1 \cdot g \cdot x \cdot \text{Sin}25 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot m_1 \cdot (r_{k,1})^2 \cdot \left(\frac{V_{k,1}}{r_{k,1}} \right)^2 \dots\dots\dots(3.49)$$

$$V_{k,1} = \sqrt{5 \cdot g \cdot x \cdot \text{Sin}25} \dots\dots\dots(3.50)$$

Denklem 3.49'daki veriler girildiği zaman birinci kürenin ilk çembere çarptığı andaki hızı $V_{k,1}$ bulunmuş olur.

$F_{ç,1}$ ilk çembere çarpma kuvveti ise:

$$F_{ç,1} = k_1 \cdot \Delta x_2 \dots\dots\dots(3.51)$$

ifadesinden bulunur. Öncelikle çarpma anındaki çemberdeki Δx_2 seğim değişimini bulalım:

$$m_1 \cdot g \cdot (h_2 + \Delta x_2) = \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot (\Delta x_2)^2 \dots\dots\dots(3.52)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$$\Delta x_2 = \delta_2 \text{ diyelim}$$

$$\frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \delta_2^2 - m_1 \cdot g \cdot \delta_2 - m_1 \cdot g \cdot h_2 = 0 \dots\dots\dots(3.53)$$

$$x_{2,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{\text{kök},2}}}{2a} \dots\dots\dots(3.54)$$

Denklem 3.54'deki $\nabla_{\text{kök},2}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{\text{kök},2} = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \dots\dots\dots(3.55)$$

Denklem 3.53'deki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{\text{kök},2} = (-m_1 \cdot g)^2 - 4 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot k_1\right) \cdot (-m_1 \cdot g \cdot x \cdot \text{Sin}25) \dots\dots\dots(3.56)$$

$$\nabla_{\text{kök},2} = (m_1 \cdot g)^2 + 2 \cdot m_1 \cdot g \cdot k_1 \cdot x \cdot \text{Sin}25 \dots\dots\dots(3.57)$$

$$\nabla_{\text{kök},2} = m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2 \cdot k_1 \cdot x \cdot \text{Sin}25] \dots\dots\dots(3.58)$$

Kök değeri denklem 3.54'de yerine yazılırsa, 3.53 ifadesinden:

$$x_{2,+,-} = \frac{m_1 \cdot g \mp \sqrt{m_1 \cdot g [m_1 \cdot g + 2 \cdot k_1 \cdot h_2]}}{k_1} \dots\dots\dots(3.59)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.60'da yerine konulur.

$$F_{C,1} = k_1 \cdot x_2 \dots\dots\dots(3.60)$$

Bu çarpma anına kadar m_1 kütlelerinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye x diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.59 denkleminde h_2 ifadesini:

$$h_2 = x \cdot \text{Sin}25 \dots\dots\dots(3.61)$$

şeklinde yazabiliriz.

$$F_{\zeta,1} = k_1 \cdot \frac{m_1 \cdot g + \sqrt{m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot x \cdot \sin 25]}}{k_1} \dots\dots\dots(3.62)$$

$$F_{\zeta,1} = m_1 \cdot g + \sqrt{m_1 \cdot g \cdot [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot x \cdot \sin 25]} \dots\dots\dots(3.63)$$

3.63'de veriler girildiği zaman m_1 cisminin ilk çembere çarptığı andaki çarpma kuvveti olan $F_{\zeta,1}$ ifadesi bulunur. m_1 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1'den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{\zeta,1} < F_{EZ,1} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.64)$$

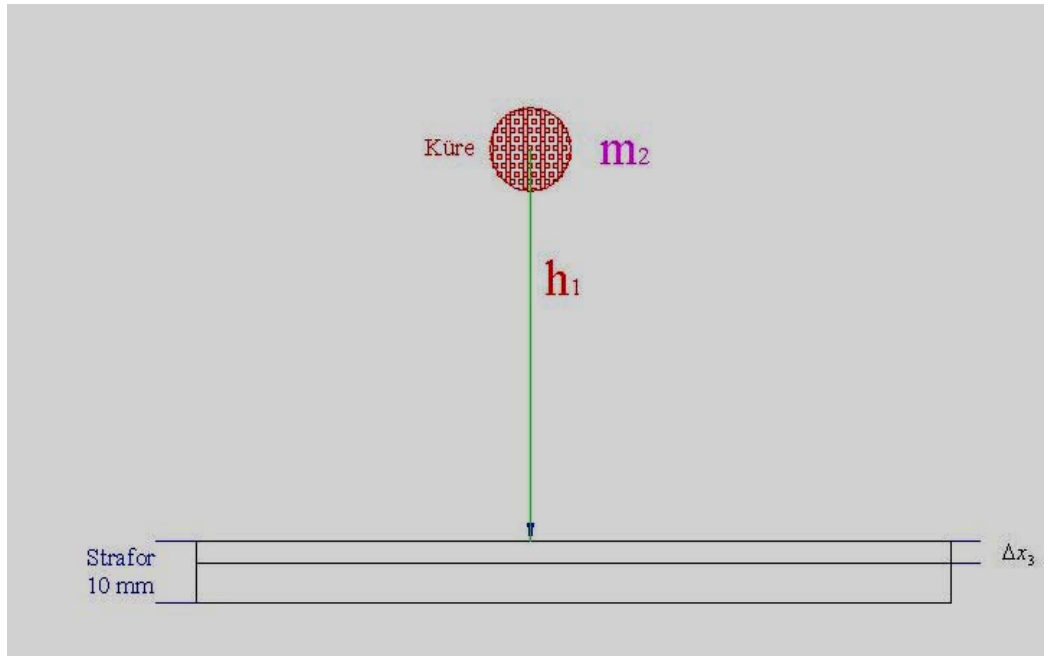
ürün zedelenmeden boylanma şansı bulacaktır.

- m_1 : Boylanacak ürünün kütlesi (kg)
- r_1 : Boylanacak ürünün yarıçapı (m)
- ρ_1 : Boylanacak ürünün merkezi ile mil merkezi arasındaki mesafe (m)
- g : Yerçekimi kuvveti (m/s^2)
- h_1 : Ürünün serbest düşme esnasındaki koniye varıncaya kadarki mesafesi (m)
- V_1 : Ürünün serbest düşme sonunda koniye çarpma hızı (m/sn)
- ω_1 : Kürenin tamburdaki açısal hızı (rad/sn)
- h_2 : Küre cismin ilk çembere çarpıncaya kadarki aldığı yolun düşey mesafesi (m)
- x : Ürünün birinci çembere gelinceye kadarki koni üzerinde aldığı yol (m)
- I : Küre için kullanılan eylemsizlik momenti
- $V_{\zeta 1}$: Kürenin birinci çembere çarpma hızı (m/sn)

- F_{C1} : Ürünün çembere çarpma kuvveti ($kg \cdot m/s^2$) = N
 $\Delta x_1 = \delta_1$: Ürün düştüğü zaman koni üzerindeki straforda oluşturduğu Seğim (Çökme) (m)
 $\Delta x_2 = \delta_2$: Ürün çembere çarptığı zamanki çember üzerindeki seğim (m)
 $F_{ilk,1}$: Ürünün serbest düşme sırasında koni üzerinde oluşturduğu ezilme (çarpma) kuvveti (N)
 $F_{EZ,1}$: Çizelge 3.1.'de hesaplanan ezilme kuvveti (N)
 $V_{k,1}$: Ürünün çembere çarpma hızı (m/s)
 k_1 : Ürünün elastikiyet katsayısı (Birim alana düşen kuvvet yükü olarakta tanımlarsak Çizelge 3.1'den alınır. (N/m) veya kg / s^2)

m_2 kütesinin hareketini inceleyelim:

Strafor kalınlığı 10 mm, düşme yüksekliği h_1 olan küre çarpma anında Δx_3 kadar bir ezilmeye yol açacaktır (Şekil 3.25.).



Şekil 3.25. m_2 Kütesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_3 Ezilme Mesafesi

m_2 kütesine sahip küre, h_1 yüksekliğinden bırakıldığında koni yüzeyine çarpma hızı V_2 ise:

$$m_2 \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2^2 \dots\dots\dots(3.65)$$

$$V_2^2 = 2 \cdot g \cdot h_1 \quad \text{koniye çarpma hızı bulunur} \dots\dots\dots(3.66)$$

Çarpma anında koni üst yüzeyi strafor ile kaplıdır ve straforda Δx_3 kadar bir çökme (seğim) meydana gelecektir. Bu seğımden giderek koni yüzeyine çarpma kuvvetini bulabiliriz.

Bu seğımi bulabilmek için;

$$m_2 \cdot g \cdot (h_1 + \Delta x_3) = \frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot \Delta x_3^2 \dots\dots\dots(3.67)$$

$$m_2 \cdot g \cdot h_1 + m_2 \cdot g \cdot \Delta x_3 = \frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot \Delta x_3^2 \dots\dots\dots(3.68)$$

$$\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot \Delta x_3^2 - m_2 \cdot g \cdot \Delta x_3 - m_2 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.69)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$\Delta x_3 = \delta_3$ diyelim

$$\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot \delta_3^2 - m_2 \cdot g \cdot \delta_3 - m_2 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.70)$$

$$x_{3,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{\text{kök},3}}}{2a} \dots\dots\dots(3.71)$$

Denklem 3.71'deki $\nabla_{\text{kök},3}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{\text{kök},3} = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \dots\dots\dots(3.72)$$

Denklem 3.70'deki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{\text{kök},3} = (-m_2 \cdot g)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot (-m_2 \cdot g \cdot h_1) \dots\dots\dots(3.73)$$

$$\nabla_{\text{kök},3} = (m_2 \cdot g)^2 + 2k_2 \cdot m_2 \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots(3.74)$$

$$\nabla_{\text{kök},3} = m_2 \cdot g \cdot [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot h_1] \dots\dots\dots(3.75)$$

Kök değeri denklem 3.71’de yerine yazılırsa:

$$x_{3,+,-} = \frac{m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot h_1]}}{k_2} \dots\dots\dots(3.76)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.77’de yerine konulur.

$$F_{\text{ilk},2} = k_2 \cdot x_3 \dots\dots\dots(3.77)$$

$$F_{\text{ilk},2} = k_2 \cdot \frac{m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot h_1]}}{k_2} \dots\dots\dots(3.78)$$

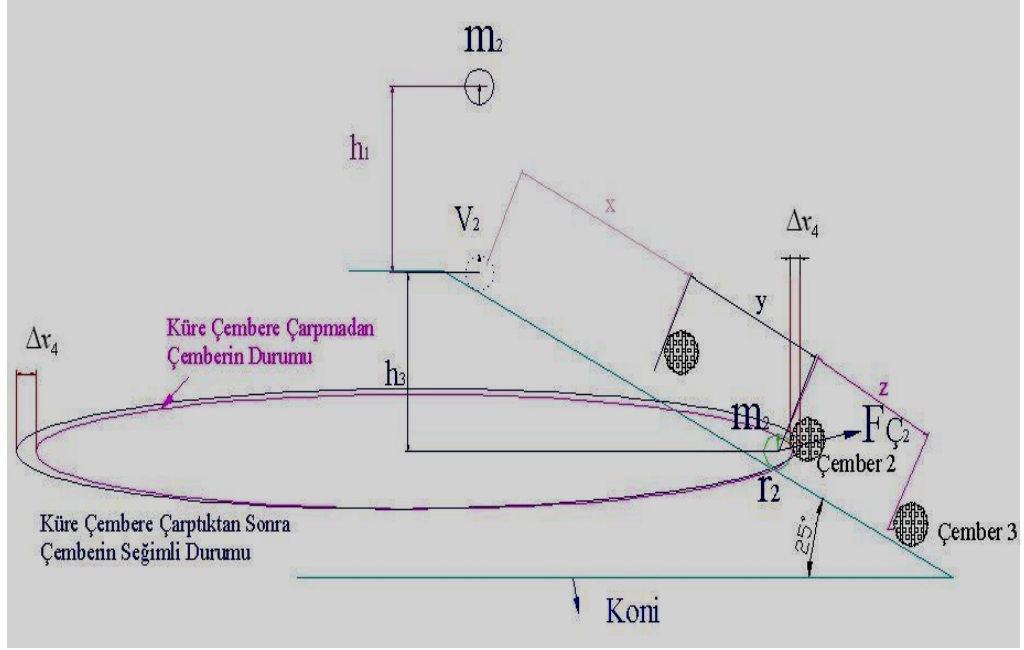
$$F_{\text{ilk},2} = m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot h_1]} \dots\dots\dots(3.79)$$

3.79’de veriler girildiği zaman m_2 cisminin koniye ilk çarpma kuvveti bulunmuş olunur. m_2 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1’den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{\text{ilk},2} < F_{EZ,2} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.80)$$

ürün zedelenmeden koni yüzeyinden çembere doğru yuvarlanma şansı bulacaktır.

m_2 kütlesi düşeyde h_3 yüksekliği kadar yol alıp ilk çembere çarptığı an, çemberde azda olsa seğim oluşacaktır. Bu seğimi Δx_4 ile gösterelim (Şekil 3.26.).



Şekil 3.26. m_2 Kütlesinin Çember 2'ye Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_4 Seğimi

$$m_2 \cdot g \cdot h_3 = \frac{1}{2} \cdot I_2 \cdot \omega_2^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_{mrk,2}^2 \quad \dots\dots\dots(3.81)$$

Bu hareket boyunca kayma olmadığı ve sadece yuvarlanma hareketi olduğu için küre merkezinin hızı;

$V_{mrk,2}$ sıfır alınır.

$$m_2 \cdot g \cdot h_3 = \frac{1}{2} \cdot I_2 \cdot \omega_2^2 \quad \dots\dots\dots(3.82)$$

Bu çarpma anına kadar m_2 kütlesinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye $x+y$ diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.47 denkleminde h_3 ifadesini:

$$h_3 = (x + y) \cdot \sin 25 \dots\dots\dots(3.83)$$

şeklinde yazabiliriz.

$$\omega_2 = \frac{V_{küre,2}}{r_{küre,2}} \text{ ifadesi ile Şekil 3.19.'dan küre için eylemsizlik momenti}$$

$I_2 = \frac{2}{5} \cdot m_2 \cdot r_{k,2}^2$ alınarak denklem 3.82'de yazılır.

$$m_2 \cdot g \cdot (x + y) \cdot \sin 25 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot m_2 \cdot (r_{k,2})^2 \cdot \left(\frac{V_{k,2}}{r_{k,2}} \right)^2 \dots\dots\dots(3.84)$$

$$V_{k,2} = \sqrt{5 \cdot g \cdot (x + y) \cdot \sin 25} \dots\dots\dots(3.85)$$

Denklem 3.85'deki veriler girildiği zaman ikinci kürenin çember 2'ye çarptığı andaki hızı $V_{k,2}$ bulunmuş olunur.

$F_{C,2}$ ilk çembere çarpma kuvveti ise:

$$F_{C,2} = k_2 \cdot \Delta x_4 \dots\dots\dots(3.86)$$

ifadesinden bulunur. Öncelikle çarpma anındaki çemberdeki Δx_4 seğim değişimini bulalım:

$$m_2 \cdot g \cdot (h_3 + \Delta x_4) = \frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot (\Delta x_4)^2 \dots\dots\dots(3.87)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$\Delta x_4 = \delta_4$ diyelim

$$\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot \delta_4^2 - m_2 \cdot g \cdot \delta_4 - m_2 \cdot g \cdot h_3 = 0 \dots\dots\dots(3.88)$$

$$x_{4,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{kök,4}}}{2a} \dots\dots\dots(3.89)$$

Denklem 3.89'daki $\nabla_{\text{kök},4}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{\text{kök},4} = b^2 - 4.a.c \dots\dots\dots(3.90)$$

Denklem 3.88'deki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{\text{kök},4} = (-m_2 \cdot g)^2 - 4 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot k_2\right) \cdot (-m_2 \cdot g) \cdot h_3 \dots\dots\dots(3.91)$$

$$\nabla_{\text{kök},4} = (m_2 \cdot g)^2 + 2 \cdot m_2 \cdot g \cdot k_2 \cdot h_3 \dots\dots\dots(3.92)$$

$$\nabla_{\text{kök},4} = m_2 \cdot g \cdot [m_2 \cdot g + 2 \cdot k_2 \cdot h_3] \dots\dots\dots(3.93)$$

Kök değeri denklem 3.89'da yerine yazılırsa, 3.88 ifadesinden:

$$x_{4,+,-} = \frac{m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2 \cdot k_2 \cdot h_3]}}{k_2} \dots\dots\dots(3.94)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.95'de yerine konulur.

$$F_{\zeta,2} = k_2 \cdot x_4 \dots\dots\dots(3.95)$$

Bu çarpma anına kadar m_2 kütlelerinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye $x+y$ diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.94 denkleminde h_3 ifadesini:

$$h_3 = (x + y) \cdot \text{Sin}25 \dots\dots\dots(3.96)$$

şeklinde yazabiliriz.

$$F_{\zeta,2} = k_2 \cdot \frac{m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g \cdot [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot (x + y) \cdot \text{Sin}25]}}{k_2} \dots\dots\dots(3.97)$$

$$F_{\zeta,2} = m_2 \cdot g \mp \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot (x + y) \cdot \text{Sin}25]} \dots\dots\dots(3.98)$$

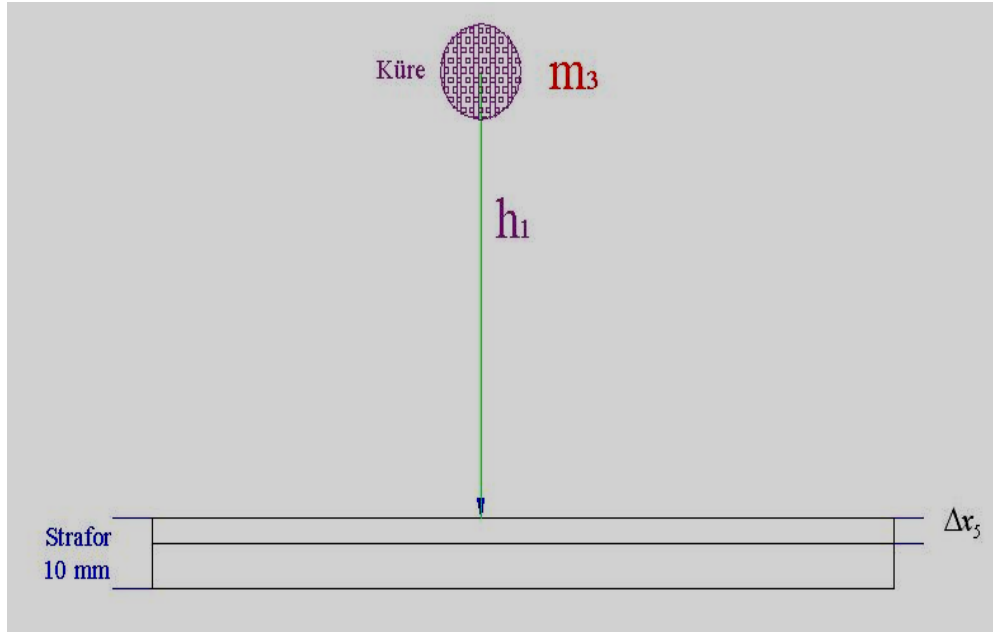
3.98’de veriler girildiği zaman m_2 cisminin ikinci çembere çarptığı andaki çarpma kuvveti olan $F_{Ç,2}$ ifadesi bulunur. m_2 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1’den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{Ç,2} < F_{EZ,2} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.99)$$

ürün zedelenmeden boylanma şansı bulacaktır.

m_3 kütesinin hareketini inceleyelim:

Strafor kalınlığı 10 mm, düşme yüksekliği h_1 olan küre çarpma anında Δx_5 kadar bir ezilmeye yol açacaktır (Şekil 3.27.).



Şekil 3.27. m_3 Kütesinin Serbest Düşme Sonunda Strafor Üzerinde Yarattığı Δx_5 Ezilme Mesafesi

m_3 kütesine sahip küre, h_1 yüksekliğinden bırakıldığında koni yüzeyine çarpma hızı V_3 ise:

$$m_3 \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} m_3 \cdot V_3^2 \dots\dots\dots(3.100)$$

$$V_3^2 = 2 \cdot g \cdot h_1 \quad \text{koniye çarpma hızı bulunur} \dots\dots\dots(3.101)$$

Çarpma anında koni üst yüzeyi strafor ile kaplıdır ve straforda Δx_5 kadar bir çökme (seğim) meydana gelecektir. Bu seğımden giderek koni yüzeyine çarpma kuvvetini bulabiliriz.

Bu seğımi bulabilmek için;

$$m_3 \cdot g \cdot (h_1 + \Delta x_5) = \frac{1}{2} k_3 \cdot \Delta x_5^2 \dots\dots\dots(3.102)$$

$$m_3 \cdot g \cdot h_1 + m_3 \cdot g \cdot \Delta x_5 = \frac{1}{2} k_3 \cdot \Delta x_5^2 \dots\dots\dots(3.103)$$

$$\frac{1}{2} k_3 \cdot \Delta x_5^2 - m_3 \cdot g \cdot \Delta x_5 - m_3 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.104)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$\Delta x_5 = \delta_5$ diyelim

$$\frac{1}{2} k_3 \cdot \delta_5^2 - m_3 \cdot g \cdot \delta_5 - m_3 \cdot g \cdot h_1 = 0 \dots\dots\dots(3.105)$$

$$x_{5,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{\text{kök},5}}}{2a} \dots\dots\dots(3.106)$$

Denklem 3.106'daki $\nabla_{\text{kök},5}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{\text{kök},5} = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \dots\dots\dots(3.107)$$

Denklem 3.105'teki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{kök,5} = (-m_3 \cdot g)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot k_3 \cdot (-m_3 \cdot g \cdot h_1) \dots\dots\dots(3.108)$$

$$\nabla_{kök,5} = (m_3 \cdot g)^2 + 2k_3 \cdot m_3 \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots(3.109)$$

$$\nabla_{kök,5} = m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2k_3 \cdot h_1] \dots\dots\dots(3.110)$$

Kök değeri denklem 3.106'da yerine yazılırsa:

$$x_{5,+,-} = \frac{m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g [m_3 \cdot g + 2k_3 \cdot h_1]}}{k_3} \dots\dots\dots(3.111)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.112'de yerine konulur.

$$F_{ilk,3} = k_3 \cdot x_5 \dots\dots\dots(3.112)$$

$$F_{ilk,3} = k_3 \cdot \frac{m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2k_3 \cdot h_1]}}{k_3} \dots\dots\dots(3.113)$$

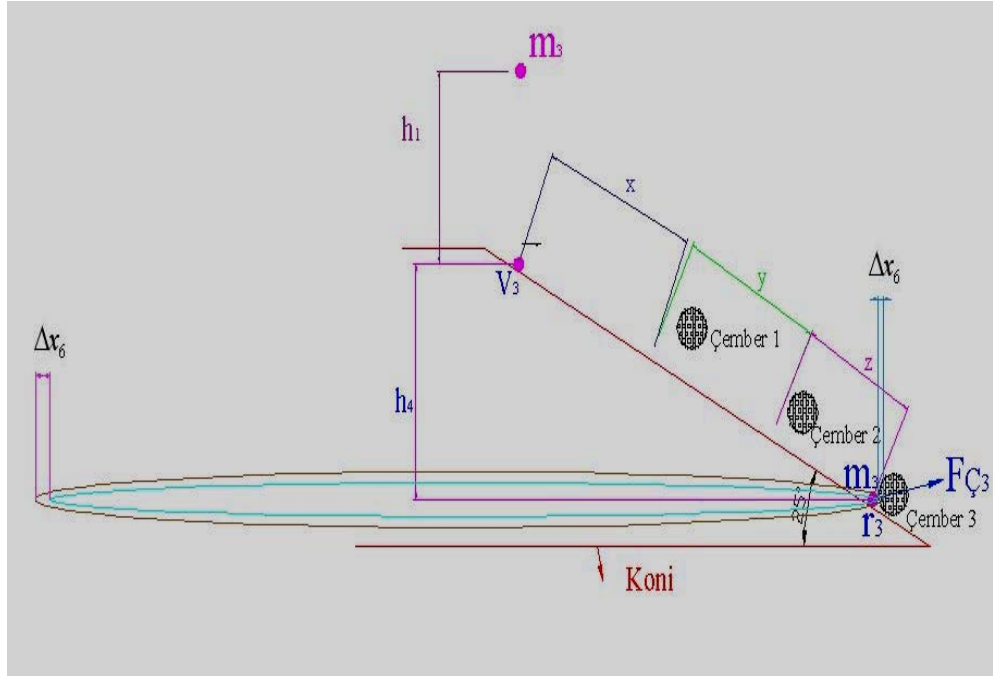
$$F_{ilk,3} = m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g [m_3 \cdot g + 2k_3 \cdot h_1]} \dots\dots\dots(3.114)$$

Denklem 3.114'de veriler girildiği zaman m_3 cisminin koniye ilk çarpma kuvveti bulunmuş olunur. m_3 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1'den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{ilk,3} < F_{EZ,3} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.115)$$

ürün zedelenmeden koni yüzeyinden çembere doğru yuvarlanma şansı bulacaktır.

m_3 kütlesi düşeyde h_4 yüksekliği kadar yol alıp ilk çembere çarptığı an, çemberde azda olsa seğim oluşacaktır. Bu seğimi Δx_6 ile gösterelim (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. m_3 Kütlesinin Çember 3'e Çarptığı Anda Oluşturduğu Δx_6 Seğimi

$$m_3 \cdot g \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot I_3 \cdot \omega_3^2 + \frac{1}{2} \cdot m_3 \cdot V_{mrk,3}^2 \quad \dots\dots\dots(3.116)$$

Bu hareket boyunca kayma olmadığı ve sadece yuvarlanma hareketi olduğu için küre merkezinin hızı;

$V_{mrk,3}$ sıfır alınır.

$$m_3 \cdot g \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot I_3 \cdot \omega_3^2 \quad \dots\dots\dots(3.117)$$

Bu çarpma anına kadar m_3 kütlesinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye $x+y+z$ diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.117 denkleminde h_4 ifadesini:

$$h_4 = (x + y + z) \cdot \sin 25 \quad \dots\dots\dots(3.118)$$

şeklinde yazabiliriz.

$\omega_3 = \frac{V_{küre,3}}{r_{küre,3}}$ ifadesi ile Şekil 3.19.'dan küre için eylemsizlik momenti

$I_3 = \frac{2}{5} \cdot m_3 \cdot r_{k,3}^2$ alınarak denklem 3.117'de yazılır.

$$m_3 \cdot g \cdot (x + y + z) \cdot \sin 25 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot m_3 \cdot (r_{k,3})^2 \cdot \left(\frac{V_{k,3}}{r_{k,3}} \right)^2 \dots\dots\dots(3.119)$$

$$V_{k,3} = \sqrt{5 \cdot g \cdot (x + y + z) \cdot \sin 25} \dots\dots\dots(3.120)$$

Denklem 3.120'deki veriler girildiği zaman üçüncü kürenin çember 3'e çarptığı andaki hızı $V_{k,3}$ bulunmuş olunur.

$F_{\zeta,3}$ ilk çembere çarpma kuvveti ise:

$$F_{\zeta,3} = k_3 \cdot \Delta x_6 \dots\dots\dots(3.121)$$

ifadesinden bulunur. Öncelikle çarpma anındaki çemberdeki Δx_6 seğim değişimini bulalım:

$$m_3 \cdot g \cdot (h_4 + \Delta x_6) = \frac{1}{2} \cdot k_3 \cdot (\Delta x_6)^2 \dots\dots\dots(3.122)$$

İki bilinmeyenli bir denklem haline geldi; çözecek olursak :

$\Delta x_6 = \delta_6$ diyelim

$$\frac{1}{2} \cdot k_3 \cdot \delta_6^2 - m_3 \cdot g \cdot \delta_6 - m_3 \cdot g \cdot h_4 = 0 \dots\dots\dots(3.123)$$

$$x_{6,+,-} = \frac{-b \mp \sqrt{\nabla_{kök,6}}}{2a} \dots\dots\dots(3.124)$$

Denklem 3.124'deki $\nabla_{kök,6}$ değerini veren ifade:

$$\nabla_{kök,6} = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \dots\dots\dots(3.125)$$

Denklem 3.123'deki veriler yerine yazılacak olursa:

$$\nabla_{\text{kök},6} = (-m_3 \cdot g)^2 - 4 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot k_3\right) \cdot (-m_3 \cdot g) \cdot h_4 \dots\dots\dots(3.126)$$

$$\nabla_{\text{kök},6} = (m_3 \cdot g)^2 + 2 \cdot m_3 \cdot g \cdot k_3 \cdot h_4 \dots\dots\dots(3.127)$$

$$\nabla_{\text{kök},6} = m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2 \cdot k_3 \cdot h_4] \dots\dots\dots(3.128)$$

Kök değeri denklem 3.124'de yerine yazılırsa, 3.123 ifadesinden:

$$x_{6,+,-} = \frac{m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g [m_3 \cdot g + 2 \cdot k_3 \cdot h_4]}}{k_3} \dots\dots\dots(3.129)$$

Çıkan kök değerlerinin pozitif olanı alınır, denklem 3.130'da yerine konulur.

$$F_{\zeta,3} = k_3 \cdot x_6 \dots\dots\dots(3.130)$$

Bu çarpma anına kadar m_3 kütlelerinin koni üzerinde almış olduğu mesafeye $x+y+z$ diyelim. İmal ettiğimiz koninin yatayla olan açısı 25 derece olduğu bilindiğinden, 3.129 denkleminde h_4 ifadesini:

$$h_4 = (x + y + z) \cdot \text{Sin}25 \dots\dots\dots(3.131)$$

şeklinde yazabiliriz.

$$F_{\zeta,3} = k_3 \cdot \frac{m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2 \cdot k_3 \cdot (x + y + z) \cdot \text{Sin}25]}}{k_3} \dots\dots\dots(3.132)$$

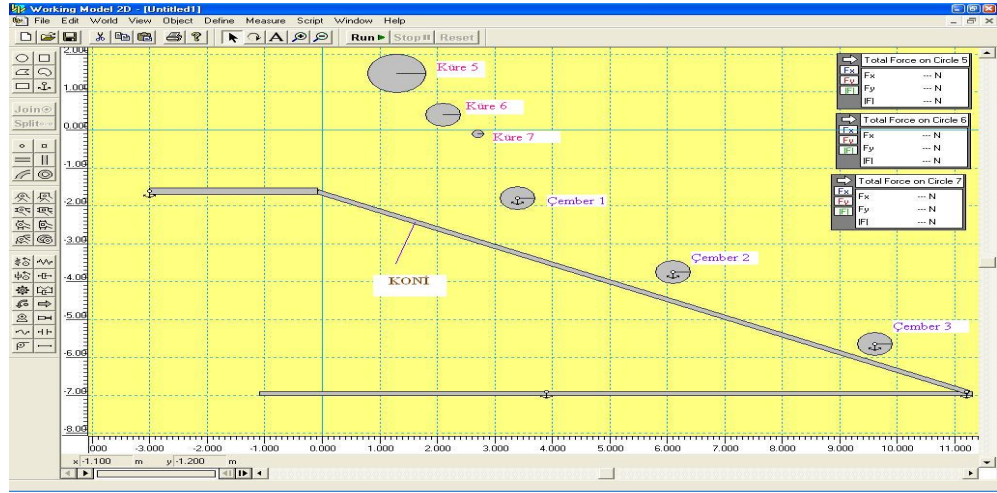
$$F_{\zeta,3} = m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2 \cdot k_3 \cdot (x + y + z) \cdot \text{Sin}25]} \dots\dots\dots(3.133)$$

Denklem 3.133'de veriler girildiği zaman m_3 cisminin üçüncü çembere çarptığı andaki çarpma kuvveti olan $F_{\zeta,3}$ ifadesi bulunur. m_3 cisminin yapılan deneyler sonucundaki ezilme kuvveti Çizelge 3.1'den alınarak karşılaştırılır.

$$F_{\zeta,3} < F_{EZ,3} \text{ ise } \dots\dots\dots(3.134)$$

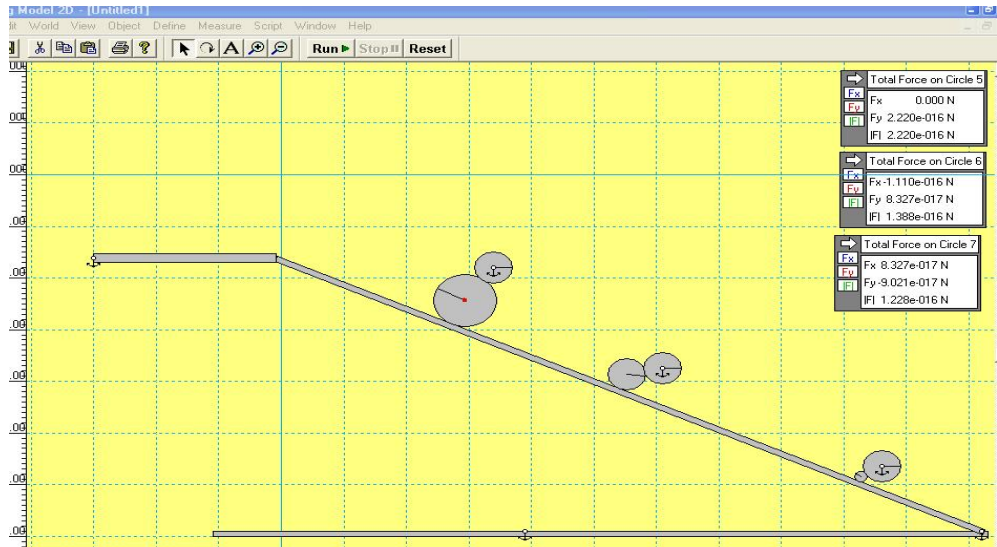
ürün zedelenmeden boylanma şansı bulacaktır.

Sistemin serbest düşme ve çemberlere çarpma anındaki kuvvet analizini Working Model 2D programı ile sanal hale getirecek olursak; 0.200 kg ağırlığa sahip Küre 5, 0.150 kg Küre 6 ve 0.050 kg olan Küre 7 serbest düşme sonrasında koni üzerinde yuvarlanarak çemberlere kadar geleceklerdir (Şekil 3.29.).



Şekil 3.29. Ürünlerin Serbest Düşme Halindeki Konumları

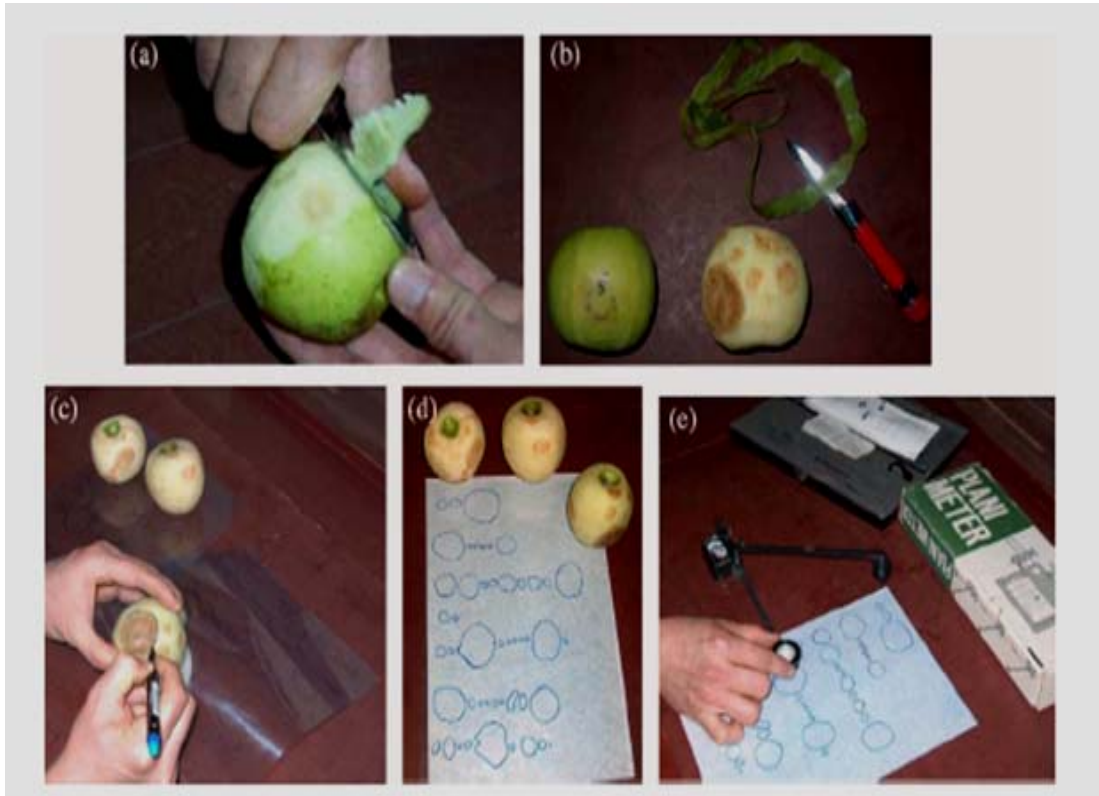
Çember çapları aynı olduğu göz önünde tutulacak olunursa, büyük çapa sahip Küre 5 Çember 1'e takılarak bu çember üstünde koni etrafında dönecektir. Daha küçük çapa sahip olan diğer iki ürün ise bu çemberin altından geçerek kendilerine uygun çemberlere kadar yuvarlanma hareketi yaparak gelirler ve çarparak dururlar (Şekil 3.30.).



Şekil 3.30. Ürünlerin Çemberlere Takıldığı Andaki Konumları ve Toplam Eksenel Kuvvetleri

Bu çarpma kuvvetinin zedelenme kuvvetinden düşük olması gerekir aksi koşulda ürünlerde zedelenmeler meydana gelebilir.

Meyve ve sebze sınıflandırma makinelerinin sınıflandırılacak materyali zedeleme ve yaralama yapmadan sınıflandırma işlemini yapması istenir. Bu amaçla makinelerde ürün ile temas eden kısımların çeşitli kaplama malzemeleri (sünger, deri, kauçuk, strafor vb.) ile kaplanması gerekir. Zedelenmiş ürünlerin hasarlı bölümlerini ölçmek için kullanılan yöntem aşağıdaki Şekil 3.31’te izah edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.31. Meyvelerdeki Hasarlı Bölümlerin Ölçümü [15]

(a,b) örnek meyvenin soyumu ;(c) asetatin üstüne hasarlı bölümlerin şekillerinin kopyasının çıkartılması; (d) pelur kağıdının üstüne hasarlı bölümlerin kopyasının çıkartılması ; (e) planimetre kullanarak hasarlı bölümlerin ölçülmesi.

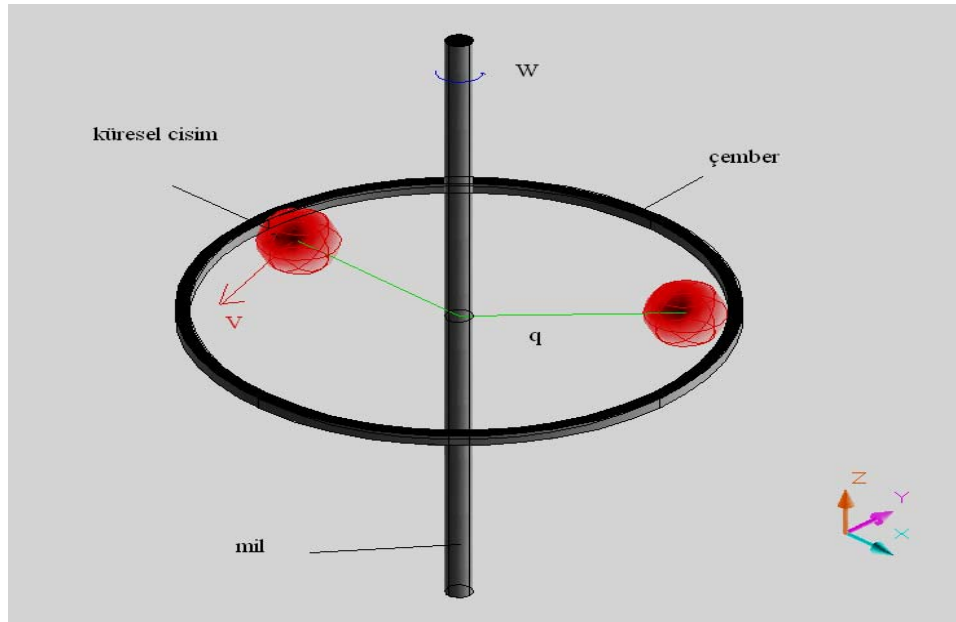
3.1.9. Dairesel Hareket Yapan Kürenin İvmesinin Teğetsel Bileşenleri

ω açısal hızıyla dönen m kütleli küresel ürünün, çembere değdiği andan itibaren hızı çember hızına denktir. Hareket doğrusal yada ani hızlanma, yavaşlanma hareketi olmadığından küre sabit hızda koni etrafında dönme eylemi yapmak isteyecektir. İvme bileşenlerini inceleyecek olursak;

Teğetsel ivme bileşeni : a_t

$$a_t = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_s - V_i}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots(3.135)$$

$V_s = V_i$ eşit olduğundan, ΔV farkı sıfır olacak, sonuç olarak teğetsel ivme sıfır olacaktır. ω açısal hızı ile dönen mile bağlı r yarıçaplı halka içinde koniye dayalı ürünlerin, mile olan uzaklığı q olarak varsayılırsa merkezci ivme ifadesi bulunur (Şekil 3.32.).



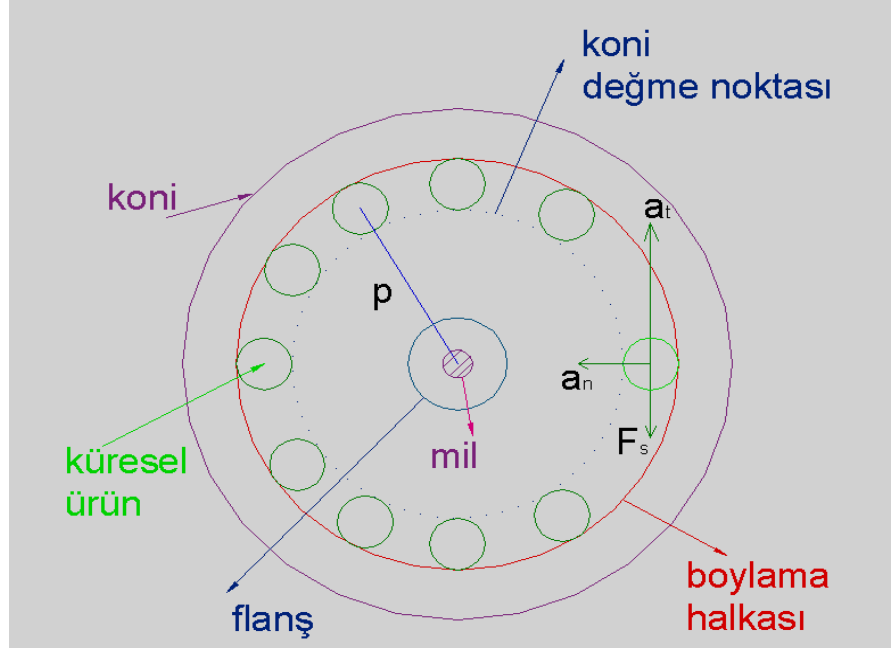
Şekil 3.32. İvmenin Normal Bileşeninin Bulunuşu

İvmenin normal bileşeni a_n ise;

$a_n =$ İvmenin normal bileşeni (m/sn^2). Hareket doğrultusuna dik ve merkez yönündedir.

3.1.10. Sistemin Güç Hesabı

Şekil 3.34.'e bakıldığı zaman mil eksenine doğru a_n merkezci ivme ve çembere teğet teğetsel ivmenin etkilediği görülmektedir.



Şekil 3.34. Küresel Ürünün Halka Üzerindeki İvmesel Hareketi

$$a_n = \frac{V^2}{\rho} \text{ olduğundan ve motor mil devri sabit bir hızla döndüğünden } a_n$$

ivmesi sıfır olacaktır ve etkileyen kuvvet mil eksenine dik olmadığından dolayı moment tesiri yoktur.

Bu yüzden küresel ürünler boylama halkası üzerinde kayma hareketi yapmadan dönme hareketi yapmak isteyecektir. Ürünler koni ile çemberler arasında koniye yatık bir şekilde dönmek isteyecekler, bu da harekete ters yönde etki edecek F_s yuvarlanma kuvveti, mil merkezine olan momentinin etkisiyle gerçekleşecektir.

Sadece bir küresel ürün için momenti hesaplayacak olursak:

$$M = F_s \cdot \rho \text{(3.137)}$$

$$M = \mu \cdot N \cdot \cos \alpha \cdot \rho \text{(3.138)}$$

$$M = \mu.m.g.\cos\alpha.\rho \dots\dots\dots(3.139)$$

M: Moment (N.m)

μ : Kinematik yuvarlanma direnci (karakteristik katsayısı)

m : Cismin kütlesi (kg)

g: Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

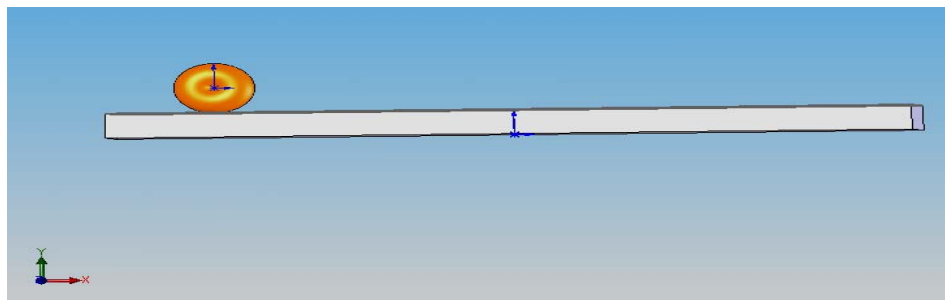
α : Koni ile yatay düzlem arasında kalan açı

ρ : Küresel ürünün dönme merkezi ile redüktör milinin dönme eksenini arasındaki mesafe (m)

3.1.10.1. Yuvarlanma direnci (μ)

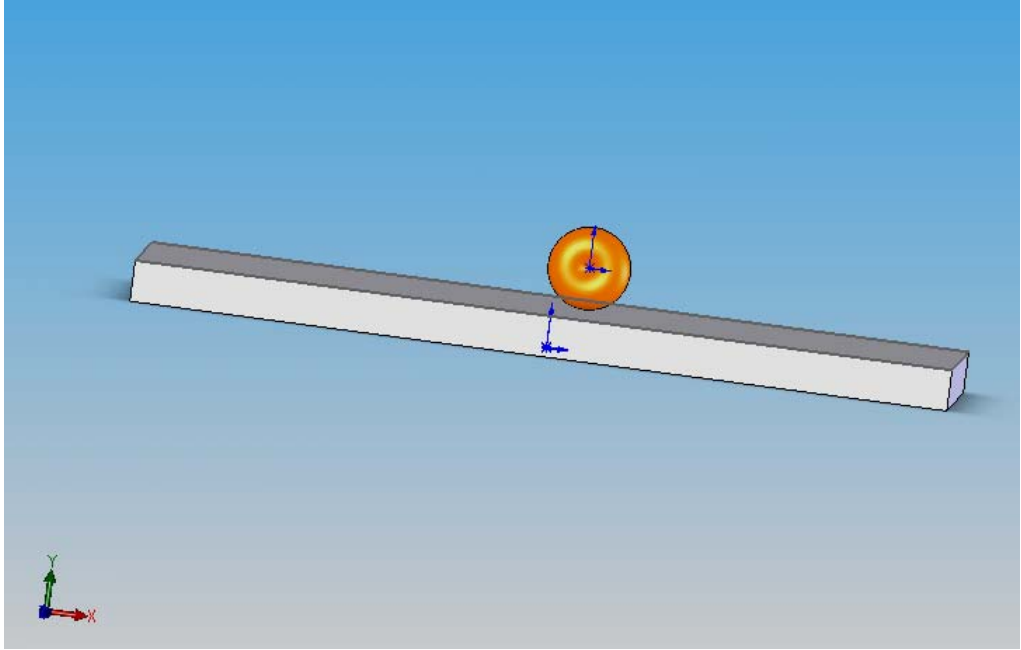
Yuvarlanma direnci, her cisim için farklı karakteristik özellik gösterir ve değeri farklıdır. Seçilen ürün için bunun deneyleri yapılır ve deney analizlerinin ortalaması alınarak o cismin μ katsayısı bulunur.

Galvanizli sacdan imal edilmiş koninin üzeri, meyvelerin zedelenmemesi için çatı izolasyonunda ve meyve sınıflandırma makinelerinde kullanılan 10 mm'lik strafor köpük ile komple kapatacak bir şekilde kaplanmıştır. Meyvelerin gerek dönüşü esnasında, gerekse ilk döküldükleri zaman oluşacak zedelenmeleri minimize etmekte oldukça fayda sağlayacaktır. Küresel ürünün kinematik yuvarlanma direncini bulmak için basit bir deney yaparak ortalama μ katsayısını bulabiliriz. Strafor kaplı uzun bir sac levhanın üzerine, küresel ürünümüzü yatayla paralel olacak ve kaymicak şekilde koyalım (Şekil 3.35.).



Şekil 3.35. Küresel Ürünün Yatay Pozisyonu

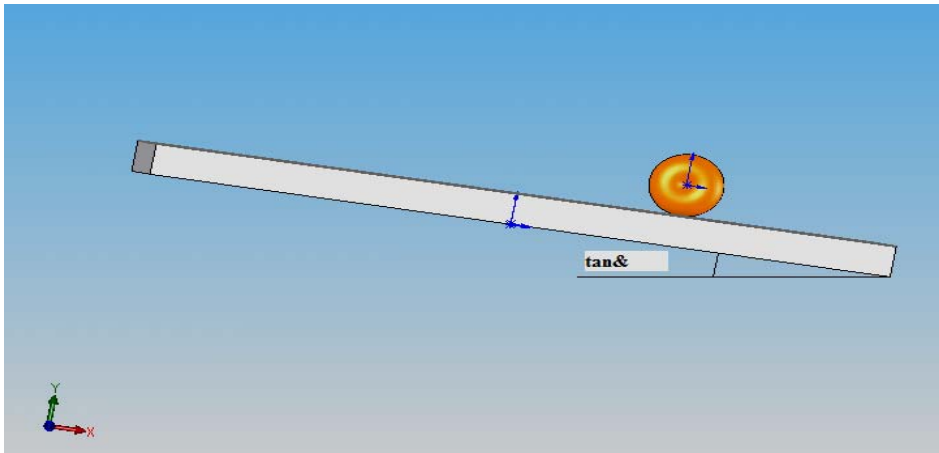
Daha sonra hafif bir şekilde eğim vererek ürünün yuvarlanmasına izin verelim (Şekil 3.36.).



Şekil 3.36. Küresel Ürünün İlk Yuvarlanma Hareketi

Aşağı doğru yuvarlanan ürünün bulunduğu sacı yine hafif bir şekilde eğimini azaltacak şekilde düzeltilim. Ürün sacın bitimine varmadan durduğu noktadaki, sacın eğimi yani tanjantı bize o ürünün kinematik yuvarlanma direnci olan μ katsayısını verecektir. Bu deneyi aynı ürün için çok kez yaparak, bulunan deney sonuçlarının aritmetik ortalamasını alacak olursak bu bize yaklaşık μ katsayısını verir.

Bundan da sistemin toplam momentini hesaplarken yararlanılır (Şekil 3.37.).



Şekil 3.37. Küresel Ürünün Yuvarlanma Sonrası Durma Açısı

3.1.10.2. Kinematik yuvarlanma direncinin (μ) bulunması için yapılan deneyler

1. Deney Numunesi Şeftali

No	Eğim Açısı	Eğim açısının tanjantı ($\tan\theta$)= μ
1	25	0,4663
2	24	0,4452
3	23,5	0,4381
4	24	0,4452
5	23	0,4244
	Şeftali için ortalama kinematik yuvarlanma direnci (μ)	0,43984=0,44

2. Deney Numunesi Erik

No	Eğim Açısı	Eğim açısının tanjantı ($\tan\theta$)= μ
1	10	0,1763
2	8	0,1405
3	9	0,1583
4	8,5	0,1494
5	11	0,1943
	Erik için ortalama kinematik yuvarlanma direnci (μ)	0,16376=0,16

3. Deney Numunesi Elma

No	Eğim Açısı	Eğim açısının tanjantı ($\tan\theta$)= μ
1	23	0,4244
2	21	0,3838
3	19	0,3443
4	21	0,3838
5	20	0,3639
	Elma için ortalama kinematik yuvarlanma direnci (μ)	0,58=0,38

4. Deney Numunesi Tenis Topu

No	Eğim Açısı	Eğim açısının tanjantı ($\tan\theta$)= μ
1	33	0,649
2	36	0,726
3	35	0,700
4	34	0,674
5	32	0,624
	Tenis topu için ortalama kinematik yuvarlanma direnci (μ)	0,674=0,67

5. Deney Numunesi Nar

No	Eğim Açısı	Eğim açısının tanjantı ($\tan\theta$)= μ
1	28	0,531
2	30	0,577
3	33	0,649
4	29	0,554
5	30	0,577
	Nar için ortalama kinematik yuvarlanma direnci (μ)	0,577=0,58

Çizelge 3.2. Kinematik Yuvarlanma Direnci Deney Sonuçları

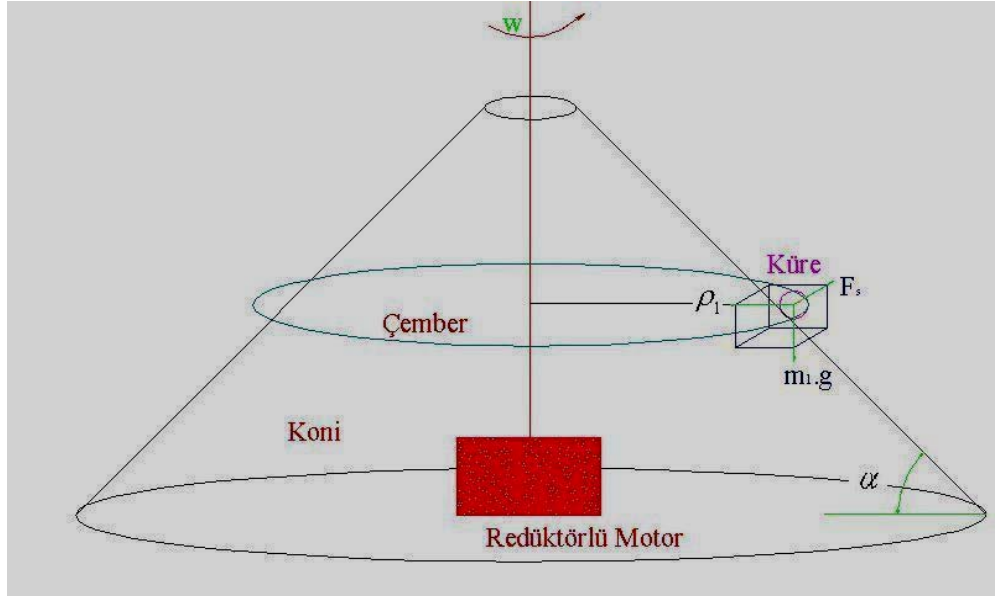
Küresel Ürün Çeşidi	Kinematik Yuvarlanma Direnci (μ)
Şeftali	0,44
Erik	0,16
Elma	0,38
Tenis topu	0,85
Nar	0,58

3.1.10.3. Sistemde yüklü toplam moment ve gücün teorik olarak bulunması

Üstteki küçük çaplı halkadaki ürünler için toplam döndürme momenti (Tork) (Şekil 3.38.) :

Sadece 1 ürün için;

$$M_1 = \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_1 \dots\dots\dots(3.140)$$



Şekil 3.38. 1. Boylama Halkası İçin Moment

Birinci halka üzerindeki toplam ürün sayısına X_1 diyecek olursak;

1. halkanın redüktör miline etki ettiği toplam döndürme momenti ;

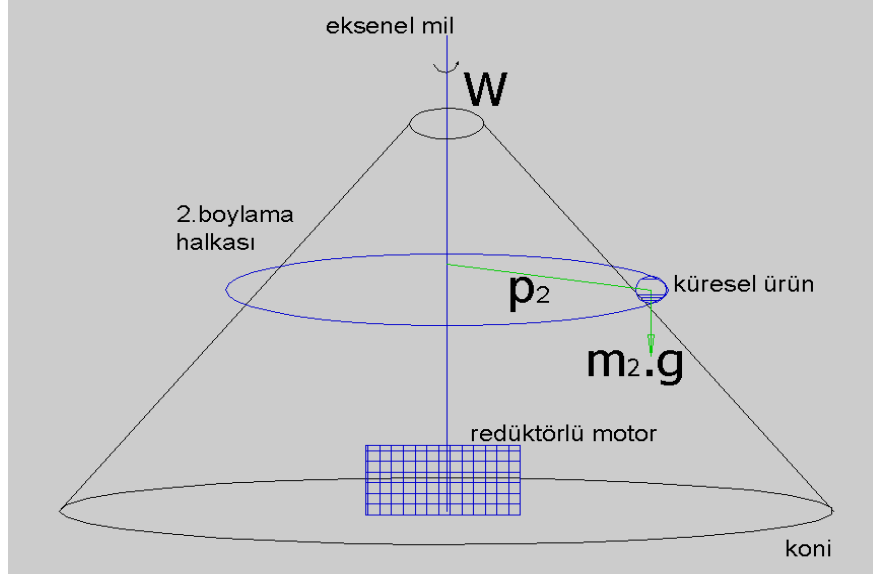
$$\Sigma M_1 = X_1 \cdot \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_1 \dots\dots\dots(3.141)$$

olacaktır.

Orta çaplı halkadaki ürünler için toplam moment (Şekil 3.39.) :

Sadece 1 ürün için;

$$M_2 = \mu.m_2.g.Cos\alpha.\rho_2 \dots\dots\dots(3.142)$$



Şekil 3.39. 2. Boylama Halkası İçin Moment

İkinci halka üzerindeki toplam ürün sayısına X_2 diyecek olursak;

2. halkanın redüktör miline etki ettiği toplam moment;

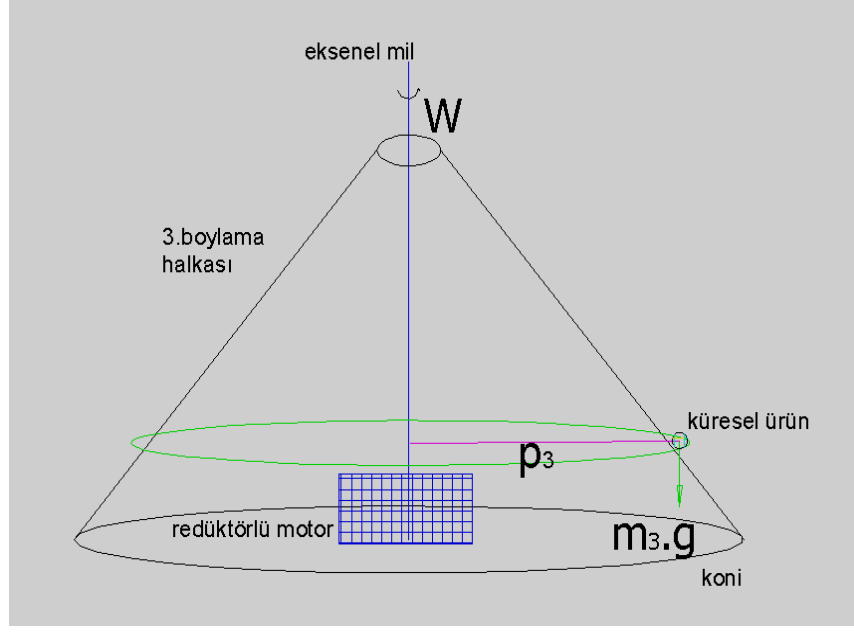
$$\Sigma M_2 = X_2.\mu.m_2.g.Cos\alpha.\rho_2 \dots\dots\dots(3.143)$$

olacaktır.

Altındaki büyük çaplı halkadaki ürünler için toplam moment (Şekil 3.40.) :

Sadece 1 ürün için;

$$M_3 = \mu.m_3.g.Cos\alpha.\rho_3 \dots\dots\dots(3.144)$$



Şekil 3.40. 3. Boylama Halkası İçin Moment

Üçüncü halka üzerindeki toplam ürün sayısına X_3 diyecek olursak;

3. halkanın redüktör miline etki ettiği toplam moment;

$$\Sigma M_3 = X_3 \cdot \mu \cdot m_3 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_3 \dots \dots \dots (3.145)$$

olacaktır.

O zaman sistemdeki tüm halkaların döndürme moment etkisini hesaplayacak olursak (Şekil 3.41);

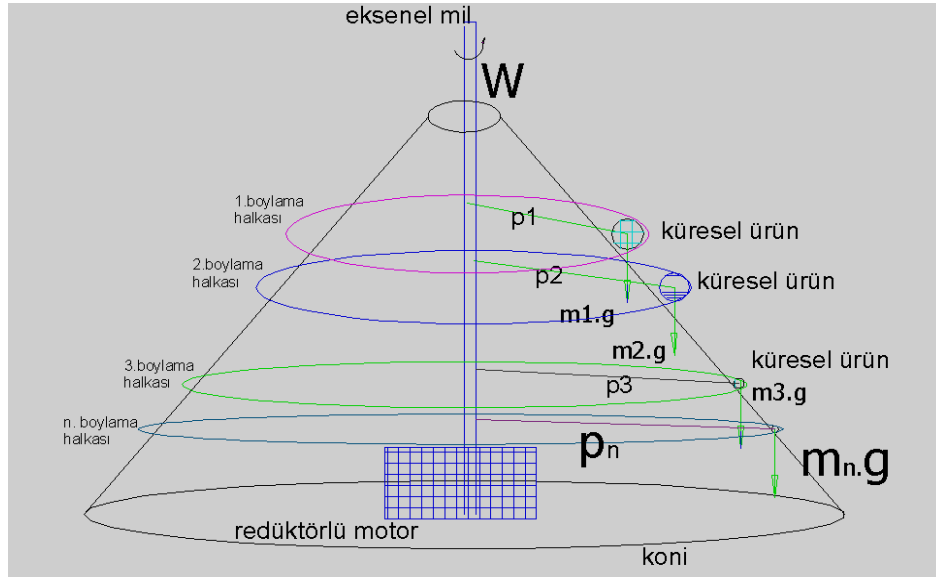
$$\Sigma M_T = X_1 \cdot \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_1 + X_2 \cdot \mu \cdot m_2 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_2 + X_3 \cdot \mu \cdot m_3 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_3 \dots \dots \dots (3.146)$$

$$\dots \dots \dots + X_n \cdot \mu \cdot m_n \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_n$$

Aynı ürün için μ katsayıları eşit olacağından Denklem 3.147'deki gibi sadeleşebilir. Farklı ürünler için μ katsayısını ortak paya almak uygun değildir.

$$\Sigma M_T = \mu \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot [X_1 \cdot m_1 \cdot \rho_1 + X_2 \cdot m_2 \cdot \rho_2 + X_3 \cdot m_3 \cdot \rho_3 + \dots \dots \dots + X_n \cdot m_n \cdot \rho_n] \dots (3.147)$$

Denklem 3.147' den de anlaşılacağı üzere sistemin üzerine düşen toplam döndürme momentin şematize gösterimi Şekil 3.41'de gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.41. Sistemdeki Toplam Moment İletimi

Amaç sistemdeki toplam momenti hesaplayarak gerekli gücü sağlayacak motor gücünü bulmaktır.

P : Sistemin moment etkisiyle karşılayabileceği güç (watt)

ΣM_T : Sistemdeki ürünlerin mil merkezine göre oluşturduğu toplam moment (N.m)

η_r : Redüktör Verimi (Redüktördeki her bir dişli için 0,96 alınır. Şayet 2 dişli mekanizmalı bir redüktör ise, redüktör verimi $0,96*0,96=0,9216$ alınır. Bu şekilde dişli sayısı ne denli büyük olursa verimden dolayı, gerçek güç o denli artacaktır.

$P_{GERÇEK}$: Sistemde bulunan gücün, redüktör verimine bölünmesiyle bulunan gerçek güç değeridir. (watt)

ω : Açısal hız (rad/sn)

Toplam Güç:

$$P = \Sigma M_T \cdot \omega \quad \dots \dots \dots (3.148)$$

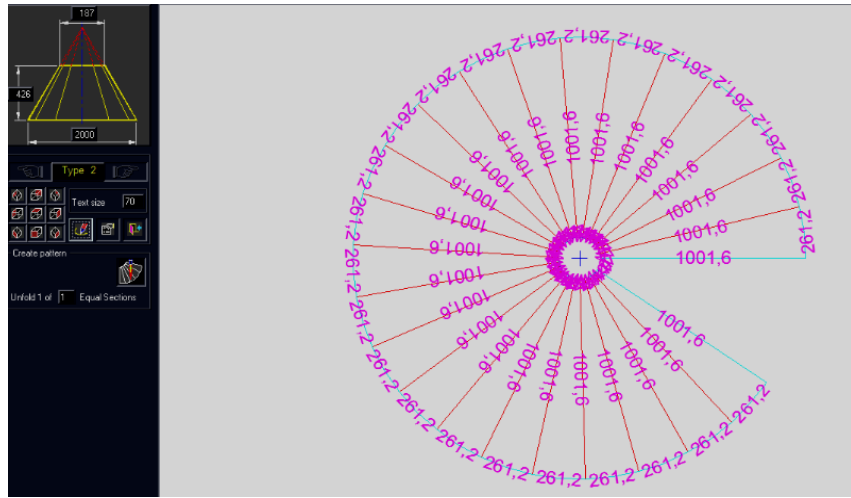
$$P_{GERÇEK} = \frac{P}{\eta_r} \quad \dots \dots \dots (3.149)$$

3.2. KONSTRÜKSİYON ve İMALAT

3.2.1. Koninin İmalatı

Alt Çapı 2000 mm, üst çapı 187 mm yüksekliği 426 mm olan huninin imalatı için iki tabaka sac kullanılacaktır. İki tabaka birbirlerine kaynaklanır.

Koninin detay açılımı, istenilen çap ve yüksekliğe bağlı olarak Plate “n” Sheet Development adlı bilgisayar programında çizilerek (Şekil 3.42.) imalatına başlanacaktır.



Şekil 3.42. Koninin Bilgisayar Programındaki Açılımı
(Plate “n” Sheet Development)

Açılımı elde edilen koninin, tabaka sac üzerinde gerekli çizimleri yapılarak istenilen ölçülerde koninin detay açılımı elde edilmiş olunur [Şekil 3.43.].



Şekil 3.43. Yerde Tabaka Saclar Üzerine Koninin Açılımının Çizilmesi

Gerekli kesimler yapıldıktan sonra üst çapta belirlenip Şekil 3.44.'de görüldüğü gibi koninin açılımı elde edilir.



Şekil 3.44. Sacın Kesildikten Sonraki Açılımı

Şekil 3.45.'de görüldüğü gibi, daha sonra bu açılımı presle eğerek istenilen koninin iki ağzı birleştirilip, koni şekli alınması sağlanmıştır. Koniyi bükme noktası tam üst çapın merkezinden olacaktır.



Şekil 3.45. Bası Kuvveti Etki Etmeden Önceki Sac

Gerekli bası kuvveti uygulandıktan sonra, koni üzerindeki açıklık birleşerek, huni üste doğru bombeleşip tam koni şeklini alacaktır. Uygun aralık kapandığı zaman bası kuvveti durdurulur, birleşmiş olan sac aralığı kaynaklanır (Şekil 3.46.).



Şekil 3.46. Bası Kuvveti Uygulanırken Sacın Şekil Alması

Daha sonrasında ise yüzey üzerinde kesme ve kaynaktan doğabilecek çapaklar, taşlama yardımıyla pürüzsüz bir şekilde taşlanır. Ürünlerin düşeceği 150 mm uzunluğundaki kanal huni üzerine açılır ve bu aralıkta güzelce taşlanır (Şekil 3.47.).



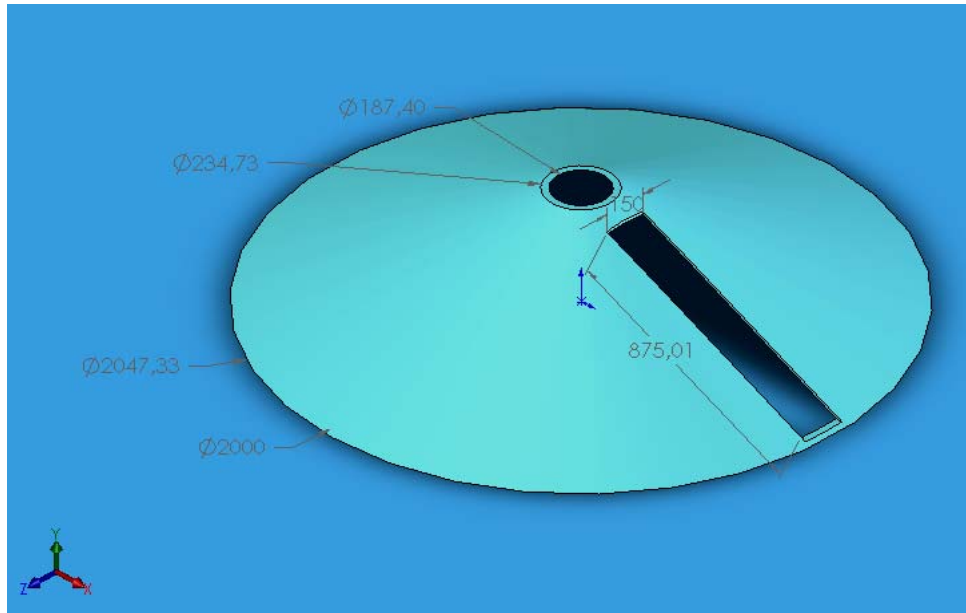
Şekil 3.47. Pürüzsüz Bir Yüzey İçin Koni İç Yüzeyi Taşlanıyor

3 mm kalınlığında 2000 mm çapında ve ykseklėđi 420 mm olan bir koni alt tablaya kaynak edilmiştir. Koni silindiriksel, alt tabla ise karesel olduğundan koninin alt dip çaplarının bazı yerleri tablaya kaynak olabilmektedir. Koninin st çapını kapatacak 200 mm çapındaki flanş için öncelikle koni st yüzeyi oksijen ile kesilir (şekil 3.48.). Koni st çapının i teğetine kaynak edilir. Flanşın merkezindeki delik çapı 36 mm, iki küçük bağlantı delik çapları ise 14 mm'dir.



şekil 3.48. Flanş İçin Kesim Yapılırken

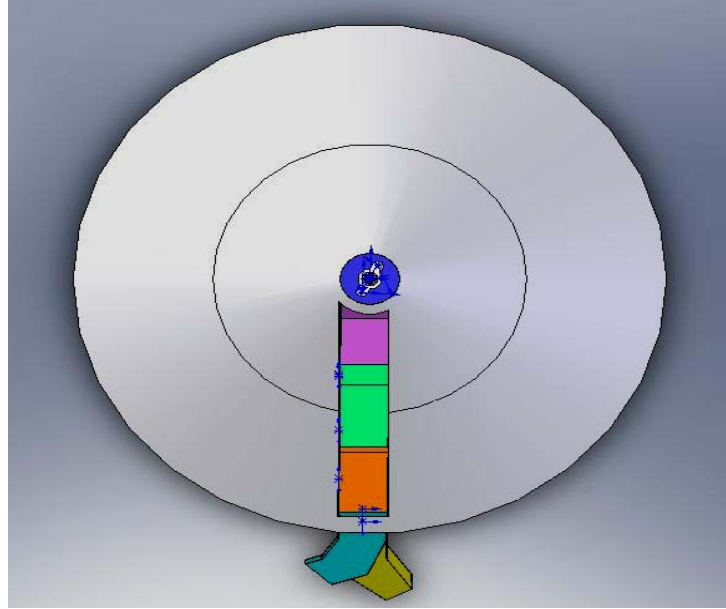
En son hali ile koninin lmlendirilmiş hali şekil 3.49'da gösterilmiştir.



şekil 3.49. Koninin lleri

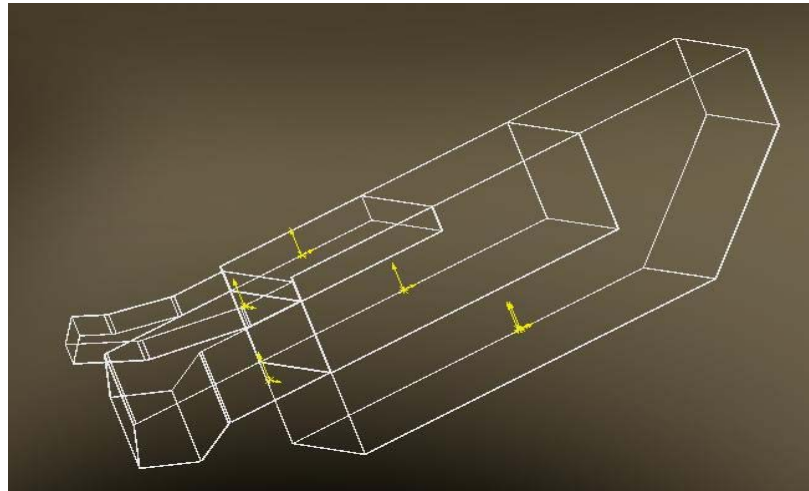
3.2.2. Haznelerin İmalatı

Koni üzerinde küresel ürünlerin boylandıktan sonra, düşecekleri bir hazne boşluğu vardır. Bu hazne boşluğu 170 mm genişliğinde ve 857 mm uzunluğundadır (Şekil 3.50.).



Şekil 3.50. Hazne Boşluklarının Üstten Görünümü

Koni üzerindeki ürünlerin boylandıktan sonra düşecekleri ayrıştırıcı hazne kanalları sistemde üç ayrı kısımdan meydana gelmektedir. Hazneler iç içe kaynatılmış, en büyük hacme sahip ürünler en büyük hazneye, en küçük çapa sahip olan ürünler ise en küçük hazneye düşeceklerdir (Şekil 3.51.).



Şekil 3.51. Haznelerin Hacimsel Görünümü

Hazneler imal edilirken ince sacdan imal edildikleri için haznelerin birbirlerine kaynaması elektrot kaynağı yerine Şekil 3.52.'de görüldüğü üzere oksijen kaynağı ile tel yardımıyla kaynatılmıştır. Aksi takdirde haznenin delinmesi mümkündür.



Şekil 3.52. Haznelerin Birbirlerine Oksijen Kaynağı ile Kaynatılması

Haznelere dökülen boylanmış ürünlerin rahat bir şekilde sistemi terk etmesi için, küçük ve orta haznenin ucuna 1 mm'lik ince sacdan oksijen kaynağı yardımıyla yolluklar bükülmüş, tel ile kaynatılmıştır (Şekil 3.53.).



Şekil 3.53. Hazne Yolluklarının İmalatı

Büyük hazneden ise en altta kaldığı için yönlendirici yolluk yapmaya gerek duyulmamış, altına konulan kasa yardımıyla boylanan ürünlerin sistemden çekilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.54.).



Şekil 3.54. Yollukların Görünümü

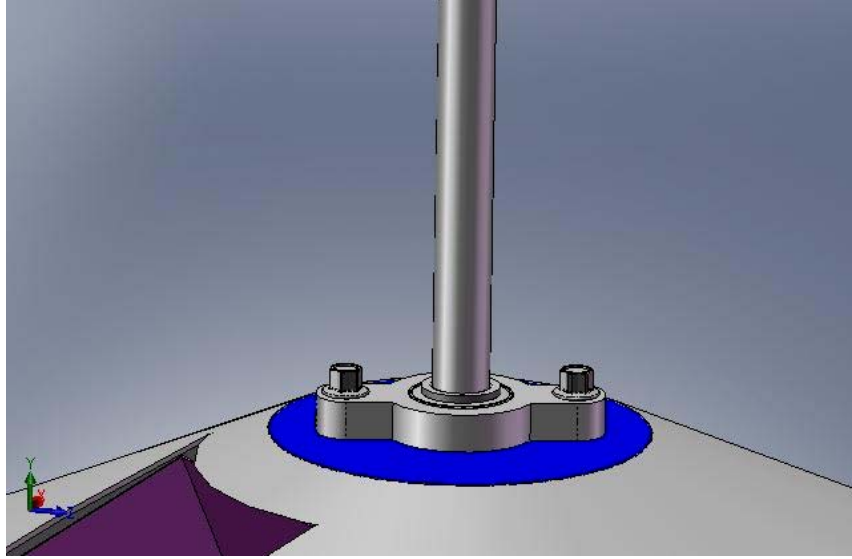
Hazne imalatı bittikten sonra alttan koniye bağlantısı elektrik kaynağıyla yapılır (Şekil 3.55.).



Şekil 3.55. Haznenin Koniye Alttan Kaynak ile Bağlantısı

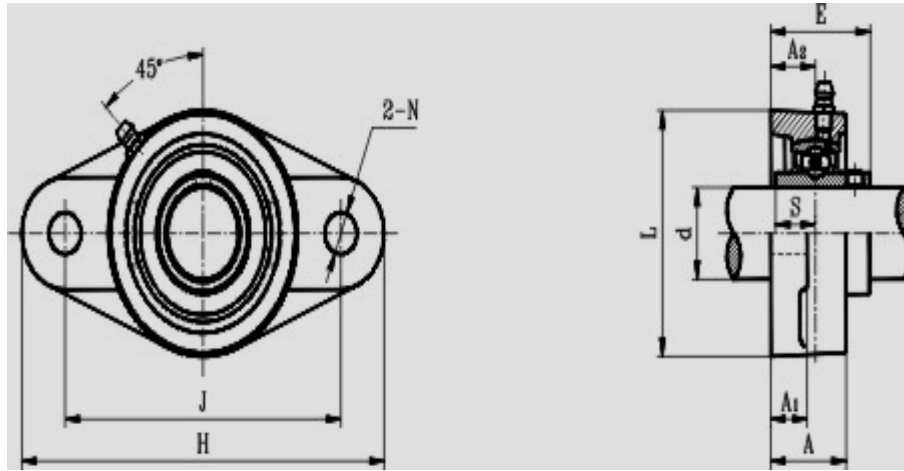
3.2.3. Rulmanlı Yatağın Bağlantısı

Flanş üzerine motor milini yataklayacak ve milin salınım yapmadan rahat dönmesini sağlayacak rulmanlı yatak montajlanması gerekmektedir. Rulman iç çapı 30 mm, bağlantı civata delikleri ise 12 mm'dir (Şekil 3.56.).



Şekil 3.56. Rulmanlı Yatağın Flanş Üzerine Montajı

Redüktörden çıkan aksenal milin çapı 30 mm, 700 mm uzunluğundadır. Rulmanlı yatak üzerindeki yağlama kanalından rulman, zaman zaman yağlanarak milin hareketi kolaylaştırılmalıdır. Rulmanın teknik çizim gösterimi Şekil 3.57.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.57. $d=30$ mm Mile Uygun Rulman

Çizelge 3.3. d=30 mm Çapa Sahip Bilyalı Yatağın Ölçüleri

Mil Ölçüsü	Ölçüler (mm)										Cıvata Boyu	Kütle (kg)	
	d	H	L	J	A2	A1	A	E	N	S			A4
(mm)													
30	148	117	80	18	13	31	40.2	11.5	15.9	44	M10	0.90	

3.2.4. Redüktör Milinin Alt Tablaya Merkezlenmesi

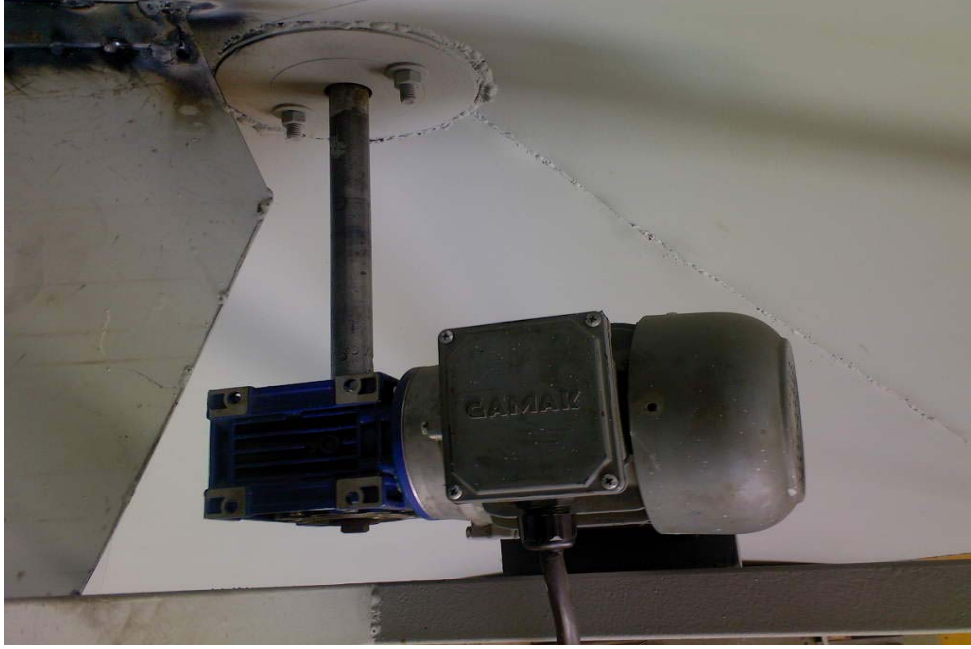
Alt tablaya koni kaynak yapılmadan önce redüktörün mil merkezi ile tablanın merkezi ve koninin merkezi birbiri ile çakışması gerekmektedir. Bu merkezlenme Şekil 3.58. ve Şekil 3.59.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.58. Redüktörün Alt Tablaya Merkezlenmesi

Merkezleme sistemin düzgün çalışması için çok önemli bir prosestir. Eksende olabilecek 1 mm'lik bir sapma, ileride çemberlerin dönüşü sırasında çarpılmalar ve 2

ile 4 cm'e kadar salınımlara sebebiyet verebilmektedir. Bu yüzden merkezlenmenin ayarlanmasında oldukça hassasiyet gösterilmelidir.



Şekil 3.59. Motor, Redüktör, Mil ve Haznenin Konumu

Hazne montajı yapılmadan önce koni üzerine açılmış aralığın ve altındaki mil redüktör bağlantısının görünümü Şekil 3.60.'da verilmiştir.



Şekil 3.60. Koni Üzerindeki Aralık ve Profillerin Konumu

3.2.5. Çevirici Halkaların İmalatı

Sistemdeki çemberler 12 mm kalınlığında transmisyon milinin merdaneler yardımıyla bükülmesi ile istenilen 810 mm, 1400 mm ve 1800 mm çaplarındaki halkalar imal edilmiş olur. Çemberler üzerlerine gelen yükü hafifletmek, zedelenmeleri azaltmak için üzerlerine yarım parmak hortum geçirilmiştir.

Şekil 3.61.'de transmisyon demirinden istenilen iç çapa sahip çemberlerin yapılmasını sağlayan 3 rulolu kıvrırma makinesi görülmektedir.

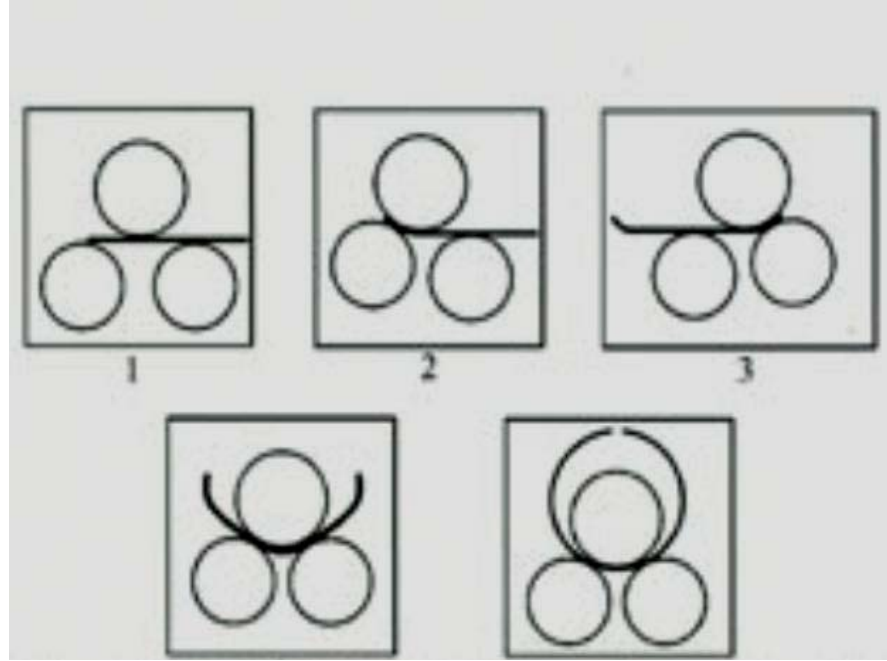


Şekil 3.61. Ön Kıvrırma İşlem Makinesi (Alt Toplar Hareketli)

4 toplu silindir makinelerinin 3 toplara göre en büyük avantajı eliptik ve oval şeklindeki kıvrımları da CNC veya NC kontrol yardımı ve oynar üst vinç ile yapabilmesi ve %33 oranda daha hızlı çalışmasıdır. Bu tür makinelerde NC ve CNC kontrol sistemleri, üst vinç ve yan dayama gibi malzeme kaldırma ve sürme tertibatları, profil kıvrırma vals topları, kademesiz hız ayarı, dijital göstergeler gibi opsiyonel aksesuarlar kullanıcı firmanın yapacağı işe göre uygulanabilir [19].

Silindir makineleri arasında günümüzde en popüler olan makinelerdir. Hem 3 hem de 4 toplu olarak üretilir. Prensip olarak alt iki topun çapraz (piramit) yada bir

yay (hilal) çizerek hareket etmesi ile her iki taraftan da ön kıvrıma yaparak kıvrıma işlemini gerçekleştirir (Şekil 3.62.). Yani malzemeyi çıkarıp ters taraftan tekrar sürmek gerekmez. Silindir makineleri konusunda en modern tasarımıdır [19].



Şekil 3.62. Ön Kıvrıma İşlemi (Alt Toplar Hareketli) [19]

Avantajları

- Malzemeyi çıkarmadan her iki taraftan ön kıvrıma yapabilme imkanı
- Hassas ön kıvrıma sayesinde dairesel kıvrılan parçalarda neredeyse düz uç bırakmaz (Kalan düz uç Malzeme kalınlığı x 2 katı'na düşer)

Konik kıvrıma uygunluk

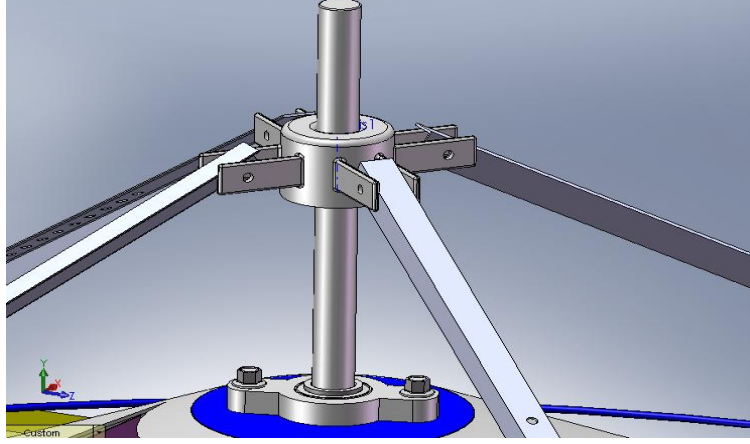
- Hem dar hem geniş çap kıvrımlara uygunluk
- İnce veya kalın malzemeyi kıvrabilir
- Tamamı hidrolik hareketli olarak imal edilmektedir.
- Kullanımı çok kolay ve bakım maliyetleri çok düşüktür.

Dezavantajları

- 20 mm üzeri kıvrıran makineler için temel yapıp makinenin zemine gömülmesi gerekir.

3.2.6. Mil Üzerindeki Kaydırıcının İşlevi

Sistemdeki boylayıcı halkaları tutmak için 4 adet köşebent ve bu köşebentlere hareket iletimini sağlayacak mil üzerinde kaydırıcı adını verdiğimiz bir iletim parçası bulunmaktadır (Şekil 3.63.).



Şekil 3.63. Kaydırıcının Köşebentlere Göre Konumu

Silindir üzerine köşebentleri tutacak ve hareket kabiliyetini sınırlayacak uzantı dediğimiz 8 adet parça karşılıklı aksel bir şekilde kaynatılmıştır. Uzantıların köşelerinin keskinliği kırmak için taşlama makinesi ile $R=5$ mm'lik paht kırılmıştır (Şekil 3.64.). Bu uzantılar 8.5 mm çapında karşılıklı olarak delinmiştir. Bu delikler M8 civata, pul ve somun bağlantıları ile sıkılarak köşebentler eş yükseklikte sabitlenmiştir.



Şekil 3.64. Kaydırıcı Üzerindeki Uzantıların Pahtının Kırılması

Köşebentlerin koni üzerinde açısını kolaylıkla değiştirebilmek için, kaydırıcı üzerinde 2 adet alt alta M10 cıvata deliği açılmış ve cıvata girdiği zaman bu kanal sonu mile degecek şekilde ayarlanmıştır. Böylece bu cıvataların sıkılması halinde kaydırıcı mil üzerinde istenilen yerde sabitlenecektir.

3.2.7. Boylayıcı Çemberlerin Köşebentlere Tutturulması

Belirli delikler için imal edilen çemberlerin hareketi için mil eksenine bağlanmış köşebentlere bir şekilde tutturulması gerekmektedir. Bu bağlantı elektrik ark kaynağı yardımıyla sağlanacaktır. 5/16 cıvatanın başı tornada kesilir ve somun yuvası üstte kalacak şekilde köşebent deliğinden geçirilerek çembere değdirilir. Çemberlerin altına eş yükseklikte kesilmiş tahta parçaları konularak, yükseltinin her yerde aynı olması sağlanır. Kaynak yapılırken koni üzerindeki straforun sıcaklıktan ve kıvılcımlardan erimesini engellemek için ise kaynak yerinin altına tahtadan bir tabla konulmasında yarar vardır. Elektrot eritilerek cıvatanın çembere kaynaması sağlanır (Şekil 3.65.).



Şekil 3.65. Çemberlerin Elektrik Ark Kaynağı ile Köşebentlere Tutturulması

Kaynatılan civatanın üstüne köşebent, üstüne pul ve somun ile bağlantısı sağlanmıştır. Kare profil yerine köşebent kullanılmasından dolayı somunlar fazla derecede sıkılmamalıdır, sadece boşluğu alınması yeterlidir (Şekil 3.66.). Aksi takdirde köşebentler sağa yatık bir hale gelebilir.

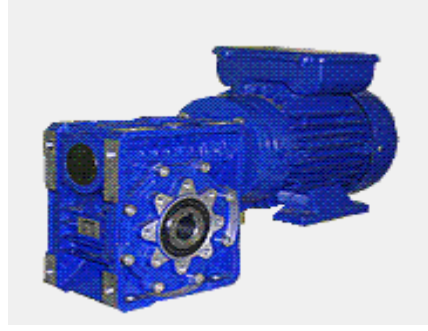


Şekil 3.66. Köşebentlerin 5/16 Bağlantı Somunlarının Sıkılması

3.2.8. Sonsuz Vidalı Redüktörler

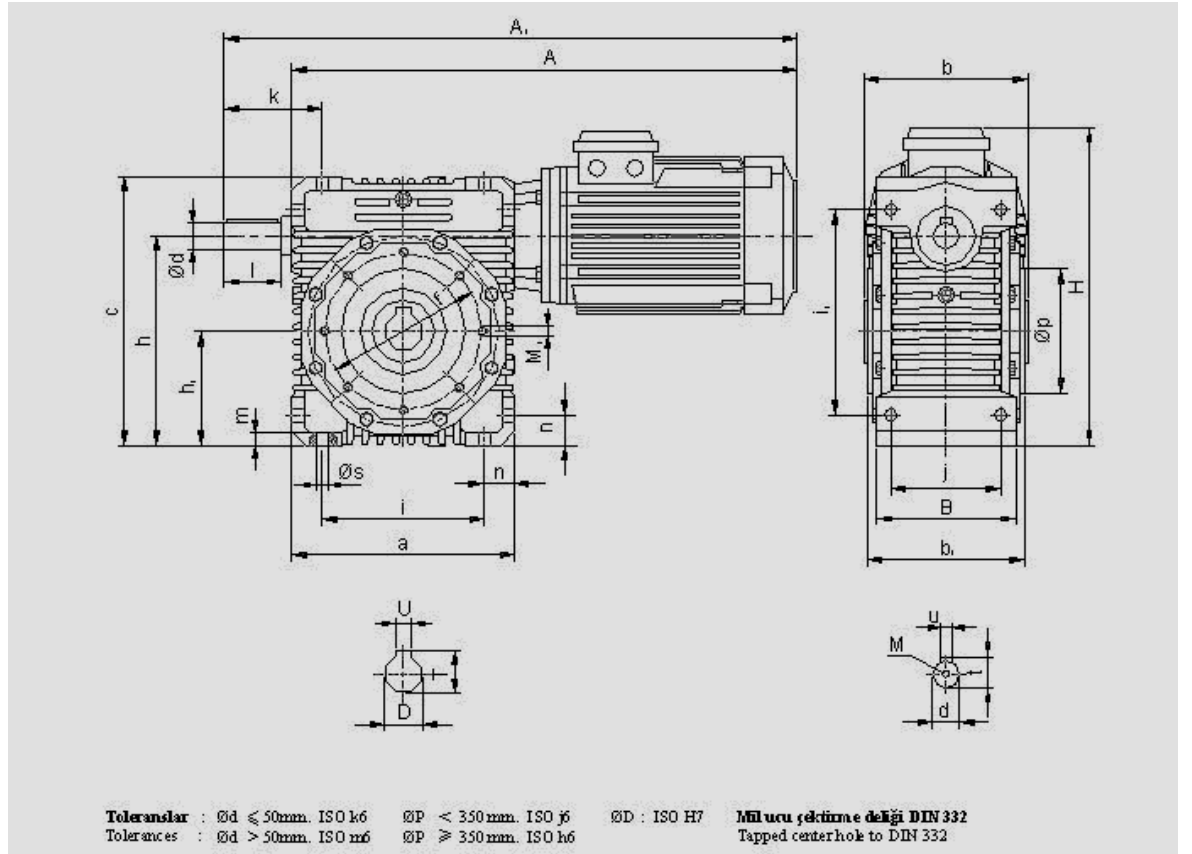
Dişli çarklardan oluşan güç ve hareket aktaran makine elemanlarıdır. Tarih boyunca mühendislerin, bilim adamlarının üzerinde sürekli uğraştığı mükemmel tasarımlardır.

Sonsuz vidalı redüktörler, bir vida ile somun çalışma prensibine göre hareket iletirler. Bu tip redüktörlerde giriş mili ile çıkış mili birbirine diktirler. Bazen aranan bir özellik olan bu durum konik dişli bağlantılarındaki gibi aynı düzlem üzerinde değildir. Bu nedenle giriş ve çıkış mili eksenleri birbirini kesmezler.



Şekil 3.67. Alüminyum Gövdeli Sonsuz Vidalı Redüktör [16]

Sistemin güç hesabından uygun olan motorlu Sonsuz Vidalı Redüktörün seçimi yapılır. 0.25 kw (0.34 hp) gücünde ve dakikada 24 d/dak çevirme hacmine sahip redüktör seçilerek sisteme montajı yapılmıştır. Teknik çizimleri ve ölçülendirilmesi redüktör katoluğundan alınarak Şekil 3.62.'de gösterilmiştir.

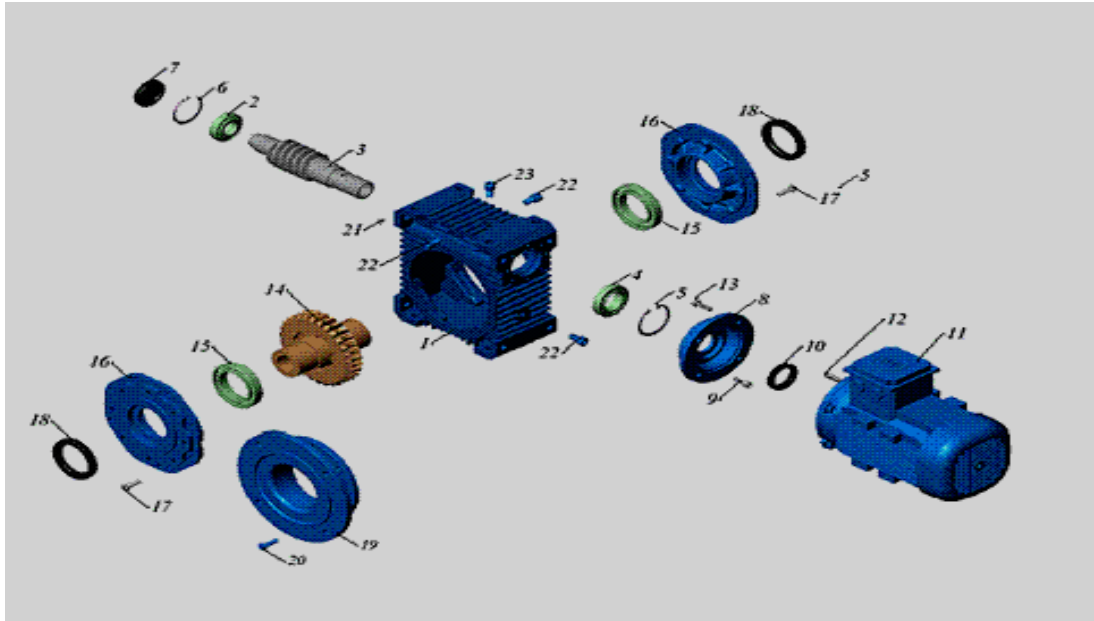


A	A1	a	B	bb1	c	d	D	u	U	t	T	l	fp	M1	-0,5h	-0,5h1	H	i1	j	k	m	n	M	s						
254	262	293	301	128	95	117	107	152	16	20	5	6	18,3	22,8	30	75	60	M6	113	63	182	191	79	110	75	62	6	23,5	M5	8,5

Şekil 3.68. Alüminyum Gövdeli Sonsuz Vidalı Redüktörün Teknik Çizimleri [16]

Sistem vida somun prensibi ile çalışması normal olarak ısı enerjisine dönüşen bir sürtünmeyi doğurur. Sonsuz vidalı redüktörlerin helis açısına göre verimliliğini gösteren grafik incelendiğinde, helis açısının büyüdükçe veriminin de arttığı ancak 45°'den sonra tekrar düşmeye başladığı gözlenir.

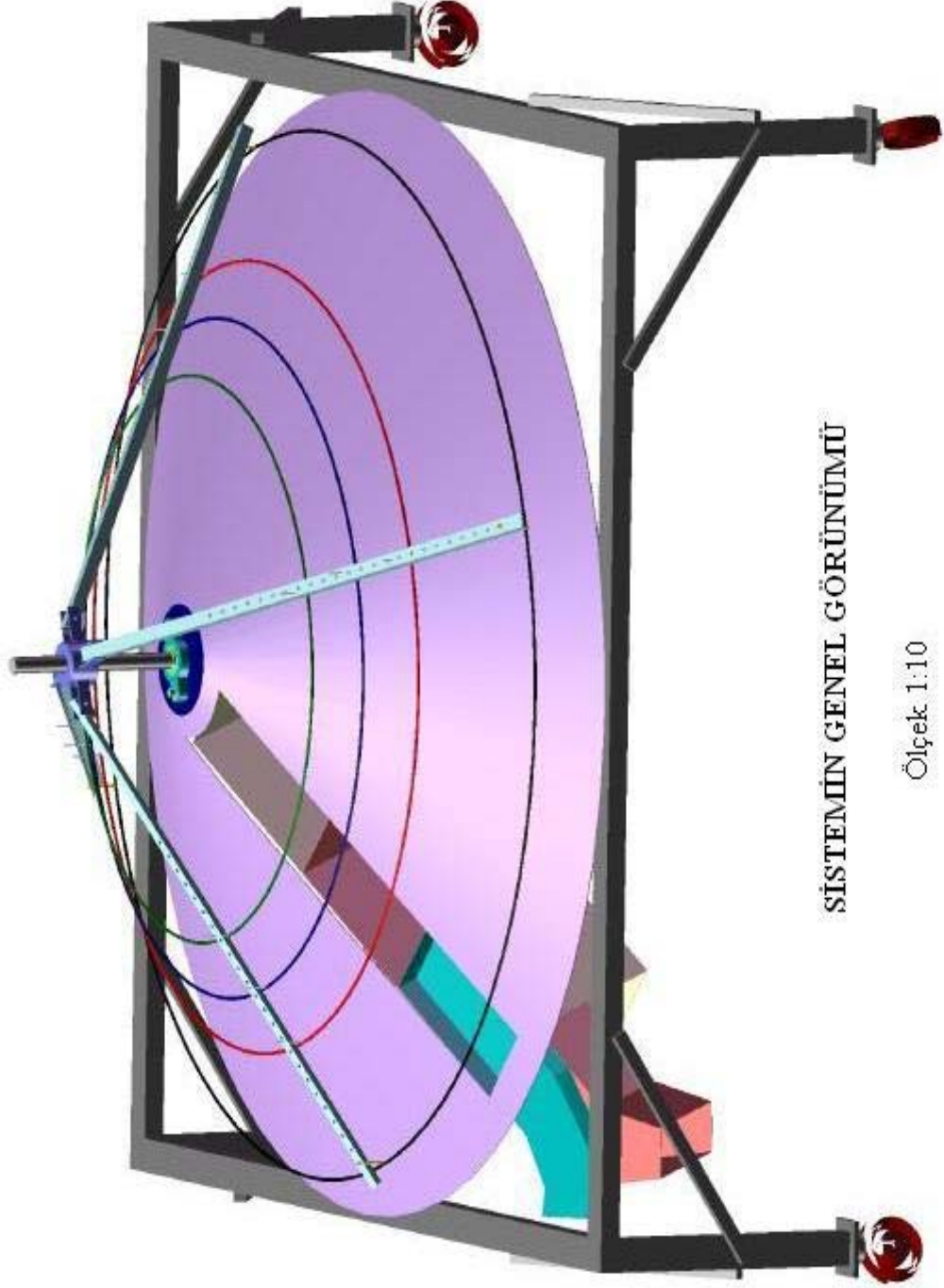
Sistemde kullanılan sonsuz vidalı redüktörlerde vida malzemesi DIN 16 MnCr5 olup sertleştirilip taşlanmıştır. Sonsuz vida çarkı malzemesi SnBz12 DIN1705'ten yapılmıştır. Parça detayları Şekil 3.69'da verilmiştir [16].



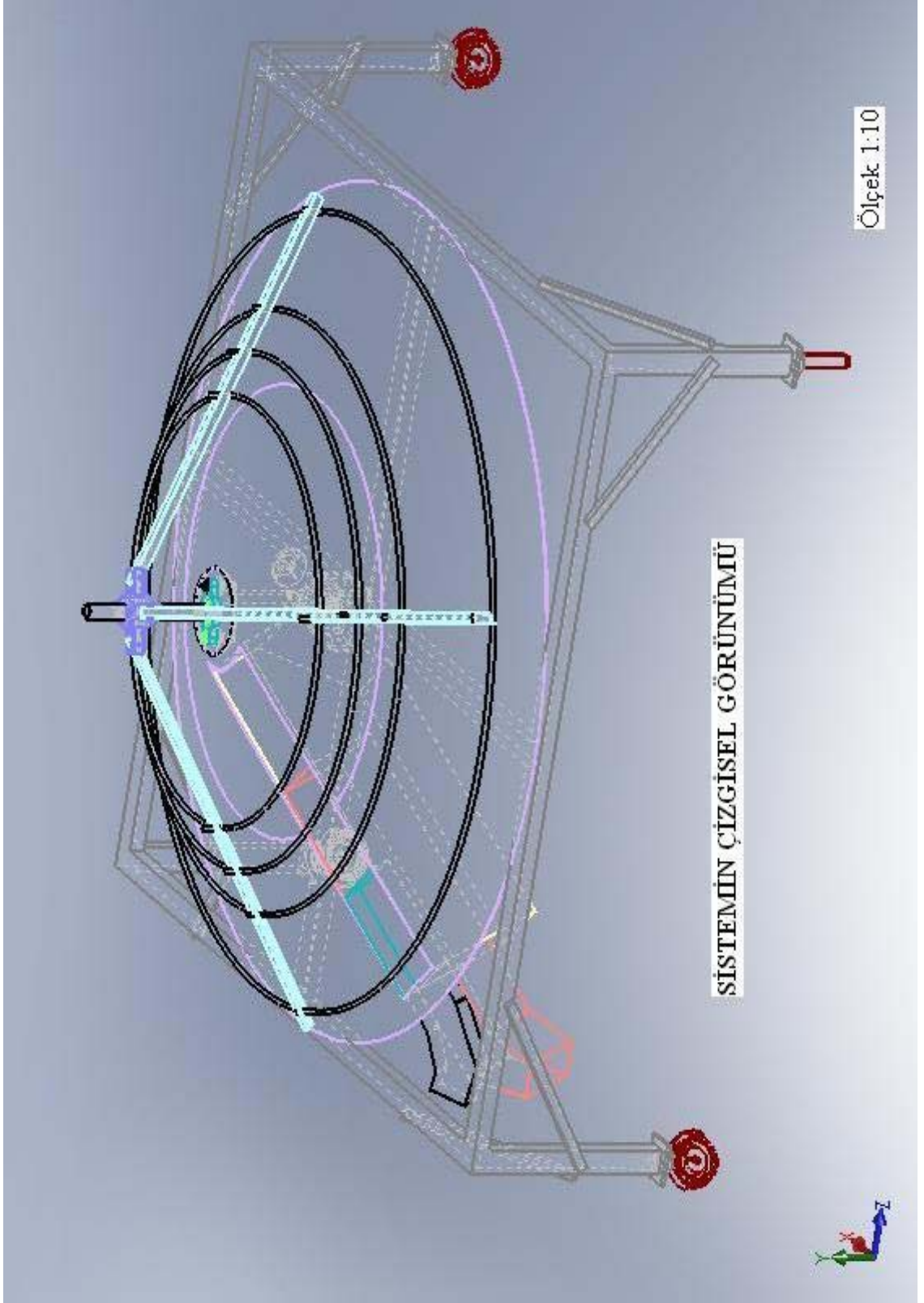
Şekil 3.69. Sonsuz Vidalı Redüktörün Parçaları [16]

1- Gövde	9- Cıvata	17- Cıvata
2- Rulman 10 mm	10- Keçe	18- Keçe
3- Sonsuz Vida	11- Motor	19- Flanş
4- Rulman 15 mm	12- Kama	20- Cıvata
5- Sekman	13- Cıvata	21- Yağ Seviyesi Cıvatası
6- Sekman	14- Sonsuz Vida Çarkı	22- Yağ Boşaltma Cıvatası
7- Tapa	15- Rulman 20 mm	23- Havalandırma Cıvatası
8- Motor Bağlantı Flanşı	16- Büyük Kapak	

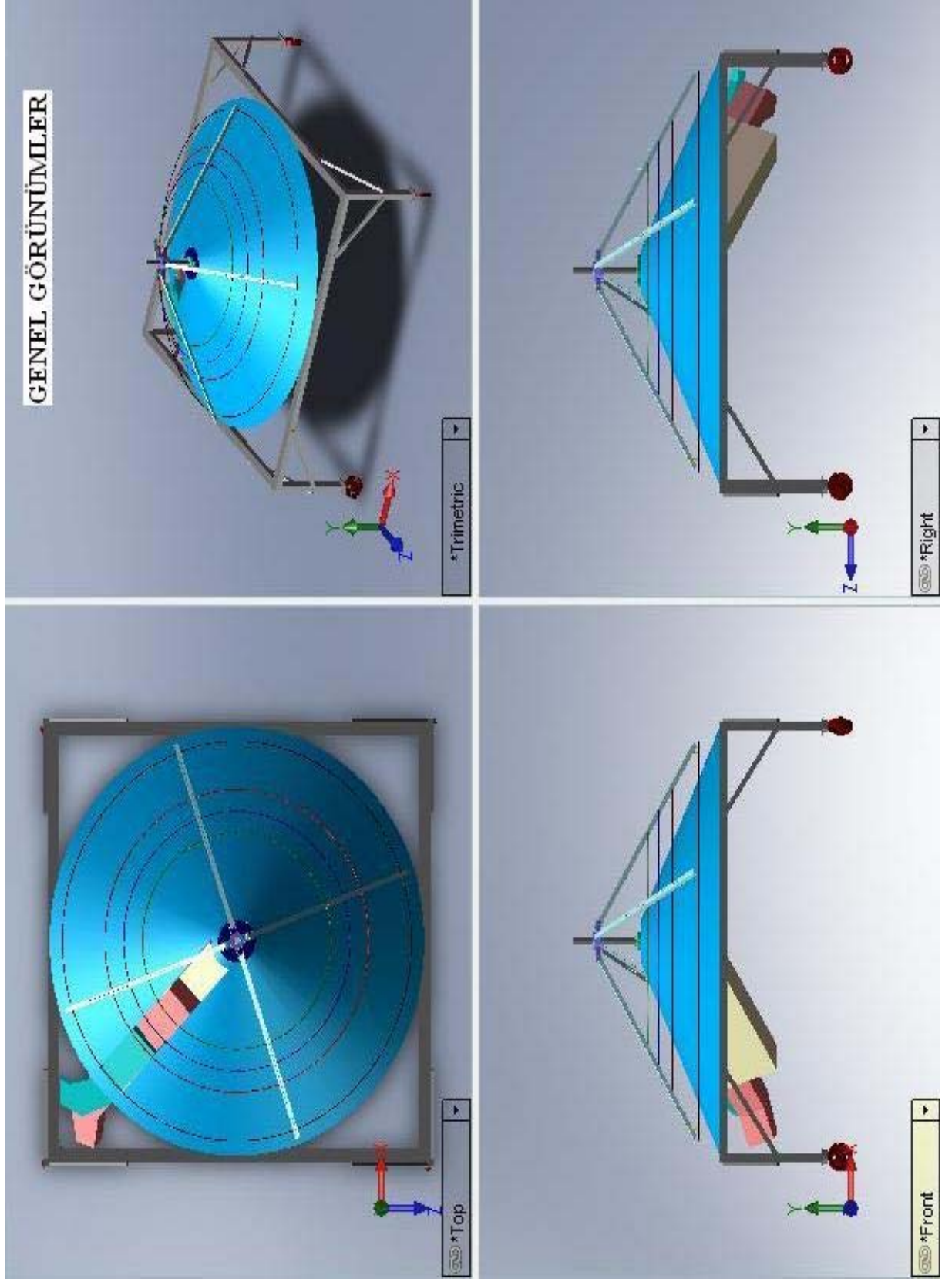
3.2.9. Teknik Çizimler



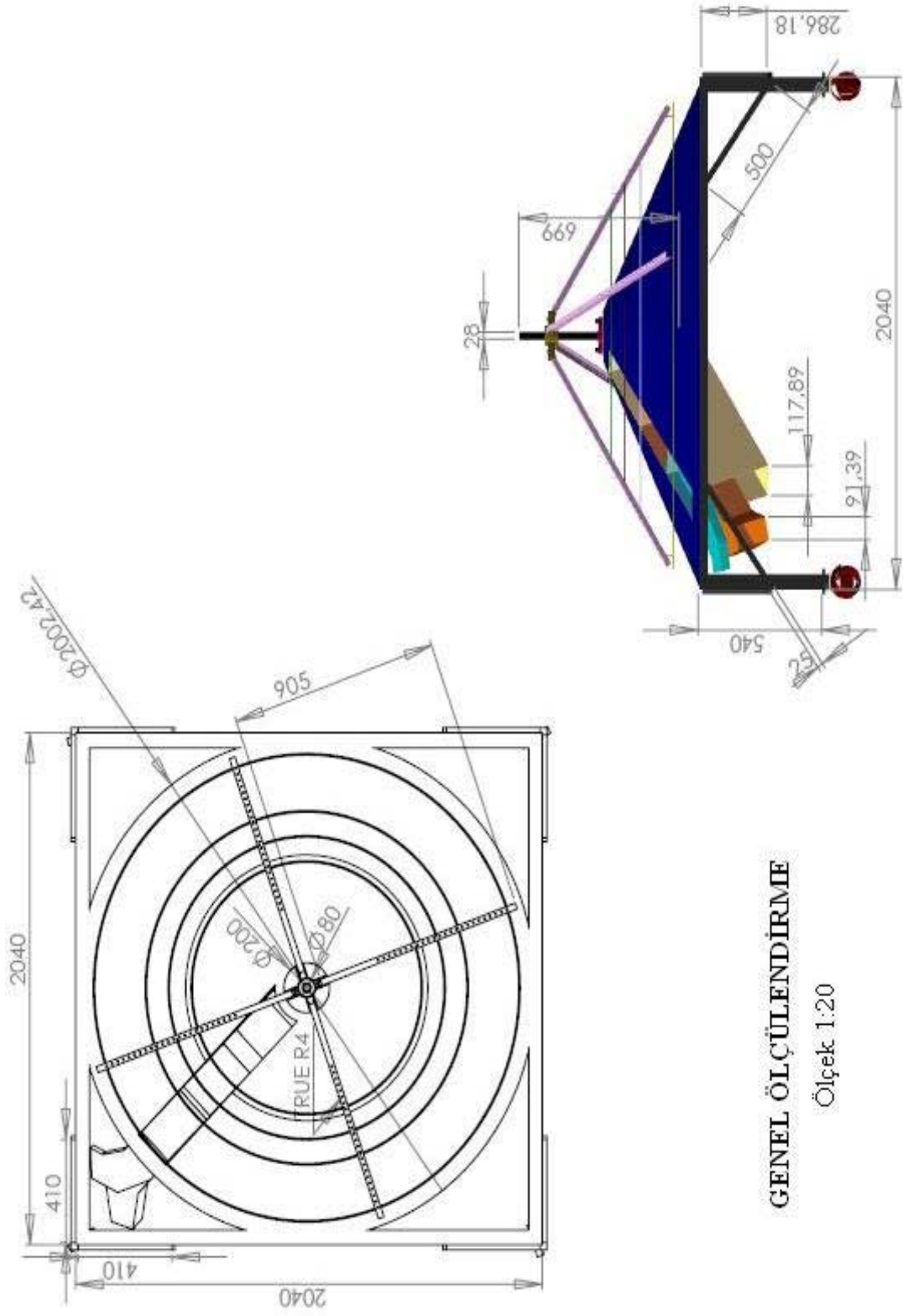
Şekil 3.70. Sistemin Genel Görünümü



Şekil 3.71. Sistemin Çizgisel Görünümü



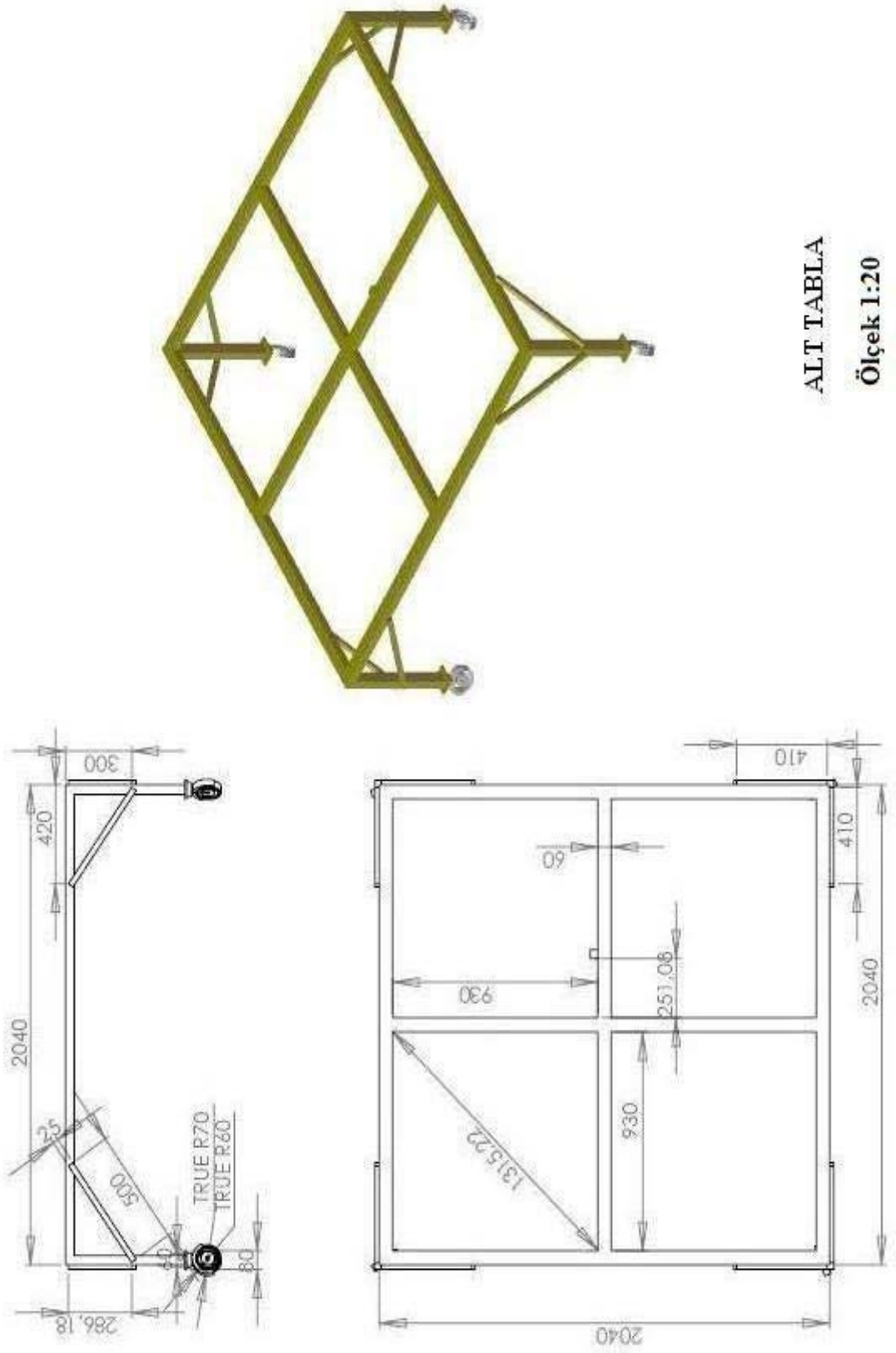
Şekil 3.72. Tekleştirme ve Boylama Makinesinden Görünümler



GENEL ÖLÇÜLENDİRME

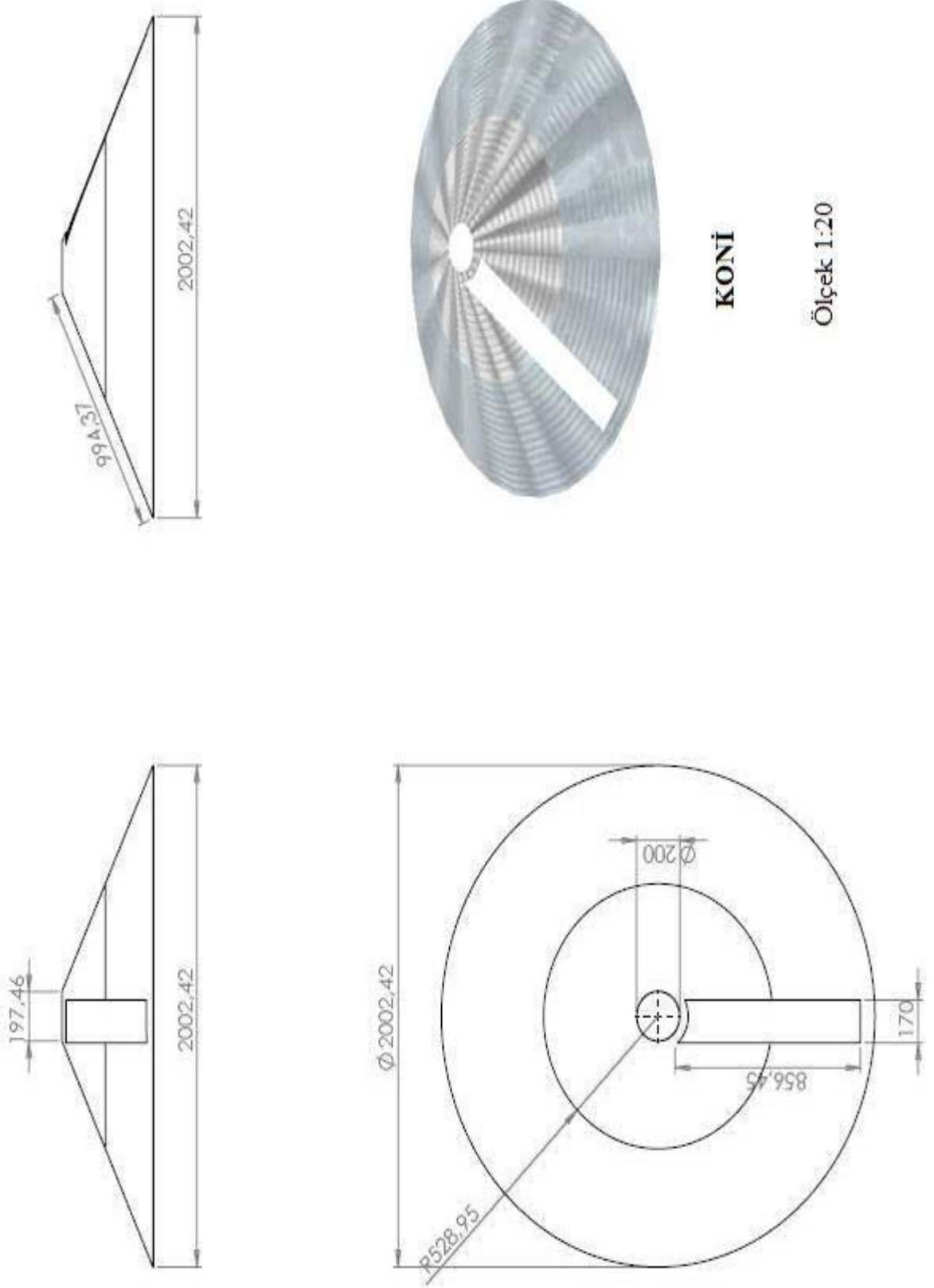
Ölçek 1:20

Şekil 3.73. Genel Ölçlendirme

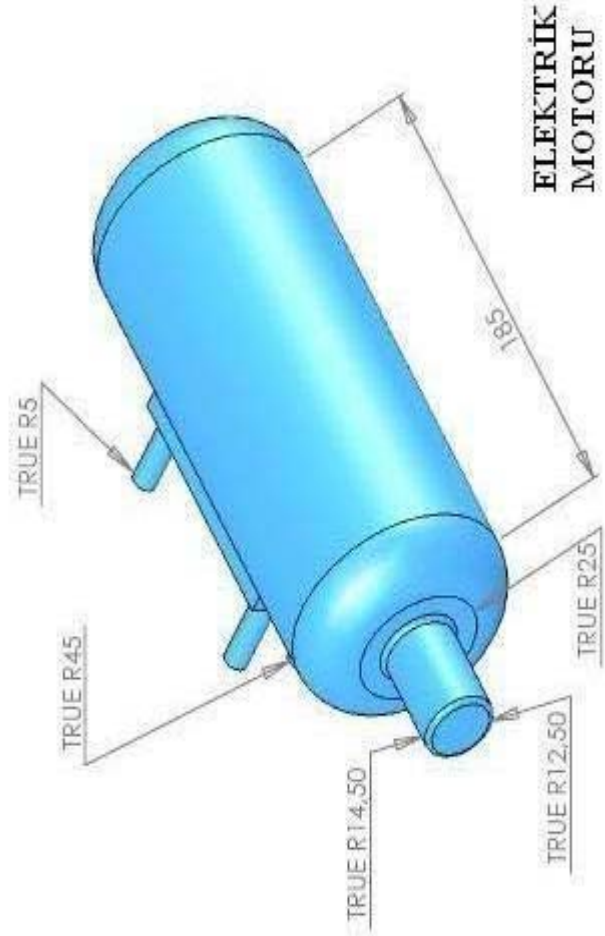
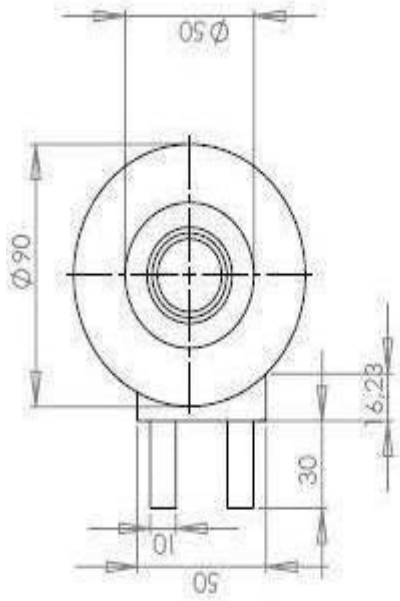
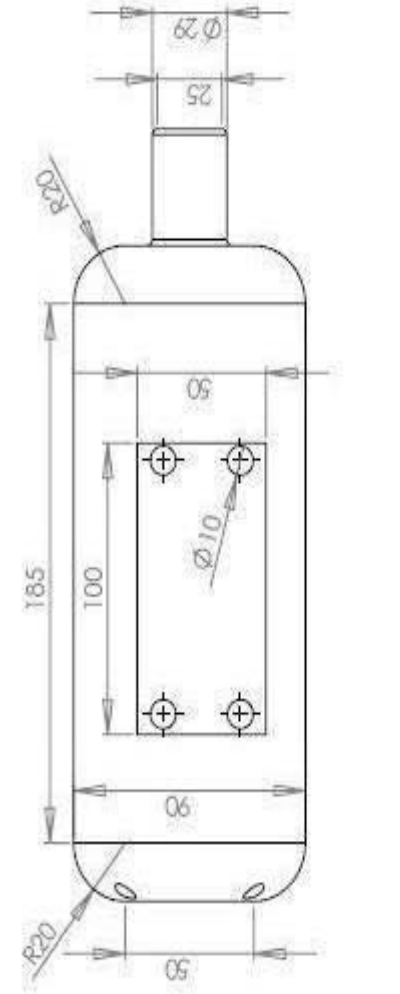


ALT TABLA
Ölçek 1:20

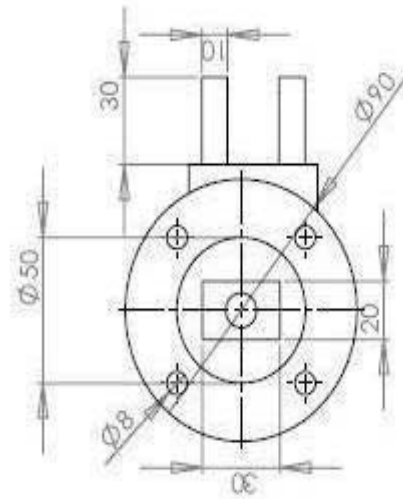
Şekil 3.74. Alt Tabla



Şekil 3.75. Koni

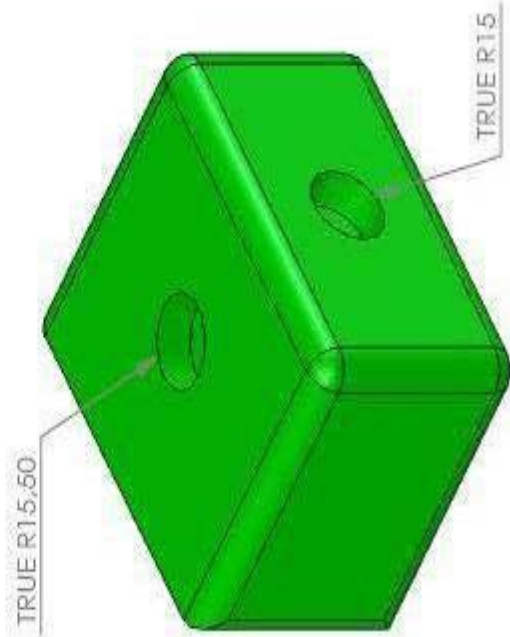
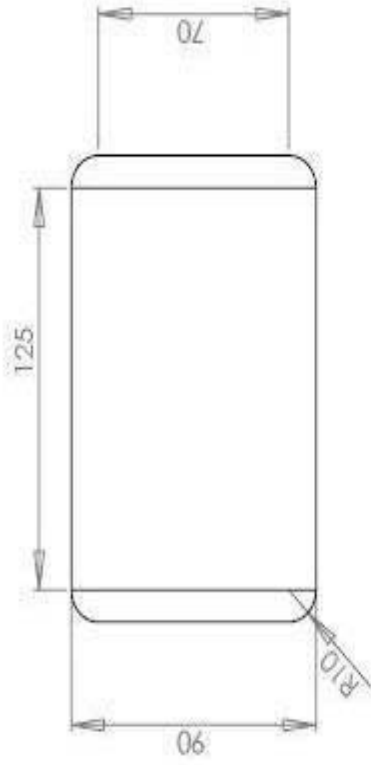


**ELEKTRİK
MOTORU**

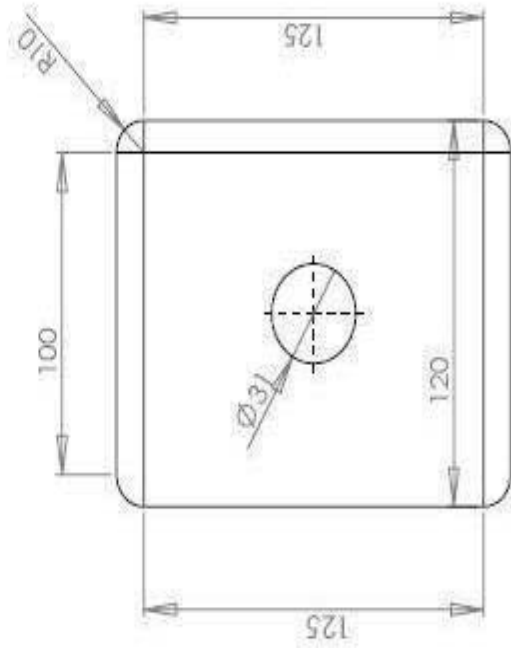
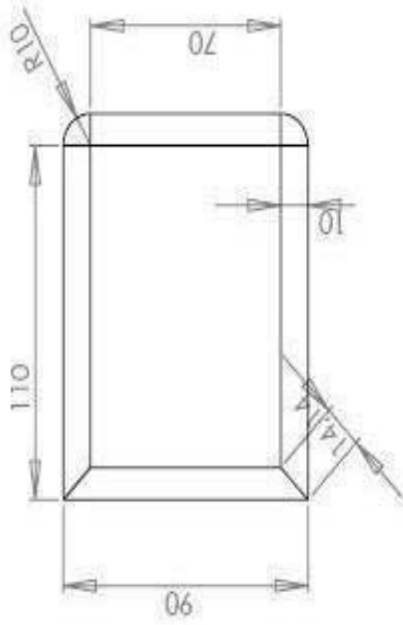


Ölçek 1:2

Şekil 3.76. Elektrik Motoru

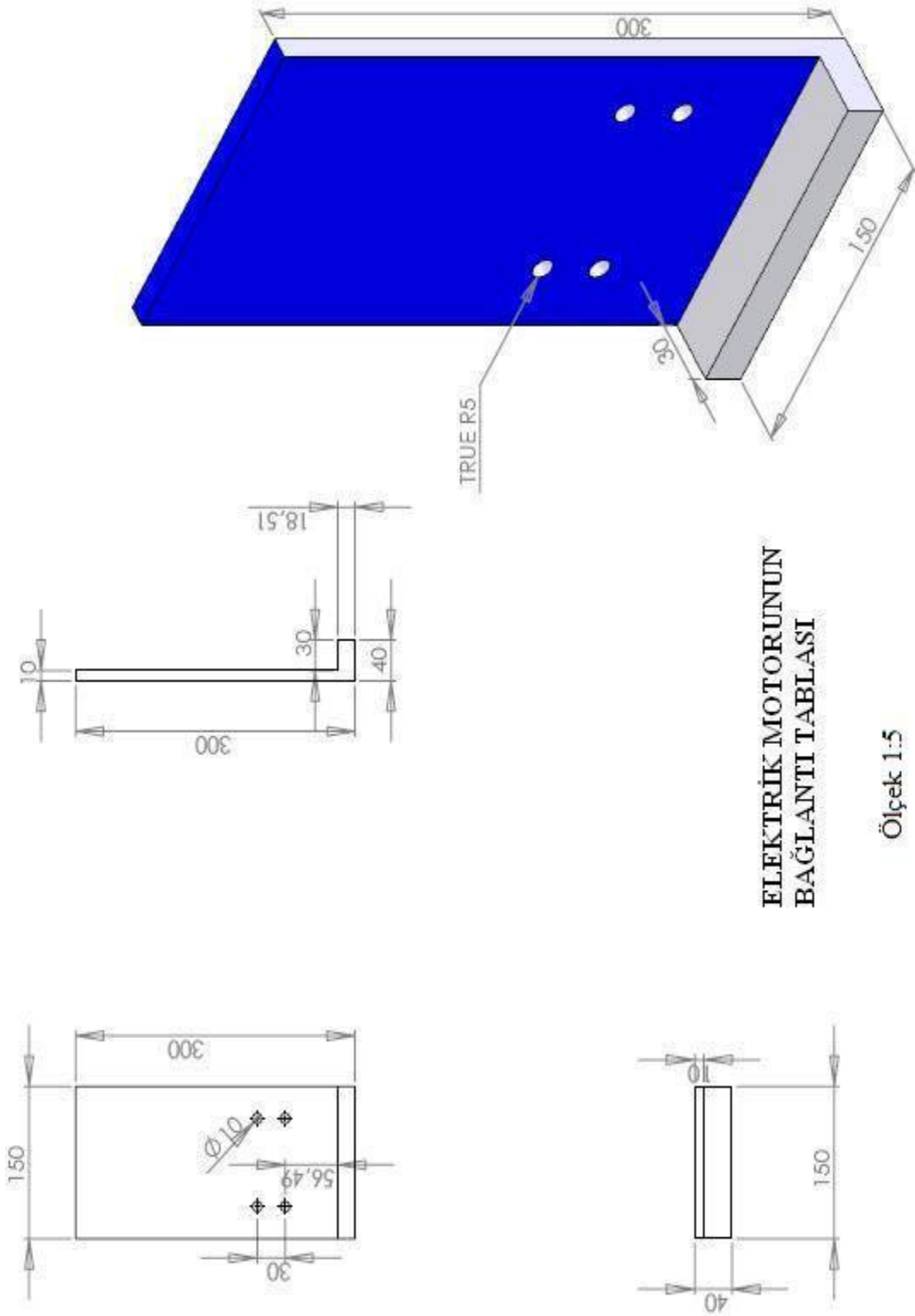


SONSUZ VIDALI REDÜKTÖR

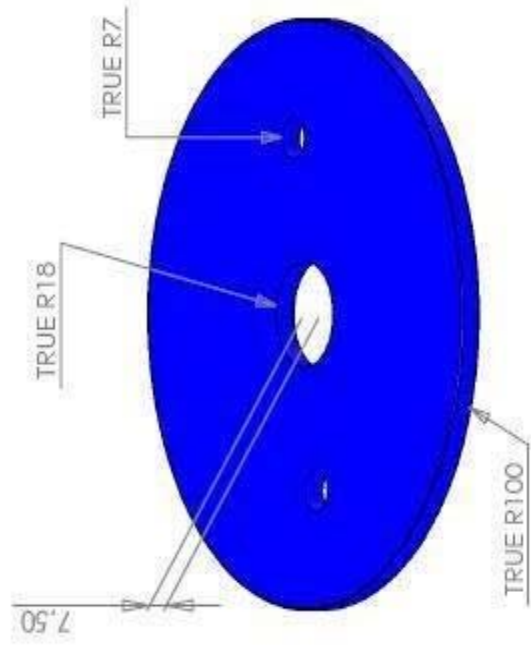


Ölçek 1:2

Şekil 3.77. Sonsuz Vidalı Redüktör

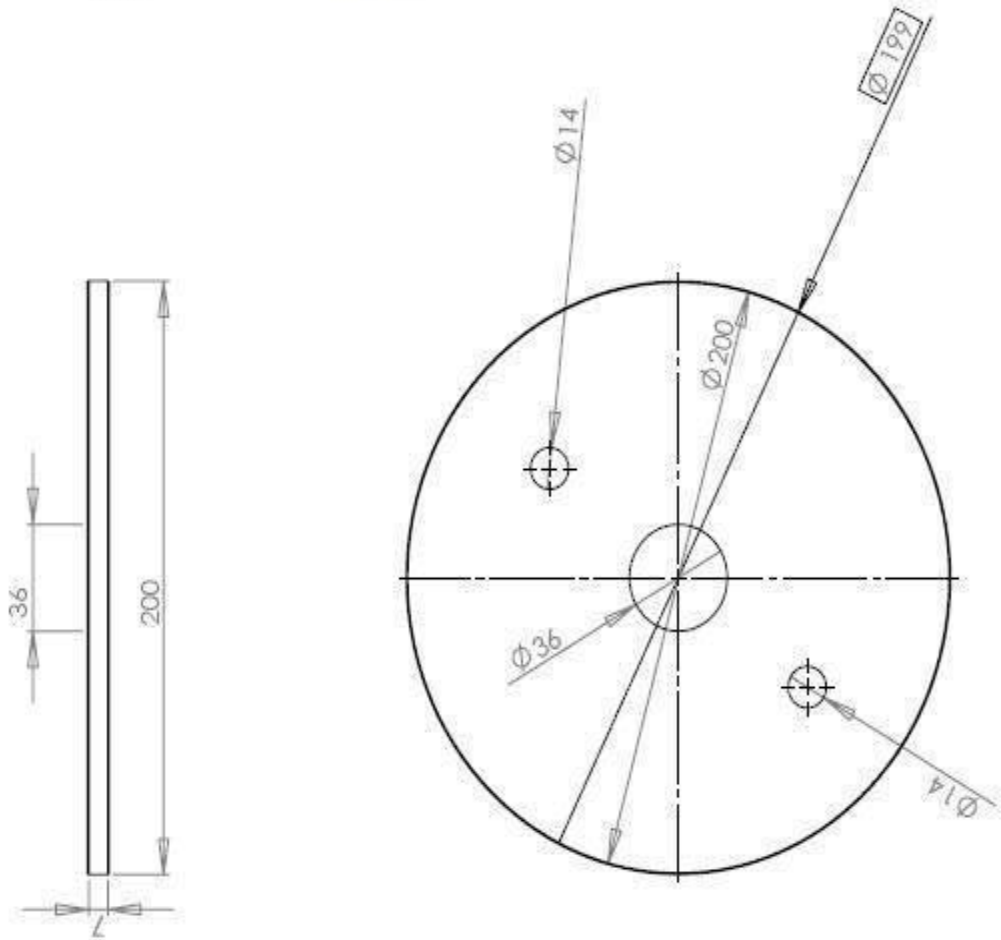


Şekil 3.78. Elektrik Motorunun Bağlantı Tablası

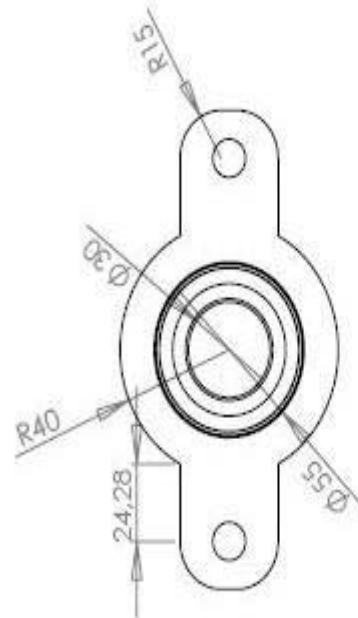
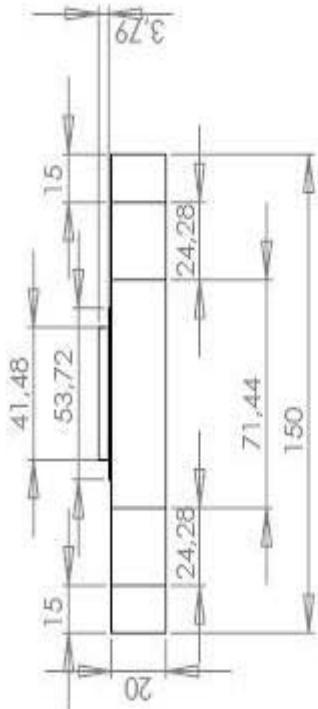
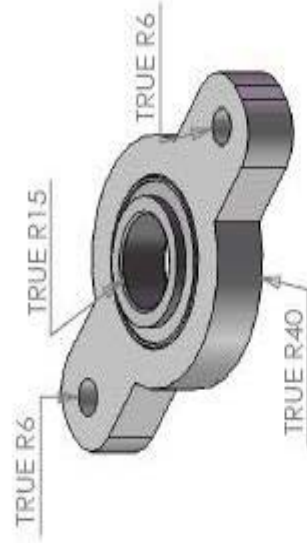
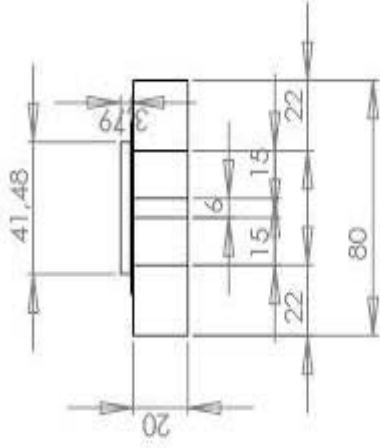


FLANŞ

Ölçek 1:2



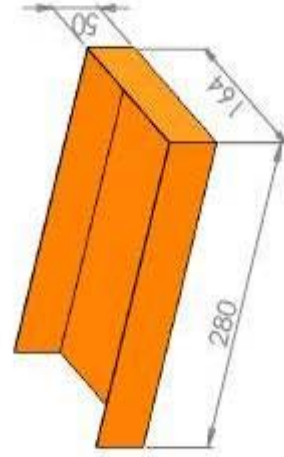
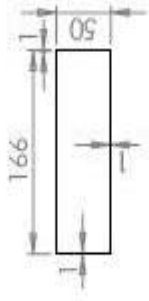
Şekil 3.79. Flanş



RULMANLI YATAK

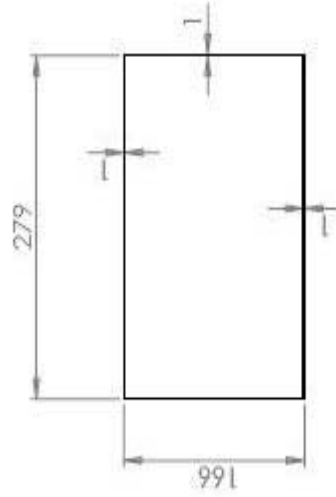
Ölçek 1:2

Şekil 3.80. Rulmanlı Yatak

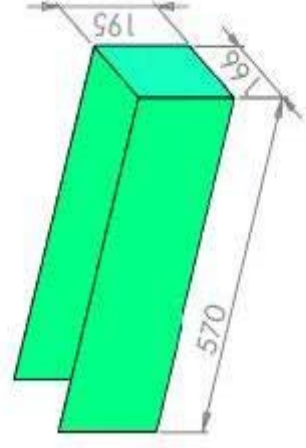
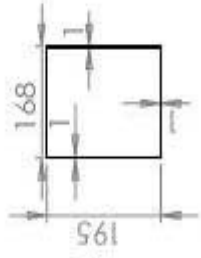


KÜÇÜK HAZNE

Ölçek 1:5

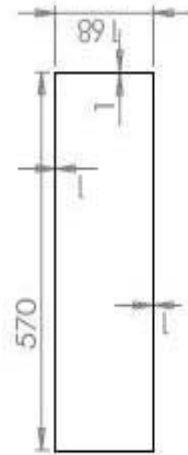
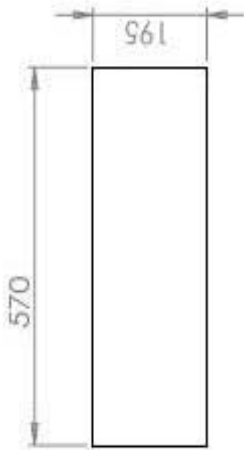


Şekil 3.81. Küçük Boylama Haznesi

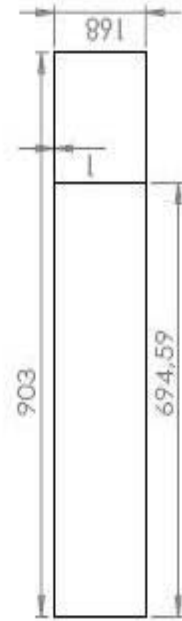
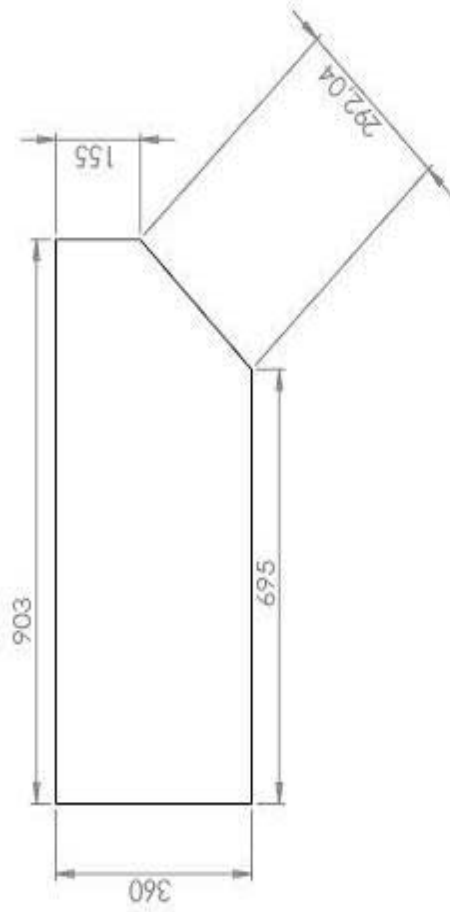
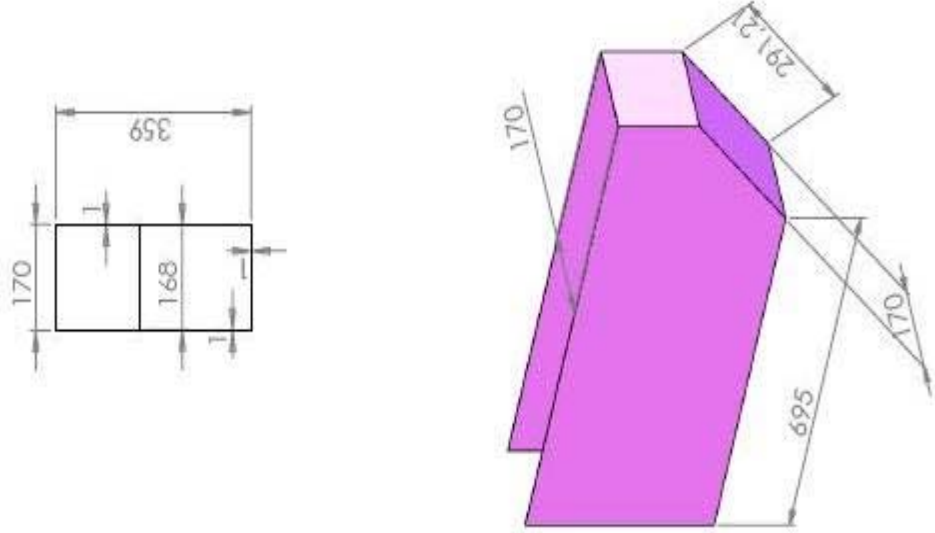


ORTA HAZNE

Ölçek 1:10

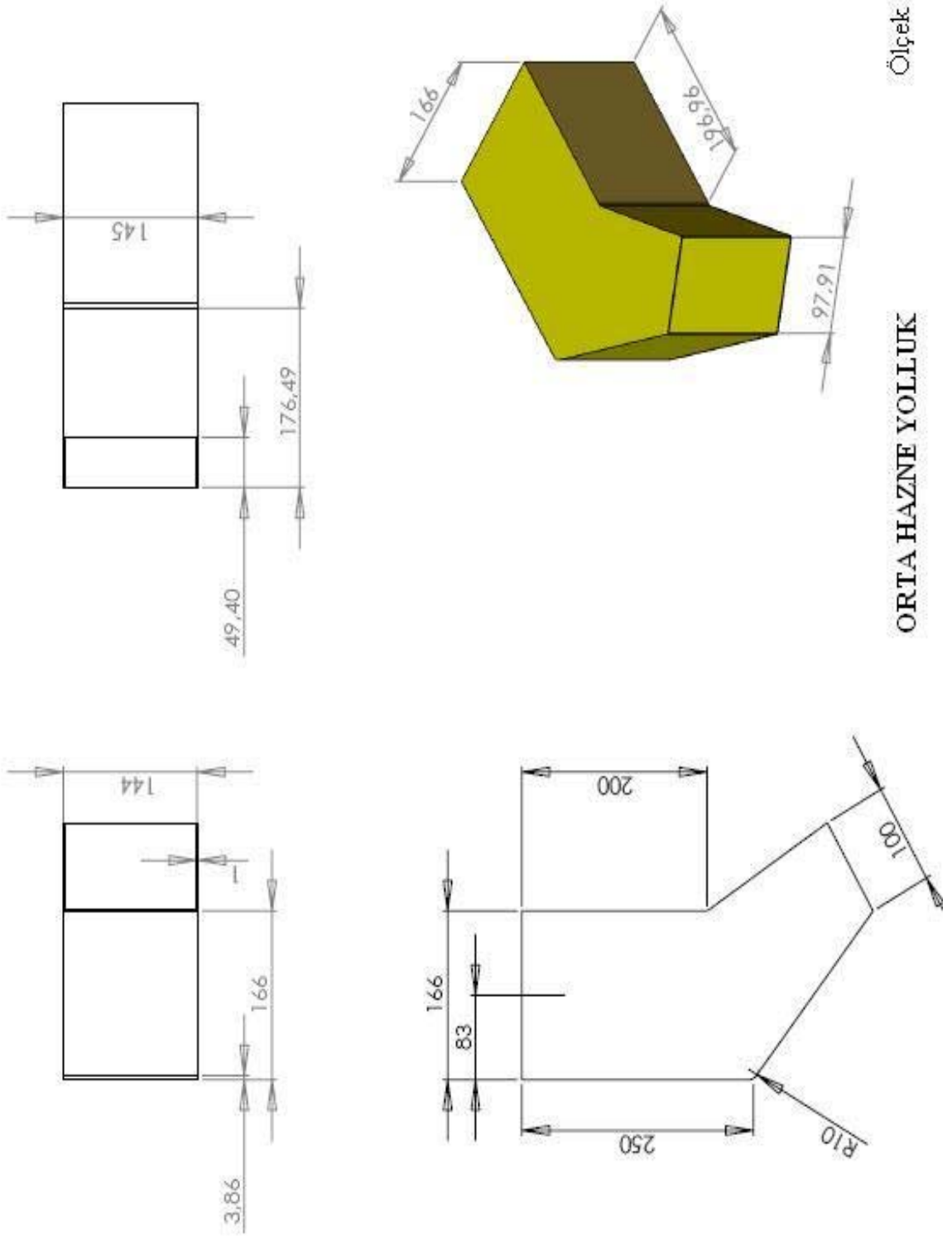


Şekil 3.82. Orta Boylama Haznesi



BÜYÜK HAZNE
Ölçek 1:10

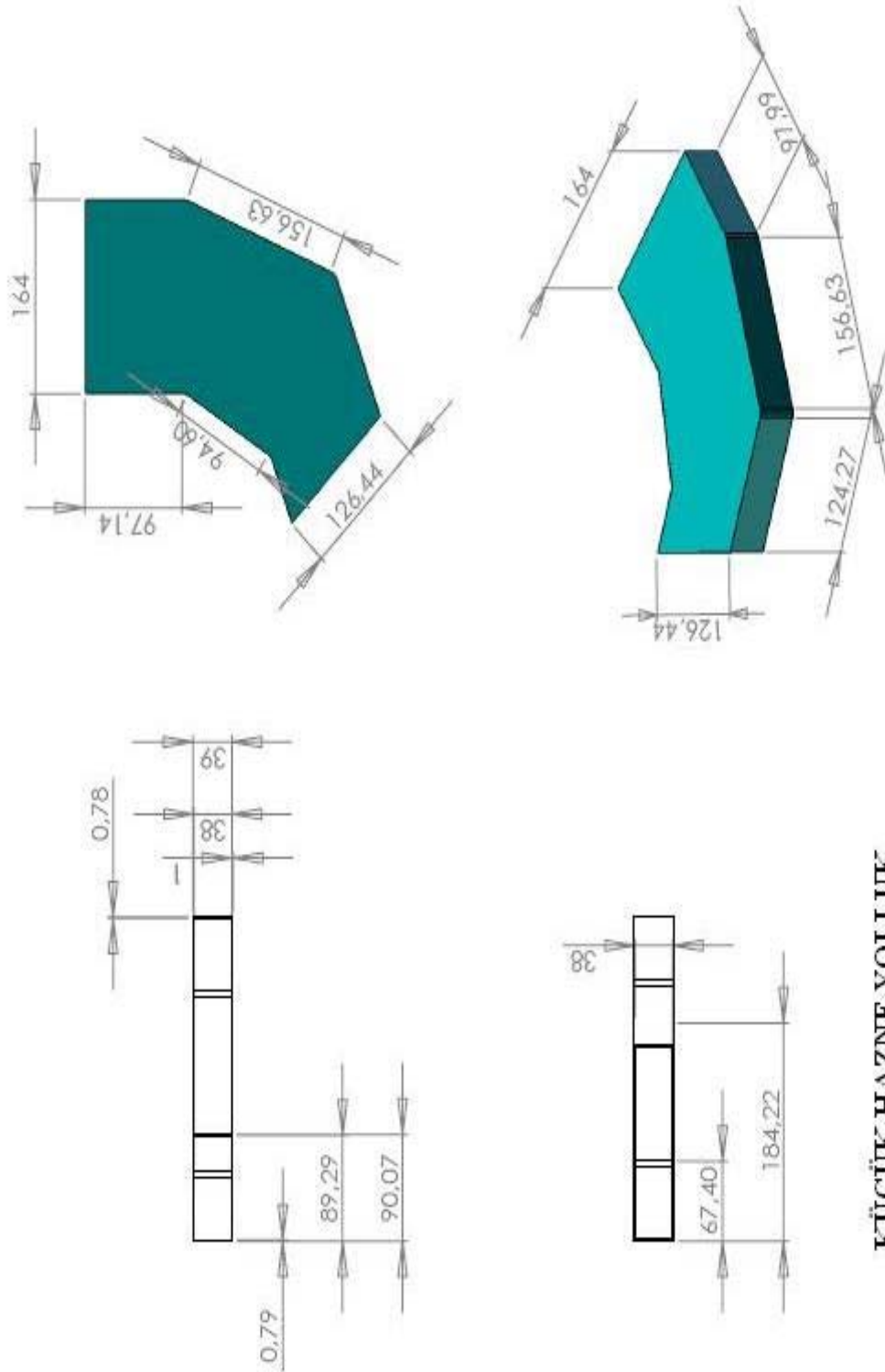
Şekil 3.83. Büyük Boylama Haznesi



Ölçek 1:5

ORTA HAZNE YOLLUK

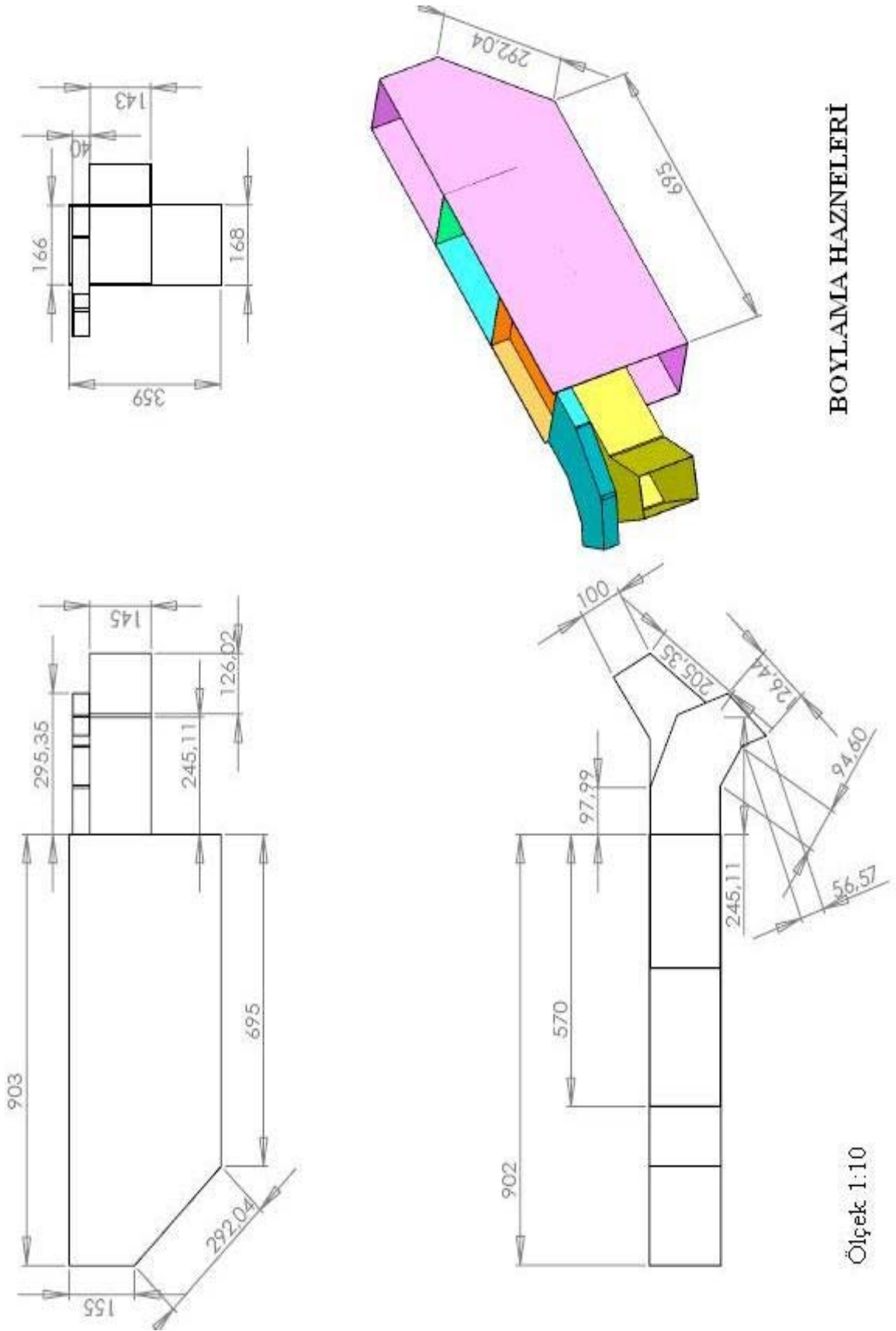
Şekil 3.84. Orta Haznenin Yolluğu



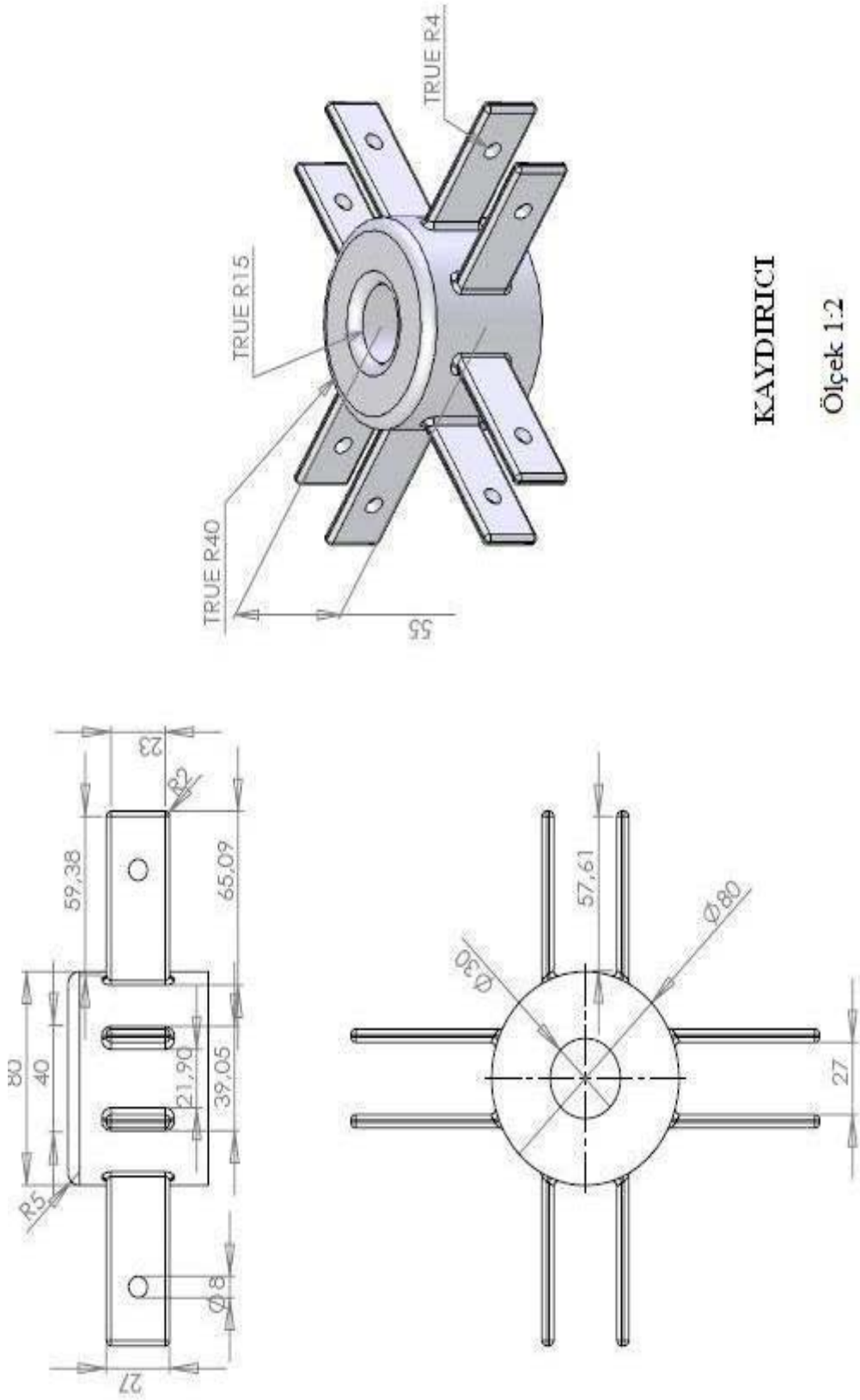
KÜÇÜK HAZNE YOLLUK

Ölçek 1:5

Şekil 3.85. Küçük Haznenin Yolluğu



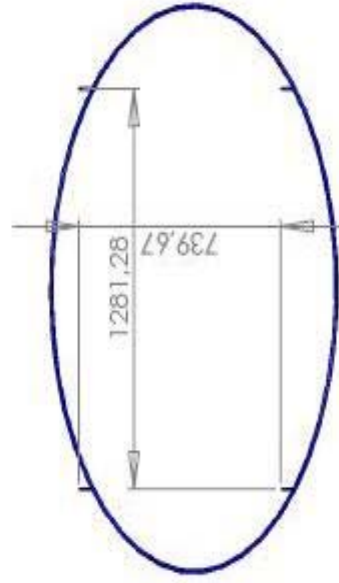
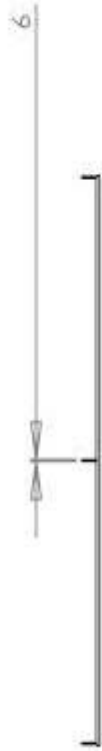
Şekil 3.86. Boylama Hazneleri



KAYDIRICI

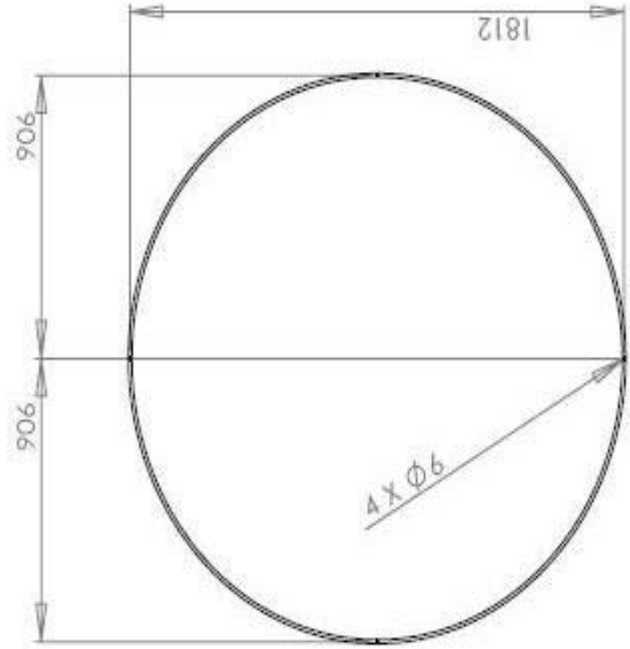
Ölçek 1:2

Şekil 3.88. Kaydırıcı Mekanizması

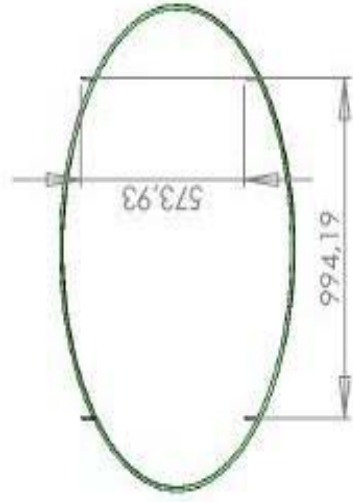


HALKA
Çap 1800 mm
Kalınlık 12 mm

Ölçek 1:20

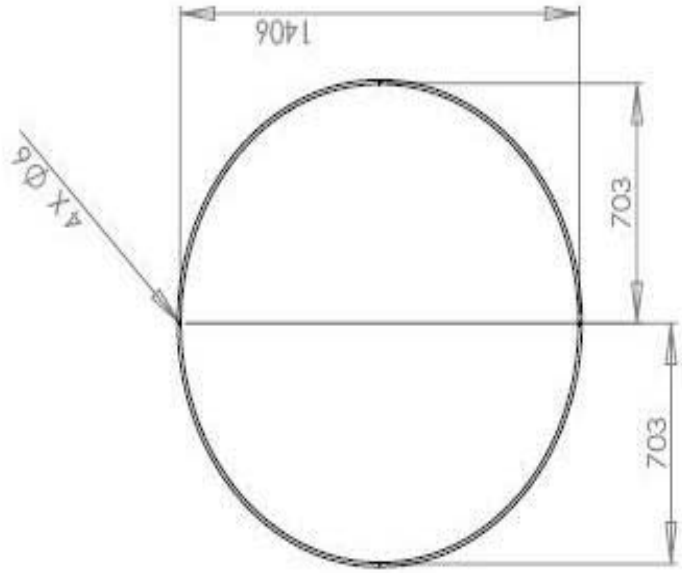


Şekil 3.89. Çap 1800 mm Halka

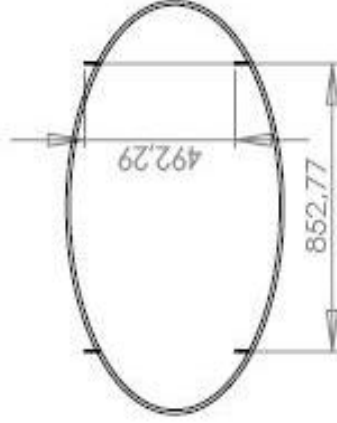


HALKA
İç Çap 1400 mm
Kalınlık 12 mm

Ölçek 1:20

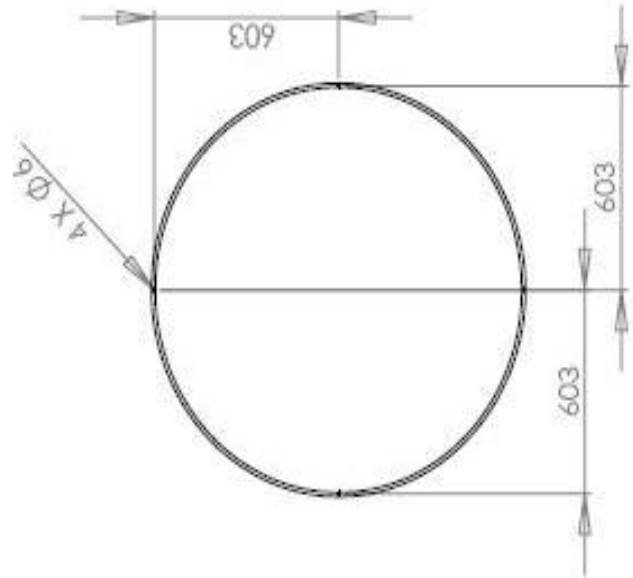


Şekil 3.90. Çap 1400 mm Halka

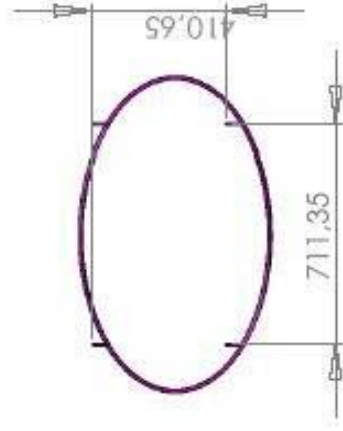
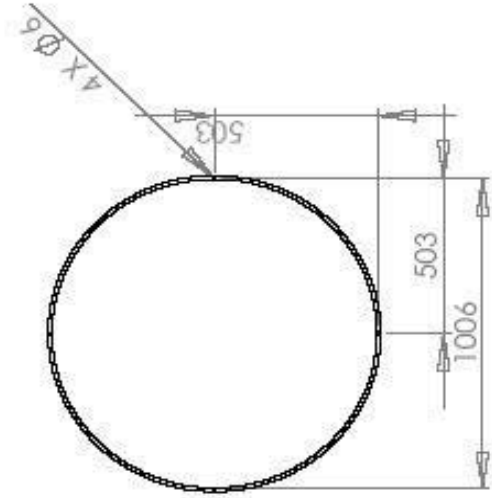


HALKA
İç Çap 1200 mm
Kalınlık 12 mm

Ölçek 1:20



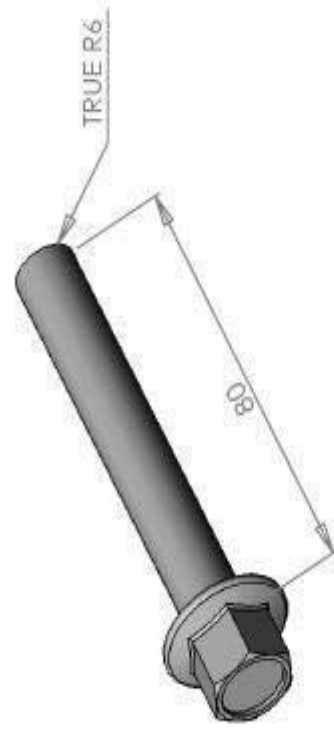
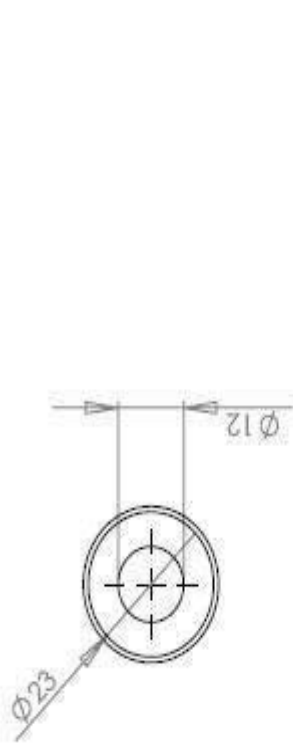
Şekil 3.91. Çap 1200 mm Halka



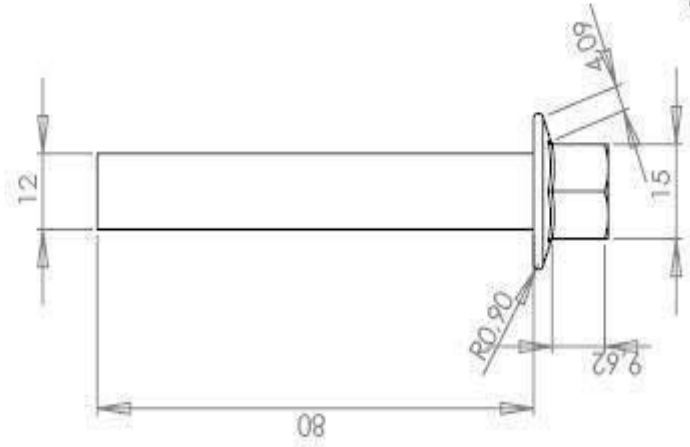
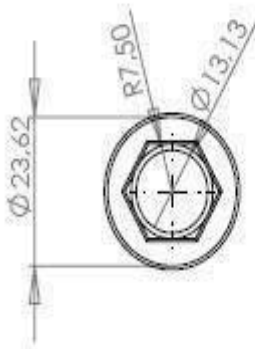
HALKA
İÇ ÇAP 810 mm
Kalınlık 12 mm

Ölçek 1:20

Şekil 3.92. Çap 810 mm Halka



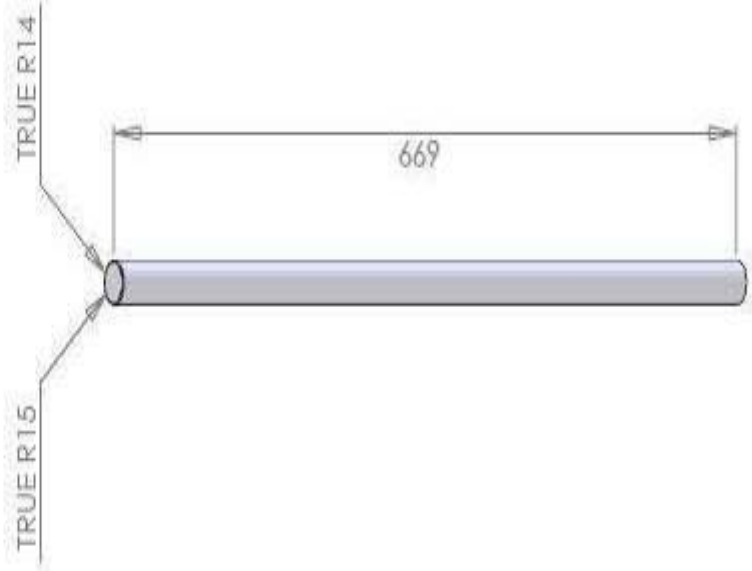
YATAĞIN BAĞLANTI CİVATASI
M12x80



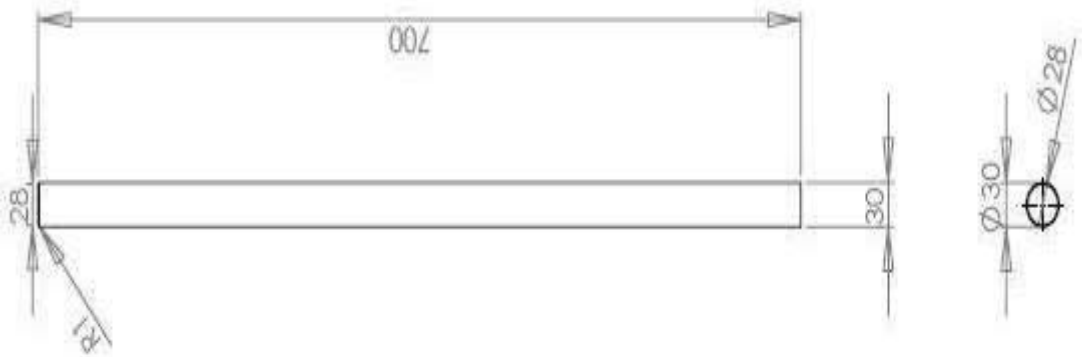
Ölçek 1:1

Şekil 3.93. Rulmanlı Yatağın Koniye Bağlantı Cıvatası

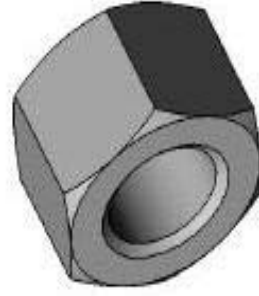
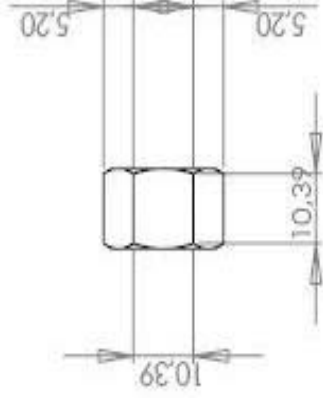
Ölçek 1:5



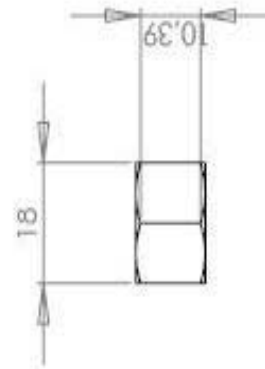
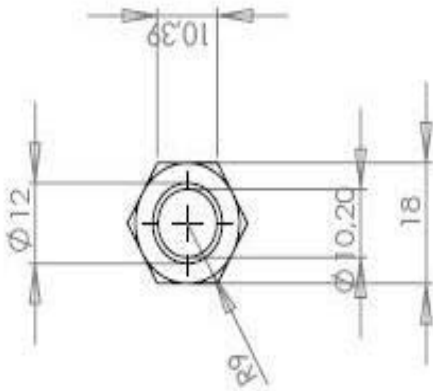
REDÜKTÖR MİLİ



Şekil 3.94. Redüktör Mili

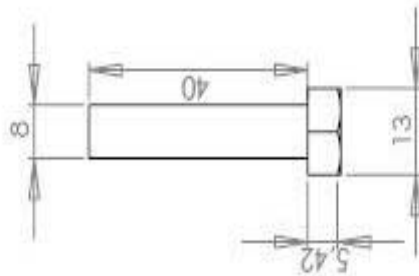
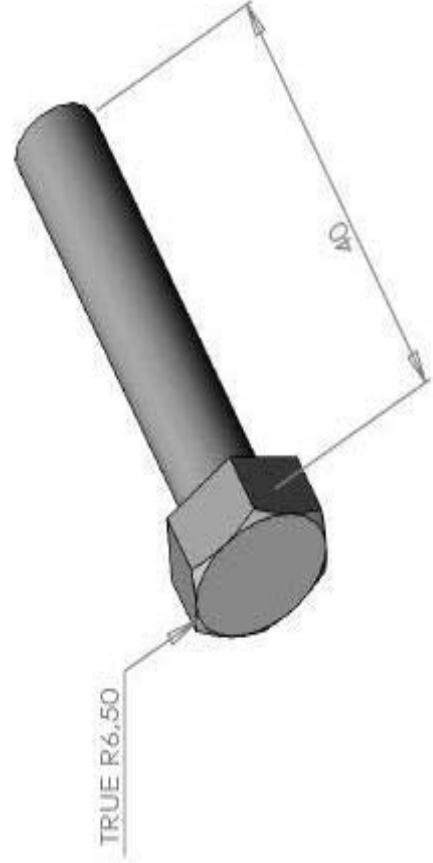
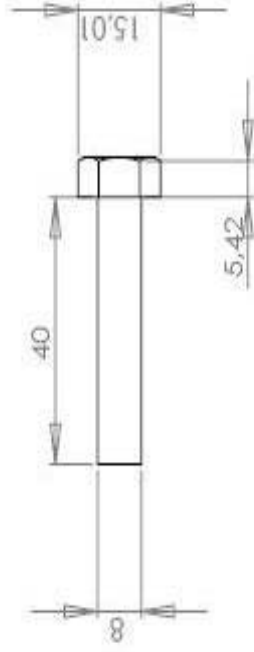


YATAĞIN BAĞLANTI SOMUNU
M 12x1.75 DN



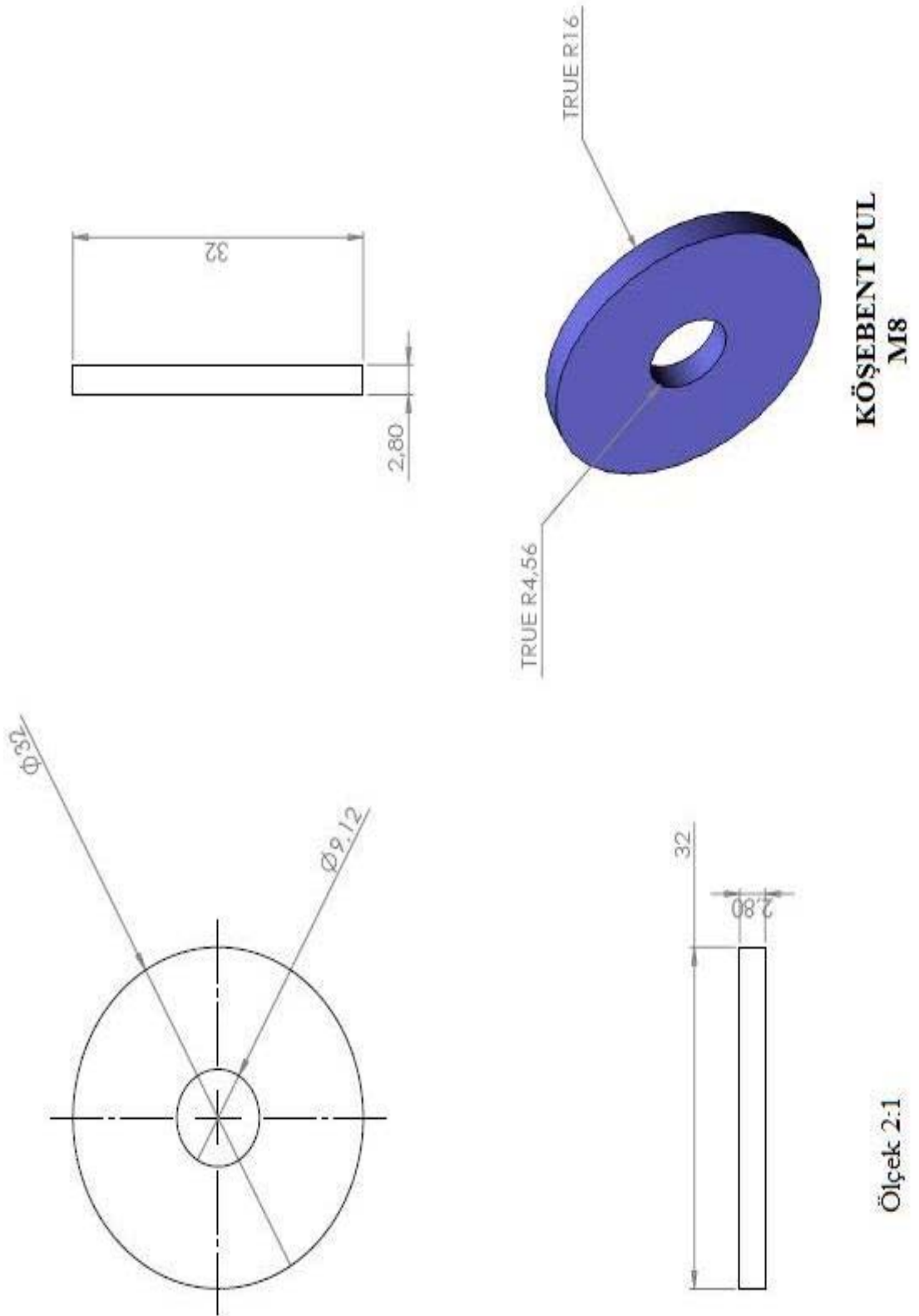
Ölçek 1:1

Şekil 3.95. Rulmanlı Yatağın Bağlantı Somunu

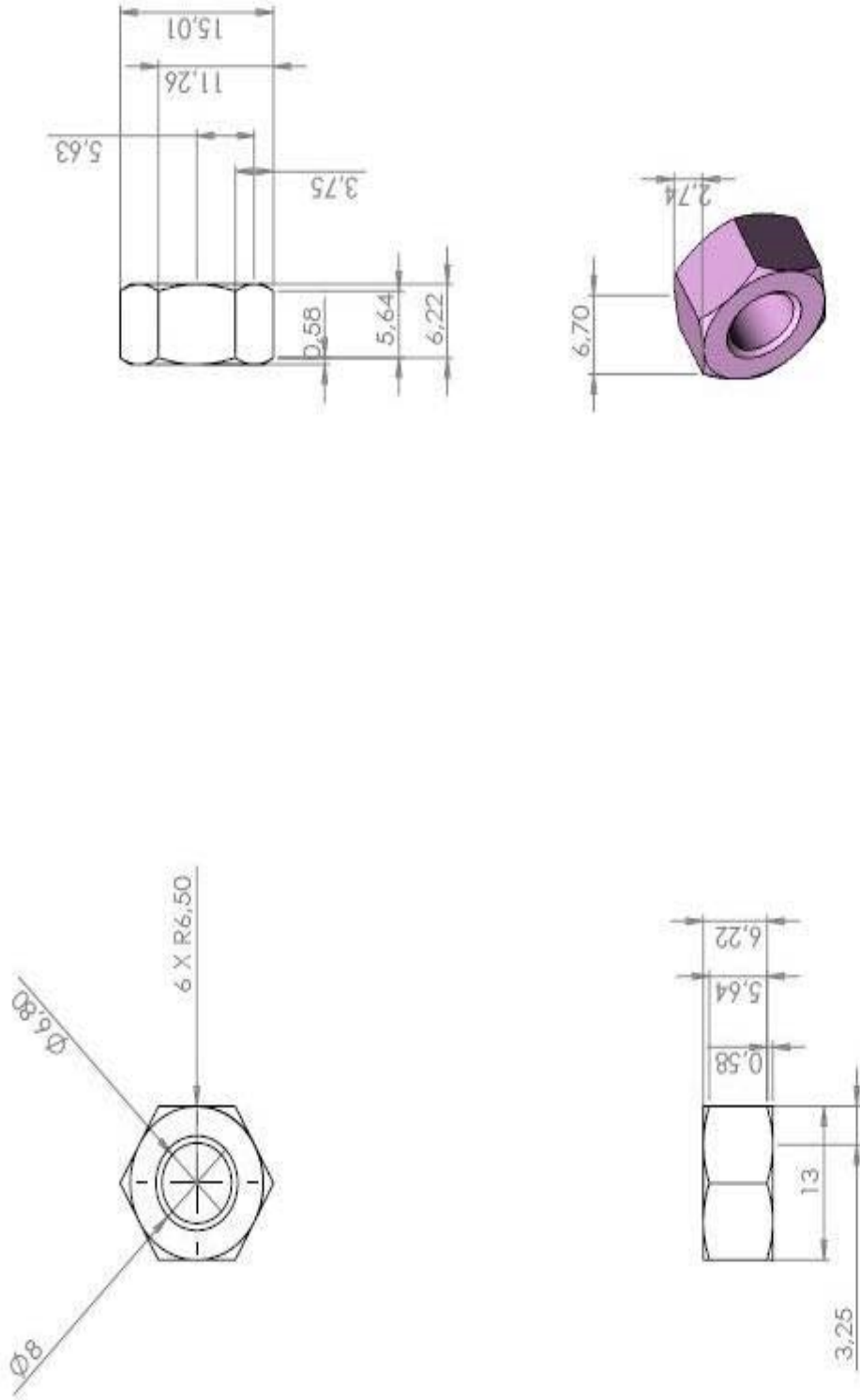


KÖŞEBENT CİVATA
M8 x1.25x40

Şekil 3.96. Köşebent M8 Bağlantı Cıvatası



Şekil 3.97. Köşebentin M8 Bağlantı Pulu



**KÖŞEBENTİN BAĞLANTI SOMUNU
M8x1.25- DN**

Ölçek 2:1

Şekil 3.98. Köşebentin M8 Bağlantı Somunu

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Makina imalatı tamamlandıktan sonra sıra bulgulara gelmiştir. Burada çeşitli boydaki ürünleri boylayabilmek için, istediğimiz ölçüdeki ürünler için saptadığımız çaptaki çember halkalar köşebentlerdeki uygun deliklere yerleştirilir. Köşebentleri çeviren mile bağlı kaydırıcı mekanizma, aşağı ve yukarı yönde ilerleyerek b açısını değiştirerek çaptaki değişimi sağlamaktadır. Kolaylıkla çap değişimi sağlandığı için istenilen çaptaki ürünler kolaylıkla ayarlanabilip, boylanabilmektedir. 20 mm'den 170 mm'e çapa kadarki küresel ürünler bu sistemde boyanma şansı bulmuştur.

Koninin eğim açısı değiştiği zaman ne kadar sıfıra yaklaşırsa, küresel ürünler koni üzerinden o kadar güzel bir hızda yuvarlanma gerçekleştirecek, çembere o denli yavaş bir hızda çarpacak, momentumu neredeyse sıfırlayacaktır. Ama bu açı ne kadar küçülürse de koni alt çapı o kadar büyüyecek, portatiflik açısından uygun olmayacaktır.

Ayrıca ayarlanabilir kaydırıcı mekanizma sayesinde kaydırıcı ile koni arası mesafede azaltılıp, artırılarak aradaki açı değiştirebilir, böylece kolaylıkla boylanacak çap ölçüleri de otomatikman değişecektir. Çaplara göre boylanan ürünlerin görünümü Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çaplara Göre Boylanan Ürünlerin Sistemdeki Görünümü

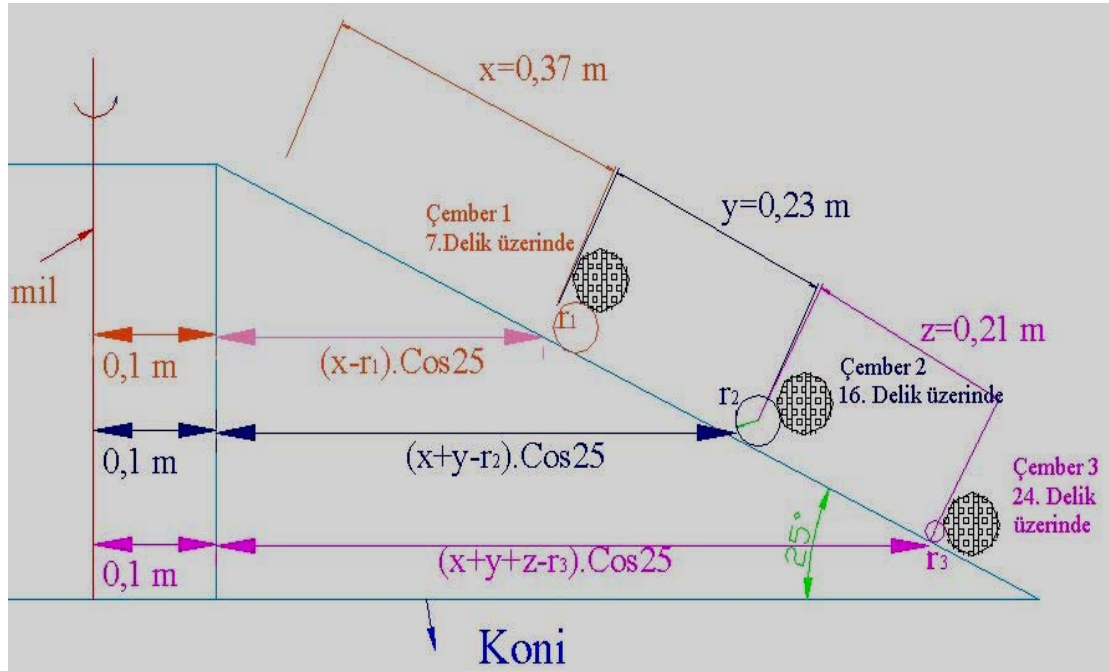
Deney Numuneleri

Çizelge 4.1. Boylanacak Ürünlerin Çap ve Ağırlıkları

Boylanacak Ürün	Ürün Çapı (m)	Ürün Ağırlığı (kg)
Nar	0,088	0,420
Tenis Topu	0,064	0,056
Beyaz Soğan	0,086	0,288
Hindistan Cevizi	0,126	0,518
Yeşil Elma	0,078	0,218

4.1. SİSTEMİN UYGUN DEVİR HESABI

Sistemde kullanılacak uygun redüktör devrini seçebilmemiz için koni yüzeyindeki aralıktan ürünlerin uygun hızda hazneye dökülmesi gerekmektedir. Çember ve kürelerin koni üzerindeki mile göre konumlarını veren gösterim Şekil 4.2. dir.



Şekil 4.2. Kürelerin Mile ve Çemberlere Göre Konumları

Mil devri yüksek ayarlandığı zaman bazı ürünler hazneyi atlayarak yeniden koni etrafında dönme hareketi yapacaklardır. Bunu engellemek için sistemde öncelikle uygun mil devri hızı seçilmelidir.

Denklem 3.25'i yeniden inceleyecek olursak:

b = Konideki ürünlerin yatay düşme aralığı (m)

h = Çember üzerindeki ürünün b aralığını geçerken maksimum düşeceği yükseklik (m)

q = Küresel cismin merkezi ile çemberi çeviren koninin merkezindeki mil eksenine olan mesafe (m)

ω = Koni merkezinden geçen ve çemberleri döndürmeye yarayan milin açısal hız ifadesi (rad/sn)

g = Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

$b = 0,17$ m

h = Sac kalınlığı + Strafor kalınlığı + Ürün çapı

$h = (4 + 10 + R)/1000$

$q = 0,1 + (Koni \text{ üzerinde aldığı yol} - \text{Ürün yarıçapı}) \times \text{Cos}25$

Çember 1'de boylanın ürünler için analiz yapacak olursak:

İlk çemberde çapından dolayı boylanarak büyük hazneye düşen ürünlerden biri nar meyvesidir.

Nar için:

$b = 0,17$ m

$h_1 = (4 + 10 + 88)/1000 = 0,102$ m(4.1)

$q_1 = 0,1 + (0,37 - 0,044) \cdot \text{Cos}25$ (4.2)

$$q_1 = 0,1 + 0,326 \cdot 0,906 = 0,395 \text{ m} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\omega_1 = \frac{b}{q_1} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h_1}} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\omega_1 = \frac{0,17}{0,395} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2 \cdot 0,102}} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$\omega_1 = (0,43) \cdot (6,93) \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\omega_1 = 2,98 \text{ rad/s} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$\omega_1 = 2,98 \cdot \frac{60}{2 \cdot \pi} = 28,45 \text{ d/dak} \dots\dots\dots(4.8)$$

Çember 2’de boylanana ürünler için analiz yapacak olursak:

İkinci çemberde çapından dolayı boylanarak orta hazneye düşen ürünlerden biri elma meyvesidir.

Elma için:

$$b = 0,17 \text{ m}$$

$$h_2 = (4 + 10 + 78) / 1000 = 0,092 \text{ m} \dots\dots\dots(4.9)$$

$$q_2 = 0,1 + (0,37 + 0,23 - 0,039) \cdot \cos 25 \dots\dots\dots(4.10)$$

$$q_2 = 0,1 + 0,508 = 0,608 \text{ m} \dots\dots\dots(4.11)$$

$$\omega_2 = \frac{b}{q_2} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h_2}} \dots\dots\dots(4.12)$$

$$\omega_2 = \frac{0,17}{0,608} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2,0,092}} \dots\dots\dots(4.13)$$

$$\omega_2 = 2,04 \text{ rad/s} \dots\dots\dots(4.14)$$

$$\omega_2 = 2,04 \cdot \frac{60}{2 \cdot \pi} = 19,48 \text{ dev/dak} \dots\dots\dots(4.15)$$

Çember 3 'de boylanana ürünler için analiz yapacak olursak:

Üçüncü çemberde çapından dolayı boylanarak küçük hazneye düşen ürünlerden biri de tenis topudur.

Tenis topu için:

$$b=0,17 \text{ m}$$

$$h_3=(4+10+64)/1000=0,078 \text{ m} \dots\dots\dots(4.16)$$

$$q_3=0,1+(0,37+0,23+0,21-0,032) \cdot \text{Cos}25 \dots\dots\dots(4.17)$$

$$q_3=0,1+0,705=0,805 \text{ m} \dots\dots\dots(4.18)$$

$$\omega_3 = \frac{b}{q_3} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h_3}} \dots\dots\dots(4.19)$$

$$\omega_3 = \frac{0,17}{0,805} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2,0,078}} \dots\dots\dots(4.20)$$

$$\omega_3 = 1,67 \text{ rad/s} \dots\dots\dots(4.21)$$

$$\omega_3 = 1,67 \cdot \frac{60}{2 \cdot \pi} = 15,95 \text{ dev/dak} \dots\dots\dots(4.22)$$

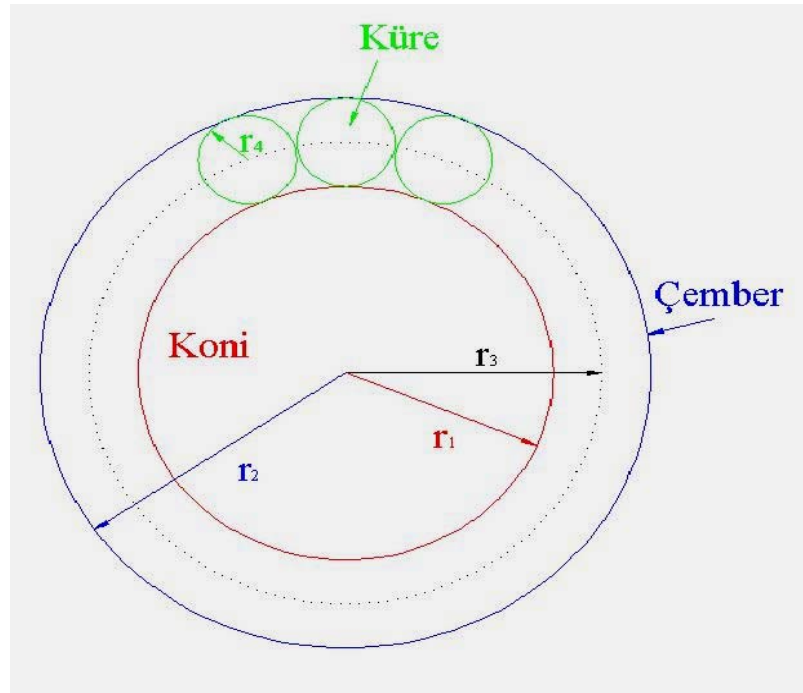
Sistemde boylanabilecek tüm ürünler için ait oldukları çemberler için analiz yapıp, uygun açısal hızları yukarıda olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$\omega_1 = 28,45 \text{ d/d} > \omega_2 = 19,48 \text{ d/d} > \omega_3 = 15,95 \text{ d/d}$$

Uygun redüktör devrini seçmemiz en uygun hızda mümkün olacaktır. Mil sistemde boylanacak tüm ürünler için güvenli bir devirde dönmelidir. Açısal hızları karşılaştırdığımızda en uygununun $\omega_3 = 15,95 \text{ d/d}$ olduğunu görürüz. O halde mil hızımız bu değerin altında herhangi bir değerde verimli bir şekilde dönebilir.

Piyasadaki redüktör devirleri trifaze motorlar için en düşük 24 d/d olmakla beraber sistemimizin düzgün çalışabilmesi için elektrik motorunun çıkışına devir ayarlayıcı konulmalıdır. Bu ayarlayıcılar genelde redüktör devrinin % 40'ına kadar mil devrini artırıp, azaltabilmekle görevlidir.

4.2. SİSTEM ÜZERİNDEKİ ÜRÜN SAYISININ BULUNMASI



Şekil 4.3. Çaplara Göre Boylanan Ürünlerin Sistemdeki Görünümü

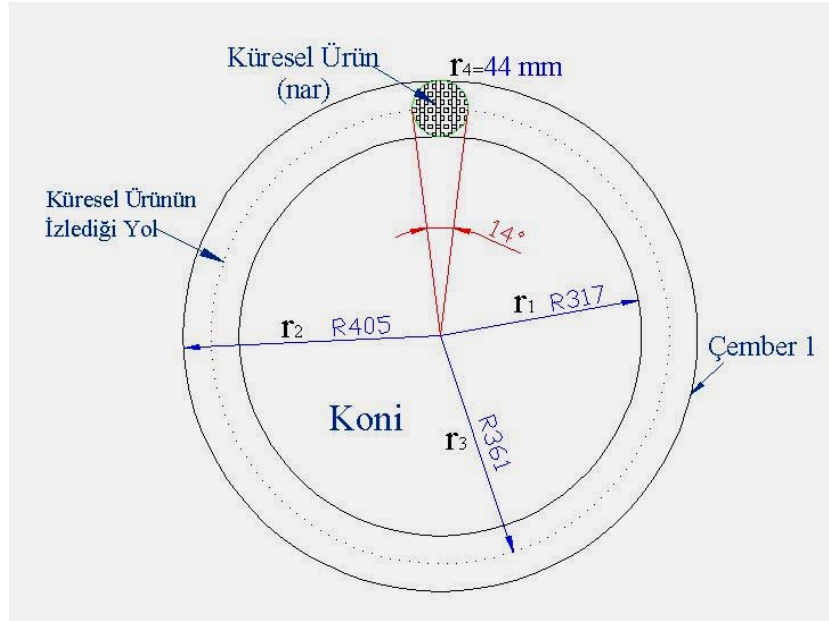
Sistemdeki çemberleri inceleyecek olursak üzerlerine düşecek yük sayısını bularaktan toplam momente, oradan da sistemin karşılaması gereken gücü hesaplayabiliriz.

1.Halka çapı 810 mm :

$$X_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3}{2 \cdot r_4} = \frac{3,14 \cdot (361)}{44} = 25,775 \cong 25 \text{ adet nar} \dots\dots\dots(4.23)$$

yada yaklaşık olarak $X_1 = \frac{360^0}{14^0} = 25,71 = 25 \text{ adet nar} \dots\dots\dots(4.24)$

Boylanın ürün NAR							
r_2	:	405	mm	r_4	:	44	mm
r_1	:	317	mm	μ_1	:	0,58	
$r_3 = \rho_1$:	361	mm	m_1	:	0,418	kg
$X_1 = 25$ adet NAR bir devirde boylanabilir.							



Şekil 4.4. Nar Meyvelerinin Çember 1 Üzerindeki Sayısının Hesabı

Denklem 3.141.'den çember 1' de oluşan moment;

$$\Sigma M_1 = X_1 \cdot \mu_1 \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_1 \dots\dots\dots(4.25)$$

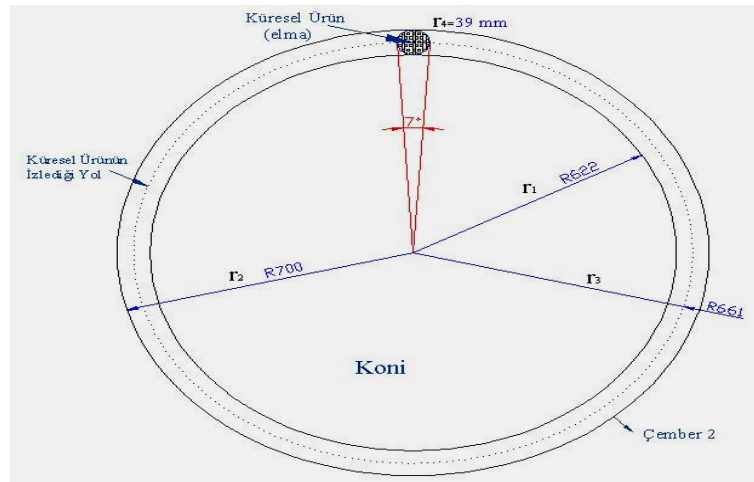
$$\Sigma M_1 = 25 \cdot (0,58) \cdot 0,418 \cdot (9,81) \cdot (0,906) \cdot (0,361) = 19,44 \text{ N.m} \dots\dots\dots(4.26)$$

2.Halka çapı 1400 mm :

$$X_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3}{2 \cdot r_4} = \frac{3,14 \cdot 661}{39} = 53,24 \cong 53 \text{ adet elma boylanabilir.} \dots\dots\dots(4.27)$$

yada yaklaşık olarak $X_2 = \frac{360^\circ}{7^\circ} = 51,43 = 52 \text{ adet elma} \dots\dots\dots(4.28)$

Boylanın ürün ELMA							
r_2	:	700	mm	r_4	:	39	mm
r_1	:	622	mm	μ_2	:	0,38	
$r_3 = \rho_2$:	661	mm	m_2	:	0,218	kg
X ₂ = 53 adet ELMA bir devirde boylanabilir.							



Şekil 4.5. Elma Meyvelerinin Çember 2 Üzerindeki Sayısının Hesabı

Denklem 3.143'ten çember 2' de oluşan moment;

$$\Sigma M_2 = X_2 \cdot \mu_2 \cdot m_2 \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha \cdot \rho_2 \dots\dots\dots(4.29)$$

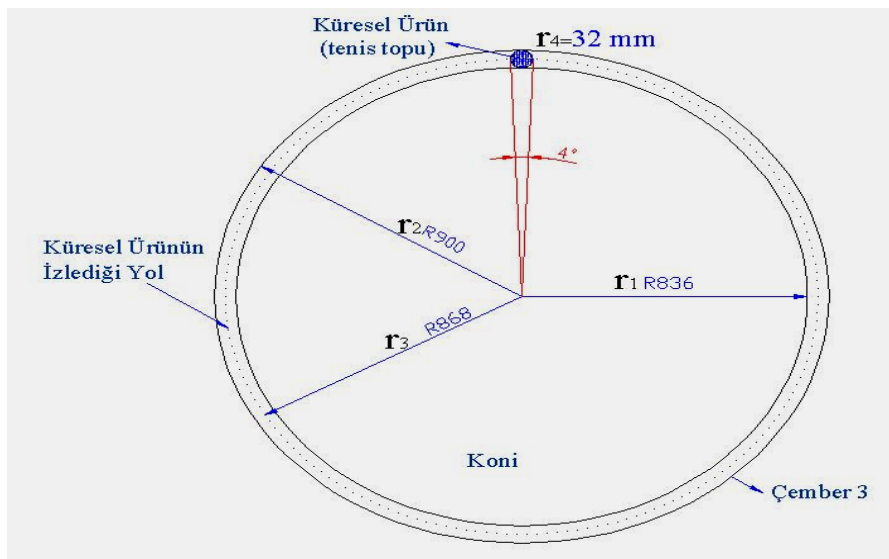
$$\Sigma M_2 = 53.0,38.(0,218).(9,81).(0,906).(0,661)=25,79 \text{ N.m} \dots\dots\dots(4.30)$$

3.Halka çapı 1800 mm :

$$X_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3}{2 \cdot r_4} = \frac{3,14 \cdot (868)}{32} = 85,21 \cong 85 \text{ adet elma boylanabilir.} \dots\dots\dots(4.31)$$

yada yaklaşık olarak $X_3 = \frac{360^0}{4^0} = 90 \text{ adet tenis topu} \dots\dots\dots(4.32)$

Boylanın ürün TENİS TOPU							
r_2	:	900	mm	r_4	:	32	mm
r_1	:	836	mm	μ_3	:	0,85	
$r_3 = \rho_3$:	868	mm	m_3	:	0,056	kg
$X_3 = 85 \text{ adet TENİS TOPU bir devirde boylanabilir.}$							



Şekil 4.6. Tenis Topunun Çember 3 Üzerindeki Sayısının Hesabı

Denklem 3.145'ten çember 3' te oluşan moment;

$$\Sigma M_3 = X_3 \cdot \mu_3 \cdot m_3 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_3 \dots\dots\dots(4.33)$$

$$\Sigma M_3 = 85 \cdot (0,85) \cdot (0,056) \cdot (9,81) \cdot (0,906) \cdot (0,868) = 31,21 \text{ N.m} \dots\dots\dots(4.34)$$

Denklem 3.146'dan çemberler üstündeki toplam moment değeri;

$$\Sigma M_T = X_1 \cdot \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_1 + X_2 \cdot \mu \cdot m_2 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_2 + X_3 \cdot \mu \cdot m_3 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_3 \dots\dots\dots + X_n \cdot \mu \cdot m_n \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \rho_n \dots\dots\dots(4.35)$$

$$\Sigma M_T = \Sigma M_1 + \Sigma M_2 + \Sigma M_3 \dots\dots\dots(4.36)$$

$$\Sigma M_T = 19,44 + 25,79 + 31,21 \dots\dots\dots(4.37)$$

$$\Sigma M_T = 76,44 \text{ N.m} \dots\dots\dots(4.38)$$

4.3. SİSTEM GÜCÜNÜN HESAPLANMASI

ω açısal hız değeri, redüktör deviri ile aynı ve 15 d/d idi. Güç değerini hesaplarken bu değeri rad/s cinsine çevirmek gerekmektedir.

$$\omega = 15 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} = 1,57 \text{ rad/s} \dots\dots\dots(4.39)$$

Denklem 3.148'den;

$$P = \Sigma M_T \cdot \omega \dots\dots\dots(4.40)$$

$$P = 76,44 \cdot (1,57) = 120 \text{ watt} \dots\dots\dots(4.41)$$

Redüktördeki her bir dişli için redüktör verimi $\eta_r=0,96$ alınır. Tek dişlili redüktörümüz için 0,96 alınırsa:

Denklem 3.149'dan gerçek güç değerimiz:

$$P_{GERÇEK} = \frac{P}{\eta_r} \dots\dots\dots(4.42)$$

$$P_{GERÇEK} = \frac{120}{0,96} = 125 \text{ watt} \dots\dots\dots(4.43)$$

Minimum $P_{GERÇEK} = 0,125 \text{ kw}$ 'lık güce sahip bir motor seçiminde sistemin ihtiyacı olan güç karşılanmış olunacaktır. İmalatta seçtiğimiz motor gücü ise 0,25 kw'lıktır.

4.4. ÜRÜNLERİN ÇARPMA HIZ VE KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI

Çember 1'de küresel ürün olarak nar meyvesi boylanmıştır.

h_1 : Ürünlerin koniye düşme yüksekliği (m)

m_1 : Nar meyvesinin ağırlığı (kg)

k_1 : Narın çarpma direnci (N/m)= kg / s^2

Boylananan ürün NAR için ölçülen değerler						
m_1	:	0,42	kg	x	:	0,37 m
h_1	:	0,2	m	Sin 25	:	0,42
k_1	:	1,1	N/m			

Denklem 3.31'den $V_1^2 = 2 \cdot g \cdot h_1$ koniye çarpma hızı bulunur:

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (0,20)} = 1,98 \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots(4.44)$$

Denk. 3.44'ten narın serbest düşme sonundaki koniye çarpma kuvveti $F_{ilk,1}$ ise,

$$F_{ilk,1} = m_1 \cdot g + \sqrt{m_1 \cdot g [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot h_1]} \quad \dots\dots\dots(4.45)$$

$$F_{ilk,1} = 0,42 \cdot 9,81 + \sqrt{0,42 \cdot 9,81 [0,42 \cdot 9,81 + 2 \cdot (1,1) \cdot 0,2]} \quad \dots\dots\dots(4.46)$$

$$F_{ilk,1} = 8,45 \text{ N} \quad \dots\dots\dots(4.47)$$

Çizelge 3.1.'den ezilme kuvveti ile karşılaştırılır.

$$F_{ilk,1} < F_{EZ,1} \quad 8,45 < 10,79 \text{ üründe zedelenme olmaz.} \quad \dots\dots\dots(4.48)$$

Eğik düzlemde koni üzerindeki narın birinci çembere çarpma hızı denklem 3.50'den;

$$V_{k,1} = \sqrt{5 \cdot g \cdot x \cdot \sin 25} \quad \dots\dots\dots(4.49)$$

$$V_{k,1} = \sqrt{5 \cdot 9,81 \cdot 0,37 \cdot 0,42} = 2,77 \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots(4.50)$$

Denklem (3.63)'den narın çember 1'e çarpma kuvveti

$$F_{C,1} = m_1 \cdot g + \sqrt{m_1 \cdot g [m_1 \cdot g + 2k_1 \cdot x \cdot \sin 25]} \quad \dots\dots\dots(4.51)$$

$$F_{C,1} = 0,42 \cdot 9,81 + \sqrt{0,42 \cdot 9,81 \cdot [0,42 \cdot 9,81 + 2 \cdot 1,1 \cdot 0,37 \cdot (0,42)]} \quad \dots\dots\dots(4.52)$$

$$F_{C,1} = 8,40 \text{ N} \quad \dots\dots\dots(4.53)$$

$F_{C,1} < F_{EZ,1}$ ise Çizelge 3.1'den ezilme kuvvetine bakılırsa,

$$8,40 < 10,79 \text{ NAR zedelenmeden boylanma şansı bulabilecektir.} \quad \dots\dots\dots(4.54)$$

Çember 2’de küresel ürün olarak elma meyvesi boylanacaktır.

Boylanın ürün ELMA için ölçülen değerler						
m_2	:	0,22	kg	x+y	:	0,6 m
h_1	:	0,2	m	Sin 25	:	0,42
k_2	:	0,75	N/m			

Denklem 3.66’den $V_2^2 = 2 \cdot g \cdot h_1$ koniye çarpma hızı bulunur:

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (0,20)} = 1,98 \text{ m/s} \dots\dots\dots(4.55)$$

Denk. 3.79’ten elmanın serbest düşme sonundaki koniye çarpma kuvveti $F_{ilk,2}$ ise,

$$F_{ilk,2} = m_2 \cdot g + \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot h_1]} \dots\dots\dots(4.56)$$

$$F_{ilk,2} = 0,22 \cdot 9,81 + \sqrt{0,22 \cdot 9,81 \cdot [0,22 \cdot 9,81 + 2 \cdot 0,75 \cdot 0,2]} \dots\dots\dots(4.57)$$

$$F_{ilk,2} = 4,47 \text{ N} \dots\dots\dots(4.58)$$

Serbest düşme sonundaki koniye çarpma kuvveti $F_{ilk,2} = 4,47 \text{ N}$ ise, Çizelge 3.1.’den;

$$F_{ilk,2} < F_{EZ,2} \text{ ise } 4,47 \text{ N} < 7,35 \text{ N} \text{ üründe zedelenme olmaz.} \dots\dots\dots(4.59)$$

Eğik düzlemde koni üzerindeki elmanın ikinci çembere çarpma hızı denklem 3.98’den;

$$F_{Ç,2} = m_2 \cdot g + \sqrt{m_2 \cdot g [m_2 \cdot g + 2k_2 \cdot (x + y) \cdot \text{Sin}25]} \dots\dots\dots(4.60)$$

$$F_{\zeta,2} = 0,22.9,81 + \sqrt{0,22.9,81.[0,22.9,81 + 2.(0,75).(0,6).(0,42)]} \dots\dots\dots(4.61)$$

$$F_{\zeta,2} = 4,50 \text{ N} \dots\dots\dots(4.62)$$

$F_{\zeta,2} < F_{EZ,2}$ ise çarpma esnasında zedelenme olmaz.

4,50 N < 7,35 N zedelenmeden boylanma şansı bulabilecektir.(4.63)

Çember 3’de küresel ürün olarak tenis topu boylanacaktır.

Boylanan ürün TENİS TOPU için ölçülen değerler							
m_3	:	0,056	kg	x+y+z	:	0,81	m
h_1	:	0,2	m	Sin 25	:	0,42	
k_3	:	1,45	N/m				

$$V_3^2 = 2.g.h_1 \quad \text{koniye çarpma hızı bulunur} \dots\dots\dots(4.64)$$

$$V_3 = 1,98 \text{ m/s}$$

$$F_{ilk,3} = m_3.g + \sqrt{m_3.g[m_3.g + 2.k_3.h_1]} \dots\dots\dots(4.65)$$

$$F_{ilk,3} = 0,056.9,81 + \sqrt{0,55.[0,55 + 2.1,45.0,2]} = 1,34 \text{ N} \dots\dots\dots(4.66)$$

$F_{ilk,3} < F_{EZ,3}$ ise

1,34 < 14,22 N üründe zedelenme olmaz.(4.67)

Denklem 3.120'den çember 3'e çarpma hızı:

$$V_{k,3} = \sqrt{5 \cdot g \cdot (x + y + z) \cdot \sin 25} \dots\dots\dots(4.68)$$

$$V_{k,3} = \sqrt{5 \cdot (9,81) \cdot (0,81) \cdot (0,42)} = 4,08 \text{ m/s} \dots\dots\dots(4.69)$$

Denklem 3.133'den çember 3'e çarptığı andaki kuvvet;

$$F_{\zeta,3} = m_3 \cdot g \mp \sqrt{m_3 \cdot g \cdot [m_3 \cdot g + 2 \cdot k_3 \cdot (x + y + z) \cdot \sin 25]} \dots\dots\dots(4.70)$$

$$F_{\zeta,3} = 0,55 + \sqrt{0,55 \cdot [0,55 + 2 \cdot (1,45) \cdot (0,81) \cdot (0,42)]} = 1,47 \text{ N} \dots\dots\dots(4.71)$$

$$F_{\zeta,3} < F_{EZ,3} \text{ ise}$$

$$1,47 < 14,22 \text{ N olduğundan üründe herhangi bir deforme olmaz.} \dots\dots\dots(4.72)$$

4.5. SİSTEMİN YÜK KAPASİTESİNİN BULUNMASI

24 d/d'lık devre sahip redüktör, hız düşürücü ile uygun devir olan 15 d/d devre düşürüldüğünde ürünler uygun hızda savrulmadan döneceklerdir.

Çemberler üstüne binen ürün sayıları 4.2. konu başlığı altında hesaplanmıştır.

Buna göre 1 devirde çember 1 üzerinde tekleşecek ürün sayısı X_1 kadardır:

$$X_1 = 25 \text{ adet NAR}$$

$$Q_1 = 15 \text{ d} / \text{d} \cdot 60 \cdot 25 = 22.500 \text{ adet/h NAR boylanabilir.} \dots\dots\dots(4.73)$$

$m_1 = 0,418 \text{ kg}$ olduğundan 1 saatteki boylanacak nar yükü

$$\mathfrak{R}_1 = 0,418 \cdot (22500) = 9.405 \text{ kg/h nar} \dots\dots\dots(4.74)$$

Buna göre 1 devirde çember 2 üzerinde tekleşecek ürün sayısı X_2 kadardır:

$$X_2 = 53 \text{ adet ELMA}$$

$$Q_2 = 15 \text{ d} / \text{d} \cdot 60 \cdot 53 = 47.700 \text{ adet/h ELMA boylanabilir.} \dots\dots\dots(4.75)$$

$m_2 = 0,218$ kg olduğundan 1 saatteki boylanacak elma yükü

$$\mathfrak{R}_2 = 0,218 \cdot (47700) = 10.400 \text{ kg/h elma} \dots\dots\dots(4.76)$$

Buna göre 1 devirde çember 3 üzerinde tekleşecek ürün sayısı X_3 kadardır:

$X_3 = 85$ adet TENİS TOPU

$$Q_3 = 15d / d \cdot 60 \cdot 85 = 76.500 \text{ adet/h TENİS TOPU boylanabilir.} \dots\dots\dots(4.77)$$

$m_3 = 0,056$ kg olduğundan 1 saatteki boylanacak nar yükü

$$\mathfrak{R}_3 = 0,056 \cdot (76500) = 4.284 \text{ kg/h tenis topu} \dots\dots\dots(4.78)$$

Buna göre sistemde 1 saatte tekleşip boylanabilecek ürün sayısı (adet):

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(4.79)$$

$$Q_T = 22.500 + 47.700 + 76.500 = 146.700 \text{ adet/h olacaktır.} \dots\dots\dots(4.80)$$

Buna göre sistemde 1 saatte tekleşip boylanabilecek ürün yükü (kg):

$$\mathfrak{R}_T = \mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_3 \dots\dots\dots(4.81)$$

$$\mathfrak{R}_T = 9.405 + 10.400 + 4.284 = 24.089 \text{ kg/h} \dots\dots\dots(4.82)$$

Sonuç olarak bu makinemiz saatte yaklaşık 146.700 adet ürün boylayabilecek ve bu ürünlerin yük olarak kapasitesi ise saatte 24 ton olarak bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tarımsal kesimde ülkemizde üretimden çok üretimden sonrasında yapılan işlemlerde yaşanan sorunlar, üretilen ürünün gerçek değerini bulmamıza neden olmaktadır. Bu durum tarımsal ürünlerden gelen ülke kazancımızı git gide düşürmektedir.

Küresel meyvelerin üretimi üzerinde yapılan bu araştırmaya genel olarak bakılacak olunursa, üreticilerin masraftan kaçındıkları ama üretim sonrası iç piyasaya sürülen ürünlerin işlenmeden, dış piyasaya gönderilen ihraç ürünlerin ise bir takım işlemlerle işlendikten sonra gönderildiği gözlemlenmiştir. Şimdiye kadar çok çeşitli sistemlerin yapıldığı ancak her geçen gün daha da teknolojik sistemlerin yapıldığı görülmektedir. Bu durum son zamanlarda ülkemizde belirli bölgelerde meyve değerlendirme ve soğuk hava depolarının kurulumunu artırmıştır.

Sınıflandırmada yapılan en büyük hatalardan birisi de insan hatalarının büyük boyutta olmasıdır. Mevsimlik işçiler yerine kalifiyeli işçi çalıştırılması bir nevi sorunu hafifletecek ama köklü çözümü getirmeyecektir. Tam otomasyonlu sistemler kullanıldığı takdirde, meyvelerin içindeki zedelenmelerden tutun, çapı, rengi gibi hataların tespiti kolaylaşacak, ihraç mal kalite seviyesi yükselecektir.

İmalat sırasında ve sonrasında birtakım sorunlarla karşılaşmıştır. Bunların bir kısmı giderilmiş bir kısmı ise giderilmeden imalat hatası olarak sistemde kalmıştır. Bunlardan kısaca bahsetmekte fayda vardır. Öncelikle sistemi taşıyan alt tabla adını verdiğimiz iskeleti oluşturan profiller 40x60 mm ebadında idi. Üzerine koni ve diğer yüklerin binmesi ile profilde seğim meydana gelmiştir. Bu eğilimi çözmek mümkün olmamıştır.

Koninin imalatı sırasında presle saca şekil verilirken önce düzgün bükülmüş ardından tekrar açılıp yeniden bükülmek istendiğinde usta hatasından dolayı konide gözle zor fark edilecek şekilde bir bombelik meydana gelmiştir. Koni üstüne bası yapılarak alt tablaya kaynatılmıştır. Daha sonra çemberlerin imalatından sonra mil eksenine geçtiğinde aralıkların bazı yerlerde eş yükseltide olmadığı gözlemlenmiştir.

Bunu engellemek için koni altındaki hazne sökölerek balyoz ve çekik yardımıyla düzeltmeye çalışılmıştır (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. Konideki Bombelik Giderilmeye Çalışılıyor

İşkence ile düzeltilmesi gereken yerler gerdirilerek hazne açıklığı yeniden kaynatılmıştır.



Şekil 5.2. İşkence Yardımıyla Koninin Gerdirilmesi

Önce koni üzerindeki ürünlerin çarpma zedelenmesini minimize etmek için boylayıcı çember kalınlıkları 6 mm seçilmiş daha sonra sistem çalıştığında ürünlerin çarpma kuvvetlerinden ve salınımlardan dolayı çemberde çarpılmalar meydana gelmiş ve kalınlık 12 mm'ye çıkartılmıştır. ½ parmak hortum alınıp, kanal içi yağlandıktan sonra çemberler geçirilerek profillere kaynatılmıştır.

Çemberlere hareket iletimini sağlayan profiller ise salınımlardan ve üzerlerindeki somun civataların sıkılması ile hareket yönünde eğilmişlerdir. Bunu engellemenin en güzel yolu L profil yerine kare profil olması gerektiği uygun görülmüştür. Kaydırıcıya profillerin monte yerine parça kaynatılarak kare olması sağlanmış ve bir nebze de olsa bu aksaklık giderilmiştir.

Koni yüzeyine kaplanan inşaat yalıtımlarında kullanılan strafor kalınlığı 10 mm olduğundan çember ile koni arasında bazı bazı bölümlerde seğımlere yol açmamak için daha sert veya daha ince bir strafor seçilmesi uygun olacaktır.

Sınıflandırma için yukarıdaki değerlendirmeleri göz önünde bulundurarak, bir takım öneriler yapılabilir:

Öncelikle en başta hasatta ürün toplanırken zedelenmeden toplanılması, gerekli hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir. Hatta mümkünse toplama sırasında dahi modern toplama usulleri kullanılmalıdır.

Ortak ürünlerin yetiştirildiği bölgelerde Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın desteğiyle bu bölgelerde merkezi sınıflandırma tesisleri kurulmalı, çevre köy ve kasabalardan çiftçilerin ürünlerini bu tesislere getirebilmelidirler. Ancak ek maliyet getirebileceğinden maalesef bazı çiftçilerimiz tarafından kaçınılan bir durum olabilir.

Ürünlerin toplanması anında toplanan ürünler, tahta sandıklara gelişigüzel doldurulmakta, tahta sandıklara belirli yükseklikten çarpan ürünler ise zedelenmektedir. Bu durumun önlenmesi için karton sandıklar kullanılması daha iyi olacaktır.

Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinelerde, beslemenin el takviyesi yerine otomatik sistemlerin kullanılması gerekmektedir. Gerekli koşullara uygun

düŖecek ve boylama makinelerine göre düzenlenebilecek kapasite uyumu tam olarak sağlanmalıdır.

Küreye benzeyen meyve ve sebzelerin boylandırılmasında ise, ağırlık çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle orantılı olduğundan, boyuta ve ağırlığa göre sınıflandırma yapabilen kombine sisteme, her koşulda başvurulmamalıdır. Kombine alıştırma yalnızca yüksek hızlar için söz konusu olmalı, düşük bant hızlarında böyle bir birleşime gerek kalmayabilir. Çünkü bu hızlarda elde edilen boylara ayırma yeteneğine ilişkin değerler, istenilen düzeyde bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Öztürk, R. “ Bazı Meyve ve Sebzelere Uygun Kombine Tıp Boylama Makinelerinin Yapısal Karakteristikleri”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 99s. , (1988).
- [2] Çelik, A. “Meyve Sınıflandırma Makineleri ve Tarımsal İşletmelerde Bu Makinelerin Çok Amaçlı Olarak Kullanılması”, Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 15s. , (1982).
- [3] Ayfer,M. , Türkiye II. İktisat Kongresi Tarım Komisyonu Tebliği. Başbakanlık DSİ Basımevi, Ankara, 1981 (Say.585-590).
- [4] Çolak, Y. , Havuç Boylama Makinesi Tasarımı” Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, 25s. , (1997).
- [5] Keçecioglu, H. “ Bazı Meyve Türlerinin Çeşitli Sınıflandırma Özelliklerinin Saptanması ve Sınıflandırma Olgusunun Araştırılması”, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 106s. , (1999).
- [6] Merkezkaç Kuvvetiyle Sıralama
<http://www.newtec.dk/Default.asp?ID=525> (04.04.2007)
- [7] Merkezkaç Kuvvetiyle Sıralama Makinesi Teknik Resim
http://www.newtec.dk/Files/Billeder/Brochurer/NEWTEC_AT80+AT80-1.pdf (04.04.2007)
- [8] Design and testing of a mangosteen fruit sizing machine B.Jarimopas and frinds www.elsevier.com/locate/jfoodeng. [7.08.2006]
- [9] http://www.unifrutti.com.tr/tr/main_tr.php [12.09.2006]
- [10] Güzel, E. “Ürün İşleme ve Değerlendirme Tekniği”, Çukurova Üniversitesi Ofset Atölyesi, Adana, 248s. , (1999).
- [11] Lazer Gözlerin Meyveyi Ayırt Ettiği Kapalı Bölüm
<http://www.compacsort.com/wa.asp?idWebPage=14833&idDetails=105>
(06.08.2006)
- [12] Yang, 1996 Q. Yang, Apple system and calyx identification with machine vision, *J. Agric. Eng. Res.* 63 (1996), pp. 229–236
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TBJ-

4FMHSWC-1&_user=1559876&_handle=V-WA-A-W-AZ-MsSAYZA-UUA-U-AAVWUZYACV-AABEZVYECV-ZVZVYYBUZ-AZ-U&_fmt=full&_coverDate=06%2F30%2F2005&_rdoc=8&_orig=browse&_srch=%23toc%235144%232005%23999639996%23596214!&_cdi=5144&view=c&_acct=C000053699&_version=1&_urlVersion=0&_userid=1559876&_md5=baad0d1634187becf8730c0f94147495#bbib18#bbib18

- [13] Bıçak, N. “ Meyve ve Sebzelerde Mekanik Zedelenme”, Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 43 s. , (1994).
- [14] TSE Standartı- Turunç Standartı TS-34 dökümanı
- [15] Mechanical Damage to Apples during Transport in Wooden Crates T.Acıcan <http://www.sciencedirect.com> (12.02.2007)
- [16] Redüktör...<http://www.imakreduktor.com/pages/tr/productCA.asp?id=20&fno=53> (04.04.2007)
- [17] http://www.fruitsizers.co.za/packers%20machines/packers%20machines_frameset.htm (23.06.2006)
- [18] Geren, N. “ Karşıt Döner Silindirik Yerfıstığı Temizleme ve Sınıflandırma Makinesi Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 170 s. , (1987).
- [19] <http://www.makinamuhendisi.com/idx/8/112/Makina-Magazin-Makale/article/Silindir-Kvrma-Makinalar-Sac-Bkm-Makinalar.html> (27.08.2007)
- [20] <http://www.fruitsizers.co.za> (12.09.2006)
- [21] Uludağ, A. “ Meyvelerin Sınıflandırılması ve Meyve Sınıflandırılmasında Mekanizasyon”, Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 23s. , (1982).
- [22] Akçalı, İ.D. ve Mutlu, H., “Salınımlı Elek İnceleme ve Tasarımı”, 5. Ulusal Makine Tasarım İmalat Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, 1992, s.229-240
- [23] <http://sciart.karaelmas.edu.tr/bolumler/fizik/Ders%20Notlari/Mek04.pdf> (12.04.2006)

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Mersin’de doğdum. İlkokulu İskenderun’da, ortaokulu İzmir’de, Lise öğrenimimi ise Mersin’de tamamladım. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği bölümünden, makina mühendisi ünvanı ile mezun oldum. Aynı yıl Mersin Büyükşehir Belediyesi Makina İkmal Daire Başkanlığı’nda makina mühendisi olarak meslek yaşantıma başladım. 2004 yılında Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans çalışmalarına başladım. 2007 Eylül ayı itibariyle Adıyaman Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü’ne atanmamla aynı yerde kontrol mühendisi olarak görev yapmaktayım.