

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞEKER PANCARI TOHUMLUĞUNDA ELEKTROSTATİK AYIRMA
OLANAKLARI**

Zülfı SARIPINAR

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**ANKARA
2011**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Zülfi SARIPINAR tarafından hazırlanan “**Şeker pancarı tohumluğunda elektrostatik ayırma olanakları** “ adlı tez çalışması 21/09/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları A. B. D

Üye : Prof. Dr. Metin GÜNER

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları A. B. D

Üye : Doç. Dr. Yücel TEKİN

Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özer KOLSARICI

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞEKER PANCARI TOHURLUĞUNDA ELEKTROSTATİK AYIRMA OLANAKLARI

ZÜLFİ SARIPINAR

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ

Bu tez çalışmasında, elektrostatik ayırma yönteminin, şeker pancarı tohumluğunda uygulanabilirliğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla elde edilen iki farklı nemdeki (% 10,3-14,8) tohumluk materyali, iki farklı gerilimde (DC 21-33 kV) geliştirilen elektrostatik ayırıcı düzenden geçirilerek sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur. Üç bölmeli sınıflandırıcıda elde edilen tohumların çap dağılımı, ağırlık ve yüzde olarak belirlenmiş ve yüzde değerleri istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Diğer yandan aynı koşullarda alınan sınıflandırılmış tohumluk örneklerine çimlenme deneyi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar gerilim seviyesi ve nem farklılıklarının değişik çap sınıflarında ayırma parametresi olarak etkili olabildiğini göstermiştir. Buna göre şeker pancarı tohumluğunda elektrostatik ayırmanın, özellikle 21 kV gerilim düzeyinde ve % 10,3 nem düzeyinde boş tohumların ayrılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir. Bu durum elektrostatik ayırmanın diğer bazı tohumluk çeşitlerinde olduğu gibi şeker pancarı tohumluğunda da son işlem olarak kullanılabilceğini ve bu amaçla makine geliştirme olanaklarının bulunduğunu ortaya koymuştur.

Eylül 2011, 71 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Elektrostatik ayırma, şeker pancarı tohumu, tohum sınıflandırma.

ABSTRACT

Master Thesis

THE POSSIBILITIES OF USING ELECTROSTATIC SEPERATION FOR SUGAR BEET SEEDS

ZÜLFİ SARIPINAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ

In this study, it is aimed to demonstrate the applicability of sugar beet seed with using electrostatic separation method. For this purpose, two different DC voltage of 21 and 33 kV developed through electrostatic mechanisms were applied to seeds with two different humidities of 10.3 and 14.8 % and then seeds were classified by the seperator. Distribution of diameter of the seeds obtained from three-chamber separator was determined as a percentage and weight and percentage values were subjected to statistical analysis. On the other hand, seed germination experiment was applied to the classified seeds under the same conditions. The results showed that voltage level and humidity differences can be effective in different diameter classes as a separation parameter. Accordingly, electrostatic separation for the sugar beet seed was determined to be effective in the separation of empty seeds, especially at the level of 21 kV voltage and 10.3% moisture. Electrostatic separation could also be used the last process of sugar beet seeds as well as some other varieties of seeds and concluded that there would be machine development opportunities for this purpose in near future.

September 2011, 71 pages

Key Words: Electrostatic seperation, sugar beet seed, seed sorting

TEŞEKKÜR

Tez çalışması sürecini bilgi, görüş ve anlayışla titizlikle yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları A. B. D), Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdür Yardımcısı Sayın Dr. Selim YÜCEL'in şahsında tez çalışmamı bünyesinde gerçekleştirebildiğim kurumuma, göstermiş oldukları anlayıştan ötürü T.Ş.F.A.Ş Tohum İşleme Fabrikası Müdürü Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Hilmi BAŞAR'a, tez çalışmam konusunda teşviğini her zaman hissettiren Fabrika Müdür Yardımcımız Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Mürsel ÖZDEMİR'e, çalışmalarım süresince her aşamada destek veren, emeğini esirgemeyen Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Hacı KAYA'ya, özellikle laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Ziraat Mühendisi Haydar ALKAN'a, gerek tasarım gerekse denemeler sırasında vermiş oldukları emek ve yapmış oldukları çalışmalar için Tohum İşleme Fabrikası ; mekanik atölye, laboratuvar, elektrik atölyesi ve işletme birimi çalışanlarına, bilgilerini paylaşmaktan imtina etmeyerek yardımcı olan Sesvanderhave Tohum Firması Türkiye Müdürü Sayın Dr. Muzaffer ADIYAMAN'a, tez çalışmama göstermiş oldukları yakın ilgi ve dostluklarından ötürü Sayın Doç.Dr. Uğur TAMER, Sayın Dr. Sibel TAMER ve sevgili oğulları Kerem'e, her zaman desteğini gördüğüm ağabeyim Sayın Müslüm SARIPINAR'a, tez çalışmamı başından sonuna özveriyle destekleyen sevgili eşim Esin GÖKÇE SARIPINAR'a, varlığıyla hayatımıza sevinç getiren sevgili oğlum Can'a teşekkürlerimi sunar; anneme ve babama minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Ayrıca yüksek lisans yapmam konusunda beni cesaretlendiren ve teşvik eden; ancak elim bir hastalık sonucu aramızdan ayrılan eski Fabrika Müdürüm Sayın Ahmet ÖZKÖSEM'i rahmetle anmayı da bir borç bilirim.

Zülfı SARIPINAR

ANKARA, Eylül 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Şeker Pancarı Tarımı	1
1.2 Tohum İşlemenin Genel İlkeleri.....	3
1.3 Şeker Pancarı Tohumunun Özellikleri ve Üretimi.....	8
1.4 Şeker Pancarı Tohumluğunda Uygulanan İşleme Yöntemleri ve Kullanılan Makineler.....	16
1.4.1 Elekler.....	18
1.4.2 Cilalama makineleri.....	21
1.4.3 Rüzgarlı sellektör ve kalibratör.....	23
1.4.4 Gravite eleği.....	25
1.4.5 Eğimli bant yüzeyler	27
1.5 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı.....	29
2. KURAMSAL TEMELLER	31
2.1 Elektrostatik Yüklemenin Fiziksel Esasları.....	31
2.2 Elektrostatik Yöntemle Tohum Ayırma ve Sınıflandırmanın İlkeleri.....	34
2.3 Elektrostatik Yüklemenin Tarımdaki Kullanımına Dönük Çalışmalar...36	
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
3.1 Materyal	41
3.1.1 Elektrostatik ayırma düzeneği	41
3.1.2 Deneylerde kullanılan şeker pancarı tohumluğu	42
3.1.3 Deneylerde kullanılan ölçü aletleri	43
3.2 Yöntem	46
3.2.1 Tohum örneklerinin alınmasında uygulanan yöntem.....	46
3.2.2 Elektrostatik ayırıcı düzeneğin çalışma yöntemi	46
3.2.3 Çimlenme deneyinin yapılmasında uygulanan yöntem.....	48
3.2.4 Kalibrasyon verilerinin analizinde uygulanan yöntem.....	49
3.2.5 Çimlenme verilerinin analizinde uygulanan yöntem.....	49
4. BULGULAR.....	50
4.1 Kalibrasyon Değerlendirmesine İlişkin Bulgular.....	50
4.1.1 Gerilim-1 seviyesi için istatistiksel analiz bulguları.....	53
4.1.1.1 Gerilim-1 seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda nem seviyelerine göre belirlenen farklılıklar (Rakamsal farklılık).....	54
4.1.1.2 Gerilim-1seviyesi için çap sınıfı x nem interaksiyonunda kısım ortalamalarına göre belirlenen farklılıklar (Küçük harf farklılığı).....	56
4.1.2 Gerilim-2 seviyesi için istatistiksel analiz bulguları.....	57
4.1.2.1 Gerilim-2 seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda nem seviyelerine göre belirlenen farklılıklar (Rakamsal farklılık)....	58
4.1.2.2 Gerilim-2 seviyesi için çapsınıfı x nem interaksiyonunda kısım ortalamalarına göre belirlenen farklılıklar (Küçük harf farklılığı).....	59
4.2 Çimlenme Deneyi Bulguları	60

4.2.1 Çimlenme deneyinde Gerilim-1 seviyesi için yapılan istatistiksel analiz bulguları.....	61
4.2.2 Çimlenme deneyinde Gerilim-2 seviyesi için yapılan istatistiksel analiz bulguları.....	63
5. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Tarlada tohum bağlamaya başlamış şeker pancarı bitkileri.....	2
Şekil 1.2	Tohum temizleme ve sınıflandırmanın aşamaları ve bu amaçla kullanılan makineler	4
Şekil 1.3	Tohum işleme sırasında ayrılan materyal alt grupları	8
Şekil.1.4	Şeker pancarı tohumu	9
Şekil 1.5	Monogerm ve poligerm şeker pancarı tohumunun çimlenmiş ve dal üzerinde çiçeklerinin görünümü.....	10
Şekil 1.6	Çift ve üç ruşeymli şeker pancarı tohumu kesitleri.....	10
Şekil 1.7	Tek ruşeymli (monogerm) şeker pancarı tohumu kesitleri.....	11
Şekil.1.8	Monogerm şekerpancarı tohumunun kesiti	11
Şekil 1.9	(a) Şeker pancarı tohumunun hasat zamanında glomerin görünümü, (b) Ham tohumun işleme öncesi görünümü , (c) ve (d) Şeker pancarı tohumunda embriyo perisperm ve diğer kısımların görünümü.....	12
Şekil 1.10	Ham tohum çeşitlerinde kalibrasyon grafiği.....	13
Şekil 1.11	Şeker pancarında tarla çıkışının iç ve dış faktörlere bağımlılığı	14
Şekil 1.12.	Tohum yetiştirilmesinde kullanılan (solda) ana ve (sağda) baba hattını oluşturan fideler.....	15
Şekil 1.13	Eleğin sınıflandırılması	18
Şekil 1.14	Şeker pancarı tohumluğunun ayrılmasında kullanılan yuvarlak delikli elek.....	19
Şekil 1.15	Şeker pancarı tohumunun ayrılmasında kullanılan oblong delikli Elek.....	20
Şekil 1.16	Şeker pancarı tohumluğunun ayrılmasında kullanılan elek takımı	20
Şekil 1.17	Şeker pancarı tohumluğunun hazırlanması sürecinde kullanılan eleme düzeni.....	21
Şekil 1.18	Cilalama makinesi.....	22
Şekil 1.19	Cilalama makinesinin görünümü	22
Şekil 1.20	Cilalama öncesi (a) ve cilalama sonrası (b) şeker pancarı tohumluğunun görünümü.....	23
Şekil 1.21	Rüzgarlı sellektör	24
Şekil 1.22	Şeker pancarı tohum işlemede hafif (boş) ve ağır tohumlar ile toz ayırımında kullanılan rüzgarlı kalibratör	24
Şekil 1.23	Gravite eleğinin dış görünümü.....	26
Şekil 1.24	Gravite eleğinde yapılan ayırma işlemi	27
Şekil 1.25	Gravite eleğinde tohumluğun ayrılması.....	27
Şekil 1.26	Eğimli kumaş bantlı ayırıcının iki farklı kullanımının şematik görünüşü	28
Şekil 1.27	Eğimli bant yüzeyin iki farklı kullanım şekli	28
Şekil 2.1	Zıt yönde etkileşen kuvvetler	31
Şekil 2.2	Farklı büyüklük ve işarette iki noktasal elektrik yükünün etrafında yarattığı elektrik alanına ait kuvvet çizgileri	32
Şekil 2.3	Korona Yükleme yöntemi ile tarımsal savaşımla uygulama	33
Şekil 2.4	Laboratuvar tipi elektrostatik ayırıcının şematik görünümü	34
Şekil 2.5	Bantlı tip elektrostatik tohum ayırıcının şematik	35
Şekil 2.6	Elektriksel alan büyüklüğünün çimlenmeye etkisi	37

Şekil 2.7 Havuç tohumluğunda çeşitli faktörlerin çimlenmeye etkisi	38
Şekil 2.8 Çim ve çeltik tohumunu ayırmak için makinenin çalışma ilkesi	39
Şekil 3.1 Tasarlanmış olan elektrostatik ayırıcının şematik görünümü	41
Şekil 3.2 Geliştirilen elektrostatik ayırma düzeneğinin görünümü.....	42
Şekil 3.3 Deneylerde kullanılan şeker pancarı tohumu.....	43
Şekil 3.4 Deneylerde kullanılan dijital multimetre	44
Şekil 3.5 Gerilim ölçüm probu	44
Şekil 3.6 Kalibrasyon elekleri.....	45
Şekil 3.7 Hassas terazi.....	45
Şekil 4.1 Ayırıcı tablada gerilim1 seviyesinde tohumların üç kısma ayrılmış durumu	54
Şekil 4.2 Ayırıcı tablada Gerilim-2 seviyesinde tohumların sınıflandırma tablasındaki görüntüsü	58
Şekil 4.3 Çimlenme odasının görünümü.....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Üç farklı tohum çeşidinde bin dane ağırlığı (BDA), çimlenme hızı ve gücü değerlerinin değişimi.....	13
Çizelge 2.1 Elektrostatik alan yoğunluğunun fasulye tohumu üzerindeki çeşitli patojenlere olan etkisi ..	36
Çizelge 3.1 Deneylerde kullanılan şeker pancarı tohumluğunun çap dağılımı	42
Çizelge 3.2 Deneylerde kullanılan gerilim seviyeleri.....	47
Çizelge 3.3 Çap sınıflandırmasında kullanılan eleklerinin delik ölçüleri	48
Çizelge 4.1 Nem-1 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları.....	50
Çizelge 4.2 Nem-2 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları.....	52
Çizelge 4.3 Gerilim-1 seviyesinde yüzde ağırlık değerlerine ait nem x kısım x çap sınıfı interaksiyonuna ilişkin istatistiksel analiz sonuçları	54
Çizelge 4.4 Gerilim 2’de ağırlığın yüzde değerlerinin nem x kısım x çap sınıfı interaksiyonu değerleri.....	57
Çizelge 4.5 Çimlenme gücü değerleri (%).....	60
Çizelge 4.6 Gerilim-1 seviyesinde nem x kısım interaksiyonunda çimlenme yüzdesine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.7 Gerilim-1 seviyesinde nem x kısım interaksiyonunda çimlenmeyen (boş) tohum miktarı değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.8 Gerilim-2 seviyesinde nem x kısım interaksiyonuna ait çimlenme yüzdesi değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.9 Gerilim-2 seviyesinde nem x kısım interaksiyonunda çimlenmeyen (boş) tohum miktarı değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları.....	63

1. GİRİŞ

Bir endüstri bitkisi olan şeker pancarı, Türkiye'nin toplam 160 milyon 924 bin dekarlık bitkisel üretim alanının, % 2'lik kısmında ekilmektedir. Diğer yandan elde edilen ürün, toplam üretimin pazarlama değerinin % 8'ini oluşturmaktadır (Anonim 2009). Bu sayısal değerler, tarımsal gelir ve üretim olanakları göz önüne alındığında; şeker pancarı tarımının ekonomik öneminin oldukça büyük olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir kamu kuruluşu olan Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. (TÜRKŞEKER) tarafından, Türkiye genelinde 56 ilde yaklaşık 3700 köyde şeker pancarı tarımı yapılmakta olup; tarım kesiminde 150 bin çiftçiye ailesiyle birlikte istihdam olanağı sağlanmaktadır. 2008- 2009 kampanya döneminde ülkemizde sakkaroz kökenli şeker üreten toplam fabrika sayısı devlete bağlı 25, özel sektör bünyesinde 8 olmak üzere toplam 33 adettir. Bu fabrikalarda 2008 yılında toplam olarak 2 175 000 ton şeker üretilmiş olup, bu üretimin 1 160 700 tonluk kısmı (% 53) TÜRKŞEKER tarafından gerçekleştirilmiştir (Anonim 2008).

Dünya genelinde 2008- 2009 verilerine göre, toplam üretimin % 81'i güney yarımkürenin tropikal ve yarı tropikal bölgelerinde üretilen şeker kamışından, % 19'luk kısım ise daha çok kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde üretilen şeker pancarından elde edilmektedir (Anonim 2009). Genel olarak şeker kamışından üretilen şekerin maliyeti, şeker pancarından üretilenden daha düşük olmaktadır. Günümüzde şeker; şeker kamışı, şeker pancarı, hurma, akçaağaç ve şeker darısından elde edilebilmektedir. Şeker kamışında %11-16, şeker pancarında ise %14-24 oranında şeker bulunabilmektedir (Anonim 1976).

1.1 Şeker Pancarı Tarımı

Bütün pancar türleri merkezi çiçekgiller (centrospermales) takımının beta cinsi içerisinde toplanmaktadır. Bu cins içinde en çok tarımı yapılan tür ise Beta vulgaris L.'dir (Er ve Uranbey 2004). Şeker pancarı iki yıllık bir kültür bitkisidir. İlk yıl toprak altında kök gövdesini oluşturarak şeker üretimine imkân vermekte, ikinci yıl ise toprak

üstü organlarını geliştirerek tohum teşekkülünü sağlamaktadır (Elçi vd. 1994). Şekil 1.1’de tohum bağlamaya başlamış şeker pancarı bitkileri görülmektedir.



Şekil 1.1 Tarlada tohum bağlamaya başlamış şeker pancarı bitkileri

Şeker pancarı bitkisi, iklim istekleri sınırlı olmayan, 30° güney ve 60° kuzey enlemleri arasında üretilen bir kültür bitkisidir. Değişik iklim koşullarında ve bölgelerinde, hatta yüksek rakıma sahip yaylalarda bile rahatlıkla yetiştirilebilmektedir (İlisulu 1986). Şeker pancarı bitkisinin vejetasyon dönemi içinde ihtiyaç duyduğu ortalama sulama suyu miktarı, yaklaşık olarak 500–600 mm civarında olabilmektedir (Elçi vd. 1994).

Şeker pancarında yüksek verim, uygun çeşit, kaliteli tohumluk, düzgün bitki dağılımı, uygun çevresel faktörler ve özellikle azot, fosfor ve potasyum olmak üzere iyi ve dengeli bir gübrelemeye bağlı olmaktadır. Uygun düzeyde azot verilmesiyle, sakkaroz veriminde artış gözlenmekte ve toplam üretim miktarındaki yükselişe paralel bir gelir sağlanabilmektedir (Eckhoff 2001).

Şeker pancarı, genetik kapasitesini verim ve kaliteye tam olarak dönüştürebilmek için, uzun bir vejetasyon süresine gereksinim duymaktadır. Bitkinin toprak üstü organlarının gelişimi ilkbaharda 7°C sıcaklıkta başlamakta ve sonbaharda 5°C sıcaklıkta sona ermektedir. Bu sıcaklık sınırları arasında kalan dönemin uzunluğu 170 gün veya daha fazla olmalıdır (Özgür 1986). Bazı bitkilerle münavebeye de girebilen şeker pancarı bitkisi, ülkemizde çoğunlukla dörtlü münavebe sistemiyle yetiştirilmektedir.

1.2 Tohum İşlemenin Genel İlkeleri

Üretilecek ürünün nicelik ve nitelik yönünden iyileştirilmesi, iyi tohumluk kullanımına yakından bağlıdır. Bu nedenle, elde edilen ürün içinden tohumluk niteliklerine sahip olanların ayrılması gerekmektedir. Bunun anlamı; üretilmek istenen ürüne ait biyolojik değeri yüksek, sağlam ve dolgun tanelerin iyi gelişmemiş cılız ve hastalıklı tanelerle, hasat sırasında çeşitli yollarla ürüne karışmış toz, toprak, taş, sap, saman, kavuz ve yabancı bitki tohumlarından arındırılmasıdır (Evcim vd. 2005). Tohumluğun verim ve üretim artışıdaki payı, normal şartlar altında % 25-30 arasında değişebilmekte, gerekli tüm teknik şartlar yerine getirildiğinde bu oran % 40'lara kadar çıkabilmektedir (Kün vd.1995).

Geniş anlamda tohum hazırlama, pazarlama için hasat edilen tohumların hazırlanmasındaki tüm aşamaları içermektedir. Bunlar işleme şekli, taneleme, ön hazırlama, temizleme, büyüklüklerine ayırma, iyileştirme, ilaçlama ve paketleme aşamalarıdır. Yaygın kullanımda ise tohum hazırlama; yalnızca ön hazırlama, temizleme ve büyüklüklerine ayırma ile iyileştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Şehirli 2002).

Küçük taneli ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması, farklı fiziko-mekanik özelliklerine göre gerçekleştirilebilmektedir. Bu özelliklerden başlıcaları:

1. Boyut özellikleri
2. Aerodinamik özellikler
3. Yüzey özellikleri

4. Şekil özellikleri
5. Esneklik özellikleri
6. Mekanik direnç
7. Özgül ağırlık
8. Elektriksel özellikler

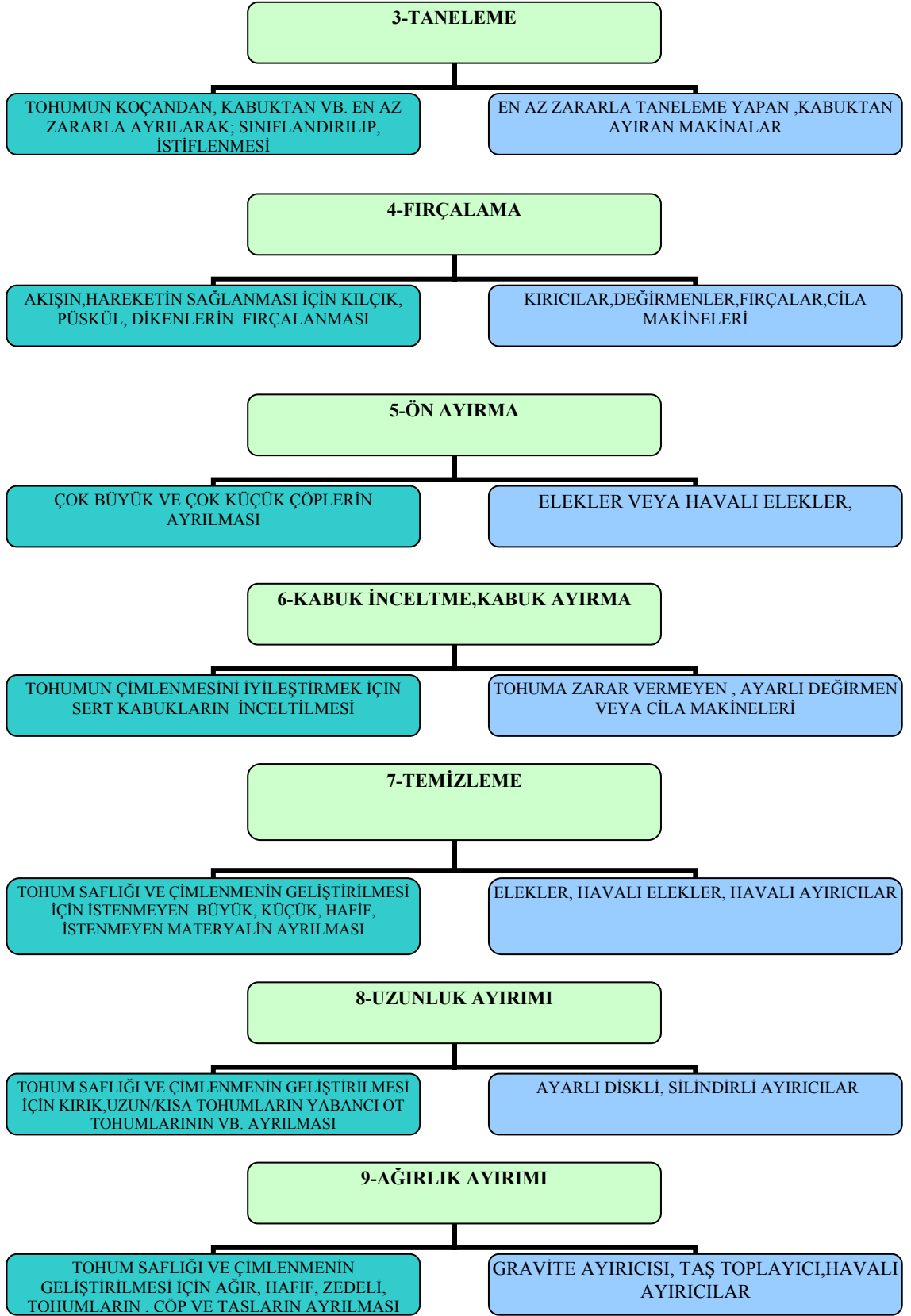
şeklinde sıralanabilmektedir (Ayık 1985).

Temizleme veya sınıflandırma işlemi, ele alınan karışım (hasat edilmiş şekliyle: boş tohum, yabancı tohum, taş, çöp vb) içinde ayrılacak maddeler arasındaki en belirgin farklılık, yukarıda sıralananlardan hangisiyse, o özelliğe göre ayırım yapan bir düzenek yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Örneğin; ağırdan hafifin ayrılması, yuvarlak tohumdan uzun çöplerin ayrılması gibi. Genelde tanelerin geometrik ve aerodinamik özellikleri öncelikle ele alınan fiziksel karakteristiklerdendir. Bu nedenle bunlar temel ayırım özellikleri şeklinde tanımlanabilmektedir. Diğer özellikler ise, temel özellikler ayırım için yeterli olmadığında başvurulan, yardımcı ayırım özellikleri olarak adlandırılmaktadır (Evcim vd. 2005).

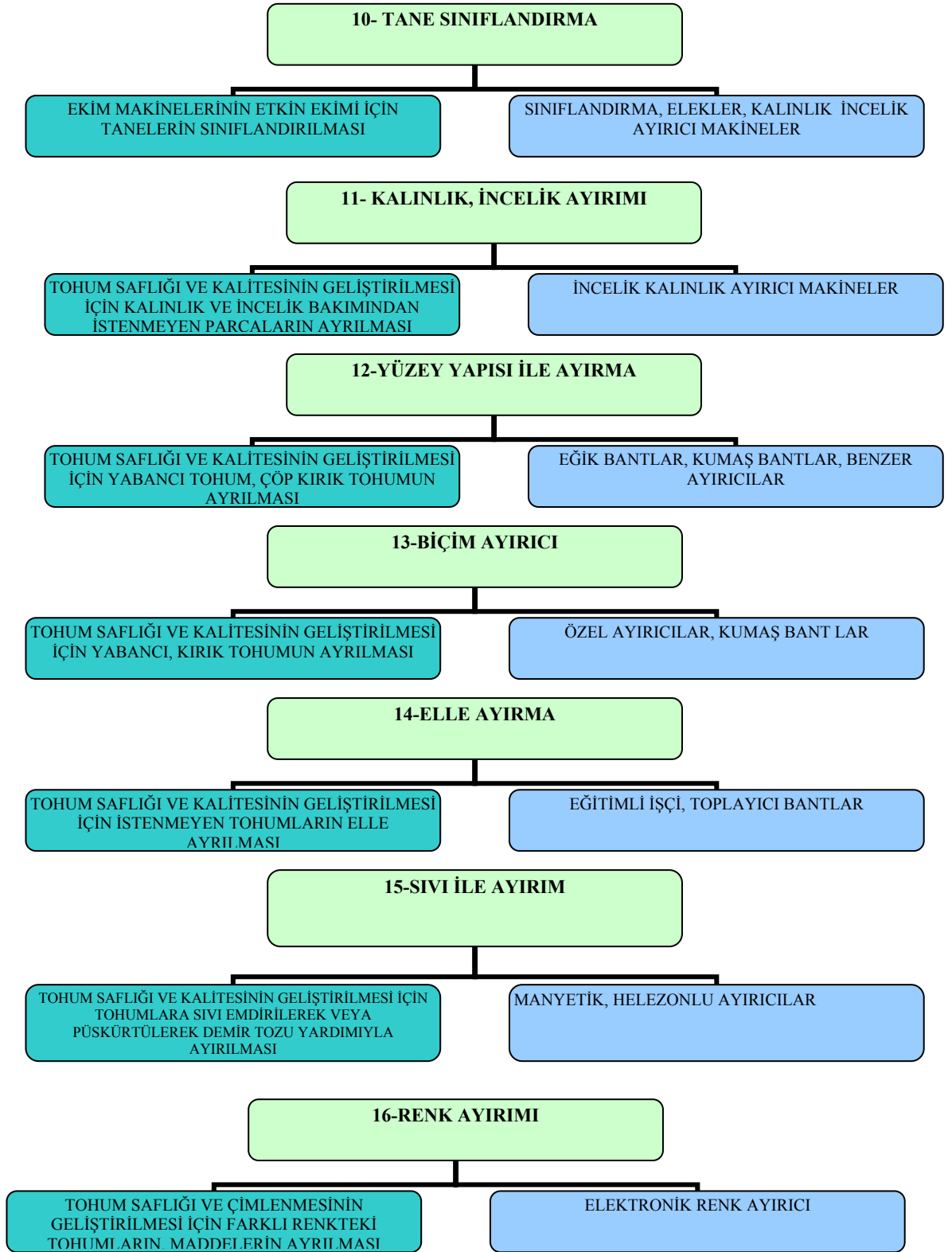
Tohum işlemede uygulanan işlemler ve kullanılan makineler, çeşit veya türe göre farklılık gösterebilmektedir. Tohum temizleme ve sınıflandırmanın genel aşamaları ve bu amaçla kullanılan makineler, şekil 1.2’de şematik olarak görülmektedir.



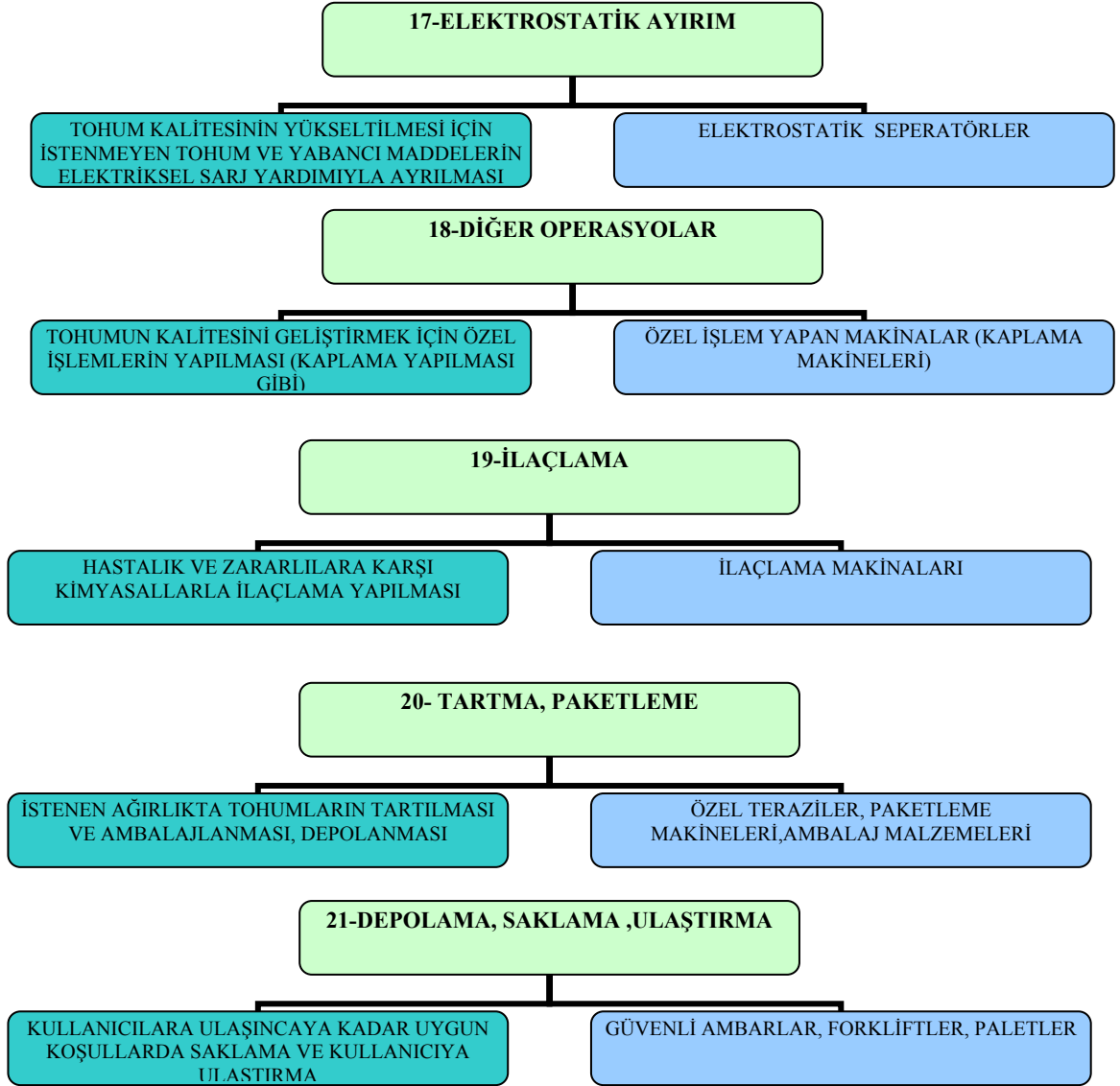
Şekil 1.2 Tohum temizleme ve sınıflandırmanın aşamaları ve bu amaçla kullanılan makineler (Gregg ve Billups 2010a)



Şekil 1.2 Tohum temizleme ve sınıflandırmanın aşamaları ve bu amaçla kullanılan makinalar (Gregg ve Billups 2010a)

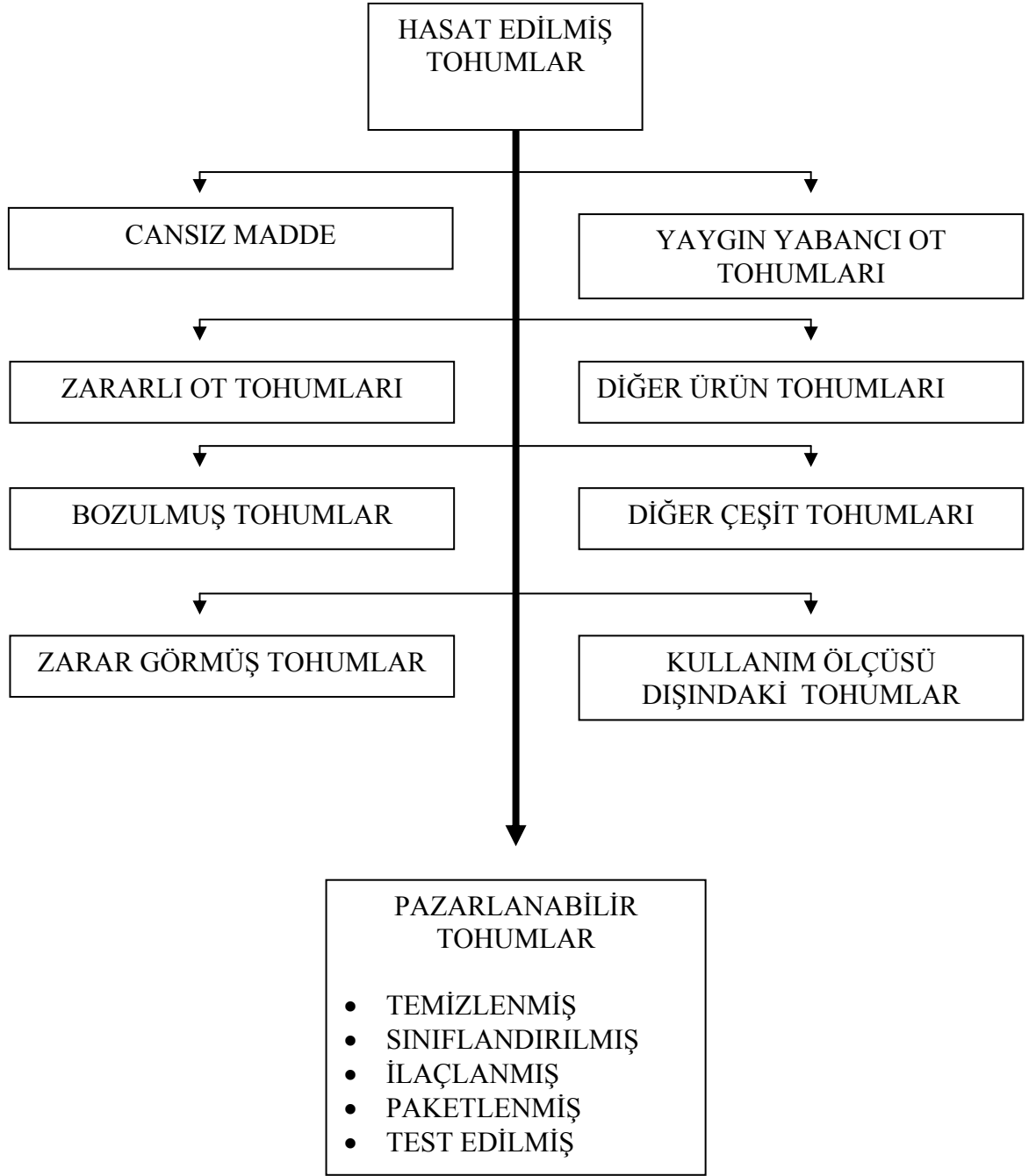


Şekil 1.2 Tohum temizleme ve sınıflandırmanın aşamaları ve bu amaçla kullanılan makinalar (Gregg ve Billups 2010a)



Şekil 1.2 Tohum temizleme ve sınıflandırmanın aşamaları ve bu amaçla kullanılan makineler (devam) (Gregg ve Billups 2010a)

Her tohum türünün işleme prosesleri birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle tohum türünün özelliğine göre yapılacak işlemler seçilmektedir. Yapılan tohum işleme işlemleri sonucunda, nitelik olarak ayrılan materyal, farklı amaçlar için kullanılabilir. Şekil 1.3'te temizleme ve sınıflandırma işlemleri sonucunda ayrılan alt grupların nitelikleri şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Tohum işleme sırasında ayrılan materyal alt grupları (Vaughan vd. 1968)

1.3 Şeker Pancarı Tohumunun Özellikleri ve Üretimi

Şeker pancarı bitkisi, ikinci gelişme yılında ekolojik şartlara ve bölgelere göre değişmekle beraber, Haziran-Temmuz aylarında yumrunun baş kısmında bazen bir,

bazen de bir kaç adet sürgün çıkartarak sapı meydana getirmektedir. Pancar bitkisinin sapları 1-2 m arasında boylanmaktadır. Pancar sapları gevşek dokulu, hafif köşeli ve içi kısmen boştur. Sapın kalınlığı 1-2 cm kadardır. Sap üzerinde dallar oluşmaktadır. Dallanma çoğu kez oldukça yoğun olmaktadır. Şeker pancarı çiçekleri döllendikten sonra, tohum teşekkül etmekte ve bu tohum topaklarına glumerol denilmektedir. Çok ruşeyimli (embriyolu) pancarlardan poligerm, tek ruşeyimli pancarlardan ise monogerm tohum elde edilmektedir. (Er ve Uranbey 2004). Şeker pancarı bitkisinin tohumları sert kabukludur ve renkleri genellikle kahverengi olmaktadır. Şekil 1.4’de ham ve işlenmiş genetik monogerm tohumlar görülmektedir. Çeşitten çeşide değişmekle beraber, poligerm bir tohum yumağında ortalama 2-3 tohum bulunmaktadır (şekil 1.5).



(a)



(b)

Şekil 1.4 Şeker pancarı tohumu

(a. İşlenmiş tohum, b. Ham tohum (İşlenmemiş))

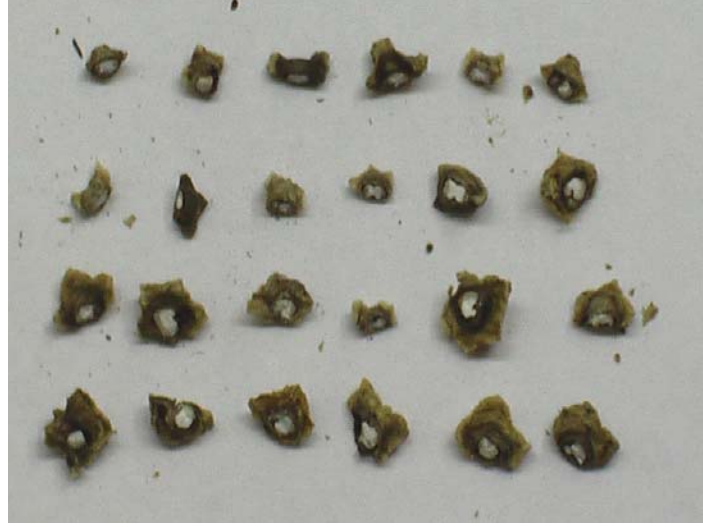


Şekil 1.5 Monogerm ve poligerm şeker pancarı tohumunun çimlenmiş ve dal üzerinde çiçeklerinin görünümü (Anonymous 2007)

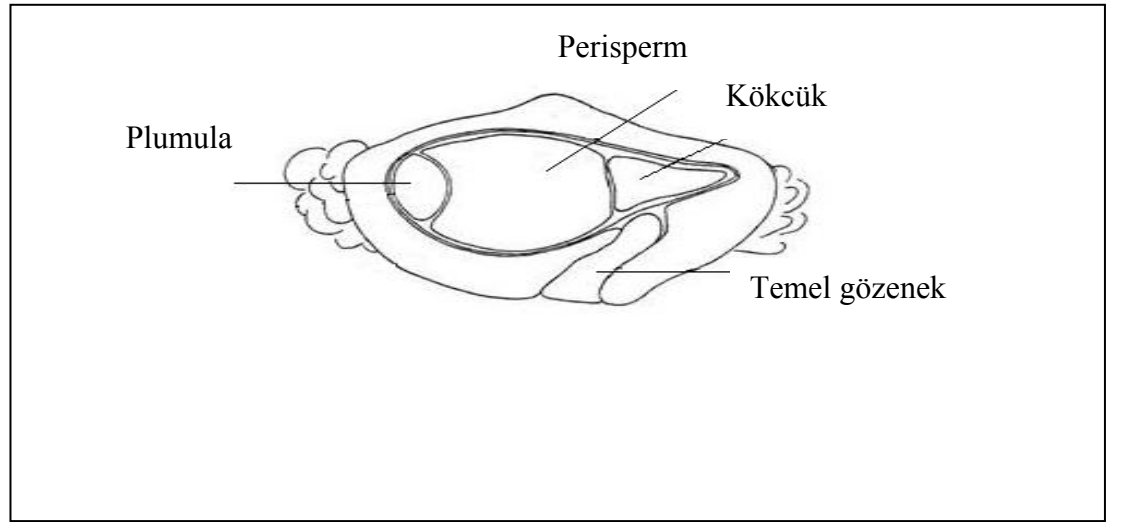
Şeker pancarı tohumları dal üzerinde birbirine yapışık çiçeklerden yetişmekte olup, büyüme ve olgunlaşma esnasında, sonradan dış kabuğu oluşturan çiçek tablalarının birbirlerine dönük yüzeyleri kaynaşmaktadırlar (Erbaş 1981). Şekil 1.6'da çift ve üç ruşeymli, şekil 1.7'de tek ruşeymli tohum glumerlerinin kesitleri görülmektedir. Şekil 1.8'de ise tek ruşeymli tohum kesiti şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.6 Çift ve üç ruşeymli şeker pancarı tohumu kesitleri



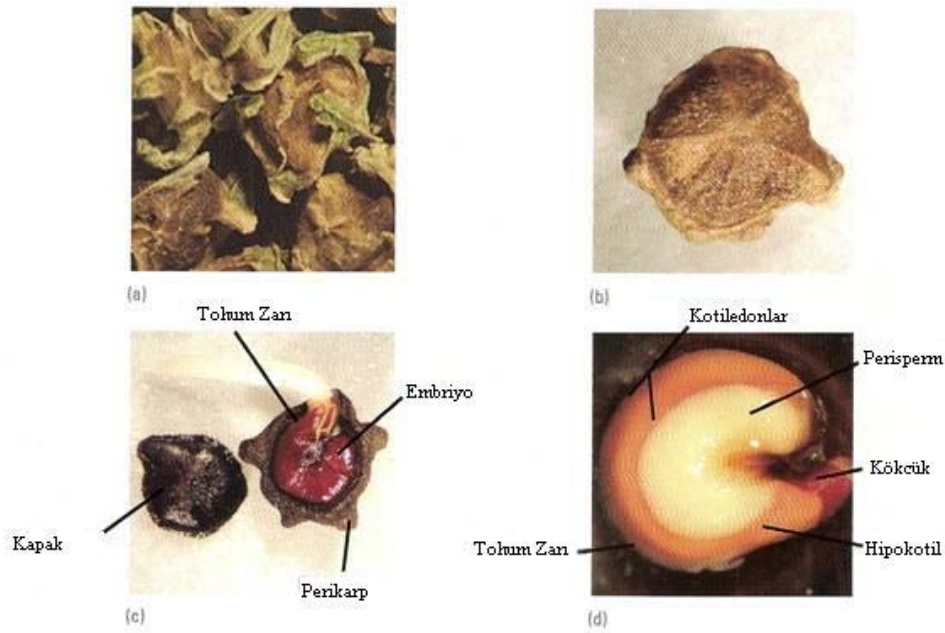
Şekil 1.7 Tek ruşeymli (monogerm) şeker pancarı tohumu kesitleri



Şekil 1.8 Monogerm şekerpancarı tohumunun kesiti (Perry ve Harrison 1974)

Şeker pancarında çiçeklerin açılma ve olgunlaşma sırası, ana dallardan yan dallara ve alttan üste doğru olmaktadır. Çiçekler günün erken saatlerinde açmakta ve polen tozları bu saatlerde dişi organ üzerine ulaşmaktadır. Kuru ve sıcak havalarda, çiçek açma üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Yağmurlu ve rutubetli havalarda ise çiçekler kapalı kalmaktadır. Şeker pancarı büyük oranda yabancı döllemekte, yani bir çiçekteki polen tozları aynı çiçeğin dişi organını dölleyememektedir. Bu nedenle başka bitkilerden rüzgâr ve böcekler yardımı ile polen tozu taşınması gerekmektedir. Döllemeden 20-25

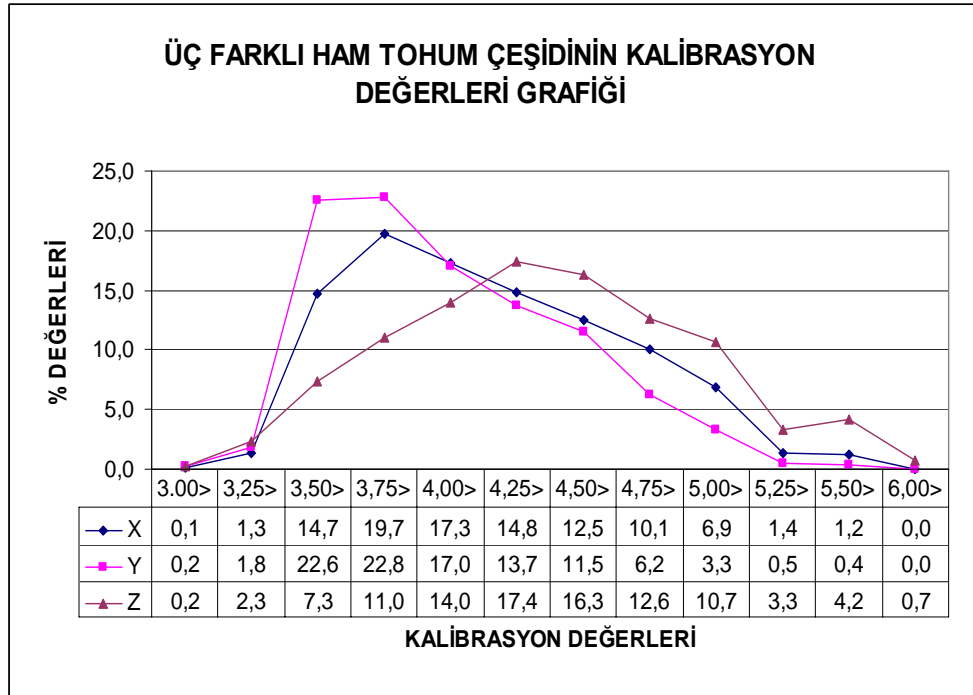
gün sonra tohum olgunlaşmaktadır. Çiçekte erkek organlar, dişi organlardan daha önce olgunlaşmaktadır. Dişi organlar, çiçek açmadan birkaç gün önce polen tozu kabul edebilecek durumda olmakta ve bu durum çiçek açtıktan sonra 10-12 gün daha devam edebilmektedir. Bir bitkide 10-20 bin adet arasında çiçek bulunabilmektedir Çiçek açma sıcaklığa bağlı olmaktadır ve yağmurlu zamanlarda (sıcaklığın 12 C°'den aşağı olması durumunda) önemli derecede azalmaktadır. Yağışlı dönemlerde bol ve büyük tohum dalları oluşmakta, buna karşılık tohum verimi azalmaktadır. Bu nedenle belirli bir alanda, yağışlı ve kurak geçen yılların tohum verimleri aynı miktarda olabilmektedir. Fakat rutubetli senelerin glomerelleri (tohum topakları) daha ufak yapıda oluşmaktadır (Anonim 1986). Şeker pancarı tohumunun yapısında bulunan kısımlar şekil 1.9'da görülmektedir.



Şekil 1.9 a. Şeker pancarı tohumunun hasat zamanında glomerin görünümü, b. Ham tohumun işleme öncesi görünümü, c., d. Şeker pancarı tohumunda embriyo, perisperm ve diğer kısımların görünümü (Anonymous 2010)

Şeker pancarı tohumlarının kalibrasyon (tohum çapı dağılım) değerleri, bin dane ağırlıkları, çimlenme hızları ve yüzdeleri, çeşitlere göre değişim gösterebilmektedir. Şekil 1.10'da üç farklı ham (hasat edilmiş, işlenmemiş) tohum çeşidi için çeşitli elek delik çapı büyüklüklerinde elde edilen değişim görülmektedir. Çizelge 1.1'de ise aynı

çeşitlerin bin dane ağırlığı, çimlenme hızı ve çimlenme gücü değerleri verilmiştir. Bu değişimde çeşitlerin kendine has genetik özelliklerinin yanında, yetiştirildikleri yerin iklim ve tarla koşullarının, yetiştirme gün sürelerinin, hasat koşullarının, değişik tarlalarda üretilen tohumların harmanlanmasından (paçal yapılmasından) kaynaklanan faktörlerin etkili olduğu söylenebilmektedir.



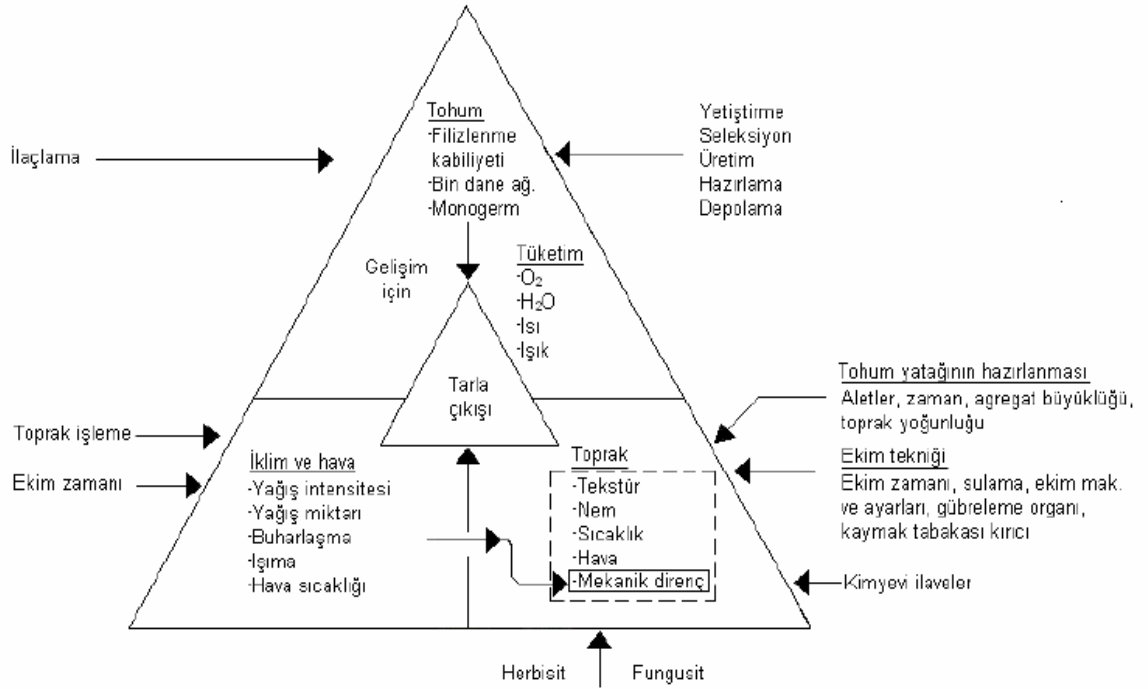
Şekil 1.10 Ham tohum çeşitlerinde çap dağılım (kalibrasyon) grafiği (100 g tohumun % dağılımı olarak)

Çizelge 1.1 Üç farklı tohum çeşidinde bin dane ağırlığı (BDA), çimlenme hızı ve gücü değerlerinin değişimi

ÇEŞİT	BDA (g)	4. Gündeki Çimlenme (%)	14. Gündeki Çimlenme (%)
X	13,9	18	95
Y	12,6	22	94
Z	14,9	57	96

Laboratuarda yapılan deneyler, tohumun optimum koşullarda hangi düzeyde çimlenme (intaş) gücüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Verim üzerinde doğrudan etkili olan

tarladaki filiz çıkışı ise laboratuarda belirlenen değerlerden genellikle daha düşük olmaktadır. Tarla çıkışını etkileyen faktörler şekil 1.11'de görülmektedir.



Şekil 1.11 Şeker pancarında tarla çıkışının iç ve dış faktörlere bağımlılığı (Haciseferoğulları 2005)

Şeker pancarında tohumluk üretimi iki yolla yapılmaktadır. Bunlar doğrudan ve dolaylı üretim yöntemleri olmaktadır. Doğrudan tohum üretim yönteminde, yaz sonunda anaç tohumlar doğrudan tohum üretim tarlasına ekilmektedir. Bu yöntemde tohum üretilecek yerin sıcaklığı, bitkileri yeterince soğuğa maruz bırakacak kadar düşük, bitkilere zarar vermeyecek kadar da yüksek olmalıdır.

Dolaylı yöntemle tohum üretiminde ise önce fideler yetiştirilmekte, daha sonra iklim şartlarına göre ya fideler ilkbaharda sökölünce, doğrudan tohum tarlasına dikilmekte veya siloda saklanarak ilkbaharda tohum tarlasına nakledilmektedir Şekil 1.12'de bu amaçla kullanılan ana ve baba hattına ait fideler görülmektedir. Bir diğer yöntem de fidelerin yaz sonunda ekilmesi ve kışı tarlada geçiren fidelerin ilkbaharda sökölerek doğrudan tohum tarlasına nakledilmesidir. Türkiye'de fideler genel olarak ilkbaharda ekilmekte, sonbaharda ise tohum üretim tarlasına şaşırtılmaktadır.



Şekil 1.12 Tohum yetiştirilmesinde kullanılan (solda) ana ve (sağda) baba hattını oluşturan fideler

Tohumları olgunlaşan bitkiler temmuz sonu veya ağustos ayında elle veya genellikle makineyle kesilerek kurutulmakta ve ardından sapdöverle harmanlamaktadır. Ayrıca hasat ve harman işlemleri biçerdöver kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir (Erdal 2002).

Ülkemizde şeker pancarı tohumluğu olarak yurtdışında geliştirilmiş çeşitler kullanılmaktadır. TÜRKŞEKER kendisine bağlı fabrikalara; ihale yöntemiyle ön temizliği yapılmış ham tohumu; muhtelif tohum firmalarından temin ederek göndermektedir. Bu tohumlar yurtiçinde anlaşmalı olarak üretilmiş olabileceği gibi, OECD sertifikasına sahip ithal tohumlar da olabilmektedir. Yapılan üretim sözleşmesi gereği, çiftçinin fabrikanın vereceği tohumla ekim yapması esas olarak kabul edilmektedir.

Tohumluk seçiminde verim, şeker oranı, biyolojik ve fizyolojik yapı, bölgenin iklim ve toprak koşullarına ve hastalıklara dayanıklılık gibi özellikler göz önünde

bulundurulmakta; ayrıca deneme istasyonlarında yapılan deneme sonuçlarına göre çeşit seçimi yapılmaktadır. İşlenmek amacıyla yapılan ham tohum (işlenmemiş tohum) alımlarında tohum büyüklüğü (çap dağılımı) ve tohum nemi ile ilgili bazı sınırlamalar mevcuttur. Şeker pancarı tohumluğunda ayrıca göz önüne alınması gereken bir nokta da, tohuma kalkma testi sonuçlarıdır. Son olarak teslim edilen tohum çeşidinin istenen tohum çeşidi olup olmadığının sağlamasının yapıldığı elektroforez test sonuçlarının da onayından sonra, gelen ham tohumlar işlenerek çiftçinin kullanımına sunulmaktadır. TÜRKŞEKER'e bağlı şeker fabrikalarına gönderilecek tohumlar için uygulanan bu esaslar, özel fabrikalarda bazı farklılıklar gösterebilmektedir. Özel teşebbüse ve pancar kooperatiflerine ait fabrikalarda, tohumluk seçimi tamamen çiftçinin inisiyatifine bırakılabildiği gibi; TÜRKŞEKER'in uygulamalarına benzer yöntemler uygulayan fabrikalar da bulunmaktadır.

Ülkemizde kullanılan şeker pancarı tohumluğu sertifikalı olmak zorundadır. Sertifikalı tohumlarda fiziki ve diğer şartlarla beraber akredite olmuş kurumların yaptığı (ülkemizde TTSM, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi) çimlenme denemesinde çimlenme gücünün en az % 80 değerini bulması gerekmektedir. Yıllık ekim miktarına göre değişmekle birlikte, devlete bağlı fabrikalarda kullanılan tohum miktarı 600-800 ton civarında olmaktadır. Bunun yanında özel teşebbüse ve pancar kooperatiflerine ait fabrikaların yıllık olarak kullandığı tohumun da bu miktara yakın olduğu, toplamda ülkemizde yıllık yaklaşık olarak 1200-1500 ton dolayında şeker pancarı tohumu kullanıldığı tahmin edilmektedir.

1.4 Şeker Pancarı Tohumluğunda Uygulanan İşleme Yöntemleri ve Kullanılan Makineler

Tohumluğun fizyolojik kalitesi, özellikle çiçeklenme ve olgunlaşma dönemlerinde yaşanan yetiştirme şartlarına bağlı olmaktadır. Genel olarak bakıldığında tek bir tohumun sahip olduğu fizyolojik kalite, işleme uygulamalarıyla daha iyi bir duruma getirilememektedir. Bu sebepten dolayı, tohum işlemenin başlıca amacı, belirli bir tohumluk partisi içerisinde yer alan alt gruplardan (fraksiyonlardan) kalitece en yüksek olanlarını; en iyi ve etkili bir şekilde ayırmak veya seçmek şeklinde ifade edilebilmektedir. Tohumlukta yüksek kaliteyi sağlayabilmek için, işleme sürecinde

uygun yöntemler kullanılmalı ve süreç kesintisiz bir şekilde kontrol altında tutulmalıdır (Meyer ve Kockelmann 2006).

Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'ne ait Tohum İşleme Fabrikası'nda uygulanan tohum hazırlama sürecinde, genetik monogerm şeker pancarı tohumunun işlenmesinde, tarladan elde edilen işlenmemiş materyalden (ham tohum); çift ruşeyimli, boş, cılız ve ağır tohumlar ile taş, çöp vb yabancı maddelerin ayrılarak; ekim makinesine uygun, belirli kalibrasyon aralığında (3,25-4,50 mm çap aralığında) bulunan, canlılığı yüksek tohumların bir araya getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşılırken belirli bir işlem akışı uygulanmaktadır. Bu akış içinde farklı prensiplerle çalışan, farklı yapıda makineler yer almaktadır.

Şeker pancarı tohumunda işleme sürecinde uygulanan yöntemler şu şekilde sıralanabilmektedir:

1. Eleme
2. Perikarp inceltme (Cilalama)
3. Hava akımıyla ayırma
4. Gravite eleğiyle ayırmadır.

Tohumluk olarak işlemede, harmanlanmış materyalin nem içeriğinin % 12'nin altında olması istenmektedir. Bu husus özellikle depolanma koşulları bakımından önem arz etmektedir (Meyer ve Kockelmann 2006).

Her genetik monogerm şeker pancarı tohum çeşidinin ve bunların oluşturduğu partilerin özellikleri (tohum çapları, çift ruşeymlilik, boş tohum, nem vb) birbirinden farklı olabilmektedir. Bunun için tohumluk partilerinin işlenmesinde uygulama seviyeleri farklılık gösterebilmektedir.

Temizleme ve ayırma işlemleri sonunda işletme atığı olarak ayrılan maddeler cila tozu, taş, toz, çöp, boş ve ağır tohumlar ile çok ruşeyimli tohumlar şeklinde olmaktadır. Tohum çeşidine göre değişmekle beraber, işleme randımanı (ham tohumdan elde edilen işlenmiş tohum miktarı) % 50 – 75 arasında gerçekleşebilmektedir.

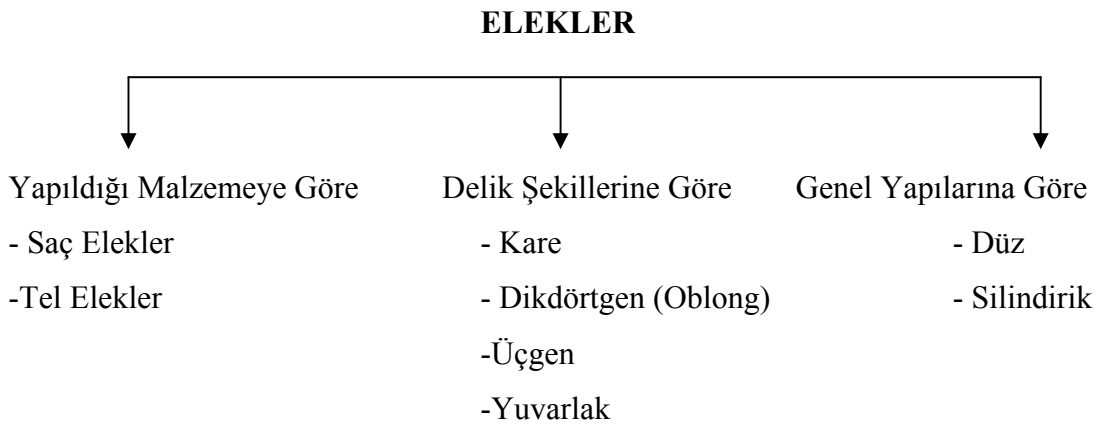
Tohum işleme süreci sonunda, tohumluklar hastalık ve haşerelere karşı ilaçlandıktan sonra; çıplak, yarı kaplanmış veya tam kaplanmış olarak, ağırlık ya da yüz bin dane esasına göre paketlenerek çiftçinin kullanımına hazır hale getirilmektedir.

Tohumluğun hazırlanması sürecinde, ham tohuma göre bin dane ağırlığında bir azalma görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak, cilalama işlemi sonucunda oluşan çap küçülmesi ve çift ruşeymlilerin ayrılması gösterilebilmektedir.

1.4.1 Elekler

Şeker pancarı tohumunun işleminde vazgeçilmez araçlardan birisini elekler olarak tanımlamak mümkündür. Tohumların bitkinin farklı yerlerinde oluşmasından dolayı, büyüklükleri de farklı olmakta ve bu durum sınıflandırma işlemini gerekli hale getirmektedir (Bornscheuer 1971).

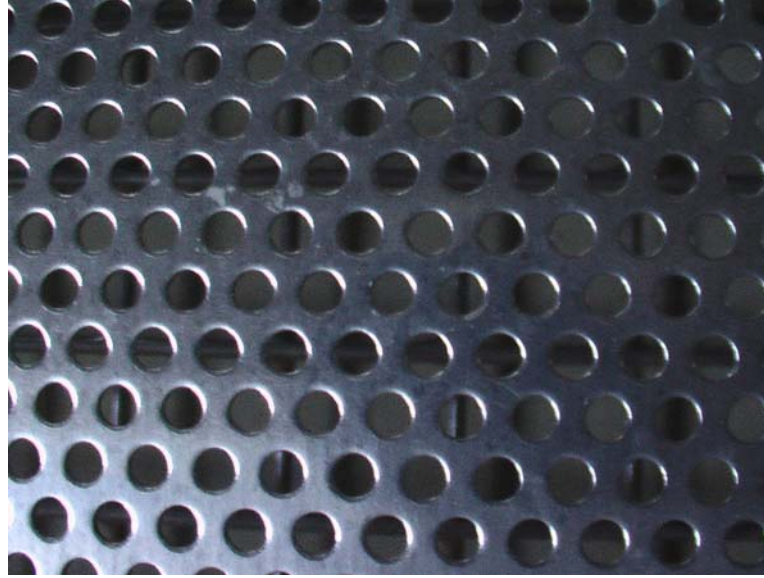
Herhangi bir eleğin yaptığı iş, tohumluk karışımını teşkil eden çeşitli unsurları boyutlarına göre iki kısma ayırmaktan ibarettir. Eleme işleminde eleğin üstünde kalan (elek üstü) tanelerin boyutu, alta geçenlerden daha büyük olmaktadır. Elek altına geçen tanelerin boyutları ise delik boyutlarından daha küçük olmaktadır. Elekler tohum işleme esnasında tohumları boyut özelliklerine göre ayırmaktadırlar (Kasap vd. 1998). Elekler çeşitli özelliklerine göre şekil 1.13'teki gibi sınıflandırılabilir.



Şekil 1.13 Eleklerin sınıflandırılması (Kasap vd.1998)

Şeker pancarı tohumu işlenirken saç malzemedен yapılmış eleklerden yararlanılmaktadır. Bu eleklerin delik şekli yuvarlak (şekil 1.14) ve oblong (şekil 1.15) olabilmektedir. Oblong delikli elekler özellikle çift ruşeyimli tohumları elemeye tercih edilmektedir. Şeker pancarı tohumluğunun hazırlanmasında kullanılan elekler yapısal olarak genellikle düz elek şeklindedir. Elekler, şeker pancarı tohumluğunda yabancı unsurların ayrılmasında ön temizlik aşamasında kullanıldığı gibi, özellikle tohumların büyüklüklerine göre ayrılarak, farklı hatlarda işlenmesini sağlamak amacıyla da kullanılabilir.

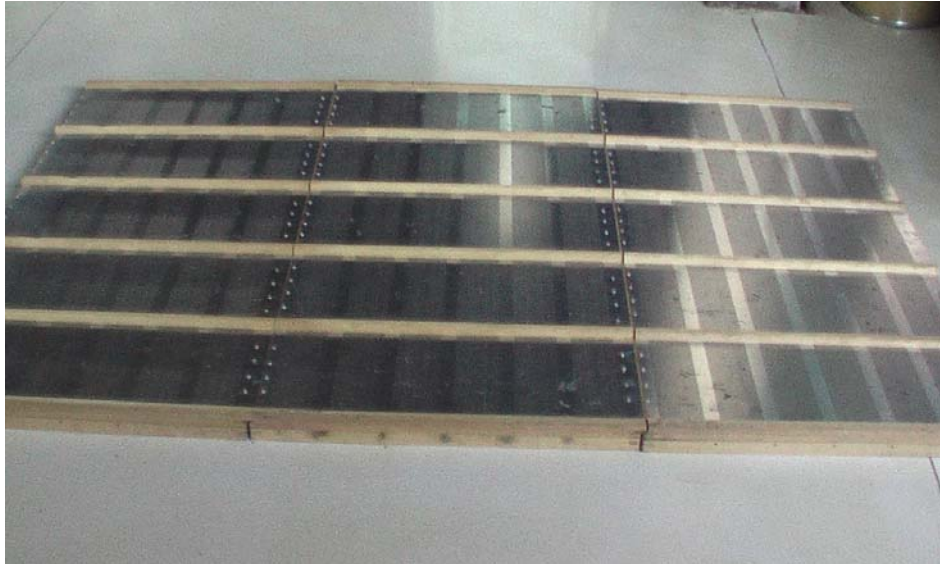
Tohum işleme sürecinde elek kullanımı, tek tek olabildiği gibi, takım halinde de olabilmektedir. Şekil 1.16'da şeker pancarı tohum işleminde kullanılan bir takım elek görülmektedir.



Şekil 1.14 Şeker pancarı tohumluğunun ayrılmasında kullanılan yuvarlak delikli elek



Şekil 1.15 Şeker pancarı tohumunun ayrılmasında kullanılan oblong delikli elek



Şekil 1.16 Şeker pancarı tohumluğunun ayrılmasında kullanılan elek takımı

Tohum temizleme ve sınıflandırmada kullanılan eleklerin etkinliği üzerinde tanelerin şekil ve boyutları ile eleğin diziliş sırası, eleğin eğimi, eleğin boyutları, deliklerin şekil ve ölçüleri, titreşim frekansı, materyal besleme hızı ve kapasite parametreleri etkili olabilmektedir. Genel olarak tohum işlemede başarı için bu faktörlerin etkilerinin iyi bilinmesi ve eleklerin en uygun ayarlarda çalıştırılması gerekmektedir. Eleklerin eğimleri, tanelerin içindeki yabancı maddelerin miktarına ve yapılacak temizlemenin cinsine göre 6° ila 12° arasında değişmektedir. Eleğin eğimi arttıkça elek üzerinde

taneler daha hızlı hareket etmektedirler. Eğim azaldığında ise taneler elek yüzeyi üzerinde daha uzun zaman kalmakta ve daha hassas bir temizleme yapma imkanı elde edilebilmektedir (Yönak 1962).

Şeker pancarı tohumunun işleminde, yukarıdaki özelliklerden “besleme hızının” belli değerlerin üstünde olmaması istenmektedir. Eleğin kapasitesine göre değişmekle birlikte, besleme miktarının limitin üzerinde olması, eleme etkinliğini azaltıcı bir etki oluşturmaktadır. Şekil 1.17’de şeker pancarı tohumluğunun hazırlanmasında kullanılan bir eleğin komple görünümü yer almaktadır.



Şekil 1.17 Şeker pancarı tohumluğunun hazırlanması sürecinde kullanılan eleme düzeni

1.4.2 Cilalama makineleri

Tohum temizleme ve sınıflandırma tekniğinde mekanik etkilerle perikarpın inceltmesine cilalama adı verilmektedir. Bu yolla tohumun suyu daha fazla ve hızlı bir şekilde alması sağlanabildiğinden, çimlenme daha kolay ve hızlı olabilmektedir. Bununla beraber, özellikle kökcüğün ve embriyonun zarar görmemesi ve perikarp

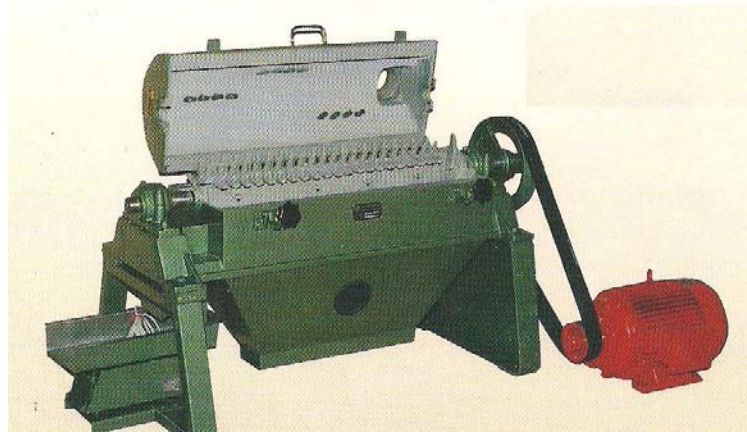
üzerinde çatlakların oluşmaması için, cilalama işleminin hassas bir şekilde yapılması gerekmektedir (Meyer ve Kockelmann 2006). Şekil 1.18’de şeker pancarı tohumluğunun hazırlanması sürecinde kullanılan bir cilalama makinası görülmektedir.



Şekil 1.18 Cilalama makinası

(1.Cilalanmış tohum çıkışı, 2. Toz emiş hortumu, 3.Ham tohum girişi, 4.Aşındırıcı yüzey, 5.Batör (Mil), 6.Cila tozu haznesi, 7.Cila tozunun çuvala alınış yeri)

Cilalama makinası içindeki batör, bir elektrik motoruyla tahrik edilerek döndürülmekte ve tohumu hareketlendirip üst aşındırıcı yüzeye çarptırarak çıkışa doğru ilerletmektedir. Aşındırıcı yüzeye çarpan tohum, makina çıkışından kabuğu inceltilmiş olarak dışarıya çıkmaktadır. Şekil 1.19 ise şeker pancarı tohum hazırlama sürecinde kullanılan farklı bir cilalama makinasının iç görünümü yer almaktadır. Diğer yandan şekil 1.20’de cilalama işlemi öncesi ve sonrasına ait tohum görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1.19 Cilalama makinasının görünümü (Anonymous 1990)



(a)

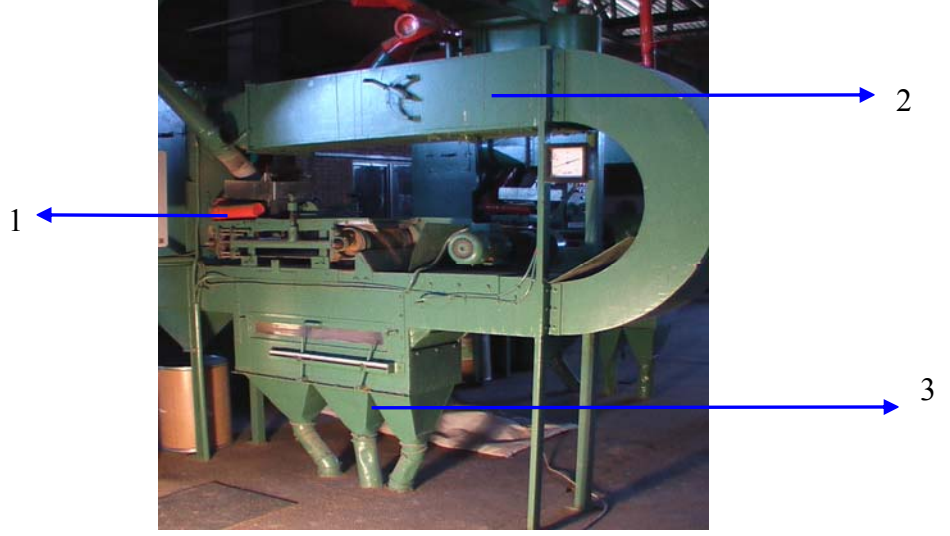


(b)

Şekil 1.20 a. Cilalama öncesi, b. cilalama sonrası şeker pancarı tohumluğunun görünümü

1.4.3 Rüzgârlı selektör ve kalibratör

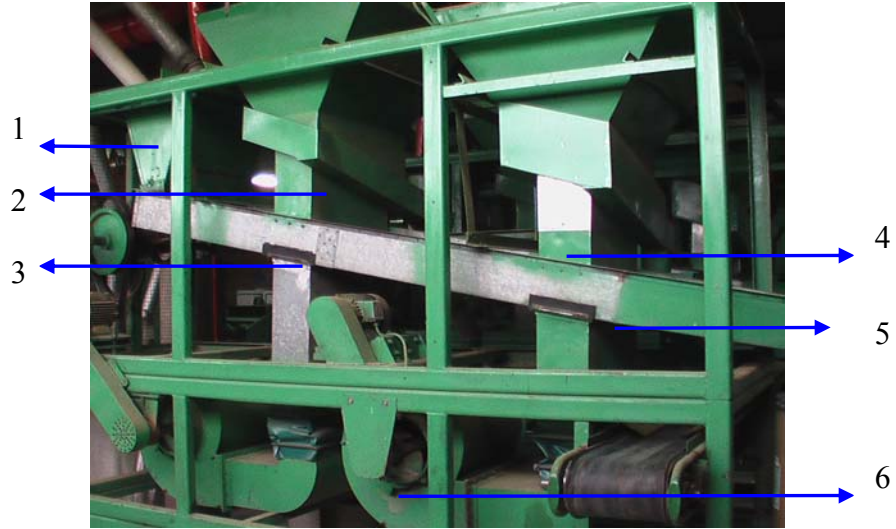
Rüzgârlı selektör adı verilen makina; havalı (pnömatik) tip bir ayırıcıdır. Vantilasyon (üfleme) veya aspirasyon (emme) esasına göre yapılabilen bu tip makinalarda gerçekleştirilen ayırma, tanelerin aerodinamik özelliklerine göre yapılmaktadır. Şekil 1.21’de şeker pancarı tohum ayırma işleminde kullanılan vantilasyon prensibiyle çalışan bir pnömatik ayırıcı olan rüzgarlı selektör görülmektedir. Bu makinada bant üzerine bırakılan şeker pancarı tohumları; banttan düşerken hava akımıyla karşılaşmakta ve ağırlıklarına göre 3 sınıf (ağır, normal ve hafif) olarak ayrılırlar.



Şekil 1.21 Rüzgarlı selektör

(1. Tohum girişi ve bant, 2. Ayarlı hava kanalı,
3. Tohumun ağır, normal ve hafif olarak ayrılan kısımları)

Rüzgarlı selektörlere benzer bir prensiple çalışan bir diğer havalı tip ayırıcı makina da rüzgarlı kalibratörlerdir. Bu makinalarda sacdan yapılmış bir düzlem üzerine bırakılan şeker pancarı tohumları, tel bir elek üzerinden geçerken vantilasyonla karşılaşmakta ve yine ağırlıklarına göre gruplara ayrılabilir. Şekil 1.22’de rüzgarlı kalibratör görülmektedir.



Şekil 1.22 Şeker pancarı tohum işlemede hafif (boş) ve ağır tohumlar ile toz ayırımında kullanılan rüzgarlı kalibratör

(1. Tohum girişi, 2. Hafif tohumun ayrıldığı kısım 3. Tel elek, 4. Normal tohumun ayrıldığı kısım, 5. Sac düzlem, 6. Vantilasyon kanalları)

Şeker pancarı tohumluğunda işlenmiş tohum içerisindeki istenmeyen boş tohumların ayrılması, önemli bir husustur. Havalı tip ayırıcılar özellikle şeker pancarı tohum işleminde boş ve çift ruşeymli (ağır) gibi unsurların ayrılmasında kullanılmaktadırlar.

Şeker pancarı tohumluğunun havalı ayırıcılarla boş-dolu olarak ayırımında, tohumun özelliği nedeniyle % 100 olarak başarı sağlanamamaktadır. Bu nedenle ekime hazır hale getirilmiş (işlenmiş) tohumda % 1-5 oranında boş tohum kalabilmektedir.

1.4.4 Gravite eleği

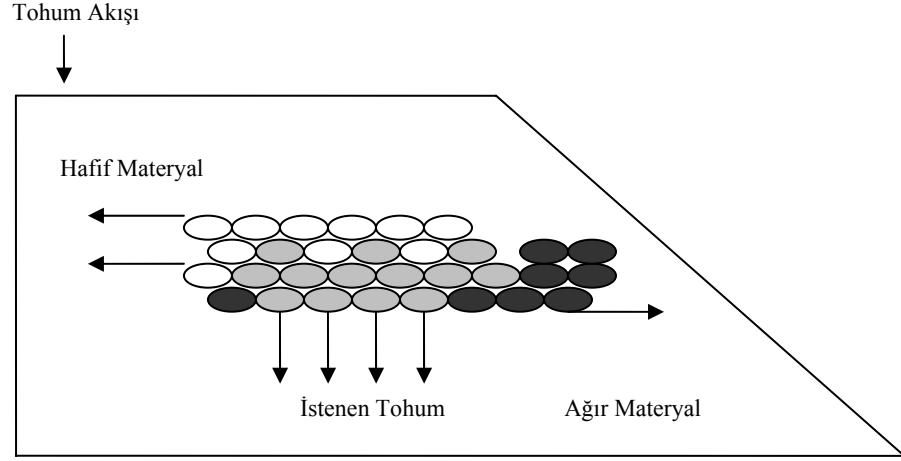
Genel olarak ağırlık esasına göre ayırma yapan gravite eleği, şeker pancarı tohumunda çok ruşeymli ağır tohumlar ile hafif (boş) tohumları ve taş, çöp gibi yabancı maddeleri karışımdan ayırmak amacıyla kullanılmaktadır (şekil 1.23). Gravite eleği temel olarak, tohum besleme, tabla, sarsak sistemi, fan ve ayar düzeneklerinden oluşmaktadır .

Gravite eleği, şeker pancarı tohumunun işleminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu elekte tablanın enine ve boyuna eğimi, tabla altından verilen havanın basıncı, tablanın titreşim hızı ve materyal besleme miktarı, etkin bir ayırma için önem taşımaktadır (Yönak 1962).



Şekil 1.23 Gravite eleğinin dış görünümü

Gravite eleğinde karışımında yer alan boş (hafif) tohumlar ile çöp vb. materyal hava hızı ve titreşim etkisiyle tablaya daha az temas ettiğinden, alt kısımlara doğru sürüklenmektedir. Dolayısıyla hafif materyalin hızı, hava tarafından kaldırılamayan materyale göre fazla olmaktadır. Bu esnada ağır materyal (çift ruşeyimli tohum vb) tabla ile temasını kesmemektedir. Bu nedenle hem havanın hızı hem de titreşim etkisiyle tabla üzerindeki tohumlar katmanlaşarak farklı yönlerde doğru yönelmektedirler. Sonuçta çift ruşeyimli (ağır) tohumlar tablanın üst kısmına, istenen ağırlıktaki (kalibrasyon aralığındaki) tohumluklar ise orta kısma yönelmektedirler. Boş tohum ve toz gibi hafif materyal ise tablanın alt kısmında toplanmaktadır (Greeg ve Billups 2010b). Şekil 1.24'te gravite eleğinde gerçekleşen ayırma işlemi şematik olarak şekil 1.25'te ise ayırma esnasında elde edilmiş bir görüntü verilmiştir.



Şekil 1.24 Gravite eleğinde yapılan ayırma işlemi (Greeg ve Billups 2010b)



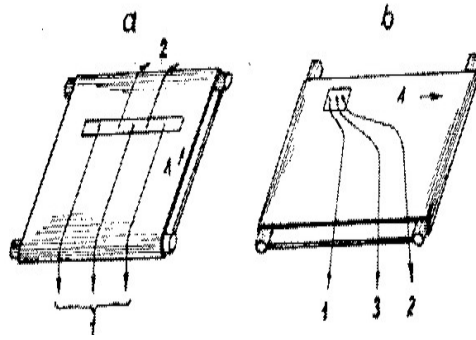
Şekil 1.25 Gravite eleğinde tohumluğun ayrılması

1.4.5 Eğimli bant yüzeyler

Eğimli yüzeyler, şeker pancarı tohumluğunda özellikle hasat sonrasında ön temizlik amacıyla kullanılmaktadır. Bu yüzeyler hasat sonrasında elde edilen materyal içinde

bulunan çöp, sap parçaları, taş vb. maddelerin ayrılmasında etkin olabilmektedir. Materyalin yüzey özelliklerine göre ayırma yapabilen eğimli yüzeyler, tohum temizleme ve sınıflandırma sürecinin ön temizleme sonrasındaki aşamalarında da kullanılabilirler.

Bir eğimli yüzeyde bantın orta kısmından yedirme yapılmakta, bant malzemesinin özelliğine göre düz tohumlar bant üzerinde kolayca kayarak yuvarlanmakta ve ağırlıklarının etkisiyle alttaki çıkışta toplanmaktadır. Pürüzlü tohumlar ise hareketli bant üzerinde yuvarlanmakta ve bantın üst ucuna doğru hareket ederek dışarıya alınmaktadır (şekil 1.26).



Şekil 1.26 Eğimli kumaş bantlı ayırıcının iki farklı kullanımının şematik görünüşü (Mutaf 1961)



Şekil 1.27 Eğimli bant yüzeyin iki farklı kullanım şekli (Anonymous 2011)

Birinci kullanım (şekil 1.26.a) şeklinde bant üzerine düşürülen karışım içerisinde sürtünme katsayısı yüksek olanların bantla beraber üst kısma hareketlendiği sürtünme katsayısı daha düşük olanların ise aşağıya yöneldiği bildirilmektedir. İkinci kullanım da (şekil 1.26.b) ise bantın baş tarafında sürtünme katsayısı küçük, sonunda da sürtünme katsayısı yüksek olan maddelerin döküldüğü belirtilmiştir (Mutaf 1961).

1.5 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Tohum temizleme ve sınıflandırmanın başlıca amaçları; yabancı maddeleri tohumluktan ayırmak, ekime yardımcı olmak üzere belli özellikte tohum grupları elde etmek ve yetiştirilecek ürünün çimlenmesini kontrol etmek üzere tohumu değişik yoğunluk gruplarına ayırmak olarak bildirilmektedir (Bainer vd. 1977). Başarılı bir üretim her şeyden önce kaliteli tohumluk ve uygun ekim tekniğine bağlı olmaktadır. Tohumluğun kalitesinin; çimlenme kapasitesi, boyut yeknesaklığı, sağlıklı olma ve yaşam gücü gibi faktörlere bağlı olduğu vurgulanmaktadır (Thomson 1979). Bu bilgilerin ışığında tohum işleminin hedefinin başarılı ve yüksek verimli bir tarımsal üretimi sağlamak olduğu ifade edilebilmektedir.

Bu tez çalışmasının temelini, şeker pancarı tohumluğunun işlenmesi sırasında boş tohumların ayrılmasında geleneksel yöntemden daha etkin bir yöntemin kullanılabilirliğinin araştırılması oluşturmaktadır. Bu temelden hareketle, boş tohumu dolu tohumdan ayırabilecek, elektrostatik ayırma prensibiyle çalışan bir makina geliştirilmesine katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Bununla birlikte; literatür bilgilerine dayanarak farklı büyüklükteki tohumların elektriksel alandan geçerken farklı davranışlar gösterebileceği, bu davranış farklılıklarının bir ayırma parametresi olarak değerlendirilebileceği öngörülmüştür. Sonuçta şeker pancarı tohumluğunun temizlemesi ve sınıflandırılması sürecine, teknolojik bir katkıda bulunmak amacı güdülmüştür. Bu düşüncelerden hareketle, iki farklı nem ve iki farklı gerilim düzeyi için çalışma planlanmıştır.

Konuyla ilgili olarak yapılan araştırmada şeker pancarı tohumluğunun elektrostatik ayırma olanakları temelinde herhangi bir literatür bilgisine rastlanmamıştır. Literatürde yer alan çalışmaların çoğunlukla, elektrostatik alandan yararlanarak farklı

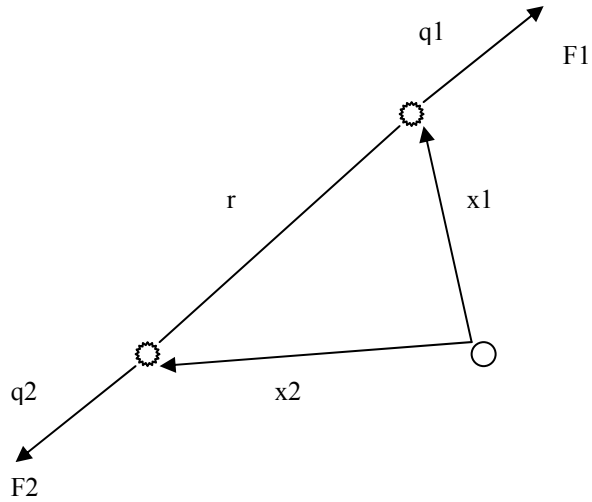
(oęunlukla küçük) tohum çeşitlerinin ayrılmasına ve çimlenmeye etkilerinin incelenmesine dönük olduğu belirlenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Elektrostatik Yüklemenin Fiziksel Esasları

Elektrostatik, zamanla değişmeyen (statik) sistemlerdeki elektrik yükleri ile elektrostatik alan arasındaki etkileşimlerin bilimi olarak açıklanmaktadır. Elektrostatik uygulamaları genellikle iki prensibe dayanmaktadır. Birinci prensip, homojen ve izotrop (özdeş) bir ortam içerisinde bulunan ve aralarındaki uzaklık r olan, Q ve q miktarlarındaki noktasal iki elektrik yükünün birbirlerine etki ettirdiği kuvvetin yüklerle doğru, aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu belirten “Coulomb Yasası”dır.

İkinci prensip ise bir yük üzerinde bir grup yükten ($q_1, q_2, q_3 \dots q_N$) ileri gelen kuvvetin, sadece tek tek Coulomb kuvvetlerinin toplamı olduğunu belirten “Üst Üste Gelme İlkesi” olarak bildirilmektedir (şekil 2.1) (Pollack ve Stump 2004).



Şekil 2.1 Zıt yönde etkileşen kuvvetler (Pollack ve Stump 2004)

Buna göre q_1 yüküne etkiyen kuvvet (F_1),

$$F_1 = (K \cdot q_1 \cdot q_2) / r^2$$

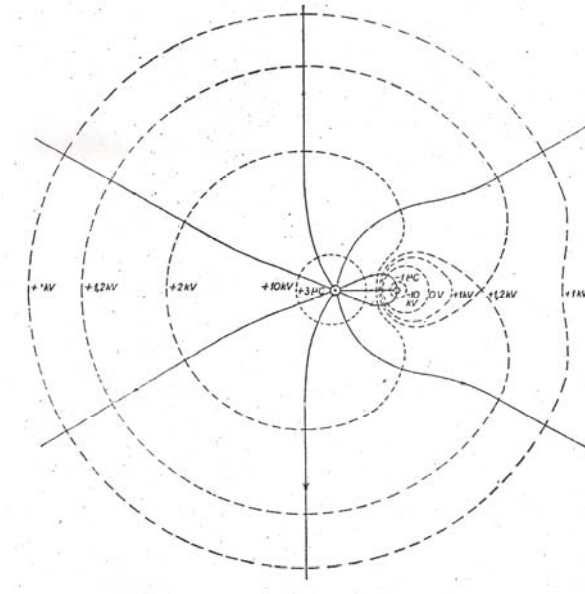
eşitliğiyle bildirilmektedir (Pollack ve Stump 2004).

Bu eşitlikte yer alan K , orantı sabitidir ve

$$K = 1 / 4\pi\epsilon$$

eşitliğine bağlıdır. Buradaki ϵ ortamın dielektrik sabitesini göstermektedir.

Elektrik yüklerinin etraflarında meydana gelen elektriksel alanlar, alan kuvvet çizgileri oluşturmakta ve bu kuvvetler yükler üzerinde etkili olmaktadır. Şekil 2.2’de farklı iki noktasal elektrik yükünün etrafında oluşan kuvvet çizgileri görülmektedir. Elektrostatik ayırma ve sınıflandırmada da oluşan bu kuvvetlerin etkisiyle materyalin hareket etmesi ilkesinden yararlanılmaktadır.



Şekil 2.2 Farklı büyüklük ve işarette iki noktasal elektrik yükünün etrafında yarattığı elektrik alanına ait kuvvet çizgileri (Önal 1984)

Elektrostatik uygulamalarda ortaya çıkan kuvvet,

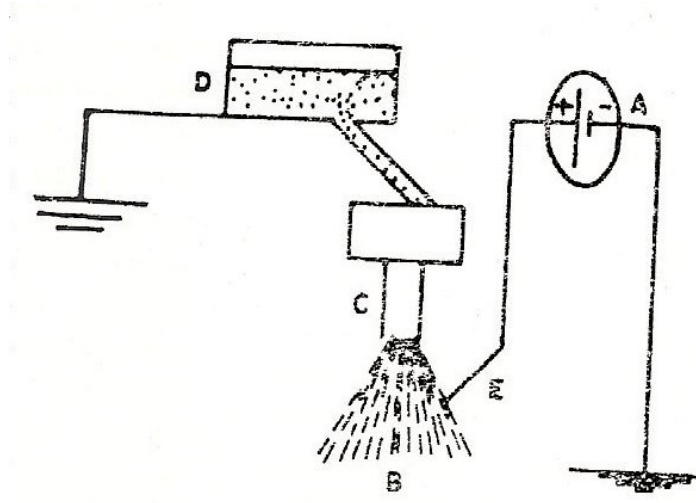
$$F_q = q \cdot E(x)$$

olarak verilmektedir (Pollack and Stump 2004). Bu eşitlikte F_q elektrik alanının q yüklü bir parçacık üzerindeki etki kuvvetini; x , q yüklü parçacığın konumunu, $E(x)$ ise elektrik alanını ifade etmektedir. Bu eşitlikten, elektriksel alanın bir yükü nasıl etkilediğinin açıklanmasında yararlanılmaktadır (Önal 1984, İdemen 1990, Pollack ve Stump 2004).

Elektrostatik alan uygulamaları, yüzlerce kW'lık büyük ölçekli sistemlerde (örneğin fabrika bacalarından çıkan parçacıkların tutulmasında 100 kV'luk gerilim altında ve 2 A toplama akımında) gerçekleşebildiği gibi; yaklaşık 1 W güç kullanan küçük çapta uygulamalara (örneğin kumaş ve kağıt üzerindeki liflerin toplanması) da rastlanabilmektedir.

Elektrostatik alanların ticari açıdan önemli bir uygulamasının da araçların boyanması olduğu belirtilmektedir. Elektrostatik boyamanın 2 mA, 250 kV gibi yüksek gerilimde bulunan, dönen diskten çıkan boya parçacıklarının, sıfır potansiyelli araç gövdesine fırlatılarak yapıştırılması ilkesine dayanılarak gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Pollack ve Stump 2004).

Elektrostatik yüklemenin tarım makinaları alanında kullanımına ilişkin tipik örneğini, pülverizatör gibi tarımsal savaşım makinalarıyla püskürtülen ilacın; elektrostatik olarak yüklenmesi oluşturmaktadır. Bu elektrostatik yükleme uygulamasıyla, yüklemesiz uygulamalara göre daha fazla ve düzgün yüzey kaplama olduğundan, tarımsal savaşımın daha az ilaçla gerçekleştiği bildirilmektedir. Şekil 2.3' te Korona Yükleme yöntemi görülmektedir (Çilingir ve Dursun 1990).



Şekil 2.3 Korona yükleme yöntemi ile tarımsal savaşım uygulaması (Çilingir ve Dursun 1990)

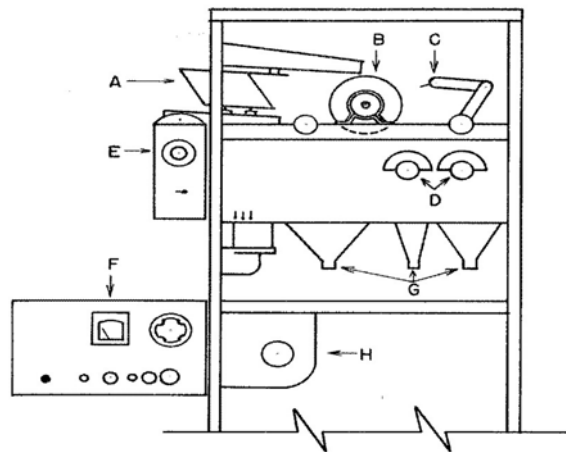
(a. Yüksek gerilim jeneratörü, b. İlaç huzmesi, c. Meme, d. İlaç deposu, e. Sivri uçlu elektrot)

2.2 Elektrostatik Yöntemle Tohum Ayırma ve Sınıflandırmanın İlkeleri

Elektriksel alanlar, çeşitli biyolojik materyalde; ayırma; sınıflandırma veya temizleme amacıyla kullanılabilir. Genel olarak elektrostatik ayırma: bir elektrik alanı içinde materyal ile iletken yüzey arasındaki yük farkından yararlanarak yapılan ayırma olarak tanımlanmaktadır (Önal 1974, Weiss ve Thibodeaux 1984, Pozeline vd.2008).

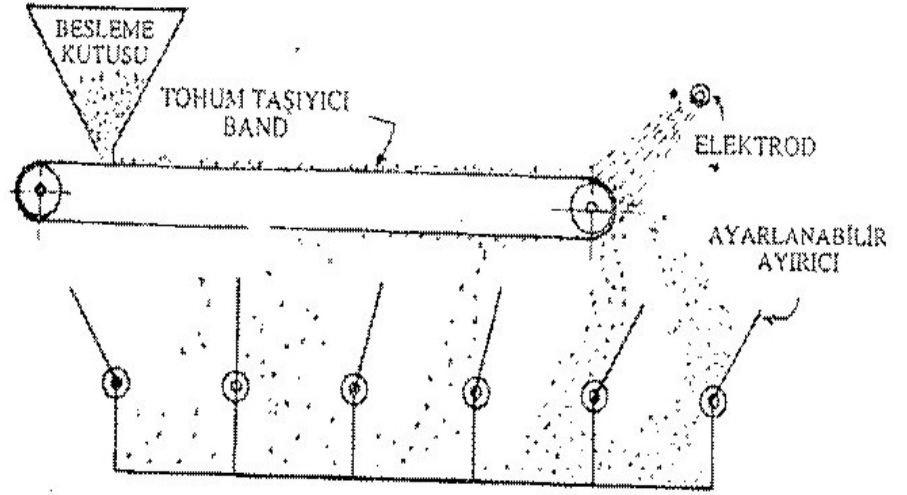
Madencilik alanında oldukça yaygın olarak kullanılan bu yöntemin, tohumluk teknolojileri açısından da uygulanabilir olduğu, yapılan çeşitli araştırmalarla ortaya konulmaktadır (Dursun 1992, Lynikiene 2001).

Tohumculukta elektriksel alan uygulamalarına, çimlenmeyi uyarma ile diğer bitki tohumlarından ya da hastalık yapıcı unsurlardan arındırma amaçlarına dönük olarak da başvurulabilmektedir (Kerdonfagg vd. 2004, Pozeline 2001). Ayrıca elektriksel alan yoğunluğunun tohumun mekanik direnci üzerinde etkili olduğu da bildirilmektedir (Adamkiewicz vd. 1996). Şekil 2.4'te tohum temizleme ve sınıflandırma amacıyla kullanılan tipik bir elektrostatik ayırıcı görülmektedir



Şekil 2.4 Laboratuvar tipi elektrostatik ayırıcının şematik görünümü (Vaughan vd. 1968)(a. Titreşimli besleyici, b. Mil (rotor), c. Elektrot, d. Ayırıcı kontrol kolu, e. Elektrik besleme ünitesi, f. Yüksek voltaj kontrol ünitesi, g. Çıkış kanalları, h. Rotorun elektriksel besleme ünitesi)

Tohumları elektriksel özelliklerine göre ayıran makinalara “Elektrostatik Ayırıcı”(electrostatik seperator) adı verilmektedir. Tipik bir elektrostatik ayırıcı, elektrik alanı oluşturmak için kullanılan bir elektrot ve tohumları ince bir tabaka halinde elektrot altından geçirerek taşıyan bantlı konveyörden oluşmaktadır (Şehirli 2002). Böyle bir ayırıcının şematik görünümü şekil 2.5’te görülmektedir.



Şekil 2.5 Bantlı tip elektrostatik tohum ayırıcının şematik görünümü (Vaughan vd. 1968)

Bir elektrostatik ayırıcıda, besleyiciden ayarlanan miktarda taşıyıcı bant ya da tambur üzerine bırakılan tohumlar, elektrot tarafından oluşturulan elektrik alanının içinden geçerken, elektriksel özelliklerine bağlı olarak, farklı yörüngeler çizerek farklı mesafelere taşınmaktadır (şekil 2.5). Bu duruma göre elektriksel özellikleri aynı olan tohumlar hemen hemen aynı yörüngeyi izleyerek aynı mesafeyi katetmekte ve yere düşmektedirler. İyi iletkenlik özelliği gösteren tohumlar, üzerlerine aldıkları elektrik yükünü topraklanmış kasnağa ya da makina gövdesine çabuk vererek kaybetmekte ve bantı daha erken terk etmektedirler. Nispeten daha az iletken olan tohumlar ise, yükleri nötr duruma gelinceye (yavaş yavaş boşalınca) kadar banta yapışık kalmakta ve bantı daha geç terk etmektedirler (Dursun 1992).

Elektrostatik yöntemle tohum temizleme konusunda yapılan çalışmalar göstermiştir ki; elektrotun tipi, konumu ve kasnağa uzaklığı, topraklanmış olan kasnağın dakikadaki devir sayısı, voltaj miktarı, şarjın pozitif veya negatif oluşu, bölücü konumları, besleme miktarı ve tohumların yüzey yapıları, şekilleri en önemlisi elektriksel iletkenlik özellikleri elektrostatik ayırıcının ayırma başarısına etki etmektedir. Bu faktörlerin yanında tohumun nem derecesi ve ayırmanın yapıldığı alandaki havanın nispi nemi de ayırmaya etkili diğer faktörlerdir (Harmond vd. 1961, Dursun 1992).

2.3 Elektrostatik Yüklemenin Tarımdaki Kullanımına Dönük Çalışmalar

Mohsen (1980) tarımsal ürünlerin işlenmesinde; elektriksel iletkenliklerinin dielektrik özelliklerinin ve elektromanyetik radyasyona tepkilerinin önemli olduğunu vurgulamış ve elektrostatik ayırma önem arzeden tohum iletkenliğini; “tohum yüzeyinde elektriksel şarjın tutulma durumu” olarak açıklamıştır.

Morar vd. (1995), fasulye tohumlarına elektrostatik yükleme yaparak, bunu klasik ilaçlama yöntemleriyle karşılaştırmışlardır. Çizelge 2.1’de bu çalışmanın sonuçları görülmektedir. Araştırmacılar elektrostatik yüklemeyi 30’ar saniye arayla 10’ar saniyelik şarjlarla uygulamışlardır.

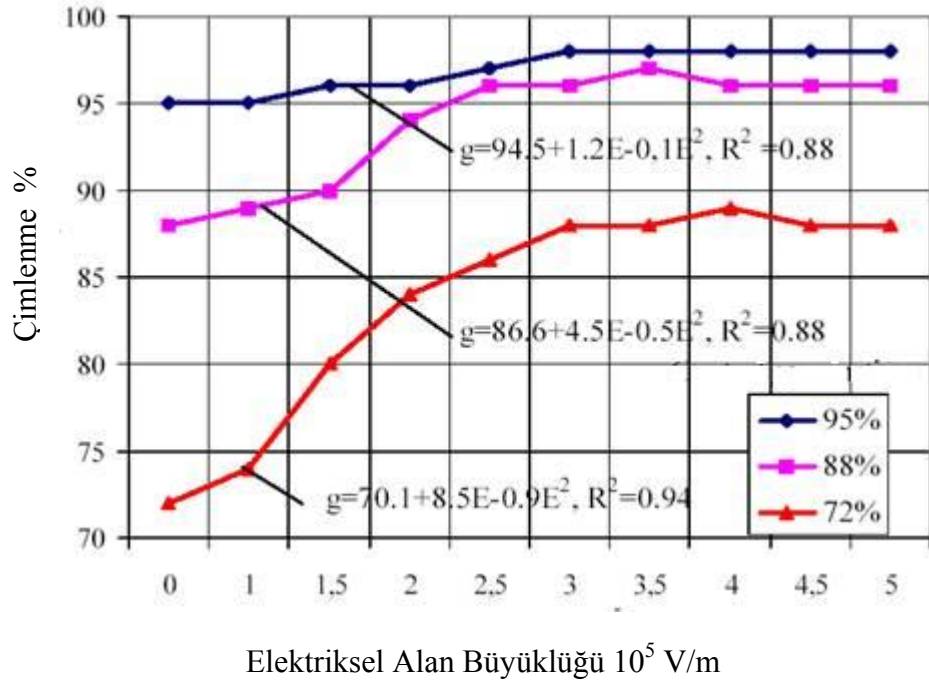
Çizelge 2.1 Elektrostatik alan yoğunluğunun fasulye tohumu üzerindeki çeşitli patojenlere olan etkisi (Morar vd. 1995)

Elektriksel alan şiddeti (kV/cm)	Mikroorganizma türü					
	Colletotrichum atramentarium	Fusarium	Alternaria	Penicillium	Aspergillus	Mocur mucedo
0	+++	+	++	+++	+++	+++
4	+	t	Ø	t	t	Ø
8	+	t	t	Ø	Ø	Ø
12	+	t	Ø	Ø	Ø	Ø
16	+	t	Ø	Ø	Ø	Ø

Ø: Patojen bulunmadığını, t: Eser miktarda patojenin varlığını, +: Patojenin zayıf varlığını, ++ Patojenin orta düzeyde varlığını, +++: Patojenin kuvvetli düzeyde varlığını ifade etmektedir.

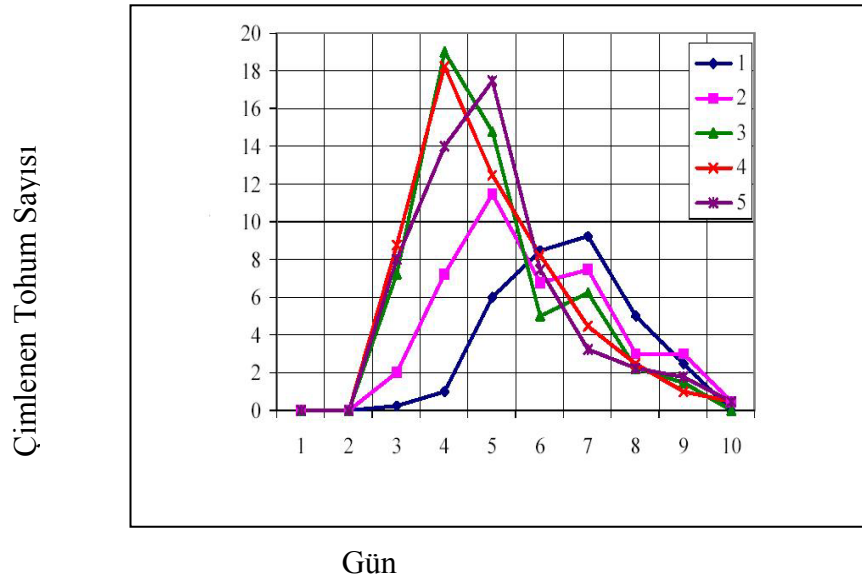
Bu çalışmanın sonuçlarına göre yüksek yoğunlukta elektrik alanı uygulaması, klasik kimyasal ilaçlama yönteminin yerine geçebilmektedir. Optimum uygulama değerleri her tohum türüne göre belirlenmelidir. Bu yöntem uygulandığında söz konusu amaçlar için ilaç veya kimyasal madde kullanımı azaltılabilecek ya da tamamen ortadan kaldırılabilecektir.

Pozeline (2001) keten tohumları ile yapmış olduğu çalışmada, elektriksel alan kullanımının, kontrol grubuna göre % 60-70 oranında biyolojik olarak değerli tohumları ayırabildiğini, elektriksel alan uygulamasının çimlenmeye olumlu olarak etki ettiğini ve elektriksel alan uygulamasının tohum hastalıklarının minimizasyonunda etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca elektriksel alan büyüklüğü ve çimlenme gücü arasındaki ilişkiyi şekil 2.6'daki gibi vermiştir. Şekilden 150 kV/m ile 350 kV/m'lik alan aralığının çimlenme gücü üzerindeki olumlu etkisi izlenebilmektedir.



Şekil 2.6 Elektriksel alan büyüklüğünün çimlenmeye etkisi (Pozeline 2001)
 (% 95 Eğrisi: Kusküt tohumu ayırımı yapılan grup, % 88 Eğrisi: Tarla çimi ayırımı yapılan grup, % 72 Eğrisi: Çeşitli karışık yabancı tohum ayırımı yapılan grup)

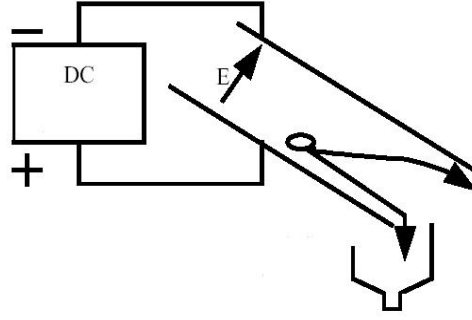
Lynikiene (2001) yapmış olduğu çalışmada, korona şarjı uygulamasının havuç tohumlarında çimlenmeyi %7 ila %19 arasında artırdığını, korona şarjı sınıflandırılmasına tabi tutulan havuç tohumlarında, tohumların kontrol grubuna göre daha iyi bir şekilde derecelendirilebildiğini ifade etmiştir. Araştırmacının şekil 2.7’de gösterilen grafikte ifade ettiği sonuçlara göre, korona şarjı uygulanmış grupta (5) çimlenen tohum sayısı, 1 ve 2 nolu gruplardan daha fazla olmuştur.



Şekil 2.7 Havuç tohumluğunda çeşitli faktörlerin çimlenmeye etkisi (Lynikiene 2001)

(1. Kontrol grubu (Toplam çimlenme oranı % 33), 2. Islatılmış tohum (Toplam çimlenme oranı % 33), 3. Ön çimlendirilme yapılmış tohum (Toplam çimlenme % 32), 4. Aktive edilmiş suda ıslatılan tohum (Toplam çimlenme % 33), 5. Korona sarjı uygulanmış tohum (Toplam çimlenme % 52)

Kerdonfag (2004) yapmış olduğu çalışmayla geliştirdiği makinada, 10 kg çeltik tohumu ile 50 gr çim tohumu karışımını, 38-40 kV DC elektrik voltaj aralığının sağladığı elektriksel alandan geçirerek, 21 °C uygulama sıcaklığında ve % 65- 85 bağıl nem aralığında % 93 oranında bir ayırma sağlamayı başarmıştır. Şekil 2.8’de geliştirilen makinanın çalışma ilkesi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Çim ve çeltik tohumunu ayırmak için makinanın çalışma ilkesi (Kerfondag 2004)

Abdel-Salam vd. (2004) yapmış oldukları çalışmada, korona şarjı ile iyon bombardımanına tutulan ayırıcıda, kırık buğday tohumlarının kırık olmayan sağlamlarından ayrılmasında başarı sağlamışlardır. Araştırmacılar kullandıkları elektrostatik ayırıcıda, korona ekisiyle oluşan iyonizasyon artışının, kırık tohumların ayırım miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Ayırıcıda korona şarjı elde etmede kullanılan gerilim 70 kV (DC) düzeyine kadar çıktığı belirtilmiştir.

Lelieved (2007), kitaplarında atımlı elektrik alanının (Pulsed electric field, PEF) gıdaların korunmasındaki uygulamalarını açıklamışlardır. Araştırmacılar gıda korumasında PEF teknolojisinden beklenenin, gıdanın içindeki mikroorganizma faaliyetinin azaltılması ya da durdurulması amacına dönük olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca PEF teknolojisinin şeker pancarı, patates, elma ve havuç gibi sebze ve meyvelerde çeşitli ısı işlemlere ikame olarak kullanılabilceğini belirtmişler ve bu konunun araştırma veya patent konusu olabileceğini vurgulamışlardır.

Pozeline vd. (2008) yaptıkları çalışmada, farklı bant tipleri ve elektrot uygulama açılına bağlı olarak, yabancı turp ve karabuğday tohumları ayırımında korona şarjı uygulamasında en büyük ayırım değerine kumaş bantta ulaşmışlardır. Ayrıca elektrostatik ayırıcının birinci ayırım sınıfının çimlenmesinin, kontrol grubuna göre % 18- 24 arasında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Gregg ve. Billups (2010) tohum işleme konusunda yayınlamış oldukları iki ciltlik kitaplarının birinci cildinde (Volume One) elektrostatik ayırmadan tohum kalitesinin

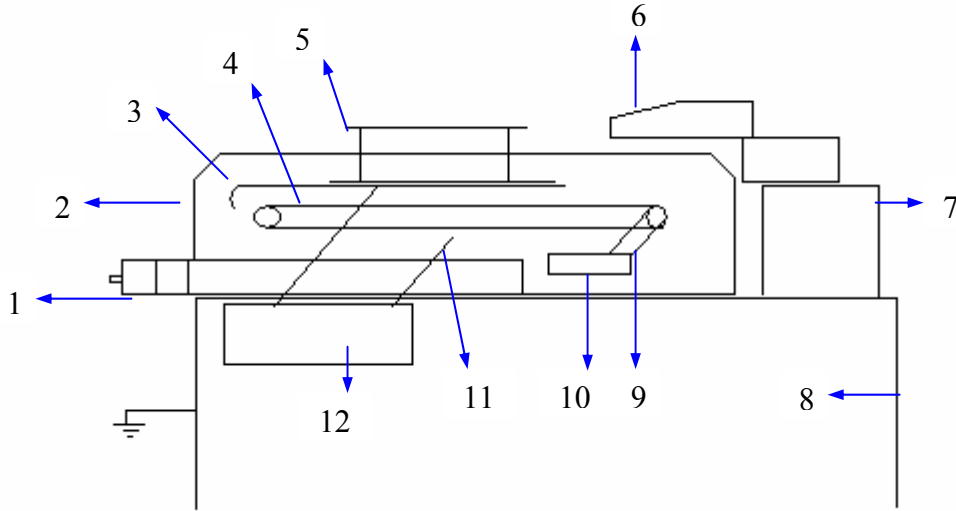
iyileştirilmesi amacıyla yararlanıldığını belirtmişlerdir. İkinci ciltte (Volume Two) ise elektrostatik ayırmada temel olarak iki yöntem kullanıldığını açıklamışlardır. Bu yöntemleri yüksek elektrik şarjı kullanılan “Tutturma Etkili Yöntem” ve düşük yoğunluklu “Kaldırma Etkili Yöntem” olarak vurgulamışlardır. Ayrıca elektrostatik yöntemle çalışan ayırıcı makinaların, tohum işleme hattında son ayırıcı olarak kullanıldıklarını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

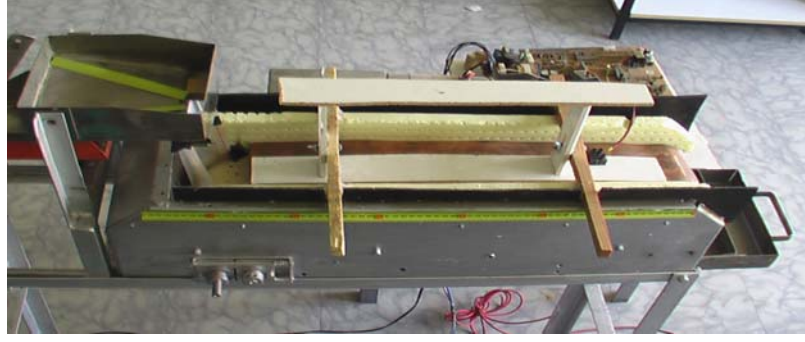
3.1.1 Elektrostatik ayırma düzeneği

Şeker pancarı tohumunun ayrılmasında kullanılmak üzere tasarlanan elektrostatik ayırma düzeneği Şekil 3.1’te şematik olarak verilmiştir. Düzenek esas olarak ayırıcı tabla, bakır elektrot, döner bant, tohum besleme ünitesi ve DC gerilim kaynağından meydana gelmektedir. Elektriksel izolasyon amacıyla bakır elektrotun yan taraflarında plastik konveyör bantı ve XPS yalıtım plakaları kullanılmıştır. Düzenekte yer alan bantın hızı çarkı döndüren DC motorun gerilim seviyesi ile ayarlanmıştır. Düzeneğin yüksekliği 120 cm, boyu 120 cm ve eni de 40 cm’ dir. Şekil 3.2’de ise elektrostatik ayırıcının görünüşü verilmiştir.



Şekil 3.1 Tasarlanmış olan elektrostatik ayırıcının şematik görünümü

(1. Sınıflandırma tablası, 2. Yan sınırlandırıcılar, 3. Bakır elektrot (Kalınlık 0,1 mm, genişlik 150 mm), 4. Döner plastik bant, 5. Mesafe ayarlayıcı, 6. Titreşimli tohum besleme düzeneği, 7. Tohum besleme düzeneği desteği, 8. Şase, 9. Bant tahrik zinciri, 10. Bant tahrik motoru (DC 24 V), 11. Şasi elektrik bağlantısı, 12. DC güç kaynağı)



Şekil 3.2 Geliştirilen elektrostatik ayırma düzeneğinin görünümü

3.1.2 Deneyleerde kullanılan şeker pancarı tohumluğu

Deneyleerde bin dane ağırlığı ortalama olarak 12,41 g gelen şeker pancarı tohumluğu kullanılmıştır. Kullanılan deney materyalinin kalibrasyon dağılımı (elek değeri) çizelge 3.1’de, görünümü ise şekil 3.3’te verilmiştir. Çizelge 3.1’de yer alan çap sınıflarının belirlenmesinde, TÜRKŞEKER’e bağlı Tohum İşleme Fabrikasında halen kullanılan değeri esas alınmıştır. Çap sınıflarına göre yapılan bu analizlerde farklı tohumluklar için karşılaştırılma yapılabilmesi amacıyla, standart değeri elde edilebilmesi için, yüzde ağırlık dağılımları kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Deneyleerde kullanılan şeker pancarı tohumluğunun çap dağılımı

Çap Sınıfı (mm)	Miktar(g)	Dağılım(%)
$D_9 > 5,00$	0,0	0,0
$4,99 > D_8 > 4,75$	0,1	0,1
$4,74 > D_7 > 4,50$	1,4	1,4
$4,49 > D_6 > 4,25$	15,2	15,2
$4,24 > D_5 > 4,00$	22,8	22,8
$3,99 > D_4 > 3,75$	30,1	30,0
$3,74 > D_3 > 3,50$	20,4	20,4
$3,49 > D_2 > 3,25$	8,1	8,1
$3,24 > D_1 > 3,00$	2,0	2,0
Toplam	100,1	100,0



Şekil 3.3 Deneylerde kullanılan şeker pancarı tohumu

3.1.3 Deneylerde kullanılan ölçü aletleri

Elektrostatik ayırıcı üzerinde yer alan ve özel olarak yaptırılan DC güç kaynağının çıkış gerilimini ölçmek amacıyla, endüstriyel tip bir dijital multimetreden (şekil 3.4) ve gerilim ölçüm probundan (şekil 3.5) yararlanılmıştır. Gerilim ölçüm probu 0 – 40 kV (DC) ve 0 – 28 kV (AC) aralığında ölçüm yapabilmektedir.



Şekil 3.4 Deneylerde kullanılan dijital multimetre



Şekil 3.5 Gerilim ölçüm probu

Tohumların çap dağılımlarının belirlenmesi için laboratuvar tipi kalibrasyon elekleri (şekil 3.6) kullanılmıştır. Ağırlık tartımı ise 0,001 g duyarlı hassas terazi (şekil 3.7) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6 Kalibrasyon elekleri



Şekil 3.7 Hassas terazi

3.2 Yöntem

3.2.1 Tohum örneklerinin alınmasında uygulanan yöntem

Elektrostatik yükleme deneylerinde kullanılacak olan materyal, normal şartlarda çalışmakta olan havalı ayırıcı çıkışından alınmıştır. Buradan çıkan materyalin; hafif-boş, normal ve ağır olarak ayrılan kısımlarından, ayrı ayrı eşit sürelerle örnek alınıp karıştırılmış ve bu karışım numune bölücüde ikiye bölünerek, biri çalışma materyali olarak kullanılmış ve diğeri de şahit olarak ayrılmıştır.

3.2.2 Elektrostatik ayırıcı düzeneğin çalışma yöntemi

Geliştirilen düzenekte titreşimli besleme düzlemi üzerine dökülen tohumlar, sabit bir hızla dönen bir bant üzerine düşerek, bant üzerine yerleştirilmiş pozitif elektrot ile güç kaynağının topraklama ucunun bağlandığı makina şasesinin oluşturduğu elektrik alandan geçerek bantın altına dökülmektedir. Bantın altına dökülen materyalin sınıflandırılması için üç bölmeli bir tabla yerleştirilmiştir. Bakır elektrot ile bant arasındaki düşey mesafe Gerilim-1 için 4,0 cm, Gerilim-2 için ise 2,6 cm olarak belirlenmiştir (Yapılan denemeler sırasında Gerilim 2 seviyesinin 4,00 cm elektrot mesafesinde tohum ayrımı yapmaması sonucunda Gerilim 2 için elektrot mesafesi 2,6 cm olarak belirlenmiştir).Deneylerde sabit bir bant hızı kullanılmış olup, bu hız değeri besleme miktarı göz önüne alınarak ön denemelerle tanelerin bant üzerinde olabildiğince düzgün dağılımını sağlayacak ve bantı terk eden tanelerin birbirine çarpmasını engelleyecek şekilde belirlenmiştir. Buna göre deneylerde kullanılan bant hızı 0,071 m/s olarak belirlenmiştir. Farklı bant hızı ve dolayısıyla farklı besleme miktarı değerlerinin tanelerin elektrostatik olarak yüklenmesini farklılaştırılabileceğinden, deneyler sabit bant hızında gerçekleştirilmiştir.

Deneyleer sırasında gerilim ölçüm probuyla yapılan anlık ölçümlerde tekerrürlerin ortalamaları alınmış ve gerilim seviyelerinin kabul edilen anma değerlerine ulaşmıştır (çizelge 3.2). Gerilim türü doğru (DC) akımdır.

Çizelge 3.2 Deneyleerde kullanılan gerilim seviyeleri

Gerilim Seviyesi	Değeri DC (V)
Gerilim 1	33 000
Gerilim 2	21 000

Deneysel çalışma süresince verilerin alındığı ortamda hava sıcaklığı 16-19 °C, bağıl nem değeri ise % 41-49 aralığında belirlenmiştir.

Denemeler, üç tekerürlü ve her tekerrürü 102-103 g seviyelerinde tohum tartılarak yapılmıştır. Her tekerrür sonunda sınıflandırma tablasında toplanan tohumlar tartılmış ve yüzde oranları hesaplanmıştır. Bant üzerinde hareket eden tohumlardan bantın ön kısmına ve banta yapışarak geriye hareket eden, sınıflandırma tablasının arka kısmına düşen tohumlar Kısım-1 olarak, sınıflandırma tablasının orta bölümünde toplanan tohumlar Kısım-2 olarak ve orta kısmın ilerisine düşen tohumlar Kısım-3 olarak ifade edilmiştir.

Deneyle materyalinin doğal nem seviyesi (Nem 1), 130 °C'da 4 g tohumla etüvde yapılan analiz sonucunda % 10,3 olarak belirlenmiştir. Doğal nem düzeyinin yanısıra tohumlukta farklı nem seviyesi elde etmek amacıyla 700 g tohum 4 litre saf suya konularak 2 saat bekletilmiş ve süzöldükten sonra 24 saat oda sıcaklığında tutularak etüvde nem ölçümü yapılmıştır. Bu amaçla 130 °C'da 4 g tohumla yapılan analiz sonucunda % 14,8 olarak elde edilen nem seviyesi Nem-2 olarak nitelendirilmiştir. Nem ölçümü yaş bazlı ağırlık kaybının belirlenmesine göre yapılmıştır

Deney materyali tohumluğun çap sınıflarının belirlenmesinde kullanılan elek deliklerinin anma çapı değerleri, belirli bir aralıkta çapa sahip tohumluk sınıflarını ifade etmektedir. Bu sınıfların temsil ettiği tohum çapları çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Çap sınıflandırmasında kullanılan eleklerinin delik ölçüleri

Kalibrasyon Elek Delığının Anma Çapı (mm)	Çap Sınıfının Sembolü	Çap Sınıfının Kapsadığı Değer Aralığı (mm)
5,00 >	D ₉	5,00 mm üstü
4,75 >	D ₈	4,75 mm' den büyük – 5,00 mm'den küçük
4,50 >	D ₇	4,50 mm' den büyük - 4,75 mm ' den küçük
4,25 >	D ₆	4,25 mm' den büyük – 4,50 mm' den küçük
4,00 >	D ₅	4,00 mm ' den büyük - 4,25 mm'den küçük
3,75 >	D ₄	3,75 mm' den büyük - 4,00 mm' den küçük
3,50 >	D ₃	3,50 mm ' den büyük - 3,75 mm' den küçük
3,25 >	D ₂	3,25 mm ' den büyük – 3,50 mm' den küçük
3,00 >	D ₁	3,00 mm'den büyük - 3,25 mm ' den küçük

3.2.3 Çimlenme Deneyinin Yapılmasında Uygulanan Yöntem

Her tekerrürden $5 \pm 0,2$ g (en az 400 tohum olacak şekilde) tohum tesadüfi olarak alınarak, 4 saat saf suda ön yıkamaya tabi tutulmuş ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra; 100 adet tohum tesadüfi olarak alınmıştır. Mantar hastalıklarına karşın 0,25 gr % 80 thiram etken maddeli fungusit ile ilaçlanarak; tohumlar çimlendirme kabında pileli kağıt arasında, 35 ml saf su ile nemlendirilerek, 20 °C sıcaklığındaki çimlendirme odasında çimlenmeye bırakılmıştır. Denemeye alınan materyalde, gerçekleştirilen 4. ve 14. gün sayımlarıyla çimlenmeyen (boş tohum) ve çimlenme yüzdeleri belirlenmiş ve

istatistiksel analizler yapılmıştır (Anonymous 2003). Çimlenme denemeleri ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) kurallarına uygun yapılmıştır.

3.2.4 Kalibrasyon verilerinin analizinde uygulanan yöntem

Tohumluğun çap sınıflarına göre elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme tertibinde $2 \times 3 \times 7$ faktöriyel düzende yapılan varyans analiziyle değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda, gerekli olması halinde farklı ortalamaların belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Varyans analizleri MINITAB 15.1 istatistik paket programı kullanılarak, Duncan Testleri ise MSTAT-C İstatistik paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.5 Çimlenme verilerinin analizinde uygulanan yöntem

Çalışmanın bu aşamasında elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme tertibinde 2×3 faktöriyel düzende varyans analiziyle değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda gerekli olması halinde farklı ortalamaların belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Çimlenme yüzdelerine ilişkin varyans analizleri Minitab 15.1, Duncan Testleri ise MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Duncan Testi sonuçlarının gösteriminde, ortalamaların yanında harfli gösterim şekli tercih edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Kalibrasyon Değerlendirmesine İlişkin Bulgular

Deneyle sonuçunda elde edilen materyalin, elekler yardımıyla yapılan çap dağılımına ait elde edilen sonuçları; Nem-1 seviyesi için çizelge 4.1’de, Nem-2 seviyesi için ise çizelge 4.2’de verilmiştir. Her iki çizelgede yer alan veriler, ilgili çap sınıfında üç bölmeli (Kısım 1, Kısım 2, Kısım 3) sınıflandırma tablasının ilgili kısmında, toplanan materyalin ağırlığını ve bunun toplam materyal içindeki yüzdesini göstermektedir. Geliştirilen elektrostatik ayırıcı düzenek, tohumu, gerilim 1’in her iki nem seviyesinde üç kısma ayırmıştır. Gerilim 2’de ise tohum iki kısma ayrılmıştır. Kısım 3’deki tohumlar istatistiksel olarak ölçümlenemediği için yok sayılmıştır.

Çizelge 4.1 Nem-1 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları

1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)	0,7	4,1	8,5	12,7	9,8	6,1	0,8	0,0	0,0	42,7
			%	1,6	9,6	19,9	29,7	23,0	14,3	1,9	0,0	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)	0,8	3,9	10,3	14,1	10,3	7,0	0,8	0,1	0,0	47,3
			%	1,7	8,2	21,8	29,8	21,8	14,8	1,7	0,2	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	3	Ağırlık (g)	0,3	1,3	3,0	4,0	2,3	1,1	0,1	0,0	0,0	12,1
			%	2,5	10,7	24,8	33,1	19,0	9,1	0,8	0,0	0,0	100,0

2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)	0,7	3,0	8,7	11,9	9,1	6,6	0,8	0,0	0,0	40,8
			%	1,7	7,4	21,3	29,2	22,3	16,2	2,0	0,0	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)	0,7	3,2	9,5	14,7	10,9	7,7	1,2	0,0	0,0	47,9
			%	1,5	6,7	19,8	30,7	22,8	16,1	2,5	0,0	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	3	Ağırlık (g)	0,2	1,4	3,5	4,4	2,5	1,3	0,2	0,0	0,0	13,5
			%	1,5	10,4	25,9	32,6	18,5	9,6	1,5	0,0	0,0	100,0

Çizelge 4.1 Nem-1 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları

3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)		0,6	3,2	9,1	12,3	9,1	5,8	0,6	0,0	0,0
		%		1,5	7,9	22,4	30,2	22,4	14,3	1,5	0,0	0,0	100,0
3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)		0,9	3,6	9,8	15,3	11,1	7,5	0,9	0,0	0,0
		%		1,8	7,3	20,0	31,2	22,6	15,3	1,8	0,0	0,0	100,0
3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	3	Ağırlık (g)		0,2	1,0	3,4	4,1	2,4	1,4	0,2	0,0	0,0
		%		1,6	7,9	26,8	32,3	18,9	11,0	1,6	0,0	0,0	100,0
1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)		1,2	5,4	14,0	22,6	18,7	13,8	1,6	0,1	0,0
		%		1,6	7,0	18,1	29,2	24,2	17,8	2,1	0,1	0,0	100,0
1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)		0,5	2,4	6,9	8,1	5,2	2,2	0,3	0,0	0,0
		%		2,0	9,4	27,0	31,6	20,3	8,6	1,2	0,0	0,0	100,0
1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	3	Ağırlık (g)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)		1,4	6,0	14,6	23,0	20,2	13,8	1,8	0,2	0,0
		%		1,7	7,4	18,0	28,4	24,9	17,0	2,2	0,2	0,0	100,0
2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)		0,4	1,8	6,6	7,6	3,9	1,9	0,3	0,0	0,0
		%		1,8	8,0	29,3	33,8	17,3	8,4	1,3	0,0	0,0	100,0
2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	3	Ağırlık (g)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)		1,4	6,3	15,8	24,7	17,9	13,4	1,9	0,1	0,0
		%		1,7	7,7	19,4	30,3	22,0	16,4	2,3	0,1	0,0	100,0
3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)		0,5	2,1	6,1	7,3	3,3	1,8	0,1	0,0	0,0
		%		2,4	9,9	28,8	34,4	15,6	8,5	0,5	0,0	0,0	100,0
3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	3	Ağırlık (g)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Çizelge 4.2 Nem-2 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları

1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)	0,5	2,9	8,6	14,0	10,7	6,6	2,2	0,1	0,0	45,6
			%	1,1	6,4	18,9	30,7	23,5	14,5	4,8	0,2	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)	0,4	2,4	7,0	11,3	10,6	8,6	2,7	0,1	0,0	43,1
			%	0,9	5,6	16,2	26,2	24,6	20,0	6,3	0,2	0,0	100,0
Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam	
1	3	Ağırlık (g)	0,2	0,9	3,0	4,0	2,9	2,0	0,7	0,0	0,0	13,7	
		%	1,5	6,6	21,9	29,2	21,2	14,6	5,1	0,0	0,0	100,0	

2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)	0,4	2,7	8,0	14,7	12,2	8,4	2,6	0,1	0,0	49,1
			%	0,8	5,5	16,3	29,9	24,8	17,1	5,3	0,2	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)	0,4	1,8	6,1	10,5	9,9	8,3	3,4	0,2	0,0	40,6
			%	1,0	4,4	15,0	25,9	24,4	20,4	8,4	0,5	0,0	100,0
Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam	
1	3	Ağırlık (g)	0,2	0,8	2,4	3,6	2,7	1,7	0,5	0,0	0,0	11,9	
		%	1,7	6,7	20,2	30,3	22,7	14,3	4,2	0,0	0,0	100,0	

3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	1	Ağırlık (g)	0,5	3,0	8,8	14,2	11,1	6,5	2,1	0,1	0,0	46,3
			%	1,1	6,5	19,0	30,7	24,0	14,0	4,5	0,2	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	1	2	Ağırlık (g)	0,3	2,3	6,6	11,0	11,4	8,9	3,4	0,1	0,0	44,0
			%	0,7	5,2	15,0	25,0	25,9	20,2	7,7	0,2	0,0	100,0
Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam	
1	3	Ağırlık (g)	0,2	0,7	2,2	3,5	2,7	1,3	0,3	0,0	0,0	10,9	
		%	1,8	6,4	20,2	32,1	24,8	11,9	2,8	0,0	0,0	100,0	

1. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)	0,5	3,3	9,3	17,0	18,9	15,4	5,3	0,3	0,0	70,0
			%	0,7	4,7	13,3	24,3	27,0	22,0	7,6	0,4	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)	0,3	1,9	6,7	11,0	7,9	3,9	1,1	0,0	0,0	32,8
			%	0,9	5,8	20,4	33,5	24,1	11,9	3,4	0,0	0,0	100,0
Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam	
2	3	Ağırlık (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Çizelge 4.2 Nem-2 seviyesi için belirlenen çap dağılımı sonuçları (devam)

2. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)	0,5	2,8	9,4	16,5	16,4	13,8	5,3	0,2	0,0	64,9
			%	0,8	4,3	14,5	25,4	25,3	21,3	8,2	0,3	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)	0,3	2,1	7,0	11,9	9,3	5,0	1,1	0,1	0,0	36,8
			%	0,8	5,7	19,0	32,3	25,3	13,6	3,0	0,3	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	3	Ağırlık (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3. TEKERRÜR	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	1	Ağırlık (g)	0,6	3,3	9,9	16,4	16,1	13,5	4,5	0,1	0,0	64,4
			%	0,9	5,1	15,4	25,5	25,0	21,0	7,0	0,2	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	2	Ağırlık (g)	0,2	2,5	7,3	12,7	8,3	4,9	1,3	0,0	0,0	37,2
			%	0,5	6,7	19,6	34,1	22,3	13,2	3,5	0,0	0,0	100,0
	Gerilim	Kısım	Çap Sınıfı (mm)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	Toplam
	2	3	Ağırlık (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

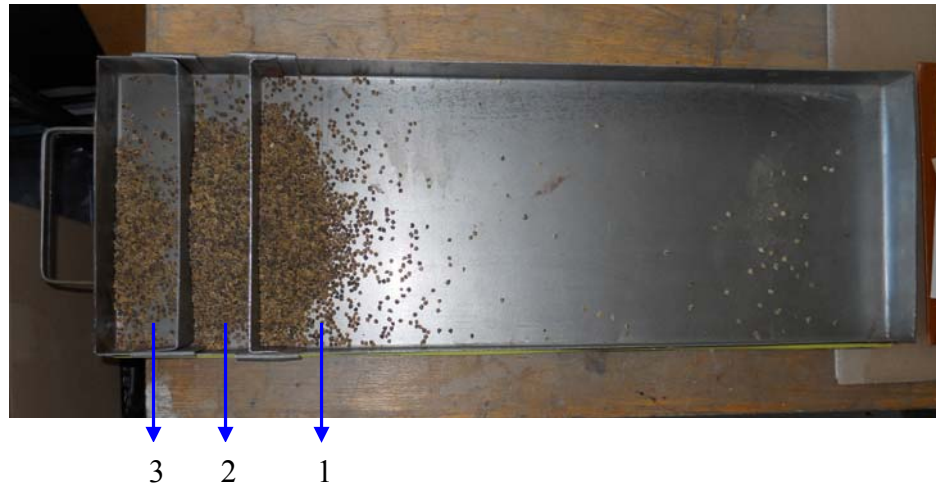
4.1.1 Gerilim-1 seviyesi için istatistiksel analiz bulguları

Gerilim-1 seviyesi için denemelerde elde edilen sınıflanma değerleri, olası farklılıkların ortaya konulabilmesi için Varyans analizine ve Duncan testine tabi tutulmuş ve sonuçlar çizelge 4.3'te sunulmuştur. şekil 4.1'de Gerilim1 seviyesinde ayırıcı tabla üzerinde, kısımlara ayrılmış tohumlar görülmektedir.

Çizelge 4.3 Gerilim-1 seviyesinde yüzde ağırlık değerlerine ait nem x kısım x çap sınıfı interaksiyonuna ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Çap Sınıfı (mm)	NEM 1			NEM 2		
	Kısım 1	Kısım 2	Kısım 3	Kısım 1	Kısım 2	Kısım3
D1	1,6000±0,0577E1a	1,6667±0,0882E1a	1,867±0,318E1a	1,000±0,100F1a	0,8667±0,0882F1a	1,666±0,0882G1a
D2	8,300±0,666D1ab	7,400±0,436D1b	9,667±0,888D1a	6,133±0,318E2a	5,067±0,353E2a	6,566±0,088E2a
D3	21,183±0,710B1b	20,533±0,636B1b	25,833±0,578B1a	18,067±0,884C2b	15,400±0,400C2c	20,767±0,567C2a
D4	29,633±0,291A1b	30,533±0,406A1b	32,633±0,260A1a	30,433±0,219A1a	25,700±0,361A2b	30,467±0,867A2a
D5	22,550±0,225B1a	22,400±0,306B2a	18,800±0,153C2b	24,100±0,379B1ab	25,000±0,503A1a	22,900±1,04B1b
D6	14,933±0,633C1a	15,400±0,379C2a	9,900±0,569D2b	15,200±0,961D1b	20,200±0,115B1a	13,600±0,854D1b
D7	1,800 ± 0,153E2a	2,000 ± 0,252E2a	1,300 ± 0,252E2a	4,867 ± 0,233E1b	7,467 ± 0,617D1a	4,033 ± 0,669F1b

1. Aynı nem ve aynı kısımda farklı büyük harf taşıyan çap sınıfı ortalamaları arasındaki fark $p<0,01$ düzeyinde önemlidir.
2. Aynı kısım ve aynı elekte farklı rakamı taşıyan nem değeri ortalamaları arasındaki fark $p<0,01$ düzeyinde önemlidir.
- 3- Aynı elek ve aynı nemde farklı küçük harfi taşıyan kısım ortalamaları arasındaki fark $p<0,01$ düzeyinde önemlidir.



Şekil 4.1 Ayırıcı tablada gerilim1 seviyesinde tohumların üç kısma ayrılmış durumu
(1. Kısım-1: Bantın ön kısmı ve banta yapışıp geriye giden tohumlar, 2. Kısım-2: Orta bölümde toplanan tohumlar, 3. Kısım-3 orta kısmın ilerisine ayrılmış tohumlar)

4.1.1.1 Gerilim-1 seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda nem seviyelerine göre belirlenen farklılıklar (Rakamsal farklılık)

Aynı kısım ve aynı elekte, nem değeri ortalamaları arasındaki fark $p<0,01$ düzeyinde önemlidir. Buna göre nem düzeyine ilişkin istatistiksel analiz sonuçlarına göre şu değerlendirmeler yapılabilmektedir:

D₂, D₃, D₇ ap sınıflarında Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'te ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyesine göre istatistik olarak önemlidir ($p < 0,01$). D₂ ve D₃ ap sınıflarında Nem-1 seviyesinde; Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'de ağırlığın yüzde ortalamaları, Nem-2 seviyesine göre daha yüksektir. D₇ ap sınıfında Nem-2 seviyesinde; Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'de ağırlığın yüzde ortalama değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir.

D₄, D₅, D₆ ap sınıflarında Kısım-2 ve Kısım-3'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyesine göre istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,01$). D₄ ap sınıfında Nem-1 seviyesinde Kısım-2 ve Kısım-3 ortalamaları, Nem-2 seviyesine göre daha yüksektir. D₅ ve D₆ ap sınıflarında ise Nem-2 seviyesinde Kısım-2 ve Kısım-3 ortalamaları daha yüksek olarak bulgulanmıştır.

Çalışma bulguları Nem-1'in D₂ ve D₃ ap sınıflarında gösterdiği etkinin benzerini, Nem- 2'nin D₇ ap sınıfında gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durum nem seviyesindeki artışın elektrostatik yüklemdeki etkisinin, göreceli olarak büyük çaplı tohumlar üzerinde farklılık yarattığını göstermektedir.

D₁ ap sınıfında Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'ün ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyesine göre istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0,01$). Diğer yandan D₄, D₅, ve D₆ ap sınıflarında Kısım-1'ler için ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyesine göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,01$).

Bu durum her iki nem seviyesinde de D₁ ap sınıfında kısımlar arasında; Kısım-1'de ise D₄, D₅, D₆ ap sınıflarında nem seviyelerinin ayırmada farka neden olmadığı şekilde değerlendirilmiştir.

4.1.1.2 Gerilim-1 seviyesi için çap sınıfı x nem interaksyonunda kısım ortalamalarına göre belirlenen farklılıklar (Küçük harf farklılığı)

Aynı çap sınıfı ve aynı nemde, farklı küçük harfi taşıyan kısım ortalamaları arasındaki fark $p<0,01$ düzeyinde önemlidir. Buna göre D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 çap sınıflarında Nem-1 seviyesinde; Kısım-3'te ağırlığın yüzde ortalaması ile Kısım-1 ve Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). D_2, D_3, D_4 çap sınıflarında Nem-1 seviyesinde Kısım-3 ortalaması, Kısım-1 ve Kısım-2'den yüksektir. D_5 ve D_6 çap sınıflarında ise Kısım-3 ortalaması, Kısım-1 ve Kısım-2 ortalamalarından küçük bulunmuştur.

Diğer yandan D_3 çap sınıfında Nem-2 seviyesinde, Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'te ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0,01$). Buradaki büyüklük sıralaması $Kısım-3>Kısım-1>Kısım-2$ şeklindedir.

D_5, D_7 çap sınıflarında Nem-2 seviyesinde; Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalaması ile Kısım-1 ve Kısım-3'teki tohum ağırlıklarının yüzde ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$). Buna göre her iki çap sınıfında Kısım-2'nin ortalama değeri, Kısım-1 ve Kısım-3 değerlerinden yüksek bulunmuştur.

D_6 çap sınıfında Nem-2 seviyesinde; Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalaması ile Kısım-1 ve Kısım-3'te ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$). Buradaki büyüklük sıralaması $Kısım-2>Kısım-1>Kısım-3$ şeklindedir.

Düşük nem seviyesi olan Nem 1'de, $D_2, D_3,$ ve D_4 çap sınıf değerlerinde, Kısım-3'ün ortalaması diğer iki kısma göre daha büyüktür. Ayrıca D_5 ve D_6 çap sınıflarında, Kısım-1 ile Kısım-2 değerlerinin, Kısım 3'e göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. D_5, D_6 ve D_7 çap sınıflarında Kısım-2 değerlerinin, D_3 çap sınıfında ise Kısım-3 değerlerinin yüksek olmasının; yüksek nem seviyesinin (Nem-2) söz konusu çap sınıflarındaki elektrostatik etkiyi artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

D_1, D_7 çap sınıflarında Nem-1 seviyesinde, Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,01$) bulunmuştur.

Diğer yandan D₁ ve D₂ çap sınıflarında Nem-2 seviyesinde Kısım-1, Kısım-2 ve Kısım-3’de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,01).

Elde edilen bu sonuçlar, Nem-1 seviyesinde D₁ ve D₇ çap sınıflarında, Nem-2’de ise D₁ ve D₂ çap sınıflarında, nem seviyelerinin ayırım farkına neden olmadığını göstermektedir.

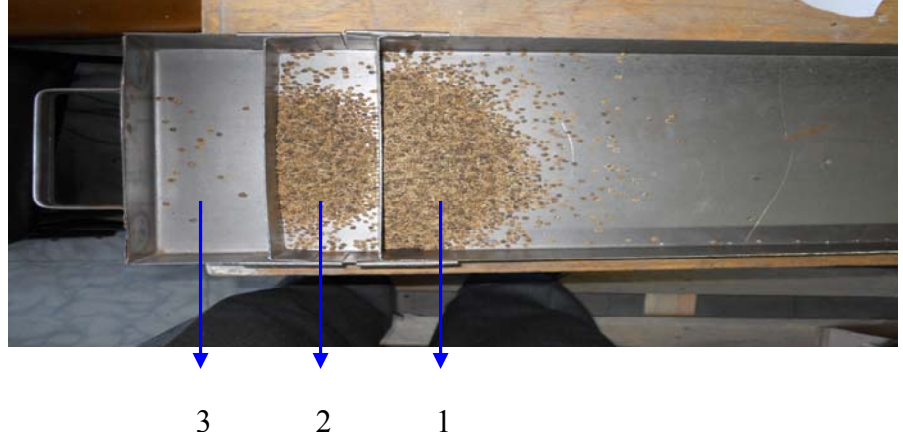
4.1.2 Gerilim-2 seviyesi için istatistiksel analiz bulguları

Gerilim-2 seviyesi ile ilgili yapılan denemelerde elde edilen sınıflanma değerleri olası farklılıklarının ortaya konulabilmesi için Varyans analizine ve Duncan testine tabi tutulmuş ve sonuçlar çizelge 4.4’te sunulmuştur. Ayrıca şekil 4.2’de Gerilim-2 seviyesinde gerçekleştirilen bir deneye ilişkin ayırıcı tabla üzerinde kısımlara ayrılmış tohumlar görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi, bu deneylerde Kısım-3’te toplanan tohum miktarı çok az olduğu için istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır.

Çizelge 4.4 Gerilim 2’de ağırlığın yüzde değerlerinin Nem x Kısım x Çap Sınıfı interaksiyonu değerleri

Çap Sınıfı (mm)	NEM-1			NEM-2		
	Kısım-1	Kısım-2	Kısım-3	Kısım-1	Kısım-2	Kısım-3
D1	1,6667± 0,033E1a	2,067± 0,176E1a	-	0,8000 ± 0,057F1a	0,733 ± 0,120G2a	-
D2	7,367± 0,203D1a	9,100± 0,569D1a	-	4,700 ± 0,231E2a	6,067 ± 0,318E2a	-
D3	18,500 ± 0,451C1b	28,367 ± 0,698B1a	-	14,400 ± 0,608C2b	19,667 ± 0,406C2a	-
D4	29,333 ± 0,561A1b	33,233 ± 0,874A1a	-	25,000 ± 0,351A2b	33,333 ± 0,555A1a	-
D5	23,733 ± 0,897B1a	17,730 ± 1,370C2b	-	25,767 ± 0,623A1a	23,900 ± 0,872B1a	-
D6	17,067 ± 0,406C2a	8,5000 ± 0,057D2b	-	21,433 ± 0,296B1a	12,900 ± 0,513D1b	-
D7	2,2000 ± 0,057E2a	1,000 ± 0,252E2a	-	7,600 ± 0,346D1a	3,300 ± 0,513F1b	-

1. Aynı nem ve aynı kısımda farklı büyük harfi taşıyan çap sınıfı ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. (p< 0,01)
2. Aynı kısım ve aynı çap sınıfında, farklı rakamı taşıyan nem ortalamaları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir. (p<0,01)
3. Aynı çap sınıfı ve aynı nemde, farklı küçük harf taşıyan kısım ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,01).



Şekil 4.2 Ayırıcı tablada Gerilim-2 seviyesinde tohumların sınıflandırma tablasındaki görüntüsü

(1. Kısım-1: Bantın ön kısmı ve bantta geriye giden tohumlar, 2. Kısım-2:Orta bölümde toplanan tohumlar, 3. Kısım-3: Orta kısmın ilerisine düşen tohumlar)

4.1.2.1 Gerilim-2 seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda nem seviyelerine göre belirlenen farklılıklar (Rakamsal farklılık)

Aynı kısım ve aynı çap sınıfında farklı rakamı taşıyan nem ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

D_2 , D_3 , D_4 , D_6 ve D_7 çap sınıflarında, Kısım-1'lerin ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyelerine göre istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,01$). Buna göre Nem-1 seviyesinde D_2 , D_3 ve D_4 çap sınıflarında Kısım-1 ortalamaları, D_6 ve D_7 çap sınıflarında ise Nem-2 seviyesinde Kısım-1 ortalamaları daha yüksek olarak elde edilmiştir.

D_1 , D_2 , D_3 , D_5 , D_6 ve D_7 çap sınıflarında Kısım-2'lerde ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyesine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Nem-1 seviyesinde D_1 , D_2 ve D_3 çap sınıflarında Kısım-2 değerleri, Nem-2 seviyesinde ise D_5 , D_6 ve D_7 çap sınıflarında Kısım-2 değerleri daha yüksektir.

Çalışmada düşük nem seviyesinde (Nem-1) D_2 , D_3 ve D_4 çap sınıflarında Kısım-1'lerde elde edilen sonucun benzerinin, yüksek nem seviyesinde (Nem-2) D_6 ve D_7 çap sınıflarında Kısım-1'de elde edildiği görülmüştür. Kısım-2 değerleri içinde de benzer

bir sonucun varlığı tespit edilmiş, bu nedenle Nem-2'nin elektrostatik yüklemdeki etkisinin, büyük çaplı tohumlar üzerinde daha fazla olduğu bulgulanmıştır.

D₁ ve D₅ çap sınıflarında Kısım-1'lerde ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark; Nem-1 ve Nem-2 seviyelerinde istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,01$).

D₄ çap sınıfında Kısım-2'lerde ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak Nem-1 ve Nem-2 seviyeleri için önemsizdir ($p>0,01$).

Elde edilen bu sonuçlara göre, her iki nem seviyesinin; D₁ ve D₅ çap sınıflarında Kısım-1'lerde, D₄ çap sınıfında ise Kısım-2'de ayırım farkına neden olmadığı belirlenmiştir.

4.1.2.2 Gerilim-2 seviyesi için çap sınıfı*nem interaksiyonunda kısım ortalamalarına göre belirlenen farklılıklar (Küçük harf farklılığı)

Aynı çap sınıfı ve aynı nemde farklı küçük harf taşıyan kısım ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$).

D₅ ve D₆ çap sınıflarında Nem-1 seviyesinde, D₇ çap sınıfında Nem-2 seviyesinde Kısım-1 ile Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). D₅ ve D₆ çap sınıfında Nem-1 seviyesinde ve D₇ çap sınıfında ise Nem-2 seviyesinde Kısım-1 ortalaması daha yüksek bulunmuştur.

Diğer yandan D₃ ve D₄'te Nem-1 seviyesinde Kısım-1 ve Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Burada D₃ ve D₄ çap sınıflarında Kısım-2 ortalaması Kısım-1'e göre daha yüksektir.

D₃, D₄, D₆ çap sınıflarında Nem-2 seviyesinde Kısım-1 ve Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$). Burada D₃ ve D₄ çap sınıflarında Kısım-2 ortalamaları, D₆ çap sınıfında ise Kısım-1 ortalamaları daha

yüksektir. Bu sonuçlar, Nem-2 seviyesinin D₃, D₄, D₆ ve D₇ çap sınıfları için kısımlar arasında fark oluşturduğunu göstermektedir.

D₁, ve D₂ çap sınıflarında Nem-1 ve Nem-2 seviyelerinde Kısım-1 ve Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,01).

D₅ çap sınıfında Nem-2 seviyesinde, D₇ çap sınıfında Nem-1 seviyesinde, Kısım-1 ile Kısım-2'de ağırlığın yüzde ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,01).

4.2 Çimlenme Deneyi Bulguları

Laboratuvar ortamında 100'er tohumluk örnekler alınarak yapılan çimlenme deneyi sonucunda 14. gün sayımlarına göre elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri çizelge 4.5'te sunulmuştur. Her tekerrür için ayrı ayrı yapılan bu deneyler, Gerilim-2 seviyesinde Kısım-3'te yeterli tohum toplanmadığı için adı geçen seviyelerde iki tekerrür için gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.5 Çimlenme gücü değerleri (%)

TEKERRÜR	GERİLİM SEVİYESİ	NEM SEVİYESİ	KISIM	ÇİMLENME GÜCÜ %
1	1	1	1	91
1	1	1	2	93
1	1	1	3	83
2	1	1	1	93
2	1	1	2	87
2	1	1	3	86
3	1	1	1	87
3	1	1	2	88
3	1	1	3	90
1	1	2	1	91
1	1	2	2	93
1	1	2	3	90
2	1	2	1	90
2	1	2	2	95
2	1	2	3	90
3	1	2	1	88
3	1	2	2	92

Çizelge 4.5 Çimlenme gücü değerleri (%) (devam)

3	1	2	3	92
1	2	1	1	99
1	2	1	2	83
2	2	1	1	86
2	2	1	2	85
3	2	1	1	95
3	2	1	2	88
1	2	2	1	91
1	2	2	2	92
2	2	2	1	91
2	2	2	2	94
3	2	2	1	96
3	2	2	2	93

4.2.1 Çimlenme deneyinde Gerilim-1 seviyesi için yapılan istatistiksel analiz bulguları

Gerilim-1 seviyesinde yapılan deneyler sonucunda, ayrılan tohumluk içinden alınan örneklerin çimlenme deneyine ilişkin varyans analizi sonuçları, çizelge 4.6 ve 4.7’de sunulmuştur. Şekil 4.3’te ise çimlendirme odasında gerçekleştirilen deneye ait bir görünüm yer almaktadır. Elektrostatik ayırma işlemi uygulanmadan karışık haldeki materyalden alınan örneklerle yapılan çimlenme deneyinde Nem-1 ve Nem-2 seviyelerinin her ikisi için de % 91’lik ortalama çimlenme düzeyleri elde edilmiştir.

Elektrostatik ayırmaya tabi tutulan tohumlarla yapılan deneyler sonucunda elde edilen sonuçlara göre, çimlenme yüzdesi yönünden Gerilim-1 seviyesinde nem ortalamalarına ait farklılıklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Diğer yandan benzer sonuç çimlenmeyen (boş) tohumlar için yapılan analizlerde de elde edilmiştir. Burada da nem düzeyinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.6 Gerilim-1 seviyesinde nem x kısım interaksiyonunda çimlenme yüzdesine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Kısım	Çimlenme Gücü (%)	Nem-1 Ortalaması	Nem-2 Ortalaması
1	90,000 ± 0,894	88,670 ± 1,120	91,222 ± 0,683
2	91,33 ± 1,280		
3	88,50 ± 1,360		

Çizelge 4.7 Gerilim-1 seviyesinde nem x kısım interaksiyonunda çimlenmeyen (boş) tohum miktarı değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları

Kısım	Çimlenmeyen (Boş) Tohum Miktarı (Adet)	Nem-1 Ortalaması	Nem-2 Ortalaması
1	5,667 ± 0,558	5,556 ± 0,648	5,0 ± 0,500
2	4,167 ± 0,307		
3	6,000 ± 0,931		



Şekil 4.3 Çimlenme odasının görünümü

4.2.2 Çimlenme deneyinde Gerilim-2 seviyesi için yapılan istatistiksel analiz bulguları

Gerilim-2 seviyesinde yapılan deneyler sonucunda ayrılan tohumluk içinden alınan örneklerin, çimlenme deneyine ilişkin varyans analizi sonuçları, çizelge 4.8 ve 4.9’da sunulmuştur. Buna göre nem*kısım interaksyonunda nem düzeyi ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.8 Gerilim-2 seviyesinde nem x kısım interaksyonuna ait çimlenme yüzdesi değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları

Kısım	Çimlenme Gücü (%)	Nem-1 Ortalaması	Nem-2 Ortalaması
1	93,00 ± 1,88	89,33 ± 2,56	92,833 ± 0,792
2	89,17 ± 1,85		

Çizelge 4.9 Gerilim-2 seviyesinde nem x kısım interaksyonunda çimlenmeyen (boş) tohum miktarı değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları

Kısım	Nem-1 Ortalaması	Nem-2 Ortalaması
1	3,67 ± 1,45Ba	4,67 ± 1,33Aa
2	9,33 ± 1,20Aa	4,0 ± 00Ab

Çizelge 4.9’da aynı nemde farklı büyük harf taşıyan kısım ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Buna göre Nem-1 seviyesinde Kısım-1 ile Kısım-2 ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre Kısım-2’deki boş tohum adedi, Kısım-1’e göre daha fazladır.

Diğer yandan yine aynı çizelgede, aynı kısımda farklı küçük harf taşıyan nem ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Bu sonuca göre Nem-1 seviyesinde Kısım-2 ortalaması ile Nem-2 seviyesinde Kısım-2 ortalaması arasındaki fark istatistiksel olarak önem göstermektedir. Tabloda görülen Nem-1/Kısım 2 değeri, Nem-2/Kısım-2 değerinden yüksektir.

Çizelge 4.9 verilerinin tümünün birlikte değerlendirilmesi sonucunda, elektrostatik yüklemde düşük nem seviyesinin (Nem-1) göreceli olarak boş tohumları ayırmada düşük gerilimde (Gerilim-2) yüksek nem seviyesine (Nem-2) göre daha etkili olduğu sonucu elde edilebilmektedir.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırmayla elde edilen sonuçlar, bu sonuçlara uygulamaya katkısı ile mevcut literatür bilgileri ışığında değerlendirilmesi şu şekilde yapılabilmektedir.

1. Elektrostatik ayırmada Gerilim-1 (33 kV ve 4 cm mesafe) seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda yapılan istatistik analizler sonuçlarına göre; genel olarak Nem-1 (% 10.3) seviyesinin daha küçük çaplı tohumlarda, Nem-2 (% 14.8) seviyesinin ise daha büyük çaplı tohumlarda bir ayırma kriteri olabileceği belirlenmiştir.
2. Gerilim-2 (21 kV ve 2.6 cm mesafe) seviyesi için kısım x çap sınıfı interaksiyonunda, Nem-2 seviyesinin daha büyük çaplı tohumlarda elektrostatik ayırmayı farklılaştırabildiği bulgulanmıştır.
3. Gerilim-1 seviyesinde yapılan istatistik analizlerin hepsinde, D₁ çap sınıfı değerlerindeki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı çıkmaması dikkat çekici bulunmuştur. Bu çap sınıfında nem seviyelerindeki farklılıkların elektrostatik ayırmada bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.
4. Gerilim-2 seviyesi için çap sınıfı x nem interaksiyonunda yapılan istatistik analiz neticelerine göre; Nem-2 seviyesinin Nem-1'e göre daha fazla sayıdaki çap sınıfında farklılık oluşturduğu belirlenmiştir.
5. Gerilim-2'de Nem-1 seviyesinde Kısım-2'de çimlenmeyen tohum adedi, Kısım-1'e göre daha fazla elde edilmiştir. Ayrıca Nem-1/Kısım-2 değeri, Nem-2 seviyesinde Kısım-2 değerinden yüksektir. Bu sonuçlar düşük nem seviyesinin boş tohumları ayırmada daha etkili olabileceğini göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar Abdel-Salam vd. (2004) tarafından korona şarjı ile iyon bombardımanına tutulan ayırıcıda buğday tohumlarının kırıklarının sağlamlarından ayrılması konusunda yapılan çalışmada sağlanan başarıyla benzerlik taşımaktadır.
6. Deney düzeneğinde yer alan elektrot ile bant arasındaki düşey mesafenin artmasının sınıflara ayırma etkinliğini azalttığı gözlenmiştir.
7. Elektrostatik yöntemle, şeker pancarı tohumluğunun ayırma ve sınıflandırılmasına yönelik makina tasarımı çalışmalarında, elektrik alan meydana getirmede DC 40 kV ve daha üstü gerilim seviyelerinde, deşarja

neden olmayacak elektrot mesafesinde ve daha fazla sayıdaki kısımlara bölünmüş sınıflandırma tablası kullanımıyla daha etkin bir ayırmanın yapılabileceğinin göz önünde tutulmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda yapılacak benzer nitelikli araştırmalarla en uygun bant tipi ve malzemesinin belirlenmesi yerinde olacaktır.

8. Elektrostatik ayırmanın genel olarak tüm tohumluk tiplerinde uygulandığı gibi, şeker pancarı tohumluğunda da son ayırmada kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Gregg ve Billups (2010) tarafından verilen bilgilerle uyum göstermektedir. Elektrostatik ayırma şeker pancarı tohumluğunda özellikle klasik makinalarla ayırması zor olan boş tohumların ayrılmasında kullanılabilir.
9. Bunların yanında şeker pancarı tohumluğunda çeşitlere göre farklılıklar gösterebilen bin dane ağırlığı değerinin, elektrostatik yöntemle ayırmada özellikle göz önünde bulundurulması ve bu değerdeki değişimlerin elektrostatik ayırma etkinliği üzerinde oluşturabileceği etkilerin üzerinde durulması önem taşımaktadır. Bu nedenle tohumluk özelliklerinde görülebilecek değişimlerin ayırma sırasında yol açabileceği etkilerin önceden bilinmesi gerekmektedir. Yapılacak olan çalışmalarda elektrik alan oluşturmada kullanılan gerilim düzeyinin olumsuzluklara yol açmayacak şekilde önlemlerin alınmasına olanak verecek şekilde ayarının gerekli olduğu da belirlenmiştir. Bu amaçla deney düzeneği ya da makinalar üzerinde yalıtımla ilgili önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Salam, M., Ahmed, A. and El-Kishky, H. 2004. 2004 Annual Conference on Electrical Isulation and Dielectric Phenomena. Seeds Sorting by Electrostatic Separation . 0-7803-8584-5/04 2004 IEEE.
- Adamkiewicz, J., Pietrzyk, W., Zlonkiewicz, Z. and Scibisz, M. 1996. Resistance of Wheat Seeds Influenced By Tensile Forces and Electrostatic Field. International Agrophysics, vol. 10, pp. 263-267.
- Anonim. 1976. T. Ş. F. A.Ş Şeker Sanayi 1926-1977. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yayınları No: 210
- Anonim. 1986. Teknik Bülten , 1986. Tohum Islah ve Üretme A. Ş. Teknik Bülten 1986/1.
- Anonim. 2008. Web Sitesi <http://www.sekerkurumu.gov.tr/> Şeker Kurumu Yıllık Verileri (2008-2009). 2008. Erişim tarihi:01.02.2010
- Anonim. 2009. T.Ş. F.A.Ş Genel Müdürlük Beş Yıllık Faaliyet Programı (2010-2014) 2009.
- Anonymous. 1990. Streckel Schrader KG Foodstuff Machines Firması Ürün Katoloğu 1990.Hamburg . Almanya
- Anonymous. 2003. Uluslararası Tohum Test Kuralları 2003. Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA), 2003 Basserdorf , İsviçre.
- Anonymous 2007. The First Hundred Years Hilleberg 2007. Swedish.
- Anonymous 2010. SesVanderhave , 2010 Seed Technology Technical File 2010.
- Anonymous 2011. Web Sitesi http://www.seedquest.com/machinery/expo/from/seed_processingholland/graders.htm. Erişim tarihi: 25.07.2011
- Ayık, M. 1985. Ürün İşleme Tekniği ve Makineleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:957. Ankara.
- Bainer, R., Kepner, R.A., and Barger, E.L. 1977. Tarım Makinelerinin Esasları (Çeviri: Y. Özdemir, T. Kurtay). İ.T.Ü Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yayınları: 116, İstanbul.
- Bornscheuer, E. 1971. Şeker Pancarı Tohum Ekim ve Bakımı. Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Şeker Enstitüsü Yayınları. No: 178, Çeviren: Rıza Günay 1971. Etimesgut, Ankara.

- Çilingir, İ. ve Dursun, E. 1990. Tarım Makinaları Bilim ve Tekniği Cilt 2, No.1 s55-59, 1990. Ankara
- Dursun, E. 1992.Elektrostatik Ayırma ile Tohum Temizleme. Tarım Makineleri Bilimi ve Tekniği Cilt 2.No.2 S.61-66,1992 Ankara.
- Eckhoff, J. 2001. Nitrojen Management of Sugarbeet. Proceeding, Montana/Wyoming Sugarbeet Symposium, 50-52. MSU Eastem Agricultural Research Center 1502 N. Central Ave, Sidney, MT.
- Elçi, Ş., Geçit, H.H, Kolsarıcı, Ö. 1994. Tarla Bitkileri, Ankara Üniversitesi Yayınları, s1. 55-161, Ankara.
- Er, C. ve Uranbey, S. 2004. Nişasta ve Şeker Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:1538. Ankara.
- Erbaş, S. 1981. Pancar Tohumunun İşlenmesi Esasları . Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Tohum İşleme Fabrikası.1981. Etimesgut, Ankara.
- Erdal, M. 2002. İkinci Ulusal Şeker Pancarı Üretimi Sempozyumu, Şeker Pancarı Üretiminde Verim ve Kalitenin Yükseltilmesi. 10-11 Eylül 2002. Ankara.
- Evcim, Ü., Yağcıoğlu, A., Alayunt, F. N. 2005. Tohum Bilimi ve Teknolojisi Cilt 1, Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2005. Bornova, İzmir.
- Gregg, B., Billups, G., 2010. Seed Conditioning Technology Volume One-a, Science Publishers ,Enfield , New Hampshire. 2010. USA.
- Gregg, B., Billups, G., 2010. Seed Conditioning Technology Volume Two-b, Science Publishers ,Enfield , New Hampshire. 2010. USA.
- Hacıseferoğulları, H. 2005. S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35) , 2005, 30-40.2005.Konya
- Harmond, J. E., Brandenburg, N. R., Booster, D. E. 1961. Seed Cleaning by Electrostatic Seperation . Agricultural Engineering vol:42, no ,1, p:22-25.1961. Michigan .
- İdemen, M. 1990. Elektromagnetik Alan Teorisinin Temelleri . İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Sayı: 147. 1981 İstanbul.
- İlisulu, K. 1986. Nişasta-Şeker Bitkileri ve Islahı. Ankara Üniversitesi Yayınları. No.960,Ders Kitabı No.279, Ankara.

- Kasap E., Engürülü B, Çiftçi E, Kılınç K.S, Gölbaşı M, Akurt M. 1998. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makineleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dıgmem. Ankara.
- Kerdonfag, P., Klinsa-ard, C., Protivejku, S., and Khanngern W. 2004. Electric Field Application: Grass Seed Seperation Machine From Broken Milled Rice BY Electric Field Technique. İnternational Symposium on Electromagnetic Competibility: 892-895, Sendai.
- Kün, E., Avcı, M., Harmanşah, F., Şahin İ., Kayımoğlu., Duman, S. R. 1995. Tohumluk Kullanımı ve Üretimi IV.Türkiye Ziraat Mühendisleri Teknik Kongresi 09-13 Ocak 1995 T.C Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 26, 927-939, Ankara.
- Lelieveld, S., Notemans, S., and Haan, S. W. H. 2007.Food Preservation by Pulsed Electric Fields . CRC Pres, p: 363, England.
- Lynikiene, S. 2001.Carrot Seed Preparation in a Corona Discharge Field.Agricultural Engineering İnternational, Vol. III, CIGR Journal Of Scientific Research and Development.
- Meyer, U., Kockelmann, A. 2006. Sugar Beet. (Ed. Draycott A.P.) Chapter 5. sayfa 89-112.
- Mohsen, N. 1980. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach, Science Publishers, Inc., New York , p: 742.
- Morar, R., Munteanu R., Simion, E. 1995. Electrostatic Treatment of Bean Seeds.0-7803-3008-0/95 1995 IEEE.
- Mutaf, E. 1961. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makineleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir.
- Önal, G. 1974. Mazıdağı Bölgesindeki Kalkerli Fosfatların Elektro –Statik Ayırma Yöntemi ile Zenginleştirilmesi. Madencilik Dergisi, XIII(7):39-44.
- Önal, H. 1984. Elektrostatik. Elektrotekniđe Giriş Cilt 1.Çađlayan Kitapevi. 1984. İstanbul.
- Özgür, O. 1986. Şeker ve Şeker Pancarındaki Oluşumu. Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Şeker Enstitüsü Yayınları 1986. Etimesgut. Ankara.
- Perry, D.A. and Harrison, J.G. 1974. Studies on Sensivity of Monogerm Sugar Beet Germination to Water. Ann. Appl. Biol.(77). 51-60

- Pollack, G. ve Stump, D. 2004. Elektromanyetik Teori. Gazi Kitapevi. Çeviri Editörleri : Türköz Ş., Aydın, Z., Z., Zengin, M., .2004 . Ankara
- Pozeliene , A. 2001. İnfluence of Electric Field on the Quality of Flaxseed. Agricultural Engineering İnternational, Vol. III, CIGR Journal of Scientific Research and Development.
- Pozeliene , A., Lynikiene, S., Sapailaite , I. and Sakaluaskas, A. 2008. Utilization of Strong Electric Field for Special Cleaning Buckwheat Seeds. Agronomy Research, 6 (Special Issue), pp. 291-298.
- Şehirali, S. 2002. Tohumluk ve Teknolojisi, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 2002.
- Thomson, J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. Leonard Hill, Scotland.
- Vaughhan, C.E., Gregg, B.R. and , Delouche J.C. 1968. Seed Processing And Handling. Mississippi State University Seed Technology Laboratory, Mississippi.
- Yönak, Y. 1962. Taneli Ürünler Temizleme Cihazları . Posta Matbaası Ltd. Şti. 1962. Ankara.
- Weiss, L.C., and., Thibodeaux, D.P. 1984. Seperation Of Seed By-Products by an Electric Field. Journal of American Oil Chemists Society, 61(5), 886-890.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zülfi SARIPINAR

Doğum Yeri : Pülümür - Tunceli

Doğum Tarihi : 18. 01. 1972

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Aydınlikevler İnönü Lisesi , 1989

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 1995

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Eylül 2008 –Eylül 2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

T. Ş. F. A. Ş Erzurum Şeker Fabrikası H. Kale Ziraat Bölge Şefliği,1998 - 2002

T. Ş. F. A. Ş Turhal Şeker Fabrikası Merkez Ziraat Bölge Şefliği, 2002 - 2005

T. Ş. F. A. Ş Yozgat Şeker Fabrikası Kadışehri Ziraat Bölge Şefliği, 2005- 2007

T. Ş. F. A. Ş Tohum İşleme Fabrikası 2007 -