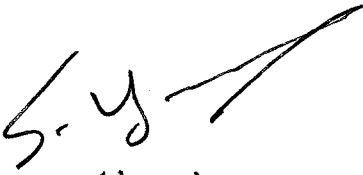


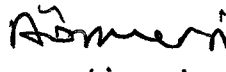
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

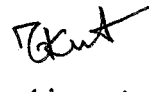
BAZI MEYVE VE SEBZELERE UYGUN KOMBİNE TİP  
BOYLAMA MAKİNELERİNİN YAPISAL KARAKTERİSTİKLERİ

Ramazan ÖZTÜRK  
DOKTORA TEZİ  
TARIMSAL MEKANİZASYON ANABİLİM DALI

Bu Tez .14./..7./1988 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından  
.95.(.Doksanbeş) Not Takdir Edilerek Oybirligi/~~Oyçokluğu~~  
ile Kabul Edilmiştir.

  
(İmza)

  
(İmza)

  
(İmza)

Prof. Dr. Güngör YAVUZCAN Doç. Dr. Aziz ÖZMERZİ Doç. Dr. Tahsin KUT

T. C.

Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

Ö Z E T  
Doktora Tezi

BAZI MEYVE VE SEBZELERE UYGUN KOMBİNE TİP  
BOYLAMA MAKİNELERİNİN YAPISAL KARAKTERİSTİKLERİ

Ramazan ÖZTÜRK  
Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı  
Danışman : Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

1988, Sayfa : 99

Jüri : Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN  
Doç.Dr.Aziz ÖZMERZİ  
Doç.Dr.Tahsin KUT

Bu çalışmada, çok amaçlı-kombine boylama makinelerinin yapısal ve işlevsel karakteristikleri belirlenmiştir. Bu amaçla; bantlı-pervazlı ve elekli boylama makineleri ile ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineler üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda; boylayıcı bant eğimi, kasnak devir sayısı; elek eğimi, strok, krank mili devir sayısı vb faktörlerin boylama yeteneğine, iş kapasitesine ve özgül enerji tüketimine etkileri ortaya konulmuştur. Ayrıca, faktörlerin ortaklaşa etkileri de belirlenmiştir. Boylama yeteneğine ilişkin en yüksek değerler, bantlı-pervazlı makinede, düşük devir sayısında ve yüksek bant eğiminde elde edilmiştir. Buna karşın, elekli boylama makinesinde, bu sonuca, küçük strokda, düşük elek eğiminde ve düşük krank mili devir sayısında ulaşılmıştır. Bu koşullarda, boyuta göre sınıflandırma yapan makinelerin iyilik dereceleri, genel olarak yeterli olmuştur. Boylayıcıların ağırlığa göre sınıflandırma yapan sistemlerle kombine edilmeleri, yalnızca yüksek devir sayıları için önerilmiştir.

Sistemlerin yapısal ve işlevsel karakteristiklerinin, koşullara ve materyalin biyolojik özelliklerine bağlı olarak optimize edilmesi gerekmektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Standart boyutlar, biyolojik özellikler, sınıflandırma sistemleri, boylama makineleri, ayırma yeteneği, iş kapasitesi, özgül enerji, yapısal karakteristikler.

ABSTRACT

PhD Thesis

CONSTRUCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE COMBINED TYPE SORTING  
MACHINES SUITABLE FOR SOME KINDS OF FRUITS AND VEGETABLES

Ramazan ÖZTÜRK

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Mechanization

Supervisor : Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

1988, Page : 99

Jury : Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

Assoc.Prof.Dr.Aziz ÖZMERZİ

Assoc.Prof.Dr.Tahsin KUT

In this study, the constructional and functional characteristics of the multi purpose combined sorting machines have been determined. For this purpose, tests have been carried out on belting - cornice and sieved sorting machines with the machines operated with weight sorting. In the result of the studies, it has been revealed that the factors such as inclination of sorting band, drum revolution speed, sieve inclination, stroke, revolution speed of crank shaft etc. to the effect of the performance of sizing, working capacity and specific energy consumption. Furthermore, the common effects of the factors has been determined. The highest values related to the sorting performance have been obtained on the belting-cornice machine, at the low revolution speed and at the high band inclination. In spite of this in the sieved sorting machine, this result has been reached by using small stroke, low sieve inclination and low crank shaft revolution speed. In this conditions, accuracy of grading of the weight sorting machines have been generally sufficient. Combination of sorting machines with the weight sorting systems has been recommended only for the higher revolution speeds.

The structural and functional characteristics of the systems should be optimized depending on the conditions and the biological properties of the material.

**KEY WORDS:** Standard sizes, biological properties, the sorting and grading systems, sorting machines, performance of sizing, capacity of working, specific energy, constructive properties.

## Ö N S Ö Z

Türkiye, çeşitli iklim koşullarının etkisi altında bulunan bir tarım ülkesidir. Bu koşullar, çok sayıda meyve ve sebze türünün ve çeşidinin yetiştirilmesine olanak vermektedir. Yetiştirilen ürünlerin biyoteknik özellikleri, birbirinden az-çok farklılık göstermektedir.

Ülke ekonomisi yönünden büyük önem taşıyan meyve ve sebzelerin en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için, pazarlama hizmetlerinin tam olarak yerine getirilmesi gerekmektedir. Özellikle Avrupa Topluluğuna giriş hazırlıklarının yapılmakta olduğu günümüzde, meyve standardizasyon işlemlerinin iç ve dış pazar farkı gözetilmeksizin yaygınlaştırılmasına çalışılmaktadır.

Meyve ve sebzeleri pazara hazırlayan araçların başında, sınıflandırma makineleri gelmektedir. Ulaşılan aşamada, üreticilerin gelirlerinin artırılmasını ve tüketicilerin korunmasını sağlamak amacıyla, işletmeler düzeyinde kullanmaya olanak verecek boylama makinelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmada, çok amaçlı-kombine boylama makinelerinin yapısal karakteristiklerinin bulgulanması amaçlanmıştır. Boylama materyali olarak, İç Anadolu koşullarında yetişen ve standardı yapılmış olan bazı meyve ve sebze çeşitlerinden yararlanılmıştır. Bu ürünlerin boylama ile ilgili olan ve standarda yansıyan bazı teknik özellikleri belirlenmiştir. Tasarımı Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalında yapılmış olan çok amaçlı-kombine boylama makinesi ile imalatı TZDK'ca gerçekleştirilmiş olan ve tarafımızdan teknik yönden bazı değişiklikler yapılmış bulunan elekli boylama tesisi üzerinde çeşitli deneysel araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Söz konusu boylama düzenlerine ilişkin önemli parametrelerin; iş kalitesine, iş başarısına, enerji ekonomisine ve prodüktivitesine etkileri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Ayrıca, ağırlığa göre boylara ayırma yapan yerli ve yabancı sınıflandırma makineleriyle de çalışmalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda, yapısal ve işlevsel yönden uygun olabilecek çok amaçlı sistemler de belirlenmiştir.

Tezin hazırlanması sırasında çalışmalarımı yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof.Dr. GÜNGÖR YAVUZCAN'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm TZDK Genel Müdürlüğü

teknik elemanlarına, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Atölye teknisyenlerine ve personeline de şükranlarımı sunarım. Araştırmanın; imalatçı, araştırmacı ve uygulayıcılara yararlı olmasını dilerim.

Ankara, 1988

Ramazan ÖZTÜRK



## İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	iv
SİMGELER .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Sınıflandırmanın Önemi .....	1
1.2. Meyve ve Sebzelerin Sınıflandırmaya Yan- sıyan Biyolojik Özellikleri .....	3
1.2.1. Boyut ve yüzeylerin açıklanmasında kullanılan kriterler .....	3
1.2.1.1. Standart kartlar.....	3
1.2.1.2. Yuvarlaklık .....	5
1.2.1.3. Küresellik .....	6
1.2.2. Geometrik şekillere benzetişim yöntemleriyle meyve ve sebzelerin bazı teknik değerlerinin belirlenmesi	7
1.2.3. Ortalama projeksiyon alanı.....	9
1.2.4. Yüzey alanı .....	10
1.2.5. Elektriksel özellikler.....	12
1.2.6. Optik özellikler .....	12
1.2.7. Diğer özellikler .....	15
1.3. Sınıflandırma Sistemleri .....	15
1.4. Sınıflandırma makinelerinden İstenen Özellikler .....	21
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	24
3. MATERYAL VE METOD .....	49
3.1. Materyal .....	49
3.1.1. Deneye alınan makineler .....	49

	<u>Sayfa</u>
3.1.1.1. Bantlı-pervazlı boylama makinesi .....	49
3.1.1.2. Düz elekli boylama makinesi .....	53
3.1.1.3. Ağırlığa göre çalışan sınıflandırma makinesi	56
3.1.2. Deneylerde kullanılan biyolojik malzemeler .....	57
3.1.2.1. Elma (Amasya ve Golden)	58
3.1.2.2. Patates .....	60
3.1.2.3. Kurusoğan .....	61
3.2. Metod .....	63
3.2.1. Bantlı-pervazlı makineye ilişkin metotlar .....	63
3.2.2. Elekli boylama makinesine ilişkin metotlar .....	65
3.2.3. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineye ilişkin metotlar...	68
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	69
4.1. Bantlı-Pervazlı Boylama Makinesine İlişkin Araştırma Sonuçları .....	69
4.1.1. Devir sayısının etkisi.....	69
4.1.1.1. Boylayıcı kasnak devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi...	69
4.1.1.2. Boylayıcı kasnak devir sayısının kapasiteye etkisi.....	70
4.1.1.3. Boylayıcı kasnak devir sayısının enerji tüketimi üzerine etkisi.....	74

	<u>Sayfa</u>
4.1.2. Boylayıcı bant eğiminin etkisi..	74
4.1.2.1. Boylayıcı bant eğiminin boylara ayırma yetene- ğine etkisi.....	74
4.1.2.2. Boylayıcı bant eğiminin kapasite üzerine etkisi	76
4.1.2.3. Boylayıcı bant eğiminin enerji tüketimine etkisi	77
4.1.2.4. Boylayıcı bant eğimi ve kasnak devir sayısının özellik enerji tüketimine etkisi.....	77
4.1.3. Parametrelerin ortaklaşa etkileri	79
4.2. Elekli Sınıflandırma Makinesine İlişkin Araştırma Sonuçları.....	80
4.2.1. Devir sayısının etkisi.....	80
4.2.1.1. Devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi	80
4.2.1.2. Devir sayısının kapasite üzerine etkisi.....	82
4.2.1.3. Devir sayısının enerji tüketimine etkisi.....	82
4.2.2. Strokun etkisi.....	85
4.2.2.1. Strokun boylara ayırma yeteneğine etkisi.....	85
4.2.2.2. Strokun kapasite üzerine etkisi.....	85
4.2.2.3. Strokun enerji tüketimine etkisi.....	85
4.2.3. Elek eğiminin etkisi.....	86



	<u>Sayfa</u>
4.2.3.1. Elek eğiminin boylara ayırma yeteneği üzerine etkisi.....	86
4.2.3.2. Elek eğiminin kapasite üzerine etkisi.....	87
4.2.3.3. Elek eğiminin enerji tüketimine etkisi.....	87
4.2.3.4. Devir sayısı, elek eğimi ve strokun özgül enerji tüketimine etkisi.....	88
4.2.3.5. Parametrelerin ortaklaşa etkileri.....	88
4.3. Ağırlığa Göre Sınıflandırma Yapan Makinelere İlişkin Sonuçlar.....	91
5. ÖNERİLER .....	94
KAYNAKLAR .....	98

## S İ M G E L E R

A	: Materyalin projeksiyon alanı
bushel	: (USA bushel) 35,2393 l (litre)
fpm	: Dakikada feet
in (")	: inch
K	: Küresellik
lg	: Uzun
lgov	: Uzunoval
min	: Dakika
ov	: Oval
Ph	: Faz
Pound	: 453,5924 g (gram)
rd	: Yuvarlak
rdov	: Yuvarlak-oval
rpm	: devir/dakika
S	: Materyalin yüzey alanı
Speed	: Devir sayısı "hız"
t/h	: ton/saat
Y	: Yuvarlaklık
YO	: Yuvarlaklık oranı (faktörü)

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Sınıflandırmanın Önemi

Modern bahçe tarımında, üretimden pazarlamaya kadar uzanan zincirin her aşamasında, mekanizasyon araçları giderek önem kazanmaktadır. Bu alanda kullanılan makineler üç ana grupta toplanmaktadır. Birinci grupta hasat öncesi makineler yer almaktadır. İkinci gruba hasat makineleri girmektedir. Meyve ve sebzelerin pazara hazırlanmasına ilişkin makineler de üçüncü grubu oluşturmaktadır. Sınıflandırma makineleri, bu son grupta incelenmektedir.

Hasat edilen meyve ve sebzeler, tüketilmek üzere iç ve dış pazarlara sunulmaktadırlar. Ayrıca, işlenmek üzere gıda sanayiine verilmekte veya tohumluk olarak değerlendirilmektedir. Hasat edilen meyve ve sebzelerin kullanılma amaçlarına uygun olarak hazırlanmaları gerekmektedir. Bu alanda çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojiler, çoğunlukla, temizleme ve sınıflandırmaya ilişkin temel yöntemlere dayanmaktadır (Ülger 1985). Temizleme işleminde, tüm yabancı maddelerin üründen uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Sınıflandırma işleminde ise, çeşitli özelliklere göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bunun için materyalin çoğunlukla fiziksel, kısmen de biyolojik özelliklerinden yararlanılmaktadır.

Sınıflandırma; temizlenmiş ürünleri, cinslerine, boyutlarına ve kalitelerine göre ayırmak amacıyla yapılmaktadır. Bu şekilde ürünün belli bir standarda uygunluğu sağlanmaktadır. Elde edilen standart ürünün fiyat ve

satış üstünlüğü olmaktadır. Tarımsal ürünler, tekdüze büyüklükte olduğu sürece, ekim, bakım, hasat, depolama ve proses işlemleri kolayca mekanize edilebilmektedir. Meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasıyla, hem alıcı hem de satıcı desteklenmektedir. Bu nedenle, sınıflandırma kalitesini artırmaya dönük araştırmalar, büyük önem taşımaktadır. Sınıflandırma işleminde, meyve ve sebzelerin zedelenmesi önlenerek, miktar yönünden belirli bir kapasite ve yüksek bir sınıflandırma hassasiyeti amaçlanmaktadır. Ayrıca, 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 transfer homojenitesinin arzu edildiği işlemlerde (buharlaştırma ve dondurma) avantajı sahiptirler.

- Boylanmış ürünler, standart satış kasalarının aynı ağırlıkta olmasını sağlarlar.

- Tüketicinin gözüne hitap ederler ve homojen birimlerle servis olanakları yaratırlar. Bu ikinci nokta, özellikle yiyecek paketlerinde önemlidir.

Meyve ve sebzeler, en ekonomik şekilde makinelerle sınıflandırılabilirler. Tarımsal işletmelerde bu makinelerin kullanılmasıyla, iş gücünden önemli ölçüde tutum sağlanmakta, iş gücü ve enerji verimliliği artırılmakta ve ürünler istenilen özelliklere göre elle sınıflandırmadan daha kolay olarak boylara ayrılabilirler.

Çeşitli yapısal sistemlere göre uygulamaya konulabilen bu makineler, meyve ve sebzeleri farklı biyolojik özelliklerine göre sınıflandırabilmektedirler.

## 1.2. Meyve ve Sebzelerin Sınıflandırmaya Yansıyan Biyolojik Özellikleri

Meyve ve sebzeler, biyolojik malzemelerden sayılmaktadır. Biyolojik malzemelerin özellikleri; fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gruplandırılabilir. Bu özellikler de, kendi aralarında bölümlere ayrılmaktadır (Çizelge 1.1) (Sinn ve Özgüven 1987).

### 1.2.1. Boyut ve yüzeylerin açıklanmasında kullanılan kriterler

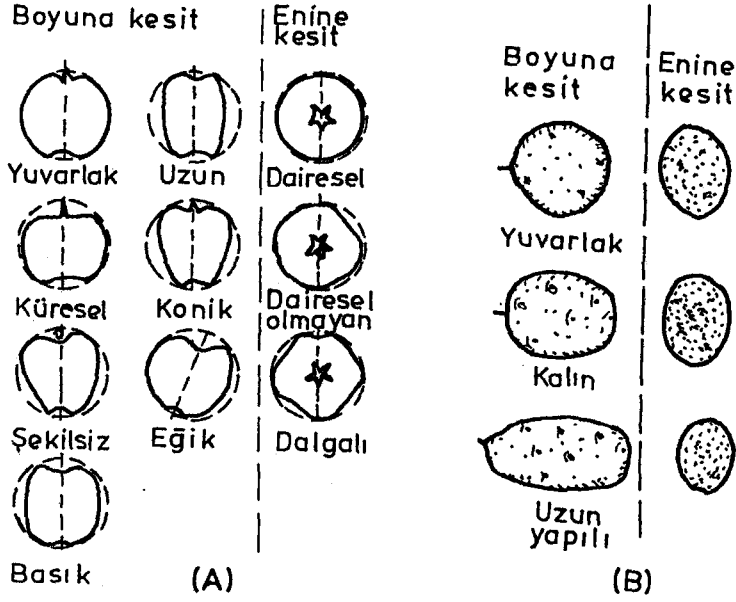
Biyolojik malzemelerin büyüklükleri ve biçimleri, aksenal boyutların ölçülmesiyle ortaya konulabilmektedir. Aksenal boyutların ölçülmesinde, basit ölçüm aletlerinden yararlanılabildiği gibi, özel projeksiyon aletleri de kullanılmaktadır.

#### 1.2.1.1. Standart kartlar

Biyolojik malzemelerin biçimleri üzerinde kararlar verilebilmesi için, bunların enine ve boyuna kesitlerine ilişkin şematize edilmiş model şekiller hazırlanmıştır. Ele alınan biyolojik malzeme, bu biçimlerle karşılaştırılarak, uygun bir deyimle adlandırılabilir. Şekil 1.1'de elma ve patatesin biçim tanımlamaları için çizilmiş standart şekiller verilmiştir.

Çizelge 1.1. Biyolojik malzemelerin biyoteknik özellikleri (Sinn ve Özgüven 1987).

Fiziksel Özellikler		Kimyasal özellikler	Biyolojik özellikler
Mekanik	Termik		
Temel boyutlar	Solunum ısısı	Renk	İletkenlik
Geometrik ölçüler	Özgül ısı	Dış görünüş	Işınım davranışı
Kütle	Isı iletkenliği	Yansılma ve geçirgenlik yeterliği	Yarı iletkenlik sayısı
Yğunluk	Isısal genleşme	neği	
Ağırlık merkezi	Isı taşınımı		
Statik-dinamik	Isı yayımı		
Kopma kuvveti			
Sertlik			
Sürtünme katsayısı			
Akışkanlık katsayısı			
Viskozite			



Şekil 1.1. Elma (A) ve patates (B) için şekil tanımlamaları (Mohsenin 1980).

#### 1.2.1.2. Yuvarlaklık

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

$$a) YO = \frac{r}{R} \quad (\text{Şekil 1.2.A}).$$

Bu eşitlikte;

YO : Yuvarlaklık oranı (faktörü),

r : Cismin kesitindeki en sivri çıkıntısının içten teğet çemberinin yarıçapı,

R : Cismin yaklaşık yarıçapı.

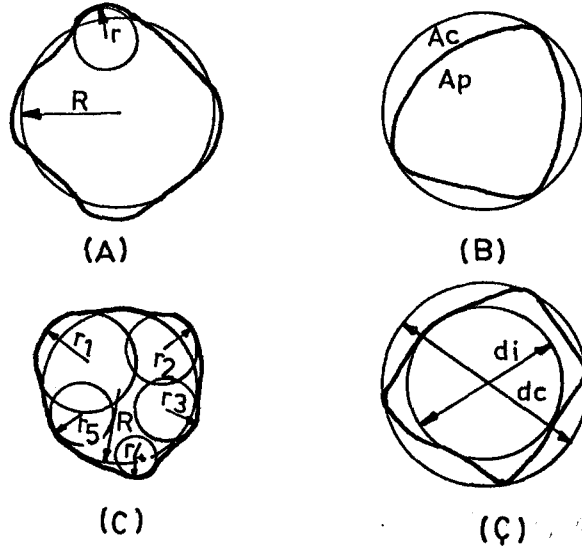
$$b) Y = \frac{A_p}{A_c} \quad (\text{Şekil 1.2.B}).$$

Bu eşitlikte;

Y : Yuvarlaklık,

$A_p$  : Cismin en büyük kesit alanı,

$A_c$  : En büyük kesitin sığabileceği en küçük çember alanı.



Şekil 1.2. Yuvarlaklık ve küresellik karakteristikleri (Mohsenin 1980).

$$c) Y = \frac{\sum r}{N \cdot R} \quad (\text{Şekil 1.2.C}).$$

Bu eşitlikte;

- $\sum r$  : Cismin kesitindeki yuvarlak çıkıntılıların içten teğet çemberlerinin yarı çapları toplamı,
- $N$  : Yuvarlak çıkıntı sayısı,
- $R$  : Cismin kesitine çizilebilecek en büyük içten teğet çemberin yarıçapı.

### 1.2.1.3. Küresellik

Biçimle ilgili olarak küresellik ifadesi de kullanılmaktadır. Bu deyim, malzemenin küreye yakınlığını belirlemektedir. Küresellik, üç yöntemle ortaya konulabilmektedir (Mohsenin 1980):

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



$$K = \frac{d_i}{d_c} \quad (\text{Şekil 1.2.Ç}).$$

b) İkinci yöntemde çaplardan hareket edilmekte ve

$$K = \frac{de}{dc}$$

eşitliğine göre bulunmaktadır.

Burada;

de: Malzemeyle aynı hacme sahip olan küre çapı,

dc: Malzemenin en büyük çapı.

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

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

$$K = \left[ \frac{(\pi/6) a \cdot b \cdot c}{(\pi/6) a^3} \right]^{1/3} = \left( \frac{bc}{a^2} \right)^{1/3}$$

Bu eşitlikte;

a : Uzun eksen boyu,

b : a eksenine dik uzun eksen boyu,

c : a ve b eksenlerine dik uzun eksen boyu.

1.2.2. Geometrik şekillere 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:

$$V = 4/3 (\pi ab^2)$$

$$S = 2\pi b^2 + 2\pi \frac{ab}{e} \cdot \sin^{-1} e$$

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

$$V = 4/3 (\pi a^2 b)$$

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

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

Bu eşitliklerde;

V : Hacım,

S : Yüzey alanı,

a : Döner elipsin uzun ekseninin yarısı,

b : Döner elipsin kısa ekseninin yarısı,

e : Eksantriklik.

Kesik dik koni şeklindeki meyvelerin hacım ve yüzey alanı değerlerinin bulunmasında ise, aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmaktadır:

$$V = (\pi/3) h (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2)$$

$$S = \pi (r_1 + r_2) \left[ h^2 + (r_1 - r_2)^2 \right]^{1/2}$$

Bu eşitliklerde;

$r_1$  : Taban yarıçapı,

$r_2$  : Üst yüzey yarıçapı,

h : Yüksekliktir.

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.

### 1.2.3. Ortalama projeksiyon alanı

Bu karakter, birbirine dik üç eksenenden elde edilen projeksiyon alanlarının ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Ortalama projeksiyon alanı ile materyal hacmi arasındaki ilişki ortaya konulabilmektedir. Şekil 1.3'de ortalama projeksiyon alanının bulunmasında kullanılan düzen görülmektedir.

Bu kriterin değerlendirilmesinde, konveks cisimler teorisine göre aşağıdaki ilişki geçerli olmaktadır (Mohsenin 1980):

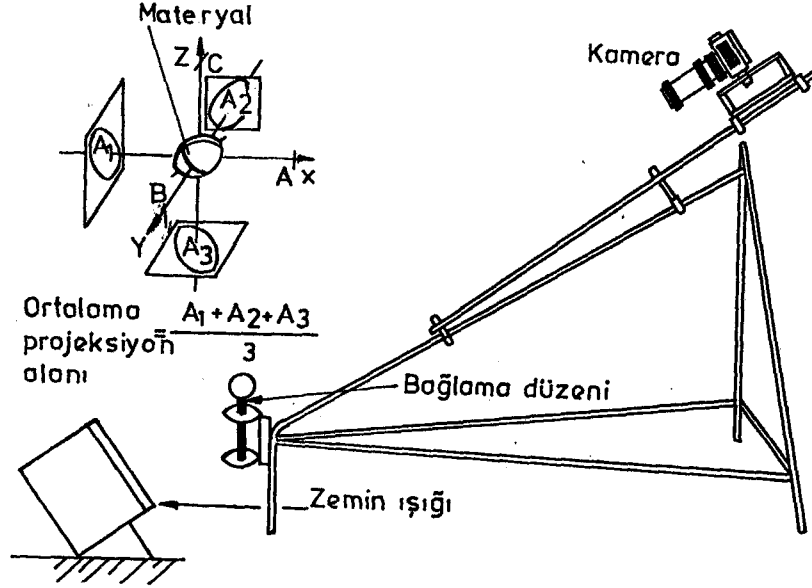
$$\frac{V^2}{S^3} \geq \frac{1}{36\pi}$$

Burada;

V : Konveks materyalin hacmi,

S : Konveks materyalin yüzey alanı.

Öte yandan, bu tip materyalin yüzey alanının, ortalama projeksiyon alanının 4 katı olduğu, yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Mohsenin 1980). Bu noktadan hareket edildiğinde,  $S = 4 A$  koşuluna göre, ilişki aşağıdaki şekilde yazılabilir:



Şekil 1.3. Meyve ve sebzelerin ortalama projeksiyon alanlarının bulunmasında kullanılan düzen (Mohsenin 1980).

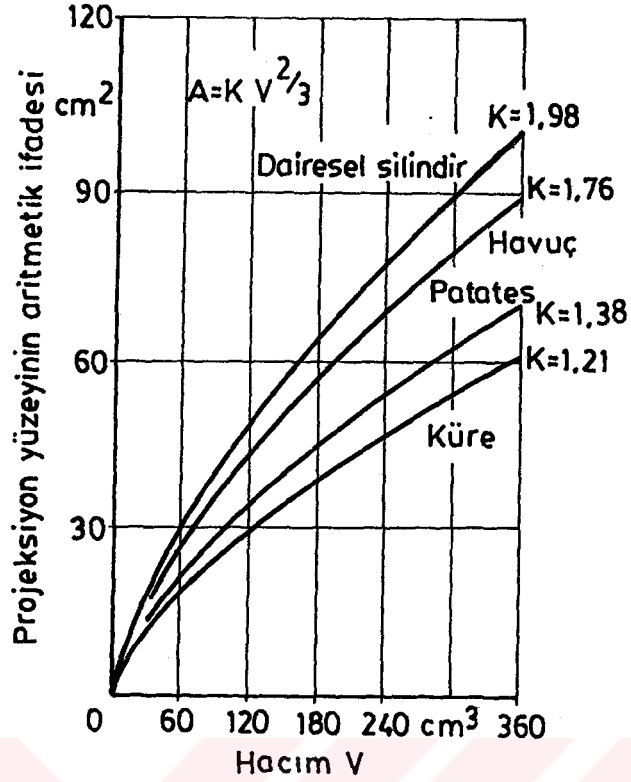
$$A \leq \left( \frac{9\pi}{16} \right)^{1/3} V^{2/3}$$

$$A \leq K V^{2/3}$$

Burada; K bir sabite olup, materyal cinsine bağlı olarak değişmektedir. Her materyal için tipik bir faktör olarak tespit edilmektedir. Küre için değeri 1,21 olmaktadır. Şekil 1.4'te, çeşitli ürünler için hacim ile ortalama projeksiyon alanları arasındaki ilişkiler verilmiştir.

#### 1.2.4. 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



Şekil 1.4. Çeşitli K katsayıları için hacim ve ortalama projeksiyon alanı arasındaki ilişkiler (Sinn ve Özgüven 1987).

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 eşitlikler verilmiştir (Mohsenin 1980).

$$\text{Elma : } S = 6,72 + 0,129 W$$

$$\text{Armut: } S = 7,49 + 0,99 W$$

Bu eşitliklerde;

S : Meyve yüzey alanı ( $\text{in}^2$ ),

W : Meyve ağırlığı (g)'dir.

### 1.2.5. Elektriksel özellikler

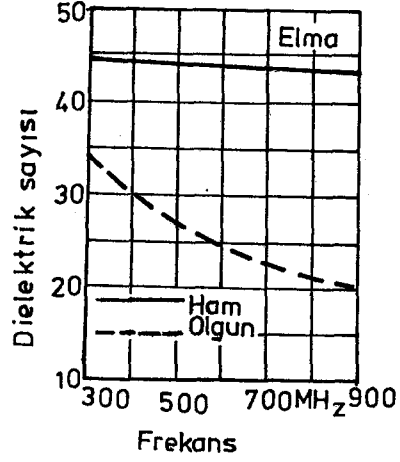
Tarımsal ürünlerin; elektriksel kondüktans, kapasitans, dielektrik özellikleri ve elektromanyetik radyasyona karşı reaksiyonları gibi bazı elektriksel özellikleri, ürünlerin hazırlanmasıyla ilgili olan işlemlerde önemli olmaktadır. Meyve ve sebzelerin elektriksel karakteristikleri, özellikle, kalite yönünden sınıflandırma sırasında önem taşımaktadır (Ayık 1985).

Ürünlerin olgunluk dereceleri ile sağlam veya bozuk olma durumları, bazı elektriksel özelliklerin değişimi üzerinde etkili olmaktadır. Frekansa bağlı olarak dielektrik sayısının değişim karakteristiği, şekil 1.5'de görülmektedir.

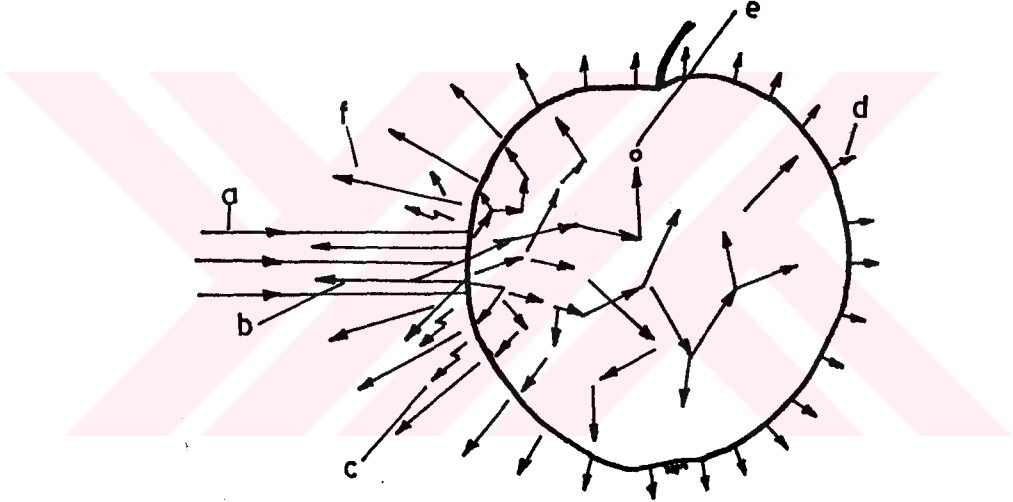
### 1.2.6. Optik özellikler

Tarımsal ürünlerin ışık yansıtma ve geçirme özelliklerinden yararlanılarak meyve ve sebzelerin çeşitli karakterleri ortaya konulabilmektedir. Bu özellikten yararlanarak; olgunluk derecesi, renk gibi özellikler belirlenebilmektedir.

Bazı çalışmalarda, tarımsal ürünlerin ışık yansıtma özelliklerinden yararlanılarak, ana materyalden yabancı maddelerin ayrılması ve ana materyalin sınıflandırılması gerçekleştirilebilmektedir. Meyve ve sebze üzerine düşen ışık, materyalin özelliğine bağlı olarak yansımaktadır. Şekil 1.6'da, bir meyve üzerine düşen ışığın dağılım karakteristiği görülmektedir.



Şekil 1.5. Olgun ve ham elmalarda frekansa bağlı olarak dielektrik sayısının değişimi (Sinn ve Özgüven 1987).

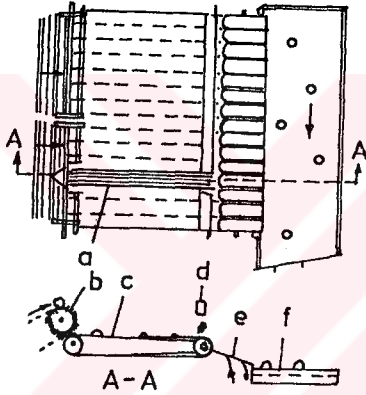


Şekil 1.6. Elma üzerine düşen ışığın dağılımı (a: gelen ışık, b: düzenli yansıma, c: emisyon, d: geçirgenlik, e: yutma, f: cisim yansıması) (Sinn ve Özgüven 1987).

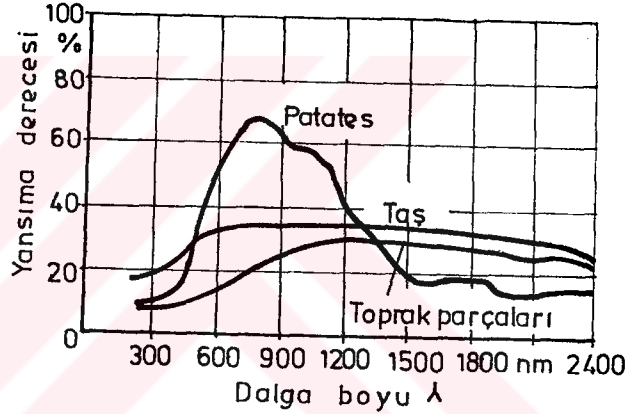
Refleksiyon ve transmisyon ölçmeleri sırasında meyve ve sebzelerin elektro manyetik titreşim tayfı karşısında gösterdikleri karakteristiklerden, özellikle sınıflandırma sistemlerinde yararlanılmaktadır (Moser 1984). Görünür ışık tayfındaki refleksiyon (yansıma) ölçmeleri, renk seçici ayırıcılarda yapılmaktadır. Transmisyon (iletim) ölçmeleri (özellikle Gamma ve Röntgen ışınları alanındaki ölçmeler); iç yapının, zararlıların ve ürün

kalitesinin belirlenmesi yönlerinden yararlı olabilmektedir. Elektromanyetik titreşim spektrumu içinde, taş ve toprak parçası gibi yabancı maddeler de, meyve ve sebze- den ayrılabilir (Öztürk ve Vatandaş 1988).

Şekil 1.7'de, farklı yansımaya özelliklerinden yararlanarak çalınan ve patatesten taş, toprak vb materyallerin ayrılmasına ilişkin olan prensip şemaları görülmektedir. Burada, aktif organ olarak elektrooptik dedektörden yararlanılmaktadır.



(A)



(B)

Şekil 1.7. Farklı yansımaya özelliğinden yararlanarak patates yumrularının temizlenmesi (A: Yapı şeması) (a: kanal, b: zincir elek, c: sınıflandırılmamış materyal götürücü bandı, d: elektro-optik dedektör, e: ayırma düzeneği, f: patates elevatörü) (B: çeşitli materyalin farklı dalga boyundaki ışınları yansıtma dereceleri) (Sinn ve Özgüven 1987).



### 1.2.7. Diğer özellikler

Ürün ile yabancı maddeler arasındaki fiziksel özellik farklarından dolayı da boylara ayırma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Yabancı maddeleri meyve ve sebzeden ayırmak için gerekli olan en önemli kriterler, geometrik boyutlar ve yoğunluktan oluşan temel büyüklüklerdir. Ayrıca, yuvarlanma sürtünmesi, kayma sürtünmesi ve hava direnci değerlerinden oluşan direnç katsayısı da, ayırmada önemli bir kriter olmaktadır.

### 1.3. Sınıflandırma Sistemleri

Sınıflandırma işlemi, meyve ve sebzelerin belirli özelliklerine göre yapılmaktadır. Göz önünde tutulan özelliklerin başlıcaları; boyutlar (çap, uzunluk), ağırlık, olgunluk, renk, bozukluk vb'dir. Uygulamada bu özelliklere göre sınıflandırma yapan çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Özellikle, elektronik sistemler, bu alanda ileri yöntemlerin uygulanmasına olanak vermektedir. Bu sayede, tam otomatik makineler de geliştirilmiş bulunmaktadır.

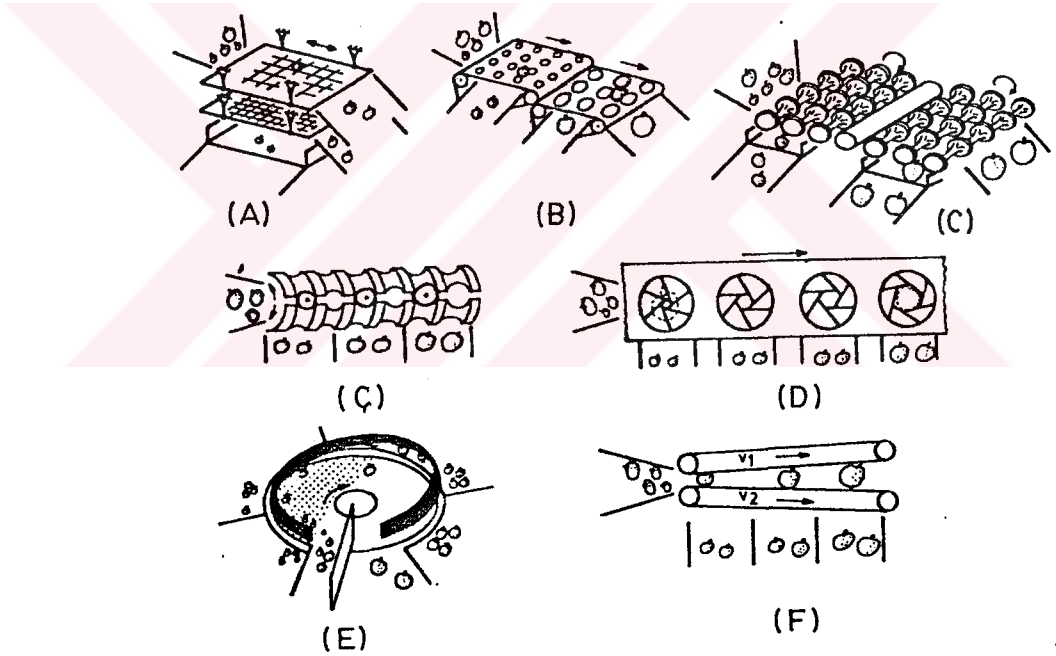
Boyutlara göre ayırma, çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar, çeşitli sistemlerden yararlanılarak uygulamaya aktarılmaktadır. Bunlar arasında; elekli, delikli bantlı, merdaneli, valsli, orifisli, pervazlı ve bantlı olanlar yer almaktadır (Şekil 1.8).

Elek sistemli sınıflandırma makineleri, birçok meyve ve sebze için kullanılabilir. Bunlar, kademe- li boylamaya olanak vermektedir (Dencker 1961). Ne var ki, bunlarda, sürtünmeye karşı hassas olan ürünler zedelenebilir. Ayrıca, uzun yapılı meyveler boylanırken

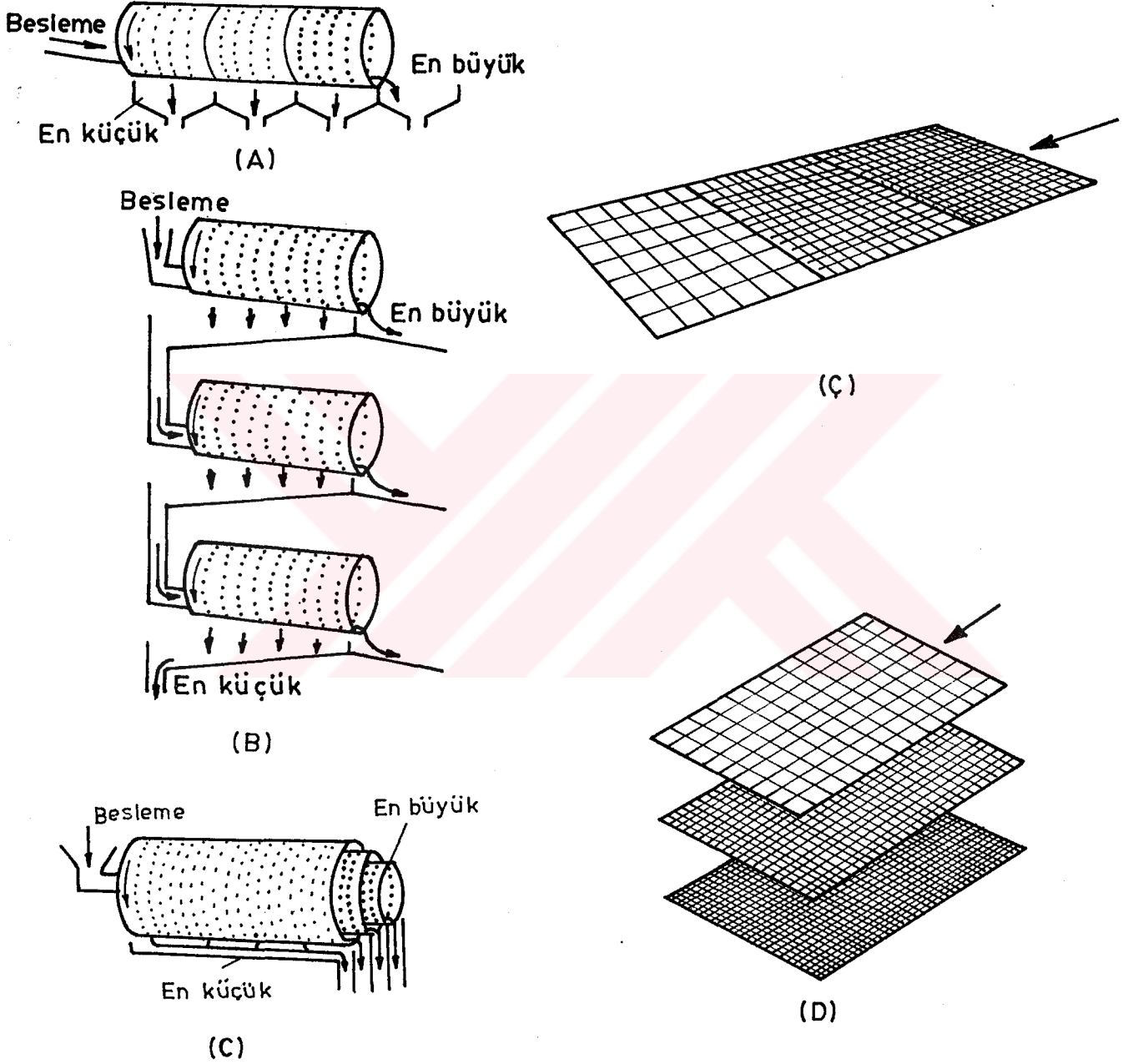
istenilen ayırma hassasiyetine ulaşamamaktadır.

Elek hareketi; titreşimli, alternatif, döner veya sabit olabilmektedir. Elekler amaca uygun olarak, çeşitli şekillerde düzenlenebilmektedir (Şekil 1.9).

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



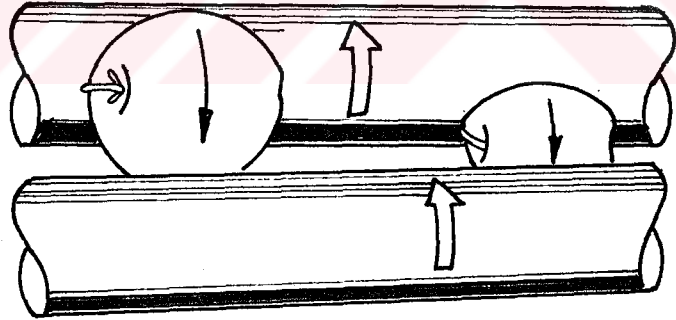
Şekil 1.8. Boyutlarına göre boylama yapan sınıflandırma sistemleri (A: Düz elekli, B: Delikli bantlı, C: Merdaneli, Ç: Valsli, D: Orifisli, E: Pervazlı, F: Bantlı) (Moser 1984).



Şekil 1.9. Eleklerin çeşitli şekillerde düzenlenişleri (A: Döner elek "Yan yana", B: Döner elek "Üst üste", C: Döner elek "İç içe", Ç: Düz elek "Yan yana", D: Düz elek "Üst üste").

ürünlerin boylanması için kullanılabilmektedir. Bu tip boylayıcılar, konik şekilli ürünler için, örneğin domates ve bazı elma çeşitleri için, uygun olmaktadır. 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 1.10).

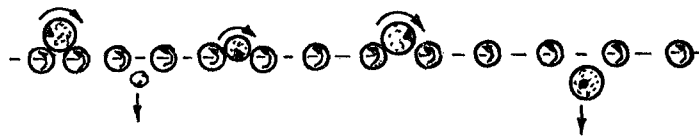
Çeşitli çevre hızına sahip olan değişken aralıklı bantlarla donatılmış bulunan düzenler, uzun ürünlerin, örneğin armutların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Cruess 1958). Gittikçe birbirinden uzaklaşan özel ipli veya kablolu olabilen bu tip boylayıcılarda, sınıflandırma kademeleri, ürün boyutlarına göre kademesiz olarak ayarlanabilmektedir (Şekil 1.11).



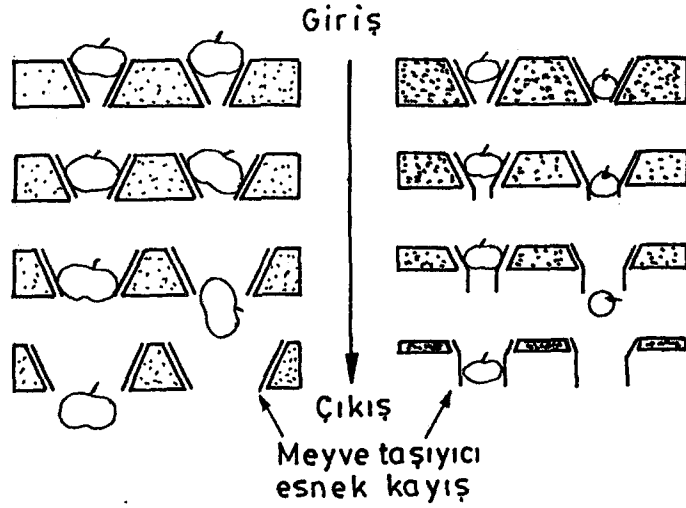
Büyük elma merdane açıklığının daha büyük olduğu sol tarafa hareket edecektir.

Küçük elma merdaneler arasında düşmek üzeredir.

Merdane konveyör yönü

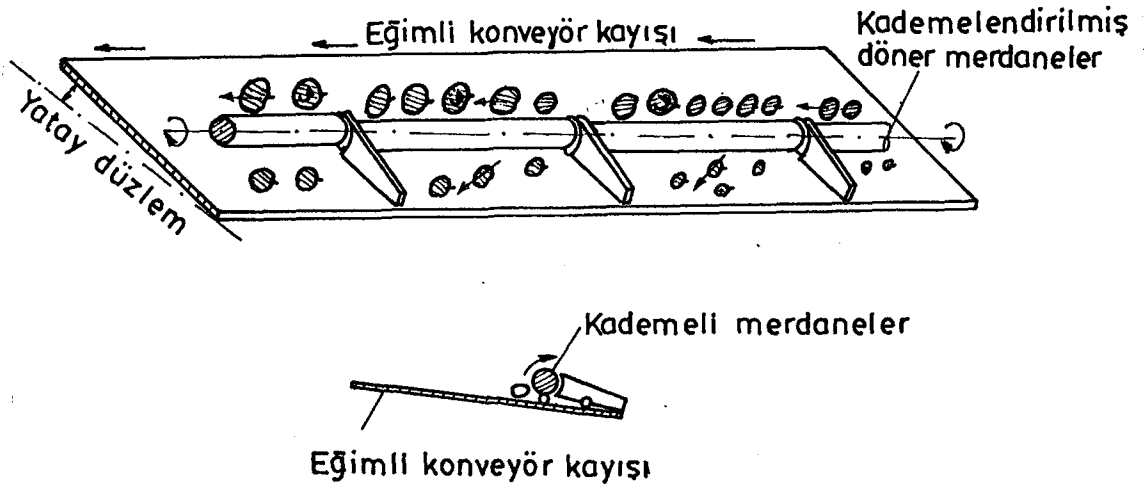


Şekil 1.10. Merdaneli boylayıcı (Brennan ve ark. 1976).



Şekil 1.11. Bantlı sınıflandırma makinesi (Brennan ve ark. 1976).

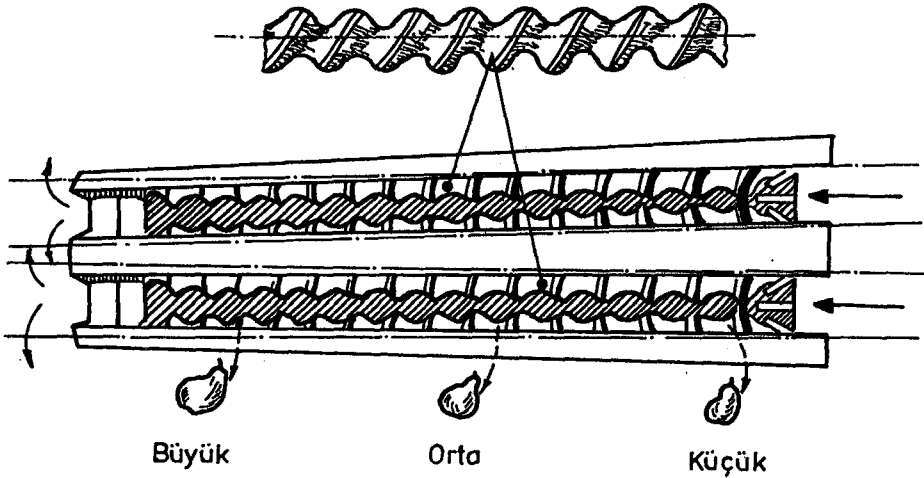
Kayış ve merdaneli boylayıcılar, döner merdaneye göre eğimlendirilmiş bir kayış konveyörünü içermektedir. Herbir kısımdaki merdane ve kayış arasındaki açıklık, istenen boyutu vermek için ayarlanabilir. Döner merdaneler, meyvenin orta ekseninin merdanelere paralel olmasını sağlarlar (Şekil 1.12).



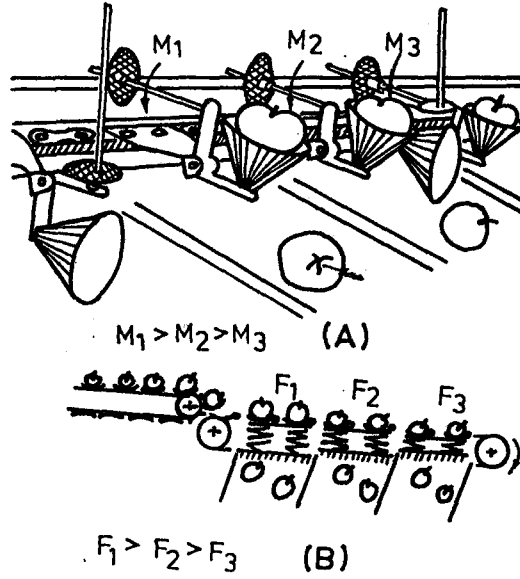
Şekil 1.12. Kayışlı ve merdaneli boylayıcı (Brennan ve ark. 1976).

Vida tip boylayıcı, ürünleri iki ölçücü helis arasında taşımaktadır. Bölümler ve dönen helis arasındaki boylama açıklıkları, kademeli bir açıklık vermek için ayarlanabilmektedir. Spirallerin dönmesiyle, ürün, uygun şekilde yönlendirilmektedir. Ürüne zarar vermemek için, ürünle temas eden yerler, kavuçuukla kaplanabilmektedir (Şekil 1.13).

Ağırlığına göre sınıflandırma, boyuta göre sınıflandırmadan daha etkin sonuç vermektedir (Yavuzcan ve Öztürk 1988). Bunun nedeni, meyve ağırlıklarının, çaplarının küpleriyle orantılı olarak değişmesidir. Bu sonuca, bazı meyvelerin simüle edilmiş küresel yapılarından hareket edilerek ulaşılmaktadır. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan sistemlerde, sınıflandırma düzeni ile meyveler arasında bağıl bir hareket ortaya çıkmamaktadır. Ürün şeklinin sistem üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Sınıflandırma işlemi, moment değişimine bağılı olarak, sürekli yapılabilmektedir (Şekil 1.14).



Şekil 1.13. Vida tip boylayıcı (Gil 1968).



Şekil 1.14. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan sistemler (A: Terazili sistem, B: Yaylı sistem) (Yavuzcan ve Öztürk 1988).

Bu sistemlerde ağır meyve ve sebzeler, yay reaksiyon kuvvetini veya karşı ağırlık momentini ilk aşamada yenerek sınıflanırlar; buna karşın, daha hafif olan ürünler, ayırma mekanizmasının sonuna doğru taşınırlar (Hall ve Davis 1979). Bunlar, moment veya yay kuvvetini yendikleri noktadaki toplama bölmesine düşerler. Bu tür sisteme göre çalışan makinelerde, ürünler, bantlı götürücülerle tartı düzenine iletilirler.

#### 1.4. Sınıflandırma Makinelerinden İstenen Özellikler

Sınıflandırma makinelerinin işlevlerini amaca uygun olarak gerçekleştirebilmeleri için, kalite yönünden belirli özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Meyve ve sebzelerin büyüklüklerine göre kusursuz olarak ayrılması,

- b) Yapışkan karakterli olan yabancı maddelerin tam olarak uzaklaştırılması,
- c) Hastalıklı ve zararlı (hasarlı) ürünlerin güvenilir şekilde ayrılması,
- ç) Meyve ve sebzelerin özenle boylanması,
- d) İş kapasitelerinin büyük 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) Ucuz olması,
- i) Çok amaçlı olması.

Bildirilen bu özelliklerden ilk dördüne, yalnızca boylama makineleriyle ulaşılamamaktadır. Bunun yanında, ayırma bantları gibi ek düzenlere ve insan el emeğine de gereksinim duyulmaktadır.

Yabancı materyallerin ve hastalıklı zararlı ürünlerin uzaklaştırılması, boylama makineleriyle değil, ayıklama bantlarında elle yapılabilmektedir. Uygulamada bu işlemi gerçekleştiren elektronik ve optik sistemlere sahip makineler de bulunmaktadır.

Meyve ve sebze sınıflandırma makinelerinin, boylama işlemini gerçekleştirirken uymaları gereken bir noktada da, sınıflandırılacak materyale zarar vermemeleridir. Bu amaçla makinelerde, meyve ve sebze ile temas eden kısımların kaplanması gerekmektedir. Bunun için çeşitli kaplama malzemeleri kullanılabilmektedir. Bunlar arasında; sünger, kavuçuk, deri, keten, bez vb malzemeler sayılabilmektedir.



Sınıflandırma makinelerinin iş kapasitelerinin büyük olması istenmektedir. İş kapasitesi deyiminden, saatlik kapasite anlaşılmaktadır. Fakat artan kapasite ile birlikte, boylama etkinliğinin ve kalitesinin düşmesi nedeniyle, bu değer, belli bir sınırın üzerine çıkamamaktadır.

Bu makinelerin güç gereksinimlerinin ve enerji tüketimlerinin düşük olması, işletme giderlerini azaltmaktadır. Bu, özellikle büyük işletmeler için söz konusu olan yüksek kapasiteli makinelerde, önemli bir özellik olarak kabul edilmektedir. Öte yandan, bu makinelerde, ağırlık ve boyut, kapasite arttıkça artmaktadır.

Sınıflandırma makineleri geliştirilirken 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, kolayca 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 boylanmasına 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.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Meyve ve sebze boylama makinelerinin yapısal ve işletme karakteristikleri, çeşitli faktörlere göre değişiklik göstermektedir. İşletme büyüklüğü, yetiştirilen meyve ve sebzelerin türü, insan iş gücü varlığı, güç kaynağı ile ekonomik faktörler, bu alanda etkili olmaktadır. Ayrıca, makinenin tek ve çok amaçlı-kombine özellikte olup olmaması da, söz konusu karakteristiklerin belirlenmesi yönünden önem taşımaktadır.

Araştırmada yararlanılan kaynaklar, meyve ve sebze boylama makinelerinin yapılarını ve işletme karakteristiklerini etkileyen faktörler göz önünde tutularak incelenmiştir. Meyve ve sebzelerin biyolojik özelliklerine ilişkin çalışmalara da yer verilmiştir. Ayrıca, makine performans değerlerinin belirlenmesi amacıyla değişik ülkelerde yapılan deneylere dayalı araştırmaların sonuçları da etüt edilmiştir.

Brockmann (1975), meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasında gözönünde tutulan özelliklerin başlıcalarının; boyut, ağırlık, olgunluk, renk, bozukluk vb olduğunu açıklamıştır. Çeşitli ürünlere uygun olan boylama sistemlerini incelemiştir. Sınıflandırma işlemlerinin makinelerle gerçekleştirildiğini bildirmiştir. Elektronik ve otomatik makinelerin, özellikle ürünlerin büyüklüklerine göre sınıflandırılmaları için sözkonusu olduğunu; olgunluğa ve renge göre sınıflandırmanın, çoğunlukla, ayıklama bantlarında elle yapıldığını bildirmiştir. Böyle bir bantın, sınıflandırma makinesi değil, yaptığı iş nedeniyle, ancak iletim makinesi olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir.

Yuvarlak ürünlerin büyüklüklerine göre sınıflandırılması için, değişik delik büyüklüklerine sahip eleklerin kullanılabilirdiğini, ancak bu yöntemin hassas ürünlere pek uygun olmadığını açıklamıştır.

Ürün sınıflandırma bantlarında, elverişli olmayan ürünlerin elle ayrıldığını vurgulayan araştırmacı, böyle bir bantın teknik özelliklerini aşağıdaki gibi vermiştir:

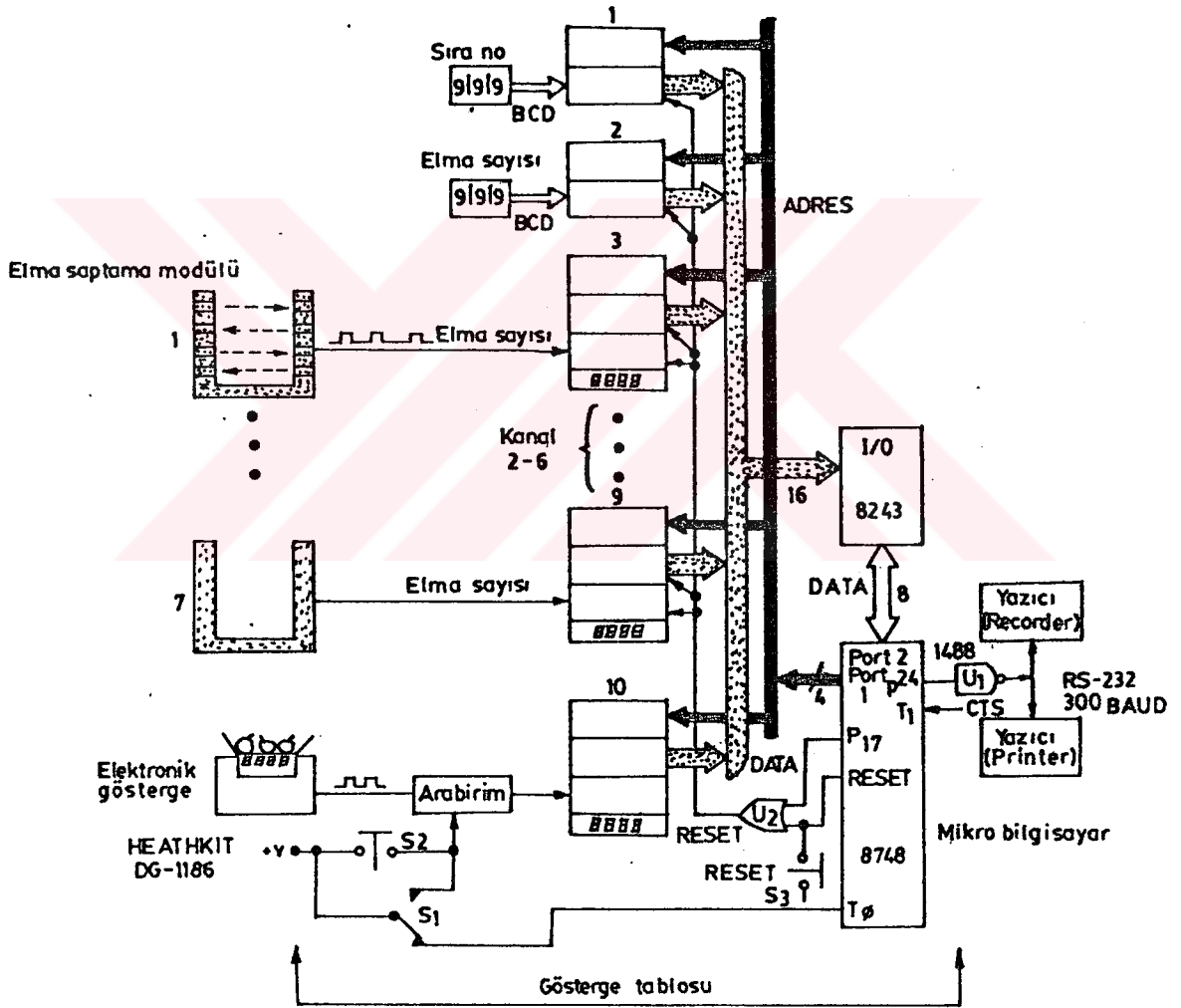
Bant genişliği .....	: 550 mm
Bant uzunluğu .....	: 5 m veya 7 m
Makine ağırlığı (7 m'lik).....	: 700 kg
Güç kaynağı (7 m'lik) .....	: 0,5 kW (redüktörlü motor)
Bant hız kademeleri .....	: 0,08-0,19 m/s

Buckley ve Ark(1983), meyve ve sebzelerin ayrılma ve sınıflandırma işlemlerinde bilgisayar temelli sistemlerden de yararlanılabileceğini açıklamışlar, bu alanda ön tasnif uygulanmış elmaların otomatik olarak sayımı ve tartımı için sistemler geliştirmişlerdir. Bu alanda kullanılabilecek bir sistemin blok diyagramını da vermişlerdir (Şekil 2.1). 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 sayma modülü tarafından gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir.

Sistemde daha sonra tartma işleminin gerçekleştirildiğini, tartma işleminin sınıflandırmaya yönelik olmadığını, burada yalnızca ağırlık değerlerinin bilgisayara verildiğini bildirmişlerdir. Sistemde elmaların saptanması için enfraruj tekniğinden yararlanıldığını, bu işlemin sayma kanalı içinde yapıldığını, bu teknik ile ürünlerin

oldukça güvenli biçimde saptanabildiğini ifade etmişlerdir.

Goodman ve Hamann (1969), düzensiz şekilli ürünleri boylamak için bir makine geliştirmişler ve çeşitli koşullarda denemesini gerçekleştirmişlerdir. Tatlı patates yetiştiriciliğinde hasat ve hazırlama işlemleri için iş gücü gereksiniminin önemli bir kriter olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut standarda göre, tatlı patateslerin iki



Şekil 2.1. Mikrobilgisayar temelli bir sistemin blok diyagramı (Buckley ve ark 1983).

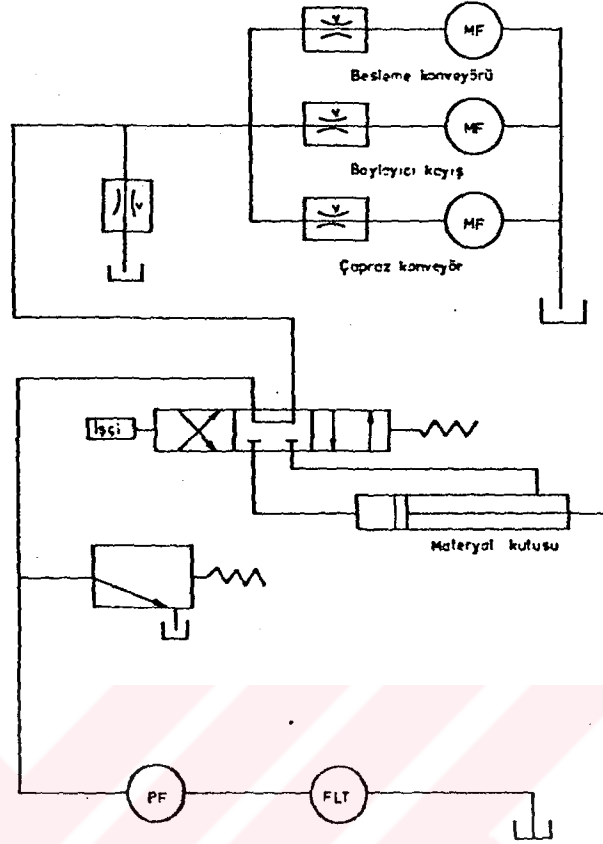
sınıf olarak ayrıldığıını, bunlardan I.sınıfın  $1 \frac{3}{4}$  ...  $3 \frac{1}{2}$  çapında ve 3"...9" uzunluğunda; II.sınıfın ise,  $1 \frac{1}{2}$  ...2  $\frac{1}{2}$  uzunluğunda ve 3"...7" boyunda olabileceğini açıklamışlardır.Çalışmalarının amacını, boylama işlemini mekanize etmek için bir boylama makinesi geliştirmek olduğunu belirtmişlerdir.

Boylama makinesi olarak aralık açıklığı giderek büyüyen bantlı sistem kullanmışlardır. I.sınıf yumruların kayışlar üzerinde taşındığını, II.sınıf yumruların ise kayışların arasından düştüğünü ortaya koymuşlardır. Boylama ünitesinin çeşitli birimlerine hidrolik devreyle güç sağlandığını, bunun için 7,5 HP'lik bir motor kullanıldığını vurgulamışlardır. Hidrolik devreyi şekil 2.2'deki gibi vermişlerdir.

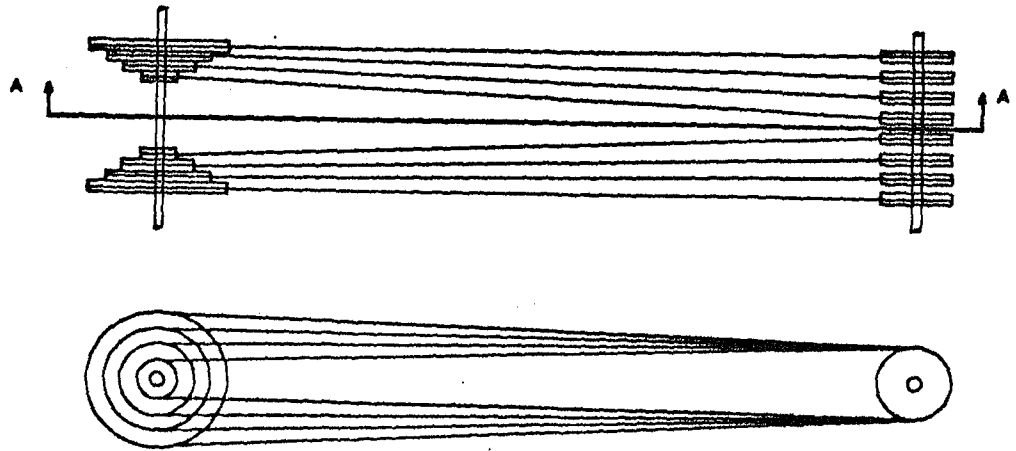
Yumruların boylanmasının yuvarlak boylayıcı kayışlarla gerçekleştirildiğini açıklayan araştırmacılar, kayış düzenlenmesine ilişkin şemayı da şekil 2.3'deki gibi vermişlerdir.

Araştırmalarında kullandıkları boylayıcının teknik ölçülerini açıklamışlar ve V şeklinde bir kanal oluşturan kayışlardan üsttekilerinin dibe yakın olanlara göre daha yüksek hıza sahip olduğunu belirtmişlerdir. Böylece patateslerin uzun eksenlerinin kayışlara paralel olacak şekilde döndüğünü belirlemişlerdir.

Deney makinesinde 32" genişliğinde ve 60" uzunluğunda bir besleme konveyörü kullanmışlardır. Deneyleri iki amaca yönelik olarak gerçekleştirmişlerdir. Bunlardan birincisini, ünitenin yumruları boylandırma yeteneğini belirleme ve ikincisini de, I.sınıf yumruların zarara uğratılma seviyelerini tayin etmek şeklinde ifade



Şekil 2.2. Hidrolik devre (Goodman ve Hamann 1969).



Şekil 2.3. Boylayıcı kayış düzenlenmesi (Goodman ve Hamann 1969).

etmişlerdir. Tüm kapasite deneylerindeki verilerin yumruların tartılmasıyla elde edildiğini açıklamışlardır. Besleme miktarını, saatte bushels olarak vermişlerdir. Boylayıcı kayış hızlarını, hızı en düşük olan dip kayış üzerinden almışlardır.

Denemelerde yaklaşık 45'er poundluk materyal kullanmışlardır. Tüm verileri, sonuçların karşılaştırılabilmesi için, ağırlık yüzdesine çevirmişlerdir. Uygulanan deneylerden birisinde, sabit bir besleme oranında, çeşitli kayış hızlarını kullanmışlardır. Bu şekilde gerçekleştirdikleri deney sonuçlarını çizelge 2.1'deki gibi vermişlerdir.

Çalışmalarında belirli bir devir sayısında, yükleme oranlarının değişimine bağlı olarak performans değerlerini de belirlemişlerdir (Çizelge 2.2).

Yumruların gereği gibi boyolanamamasının 3 nedeni olduğunu ortaya koymuşlardır. Bunlardan birincisini, yumru uzun ekseninin kayış eksenine paralel olması için dönmemesi, ikincisini V'nin alt kısmında bulunan büyük bir yumru üstünde küçük yumrunun taşınması, üçüncüsünü ise bu nedenlerin dışındaki nedenler olarak belirlemişlerdir.

Jäger ve ark. (1958), patateslerin ağırlıklarına göre sınıflandırılmaları üzerinde durmuşlardır. Çalışmalarında patates yumrularının minimum özgül ağırlıklarınının 1,08 olduğunu açıklamışlardır. Özgül ağırlığı 1,08 olan küre şeklindeki yumrularda çap ile ağırlık arasındaki ilişkiyi şekil 2.4'deki gibi vermişlerdir.

Homojen materyalden yapılmış her kürede ağırlığın, çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle orantılı olarak arttığını vurgulamışlardır. Ağırlığa göre sınıflandırmada,

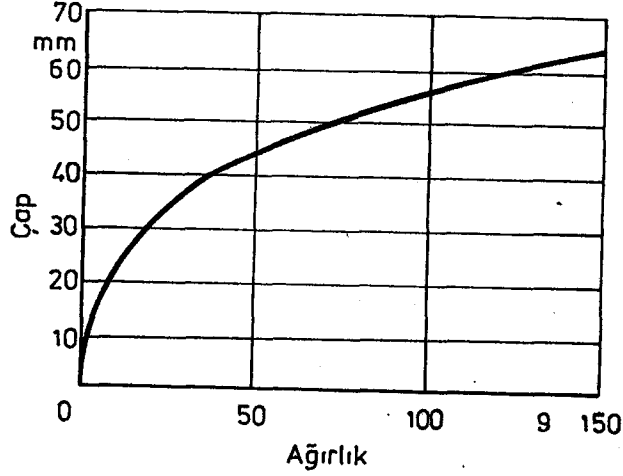
Çizelge 2.1. 90 (bushels/h) besleme oranında boy-  
lama ünitesinin performansı (Goodman  
ve Hamann 1969).

Boylayıcı kayış hızı (fpm)	Deney No	Doğruluk derecesi (%) (1.sınıf için)	Doğruluk derecesi (%) (2.sınıf için)
100	1	94,0	100
	2	95,9	100
	3	91,6	100
	4	91,7	100
	Ort.	93,3	100
125	1	95,3	100
	2	94,9	100
	3	95,6	100
	4	96,4	100
	Ort.	95,5	100
150	1	91,8	100
	2	95,2	100
	3	95,0	100
	4	95,0	100
	Ort.	94,2	100



Çizelge 2.2. 125 feet/min'lik boylayıcı kayış hızında boylama ünitesinin performansı (Goodman ve Hamann 1969).

Yükleme oranı (bu/h )	Deney No	% doğruluk (1.sınıf için)	% doğruluk (2.sınıf için)
545	1	85,3	97,4
	2	92,1	96,0
	3	90,3	96,5
	4	91,9	96,6
	Ort.	89,9	96,6
300	1	88,1	100,0
	2	87,5	100,0
	3	92,2	96,6
	4	91,3	97,7
	Ort.	89,7	98,5
200	1	87,5	100,0
	2	87,0	100,0
	3	89,4	96,4
	4	91,6	96,6
	Ort.	88,8	98,2



Şekil 2.4. Ağırlık değerinin çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle artışı (Jäger ve ark. 1958).

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 kullanılabilirliğini 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.

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

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 yay'ın yerleştirildiğini; sınıflandırma düzenine giren patateslerin ağırlıklarına uygun olarak yaprak yayları büktüğünü ve ait olduğu sınıfa düştüğünü belirtmişlerdir. Model makinenin dış çapının 80 cm olduğunu ve saatlik kapasitesinin 500 kg'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Mohsenin (1980), 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 eksenel boyutların ölçülme yöntemlerini ortaya koymuştur. Biçimlerin belirlenmesiyle ilgili olarak çeşitli faktörleri dikkate almıştır. Bazı meyvelere ilişkin yuvarlaklık ve küresellik değerlerini, çizelge 2.3'deki gibi vermiştir.

Çeşitli meyveler için ortalama kesit alanı ile hacim arasındaki ilişkileri, normal küre şeklindeki cisimle karşılaştırmalı olarak vermiştir. Biyolojik malzemelerin

çeşitli kuvvetler altında göstermiş olduğu karakterleri de, reolojik özellikler bölümünde irdelenmiştir.

Çeşitli tarımsal ürünler için çekme, kesilme ve burulma testlerinin prensip şemalarını vermiştir. Bu düzenlerin kullanılmasıyla elde edilen kuvvet deformasyon karakteristiklerini ortaya koymuştur. Elma kabuğu ve diğer meyvelerin kabuklarının kesilme mukavemetlerini bulabilmek için kullanılan deney düzenini açıklamıştır. Meyve kabuğunun kesilme ve delinmeye karşı direnç değerlerini vermiştir. Kesilmeye direncini kesme kuvveti, çelik zımba çapı ve kabuk kalınlığından giderek bulmuştur.

Moser (1984), çalışmasında, meyve ve sebze sınıflandırma mekanizasyonu alanında geliştirilmiş sistemler üzerinde durmuştur. Meyve ve sebzelerin pazara hazırlanmasıyla ilgili ön bilgiler vermiştir. Meyve ve sebzelerin sınıflandırılmasında materyalin, çoğunlukla fiziksel,

Çizelge 2.3. Bazı ürünlerin küresellikleri (%)  
(Mohsenin 1980).

Ürün	Küresellik	Ürün	Küresellik
<u>Elma</u>		Yaban mersini	90
McIntosh	90	Kiraz	95
Melba	92	<u>Şeftali</u>	
Golden		Red Haven	93
Delicious	92	Elberta	97
Red Delicious	92	<u>Armut</u>	
Stayman	90	Maxsine	89
Rome	89		

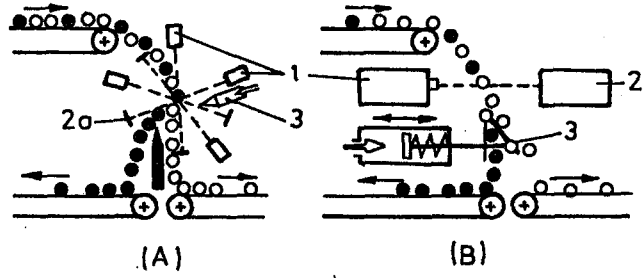
kısmen de biyolojik özelliklerinden yararlanıldığını vurgulamıştır. Meyve ve sebzelerin ayrılma ve sınıflandırmaya yansıyan özelliklerini çizelge 2.4'deki gibi vermiştir. Temel sınıflandırma sistemlerini şematik olarak incelemiştir. Çeşitli özelliklere göre sınıflandırma yapılabildiğini belirten araştırmacı, ağırlığa göre sınıflandırmanın hıyarlarda ve salatalıklarda alışlagelmiş olarak kullanılmakta olduğunu ve meyvecilikte giderek önem kazandığını belirtmiştir.

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  $\gamma$  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 soğansız sebzelere karışmış yabancı materyallerin ayrılmasında kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu sistemleri şekil 2.5'deki gibi vermiştir.

Bu sistemlerde ayrılması gereken materyalin fotoseller tarafından kumanda edilen bir basınçlı hava memesi yardımıyla uçuş yörüngesinden itildiğini belirtmiştir.

Çizelge 2.4. Meyve ve sebzelerin sınıflandırma ve ayırma işlemleriyle ilgili kriterleri (Moser 1984).

Seçme kriterleri	Mekanik özellikler							Elektromanyetik titreşim spektrumunda içindeki maddenin özellikleri		
	Temel büyüklükler			Direnç katsayıları						
	Boyutlar- -şekil	Ağırlık	Yoğunluk	Mukavemet Elastikiyet	Yuvarlanma sürünmesi	Kayma sürtünmesi	Hava direnç			Renk/ Refleksiyon
Meyve										
Ayırma	X		X		X	X	X			
Sınıflandırma	X	X	X		X				X	X
Ayırma	X		X		X	X	X	X	X	X
Sınıflandırma	X	X	X		X		X		X	X



Şekil 2.5. Görünür, röntgen ve gamma ışınlarında refleksiyon ve transmisyon yöntemine göre çalışan ayırma ve sınıflandırma sistemleri (Renk-refleksiyon sistemi: A ve strüktür-transmisyon sistemi: B) (1: ışın kaynağı, 2: Alıcı, 2a: Renk karşılaştırma yüzeyi, 3: Fırlatıcı) (Moser 1984).

Neumann (1984), patates sınıflandırma makinelerinin yapısal özelliklerini açıklamış ve bu makinelerde, yüksek sınıflandırma hassasiyetine, patateslerin sınıflandırma elemanları üzerinde tek katmanlı akışta ve yavaş hareket ettirerek ulaşıldığını belirtmiştir. Sınıflandırma yönünden optimal sonuçlar elde edebilmek için, makine ayarı ile yükleme miktarı arasında uyum sağlanması gerektiğini vurgulamıştır. Bütün sınıflandırma sistemlerinde, sınıflandırma hassasiyetinin, patates yumrusunun uzunluğu arttıkça azaldığını belirtmiştir.

Sınıflandırma hassasiyetinin elek uzunluğu ile arttığını ortaya koymuştur. Sınıflandırma sırasında, ayıklamanın da yapıldığını ve bu işlemin patateslerin pazara hazırlanması sırasında en yüksek işgücü talep eden işlem olduğunu vurgulamıştır. Biçim değerlendirilmesine ilişkin olan uzunluk indeksine göre patates yumrusunun şekillerini çizelge 2.5'deki gibi vermiştir.

Çizelge 2.5. Uzunluk indeksine göre patates yumrusunun şekilleri (Neumann 1984).

Şekil	Kısaltma	Uzunluk indeksi <sup>1)</sup>
Yuvarlak	rd	95 - 105
Yuvarlak-oval	rdov	106 - 120
Oval	ov	121 - 130
Uzun-oval	lgov	131 - 140
Uzun	lg	>140

1)  $\frac{\text{En büyük uzunluk}}{\text{En büyük genişlik}} \times 100$  Örnek:  $\frac{40\text{mm} \times 100}{35 \text{ mm}} = 114$  (Yuvarlak-oval)

Ticari sınıflandırma nizamnamesine göre, hasar derecesinin, hasar derinliğine bağlı olarak değerlendirildiğini ortaya koymuştur. Buna göre, 1,7 mm derinliğe kadarki hasarların hafif ve 5 mm'nin üzerindeki hasarların da ağır hasar olarak değerlendirildiğini belirtmiştir. Orta ve ağır hasarların, çoğunlukla hasatta ve sınıflandırma makinesine kadarki işlemler sırasında ortaya çıktığını, sınıflandırma eleğinin sebebiyet verdiği hasarların yaklaşık % 80'nin hafif hasarlar olduğunu belirtmiştir.

Miktar kapasitesi ve büyüklük gruplarının sayısı yönünden en geniş kullanılma alanına düz elekli sınıflandırıcıların sahip olduğunu vurgulamıştır. Bunların kapasitelerinin 2...30 t/h arasında değiştiğini, sınıflandırma grup sayılarının da 3...6 arasında olduğunu ortaya koymuştur. Düz elekli sistemdeki sınıflandırma hassasiyetinin, diğer sınıflandırma sistemlerine göre, genel olarak, en yüksek olduğunu belirtmiştir. Ne var ki, sınıflandırma hassasiyeti ile hasar tehlikesinin de arttığını



vurgulamıştır. Hasar miktarının, lastikle kaplanmış elekler kullanılarak en azından yarıya indirilebileceğini belirtmiştir. Bu sınıflandırma sisteminin, özellikle hasar yönünden duyarlı ve kabuğu sert olmayan patateslerin sınıflandırılmasında kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. Sınıflandırma sistemlerinde telleri kaynakla bağlanmış veya bükülmüş eleklerin kullanılabildiğini, telleri kaynakla bağlanmış eleklerin boyut koruyabilme özelliklerinin, bükülmüş olanlara göre daha iyi ve patateslerin hasarlanma oranlarının daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Düz elekli sınıflandırma makinelerinin çoğunda eleklerin üst üste konumlandırıldığını, bunların 5...7 derecelik eğimlere sahip olabileceğini, yatay eleklerin çok az kullanıldığını belirtmiştir. Meyilli eleklerde, materyal taşınmasının, daha iyi olduğunu; fakat, özellikle patates yumrularının uzunluk indekslerinin daha büyük olduğu durumlarda, sınıflandırma hassasiyetinin azaldığını vurgulamıştır. Meyilli düz eleklerin esas itibariyle yatay titreşimler içinde yer değiştirdiklerini, titreşimli elek kasalarının çelik veya ağaç yaylar üzerine oturtulduğunu belirtmiştir.

Strok büyüklüğünün, çoğunlukla, işe uygunluk yönünden tespit edilip değiştirilmediğini, devir sayısının bazı makinelerde değiştirilmesiyle farklı patates yumrusu şekillerine uyum sağlanabildiğini bildirmiştir.

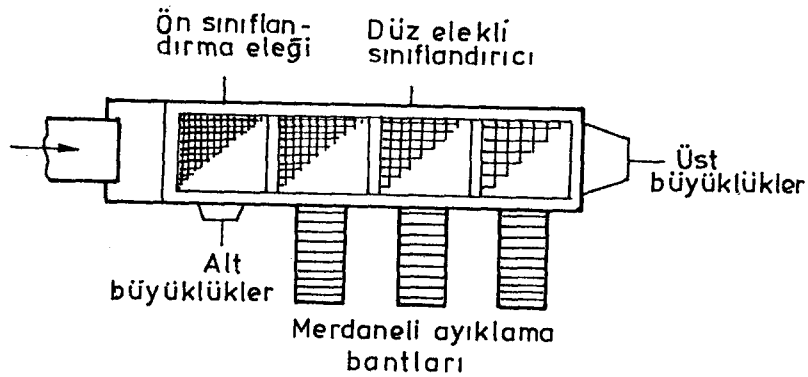
Eleklerin özellikle uzun şekilli patatesler yardımıyla kapatılmasını engellemek amacıyla fırlatıcı düzenlerin kullanılması gerektiğini, bu düzenlerin eleklerin altında gidip gelen lastik kaplı pervazlara sahip olduklarını açıklamıştır. Elekli sınıflandırma makinelerinin,

ayıklama amacıyla rulolu (merdaneli) ayıklama bantlarıyla da kombine edilebildiğini belirtmiştir (Şekil 2.6).

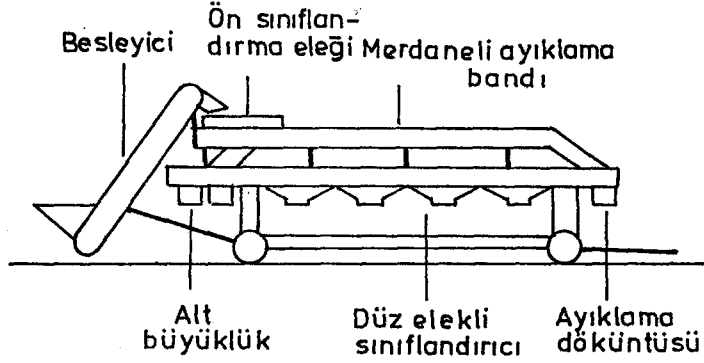
Ayıklama bandınının ve sınıflandırma düzeninin aynı düzlem içinde bulunması durumunda, toplam uzunluğun büyüdüğünü, bunların kapasitelerinin 8...10 t/h arasında değiştiğini vurgulamıştır. Ön sınıflandırmanın alt büyüklüklerin ayrılmasına olanak verdiğini belirtmiştir.

Tarımsal işletmeler ve ortaklaşa çalıştırılan küçük sınıflandırma tesisleri için söz konusu olan sınıflandırma makinelerinin, besleyici ve ayıklama bandı ile kombine edildiğini açıklamıştır. Böyle bir makinenin şematik resmini şekil 2.7'deki gibi vermiştir.

Küçük ve orta kapasiteli sınıflandırma makinelerinin hareketli yapılmalarına karşın, büyük kapasitelilerin, çoğunlukla, stasyonere olarak imal edildiğini belirtmiştir.



Şekil 2.6. Elekli sınıflandırıcı ve merdaneli ayıklama bandı kombinasyonu (Neumann 1984).



Şekil 2.7. Elek, besleyici ve ayırıcı kombinasyonu (Neumann 1984).

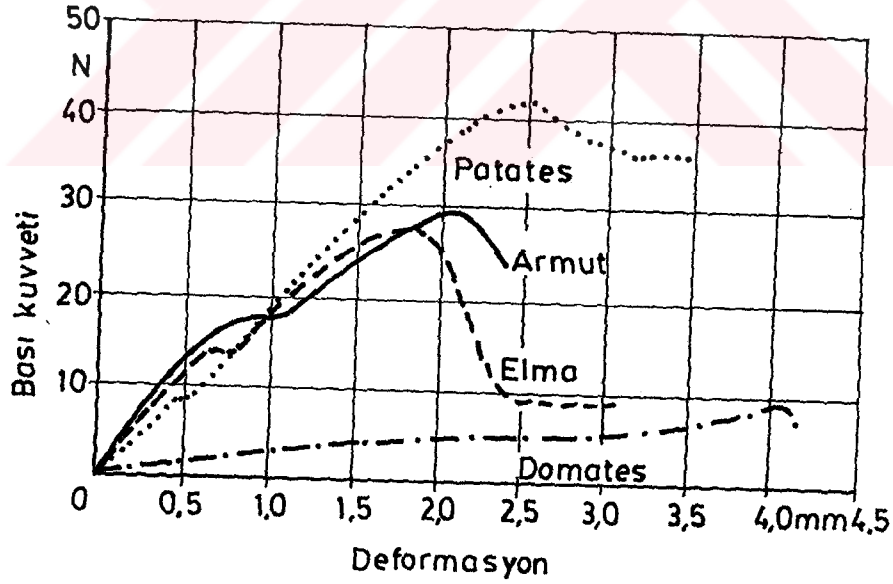
Sinn ve Özgüven 1987. Biyolojik malzemelerin teknik özelliklerini şekil ve çizelgelerle açıklamışlardır. Bazı bitkisel ürünlerin temel boyutlarını çizelge 2.6'daki gibi vermişlerdir.

Çizelge 2.6. Bazı bitkisel ürünlerin temel boyutları (Sinn ve Özgüven 1987).

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

Çeşitli yüzeylerin birbirleriyle temas etmesi durumunda oluşabilecek gerilmeleri irdelenmişlerdir. Biyolojik malzemelerin çeşitli kuvvetler altındaki karakteristiklerini ortaya koymuşlardır. Çeşitli ürünlerde bası kuvvetiyle deformasyon arasındaki ilişkileri şekil 2.8' deki gibi vermişlerdir.

Stutterheim (1953), patates sınıflandırma makineleri üzerinde çalışmalar yapmıştır. Denemelere dayanarak, çeşitli faktörlerin miktar kapasitesi, ayırma yeteneği ve güç gereksinimine etkisini incelemiştir; ayrıca, bu faktörlerin birbirlerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak araştırmış ve uygun makine konstruksiyonuna ilişkin önerilerde bulunmuştur. Elekli sınıflandırma makineleri üzerinde çalışan araştırmacı, bu tip makinelerin verimlerini etkileyen faktörleri aşağıdaki gibi vermiştir:



Şekil 2.8. Çeşitli ürünlerde 6 mm çaplı bası elemanı ile kuvvet deformasyon eğrisi (Sinn ve Özgüven 1987).

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

Deneylerinde, Olympia ve Ackersegen türündeki yuvarlak yumrulu patatesleri kullanmıştır. 50'şer kg'lık patates gruplarındaki dağılım karakteristiğini şu şekilde vermiştir:

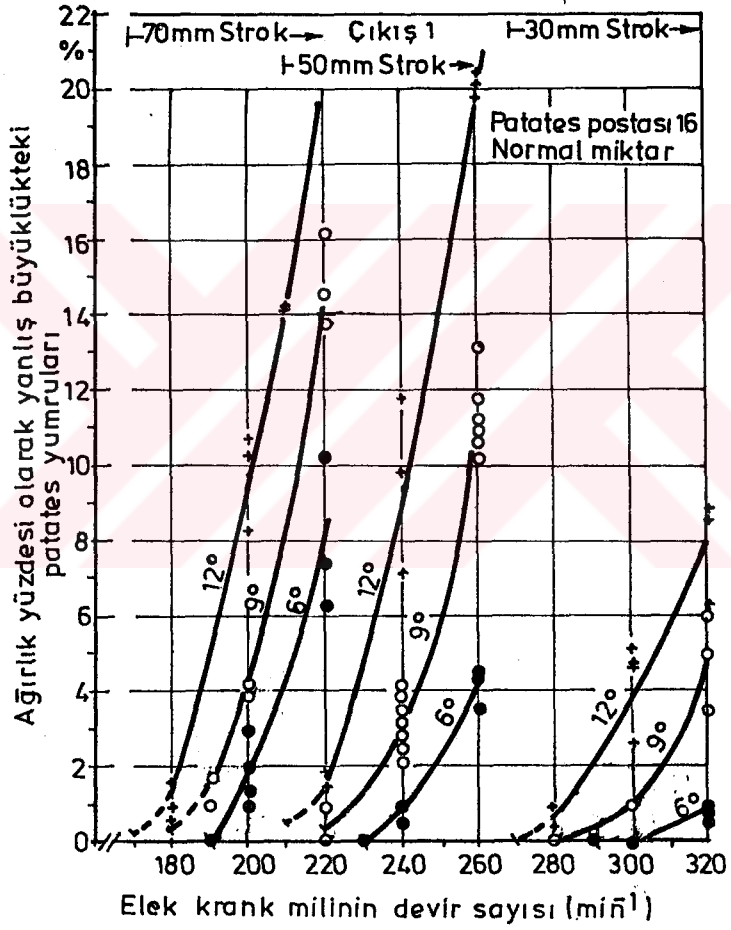
Yumru çapı >50 mm	15 kg (% 30)
Yumru çapı: 35...50 mm	25 kg (% 50)
Yumru çapı <35 mm	10 kg (% 20)

Münferit olarak ön sınıflandırmaya tabi tuttuğu ve boyanmış olduğu patates gruplarıyla her defasında 150 ye kadar deney yapmıştır. Mümkün olan en düşük devir sayısının tespitine ilişkin deneylerin önem taşıdığını belirtmiştir. Bu devir sayısını, tıkanmaların olmadığı bir sınıflandırmada normal kapasiteye olanak veren en düşük devir sayısı olarak tanımlamıştır.

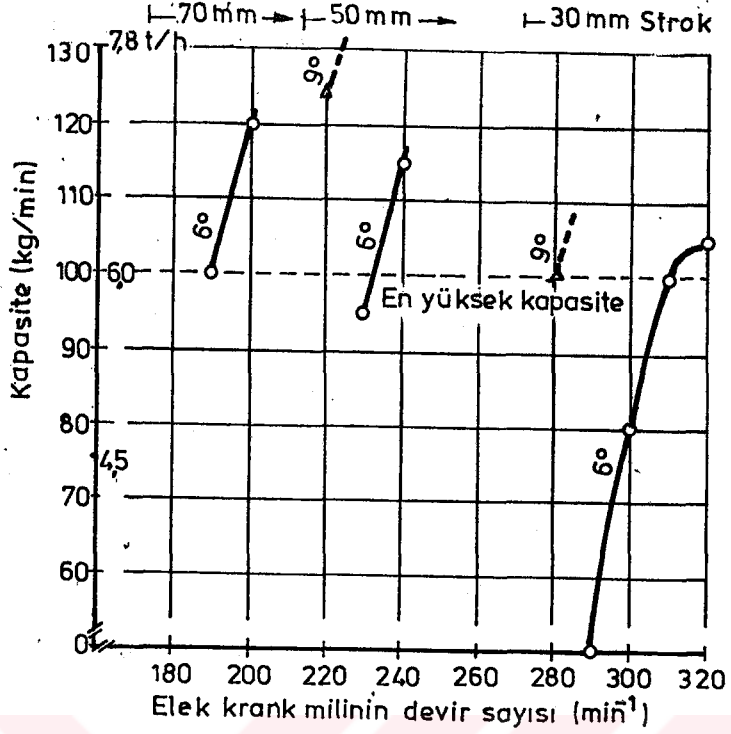
Deneyleri boyunca; devir sayısı, strok, elek eğimi ve kapasite gibi kriterlerin, boylara ayırma yeteneğine ve güç gereksinimine etkilerini ortaya koymaya

çalışmıştır. Devir sayısına bağlı olarak, boylara ayırma kabiliyetinin, kapasitenin ve güç gereksiniminin değişimlerini, sırasıyla şekil 2.9, şekil 2.10, şekil 2.11'deki gibi vermiştir.

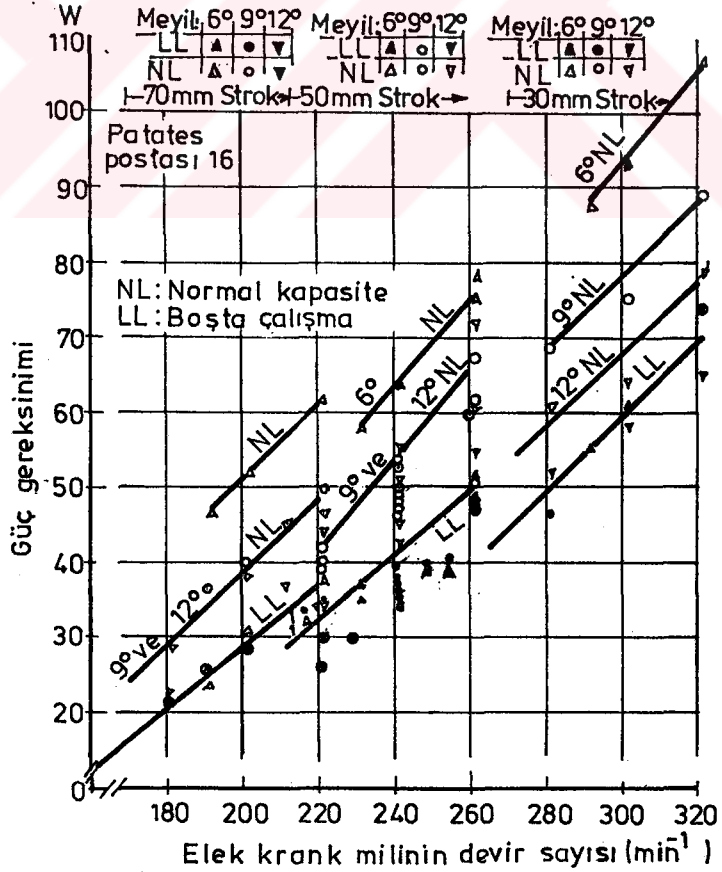
Denenmiş elek konumlarındaki en düşük devir sayılarını da çizelge 2.7'de vermiştir.



Şekil 2.9. Devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi (Stutterheim 1953).



Şekil 2.10. Devir sayısının kapasiteye etkisi (Stutterheim 1953).



Şekil 2.11. Devir sayısının güç gereksinimine etkisi (Stutterheim 1953).

Çizelge 2.7. Denenmiş elek konumlarındaki en düşük devir sayıları

Strok (mm)	Meyil ( $^{\circ}$ )	Tahrik milinin en düşük devir sayısı ( $\text{min}^{-1}$ )
30	6	290
30	9	280
30	12	270
50	6	230
50	9	220
50	12	210
70	6	190
70	9	180
70	12	170

Yavuzcan ve Alibaş (1983), yayınlarında meyve sınıflandırma makine 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 çap'ın göz önünde tutulduğunu ortaya koymuşlardır.

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

Taze meyvelerin çarpma ve vurmalara karşı çok duyarlı olmaları nedeniyle, sınıflandırma makinelerinin meyve ile temas eden kısımlarının, plastik ya da yumuşak



bir maddeyle kaplanmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Bantlı makinelerde bant hızlarının uygun değerde seçilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Çok amaçlı makinelere duyulan intiyacı dile getirmişlerdir.

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

Uygulamada boyutlarına göre sınıflandırma yapan makineleri dört ana grupta toplamışlardır. Bunlar;

1. Petek gözlü yatay silindirli makineler,
2. Değişen aralıklı kayışlı makineler,
3. Deliklerinin açıklıkları değişen-orifisli-makineler,
4. Vidalı makineler.

Petek gözlü yatay silindirli makinelerin herbirinde yaklaşık 0,25 m çapında 2, 4 veya 6 adet silindir bulunduğunu bildirmişlerdir. Herbir silindir üzerinde hesaplanmış kalibrasyona uygun büyüklükteki deliklerin bulunduğunu açıklamışlardır. Bu makinelerin saatlik kapasitelerinin elma ve domates için 1000-2000 kg/h olduğunu belirtmişlerdir.

Değişen aralıklı kayışlı sınıflandırma makinelelerinin armut, erik, kayısı ve uzun tip elmaların sınıflandırılması için uygun olduklarını açıklamışlardır. Bu tip sınıflandırma makinelerinin saatlik kapasitelerinin, meyvelerin cinsine göre değiştiğini, erik için bu kapasitenin 800-1000 kg/h olduğunu ortaya koymuşlardır.

Delik çapları ayarlanabilir, orifisli tip sınıflandırma makinelerinin, yuvarlak tablalı tip ve sıravari

orifisli makineler olarak ayrıldığını açıklamışlardır.

Bunlardan sıravari olanların kapasitelerinin 2 hatlıda 1000 kg/h, 6 hatlıda 3000 kg/h olduğunu belirtmişlerdir. Vidalı tip sınıflandırma makinelerinin kapasitelerinin de 600-800 kg/h arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

Büyük kapasiteli sınıflandırma tesislerinin kooperatif işletmeleri ya da pazarlama organizasyonları için önem taşıdıklarını belirtmişlerdir. Bu tesislere getirilen hasat edilen meyvelerin paketlenerek satışa hazır duruma getirildiklerini açıklamışlardır. Bu tesislerin; ayıklama, yıkama, muhlama, sarartma, ambalajlama ve depolama zincirleriyle tamamlandığını bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneye alınan makineler

###### 3.1.1.1. Bantlı-pervazlı boylama makinesi

Bu makinenin tasarımı tarafımızdan yapılmış olup, imalatı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Ek düzenle-riyle birlikte kombine sistemli olarak deneye alınmış olan makine; besleme elevatörü, boylayıcı pervazlı bant ve top-layıcı tablalardan oluşmaktadır. Ayrıca, herbir toplayıcı tabla önüne, hareketini aynı güç kaynağından alan ağırlık boylayıcı üniteler de yerleştirilmiştir.

Besleme elevatörü, 404 cm uzunluğunda ve 35,5 cm genişliğindedir. Hareketini kayış kasnak düzeni yardımcı- la boylayıcı bant kasnağından almaktadır.

Boylayıcı bant, 980 cm uzunluğunda ve 15 cm geniş-liğindedir. Pervazlarla kademeli açıklıklar oluşturulabil-mektedir. Böylece materyalin çeşitli boyutlarda sınıflan-dırılması sağlanabilmektedir. Pervazların altındaki bir kanalda hareket eden boylayıcı kayışın eğimi, ayar düzen-leri yardımıyla kademersiz olarak ayarlanabilmektedir. Böy-lece, çeşitli eğimlerde, makinenin karakteristik değerle-rinin ortaya konulması mümkün olabilmektedir. Boylayıcı bant kayış hızı, elektrik motorlu varyatör kullanılarak ayarlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan motorun ve

varyatörün etiket değerleri aşağıdaki gibidir:

Elektrik motoru

V	220/380	C 50	rpm 2800
A	7,6/4,4	HP 3	Cos $\phi$ 0,9
Ph	3	Type 1,5-2	No 91916

Varyatör

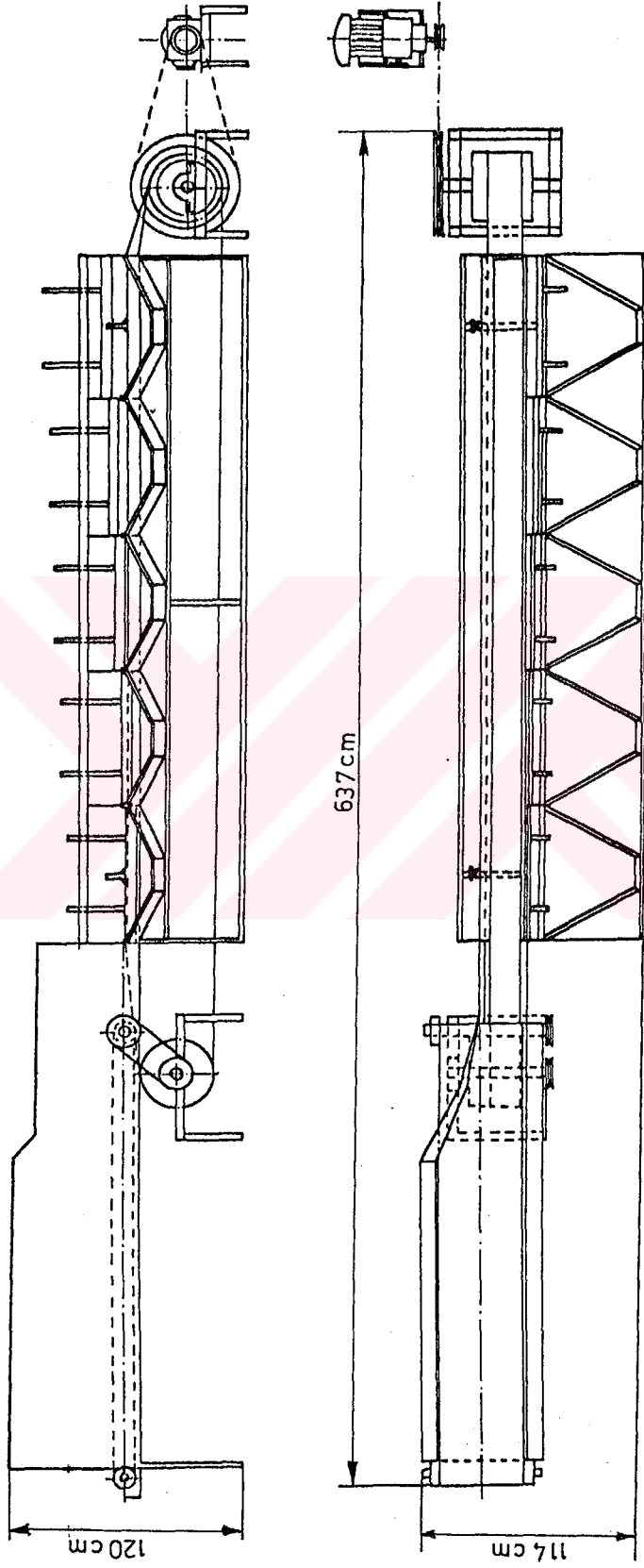
Type	R 56/10	No 191825
Speed	80 to 400 rpm	

Bantlı-pervazlı boylama makinesinin teknik ölçüleri çizelge 3.1'de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Bantlı-pervazlı boylama makinesinin teknik ölçüleri

Büyükük	Değeri
Boylayıcı kayış kasnakları arası mesafesi	435 cm
Boylayıcı kayış kasnak çapları	34 cm
Boylayıcılara hareket veren V kayış kasnağı çapı	28,5 cm
Boylayıcı kayış uzunluğu	980 cm
Boylayıcı kayış genişliği	15 cm
Boylayıcı kayış kalınlığı	0,8 cm
Besleme elevatörüne hareket veren kasnak çapı	20 cm
Besleme elevatörü uzunluğu	404 cm
Besleme elevatörü genişliği	35,5 cm
Besleme elevatörü kalınlığı	0,5 cm
Besleme elevatörü merdane çapı	7,5 cm
Boylayıcı pervaz sayısı	5
Pervaz boyutları	57 cmx6,5 cmx2,5cm
Pervaz açıklıklarının değişim aralığı	0-16 cm
Toplama kapları sayısı	5
Toplama kabı efektif alanı	0,2 m <sup>2</sup>
Toplama kaplarını taşıyan çerçeve uzunluğu	300 cm
Toplama kaplarını taşıyan çerçeve genişliği	62 cm

Araştırma kapsamında deneye alınmış bulunan bantlı-pervazlı boylama makinesinin şematik görünüşü ve genel boyutları şekil 3.1'de verilmiştir. Bu makinede, herbir toplama kabının çıkışı, kapaklı yapılmıştır. Bu kapaklar istendiğinde çıkarılarak, sürekli olarak boylama işlemi yapılabilmekte ve ağırlık sınıflandırıcı ile kombinasyonu bu şekilde sağlanabilmektedir. Bantlı-pervazlı boylama makinesinde, meyve ile temas eden yerler meyveye zarar vermeyen kaplama materyaliyle kaplanmıştır. Bu işlem için önce makinenin meyve ile temas eden yerleri süngerle kapatılmış ve üzerleri suni deriyle kaplanmıştır. Pervazlarda ve toplama kaplarının tabanında 0,5 cm'lik, diğer yerlerde de 0,8 cm'lik sünger kullanılmıştır. Pervazların meyveyle temas eden tabanları eğimli yapılarak, bunların meyveyle temas eden kısmının az olması sağlanmıştır. Böylece, sıkışmalar en aza indirilmiştir. Pervazlar, bir çerçeve üzerine monte edilmiştir ve ikişer çubukla bu çerçeveye bağlanmışlardır. Çubuklar, birer yuva üzerinde aşağı yukarı hareket edebilir ve civatalarla istenilen konuma tespit edilebilir şekilde yapılmışlardır. Besleme konveyöründen boylayıcı konveyöre giden materyalin genişliği azalmaktadır. Boylama kalitesi açısından ürünün tek bir sıra halinde pervazlara verilmesi önemli bir noktadır. Bu açıdan, ürünün yönlendirilmesi için, bir yönlendirici düzenden yararlanılmıştır. Bu amaçla, makine üzerine lastikten yapılmış bir yönlendirici, monte edilmiştir. Özellikle, yüksek boylayıcı bant hızında ve düşük eğimlerle çalışmalarda, materyalin bant üzerinden fırlamasını engelleyici düzenlerden yararlanılmıştır. Bunun için, pervazların karşısına ve boylayıcı bantın son kısmına engelleyici pervazlar yerleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Bantlı-pervazlı boylama makinesi.

### 3.1.1.2. Düz elekli boylama makinesi

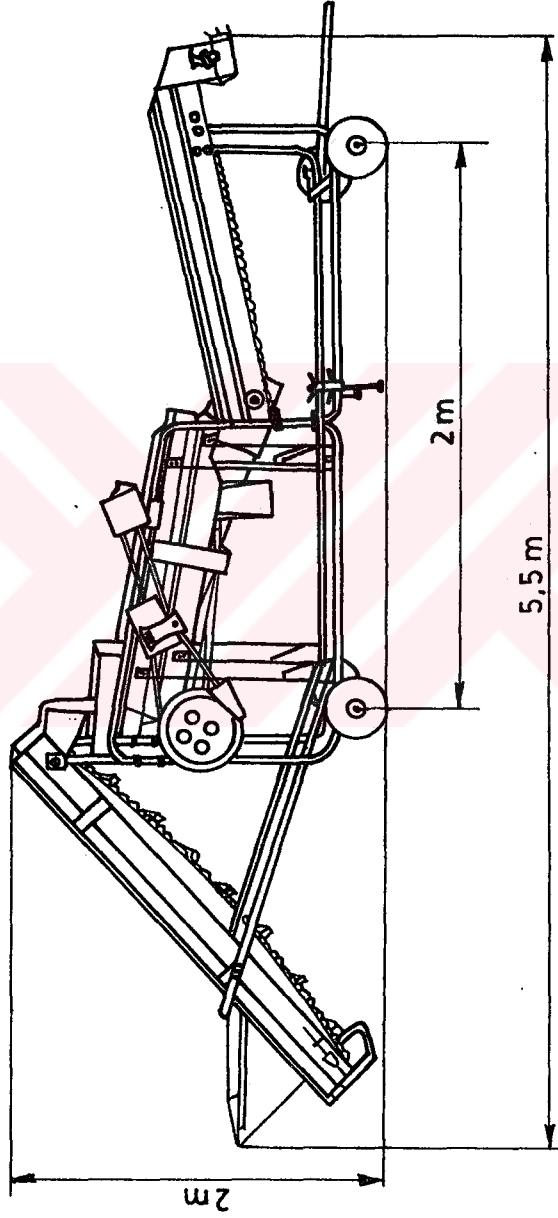
Deney makinesi olarak seçilmiş olan elekli boylama makinesi, TZDK'nın imalatı olup üzerinde bazı değişiklikler yapılarak araştırmaya alınan patates tasnif makinesidir. Boylama makinesi, boru profil malzemeden yapılmış kuvvetli bir şaseye sahiptir. İki adet elek kasası bulunmaktadır. Elek kasaları dörder çelik yay üzerinde hareket etmektedir. Elek kasalarından birine bir, diğerine üst üste konumlu iki olmak üzere, toplam üç adet elek yerleştirilerek, boylanacak materyal dört boya ayrılabilir. Deney makinesinin şematik görünüşü ve genel boyutları, şekil 3.2'de verilmiştir.

Makinede, eleklerin hareketi, kayış kasnak düzeni yardımıyla olmaktadır. Bu makine üzerinde, deney amacına uygun olarak, strok, elek devir sayısı ve elek eğiminin değiştirilmesini sağlayacak düzenler, tarafımızdan gerçekleştirilmiştir. Strokun değiştirilmesi için ayarlanabilir bir krank mili yapılmıştır. Böylece istenilen stroka ayar yapma imkânı doğmuştur. Bu amaçla ara parçaları değişen, buna bağlı olarak stroku değişen düzenden yararlanılmıştır. Böylece; 30 mm, 50 mm ve 70 mm'lik stroklarda deneylerin yapılabilmesi sağlanmıştır.

Elek krank mili devir sayısının değiştirilebilmesi için elektrik motorlu varyatörden yararlanılmıştır. Varyatörle, istenilen elek krank mili devir sayıları elde edilebilmiştir. Bu amaçla kullanılan elektrik motorunun ve varyatörünün etiket değerleri aşağıdaki gibidir:

#### Elektrik motoru

V      220/380                      C 50                      rpm 2800



Şekil 3.2. Düz elekli boylama makinesi



A 12,1/7,0 HP 4,8 Cos  $\phi$  0,91  
 Ph 3 Type 3-2 No 91915

Varyatör

Type R 65/0 No 191824  
 Speed 700 to 3500 rpm

Tüm makinenin ön kısmının hidrolik kriko ile kaldırılıp indirilmesi sağlanmış, böylece elek eğimleri ayarlanabilmektedir. Deney makinesinin teknik ölçüleri çizelge 3.2'de verilmiştir.

Deney materyali olarak patates ve soğan kullanıldığı için, bu ürünlerin standartlarından yararlanarak çeşitli boyutlarda elekler imal edilmiştir. Bu eleklerle ilişkin teknik ölçüler çizelge 3.3'de verilmiştir.

Deneye alınan makine üzerinde besleme elevatörü ve ayıklama bandı bulunmaktadır. Besleme elevatörü üzerinde bulunan pervazlar, eleklerin düzenli bir şekilde beslenerek makinenin yüklenme özelliğini iyileştirmektedir. Titreşimli elek kasaları içerisinde bulunan elek çerçeveleri değiştirilebilmektedir. Böylece, çeşitli boyutlardaki materyalin boylanması mümkün olmaktadır.

Çizelge 3.2. Deney makinesinin teknik ölçüleri

Büyükük	Değeri
Genişlik	1,5 m
Uzunluk	5,5 m
Yükseklik	2 m
Ağırlık	400 kg
Varyatör kasnak çapı	4,8 cm
Krank mili kasnak çapı	42 cm
Besleme elevatörü kasnak çapı	13 cm
Ayıklama bandı kasnak çapı	30 cm
Eleklerle destek veren arka yayların boyutları	75 cm x 5 cm x 3 mm
Eleklerle destek veren ön yayların boyutları	61 cm x 5 cm x 3 mm

Çizelge 3.3. Titreşimli tip boylama makinesinde kullanılan eleklerin teknik özellikleri

Materyal	Patates			Soğan		
	Üst	Orta	Alt	Üst	Orta	Alt
Büyükük	50x104	50x104	50x104	50x104	50x104	50x104
Toplam elek alanı (m <sup>2</sup> )	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Effektif elek alanı (m <sup>2</sup> )	0,44	0,47	0,51	0,43	0,47	0,51
Toplam elek gözü alanı (m <sup>2</sup> )	0,40	0,41	0,43	0,38	0,40	0,39
Tam delik sayısı	55	136	351	78	253	968
Delik genişliği (mm)	85	55	35	70	40	20
Tel kalınlığı (mm)	4	4	3	4	3	3

### 3.1.1.3. Ağırlığa göre çalışan sınıflandırma makinesi

Ağırlığa göre ayırma yapılırken, karşı ağırlık prensibine göre çalışan sınıflandırma makinesi kullanılmıştır. Kullanılan makinede, meyveler bir kanalla tartı sistemi üzerine ulaştırılmaktadır. Tartı sistemi, belli kademelerdeki ağırlıklara ayarlanabilmektedir. Her meyve karşı ağırlığı veya direnci yendiği anda ayırma kanalına düşerek toplanmaktadır.

Ağırlık ayarlaması, ağırdan hafife doğru kademeli olarak yapılmaktadır. Bu tip bir makineyle çalışmada, meyvelerin, kendi eksenleri etrafında çevrilmeleri, en düşük düzeyde gerçekleşmektedir.

Her bölümde ağırlığa göre sınıflanabilecek grup sayısı 3'tür. Makine bu şekilde ayırma yapabilen 5 gruptan meydana gelmektedir. Makineyi çalıştırmak için kullanılacak güç kaynağı, trifaze kısa devre rotorlu asenkron elektrik motorudur. Motorun hesapla bulunan normanma gücü 1,5 kW'tır. Motor devri iki kayış kasnak yardımıyla düşürülmekte ve taşıyıcı düzene iletilmektedir. Makinenin bazı teknik ölçüleri çizelge 3.4'de ve genel görünüşü de şekil 3.3'de görülmektedir.

Ağırlık esasına göre sınıflandırıcılar ile çalışırken, Tarımsal Mekanizasyon Bölümündeki düzenlere ek olarak, Bahçe Bitkileri Bölümündeki yabancı patentli makine üzerinde de deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu makinedeki karşı ağırlık momentleri ayarlanabilmektedir. Besleme elevatörü üzerine yedirilen materyal, üç sıra halinde boylayıcı düzene verilmektedir. Herbir sırada, materyalin tek tek boylama ünitesine girmesini sağlayan kayışlı düzenler bulunmaktadır. Bu şekilde boylayıcı tablalara gelen materyal, ağırdan hafife doğru sınıflandırılmaktadır. Herbir sınıfa düşen materyaller, elevatörlerle toplama tablalarında biriktirilmektedir.

### 3.1.2. Deneylerde kullanılan biyolojik malzemeler

Sınıflandırma materyali olarak iki çeşit elma ile patates ve kurusoğan kullanılmıştır. Bu meyve ve sebzelerin, sınıflandırmayla ilgili olan ve standarta yansıyan teknik özellikleri belirlenmiştir.

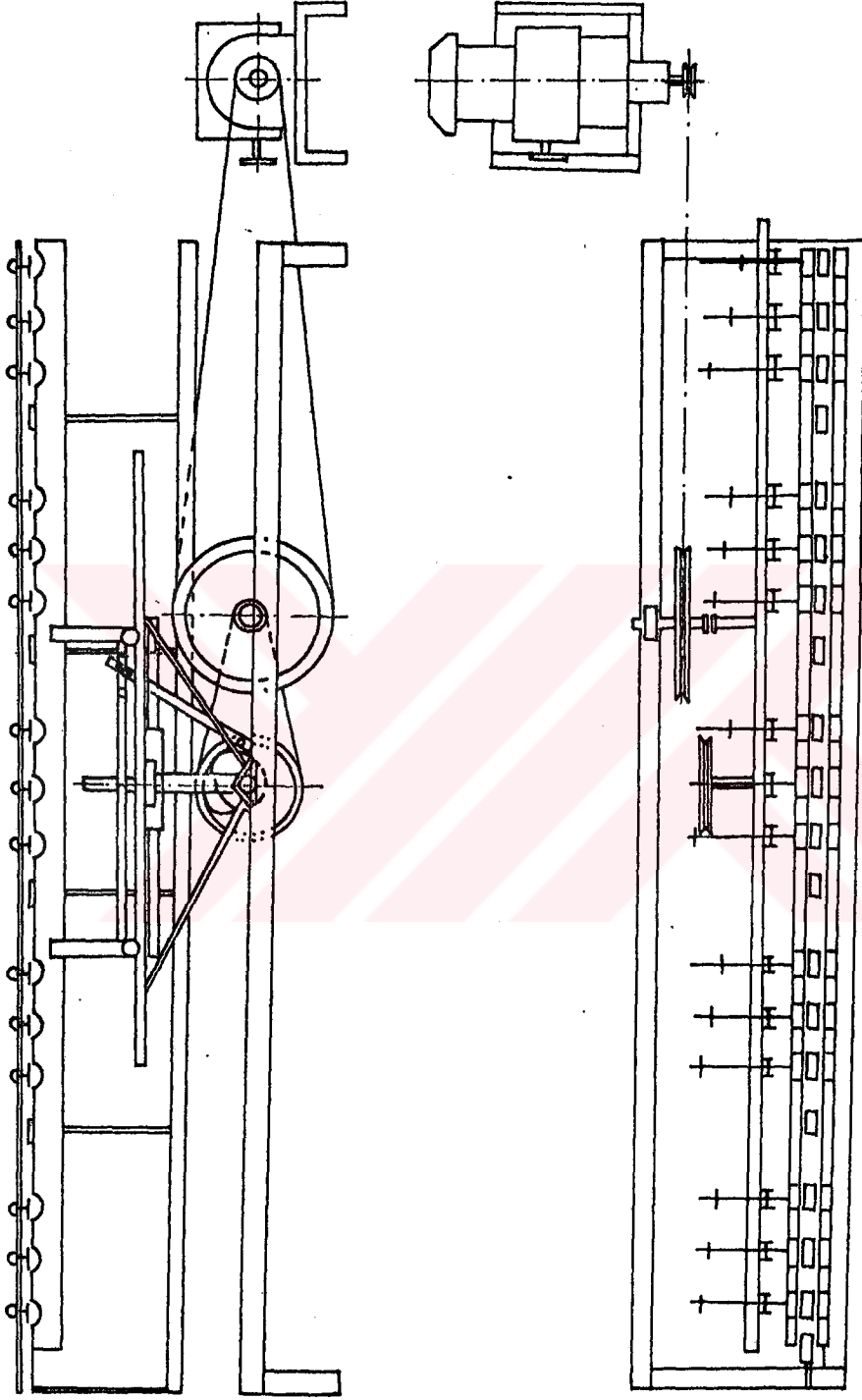
Deneylerde kullanılan meyve ve sebzelerin biyolojik özellikleri birbirinden az çok farklılık göstermiştir.

Çizelge 3.4. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinenin bazı teknik ölçüleri

Büyükük	Değeri
Taşıyıcının uzunluğu	290 cm
Taşıyıcının kanal genişliği	5 cm
Taşıyıcının stroku	14 cm
Toplam yükseklik	63 cm
Ağırlık sınıflandırıcı ünite sayısı	15
Tartma kefesinin boyutları	11 x 3,5 cm
Taşıyıcıya yatay ve düşey hareket veren eksantrik çapları	9,5 cm, 4,5 cm
Sisteme hareket veren kasnak çapı	42 cm
Karşı ağırlık mili uzunluğu	23 cm
Ağırlık kefesinin dönme daire parçasının yarıçapı	8,5 cm
Toplama tablasının genişliği	54 cm
Toplama tablasının uzunluğu	298 cm
Toplama tablasının yükseklikleri(ön ve arka)	58 - 56,5 cm

### 3.1.2.1. Elma (Amasya ve Golden)

Elmalarda boylara ayırma, sap ile çiçek çukurunu birleştiren eksene dikey olan en geniş ekvatorial çapa göre yapılmaktadır. Elmalar; ekstra, I.sınıf ve II.sınıf olmak üzere sınıflara ayrılmaktadır. Bunlardan aynı ambalaj içerisine konulan meyveler arasındaki çap farkının 5 mm'yi geçmemesi istenmektedir. Ambalajlar içerisine dökme olarak doldurulan I.sınıf elmalarda meyveler arasındaki çap farkı 10 mm'ye kadar olabilmektedir. Aynı şekilde ambalajlanan II.sınıf elmalarda, çap farkı bakımından,



Şekil 3.3. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinenin genel görünüşü.

bir sınır saptanmamıştır (Anonymous 1983). Elmalarda, sınıflara göre kabul edilen en küçük çaplar, çizelge 3.5' de görülmektedir.

Araştırmada Golden ve Anasya elma çeşitleri kullanılmıştır. Deneye alınan meyvalarda, çap ile ağırlık arasındaki ilişki, şekil 3.4'deki gibi tespit edilmiştir.

### 3.1.2.2. Patates

Patatesler özelliklerine göre bir sınıf oluşturmaktadırlar. Boylanmalarında delik açıklıkları 35 mm x 35 mm olan kare gözlü eleklerin üzerinde kalacak şekilde gruplandırılırlar. Bu gruplandırmayla, patatesler;

Orta boy : 35 mm - 55 mm (hariç)

Büyük boy : 55 mm - 85 mm (hariç)

En büyük boy :  $\geq 85$  mm, olmak üzere üç gruba

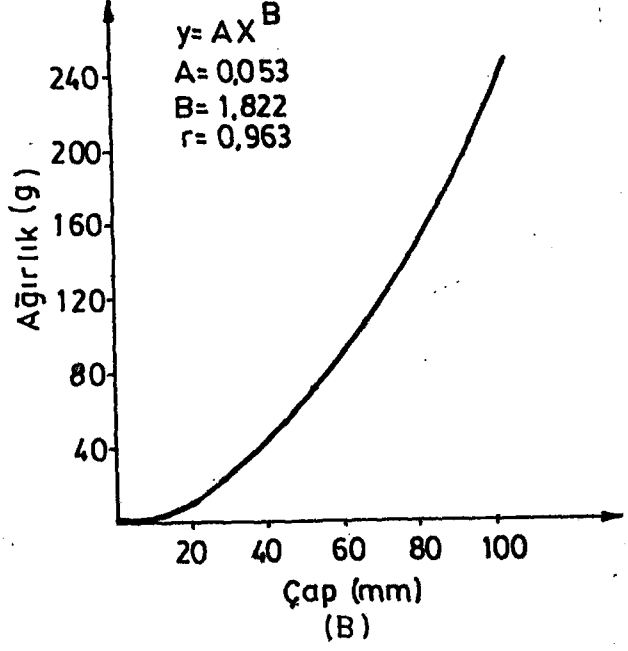
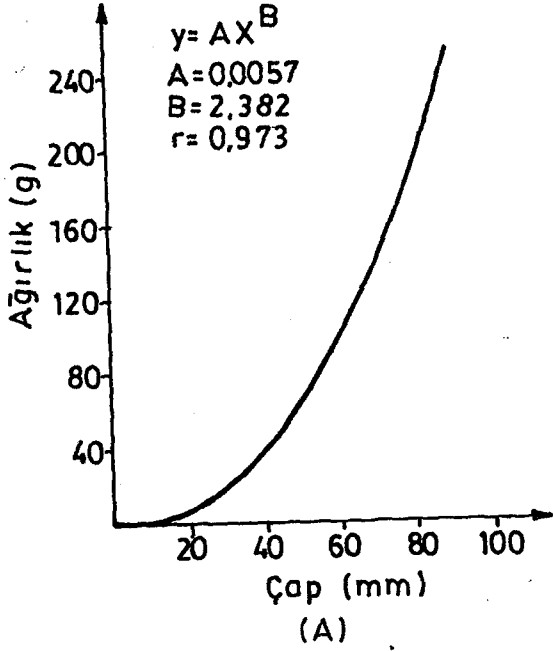
ayrılmaktadırlar (Anonymous 1985).

İstek halinde 35 mm'nin üzerinde kalmak koşuluyla, değişik boylamalar da yapılabilmektedir. Yumrularının ortalama uzunluğu, ortalama genişliğinin en az iki katı olan uzun patateslerde, bu boy sınırlaması uygulanmamaktadır.

Çalışmalar yuvarlak-oval gruba giren patateslerle yapılmıştır. Deneyde kullanılan patateslerin ağırlığı ile çapı arasındaki ilişki, şekil 3.5'deki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.5. Elmalarda sınıflara göre kabul edilen çap ölçüleri (Anonymous 1983).

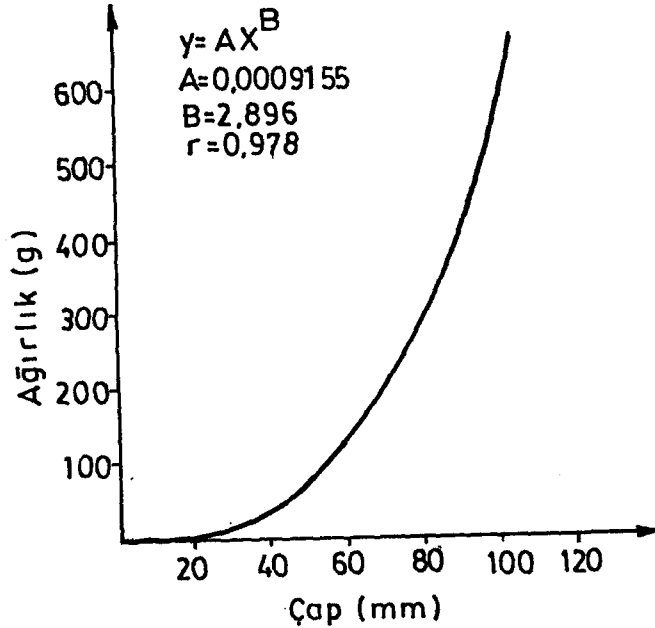
Sınıf	Ekstra	I.sınıf	II.sınıf
İri boy çeşitler	65 mm	60 mm	55 mm
Diğer çeşitler	60 mm	55 mm	50 mm



Şekil 3.4. Deneye alınan elmalarda ağırlık ile çap arasındaki ilişki (A: Golden, B: Amasya).

### 3.1.2.3. Kuru soğan

Soğanlar, özelliklerine göre, I.sınıf ve II.sınıf olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Soğanlarda, boylama, uzunluk eksenine dikey olan en geniş ekvatorial çapa göre yapılmaktadır. Aynı ambalajda bulunan en küçük ve en büyük soğanların çapları arasında kabul edilebilecek fark, boy gruplarına göre çizelge 3.6'da görülmektedir.



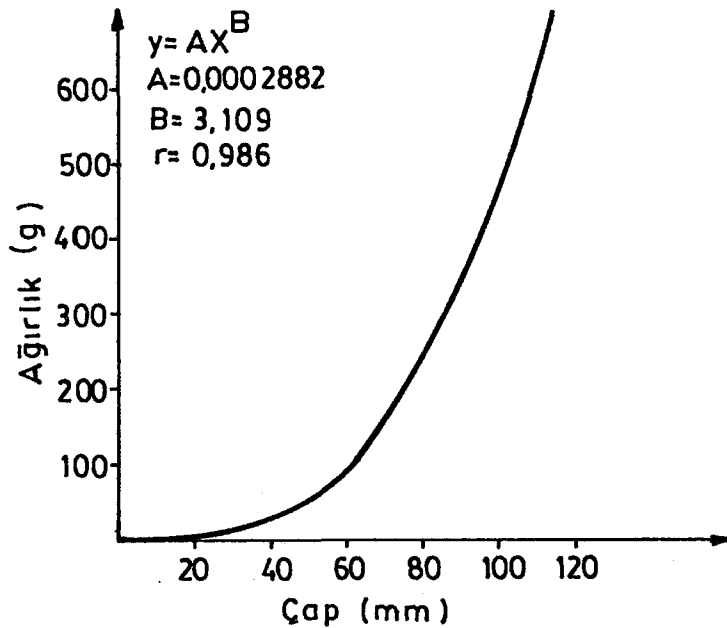
Şekil 3.5. Deneye alınan patateslerde ağırlık ile çap arasındaki ilişki.

Çizelge 3.6. Soğanlara ilişkin boylar (Anonymous 1981).

Boylar	En küçük ve en büyük çap (mm)	Bir ambalajda bulunan en küçük ve en büyük soğanlar arasında kabul edilebilecek çap farkı (mm)
Küçük	10 - 20	5
	15 - 25	10
Orta	20 - 40	15
Büyük	40 - 70	20
Çok büyük	>70	30

Bütün sınıflar için ambalajlar üzerinde belirtilen boylara uymayan, fakat çapları bu boyun % 20 altında veya üstünde olan soğanlardan % 10 oranına kadar bulunması, tolerans sınırı içerisinde olmaktadır.

Çalışmalar, Valanciana çeşite giren soğanlarla yapılmıştır. Şekil 3.6'da deneye alınan soğanların çap ve ağırlıkları arasında bulunan ilişkiler verilmiştir.



Şekil 3.6. Soğanlarda çap ile ağırlık arasındaki ilişki.



### 3.2. Metod

Deneye alınmış olan makinelerde, kaynaklardan da yararlanarak, değişik deney metotları uygulanmıştır (Goodman ve Hamann 1969), (Neumann 1984), (Stutterheim 1953). Bu metotlar yardımıyla; makinelerin kapasiteleri, boylara ayırma yetenekleri, toplam ve özgül enerji tüketimleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda çeşitli parametreler açıklanmış, bulgular karşılaştırmalı olarak irdelenmiş ve uygun sistemler belirlenmiştir. Bu veriler ve standart değerler göz önünde tutularak, farklı yöntemlere göre çalışan bazı boylama makinelerinin yapısal karakteristikleri ortaya konulmuştur.

#### 3.2.1. Bantlı-pervazlı makineye ilişkin metotlar

Bu makineye ilişkin kapasite deneyleri, 3 farklı bant eğiminde ( $15^{\circ}$ ,  $25^{\circ}$  ve  $35^{\circ}$ ) ve 5 farklı bant hızında (0,77; 1,33; 1,86; 2,41; 2,95 m/s) gerçekleştirilmiştir. İkişer tekerrürlü olarak yapılmış olan bu deneylerde, 25'er kg'lık materyal partileri kullanılmıştır.

Elektrik motorlu varyatör kullanılarak çalıştırılmış olan boylayıcının kayış hızı, varyatör yardımıyla, deneyin başlangıcında ayarlanmıştır. Deneye başlamadan önce boylayıcı pervazlarının açıklıkları da, standartta verilen değerler dikkate alınarak ayar edilmiştir.

Her bir deneyden sonra toplama kaplarına gelen materyal tartılarak, toplam materyal miktarı tespit edilmiştir. Besleme başlangıcından itibaren, boylayıcı bantın karakteristik değerinde rejim halinde, yüklenme zamanının başlama ve bitiş noktaları belirlenmiştir. Miktar ve

zaman verilerinden gidilerek, deneylere ilişkin saatlik kapasite değerleri hesaplanmıştır.

Herbir koşulda, boylama makinesinin g¼¼ gereksinimleri ve elektrik enerjisi t¼¼ketimi değerleri ¼¼l¼¼m¼¼řt¼¼r. Bulunan değerler, birbirlerine d¼¼n¼¼řt¼¼r¼¼lerek denetlenmiştir. Saatlik elektrik enerjisi t¼¼ketim değerleri saatlik kapasiteye b¼¼l¼¼nerek, ¼¼zg¼¼l elektrik enerjisi t¼¼ketim değerleri bulunmuştur. Bulunan değerlerle enerji produktivitesi irdelenmiştir.

Boylara ayırma yeteneği ve karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneylerde, yanlış gruba giren materyal miktarları, bant eğimi ve bant hızına g¼¼re belirlenen 15 farklı koşulda ortaya konulmuştur. Bu koşullarda ¼¼ç çeşit materyalle iki tekerr¼¼rl¼¼ olmak üzere toplam 90 adet deney yapılmıştır. Deneylerde, boylanacak materyal miktarı sabit tutulmuştur. Her deneyden sonra yanlış gruba giren materyal miktarları tespit edilerek, tartılmış ve değerleri toplam ağırlığın y¼¼zdesi cinsinden bulunmuştur. Ayırımın kolay yapılabilmesi i¼¼in, deneyden ¼¼nce belirlenmiş olan sınıflar, gıda boyalarıyla ayrı renklere boyanmıştır. Elde edilen deney sonu¼¼larına g¼¼re, karakteristik değerlerin birbirleriyle ve ayırma yeteneği ile ilişkileri ortaya konulmuştur. B¼¼y¼¼kl¼¼k dağılımları, standartlardan elde edilmiş olan verilere g¼¼re belirlenmiştir.

Deneyler belirli miktardaki materyalle ger¼¼ekleřtirilmiřtir. Bu şekilde yapılan deneylerde çeşitli b¼¼y¼¼kl¼¼kteki materyal bulunduran y¼¼ęından tesad¼¼fi olarak yeter miktarda materyal alınmıştır. B¼¼t¼¼n materyallerin yuvarlanma daireleri (ekvatorial ¼¼apları) esas olmak üzere, ¼¼apları ¼¼l¼¼ç¼¼lerek her ¼¼ap grubundaki materyal miktarı

belirlenmiştir. Bu materyaller çap gruplarına göre sınıflara ayrılmıştır. Bu ayrılan sınıflar, sırası ile küçükten büyüğe doğru değişen bir elekten geçiyormuş gibi kabul edilmiştir. Her bir farklı koşul için pervaz açıklığından geçemeyen materyal miktarları belirlenerek, bulunan değerler toplam materyal miktarına oranlanmıştır. Bu değer her bir pervaz açıklığı için bulunmuştur.

Bantlı boylama makinesiyle yapılmış araştırma sonucunda, boylayıcı kasnak devir sayısının değişimine bağlı olarak;

Devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi,  
Devir sayısının kapasiteye etkisi,  
Devir sayısının enerji tüketimine etkisi

belirlenmiştir.

Boylayıcı bant eğimi, eğim ayar düzeni ile kolayca ayarlanabilmektedir. Çeşitli bant eğimleri dikkate alınarak;

Boylayıcı bant eğiminin boylara ayırma yeteneğine etkisi,

Boylayıcı bant eğiminin kapasiteye etkisi,

Boylayıcı bant eğiminin enerji tüketimine etkisi

araştırılmıştır.

Ayrıca, deney bulgularından gidilerek, parametrelerin ortaklaşa etkileri de bulunmuştur.

### 3.2.2. Elekli boylama makinesine ilişkin metotlar

Araştırma sırasında; elek krank milinin devir sayısının, strokun ve elek eğiminin; boylara ayırma yeteneğine, kapasiteye ve enerji tüketimine etkileri ve bu

faktörlerin birbirlerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmada, üç farklı strokta (30 mm, 50 mm, 70 mm) ve 3 farklı elek eğiminde ( $6^{\circ}$ ,  $9^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$ ) deneyler yapılmıştır. Bunlara göre, 9 farklı elek konumu kullanılmıştır. Her bir elek konumunda farklı devir sayılarıyla çalışılmıştır. Her bir deney en az iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince toplam 108 adet deney yapılmıştır. Deney materyali olarak kullanılan patates ve soğanların elekleri karakteristik olarak yükledikleri geçiş zamanları da tespit edilmiştir.

Deney makinesi için gerekli olan genlik ve frekans sınırlarınının, elektrohidrolik titreşim simülatörünün alanı içinde bulunduğu belirlenmiştir (Yavuzcan ve ark. 1986). Söz konusu genlikler, makinenin krank deve boynunda yapılan ayarlı düzenlerle kademeli olarak kolayca sağlanmıştır. Bu nedenle simülatörden genlikli hareket alınmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Elek krank miline hareket, elektrik motoru varyatör ile verildiğinden, bu milde istenilen devir sayıları elde edilebilmiştir. Deneyler sırasında 25'er kg'lık materyal partileri kullanılmıştır.

Makinedeki besleme elevatörü üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilmiş olan pervazlar bulunmaktadır. Bu pervazlar sayesinde yedirme işlemi düzenli olarak gerçekleştirilebilmiştir.

Besleme başlangıcından itibaren eleklerin karakteristik değerinde, rejim halinde yüklenmeye girdiği ve yeni bir ayara gereksinim duyulmadığı zamanda, enerji tüketimini belirlemek için, ölçme aletlerinden okumalar yapılmıştır.

Kullanılan materyal karışımlarındaki büyüklük dağılımı bütün deneylerde aynı alınmıştır. Büyüklük dağılımları, standartlardan elde edilmiş olan verilere göre belirlenmiştir. Bunun için materyal, önce ön sınıflandırmaya tabi tutulmuş, sonra her bir çıkış ağzından toplanan materyal ölçülerek, deney materyali olarak elde edilmiştir. Bu sırada iki sınıflandırma grubu arasındaki sınır değerlerde bulunan ara büyüklükteki yumrular çıkartılmıştır. Biçimsel yönden çok farklı olan yumrular da elle ayrılmıştır. Bu şekilde ön işleme tabi tutulmuş yumrular dan orta büyüklükte olanlar, gıda boya ları ile boyanmıştır. Böylece, çıkış ağzlarında, doğru fraksiyonların yanlış fraksiyonlardan ayrılması ve ayıklanması mümkün olmuştur.

Eleklerin hareket hızı azaldıkça, boylara ayırma yeteneği iyileşmektedir. Bu açıdan bakıldığında, mümkün olan en düşük devir sayılarının tespitine ilişkin deneyler önem taşımaktadır. Bu devir sayısı, tıkanmaların olmadığı bir sınıflandırmada, normal kapasiteyle çalışmaya olanak verildiği andaki en düşük devir sayısıdır. Burada söz konusu olan devir sayısı deyimi, elek krank milinin dakikadaki devir sayısıdır. Bu devir sayısı değerleri, varyatör sistemli motorla değiştirilebilmiştir. Bu değişime bağlı olarak;

Devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi,  
Devir sayısının kapasite üzerine etkisi,  
Devir sayısının enerji tüketimine etkisi  
belirlenmiştir.

Ayarlı strok düzeni (krank mili) kullanılarak, sağlanmış bulunan herbir strokta aşağıdaki faktörler ele

alınmıştır:

Strokun boylara ayırma yeteneğine etkisi,  
Strokun kapasiteye etkisi,  
Strokun enerji tüketimine etkisi.

Elek eğimi, makinenin ön kısmının hidrolik kriko ile kaldırılıp indirilmesiyle ve belli konumlarda tespit edilmesiyle ayar edilmiştir. Çeşitli elek eğimleri dikkate alınarak;

Elek eğiminin boylara ayırma yeteneğine etkisi,  
Elek eğiminin kapasiteye etkisi,  
Elek eğiminin enerji tüketimine etkisi

araştırılmıştır.

Ayrıca, deneylerle belirlenen etkiler göz önünde tutularak, parametrelerin ortaklaşa etkileri de ortaya konulmuştur.

### 3.2.3. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineye ilişkin metotlar

Bantlı-pervazlı sistemle boylanan ve belli bir bölümde toplanan materyaller, ağırlıklarına göre de sınıflandırılmıştır. Böylece, o sınıfın karakteristik ağırlığında bulunan materyal miktarları tespit edilmiştir. Bu deneyler sırasında, yanlış sınıfa giren materyallerin nedenleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Bu şekilde, ağırlık ve çap değerlerinin, sınıflandırma işlemi yönünden karşılıklı irdelenmesi ve kombinasyona geçiş sınırlarının belirlenmesi mümkün olmuştur.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde; makinelerin yapısal özelliklerinden kaynaklanan çeşitli değişkenlerin; ayırma yeteneğine, kapasiteye, enerji tüketimi ile enerji produktivitesine yaptıkları etkiler değerlendirilmiştir. Ayrıca, parametrelerin müşterek etkileri de ortaya konulmuştur. Araştırma bulguları, her bir makine için ayrı ayrı verilmiştir. Çok amaçlı ve kombine sistemlere ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Bulgular ve standart değerler göz önünde tutularak, farklı yöntemlere göre çalışan bazı boylama makinelerinin yapısal karakteristiklerine yansiyacak teknik özellikler ortaya konulmuştur.

##### 4.1. Bantlı-Pervazlı Boylama Makinesine İlişkin Araştırma Sonuçları

Tasarımı tarafımızdan gerçekleştirilmiş olan bantlı-pervazlı boylama makinesi üzerinde Golden-Amasya elmalarıyla ve kurusoğanla çeşitli deneyler gerçekleştirilmiştir. Biçim karakterleri ve uzunluk indeksleri uygun olmadığından, patatesler, bu tip makinede deneye alınmamıştır. Araştırma sonucunda, temel parametre olarak alınan devir sayısı ve bant eğiminin değişimine bağlı olarak, boylara ayırma yeteneği, kapasite ve enerji tüketimi değerleri belirlenmiştir.

##### 4.1.1. Devir sayısının etkisi

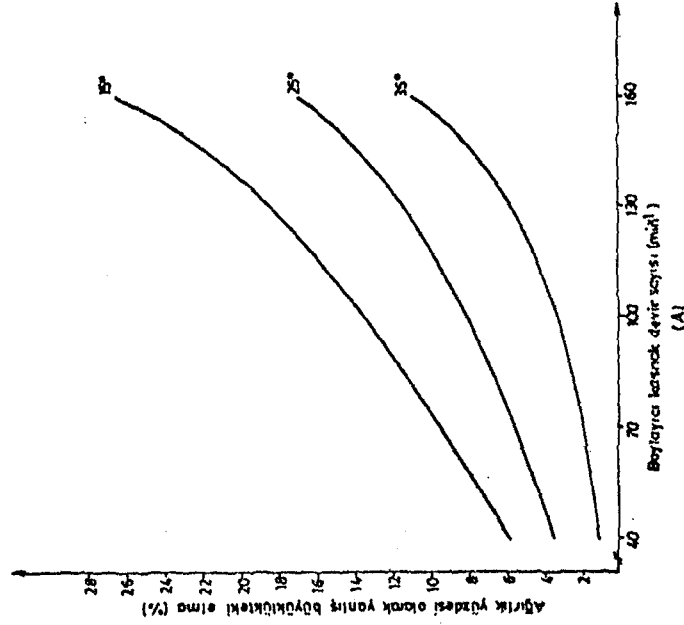
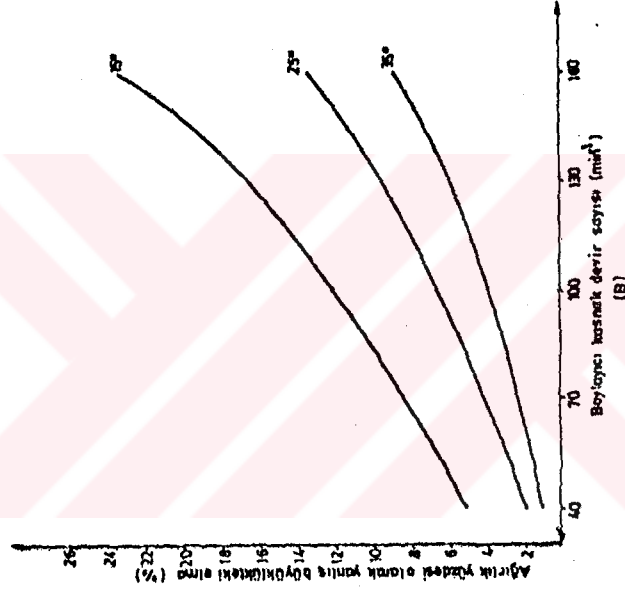
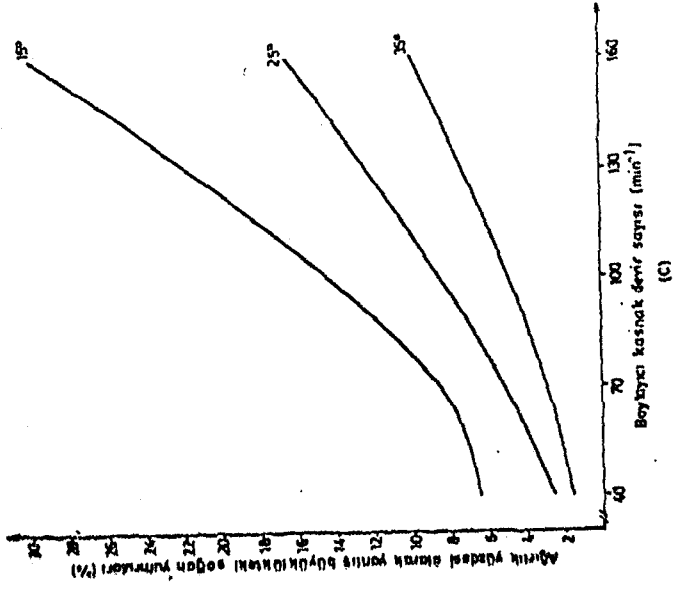
##### 4.1.1.1. Boylayıcı kasnak devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi

Golden ve Amasya çeşidi elmalar ve kurusoğan üzerinde yapılmış olan deneyler sonucunda elde edilen ve devir sayıları ile boylara ayırma yetenekleri arasındaki ilişkilere ait olan grafikler şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere devir sayısı ve dolayısıyla boylayıcı bant hızı düştükçe, boylara ayırma yeteneği iyileşmektedir. En yüksek boylara ayırma yeteneğine, en düşük devir sayılarında ulaşılmaktadır. Bu sonuç, tüm materyaller ve bant eğimleri için geçerli olmaktadır. Bunun nedeni, düşük devir sayılarıyla çalışma sırasında materyallerin sınıflandırma yörüngesini istenilen şekilde izleyerek, geçmeleridir. Bu durumda, tek sıra halinde olan materyal, iyi bir şekilde boylanabilmektedir. Devir sayısı yükseldiğinde, birden fazla materyal, aynı anda sınıflandırma hattına girebildiği gibi, küçük olan materyaller de büyük olanların üst kısmında taşınabilmektedir. Bu da, yüksek devir sayılarında, boylara ayırma yeteneğinin kötüleşmesine neden olmaktadır.

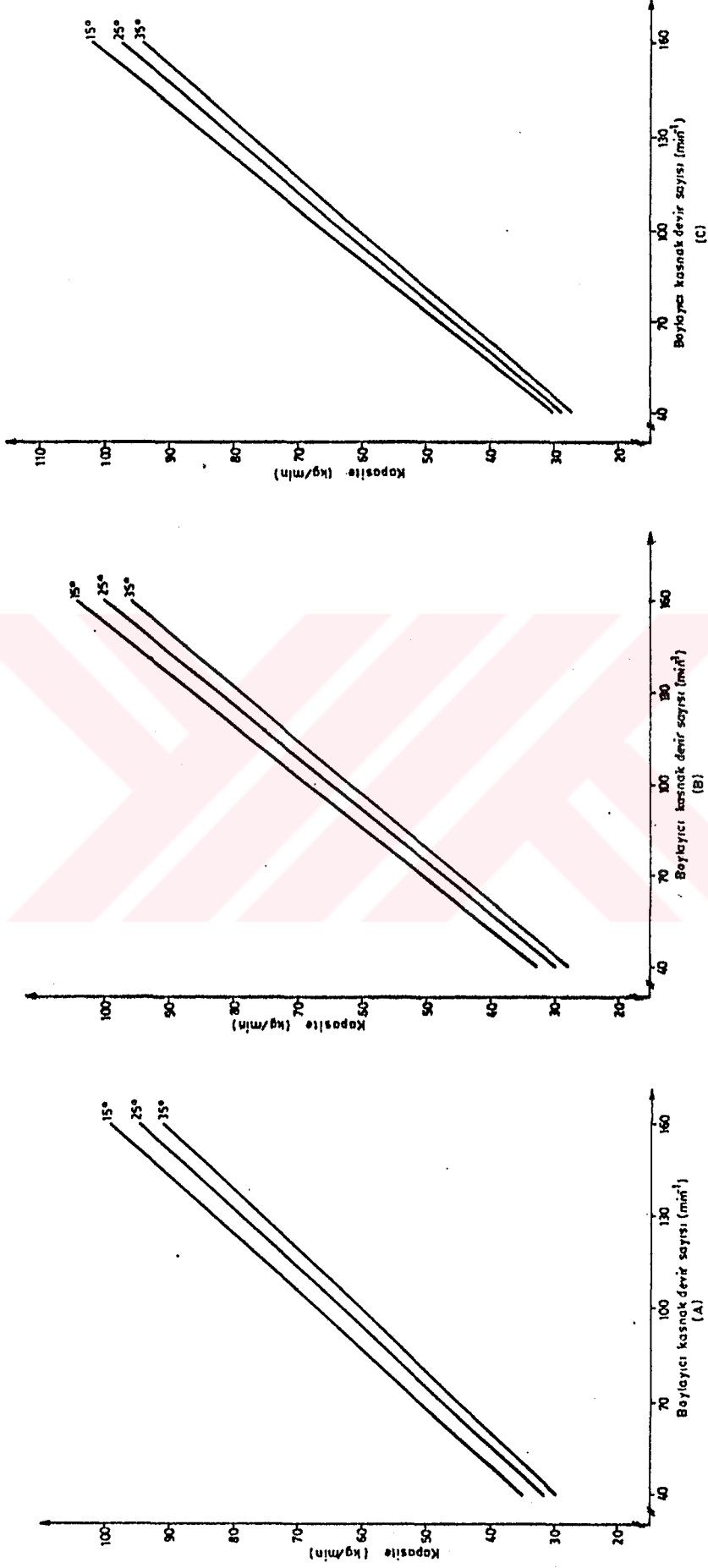
#### 4.1.1.2. Boylayıcı kasnak devir sayısının kapasiteye etkisi

Boylayıcı kasnak devir sayılarının kapasiteye etkisini belirlemek amacıyla yapılan deneyler sonucunda, üç farklı materyalden de benzer sonuçlar alınmıştır (Şekil 4.2). Devir sayısının artışıyla birlikte kapasite de artmaktadır. Şekilden de görüldüğü gibi, devir sayısı ile kapasite arasındaki ilişkiler, farklı bant eğimlerinde, değişik değerler göstermektedir. Çizelge 4.1 ve 4.2'de sırasıyla,  $40-70 \text{ min}^{-1}$ 'lik boylayıcı kasnak devrinde çalışılması koşulunda bant eğimi ve materyal çeşidine bağlı olarak elde edilen kapasite değerleri görülmektedir.





Şekil 4.1. Çeşitli bant konumlarının boylara ayırma yeteneği üzerine etkileri  
(A: Amasya elması, B: Golden elması, C: Kuruşoğan).



Şekil 4.2. Devir sayısının kapasite üzerine etkisi (A:Amasya elması, B: Golden elması, C: Kuruşoğan).

Çizelge 4.1. 40 min<sup>-1</sup>'lik kasnak devrinde bant eğimine bağlı olarak kapasite değerleri (t/h).

Materyal	Bant eğimi		
	15°	25°	35°
Elma (Amasya)	2,100	1,920	1,800
Elma (Golden)	1,980	1,800	1,680
Kurusoğan	1,800	1,710	1,650

Çizelge 4.2. 70 min<sup>-1</sup>'lik kasnak devrinde bant eğimine bağlı olarak kapasite değerleri (t/h).

Materyal	Bant eğimi		
	15°	25°	35°
Elma (Amasya)	3,060	2,850	2,700
Elma (Golden)	3,030	2,820	2,700
Kurusoğan	2,880	2,760	2,640

Çizelge 4.1 ve 4.2'nin incelenmesinden, boylayıcı bant eğiminin artmasıyla, kapasitenin düştüğü ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç, öteki devir sayıları için de söz konusu olmaktadır. Bunun nedeni, boylayıcı bant eğiminin artmasıyla birlikte materyalin sıfır eğimli olan iletim hattından yüksek eğimli boylama hattına girmesi için geçen sürenin artmasındandır. Ayrıca, bu sonuç üzerine, materyal ile pervazlar arasında artma yönelimi gösteren

sürtünme kuvveti de etkili olmaktadır.

#### 4.1.1.3. Boylayıcı kasnak devir sayısının enerji tüketimi üzerine etkisi

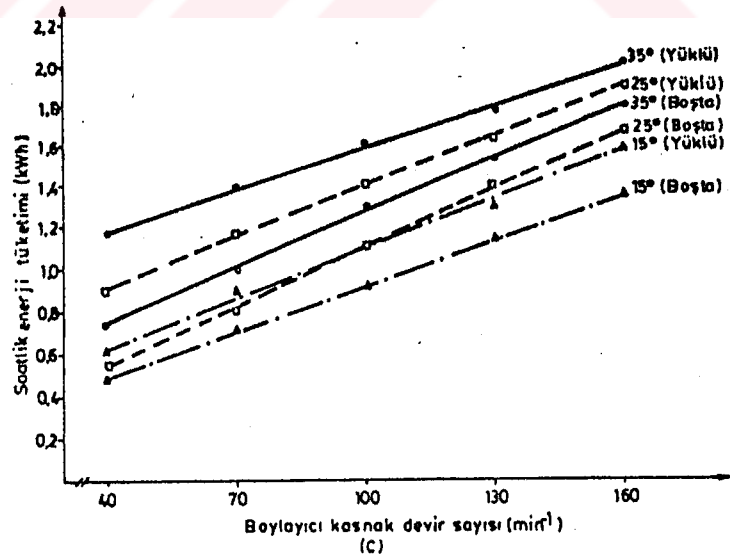
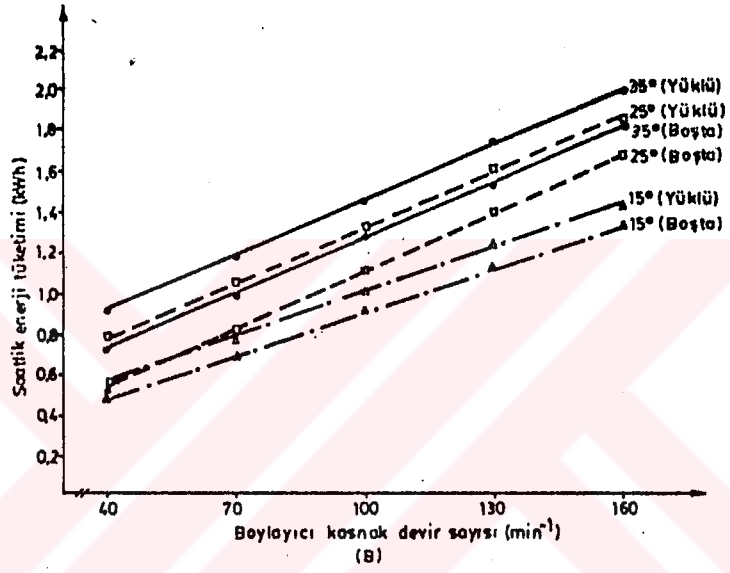
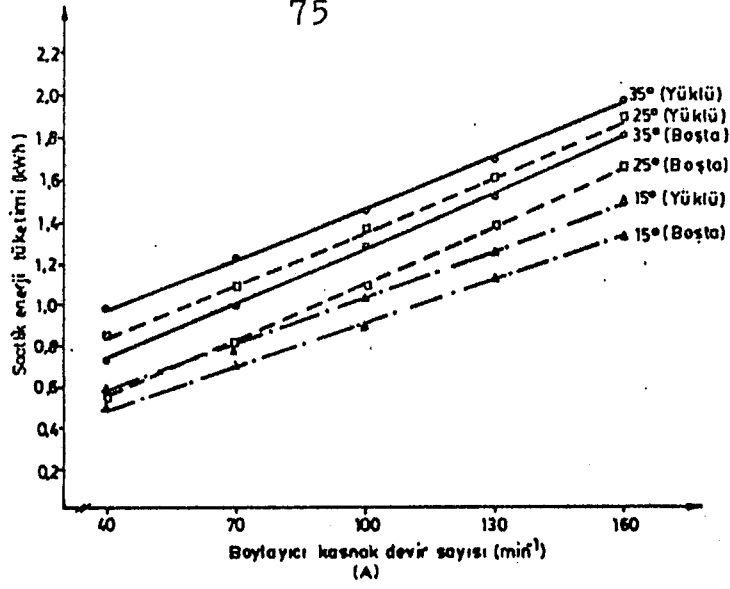
Devir sayısına bağlı olarak, güç gereksinmesi ve dolayısıyla saatlik enerji tüketimi değişmektedir. Enerji tüketimi, artan devir sayısı ile birlikte artmaktadır. Elde edilen verilere göre, bu sonucun her bant konumu için geçerli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Bu sonuç üzerinde, devir sayısı ile birlikte artan kapasite değerleri etkili olmaktadır.

Bantlı-pervazlı boylama makinesi, öteki makinelerde olduğu gibi, boşta çalışma sırasında da belirli miktarda enerji harcamaktadır. Harcanan bu enerjinin değeri de, ayrıca tespit edilmiş ve şekil 4.3'de öteki eğriler ile birlikte gösterilmiştir.

#### 4.1.2. Boylayıcı bant eğiminin etkisi

##### 4.1.2.1. Boylayıcı bant eğiminin boylara ayırma yeteneğine etkisi

Bantlı-pervazlı boylama makinesinde değerlendirme kriteri olarak gözönüne alınan bant eğimi de boylara ayırma yeteneğini etkilemektedir. Araştırma sonuçlarına göre, eğimin artmasıyla birlikte boylara ayırma yeteneği de artmaktadır (Şekil 4.1). Bunun nedeni, artan eğimle birlikte, materyallerin sınıflandırma yörüngesini istenilen şekilde izleyerek, geçmeleridir. Tüm deney materyallerinde bu sonuç izlenebilmektedir. Büyük eğimlerde ve düşük



Şekil 4.3. Boylayıcı kasnak devir sayısına bağlı olarak saatlik enerji tüketiminin değişimi (A: Amasya elması, B: Golden elması, C: Kurusoğan).

devirlerde, boylara ayırma yeteneği yüksek olmaktadır. Çizelge 4.3'de,  $40 \text{ min}^{-1}$ 'lik boylayıcı kasnak devrindeki eğim değişimine bağlı olarak, boylara ayırma yeteneğine ilişkin değerler görülmektedir. Eğime bağlı olarak boylara ayırma yeteneğinin değişimi, yüksek devir sayılarında daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.1).

#### 4.1.2.2. Boylayıcı bant eğiminin kapasite üzerine etkisi

Boylayıcı bant eğimi ile kapasite arasındaki ilişkiler şekil 4.2'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, boylayıcı bant eğimi küçüldükçe, kapasite artmaktadır. Bu sonuç, araştırmada kullanılan tüm deney materyalleri ve devir sayıları için söz konusu olmuştur. En büyük kapasite değerlerine, azalan bant eğimi ve artan devir sayısı ile ulaşılmıştır. Boylara ayırma yeteneğinin en yüksek olduğu devir sayısında ( $40 \text{ min}^{-1}$ 'de), bant eğiminin değişimine bağlı olarak elde edilen kapasite değerleri, çizelge 4.1'de verilmiştir. Benzer sonuç,  $70 \text{ min}^{-1}$ 'lik kasnak devrinde, çeşitli bant eğimine bağlı olarak verilen kapasite değerlerinden de görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3.  $40 \text{ min}^{-1}$ 'lik boylayıcı kasnak devrinde yanlış gruba giren materyallerin ağırlık yüzdeleri (%)

Materyal	Boylayıcı bant eğimi		
	$15^\circ$	$25^\circ$	$35^\circ$
Elma (Amasya)	6,0	3,6	1,2
Elma (Golden)	5,2	2,0	1,2
Kurusoğan	6,6	2,6	1,6

#### 4.1.2.3. Boylayıcı bant eğiminin enerji tüketimine etkisi

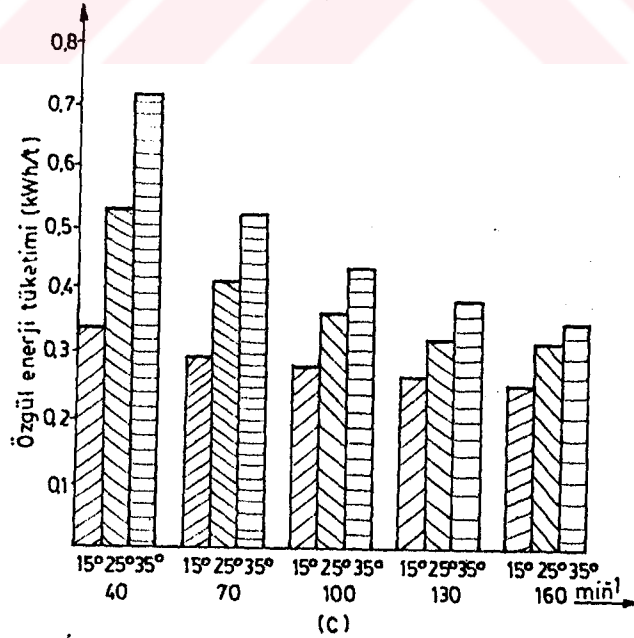
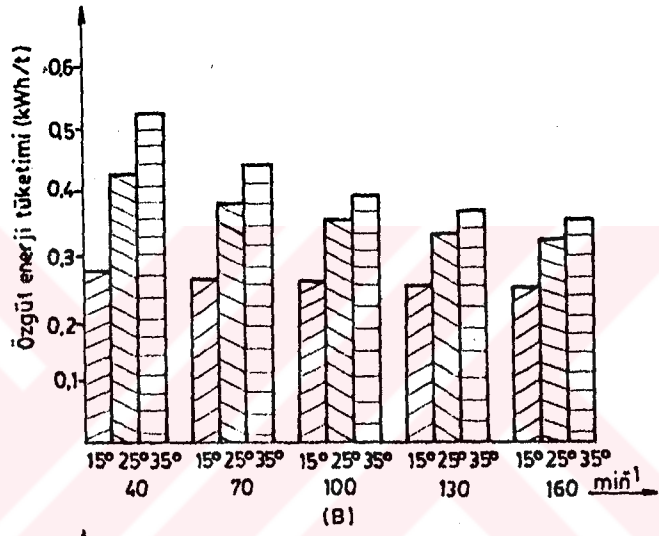
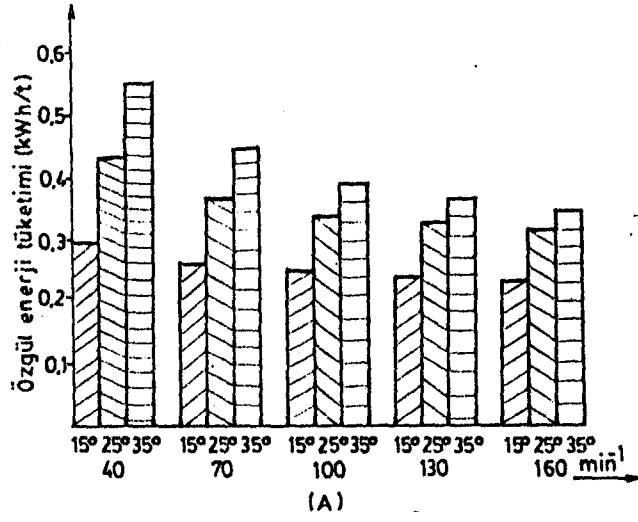
Boylayıcı bant eğimi ve saatlik enerji tüketimi arasındaki ilişki, şekil 4.3'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, bant eğimi arttıkça, enerji tüketimi de artmaktadır. Bu sonuç, boşta çalışma koşulları için de söz konusu olmaktadır. Çizelge 4.4'de 40 min<sup>-1</sup>'lik boylayıcı kasnak devrinde, makinenin farklı bant eğimlerindeki enerji tüketim değerleri görülmektedir.

Boylayıcı bant eğiminin artmasıyla birlikte, kapasitenin düşmesine karşın saatlik enerji tüketiminin artması, boylayıcı kayış ve üzerinde hareket ettiği düzenler arasındaki sürtünme kuvvetinin artmasından ileri gelmektedir.

#### 4.1.2.4. Boylayıcı bant eğimi ve kasnak devir sayısının özgül enerji tüketimine etkisi

Gerek kapasite ve gerekse enerji tüketimleri, enerji ekonomisi yönünden, tek başlarına bir değer ifade etmemektedirler. Bunun için, aynı zaman periyoduna ait olan bu iki değer birbirlerine oranlanmasıyla elde edilen özgül enerji tüketim değerlerinin irdelenmesi gerekmektedir.

Bu etkiler belirlenirken, şekil 4.2 ve şekil 4.3'de verilmiş olan grafik değerlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular şekil 4.4'de gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden, boylayıcı kasnak devir sayısının artmasıyla birlikte özgül enerji tüketim değerlerinin düştüğü anlaşılmaktadır. Bu düşüş, bütün bant eğimleri için söz konusu olmaktadır.



Şekil 4.4. Bant konumlarına bağlı olarak özgül enerji tüketim değerleri (A: Golden elması, B: Amasya elması, C: Kurusoğan).



Çizelge 4.4. 40 min<sup>-1</sup>'lik boylayıcı kasnak devir sayısında boylama yapılması sırasında saatlik enerji tüketimi (kWh).

Materyal	Bant eğimi		
	15°	25°	35°
Elma (Amasya)	0,58	0,84	0,98
Elma (Golden)	0,58	0,79	0,92
Kurusoğan	0,62	0,90	1,16

#### 4.1.3. Parametrelerin ortaklaşa etkileri

Bantlı-pervazlı boylama makinesiyle yapılmış olan deneylerin değerlendirilmesinde, kasnak devir sayısı ve kayış eğiminden oluşan iki ana faktörün ortaklaşa etkileri de gözönüne alınmıştır. Bu faktörlerin bulgular üzerine olan etkileri, karşılaştırmalı olarak irdelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Boylara ayırma yeteneği; devir sayısı düştükçe ve boylayıcı bant eğimi arttıkça iyileşmektedir.

2. Kapasite değerleri, devir sayısı arttıkça ve bant eğimi düştükçe artmaktadır.

3. Enerji tüketimi, devir sayısı ve bant eğimi azaldıkça düşmektedir.

4. Özgül enerji tüketimi, devir sayısı arttıkça ve bant eğimi azaldıkça düşmektedir.

## 4.2. Elekli Sınıflandırma Makinesine İlişkin Araştırma Sonuçları

### 4.2.1. Devir sayısının etkisi

Elekli sınıflandırma makinesi üzerinde patates ve kurusoğan olmak üzere iki tür materyal denenmiştir. Çarpma ve vurmalara karşı daha hassas olan elmalar, elekli sınıflandırma makinesinde deneye alınmamıştır.

Elek krank milinin devir sayısı, elek hareketinin temel büyüklüğü olarak seçilmiştir. Çünkü, devir sayısı, aynı zamanda çift strok sayısını; başka bir ifadeyle, elek kasalarının titreşim sayısını ifade etmektedir. Devir sayısı değerleri, doğrudan doğruya elek hareketinin bir göstergesi olmakta ve makinelerin karşılaştırılmasına olanak vermektedir.

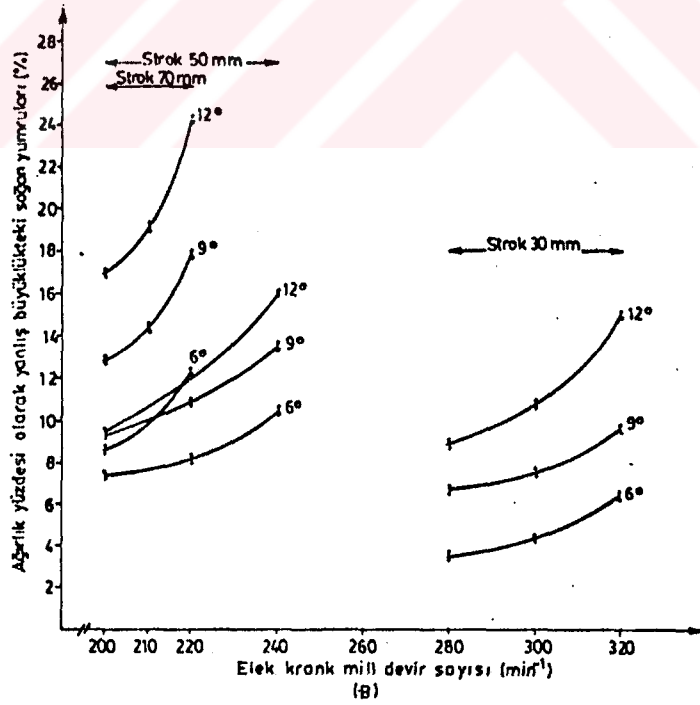
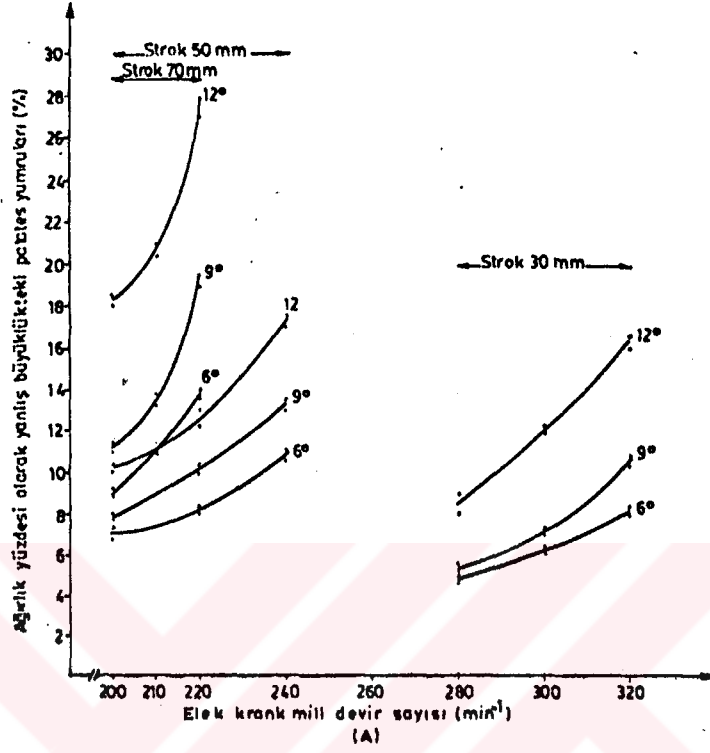
#### 4.2.1.1. Devir sayısının boylara ayırma yeteneğine etkisi

Patates ve soğanla yapılan deneyler sonucunda elde edilmiş olan devir sayısı ile boylara ayırma yeteneği arasındaki ilişkiler, şekil 4.5'de verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre denilebilir ki;

1. Devir sayısı düştükçe, boylara ayırma yeteneği iyileşmektedir. En düşük devir sayısında en iyi değere ulaşılmaktadır. Bu sonuç, tüm elek konumları için geçerlidir. Bunun nedeni, düşük devirlerde çalışılırken, aynı miktar materyalin sınıflandırılması için daha fazla zaman harcanmış olmasıdır.

2. Devir sayısının artışıyla, boylara ayırma



Şekil 4.5. Patates (A) ve soğan (B) için denenmiş 9 elek konumundaki boylara ayırma yeteneğine ilişkin değerler.

yeteneğinde görülen kötüleşmenin derecesi, çeşitli elek konumlarında farklılık göstermektedir.

3. Pratikte, mümkün olduğu kadar düşük devirlerle çalışılmalıdır. Deneylerde, bu devir sayısı, tıkanmaların olmadığı ve boylara ayırma yeteneğine ilişkin en yüksek değer elde edildiği devir sayısı olarak belirlenmiştir.

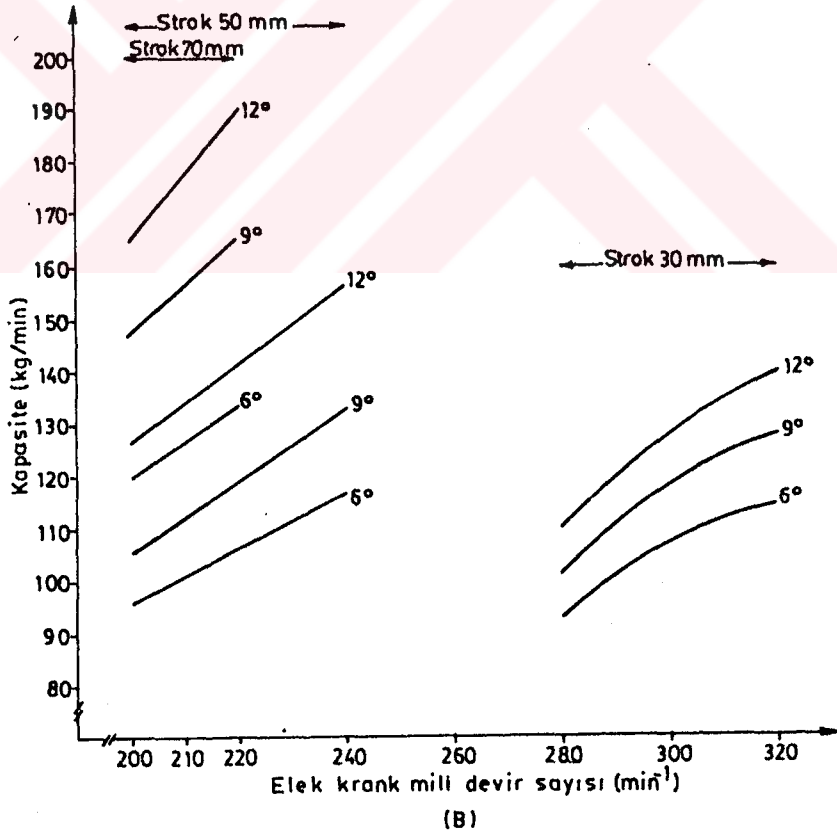
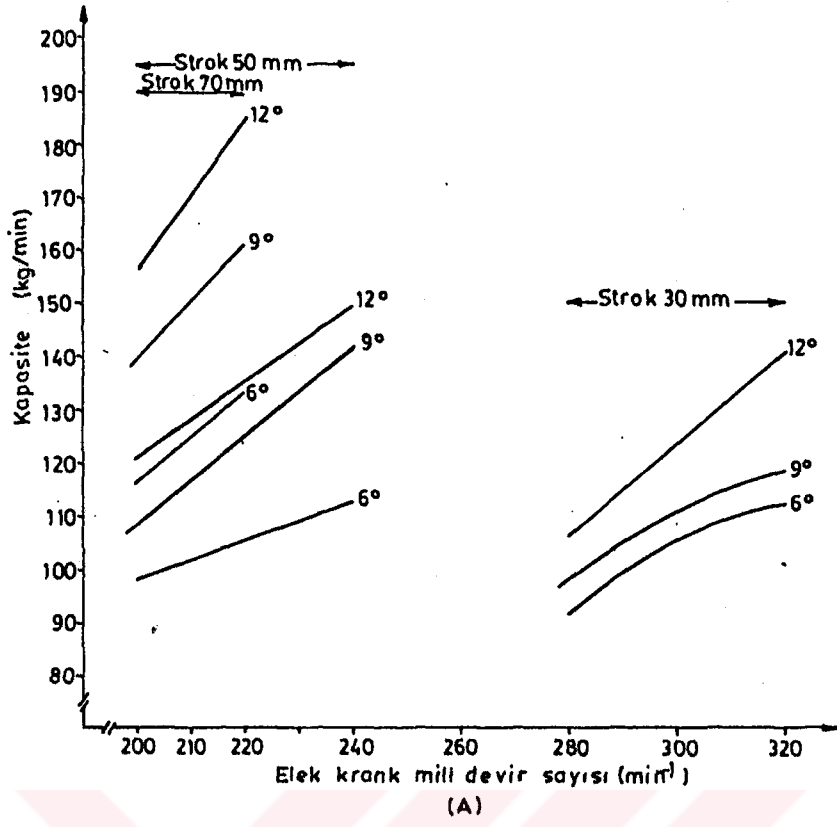
#### 4.2.1.2. Devir sayısının kapasite üzerine etkisi

En düşük devir sayısından hareket edildiğinde, makine kapasitesinin artan devir sayısı ile birlikte arttığı görülmektedir. Çeşitli elek konumlarında, devir sayılarında yapılan belirli miktarlardaki artış, kapasitenin farklı değerlerde artmasına neden olmaktadır.

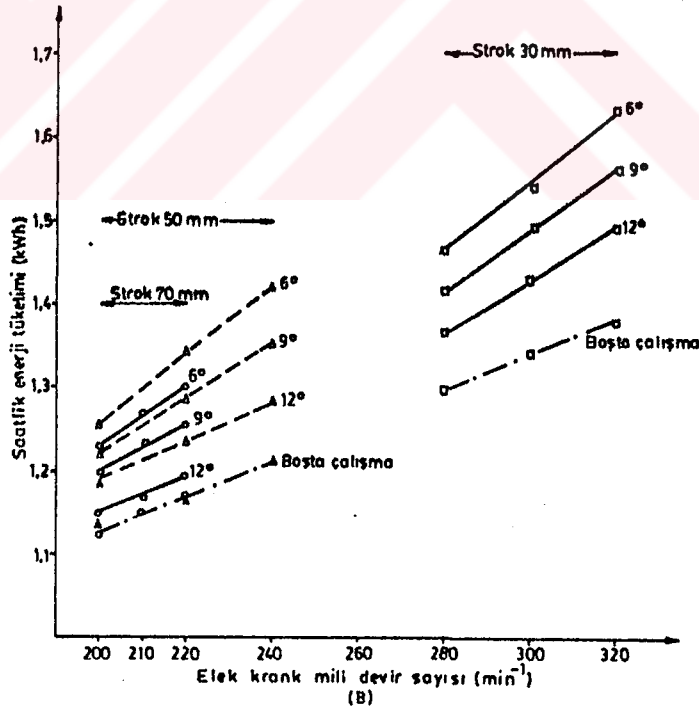
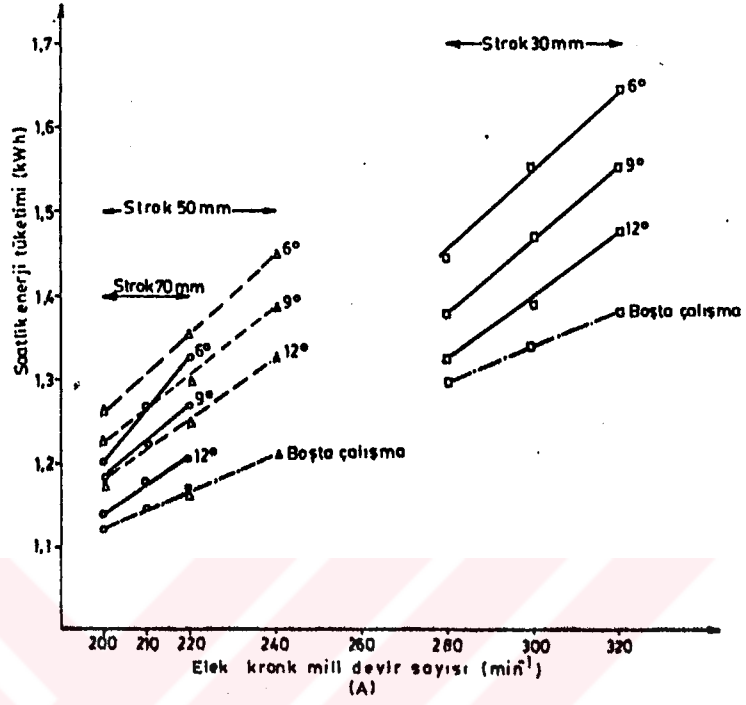
Devir sayısının kapasite üzerine etkisi, özellikle küçük değerlerdeki strok ve eğimler için daha önemlidir. Çünkü, büyük strok ve eğimlerde yüksek kapasite değerleri her zaman elde edilebilmektedir. Genel olarak denilebilir ki, devir sayısı arttıkça, kapasite de artmaktadır (Şekil 4.6). Bu fonksiyonel yönden doğal bir sonuçtur.

#### 4.2.1.3. Devir sayısının enerji tüketimine etkisi

Saatlik enerji tüketimi, artan devir sayısı ile artmaktadır (Şekil 4.7). Artan değeriyle birlikte kapasitenin de artmasına neden olan devir sayısı, gücün bir fonksiyonu olmaktadır. Buna göre, devir sayısı arttıkça güç gereksiniminin ve dolayısıyla enerji tüketiminin artması doğaldır. Bu sonuç, her elek konumu için geçerli olduğu gibi, makinenin boştaki çalışma koşulları için de



Şekil 4.6. Patates (A) ve soğan (B) için denenmiş 9 elek konumundaki kapasite değerleri.



Şekil 4.7. Patates (A) ve soğan (B) için denenmiş 9 elek konumundaki saatlik enerji tüketim değerleri.

geçerli olmaktadır.

Çeşitli elek konumlarında; güç gereksinimini, dolayısıyla enerji tüketimini azaltmak yönünden, mümkün olduğu kadar düşük devirlerle çalışmak gerekmektedir.

#### 4.2.2. Strokun etkisi

##### 4.2.2.1. Strokun boylara ayırma yeteneğine etkisi

Strokun büyümesiyle boylara ayırma yeteneğinde, hissedilir bir kötüleşme görülmektedir (Şekil 4.5). Bu sonuç, boylara ayırma kalitesi yönünden genlik değerlerinde görülen olumsuz değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

##### 4.2.2.2. Strokun kapasite üzerine etkisi

Büyük stroklarla, küçük stroklarla elde edilenden daha büyük kapasite değerlerine ulaşılabilmektedir. Bu sonuç, büyük strokların daha büyük genlikler sağlayarak, boylama işlevinin hızını artırmasından kaynaklanmaktadır. Strokun kapasite üzerine yaptığı etkinin derecesi, şekil 4.6'daki eğrilerde görülmektedir. Bu şekilden, minimum devir sayılarıyla çalışmada ortaya çıkan kapasite değerleri incelenmiş ve farklı stroklara ilişkin sonuçlar, çizelge 4.5'deki gibi elde edilmiştir.

##### 4.2.2.3. Strokun enerji tüketimine etkisi

Enerji tüketimi, öteki değişkenler aynı kalmak koşuluyla, strok küçüldükçe artmaktadır (Şekil 4.7). Deneysel materyalinin elekler üzerinde hareket ettirilebilmesi

için küçük stroklarda devir sayısının daha büyük değerlere ulaşması gerekmektedir. Bu da, enerji tüketimini artırmaktadır. Buna dayanarak, strok büyüklüğünün enerji tüketimi üzerinde belirli derecelerde etkili olduğu söylenebilir.

#### 4.2.3. Elek eğiminin etkisi

##### 4.2.3.1. Elek eğiminin boylara ayırma yeteneği üzerine etkisi

Deney sonuçlarıyla elde edilen değerler incelendiğinde, eğim küçüldükçe, boylara ayırma yeteneğinin iyileştiği görülmektedir (Şekil 4.5). Bunun nedeni, büyük eğimlerde, elek gözünün projeksiyon alanınının küçülmesidir. Bu durum, her strokta açık olarak görülmüş; aynı sonuçlar, farklı iki deney materyalinde de elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Denenmiş en düşük devir sayılarından ki kapasite değerleri (t/h).

Strok	Patates			Soğan		
	Elek eğimi			Elek eğimi		
	6°	9°	12°	6°	9°	12°
70 mm	6,960	8,400	9,360	7,200	8,820	9,900
50 mm	5,880	6,480	7,260	5,760	6,300	7,620
30 mm	5,490	5,880	6,360	5,580	6,060	6,600



#### 4.2.3.2. Elek eğiminin kapasite üzerine etkisi

Elek eğimi arttıkça, kapasite artmaktadır. Bu sonuç, her iki materyalde ve denenmiş tüm elek konumlarında ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, büyük eğimlerde, materyalin elek üzerindeki akış hızının artmasıdır. Çizelge 4.6'da 30 mm'lik strok koşulu için elek eğiminin değişmesine bağlı olarak, kapasite değerleri görülmektedir.

#### 4.2.3.3. Elek eğiminin enerji tüketimine etkisi

Eğim ve saatlik enerji tüketimi arasındaki ilişkiler, şekil 4.7'de görülmektedir. Makinenin boşta çalışması durumunda, aynı devir sayılarıyla çalışılmak koşuluyla, herbir strokta, çeşitli elek eğimleri için saatlik enerji tüketimi yönünden herhangi bir fark tespit edilmiştir. Ancak makine belli bir kapasiteyle yüklendiğinde, küçük eğimli çalışma koşulundaki saatlik enerji tüketimi, büyük eğimli çalışma koşulundakinden görünür derecede büyük olmaktadır. Bu sonuç, herbir materyal ve elek konumunda ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, küçük elek eğimlerinde, boylara ayırma yeteneğinin artması, dolayısıyla sınıflandırma işlevi için geçen sürenin artması ve bunun sonucunda makinenin daha fazla yüklenmesidir.

Çizelge 4.6. Elek eğimine bağlı olarak kapasite değerleri (t/h).

Devir sayısı (min <sup>-1</sup> )	Patates			Soğan		
	Elek eğimi			Elek eğimi		
	6°	9°	12°	6°	9°	12°
280	5,490	5,880	6,360	5,580	6,060	6,600
300	6,300	6,630	7,380	6,420	7,080	7,680
320	6,720	7,080	8,400	6,840	7,680	8,400

#### 4.2.3.4. Devir sayısı, elek eğimi ve strokun özgül enerji tüketimine etkisi

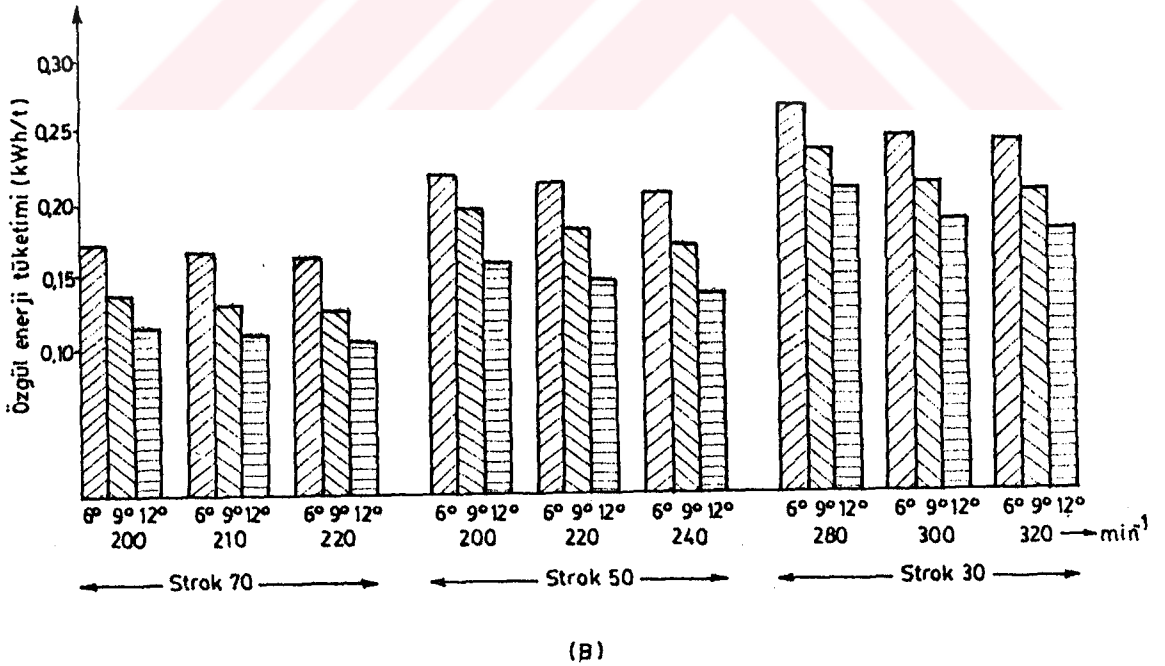
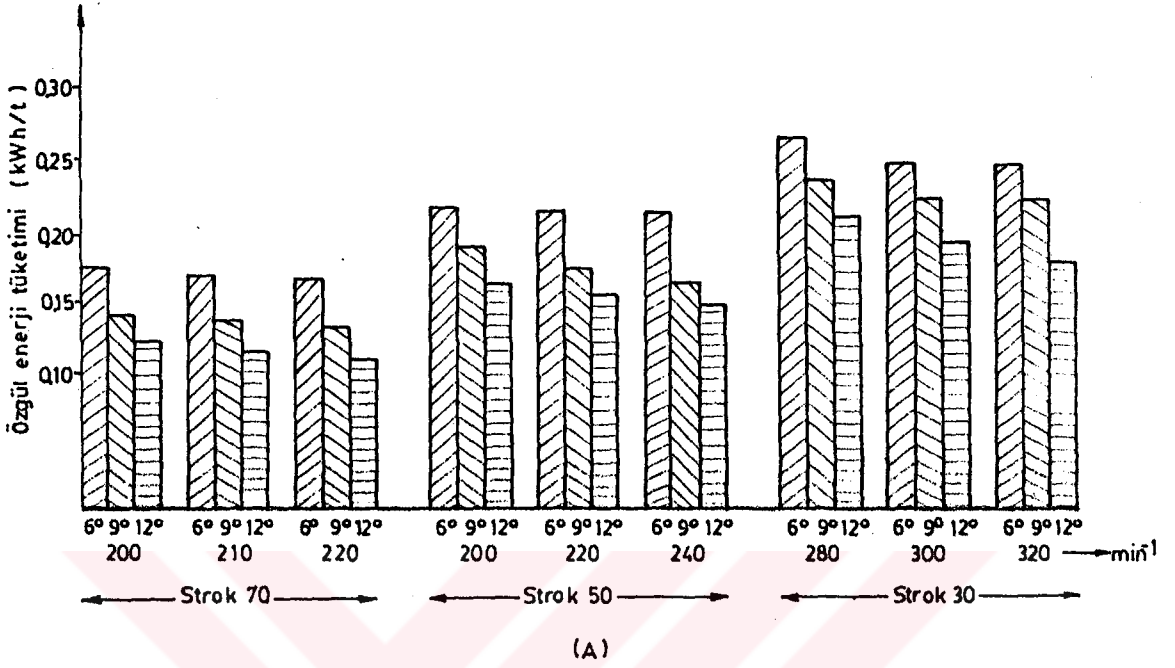
Araştırma sonuçlarından elde edilen verilere göre, özgül enerji tüketimi değerleri de belirlenmiştir. Devir sayısı, elek eğimi ve strok değişkenlerine bağlı olarak, özgül enerji tüketiminin değişimi, şekil 4.8'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, elek eğiminin artmasıyla, özgül enerji tüketim değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu sonuç; elek eğiminin artmasıyla, enerji tüketiminin düşmesi ve kapasite değerlerinin artmasından kaynaklanmaktadır.

Devir sayısı değerleri arttıkça, özgül enerji tüketim değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu düşüş, artan devir sayısında, kapasite değerinin, enerji tüketimine göre, oransal olarak, biraz daha fazla artmasından kaynaklanmaktadır.

Strok arttıkça, özgül enerji tüketiminin düştüğü gözlenmiştir. Bu sonuç, her iki materyalde de ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, strokun artışıyla birlikte kapasitesinin artması ve saatlik enerji tüketiminin düşmesidir.

#### 4.2.3.5. Parametrelerin ortaklaşa etkileri

Elekli sınıflandırma makinesiyle yapılmış olan deneylerin değerlendirilmesinde, çeşitli faktörlerin ortaklaşa etkileri de göz önüne alınmıştır. Bu faktörlerin sonuçlar üzerine olan etkileri, karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Elek konumlarıyla ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



Şekil 4.8. Elekli makine için parametrelerin özgül enerji tüketimine etkileri (A: Patates için, B: Kurusoğan için).

1. Boylara ayırma yeteneği; devir sayısı azaldıkça, strok küçüldükçe ve eğim azaldıkça iyileşmektedir;

2. Kapasite değerleri; devir sayısı arttıkça, strok büyüdüğü, eğim büyüdüğü artmaktadır;

3. Enerji tüketimi; devir sayısı azaldıkça, strok büyüdüğü, eğim büyüdüğü düşmektedir;

4. Özgül enerji tüketimi; devir sayısı arttıkça, elek eğimi arttıkça, strok arttıkça düşmektedir.

Kapasite değerleri, aşağıdaki önlemler alınarak artırılabilir:

1. Devir sayısı artırılarak (Ne var ki, bu durumda, boylara ayırma yeteneği kötüleşmekte ve saatlik enerji tüketimi artmaktadır);

2. Strok artırılarak (Bu durumda, boylara ayırma yeteneği kötüleşmekte, ancak saatlik enerji tüketimi azalmaktadır);

3. Eğim artırılarak (Bu durumda, boylara ayırma yeteneği kötüleşmekte, fakat saatlik enerji tüketimi azalmaktadır).

Elde edilen sonuçlara göre; küçük stroklarda ve düşük eğimlerde boylara ayırma yeteneği iyileşmekte; fakat, kapasite düşmekte ve saatlik enerji tüketimi artmaktadır. Buna karşılık, büyük bir strok ve yüksek bir eğim seçildiğinde; saatlik enerji tüketimi azalmakta, kapasite artmakta; fakat, boylara ayırma yeteneği düşmektedir. Bu açıklamaların ışığı altında denilebilir ki, istenilen iyi özellikler, koşullara ve materyale bağlı olarak optimize edilmelidir.

#### 4.3. Ağırlığa Göre Sınıflandırma Yapan Makinelere İlişkin Sonuçlar

Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makineler üzerinde de, bantlı ve elekli boylayıcılarla kombine kullanılmaya olanak verilebilirliği açısından, aynı materyaller kullanılarak, deneyler yapılmıştır. Böylece, bu tip makinelerin bazı karakteristik değerleri de ortaya konulmuştur.

Boyutlarına göre boylama makinelerinde ayrılmış olan ürünler, yerli tip karşı ağırlık prensibine göre sınıflandırma yapan makinede ayrı ayrı denenmişlerdir. Deneylerden önce, çap gruplarını karakterize eden ağırlıklara göre kalibre edilmiş olan karşı ağırlık kademeleri ayarlanmıştır. Sınıflandırılan materyallerden yanlış büyüklük grubuna girenler tespit edilerek, ağırlık cinsinden yüzde değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7'deki değerlerden yararlanılarak ve çap gruplarındaki materyal miktarları da göz önünde tutularak, yanlış büyüklüğe giren materyallerin ağırlık yüzdesi olarak tartılı ortalamaları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Kurusoğan .....	% 9,40
Elma (Amasya) .....	% 6,52
Elma (Golden) .....	% 6,78
Patates .....	% 10,20

Yerli tip makinede yapılan deneyler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki, ağırlığa göre sınıflandırma yapan makine üzerinde de gerçekleştirilmiştir. Bu deneye ilişkin sonuçlar da

çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8'deki değerlerden yararlanılarak ve çap gruplarındaki materyal miktarları da göz önünde tutularak, yanlış büyüklükteki materyallerin ağırlık yüzdesi olarak, tartılı ortalamaları aşağıdaki gibi bulunmuştur:

Kurusoğan .....	% 9,40
Elma (Amasya) .....	% 6,28
Elma (Golden) .....	% 9,26
Patates .....	% 12,4

Çizelge 4.7 ve çizelge 4.8'deki bulgulardan elde edilen sonuçlara göre, boyutlarına göre belirli bir çap grubunda olan materyalin ağırlığına göre sınıflandırılması durumunda, gruplar arasında yine de girişimler ortaya çıkabilmektedir. Bu girişimin nedeni, materyallerin şeklerinden ve diğer biyolojik özelliklerinden ileri gelebildiği gibi, makinelerin fonksiyonel özelliklerinden de kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4.7. Ağırlıklarına göre sınıflandırma sonuçları.

Kurusoğan	Çap grubu (mm)	20-40	40-70	>70
	Yanlış büyüklük(%)	8	11	9
Elma (Amasya)	Çap grubu (mm)	50-55	55-60	>60
	Yanlış büyüklük(%)	5,6	6,3	8,8
Elma (Golden)	Çap grubu (mm)	55-60	60-65	>65
	Yanlış büyüklük(%)	5	8,8	6,3
Patates	Çap grubu (mm)	35-55	55-85	>85
	Yanlış büyüklük(%)	12	13,5	0

Çizelge 4.8. Ağırlığına göre sınıflandırma sonuçları

Kurusoğan	Çap grubu (mm)	20-40	40-70	>70
	Yanlış büyüklük(%)	10	9,5	8
Elma (Amasya)	Çap grubu (mm)	50-55	55-60	>60
	Yanlış büyüklük(%)	4,4	6,3	10
Elma (Golden)	Çap grubu (mm)	55-60	60-65	>65
	Yanlış büyüklük(%)	7,5	10	11,3
Patates	Çap grubu (mm)	35-55	55-85	>85
	Yanlış büyüklük(%)	15	16	0

## 5. ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen ve genelde literatür bulgularına uygun düşen sonuçlara göre geliştirilen öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Bantlı-pervazlı boylama makinesi, çok amaçlı ve kombine kullanılmaya elverişli bir makinedir. Amaca uygun olan çeşitli koşullar ve farklı materyaller gözönünde tutularak, bu makineyle ilgili olan temel parametreler optimize edilebilir. Bu optimizasyon sırasında kapasiteyi etkileyen boylayıcı bant hızı ve bant eğimi ile ilgili çeşitli önlemler alınabilir. Boylara ayırma yeteneğinin düşme derecesi ve enerji tüketim değerinin artışı katlanılabilecek bir noktaya gelinceye kadar, boylayıcı bant hızı, artırılabilir.

Bant eğimi de düşürülerek, kapasitenin artması sağlanabilir. Bu artışın sınırını, boylara ayırma yeteneğinin kabul edilebilir kötüleşme derecesi oluşturur.

2. Bantlı-pervazlı boylama makinesinde, en yüksek kapasite değeriyle çalışılmak amaçlanıyorsa, elde edilen verilere göre,  $160 \text{ min}^{-1}$ 'lik kasnak devir sayısı ve  $15^\circ$ 'lik bant eğimiyle çalışılmalıdır. Araştırmalar sonucunda bu koşullarda ulaşılan kapasite değerleri, kurusoğan, Amasya elması ve Golden elması için sırasıyla, 6,12 t/h, 5,94 t/h ve 6,24 t/h olmaktadır.

3. Bantlı-pervazlı boylama makinesiyle boylama işleminde, en yüksek boylara ayırma yeteneği değerleri elde edilmek isteniyorsa, araştırma sonuçlarına göre,  $40 \text{ min}^{-1}$ 'lik kasnak devir sayısı ve  $35^\circ$ 'lik bant eğimiyle



çalışılmalıdır. Bu durumda, yanlış büyüklük sınıfına giren materyallerin ağırlık yüzdeleri, kurusoğan, Amasya elması ve Golden elması için, sırasıyla, 1,6, 1,2, ve 1,2 olmaktadır.

4. Bantlı-pervazlı boylama makinesiyle çalışmada, enerji tüketiminin dolayısıyla güç gereksiniminin minimize edilmesi isteniyorsa, araştırma sonucunda elde edilmiş olan  $40 \text{ min}^{-1}$ 'lik boylayıcı kasnak devrinde ve  $15^{\circ}$ 'lik boylayıcı bant eğiminde çalışılmalıdır. Bu durumdaki saatlik enerji tüketimleri, kurusoğan, Amasya elması ve Golden elması için, sırasıyla, 0,62 kWh, 0,58 kWh ve 0,58 kWh olmaktadır.

5. Ekonomiklik yönünden önemli bir faktör olan özgül enerji tüketimlerinin düşük, dolayısıyla enerji produktivitesinin yüksek olması için, büyük bant hızlarında ve yüksek eğimlerde çalışılmalıdır.

6. Elekli sınıflandırma makinesi, küresel ya da küreye yakın biçimli olan, çarpma ve vurmalara karşı dayanıklı bulunan meyve ve sebzelerin boylandırılmasında kullanılabilir. Makineye çeşitli büyüklükteki elekler takılarak, değişik meyve ve sebzelerin çok amaçlı olarak sınıflandırılmasına olanak sağlanabilir.

Bu tip bir makinenin sınıflandırma kalitesini çeşitli parametreler etkilemektedir. Bu parametreler; strok, elek eğimi ve devir sayısıdır. Bu faktörler optimize edilerek, çeşitli materyaller için en uygun konumlar belirlenebilir. Kapasitenin artırılması istenildiğinde; boylara ayırma yeteneğinin düşmesine ve enerji tüketim değerinin artışına, müsaade edilebilir bir noktaya gelinceye kadar, katlanılabilmektedir. Enerji tüketiminin

düşürülmesi için; devir sayısının azaltılması, strokun büyütülmesi ve elek eğiminin artırılması gerekmektedir. Devir sayısının yükseltilmesi, strokun büyütülmesi ve elek eğiminin artırılması, kapasitenin artırılmasını sağlamaktadır. Bu artışın derecesi, her meyve ve sebze için ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

7. Elekli tip boylama makinesinde, en yüksek kapasite değerleriyle çalışılmak isteniyorsa, elde edilen araştırma sonuçlarına göre; 220 min<sup>-1</sup>'lik krank mili devir sayısında, 70 mm'lik strokta ve 12°'lik elek eğiminde çalışılmalıdır. Bu konumdayken, patates için, 11,04 t/h, kurusoğan için 11,40 t/h değerleri elde edilmektedir.

8. Elekli sınıflandırma makinesiyle en yüksek boylara ayırma yeteneğine ulaşılmak isteniyorsa, elde edilen sonuçlara göre, 280 min<sup>-1</sup>'lik elek krank mili devir sayısında, 30 mm'lik strokta ve 6°'lik elek eğiminde çalışılmalıdır. Bu durumda, yanlış büyüklük sınıfına giren materyallerin ağırlık yüzdeleri, patatete % 4,9, kurusoğanda % 3,5 olmaktadır.

9. Çalışmalarda, enerji tüketiminin, dolayısıyla güç gereksiniminin minimum düzeyde tutulması isteniyorsa, araştırma sonuçlarına göre elde edilmiş olan, 70 mm'lik strok, 12°'lik elek eğimi ve 200 min<sup>-1</sup>'lik elek krank mili devir sayısıyla çalışılmalıdır. Bu koşullarda elde edilen saatlik enerji tüketim değerleri, patatete 1,14 kWh, kurusoğanda 1,15 kWh olmaktadır.

10. Özgül enerji tüketiminin düşük, dolayısıyla enerji prodüktivitesinin yüksek tutulabilmesi için; büyük stroklarda, yüksek eğimlerde, büyük devir sayılarıyla çalışılmalıdır. Bu koşullar, boylara ayırma yeteneğinin

katlanılabılır sınırın altına düşürülmemesi ilkesinden yararlanılarak, her meyve ve sebze için ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

11. Ağırlığa göre sınıflandırma yapan makinede beslemenin el takviyesi yerine otomatik olarak yapılması gerçekleştirilmelidir. Gerekli koşullara uygun düşecek ve boylama makinelerine göre düzenlenebilecek kapasite uyumu tam olarak sağlanmalıdır.

12. Küreye benzeyen meyve ve sebzelerde, ağırlık, çapın üçüncü dereceden kuvvetiyle orantılı olduğundan, boyuta ve ağırlığa göre sınıflandırma yapabilen kombine sisteme, her koşulda başvurulmamalıdır. Kombine çalıştırma, yalnızca yüksek hızlar için söz konusu olmalıdır. Düşük bant hızlarında böyle bir kombinasyona gerek yoktur. Çünkü, bu hızlarda elde edilen boylara ayırma yeteneğine ilişkin değerler, istenilen düzeyde bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1981. Kurusoğan. Türk Standartları, TS 796/Kasım 1980 (Birinci baskı). TSE, Ankara.
- ANONYMOUS, 1983. Elma. Türk Standartları, TS 100/Nisan 1983 (Birinci baskı). TSE, Ankara.
- ANONYMOUS, 1985. Patates. Türk Standartları, TS 1222/Nisan 1985 (Birinci baskı). TSE, Ankara.
- AYIK, M., 1985. Ürün İşleme Tekniği ve Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 957, Ankara.
- BRENNAN, J.G., BUTTERS, J.R., COWELL, N.D. ve LILLY, A.E.V., 1976. Food Engineering Operations. Second Edition. Applied Science Publishers Limited, London.
- BROCKMANN, H-J., 1975. Maschinen in der Fruchtsaftindustrie und ähnlichen Fabrikationszweigen. Verlag Günter Hempel, Braunschweig.
- BUCKLEY, D.J., ROUSSELLE, G.L., THERIAULT, R., AMOUR, G.St. ve C.F. NICHOLLS., 1983. A Microcomputer-based System For Automatically Counting and Weighing Pre-sorted Apples. Transactions of the ASAE, 26-6: 1849 - 1853.
- CRUESS, W.V., 1958. Commercial Fruit and Vegetable Products. Mc Graw-Hill Book Company. New York, Toronto, London.
- DENCKER, C.H., 1961. Handbuch Der Landtechnik. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.
- GİL, L., 1968. Le Matériel Horticole. J-B.Baillièrè et Fils Editeurs, Paris.
- GOODMAN, H.C. ve HAMANN, D.D., 1969. A machine to field size irregularly shaped crops. For Presentation at the 1969 Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Paper No: 69-110.
- HALL, C.W.ve DAVIS, D.C., 1979. Processing Equipment for Agricultural products. Second Edition. Avi Publishing Company, inc. Westport, Connecticut.
- JAGER, H., GERLACH, H. ve SPANGENBERG, D., 1958. Das Sortieren von Kartoffeln nach dem Gewicht. Landtechnische Forschung 8, H.2: 46-47.

- MOHSENİN, N.N., 1980. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, London, Paris.
- MOSER, E., 1984. Verfahrenstechnik Intensivkulturen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- NEUMANN, F., 1984. Kartoffelsortierer, Bauarten. KTBL-Arbeitsblatt, Lfd. Nr. 0206 Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.
- ÖZTÜRK, R. ve VATANDAŞ, M., 1988. Kaliteye Göre Ayırma ve Sınıflandırma Yapan Makineler. Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi Sayı: 2, Temmuz 1988, Ankara.
- SENA, L.A., 1973. Units of Physical Quantities and Their Dimensions. Mir Publishers, Moscow.
- SİNN, H. ve ÖZGÜVEN, F., 1987. Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri I. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 27, Adana.
- STUTTERHEİM, W., 1953. Kartoffelsortiermaschinen. Veb Verlag Technik, Berlin.
- ÜLGER, P., 1985. Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. Türkiye Ziraat Kurumu Mesleki Yayınları Yayın No: 37, Ankara.
- YAVUZCAN, G. ve ALİBAŞ, K., 1983. Meyve Sınıflandırmada Mekanizasyon. Verimlilik MPM, 1983/1, Ankara: 89 - 97.
- YAVUZCAN, G., ÇİLİNGİR, İ., ACAR, A.İ., ÖZTÜRK, R., GÜRHAN, R., BEYHAN, M.A. ve ÇOLAK, A., 1986. Tarım Makinaları Deneyleri ve Bazı Deney Tesisleri. T.Z.D.K. Mesleki Yayınları, Yayın No: 45, Ankara.
- YAVUZCAN, G. ve ÖZTÜRK, R., 1988. Meyve Sınıflandırmada Makinalar. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 243, Ankara, 36-38.