

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet AKYOL

**BUĞDAY VE ADI FİĞ TOHUMLARININ KARIŞIMININ
AYRILABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BUĞDAY VE ADI FIĞ TOHUMLARININ KARIŞIMININ
AYRILABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ahmet AKYOL

YÜKSEK LİSANS

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu Tez 16/06/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Ahmet İNCE Prof. Dr. Emin GÜZEL Yrd. Doç.Dr. Selçuk UĞURLUAY
Danışman Üye Üye

Bu Tez Enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BUĞDAY VE ADİ FİĞ TOHUMLARININ KARIŞIMININ
AYRILABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ahmet AKYOL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Ahmet İNCE

Yıl : 2010 Sayfa : 87

Jüri : Doç. Dr. Ahmet İNCE

: Prof. Dr. Emin GÜZEL

: Yrd. Doç. Dr. Selçuk UĞURLUAY

Bu çalışmada buğday ve adi fiğ karışımını birbirinden ayrılabilme olanaklarının belirlenmesi için ürünlere ait boyut, geometrik ortalama çap, eşdeğer kürenin çapı, küresellik yüzdesi, kritik hız, sürtünme katsayısı ve renk gibi bazı fiziksel ve aerodinamik özellikleri belirlenmiştir. Buğday ve adi fiğ boyutları arasında önemli farklılıklar bulunurken, geometrik ortalama çap ve eşdeğer küre çap değerleri arasındaki farkın çok fazla olmadığı saptanmıştır. Adi fiğin küresellik, tane ağırlığı, izdüşüm alanı, kritik hız değerleri buğdayınkinden büyük bulunmuştur. Bununla birlikte, buğdaya ait statik ve dinamik sürtünme katsayıları ile aerodinamik sürüklenme katsayısı değerlerinin adi fiğinkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buğdayın $L*a*b$ değerleri daha yüksek bulunmuştur. Karışımın ayrılması için ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinden oluşan bir selektör kullanılmıştır. Ayırma işlemi sonrasında karışım içindeki adi fiğin % 95.6'sı, buğdayın % 66.7'si alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, adi fiğ, mekanik ve fiziksel özellikler, tohum temizleme.

ABSTRACT

MSc THESIS

A RESEARCH ON DETERMINATION OF SEPARABILITY OF MIXTURE OF WHEAT AND VETCH SEEDS

Ahmet AKYOL

**DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ahmet İNCE

Year: 2010, Pages: 99

Jury : Assoc. Prof. Dr. Ahmet İNCE

: Prof. Dr. Emin GÜZEL

: Asst. Prof. Dr. Selçuk UĞURLUAY

In this study, for determining of separability of mixture of wheat and vetch seeds, some physical and aerodynamic properties such as dimension, geometric mean diameter, diameter of a sphere of the same volume, sphericity, projected area, critical speed, friction coefficient and optical properties were obtained. While the dimensions of the seeds are significantly different from each other, the values of the geometric mean diameter and diameter of a sphere of the same volume are not so various. Moreover, it was determined that the sphericity, seed weight, projected area, critical speed of the vetch seed was bigger than the wheat seed. However, for the wheat seed, the static and dynamic friction coefficient and the coefficient of aerodynamic drifting values were found higher than vetch seed. L^*a*b values of the wheat seed were also found higher compared with vetch seed. Separation efficiency for wheat and vetch was obtained as 66.7% and 95.6%, respectively.

Key Words: Wheat, common vetch, physical and mechanical specifications, seed cleaner.

TEŞEKKÜR

“Buğday ve adi fiğ tohumlarının karışımının ayrılabilirliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmamın seçiminde, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında önemli düzeyde katkılarda bulunan danışman hocam sayın Doç. Dr. Ahmet İNCE’ye en içten teşekkürlerimi sunarım. Bilgilerini benimle paylaşan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü hocalarıma, araştırmanın yürütülmesi için imkan sağlayan Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yetkililerine, çalışma sırasında bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma, çalışmanın yürütülmesinde bana destek veren ve sabır gösteren eşime ve çocuklarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Buğday.....	2
1.2. Fiğ.....	3
1.2.1. Adi Fiğ.....	3
1.3. Taneli Ürünleri Temizleme ve Sınıflandırma Yöntemleri.....	5
1.3.1. Tanelerin Boyut Özelliklerine Göre Ayrılması.....	6
1.3.2. Aerodinamik Sınıflandırmanın Temel İlkeleri ve Tanelerin Aerodinamik Özelliklerine Göre Ayrılması.....	8
1.3.3. Tanelerin Yoğunluk ve Özgül Ağırlık Özelliklerine Göre Ayrılması	10
1.3.4. Tanelerin Esneklik Özelliklerine Göre Ayrılması.....	10
1.3.5. Tanelerin Şekil Özelliklerine Göre Ayrılması.....	11
1.3.6. Tanelerin Dış Yüzey Özelliklerine Göre Ayrılması.....	11
1.3.7. Tanelerin Şekil ve Dış Yüzey Yapısına Göre Ayrılması.....	11
1.3.8. Tanelerin Renk Özelliklerine Göre Ayrılması.....	12
1.3.9. Tanelerin Elektriksel Özelliklerine Göre Ayrılması.....	12
1.3.10. Tanelerin Mekanik Özelliklerine Göre Ayrılması.....	12
1.4. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makineleri.....	13
1.5. Sabit Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Tesislerinde Kullanılan Üniteler.....	14
1.5.1. Kılçık Kıran Ünitesi.....	14
1.5.2. Elevatörler.....	15
1.5.3. Ön Temizleme Düzeni ve Elekler.....	16

1.5.4. Triyör Ünitesi	18
1.5.4.1. Silindirik Triyör.....	18
1.5.4.2. Diskli Triyör.....	19
1.5.5. Gravite Ünitesi.....	20
1.5.6. Hava Akımlı Ayırma Ünitesi.....	22
1.5.7. İlaçlama Ünitesi.....	24
1.5.8. Torbalama ve Tartma Ünitesi.....	24
1.6. Çalışmanın Amacı.....	24
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.1.1. Buğday ve Fiğ Tanelerinin Özelliklerini Belirlemede Kullanılan Alet ve Cihazlar.....	36
3.1.1.1. Düşey Borulu Kritik Hız Ölçme Düzeneği.....	36
3.1.1.2. Lloyd Biyolojik Test Cihazı.....	38
3.1.1.3. Hassas Elektronik (Dijital) Terazî.....	38
3.1.1.4. Dijital Kumpas	39
3.1.1.5. Hektolitre Ölçüm Düzeneği	39
3.1.1.6. Eğik Düzlem	40
3.1.1.7. Nem Ölçer	40
3.1.1.8. Mezür.....	41
3.1.1.9. Spektrometre Cihazı (Renkölçer).....	42
3.1.2. Karışımı Ayırmada Kullanılan Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları ve Üniteleri.....	42
3.1.2.1. Ön Eleme Ünitesi	43
3.1.2.2. Gravite Ünitesi (Hafif Tane Ayırma Makinesi).....	44
3.1.2.3. Triyör Ünitesi	45
3.2. Yöntem	46
3.2.1. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Fiziksel ve Aerodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	46
3.2.1.1. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Boyut Özellikleri Belirlenmesi	46

3.2.1.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Şekil Özellikleri Belirlenmesi .	46
3.2.1.3. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi	48
3.2.1.4. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Nem İçeriklerinin Belirlenmesi	48
3.2.1.5. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Hacim Ağırlıkları Belirlenmesi	48
3.2.1.6. Buğday ve Fiğ Tanelerinin Yoğunluklarının Belirlenmesi.....	49
3.2.1.7. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin İzdüşüm Alanlarının Belirlenmesi	49
3.2.1.8. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Kritik Hız Değerlerinin Belirlenmesi	50
3.2.1.9. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Aerodinamik Sürüklenme Katsayılarının Belirlenmesi	51
3.2.1.10. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Optik (Renk) Özelliklerinin Belirlenmesi	52
3.2.1.11. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi	53
3.2.2. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi .	53
3.2.2.1. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Ön Eleme Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi.....	54
3.2.2.2. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Gravite Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi.....	57
3.2.2.3. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Triyör Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi.....	59
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	61
4.1. Buğday ve Adi Fiğ Çeşitlerinin Fiziksel ve Aerodinamik Özellikleri	61
4.1.1. Buğday ve Adi Fiğ Çeşitlerinin Boyut Özellikleri	61
4.1.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Şekil Özellikleri	62
4.1.3. Buğday ve Adi Fiğin Tek Tane Ağırlığı	63
4.1.4. Buğday ve Adi Fiğin Hacim Ağırlığı, Yoğunluk ve Nem İçeriği	63
4.1.5. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin İzdüşüm Alanları	64
4.1.6. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Kritik Hız Değerleri	65

4.1.7. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Aerodinamik Sürüklenme Katsayıları.....	66
4.1.8. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Renk Özellikleri.....	67
4.1.9. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Sürtünme Katsayıları.....	67
4.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinalarında Ayrılma Oranları.....	73
4.2.1. Adi Fiğ Tanelerinin Ön Eleme Ünitesinde Ayrılma Oranları	74
4.2.2. Adi Fiğ Tanelerinin Gravite Ünitesinde Ayrılma Oranları	74
4.2.3. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Triyörde Ayrılma Oranları.....	75
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Çeşitli devrelerde biçilen adi fiğın kuru ot, tane ve samanının kimyasal kompozisyon (%)	4
Çizelge 3.1. Karışımın deneme öncesi ağırlık olarak bazı özellikleri	36
Çizelge 3.2. Ön eleme ünitesinin bazı teknik özellikleri	44
Çizelge 3.3. Gravite ünitesinin bazı teknik özellikleri	44
Çizelge 3.4. Triyör ünitesinin bazı teknik özellikleri	46
Çizelge 4.1. Buğday ve adi fiğ tanelerinin boyut özellikleri	61
Çizelge 4.2. Buğday ve adi fiğ tanelerinin şekil özellikleri	62
Çizelge 4.3. Buğday ve adi fiğın tane ağırlıkları (mg)	63
Çizelge 4.4. Buğday ve adi fiğın hacim ağırlığı, yoğunluk ve nem içeriği	64
Çizelge 4.5. Buğday ve adi fiğ tanelerinin izdüşüm alanları (mm ²)	65
Çizelge 4.6. Buğday ve adi fiğ tanelerinin kritik hız değerleri (m/s)	65
Çizelge 4.7. Buğday ve adi fiğ tanelerinin aerodinamik sürüklenme katsayısı	66
Çizelge 4.8. Buğday ve adi fiğ tanelerinin renk özellikleri	67
Çizelge 4.9. Tanelerinin eğik düzlemde statik sürtünme katsayısı	67
Çizelge 4.10. Buğday tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları.....	68
Çizelge 4.11. Buğday tanelerinin dinamik sürtünme katsayıları grafiği	68
Çizelge 4.12. Buğday tanelerinin statik sürtünme katsayıları grafiği.....	68
Çizelge 4.13. Buğday dinamik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu	69
Çizelge 4.14. Buğdayda dinamik sürtünme katsayısı yüzey –ilişkisi.....	69
Çizelge 4.15. Buğday dinamik sürtünme katsayısı - hız ilişkisi	70
Çizelge 4.16. Buğday statik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu.....	70
Çizelge 4.17. Buğday statik sürtünme katsayısı yüzey – ilişkisi	70
Çizelge 4.18. Adi fiğın tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları.....	71
Çizelge 4.19. Adi fiğın tanelerinin dinamik sürtünme katsayıları grafiği	71
Çizelge 4.20. Adi fiğın tanelerinin statik sürtünme katsayıları grafiği	71
Çizelge 4.21. Adi fiğın dinamik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu	72
Çizelge 4.22. Adi fiğın dinamik sürtünme katsayısı yüzey – ilişkisi	72
Çizelge 4.23. Adi fiğ statik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu.....	73

Çizelge 4.24. Adi fiğ statik sürtünme katsayısı yüzey – ilişkisi	73
Çizelge 4.25. Selektörün buğdayı ve adi fiği ayırma oranları (toplamda).....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Buğday bitkisi ve tanesi	2
Şekil 1.2. Adi fiğ bitkisi ve tanesi	4
Şekil 1.3. Ürünlerin boyut özellikleri	6
Şekil 1.4. Yuvarlak delikli ve kare tel eleklerde tane durumları.....	6
Şekil 1.5. Uzun (oblong) delikli elekte tane durumları	7
Şekil 1.6. Tohumların triyör yüzeyi üzerinde ayrılması	7
Şekil 1.7. Düşey bir hava kanalında taneye etki eden kuvvetler.....	8
Şekil 1.8. Tanelerin vantilasyon veya aspirasyonla ayrılması	10
Şekil 1.9. Taşınabilir tohum temizleme makinesi (selektör) ve parçaları	13
Şekil 1.10. Sabit tohum temizleme ve sınıflandırma tesisinin görüntüsü.....	14
Şekil 1.11. Kılçık kırıcı.....	15
Şekil 1.12. Kovalı elevatör.....	15
Şekil 1.13. Genel yapılarına göre elek tipleri.....	16
Şekil 1.14. Delik şekillerine göre elek tipleri.....	17
Şekil 1.15. Eleklerde kullanılan temizleyiciler	18
Şekil 1.16. Silindirik triyörün çalışma şekli.....	19
Şekil 1.17. Diskli triyörün çalışma şekli	20
Şekil 1.18. Hafif tane ayırıcı resmi ve şematik görünüşü	20
Şekil 1.19. Gravite tablası şemaları	21
Şekil 1.20. Hava akımlı ayırma ünitesi.....	23
Şekil 1.21. Buğday – adi fiğ karışımı	25
Şekil 3.1. Buğday–adi fiğ karışımından görüntüler.....	35
Şekil 3.2. Düşey borulu kritik hız ölçme düzeneği ve parçaları	37
Şekil 3.3. Düşey borulu kritik hız ölçme düzeneği şeması	37
Şekil 3.4. Lloyd biyolojik materyal test cihazı.....	38
Şekil 3.5. Elektronik terazi.....	39
Şekil 3.6. Dijital kumpas.....	39
Şekil 3.7. Hektolitre ölçüm düzeneği.....	40
Şekil 3.8. Eğik düzlem.....	40

Şekil 3.9. Nem ölçer	41
Şekil 3.10. Mezür	41
Şekil 3.11. Spektrometre cihazı.....	42
Şekil 3.12. Kılçık kırıcı ve ön eleme ünitesinin şeması	43
Şekil 3.13. Gravite ünitesinin şematik görünüşü ve resmi	45
Şekil 3.14. Triyör ünitesinin şematik görünüşü ve resmi	45
Şekil 3.15. Buğday ve adi fiğ tanelerinin konumları.....	50
Şekil 3.16. Lloyd biyolojik materyal test cihazı şeması	53
Şekil 3.17. Kılçık kırıcı ve ön eleme ünitesi	54
Şekil 3.18. Ön eleme ünitesi şeması.....	55
Şekil 3.19. 3.75 mm \square elek üstü.....	56
Şekil 3.20. Elek altları.....	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
d	: Devir
da	: Dekar
g	: Yerçekimi ivmesi
gr	: Gram
ha	: Hektar
HP	: Güç birimi
k.b.	: Kuru bazda
kg	: Kilogram
kW	: Kilowat
N	: Azot
N	: Newton
m	: Metre
mg	: Miligram
min.	: Dakika
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mmSS	: Milimetre su sütunu
Pa	: Basınç Birimi
s	: Saniye
vb	: Ve benzeri
∅	: Yuvarlak delikli elek delik çapı
▭	: Oblong delikli elek delik genişliği
△	: Eşkenar üçgen delikli elek delik kenar uzunluğu
°	: Açı

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artmasına karşın tarım yapılabilecek alanlar sınırlıdır. Bu nedenle, insanoğlunun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızda bitkisel ve hayvansal üretimi artırmak büyük önem taşımaktadır.

Bitkisel besinlerin üretimini artırmak için birim alandan bol, kaliteli ve ekonomik ürün alınmalıdır. Hayvansal üretimi artırmak için ise hayvanların dengeli ve yeterli beslenmesi gerekir. Bu gereklilik hayvan sayısına oranla yeterli ve kaliteli miktarda bitkisel yem kaynaklarının sağlanması ile gerçekleştirilebilir.

Beslenme sorunlarından bir diğeri ise tahıllarda yeterli verim artışının sağlanamamasıdır. Son yıllarda baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin karışımlar halinde ekilmesi bu sorunun çözümüne yönelik araştırmaların başında gelmektedir.

Yapılan çalışmalar baklagil ve buğdaygillerin karışık ekimlerinin bu bitkilerin tekli ekimlerine göre bir takım avantajları olduğunu göstermiştir. Bunların başında toplam kuru madde veriminin artması, yemin protein oranı ve kalitesinin yükselmesi, gübre ihtiyacının azalması, hastalık, yabancı ot ve zararlı yoğunluğunun azalması ve bir sonraki ürünün veriminde artış olması sayılabilir. Bunun yanında son yıllarda önem kazanan silaj yapımında karışımların önemli bir paya sahip oldukları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Ülkemizde baklagil ve buğdaygil karışımları ile yapılan çalışmalar buğdaygillerde arpa, buğday, çavdar ve yulaf üzerinde yoğunlaşmıştır. Tüm yöntemlerin birlikte irdelendiği çalışma sayısı yeterli değildir. Karışım denemesi yürüten araştırmacılar alternatif ekim ya da aynı sıraya karışık ekim ile denemelerini gerçekleştirmişlerdir (Çakmakçı ve ark., 2005).

Fiğ türlerinin tarımı oldukça yaygındır. Yarı tropik iklim kuşağından, karasal iklimin hüküm sürdüğü alanlara; serin ve nemli bölgelerden yarı kurak bölgelere kadar geniş alanda tarımı yapılmaktadır. Ülkemizde değişik ekolojilerde fiğ türleri tohum ve kuru ot üretimi amacıyla yaygın olarak yetiştirilmektedir. Fiğ türleri koca fiğ dışında gövdelerinin zayıf olması nedeniyle kolayca yatarlar. Yatan fiğ zor hasat edildiği gibi bitkilerin alt kısımlarında çürümeler başlar. Bu nedenle kaliteli ot üretimi için fiğin tahıllarla karışık yetiştirilmesi önerilmektedir. Böylece bitkiler

tahıllara sarılarak dik olarak gelişir. Bu durumda hasat daha kolay olacağı gibi, otun verim ve kalitesi de artmaktadır.(Anonymous, 2010a).

1.1. Buğday

Buğday, buğdaygiller (*Poaceae*) familyasının *Triticum* cinsinden bütün dünyada ıslahı yapılmış tek yıllık otsu bitki türlerinin ortak adıdır. Karasal iklimi tercih eden ve mısır ile birlikte dünya çapında ikinci en fazla ekimi yapılan tahıldır. Buğday; un, ve yem üretilmesinde kullanılan temel bir besin maddesidir. Kabuğu ayrılabilceği gibi kabuğu ile de öğütülebilir. Buğday aynı zamanda çiftlik hayvanları için bir yem maddesi olarak da yetiştirilmektedir (Anonymous, 2010b). Ülkemizde buğday yaklaşık 80 900 ha alanda ekilmekte, üretim de yıldan yıla değişmekle birlikte 20 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Dekardan alınan verim 210-230 kg arasındadır (Anonymous, 2010c).



Şekil 1.1. Buğday bitkisi ve tanesi

1.2. Fiğ (*Vicia*)

Fiğ (*Vicia*) türlerinin yarı tropik iklim kuşağından, karasal iklimin hüküm sürdüğü alanlara, serin ve nemli bölgelerden yarı kurak alanlara kadar, çok geniş bir alanda tarımı yapılmaktadır.

Tür zenginliğine karşılık ancak birkaç fiğ türü tarımsal açıdan önem taşımaktadır. Bu türler içerisinde en çok yetiştirilen türler adi fiğ, tüylü fiğ ve bakladır.

1.2.1. Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.)

Adi fiğ (*Vicia Sativa* L.) birçok ülkede en önemli yem bitkileri arasında yer almakta ve genel olarak tane veya kuru ot bitkisi olarak değerlendirilmektedir (Çakmakçı ve ark, 1996). Yurdumuzda da en fazla yetiştirilen yem bitkilerinden birisidir. Ülkemizde adi fiğ yaklaşık 580 000 hektar alanda ekilmekte, kaba yem üretimi 2 141 422 ton (TUİK, 2009) ve tohumluk üretimi 871 ton (Anonymous, 2010d) civarında gerçekleşmektedir. Bugün hemen her yöremizde tarımı yapılan adi fiğin ekim alanı yıldan yıla giderek artmaktadır. Genel olarak kıyı bölgelerimizde yeşil ve kuru ot, iç bölgelerimizde ise tane (tohum) üretimi amacı ile yetiştirilir. Adi fiğ otu çok lezzetli ve besleyicidir. Her türlü hayvanın beslenmesinde başarı ile kullanılır. Adi fiğ taneleri kırılarak hayvanlara yedirilebilir.

Tanelerde protein oranı % 20'nin üzerindedir. Tane üretimi için hasat edilen fiğden elde edilen saman iyi bir hayvan yemidir. Adi fiğ otu ve tanesi birçok mineral madde ve aminoasit yönünden de zengindir. Adi fiğ, toprağı fazla yormayan bir bitkidir. Aksine ot veya tohum için yetiştirilen adi fiğ, bıraktığı kök ve anız artıkları ile toprağın organik madde oranını arttırır. Diğer baklagil yem bitkileri gibi adi fiğ de toprakta azot biriktirme özelliğine sahiptir. Adi fiğ kendisini takip eden ürüne 10 kg/da kadar N bırakmaktadır.

Adi fiğ yere yatık büyüdüğü için biçerdöver ile doğrudan hasadı oldukça güçtür. Ancak düzgün tarlalarda biçerdöver tablası aşağıya indirilerek doğrudan hasat yapılabilir. Orta ve Doğu Anadolu Bölgelerinde kurak şartlarda dekara tane

verimi 50-100 kg'a kadar, verimli tarlalarda ve yağışlı yıllarda bu verim 150 kg'a kadar çıkabilir. İç bölgelerimizin sulanabilen yerlerinde ve kıyı bölgelerimizde verim 120-300 kg/da arasında değişir. (Açıkgöz, 2001). Uygun devrede biçilmiş ve kurutulmuş fiğ otu yüksek oranda ham protein içerir (Çizelge 1.1).



Şekil 1.2. Adi fiğ bitkisi ve tanesi

Çizelge 1.1. Çeşitli devrelerde biçilen adi fiğın kuru ot, tane ve samanın kimyasal kompozisyon (%)

	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Selüloz	N-siz Öz Madde
Kuru Ot	23.9	2.9	24.4	36.4
Erken Çiçek	16.8	1.9	22.7	49.4
Çiçekte Tohum Olgunluğu	15.0	2.7	28.7	45.3
Tane	28.0	1.8	6.8	55.3
Saman	4.9	1.2	36.3	36.0

1.3. Taneli Ürünleri Temizleme ve Sınıflandırma Yöntemleri

Karışık yetiştirilerek birlikte hasat edilen ürünlerin birbirinden ayrılmasında ürün özelliklerine bağlı olarak birçok yöntem kullanılabilir. Bu yöntemlerin seçiminde karışımı oluşturan ürünlerin fiziksel, mekanik ve aerodinamik özellikleri ön plana çıkmaktadır. Ayırmanın kolay ve etkin şekilde yapılabilmesi ürünün ortak özelliklerin azlığı ile ilgilidir. Fiziksel olarak birçok ortak özelliğe sahip olan ürünlerin ayrılması oldukça zordur. Bütün bunlar göz önüne alındığında ayırma için kullanılacak yöntem seçilebilir ve bu amaçla kullanılacak makinalar yeniden tasarlanabilir ya da düzenlenebilir. Bu nedenle ürünlerin ayrılmasında kullanılacak fiziksel özelliklerin laboratuvar koşullarında önceden saptanması gereklidir.

Tarım ürünleri farklı kriterler esas alınarak sınıflandırılmalarına rağmen ağırlıklı olarak;

- Fiziksel özelliklerine,
- Mekanik özelliklerine,
- Isısal özelliklerine,
- Elektriksel özelliklerine
- Optik özelliklerine

göre sınıflandırılmaktadırlar (Güzel ve ark., 1999).

Tahıllar gibi granüle yapıya sahip ürünlerin ayrılıp sınıflandırılmasında ise boyut ve aerodinamik özelliklere göre sınıflandırma yapan makinaların kullanımı yaygındır.

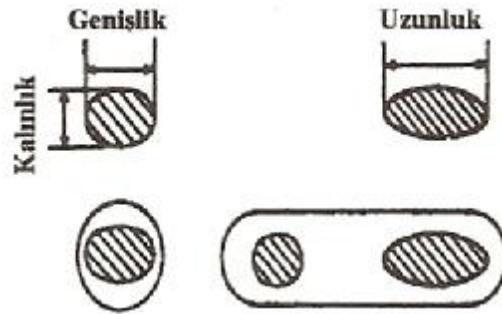
Hasat ve harmanlama sonunda elde edilen tarımsal ürünlerin istenmeyen yabancı maddelerden ayrılmasında ve esas bitki tanelerinin kendi aralarında sınıflandırılmasında, tanelerin belirgin fiziksel ve mekanik özelliklerinden yararlanılır. Bunlar, ürünlerin geometrik şekilleri (boyut, şekil), aerodinamik özellikleri, yüzey şekli ve durumu, özgül ağırlıkları, mekanik özellikleri (sertlik, elastikiyet), elektriksel özellikleri ve renktir (Ülger, 1985; Evcim, 1991; Güzel ve ark., 1999).

Tarım makinalarının amacına uygun bir şekilde tasarlanabilmesi ve ayarlanabilmesi için, tasarım sırasında istenen parametrelerin doğru olarak

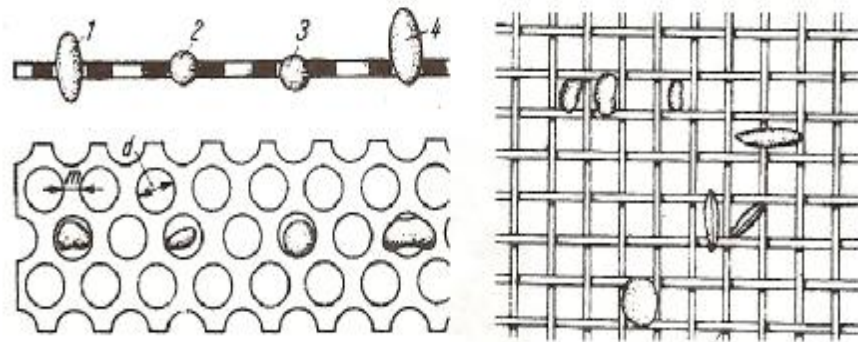
belirlenmiş olması gerekmektedir. Tasarım sırasında ürünlerin hangi özelliklerinin yararlı olacağı bilinmeli ve bu özellikler laboratuvar koşullarında önceden saptanmalıdır (Yağcıoğlu, 1996).

1.3.1. Tanelerin Boyut Özelliklerine Göre Ayrılması

Boyut özelliklerine göre ayırma uygulamada en çok kullanılan yöntemdir. Uzunluk, genişlik ve kalınlık boyutlarından (Şekil 1.3) herhangi biri bakımından farklılık gösteren tane ve yabancı maddeler bu özelliklerine göre birbirlerinden mekanik olarak kolayca ayrılabilirler (Kasap ve ark., 1998).

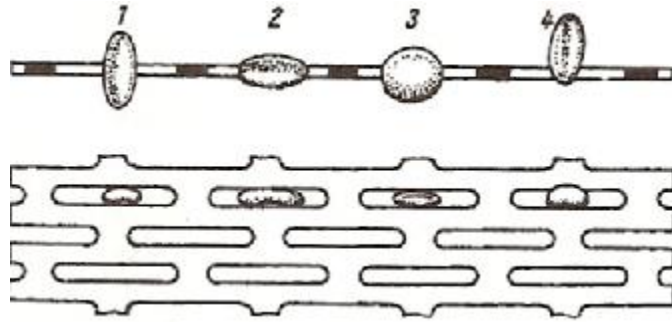


Şekil 1.3. Ürünlerin boyut özellikleri (Kasap ve ark., 1998).



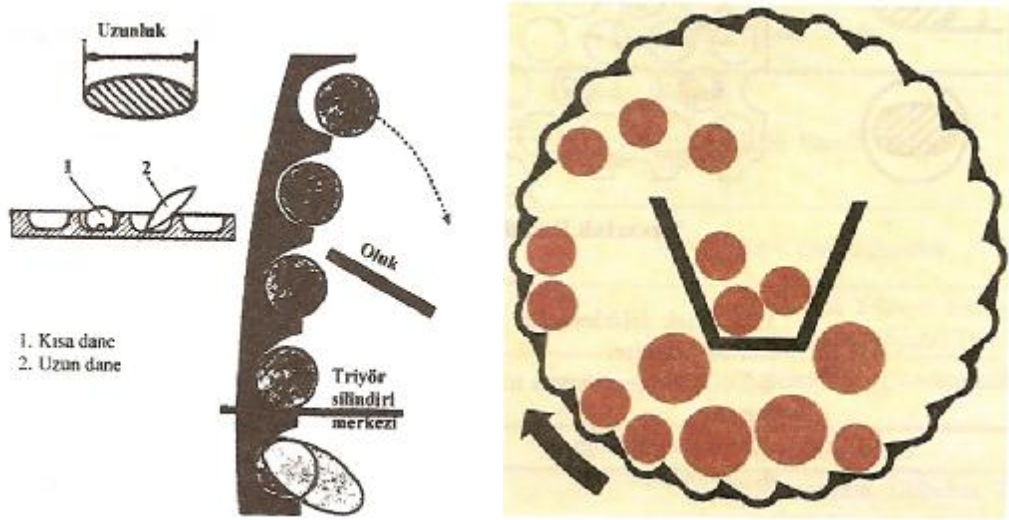
Şekil 1.4. Yuvarlak delikli ve kare tel eleklerde tane durumları (Kasap ve ark., 1998).

Taneleri genişliklerine göre ayırmada yuvarlak delikli elekler veya kare şeklinde dokunmuş tel elekler (Şekil 1.4) kullanılır. (Kasap ve ark., 1998).



Şekil 1.5. Uzun (oblong) delikli elette tane durumları (Kasap ve ark., 1998).

Taneleri kalınlıklarına göre ayırmada uzun (oblong) delikli eleklerin (Şekil 1.5) kullanılması uygundur. Deliklerden sadece ince tanelerin geçmesi istenildiğinden kalınlıkları delik genişliğinden daha az olmalıdır (Kasap ve ark., 1998).



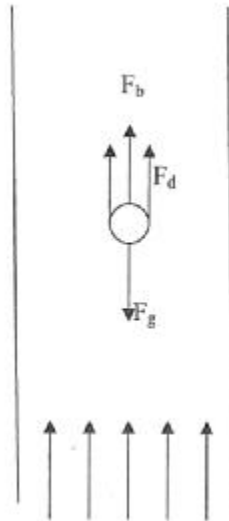
Şekil 1.6. Tohumların triyör yüzeyi üzerinde ayrılması (Kasap ve ark.,1998).

Taneleri uzunluklarına göre ayırmada üzerinde küre şeklinde yuvalar bulunan triyörler kullanılır. Yuvalara giren uzun taneler yuvarlak ve daha kısa taneler kadar yuvalara iyice yerleşemezler. Dolayısıyla ağırlık merkezi dışarıda kalan uzun taneler dengelerini kısa tanelere oranla daha çabuk bozacağından daha erken düşerler. Kısa taneler ise daha uzun süre yuvalarda kalarak yükselir ve bir oluk içerisine düşerler.

Böylece taneler uzunluklarına göre birbirlerinden ayrılırlar (Şekil 1.6). Yuva çaplarının birbirinden ayrılması istenen tanelerin uzunluk ölçüleri arasında olması gerekir (Kasap ve ark., 1998).

1.3.2. Aerodinamik Sınıflandırmanın Temel İlkeleri ve Tanelerin Aerodinamik Özelliklerine Göre Ayrılması

Taneli ürünler düşey hava akımı içine bırakıldıklarında aşağıdaki kuvvetlerin etkisine girerler (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Düşey bir hava kanalında taneye etki eden kuvvetler

F_g : Yerçekim kuvveti (N)

F_b : Havanın kaldırma kuvveti (N)

F_d : Hava akımının tanelere karşı gösterdiği direnç (N)

Burada;

$$F_g = G_t = m_t g \quad (1.1)$$

m_t : Ürün tanesinin kütlesi (kg)

g : Yerçekim ivmesi (m/s^2)

Doğrusal (laminar) akım koşullarında tanenin hava akımına karşı gösterdiği direnç kuvveti Stoke Kuralı yardımıyla belirlenebilir (Mohsenin, 1980).

$$F_d = 3\pi\eta_a d_e V_a \quad (1.2)$$

Doğrusal olmayan (türbülanslı) akım koşullarında;

$$F_d = \frac{CA_t \gamma_a (V_a - u)^2}{2} \quad (1.3)$$

Eşitlikte;

η_a : Havanın mutlak viskozitesi (kg-s/m²)

d_e : Taneye eşdeğer kürenin çapı (m)

C : Aerodinamik sürüklenme katsayısı (-)

A_t : Ürün tanesinin hava akımına dik düzlemdeki izdüşüm alanı (m²)

γ_a : Havanın yoğunluğu (kg/m³) (20 °C ve 10.5 Pa basınçtaki hava için $\gamma_a = 1.19$ kg/m³)

V_a : Hava hızı (m/s)

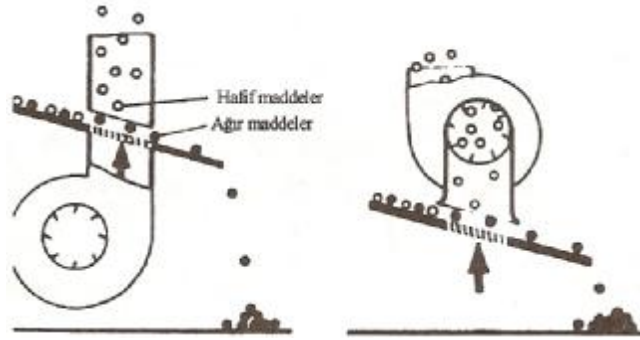
u : Ürün tanesinin hızı (m/s)

Şekil 1.7 incelenirse tanenin hareketi için aşağıda belirtilen durumlar söz konusu olmaktadır.

$F_g > F_d$ durumunda, tane, şiddeti $F_g - F_d$ büyüklüğünde olan bileşik kuvvetin etkisinde kalıp, aşağıya doğru hareket eder.

$F_g < F_d$ durumunda, tane, şiddeti $F_d - F_g$ büyüklüğünde olan bileşik kuvvetin etkisinde kalarak, havayla birlikte yukarıya doğru hareket eder.

$F_g = F_d$ durumunda ise tane, hava akımı içinde belirli bir yükseklikte askıda kalır. Bu andaki tanenin hızı sıfırdır. Tane nin rölatif (izafi) hızı, havanın gerçek hızına eşittir. Fakat, yönü hava akımının tersi yöndedir. İşte bu hız, "kritik hız" olarak tanımlanmaktadır (Mohsenin, 1980).



Şekil 1.8. Tanelerin vantilasyon veya aspirasyonla ayrılması (Kasap ve ark.,1998).

Bir tohumluk karışımı Şekil 1.8’de görülen hava kanallı sistemde tanelerin aerodinamik özelliklerinden faydalanılarak vantilasyon veya aspirasyonla bitki tohumlarından daha hafif maddelerden temizlenir (Kasap ve ark., 1998).

1.3.3. Tanelerin Yoğunluk ve Özgül Ağırlık Özelliklerine Göre Ayrılması

Tohumluğu meydana getiren tanelerin özgül ağırlıkları; tanelerin içerdiği nem miktarına, olgunluk ve dolgunluk derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu özellikten yararlanılarak karışımı herhangi bir sıvı içerisinde ayırmak mümkün olmaktadır (Kasap ve ark., 1998).

Ayrıca hafif, hatalı taneleri ve hafif yabancı maddeleri daha büyük yoğunluktaki iyi materyalden ayırmak için gravite ünitesi kullanılır. Bu ünite, hemen hemen tüm tohum ve taneli ürün çeşitlerinde kullanılır.

1.3.4. Tanelerin Esneklik Özelliklerine Göre Ayrılması

Tanelerin nem, olgunluk ve dolgunluk vb. bakımından farklı olmaları esneklik derecesinin de farklı olmasına neden olur.

Tanelerin nem durumlarına göre ayrılmaları esneklik özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilir.

Belirli bir yükseklikten, belirli bir açıdaki eğik düzlem üzerine düşürülen taneler, esneklik durumlarına göre farklı uzaklıklara sıçrarlar.

Tanelerin miktarlarına göre birbirinden ayrılmasında da esneklik özelliğinden yararlanır (Kasap ve ark., 1998).

1.3.5. Tanelerin Şekil Özelliklerine Göre Ayrılması

Karışımı meydana getiren tanelerin ve yabancı maddelerin şekil özellikleri farklıdır. Bazı bitki tohumları yuvarlak, düz, parlak oldukları halde bazıları pürüzlü, girintili çıkıntılı olabilmektedir. Bu farklı özellikleri nedeniyle üçgen delikli elekleri olan tohum temizleme makinalarında yüzeyleri buruşuk, pürüzlü, cılız, hastalıklı ve kırık taneler tohumluktan ayrılırlar (Kasap ve ark., 1998).

1.3.6. Tanelerin Dış Yüzey Özelliklerine Göre Ayrılması

Başka yöntemlerle ayrılamayan yabancı ot tohumlarını “Elektromanyetik” ayırıcılardan geçirerek tohumluktan ayırmak mümkündür. Üzerinde demir tozlarını daha çok tutabilme kabiliyetine sahip olan girintili, çıkıntılı veya buruşuk taneler demir tozuyla karıştırılarak elektromanyetik silindirler üzerine dökülür. Üzerinde daha fazla demir tozu ihtiva eden tane silindirin elektromanyetik çekimi nedeniyle yakın bölmeye, üzerinde daha az demir tozu ihtiva eden tane ise daha uzaktaki bölmeye düşerler (Kasap ve ark., 1998).

1.3.7. Tanelerin Şekil ve Dış Yüzey Yapısına Göre Ayrılması

Bir karışımı oluşturan ürünlerin yüzey durumları farklıdır. Bazı bitki tohumları düz ve parlak olduğu halde bazılarının yüzeyleri pürüzlü, girintili ve çıkıntılı olabilir. Bir eğik düzlem boyunca hareket eden çeşitli tane ve diğer cisimlere eğik yüzey tarafından gösterilen direnç, bunların yüzey durumlarına göre değişir. Yüzey özellikleri yönünden ortaya çıkan bu farklılık, farklı ürünlerin birbirinden ayrılması amacıyla kullanılmaktadır. Eğik yüzeylerin cisimlerin hareketine karşı gösterdiği direnç sürtünme kuvvetidir. Pratik olarak sürtünme katsayısı eğik düzlem üzerine konan bir cismin düzlem üzerinde kaymaya başladığı açının tanjantıdır.

Farklı ürünler için farklı eğim açısının bulunması, sürtünme katsayısı küçük olanların aşağı doğru kayması, büyük olanların kaymaması ya da yavaş kayması arzu edilir. Gerek statik gerekse dinamik konumda sürtünmenin bulunmasında eğimli yüzey yanında farklı düzeneklerden de yararlanılmaktadır. (Güzel ve ark, 1999).

1.3.8. Tanelerin Renk Özelliklerine Göre Ayrılması

Tarımsal ürünlerin ışığı yansıtma, tutma ve ışığı geçirme özellikleri son yıllarda elektronik ayırma ve sınıflandırma yanında olgunluğun, hastalık ve zararlıların saptanmasında yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmuştur.

Optik ayırıcılar, temizleme amacıyla son yıllarda hızlı bir şekilde kullanılmaktadır. Burada temel ilke, fiziksel özellikleri benzer, renkleri farklı olan ürünlerin ayrılmasıdır (Güzel ve ark, 1999).

1.3.9. Tanelerin Elektriksel Özelliklerine Göre Ayrılması

Tarım ürünlerinin elektriksel özellikleri özellikle işleme ve değerlendirme tekniği açısından son derece önemli görülmektedir. Bunlar elektriksel iletkenlik, kapasite, yalıtkanlık olarak bilinmektedir. Özellikle elektriksel iletkenlik ve kapasite bazı tarım ürünlerinin nem içeriğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Güzel ve ark, 1999).

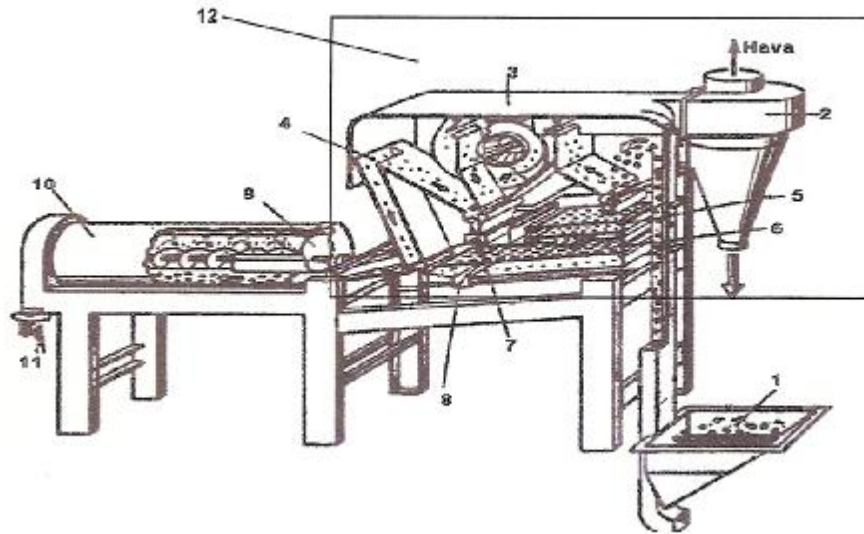
1.3.10. Tanelerin Mekanik Özelliklerine Göre Ayrılması

Cisimlerin mekanik dirençleri de ayırt edici bir faktör olabilir. Bunun için tohumlukla doğrudan temas edebilecek birbirinin tersine dönebilecek bir çift kauçuk silindir arasından geçmeye zorlanır. Örneğin toprak parçacıkları bu silindirler arasından geçerken ezildiği halde tohumlar silindirlerin kauçuk yüzeyini esneterek iki silindir arasından ezilmeden geçerler. Böylece toz haline getirilmiş olan toprak, elek veya bir vantilatör yardımı ile tohumluktan ayrılmaktadır (Güzel ve ark, 1999).

1.4. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Taneli ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması esnasında birçok farklı alet ve makina kullanılmaktadır. Çünkü ayırma ve sınıflandırma işlemi esnasında ürünlerin farklı fiziksel ve mekaniksel özelliklerine göre çalışan makineler vardır. Ürünleri yalnızca bir tek özelliğine göre ayıran makinalara basit makinalar, birden fazla özelliğine göre işlem yapanlara ise kombine makinalar denilmektedir (Ülger, 1985; Yağcıoğlu,1996).

Basit ve kombine makinalar da kendi aralarında kullanılan iş elemanının tipine göre genel olarak tınav makinaları, tarar makinaları, triyörler, selektörler ve özel makinalar şeklinde isimlendirilmektedir (Mutaf, 1961; Kasap ve ark., 1998).



1. Besleme deposu 2. Toz ayırıcı (siklon) 3. Aspiratör 4. Hava kanalı 5. Üst elek 6. Alt elek 7. Hafif taneler 8. Elek altı 9. Kısa taneler toplama oluğu 10. Triyör 11. Temizlenmiş tohumluk 12. Ön temizleme ünitesi

Şekil 1.9. Taşınabilir tohum temizleme makinası (selektör) ve parçaları (Kasap ve ark.,1998)

Günümüzde tohum temizleme ve sınıflandırmada en yaygın olarak kullanılan makineler taşınabilir selektörlerdir (Şekil 1.9).

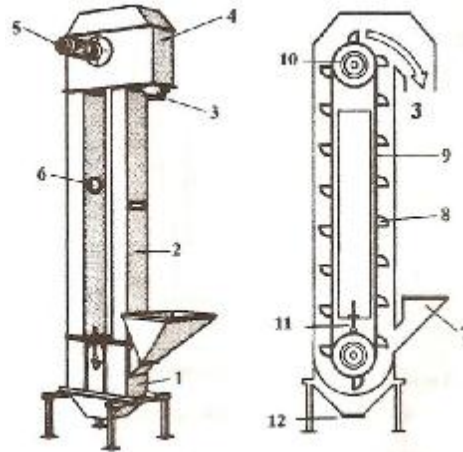
Yüksek kapasiteli sabit tohum temizleme ve sınıflandırma tesisleri, kılçık kırıcı, ön temizleyici, triyör, gravite tablası, ilaçlama düzeni, elevatörler, tartı ve torbalama gibi birçok ünitelerden oluşmaktadır. Bu ünitelerin tasarımı tesis içinde



Şekil 1.11. Kılıçık kırın

1.5.2. Elevatörler

Tarladan getirilen tahıl siloya konuluncaya kadar; ön temizleme, kurutma, tohumluk hazırlama ve tartma gibi farklı işleme ünitelerinden geçirilirler. Tahılın işleme üniteleri arasında taşınması için ya taşıma araçlarına ya da direkt olarak silodan tahılı gönderen elevatörlere gerek vardır. Elevatörlerin tahılı yatay veya dikey olarak taşıyan çok değişik tipleri vardır. Tohum temizleme makinalarında en çok kullanılan kayış ve kovalı elevatörler (Şekil 1.12.) ile zincir ve lastik diskli elevatörlerdir.



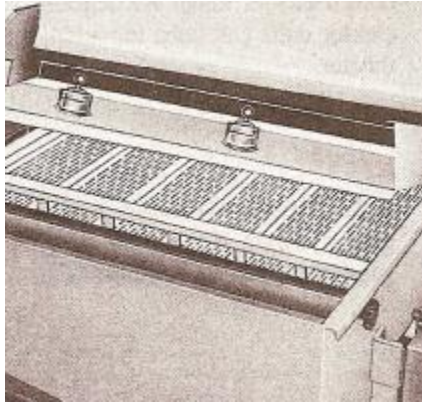
- 1.Elevatör ayağı, 2.Götürücü muhafazası,
- 3.Çıkış ağız, 4.Elevatör kafası,5.Hareket girişi,
- 6.Kontrol penceresi, 7.Besleme hunisi, 8.Kova,
- 9.Kayış, 10.Kayış kasağı, 10.Gerdirme düzeni,
- 12.Boşaltma klapesi

Şekil 1.12. Kovalı elevatör (Kasap ve ark.,1998)

1.5.3. Ön Temizleme Düzeni ve Elekler

Tohum temizleme ve sınıflandırma makinalarının en önemli organlarından birisi eleklerdir. Çeşitli özelliklerine göre farklı tipte olan eleklerin çalışma performansına etki eden faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Mutaf, 1961; Evcim,1991; Yağcıoğlu, 1996; Kasap ve ark., 1998).

- Ürün tanelerinin boyut ve şekilleri
- Deliklerin şekil ve ölçüleri
- Deliklerin diziliş şekli
- Eleğin eğimi
- Eleğin uzunluk ve genişliği
- Eleğin frekansı
- Eleğin genliği
- Eleğin genliğinin formu
- Eleğin besleme yoğunluğu



Düz elek



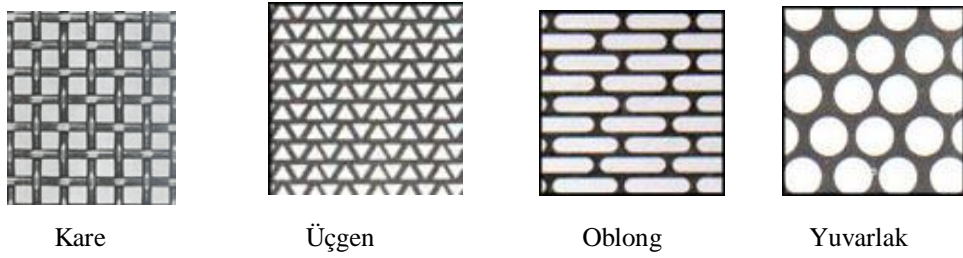
Silindirik elek

Şekil 1.13. Genel yapılarına göre elek tipleri (Kasap ve ark.,1998)

Herhangi bir taneli ürün karışımının temizlenmesi ve sınıflandırılması sırasında kullanılacak eleğin delik tipini ve boyutunu belirlemek için karışımı oluşturan parçacıkların boyut özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla

parçacıkların boyut dağılımlarını gösteren frekans grafikleri, parçacık boyutlarına ait ortalama ve standart sapma değerlerinden yararlanılmaktadır.

Tanelerin şekline ve yabancı maddelerin durumuna göre çeşitli tipte elekler kullanılır. Elekler, genel yapılarına göre düz ve silindirik (Şekil 1.13); delik şekillerine göre ise, kare, dikdörtgen (oblong), üçgen ve yuvarlak delikli (Şekil 1.14) olmak üzere farklı yapıda olabilmektedirler.



Şekil 1.14. Delik şekillerine göre elek tipleri

Eleğin ayırma etkinliğine etki eden faktörlerden birisi de birim alana düşen delik sayısıdır. Birim alana düşen delik sayısı ne kadar fazla ise tanelerin deliklerden geçme olasılığı o kadar fazla olur. Diğer bir ifadeyle eleğin aktif alan oranı büyüdükçe, eleme kabiliyeti de artar. Bir eleğin aktif alanı eşitlik 1,4'teki formülle hesaplanmaktadır (Mutaf, 1961; Yağcıoğlu, 1996).

$$\mu = \frac{f}{F} \quad (1.4)$$

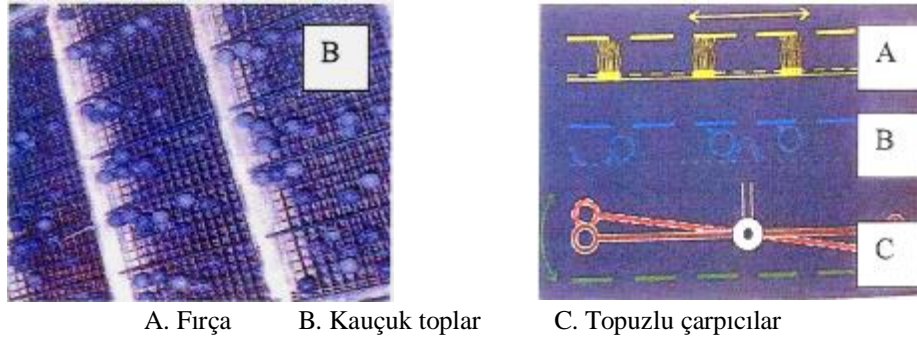
μ : Aktif alan oranı (%)

f : Elektteki toplam delik alanı (m²)

F : Etkili elek alanı (m²)

Eleklerin iş verimlerini ve temizleme performanslarını olumsuz yönde etkileyen en önemli unsurlardan birisi de tanelerin ve ürün içerisindeki yabancı maddelerin elek deliklerini tıkamasıdır. Bu nedenle, deliklerin sürekli olarak temizlenmesi gerekir. Elek deliklerini temizlemek için fırçalar, topuzlu çarpıcılar, kauçuk toplar, tahta merdaneler kullanılmaktadır (Şekil 1.15).

Elek deliklerini temizlemede yaygın olarak kullanılan fırçalı temizleme düzenlerinde, fırçalar hareket edebilen bir çatı üzerine yerleştirilmektedir. Fırça çatısı, bir krank-biyel kolu mekanizması yardımıyla, yatay doğrultuda ileri-geri hareket ettirilir. En uygun fırça hızı 0.2 – 0.63 m/s, krank yarıçapı 60 – 150 mm ve krank devir sayısı 28 – 42 d/min olarak tavsiye edilmektedir (Yağcıoğlu, 1996).



Şekil 1.15. Eleklerde kullanılan temizleyiciler (Gürsoy.,2005)

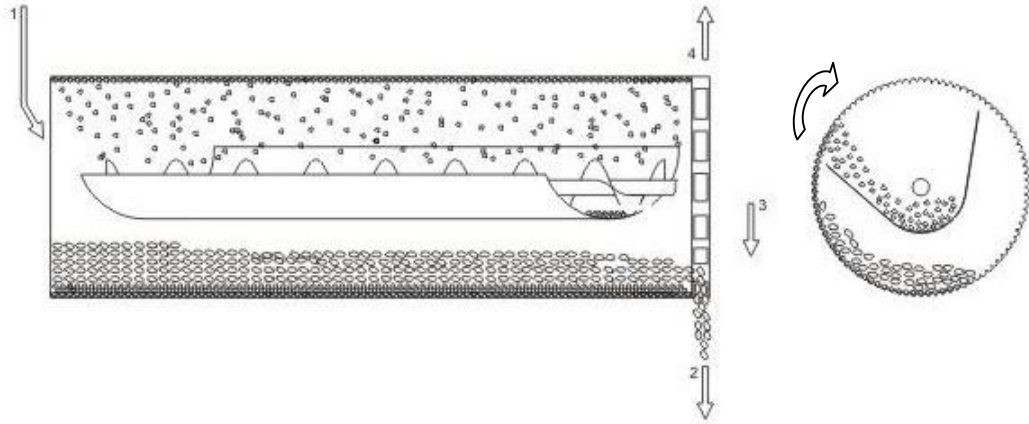
1.5.4. Triyör Ünitesi

Tohumluk karışımındaki taneler uzunluk bakımından farklı ve bilhassa uzun eksenlerine dik kesitleri birbirlerinin aynı veya benzeri ise bunları ayırmak için triyörler kullanılır. Triyörler yuvalı yüzeylerinin geometrik şekillerine göre; silindirik ve diskli olmak üzere iki çeşittir (Kasap ve ark., 1998).

1.5.4.1. Silindirik Triyör

Ana parçası kendi ekseni etrafında döndürülen eğik bir silindir ve bunun ortasına yerleştirilmiş bir toplama oluğundan meydana gelmiştir. Silindir içerisine dökülen taneler, eğim yönünde ilerlerken silindirde kendi ekseni etrafında belirli bir devirde dönmektedir. Triyör yuvaları bu dönme esnasında silindir yuvalarına uyan taneleri dönüş yönünde yükseltirler. Kısa ve yuvarlak taneler belirli bir yüksekliğe çıktıktan sonra yerçekimi kuvvetinin merkezkaç kuvvetine galip gelmesiyle toplama oluğunun içine düşerler. Uzun olan taneler ise yuvalarına iyice oturamadıklarından ve ağırlık merkezleri yuvaların dışında kaldıklarından belirli bir eğim açısına kadar

yükseldikleri zaman hemen aşağı düşerler ve silindiri diğer ucundan terk ederler. Oluğun içinde toplanan normal taneler ise götürücü helezon ile ayrı bir yere alınırlar (Şekil 1.16) (Kasap ve ark., 1998).



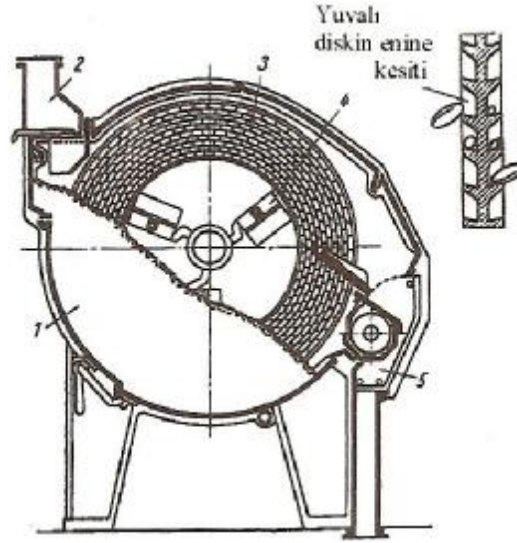
1.Ürün girişi, 2.Ürün çıkışı, 3.Kırık ve kısa tane çıkışı, 4.Hava emiş ağız

Şekil 1.16. Silindirik triyörün çalışma şekli

1.5.4.2. Diskli Triyör

Diskli triyörler her iki yüzünde cep şeklinde yuvalar bulunan disklerden meydana gelmiştir. Diskler ortak bir yatay mil üzerinde ve her biri ayrı bir düşey düzlemde döner. Karışım makinanın bir başından girer ve diskler arasından geçerek makinanın diğer ucundan çıkar. Bu esnada diskler mil ile beraber dönerler ve disklerin alt kısımları triyöre gelen karışımın içerisine gömülür. Disklerin bu dönme hareketi sırasında, uzunluğu yuvaya uyan ve yuvaya oturabilen taneler disk ile birlikte yükseltilir. Uzun olan taneler yuvaya oturamadıklarından diskle kaldırılamaz ve tekrar aşağı düşerler. Yuvaya uyan taneler diskle birlikte yığından ayrılarak merkezkaç kuvvetinin etkisi ile belli bir yüksekliğe ulaşınca yuvayı terk ederek oluğa dökülürler ve bu oluktan dışarı gönderilirler.

Diskli triyörlerin kapasiteleri silindirik triyörlere göre daha düşüktür.

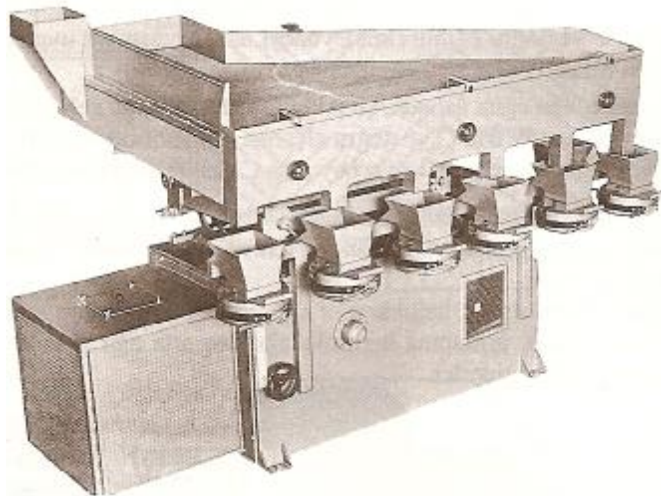


1.Temizlenecek materyal, 2.Giriş, 3.Yuvalı disk, 4.Kanatlar, 5.Oluk (Kasap ve ark., 1998)

Şekil 1.17. Diskli triyörün çalışma şekli (Kasap ve ark.,1998)

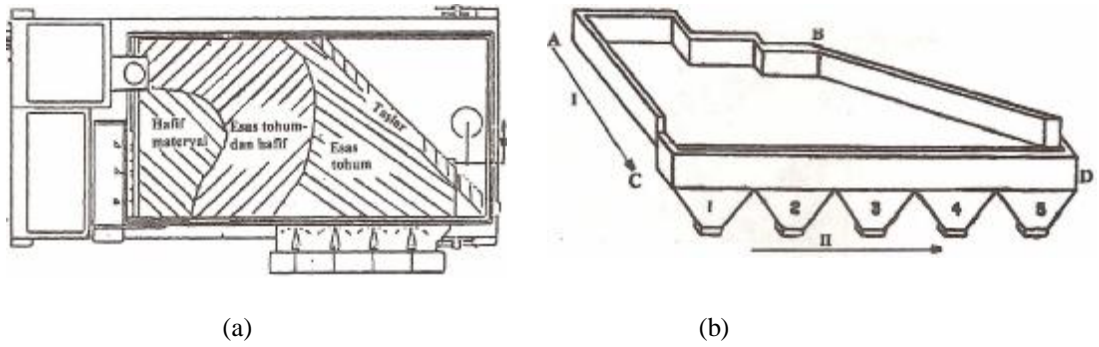
1.5.5. Gravite Ünitesi

Tanelerin genel olarak diğer özellikleri birbirinin aynı fakat, özgül ağırlıkları farklı veya özgül ağırlıkları aynı olduğu halde irilikleri dolayısı ile ağırlıkları birbirinden farklı olduğunda, yüksek derecede saf bir tohumluk elde etmek için gravite tablaları kullanılır (Şekil 1.18)(Kasap ve ark., 1998).



Şekil 1.18. Hafif tane ayırıcısı (Kasap ve ark.,1998)

Gravite ünitesi, ürünün içindeki içi delik, buruşuk, zayıf, köşeleri kırık, kısmen rengi bozuk olan taneleri ayırmak ve temizlenmiş olan ürünün kalitesini arttırmak için kullanılır. Tabla eğimi hidrolik olarak sağa-sola, öne-arkaya olarak ayarlanabilir. Elek altında bulunan aspiratörler yardımı ile eğimden yararlanılarak ürün zayıf olan tanelerden ayrılır. Tamamen temizlenemeyen ürün platformun altında bulunan geri dönüş bandı sistemi sayesinde ana ürün girişine döner (Anonymous, 2010e).



Şekil 1.19. Gravite tablası şemaları (Kasap ve ark.,1998)

Boyuna eğimin fazla olması halinde kapasite artar. Fakat normalden fazla olursa ağır taneler üst yan kenara ulaşmadan makinayı terk ederler. Aksine az olursa orta ağır tanelerle ağır taneler karışır. Enine eğimin fazla olması halinde ağır taneler üst yan kenara erişmeden tablayı terk ederler. Aksi olduğunda, tırmanma hızlı olacağından orta ağır taneler, ağır tanelerle birlikte üst yan kenara doğru giderler. Gravite tablalarında ayırmaya etki eden, tabakalaşmayı ve tanelerin yüzer hale gelmesini sağlayan vantilatörlerle alttan üflenen havadır. Tablanın titreşim hareketi, eğim ve alttan üflenen havanın etkisiyle Şekil 1.19-(a)'da görülen ideal ayırma işlemi gerçekleşir. Şekil 1.19-(b)'de görülen gravite tablasını A kenarından terk eden taneler (1)'den (5)'e doğru hafif, az ağır, orta ağır, ağır ve en ağır şekilde sıralanırlar. Özgül ağırlık bakımından birbirine yakın olan taneleri ayırmak için, tanelerin tabla üzerinde uzun süre kalması istenir. Bunun için tablanın boyuna eğimi (I) azaltılır. Tanelerin özgül ağırlıkları farklı olduğunda bu eğim artırılır. Normal çalışma durumunda tablanın eğimi temizlenecek tanelerin cinsine göre temizleme işleminden önce belirlenir ve titreşimin hızı ile hava ayarı bundan sonra yapılır.

Makinanın kullanılmasında eğimden başka hava, titreşim ve besleme yoğunluğu önemlidir. Genel olarak tabla altından üflenlen hava miktarı besleme bölgesinde en fazla, üst yan kenar boyunca bir miktar az ve bu iki bölgeden, hafif tanelerin cihazı terk ettikleri köşeye doğru azalarak bu köşede hemen hemen sıfır olacak şekilde ayarlanır.

Besleme yoğunluğu düzenli olursa temizleme kalitesi de o kadar yüksek olur. Beslemenin zayıf olduğu zamanlarda tablada boşluklar meydana gelir ve tabla üzerinde iyi bir dağılım olmaz. Yine beslenme fazla olduğu zaman iyi bir dağılım olmayacağından zayıf ve kuvvetli taneler birbirine karışır.

Taneleri üst yan kenara doğru hareket ettirmek istersek:

- Eksantriğin hızı arttırılır.
- Hava miktarı azaltılır.
- Boyuna eğim-azaltılır.
- Enine eğim azaltılır.

Taneleri alt yan kenara doğru hareket ettirmek istersek:

- Eksantriğin hızı azaltılır.
- Hava miktarı arttırılır.
- Boyuna eğim arttırılır.
- Enine eğim arttırılır (Kasap ve ark., 1998).

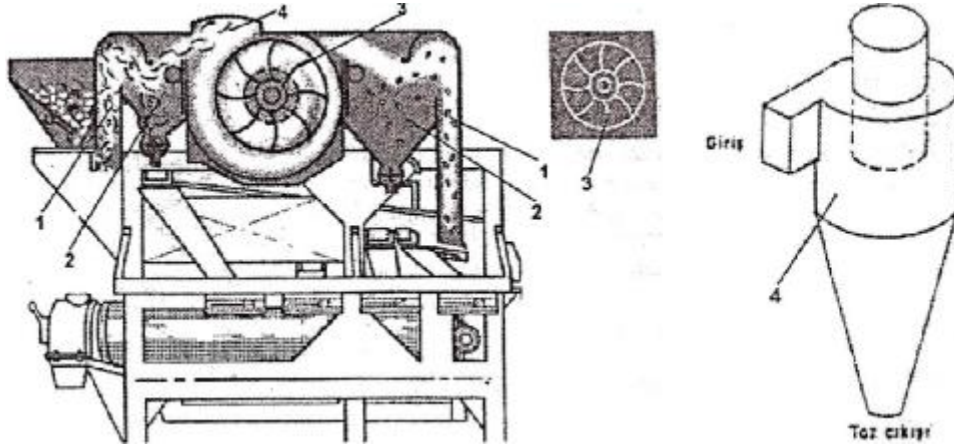
1.5.6. Hava Akımlı Ayırma Ünitesi

Tarımsal ürünlerin aerodinamik özelliklerine göre yapılan ayırma ve sınıflandırma işleminde, hava akımlı ayırıcılardan yararlanılmaktadır. Genellikle, bu ayırıcılar; fan, hava kanalları, durultma hücreleri ve toz ayırıcılar (siklon)'dan oluşmaktadır (Şekil 1.20).

Modern tohum temizleme makinalarının çoğunda, asıl taneleri, sap, saman, kavuz, toz, toprak gibi organik ve inorganik maddelerden ayırmak ve taneleri kendi aralarında sınıflandırmak için hava akımlı ayırma düzenleri kullanılmaktadır (Gorial ve O'Callaghan,1991; Evcim, 1991; Yağcıoğlu, 1996).

Hava akımlı ayırıcılar, hava akımının kanal içinde basılması veya emilmesi

yöntemine göre çalışabilirler. Bazı ayırıcılarda, her iki yöntem birlikte kullanılarak karma bir sistem oluşturulmaktadır. Basıcı sistemler emici tiplere göre daha fazla toz çıkartmaktadırlar.



1. Hava Kanalı 2. Durultma Hücreleri 3. Fan (Aspiratör) 4. Toz Ayırıcı (Siklon)

Şekil 1.20. Hava akımlı ayırma ünitesi (Gürsoy.,2005)

Teorik ve deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre taneli ürün karışımlarının hava akımı yardımıyla ayrılmasında etkili olan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ø Karışımı oluşturan materyallerin ağırlık, şekil, boyut vb. özellikleri,
- Ø Esas ürün taneleri ile karışımda bulunan yabancı materyallerin kritik hızları arasındaki farklılık,
- Ø Hava kanalının şekli ve boyutları,
- Ø Hava kanalının birim alanına birim zamanda gelen karışım miktarı,
- Ø Hava akımının kanal içindeki hızı ve hızın dağılım tekdüzeliği,
- Ø Karışımın hava kanalı içerisinde kalış süresi,

Asıl ürüne ait taneler ile ayrılması istenilen yabancı maddelerin kritik hızları arasındaki farkın büyük olması, ayırma işleminin başarısını artırır. Kanal içindeki hava akım hızı değerinin, temizlenecek üründeki yabancı maddelerin kritik hız değerlerinden yüksek, asıl tanelerin kritik hızlarından ise düşük olması gerekir (Pasikatan ve Quick, 1995; Tabatabaeefar ve ark., 2003).

1.5.7. İlaçlama Ünitesi

Tohumluklar temizlendikten sonra ilaçlanmadan ekildiği takdirde sürme hastalığına yakalanmakta ve üretimde %10-15 verim düşüklüğüne neden olmaktadır. İlaçlanmamış tohumluğun kullanılması sonucu meydana gelen hastalıkların tarımsal mücadele yoluyla önlenmesi ise birim alandan alınacak ürünün maliyetini artırmaktadır. Bu düzenin görevi; tohumluğu kimyasal maddelerle karıştırarak hastalık ve zararlılara karşı korumaktır (Kasap ve ark., 1998).

1.5.8. Torbalama ve Tartma Ünitesi

Tohum hazırlama makinalarında temizleme ve sınıflandırma işlemine tabi tutulan materyal çeşitleri fraksiyonlara ayrılır. Bu fraksiyon içerisinde tohumluk olarak kullanılacak materyalin dışında faydalı veya faydasız kapçıklı tane, taş, ot tohumları, kırık-kısa, hafif-zayıf taneler gibi materyaller bulunur. Bunlar temizleme-sınıflandırma işleminin değişik safhalarında, bir kısmı üst elek üzerinden, bir kısmı alt elek altından bir kısmı II. ön temizlemeden alınarak çuvallanabilir.

Alt eleğin üzerinden gelen temizlenmiş materyal amaca göre çuvallanabilir veya bir sınıflandırma makinasına aktarılabilir.

Sınıflandırma makinalarında yapılan sınıflandırma sonunda bir veya birkaç gruba ayrılan materyal çuvallanabilir. Bu materyal istenirse bir ilaçlama makinasından geçirilerek ilaçlı tohumluk olarak da çuvallanır.

Modern ve büyük kapasiteli makinalarda ilaçlanan tohumluk ya silolarda depolanmakta veya buradan otomatik tartılı seri çuvallama-paketleme yapabilen makinalara aktarılmaktadır.

1.6. Çalışmanın Amacı

Yapılan çalışmalar buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin birlikte yetiştirilmesiyle verim artışı sağlandığını göstermiştir. Özellikle buğday ve adi fiğın birlikte yetiştirilmesi verim artışının yanında kaliteli ot eldesi anlamında da önemli

bir yere sahiptir. Ancak bu bitkilerin biçerdöverle birlikte hasat edildiği düşünüldüğünde karışımı oluşturan bitki tohumlarının amaca bağlı olarak birbirinden ayrılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan ön çalışmalar, hasat sonrası elde edilen bu karışımın mevcut tohum temizleme ve sınıflandırma makinaları ile tam olarak birbirinden ayrılmadıklarını göstermiştir. Literatürlerde buğdaya ait fiziksel ve aerodinamik özellik değerleri bulunurken adi fiğ e ait fiziksel ve aerodinamik özellikleri ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır.

Bu nedenle, bu çalışmada temizleme ve sınıflandırma makinaları tasarımına temel oluşturabilecek veriler elde edebilmek amacıyla adi fiğ ve buğdaya ait bazı fiziksel ve aerodinamik özelliklerin belirlenmesi ve buradan hareketle buğday ve-adi fiğ karışımının birbirinden ayrılmasını sağlayacak etkin bir yöntem veya yöntemler zincirinin ortaya konulması amaçlanmıştır.



Şekil 1.21. Buğday – adi fiğ karışımı

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Twari (1962), sağlam bakla tanelerini, kırık bakla taneleri ve yabancı materyallerden (taş, kavuz, dal vb.) hava akımıyla ayırabilme imkanlarını araştırdıkları çalışmada; tek bir baklanın gerçekte havada asılı kalabilme hızının teorik olarak hesaplanmış olandan daha düşük olduğunu saptamıştır. Baklaların sürüklenme katsayılarının 0.45-0.65 arasında değiştiğini ve kırık baklaların % 80'nini hava akımıyla başarılı bir şekilde ayırabildiklerini ifade etmiştir.

Bilanski ve Lal (1965), taneli ürünlerdeki saman, kavuz, yabancı ot tohumu vb. maddelerin temizlenmesi ve ayrılması işlemlerinin, hava akımlı ve titreşimli mekanizmaların birlikte kullanılmasıyla başarılı bir şekilde gerçekleştirileceğini ifade etmişlerdir. Fakat bu mekanizmaların temizleme ve ayırma performanslarına etki eden parametrelerin uygun seviyede seçilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bu amaçla, buğdaya ait farklı uzunluktaki saman parçacıkları, kesmik, kavuz ve tanelerinin kritik hızlarını, sürüklenme ve direnç katsayılarını belirlemek için bir rüzgar tüneli tasarlamışlardır. Buğday tanelerinin düzensiz geometrik şekillere sahip olmasından dolayı izdüşümü alanlarını saptayamadıkları için sürüklenme katsayılarını hesaplamadıklarını ifade etmişlerdir.

Araştırma sonucunda, buğday çeşitlerinin kritik hızlarının 8.77 m/s ile 9.875 m/s arasında değiştiğini; hava akımı içindeki tane ve saman parçacıklarının, en uzun boyutlarının yatay duruma gelecek şekilde düşey eksenleri çevresinde döndüklerini ifade etmişlerdir.

Hawk ve ark. (1966), bazı taneli ürünlerin kritik hızlarını belirlerken düşey hava kanallı kritik hız ölçme düzeneği kullanmışlardır. Aerodinamik sürüklenme katsayısını ise iki farklı yöntemle belirlemeye çalışmışlardır. Birinci yöntemde, buğday ve soya fasulyesi tanesinin elipse benzediğini varsaymışlar ve izdüşüm alanının belirlenmesi için tanenin en büyük iki boyutunu, ikinci yöntemde ise, ürün tanesine eşdeğer kürenin çapını kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kritik hızı, buğdayda 6.49 m/s ile 7.96 m/s, soya fasulyesinde 12.07 m/s ile 13.50 m/s, mısırdaki 8.17 m/s ile 9.91 m/s arasında, aerodinamik sürüklenme katsayısını ise birinci yöntem kullanılarak yapılan hesaplamada buğday için 0.63-0.86, soya fasulyesinde

0.46-0.59, mısırdaki 0.35-0.63 ikinci yöntemde buğday için 0.80-1.11, soya fasulyesinde 0.50-0.64, mısırdaki 1.14-1.65 olarak saptamışlardır.

Gorial ve O'callaghan (1990), tarımsal ürünlerin hava akımıyla taşıma, temizleme, sınıflandırma ve ayırımıyla ilgili makinelerin tasarımında, parçacıkların hava akımı içerisindeki davranışlarının bilinmesinin çok önemli olduğunu ifade etmektedirler. Bu amaçla çeşitli taneli ürünler ve kavuzlarının kritik hızlarını ve sürüklenme katsayılarını deneysel olarak ölçmüşlerdir. Bu amaçla, 1.225 m uzunluğunda ve 0.16 x 0.12 m boyutlarında dikdörtgen hava kanalı ve radyal fan kullanmışlardır. Ortalama hava hızını, pitot tüpü ve mikro manometreler kullanarak ölçülen hava akım hızlarının bir fonksiyonu olarak belirlemişlerdir.

Song ve Litchfield (1991), bazı taneli ürünlerin kritik hızlarını deneysel ve teorik olarak belirlemeye yönelik yürüttükleri bir çalışmada, ürün çeşitlerinin kritik hızlarını teorik olarak hesaplarken, ürün tanelerinin küre şeklinde olduğunu varsaymışlardır. Hesaplama sonucu elde edilen kritik hız değerleri ile ölçülen kritik hız değerleri arasında % 11 ile % 56.8'lik gibi oldukça büyük bir farkın olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu farklılığın nedenini ise, tarımsal ürünlerin düzensiz geometrik şekle sahip olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Hesapladıkları bu kritik hız değerlerini ve ürün çeşitlerine ait şekil faktörlerini (küresellik derecesi) kullanarak ürünlerin kritik hızlarını tahmin etmeye çalışmışlardır.

Yıldız ve ark. (1992), bazı tarımsal ürünlerde kritik hız ve tane boyut özellikleri belirleme çalışmalarında materyal olarak, yaygın olarak üretimi yapılan taneli tarımsal ürünlerden ikişer çeşit; soya (AP-240 ve Mitchell-450), mısır (Decalp XL-72-AA ve PX-9646), nohut (08103 ve OR 139) ve bir çeşit (Balcalı-85) buğday olmak üzere toplam 7 farklı ürün ele almışlardır. Biçerdöver deposundan aldıkları ürünleri kaba bir temizleme işleminden sonra denemede kullandıklarını belirtmişlerdir.

Kritik hızın belirlenmesinde, elektrik motorlu bir fan, üzerinde gözetleme penceresi bulunan 100 mm çapında düşey boru, düşey borunun üst kısmına ve boru merkezine yerleştirilen bir adet pitot tüpü ve duyarlılığı 1mmSS olan eğik diferansiyel manometreden oluşan kritik hız ölçüm düzeneğini kullanmışlardır.

Düşey yuvarlak borularda akışkan hızı kenarlardan boru merkezine doğru

arttığını ve merkezde en yüksek değere ulaştığını dolayısıyla düşey borudan geçen akışkanın ortalama hızının hesaplanabilmesi için bir katsayının bulunması gerektiğini vurgulamışlardır. Ölçümlere başlamadan önce düşey borunun iki ekseninde ve 10 farklı noktada hız ölçümleri yapılarak düzeltme katsayısı 0.93 olarak bulduklarını, daha sonra bu katsayı, borunun merkezine düşey olarak yerleştirilen pitot tüpü yardımıyla ölçülen değerlerle çarpılarak borudan geçen havanın ortalama hızı bulduklarını belirtmişlerdir.

Ölçümleri, her üründen tesadüfen alınan 100 ve 500 adet tanede yaptıklarını vurgulamışlardır. Her bir ürün tanelerini tek tek düşey borunun üst kısmından atılarak fan emiş kanalındaki klape yardımıyla hava hızını arttırdıklarını, gözetleme penceresinde tane, yüzer duruma geldiği anda hava hızı ölçtüklerini, ölçtükleri ham değerleri düzeltme katsayısı ile çarpılarak gerçek kritik hız değerleri elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Ürün çeşitlerinden buğdayın (Balcalı-85) % 12 nemde kritik hız değerlerini frekans dağılımında 7.0-9.9 m/s arasında belirtmişlerdir. Tane boyutlarını her üründen tesadüfen alınan yaklaşık 1000 adet tanede ölçtüklerini, her tanede uzunluk, genişlik ve kalınlık olmak üzere üç ölçüm yaptıklarını, ölçümleri 1/20 mm duyarlılığındaki kumpas ile yaptıklarını belirtmişlerdir. % 12 nem oranında Balcalı-85 buğday çeşitinin boyut özelliklerini; frekans dağılımında uzunluk olarak 5.5-8.9 mm arasında, genişlik olarak 2.2-3.9 mm arasında, kalınlık olarak 2.0-3.9 mm arasında belirtmişlerdir.

Özerdem ve Toksoy (1993), Türkiye' de ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır, soya fasulyesi, çeltik, buğday, arpa ve ayçiçeği ürün çeşitlerinin geometrik ve aerodinamik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, ürünlerin kritik hızlarını belirlemek amacıyla düşey hava kanallı kritik hız ölçme setini kullanmışlardır.

Ürün çeşitlerine ait kritik hız değerlerinin, Gediz-75 buğday çeşidinde 7.71-9.75 m/s arasında değiştiğini saptamışlardır.

Bu ölçülen kritik hız değerlerinden ürün çeşitlerinin aerodinamik katsayılarını ve Reynolds sayılarını, ürün tanesinin hacmine eşdeğer kürenin geometrik özelliklerini göz önünde bulundurarak hesaplamışlardır. Aerodinamik sürüklenme katsayısını, buğdayda 0.62-0.74 olarak belirlemişlerdir. Aerodinamik sürüklenme

katsayısının, kritik hız ve Reynolds sayısı ile değişimini gösteren regresyon analizleri sonucunda, ürün çeşitlerinin kritik hız ve Reynolds sayısı artarken, sürüklenme katsayısının azaldığını saptamışlardır. Ürün çeşitlerinin kritik hız ve sürüklenme katsayısı değerlerinin, Reynolds sayısı ile ürünün şekil özelliklerine bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Visvanathan ve ark. (1994), susam tohumlarını temizlemek, tohumlardan daha küçük ve daha büyük yabancı maddeleri uzaklaştırarak iki kategori de sınıflandırmak amacıyla kapasitesi 125 kg/h, uzunluğu 150 cm ve genişliği 36 cm olan silindirik tipte bir elek geliştirmişlerdir. Temizlenmiş tohumları ve yabancı maddeleri işlemlerden sonra belirli bir bölgede toplamak amacıyla silindirik eleğin alt kısmına eğimli olarak dört çıkış bölmesi yerleştirilmiştir. Elek, karışımı küçük ölçüdeki yabancı maddeler, 1. sınıf (temizlenmiş) tohumlar, 2. sınıf (temizlenmiş) tohumlar ve büyük ölçüdeki yabancı maddeler olarak temizleyip sınıflandıracak şekilde düzenlenmiştir. Verimliliğin hesaplanmasında kullanılacak değişkenlere ait değerler belirlenmiş ve geliştirilen bazı eşitlikler yardımıyla bu eleğin verimliliği %70.5 olarak hesaplanmıştır.

Kural ve Çarman (1997), farklı nem içeriğine sahip bazı taneli ürünlerin kritik hızlarını ve sürüklenme katsayılarını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, kritik hızın, tanenin ağırlığı, izdüşüm alanı ve küreselliğinden etkilendiğini saptamışlardır.

Tabak ve Wolf (1998), pamuk tohumlarının aerodinamik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında pamuk tohumlarının kritik hızlarını ve sürüklenme katsayılarını belirlemişlerdir. Aynı zamanda, düşey hava akışı yoğunluğunun pamuk tohumunun aerodinamik özelliklerine etkisini de incelemişlerdir. Bu amaçla, tohumların hava akımındaki davranışlarının görülebilmesi için, fiberglastan yapılan düşey bir rüzgar tüneli dizayn etmişlerdir.

Hauhouot-O'Hara ve ark. (2000), buğday tohumlarından bromus (yabani çavdar) tohumlarının ayrılmasında kullanılabilecek fiziksel ve aerodinamik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, tohumların fiziksel özelliklerinden uzunlukları arasındaki farkın fazla olmamasından dolayı ayırma işlemleri esnasında uzunluk boyutunu değil genişlik, kalınlık ve hacim ağırlığının göz

önünde bulundurulmasının daha uygun olacağını ifade etmişlerdir. Bromus ve buğday tohumlarının kritik hızları arasındaki farkın fazla olmasından dolayı bromus ve buğday tanelerinin hava akımıyla ayrılmasının mümkün olacağını belirtmişlerdir.

Bromus ve buğday tanelerinin kritik hızlarını belirlemede plastik borudan yapılmış düşey hava kanalı, fan ve sıcak telli anemometreden (hızölçer) oluşan ölçme setini kullanmışlardır. Ölçme setindeki düşey boru içerisine bırakılan tohumların havada askıda kaldıkları andaki hızlarını sıcak telli anemometre ile ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda, ortalama kritik hız ve aerodinamik sürüklenme katsayısını, bromus için 3.14 m/s ve 1.05, buğdayda ise 7.84 m/s ve 0.74 olarak saptamışlardır.

Dursun (2001), buğday, arpa, mısır, nohut, mercimek, fasulye, barbunya ve soya gibi bazı taneli ürünlerin üç farklı konumdaki izdüşüm alanlarını görüntü işleme tekniği ile belirlemeye çalışmıştır. Araştırma sonucunda; görüntü işleme tekniği yardımıyla taneli ürünlerin izdüşüm alanlarının hassas olarak belirlenebileceği sonucuna varmıştır.

Kasap ve Özer (2001), hububat tohumluklarının tohum temizleme ve sınıflandırma makinasında temizleme etkinliğini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, buğday çeşitleri (Kırkpınar, Bezostaja-1 ve Sofu), Tokak arpa çeşidi ile ölçü aletleri olarak hassas terazi, takometre ve verniyeli kumpas kullanmışlardır.

Tohum temizlemede ortaya çıkan atık materyalin fazlalığı ve esas tohum kaybının azlığı ile daha yüksek safiyette tohum temin edilmesi arasında bir bağıntı olmadığını, tohum hazırlamada yüksek safiyet elde edilebilmesi ancak uygun elek kombinasyonlarının seçilmesi ile sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Yaptıkları denemeler sonucunda, Bezostaja-1 ve Kırkpınar buğday tohumluklarında 4.00-2.00 mm ve Tokak arpa tohumluklarında 3.75-2.50 mm ve Sofu buğdayında ise, 4.00-2.50 elek kombinasyonlarında en yüksek temizleme etkinliğini bulduklarını ifade etmişlerdir.

Sabahoğlu ve ark. (2001), farklı yüzeylerde portakalın sürtünme katsayısının belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada, Yafa (Shamouti) portakalının kontrplak, alüminyum, plexiglass ve fiberglass olmak üzere dört farklı yüzey üzerine ve dört normal yükte, sabit kayma hızında statik ve dinamik sürtünme katsayılarını

ölçmüşlerdir. Yaptıkları denemelerin sonucunda sürtünme yüzeyleri ve yük değerlerine bağlı olarak statik ve dinamik sürtünme katsayılarında değişim gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Her iki sürtünme katsayısı için en düşük değerler kontrplak yüzeyde, en yüksek değerler ise plexiglass yüzeyde elde etmişlerdir.

Farklı sürtünme yüzeylerinin, statik ve dinamik sürtünme katsayıları üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu, plexiglass yüzey en yüksek sürtünme katsayısı değerlerini verdiğini, kontrplak yüzeyde en düşük değerler elde edildiğini belirtmişlerdir. Aynı koşullarda elde ettikleri dinamik sürtünme katsayısı değerlerinin, statik sürtünme katsayısı değerlerinden daha küçük olduğunu bildirmişlerdir.

Tabatabaeefar ve ark. (2003), nohut tohumunun içerisindeki yabancı materyalleri ayırmak amacıyla İran'da yetiştirilen nohut çeşitlerine uygun tohum temizleme ve sınıflandırma makinasını dizayn ettiklerini bildirmişlerdir. Makinanın dizaynında kullanılmak üzere bölgede yaygın bir şekilde yetiştirilen beş nohut çeşidinin fiziksel ve aerodinamik özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, ürün çeşitlerinin geometrik ortalama çaplarının 6.7 mm ile 9.7 mm, kritik hızlarının ise 10 m/s ile 15 m/s arasında olduğunu saptamışlardır. Dizayn ettikleri makinadaki fanın seçiminde nohut taneleri ile kavuz ve saman parçacıklarının kritik hızlarını göz önünde bulundurduklarını ifade etmişlerdir. Makinanın temizleme etkinliğini belirlerken, hava hızını asıl tanelerin kritik hızlarından düşük, ürün içerisindeki saman ve kavuz parçacıklarından yüksek olacak şekilde, 6 m/s ile 9 m/s arasında seçtiklerini belirtmişlerdir.

Yalçın ve Özarlan (2004), fiğ tohumunun fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, fiğ tohumunun %10.57 nem oranında sırasıyla; uzunluk, genişlik ve kalınlık ortalama değerleri 5.19 mm, 4.33 mm ve 3.63 mm olarak belirlemişlerdir. Fiğ tohumunu % 10.57'den %20.63 nem oranına kadar ıslatma çalışmalarında ; 1000 dane ağırlığının 55.47-59.03 g arasında, izdüşüm alanının 23.52-29.05 mm² arasında, yoğunluğun 1286.2-1369.9kg/m³ arasında, kritik hızın 9.90-10.33 m/s arasında değiştiğini belirlemişlerdir. % 10.57'den % 20.63 nem oranına kadar fiğ tohumunun statik sürtünme katsayısı dört yapısal yüzeyde doğrusal olarak şöyle artmakta olduğunu belirtmişlerdir; kauçuk (0.350–0.387), alüminyum

(0.319–0.367), paslanmaz sac (0.202–0.328), galvanizli sac/demir (0.312–0.361). %10.57'den 20.63 db 'ye nispi nem içeriğinin yükseltilmesiyle yoğunluk ve shelling direncinin sırasıyla; 860.8'den 826.2 kg/m³'e doğru, 148.73'ten 62.68 N'e doğru azaldığını belirlemişlerdir.

Taşer ve ark. (2005), % 11.57 - % 10.3 (k.b.) arasındaki nem oranlarında macar ve adi fiğ tohumlarının fiziksel özelliklerini belirledikleri çalışmalarında; ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerlerini sırasıyla 4.27, 4.03, 3.38, 3.86 mm ve 5.11, 4.49, 3.83, 4.44 mm olarak belirlemişlerdir. Macar ve adi fiğ tohumlarının sırasıyla; yüz dane ağırlıkları 4.33 ve 5.88 g olarak, küresellikleri 0.91 ve 0.87 olarak, hacim ağırlıkları 772.17 ve 785.9 kg/m³ olarak, yoğunlukları 1205.81 ve 1091.19 kg/m³ olarak, yığılma açıları ise 13.64° ve 12.95° olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, % 11.57 - % 10.3 (k.b.) arasındaki nem oranlarında macar ve adi fiğ tohumlarının ahşap levha, galvanizli sac, sac, sunta ve kauçuk yüzeylerde ortalama dinamik sürtünme katsayısı değerleri; macar fiği tohumu için sırasıyla 0.29, 0.30, 0.33, 0.33, 0.41 ve fiğ tohum için sırasıyla 0.27, 0.27, 0.31, 0.31, 0.45 olarak, ortalama statik sürtünme katsayısı değerleri ise macar fiğ tohumu için sırasıyla 0.35, 0.36, 0.39, 0.43 ve adi fiğ tohumu için sırasıyla 0.45 ve 0.32, 0.34, 0.39, 0.45, 0.48 olarak hesaplamışlardır.

Demirbaş ve Dursun (2007), buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerini görüntü işleme tekniğiyle belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, ekmeklik ve makarnalık tipte 13 farklı buğday çeşitinin (bunlardan Gerek-79, Gün-91, İkizce-96, Kırgız-96, Bayraktar-2000, Demir-2000 ve Bezostaja-1 buğdayları ekmeklik; Altın 40/98, Altıntaş, Çeşit-1252, Ankara, Kızıltan-91 ve Mirzabey buğdayları ise makarnalık buğdaylardır.) tanelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, çevre, küresellik derecesi ve farklı şekil katsayıları gibi bazı fiziksel özellikleri görüntü işleme tekniğinden yararlanılarak belirlemişlerdir. % 10, % 12, % 14 tohum nem içeriklerindeki buğday taneleri; hilum ekseni yanda, hilum ekseni altta ve dik olmak üzere 3 farklı konumda kâğıtlar üzerine yerleştirilerek bir tarayıcıdan geçirmişlerdir. Bunları TIFF uzantılı dosyalar halinde bilgisayar ortamına aktarmışlar ve görüntü işleme programıyla değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda; elle ve görüntü işlemeyle yapılan ölçüm sonuçları arasındaki korelasyon katsayısının yüksek

olması nedeniyle buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde görüntü işleme tekniğinden başarıyla yararlanılacağını belirtmişlerdir.

Ele alınan tüm buğday çeşitleri tanelerinin uzunluklarının 5.87- 8.39 mm, genişliklerinin 2.70-3.97 mm ve kalınlıklarının ise 2.46-4.29 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ekmeklik buğday tanelerinin uzunluklarının 5.87-7.96 mm, genişliklerinin 2.70-3.97 mm, kalınlıklarının 2.46-4.11 mm; makarnalık buğday tanelerinin ise uzunluklarının 7.15-8.39 mm, genişliklerinin 2.82-3.90 mm ve kalınlıklarının ise 2.48-4.20 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Makarnalık çeşitlerin ekmeklik buğday çeşitlerine göre daha büyük ölçülü tanelere sahip oldukları vurgulamışlardır.

“UTHSCSA Image Tool Version 3.0.” görüntü işleme programının buğday tanelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık, izdüşüm alanı, yuvarlaklık ve basıklık oranı gibi bazı fiziksel özelliklerinin ölçümünde güvenle kullanılabileceği belirtmişlerdir.

Altuntaş, (2008), balkabağı ve karpuz tohumlarının bazı fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, %9.87 ve %2.87 k.b. nem içeriklerindeki kabak ve karpuz tohumlarının bazı fiziksel (ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap) özelliklerini belirlemiştir. Kabak ve karpuz tohumlarının ortalama 1000 tane ağırlığı, küresellik, doğal yığılma açısı, hacim ağırlığı, kütleli yoğunluk, tane hacmi, yüzey alanı ve belirlemiştir. Ayrıca kabak ve karpuz tohumlarının ortalama dinamik ve statik sürtünme katsayılarını galvaniz sac, sunta, sac, kontrplak ve lastik yüzeylerde; belirlemiştir. Maksimum statik ve dinamik sürtünme katsayılarını lastik yüzeyde bulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, söz konusu buğday-adi fiğ karışımını oluşturan tohumların ayrılabilirliğine olanak sağlayacak bazı fiziksel özellikler teorik ve deneysel olarak incelenmiştir.

İkinci aşamada ise farklı tip tohum temizleme makinalarında buğday-adi fiğ karışımını ayırma çalışmaları yapılmıştır.

3.1. Materyal

Materyal, 2008 hasat döneminde Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Doğankent işletmesinde Çayır-Mera Şubesinin yetiştirip biçerdöver ile hasat ettiği adi fiğ-buğday karışımından alınmıştır. Karışım Adana-99 buğday çeşidi ve Özveren adi fiğ çeşidinden meydana gelmektedir (Şekil 3.1)

Buğday ve adi fiğ çeşitli özelliklerini belirlemede kullanılan alet ve cihazlar: Düşey borulu kritik hız ölçme düzeneği, Lloyd biyolojik materyal test cihazı, hassas dijital terazi, dijital kumpas, standart hektolitre ölçüm düzeneği, mezür, eğik düzlem düzeneği, nem ölçer, tarayıcı (scanner) ve spektrometre cihazı (renkölçer).



Şekil 3.1. Buğday -adi fiğ karışımından görüntüler

Denemelerde kullanılan karışımın içindeki ürünlerin ve yabancı maddelerin deneme öncesi ağırlık olarak oranları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Karışımın deneme öncesi ağırlık olarak bazı özellikleri

Özelliler	Oran (%)
Ana Tane Buğday	43.71
Ana Tane Adi Fiğ	41.70
Kırık ve Cılız Buğday	4.05
Kırık ve Cılız Adi Fiğ	3.73
Kesmik, Kavuz ve Saman	2.64
Yabancı Tohum (Ot + vb)	0.59
Taş ve Toprak	3.59

3.1.1. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Özelliklerini Belirlemede Kullanılan Alet ve Cihazlar

3.1.1.1. Düşey Borulu Kritik Hız Ölçme Düzenegi

Buğday ve adi fiğ tanelerinin kritik hızlarının belirlenmesi için düşey borulu kritik hız ölçme seti kullanılmıştır. Bu ölçme seti, elektronik devir ayarlayıcısı (varyatör), elektrik motoru, fan, hava karışım odası, üzerinde gözetleme penceresi bulunan 71.36 mm çapında düşey bir boru, pitot tüpü ve eğik diferansiyel manometreden oluşmaktadır. Kullanılan düşey borulu kritik hız ölçme seti Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te görülmektedir.

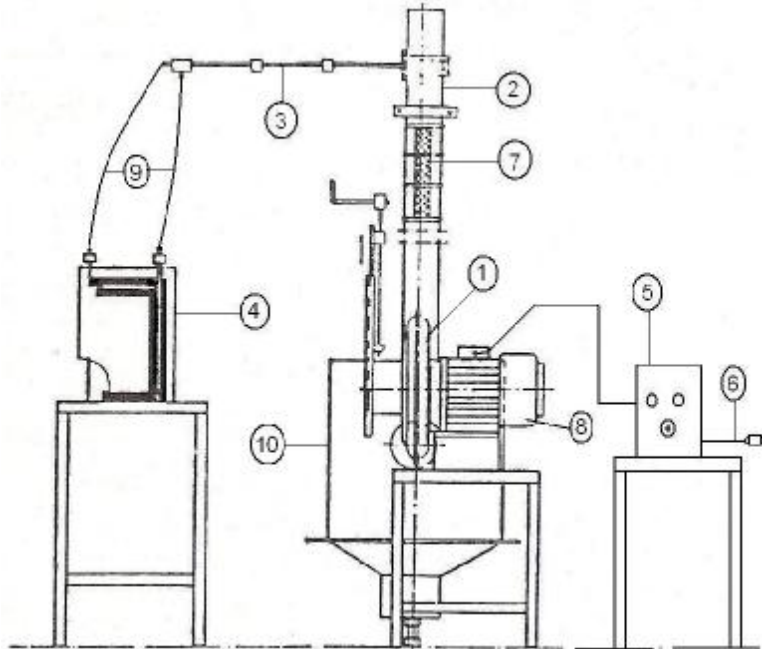
Fanın hava çıkış ucuna 71.36 mm çapında ve 8.5 cm uzunluğundaki yatay demir boru bağlanmıştır. Buraya bağlanan 100 mm çapında 15.5 cm uzunluğundaki yatay ikinci demir borunun ucu, tabanı konik ve 30 x 30 cm²'lik sac levhadan yapılmış silindirik hava karışım odasına bağlanmıştır. Hava karışım odasının çıkış kısmına 71.36 mm çapında 150 cm boyunda demir boru düşey olarak bağlanmıştır (Şekil 3.2).

Düşey borudaki farklı hava akım hız değerleri, bir elektronik devir ayarlayıcısı (varyatör) ile trifaze elektrik motoru devri değiştirilerek elde edilmiştir. Hava akımının elde edilebilmesi için ise trifaze elektrik motoruna bağlanan ve 25 kW'lık güç ile çalışan vantilasyon etkili bir fan kullanılmıştır (Şekil 3.2).



1. Motor, 2.Fan, 3.Hava karışım odası, 4.Düşey boru, 5.Gözetleme penceresi, 6.Pitot tüpü, 7.Varyatör, 8.Eğik Diferansiyel Manometre, 9.Plastik hortumlar

Şekil 3.2. Düşey borulu kritik hız ölçme düzeneği ve parçaları



1.Fan, 2.Hava kanalı, 3.Pitot tüpü, 4.Manometre, 5.Varyatör 6.Elektrik, 7.Gözetleme penceresi, 8.Elektrik motoru, 9.Plastik hortum, 10. Hava karışım odası.

Şekil 3.3. Düşey borulu kritik hız ölçme düzeneği şeması (Yıldız ve ark., 1992)

Düşey yuvarlak borularda akışkan hızı kenarlardan boru merkezine doğru artar ve merkezde en yüksek değere ulaşır. Düşey borudan geçen akışkanın ortalama hızının hesaplanabilmesi için bir katsayının bulunması gerekir. Ölçümlere başlamadan önce düşey borunun iki ekseninde ve 10 farklı noktada hız ölçümleri yapılarak düzeltme katsayısı 0,93 olarak bulunmuştur. Daha sonra bu katsayı, borunun merkezine düşey olarak yerleştirilen pitot tüpü yardımıyla ölçülen değerlerle çarpılarak borudan geçen havanın ortalama hızı bulunmuştur (Yıldız ve ark., 1992).

3.1.1.2. Lloyd Biyolojik Test Cihazı

Buğday ve adi fiğ tanelerinin sürtünme katsayılarının belirlenmesinde, Çukurova Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü'nün laboratuvarında bulunan Lloyd Biyolojik Materyal Test Cihazı (Model LRX Plus Serisi) kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Lloyd biyolojik materyal test cihazı

3.1.1.3. Hassas Elektronik (Dijital) Terazi

Karışımı oluşturan buğday ve adi fiğ tanelerinin ağırlıklarını belirlemede 0,0001g duyarlıkta tartım yapabilen elektronik terazi kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Elektronik terazi

3.1.1.4. Dijital Kumpas

Karışımı oluşturan buğday ve adi fiğ tanelerinin boyutlarını (uzunluk, kalınlık ve genişlik) belirlemede 0.01 mm duyarlılıkta ölçüm yapabilen elektronik kumpas kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Dijital kumpas

3.1.1.5. Hektolitre Ölçüm Düzeneği

Buğday ve adi fiğ tanelerinin hacim ağırlıkları standart hektolitre ve elektronik terazi kullanılarak belirlenmiştir. Standart hektolitre seti, 31.8 mm çapında bir çıkışa sahip huni, 1 litre hacmindeki çelik kap ve teraziden oluşmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Hektolitre ölçüm düzeneği

3.1.1.6. Eğik Düzlem

Tanelerin statik sürtünme katsayılarını bulmak için eğik düzlem ve açı ölçer kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Eğik düzlem düzeneği

3.1.1.7. Nem Ölçer

Araştırmada kullanılan buğday ve adi fiğ çeşitlerinin nem içeriği “Dickey John GRAIN MOISTURE TESTER” nem ölçer cihazıyla ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Nem ölçer cihazı

3.1.1.8. Mezür

Buğday ve adi fiğ çeşitlerinin yoğunlukları, sıvı yer değiştirme metodu ile belirlenmiştir. Bu amaçla, 500 ml'lik mezür (cam silindir) (Şekil 3.10) ve su kullanılmıştır. Yoğunluğun hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\gamma_t = (W_t/V_{su}) \quad (3.1)$$

γ_t : Ürün çeşidinin yoğunluğu (kg/m^3)

W_t : Ürünün ağırlığı (kg)

V_{su} : Ürünün kapladığı hacim (m^3)

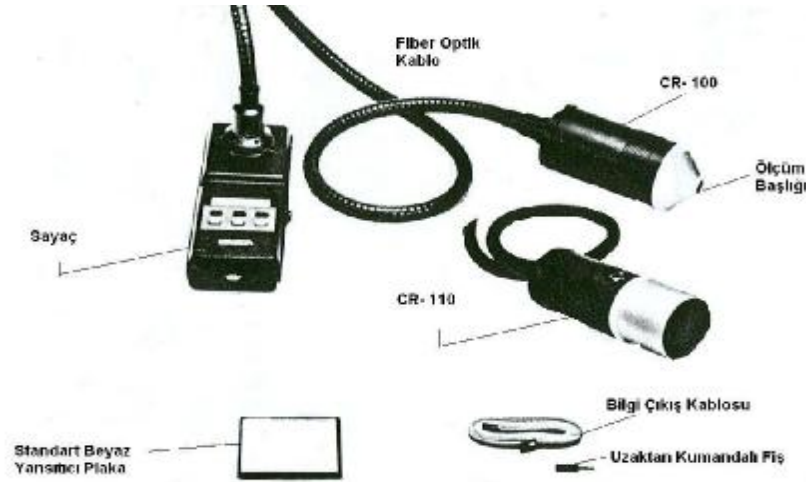


Şekil 3.10. Mezür

3.1.1.9. Spektrometre Cihazı (Renkölçer)

Buğday ve adi fiğ tanelerinin renklerini belirlemek için ürüne gönderilen ışığın yansıma miktarını ölçen CR-100 Numaralı Yansıma Ölçme Cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.11). Bu cihaz, ölçüm başlığı, işlemleri derleyici bir mikro bilgisayar ve verileri sayısal olarak gösteren bir ekrandan oluşmaktadır. Ölçüm başlığı içerisinde yüksek güçlü bir adet flaş lambası bulunmakta ve bu lamba kontrollü bir şekilde düşey yönde materyal üzerinde yaygın bir ışık sağlamaktadır (Gümüšoğlu, 2005).

L^* değeri parlaklığı temsil etmekte olup 0 ile 100 arasında değişmektedir. 0 siyahlığı, 100 beyazlığı ifade etmektedir. a^* değeri kırmızılık ve yeşilliği ifade etmekte olup, -90 ile +90 arasında değişmektedir. b^* değeri mavilik ve sarılığı ifade etmekte olup -90 ile +90 arasında değişmektedir.



Şekil 3.11. Spektrometre cihazı (Gümüšoğlu, 2005)

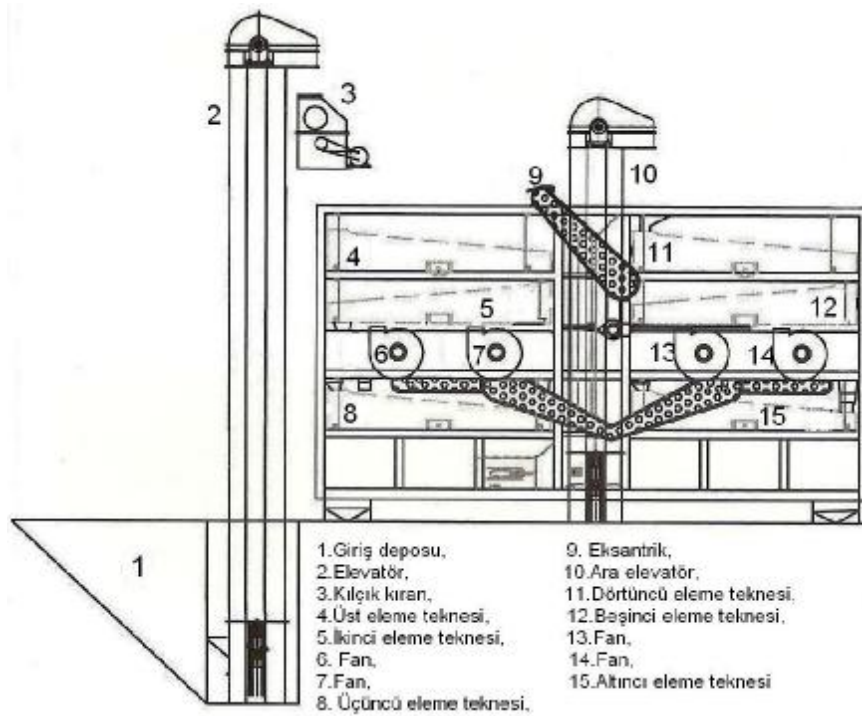
3.1.2. Karışımı Ayırmada Kullanılan Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları ve Üniteleri

Hasat edilen taneli ürün içerisinde az veya çok miktarda üründen büyük veya küçük yabancı maddeler, kırık ve cılız taneler bulunur. Taneli ürünler nihai kullanma amacı için istenilen kalite ve özelliklere (tane büyüklüğü, safiyet, çimlenme

kabiliyeti ve hektolitre ağırlığı v.b.) ulaşıncaya kadar temizleme ve sınıflandırma gibi farklı işlemlerden geçirilirler.

3.1.2.1. Ön Eleme Ünitesi

Ön eleme ünitesi kılçık kırıcı ve altı eleme teknesinden oluşmaktadır. Temizlemenin daha iyi ve kayıpların daha az olması için tanelerin kavuz, kılçık, başakçık ve baklalardan arındırılmış olması gerekir. Bunu da kılçık kırıcıyla, dövme-ovalama sistemiyle yapmak mümkündür. Kılçık kırıcının kullanılması ile ürün tanelerinin sistemde daha kolay akışı sağlanmış olur (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kılçık kırıcı ve ön eleme ünitesinin şeması

Altı eleme teknesinden oluşan ön eleme ünitesi, ürünün içerisindeki hafif, üründen büyük ve küçük yabancı maddeleri aspiratörlerin oluşturduğu hava akımı ve milimetrik elekler yardımıyla temizleyip sınıflandırmaktadır.

Ön eleme ünitesi; üst eleme teknesi (4) üzerine dökülen ürünün, eksantrik sisteminin (9) salladığı diğer tekneleri dolaşarak organik ve inorganik maddelerden

temizlenmesini ve farklı boylara ayrılmasını sağlar. Elek gözenekleri sürekli gidip gelen fırçalarla devamlı açık tutulur.

Çizelge 3.2. Ön eleme ünitesinin bazı teknik özellikleri

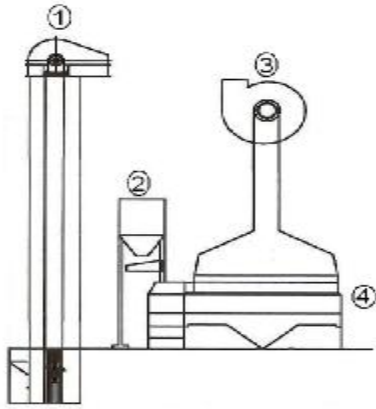
Özellik	Değer
Toplam Uzunluk	5660 mm
Toplam Genişlik	2220 mm
Toplam Yükseklik	4070 mm
Elekler	6 adet (1000x2000 mm)
Elek Delik Tipleri	Yuvarlak (Ø), oblong (▭) ve üçgen (△)
Etkili Elek Alanı	6 adet (1940 x 920 mm)
Elek Eğimi	7°
Elek Hareketi Tipi	Eksantrik
Elek Temizleme Tipi	Fırçalı sistem
Elek Numaraları	7-3,5 ve 4 mm Ø ile 2-2,5- ve 3,75 mm ▭
Aspiratör	4 adet 3 HP 1500 d/min vakum emici aspiratör
Eksantrik Gücü	3 kw 1000 d/min

3.1.2.2. Gravite ünitesi (hafif tane ayırma makinesi)

Çizelge 3.3. Gravite ünitesinin bazı teknik özellikleri

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Toplam Uzunluk	3466 mm	Eksantrik Gücü	1.1 kW 1000 d/min
Toplam Genişlik	1730 mm	Aspiratör Sayısı	5 adet
Toplam Yükseklik	2450 mm	Alt Aspiratör Gücü	4x1.1 kW1500 d/min
Etkili Tabla Alanı	1350x2700 mm	Üst Aspiratör Gücü	2.0 kW 1500 d/min
Hareketi Tipi	Eksantrik		

Denemede kullanılan gravite ünitesine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3'te verilmiştir. Gravite ünitesi 1 adet tabla, 5 adet aspiratör ve dijital kumanda panosundan oluşmaktadır (Şekil 3.13).

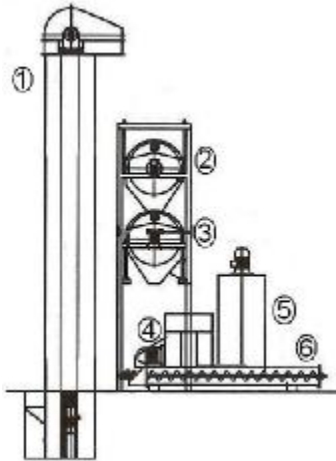


1.Elevatör, 2.Ürün bekleme bunkeri, 3.Üst fan, 4.Gravite tablası

Şekil 3.13. Gravite ünitesinin şematik görünüşü ve resmi

3.1.2.3. Triyör Ünitesi

Denemede kullanılan triyör ünitesi iki adet silindirden oluşmaktadır (Şekil 3.14).



1.Elevatör, 2. ve 3. Triyör silindirleri, 4.Toz ilaçlama, 5.Sıvı ilaçlama tankı, 6.Karıştırıcı helezon

Şekil 3.14. Triyör ünitesinin şematik görünüşü ve resmi

Denemede kullanılan triyör ünitesine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Triyör ünitesinin bazı teknik özellikleri

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Toplam Uzunluk	3665	Motor Gücü	2x2.0 kw
Toplam Genişlik	960	Devir	38 d/min
Toplam Yükseklik	2060	Yuva Çapı	5.5 mm
Triyör Tipi	Silindirik	Yuva Derinliği	4.5 mm
Silindir Çapı	700 mm	100 cm'deki delik sayısı	150 adet
Silindir Uzunluğu	3000 mm	Kapasite	5 ton/h

3.2. Yöntem

3.2.1. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Fiziksel ve Aerodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.1.1. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Boyut Özelliklerinin Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ tanelerinin boyutları, dijital kumpas ile ölçülmüştür. Her bir ürün çeşidinden 500 adet tane rastgele seçilerek ölçümler yapılmış ve elde edilen verilerin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.1.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Şekil Özelliklerinin Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ çeşitlerine ait tanelerin geometrik ortalama çaplarının belirlenmesinde eşitlik 3.2'deki formül kullanılmıştır (Mohsenin,1980; Song ve Litchfield, 1991).

$$d_g = (abc)^{1/3} \quad (3.2)$$

Burada;

d_g : Tanenin geometrik ortalama çapı (mm)

- a : Ürün tanesinin uzunluğu (mm)
 b : Ürün tanesinin kalınlığı (mm)
 c : Ürün tanesinin genişliği (mm) dır.

Buğday ve adi fiğ tanelerinin eşdeğer küresel çapları eşitlik 3.3'teki formülle belirlenmiştir (Gorial ve O'callaghan, 1990).

$$d_e = \left[\left(\frac{G_t}{\gamma_t} \right) \left(\frac{6}{\pi} \right) \right]^{1/3} \quad (3.3)$$

Burada;

- d_e : Taneye eşdeğer kürenin çapı (m)
 G_t : Ürün tanesi ağırlığı (kg)
 γ_t : Ürün tanesinin yoğunluğu (kg/m³)

Buğday ve adi fiğ tanelerinin küreye olan benzerliliklerinin tanımlanmasında kullanılan küresellik derecesi ise eşitlik 3.4'teki formülle hesaplanmıştır (Mohsenin, 1980).

$$\phi = \left(\frac{d_g}{a} \right) 100 = \left(\frac{(abc)^{1/3}}{a} \right) 100 \quad (3.4)$$

Burada;

- ϕ : Küresellik derecesi (%)
 d_g : Tanenin geometrik ortalama çapı (mm)
 a : Ürün tanesinin uzunluğu (mm)

Karışımı oluşturan buğday ve adi fiğ çeşitlerinden 500'er adet tane rastgele seçilerek ölçümler yapılmış ve elde edilen verilerin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.1.3. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ tanelerinin ağırlıklarını belirlemek amacıyla, 1/10.000 g hassasiyette ölçüm yapabilen dijital (elektronik) terazi kullanılmıştır. Her bir ürün çeşidinden rastgele 500 adet tane seçilmiş ve dijital terazide tartılarak maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.1.4. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Nem İçeriklerinin Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ tanelerinin nem içeriği "Dickey John GRAIN MOISTURE TESTER" nem ölçer cihazıyla ölçülmüştür. Her bir üründen dörder numune alınmıştır. Bu numuneler nem ölçere boşaltılarak, her bir numunenin nem değeri ayrı ayrı okunmuştur. Nem ölçer cihazıyla buğday ve adi fiğ tanelerinin nem değerleri elde edilerek buğday ve adi fiğin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.1.5. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Hacim Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu çalışmada, buğday ve adi fiğ çeşitlerinin hacim ağırlığı standart hektolitre (Çarman, 1996; Tabil ve ark., 1999; Konak ve ark., 2002) ve elektronik terazi kullanılarak belirlenmiştir. Ürün huni içine konulduktan sonra huninin çıkışındaki kapak açılarak çelik kabın dolması sağlanmıştır. Ürünle dolan çelik kabın yüzeyi tahtadan yapılmış bir çubuk ile zigzag hareketi yaptırılarak düzeltilmiştir. Daha sonra ürün ile dolu olan çelik kabı dolduran ürün alınarak hassas (elektronik) terazide tartılmıştır. Her ürün çeşidi için ölçüm işlemi dört defa tekrarlanmıştır. Tartılan ürün çeşitlerinin hacim ağırlıkları kg/m³ olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.6. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Yoğunluklarının Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan buğday ve adi fiğ yoğunlukları, sıvı yer değiştirme metodu ile belirlenmiştir (Mohsenin, 1980). Bu amaçla, 500 ml'lik mezür (cam silindir) ve su kullanılmıştır.

Her bir ürün çeşidinden 4'er tekrarlamalı olarak belirlenen yoğunluğun hesaplanmasında eşitlik 3.5'teki formül kullanılmıştır.

$$\gamma_t = (W_t / V_{su}) \quad (3.5)$$

γ_t : Ürün çeşidinin yoğunluğu (kg/m³)

W_t : Ürünün ağırlığı (kg)

V_{su} : Ürünün kapladığı hacim (m³)



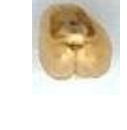



Buğday ve adi fiğ çeşitlerin her birinden 200 gramlık dörder numune alınmıştır. Her seferde 500 ml'lik cam silindire (mezüre) 250 ml su konulduktan sonra 200 g'lık ürün numunesi mezüre boşaltılmıştır. Mezüre 200 g'lık ürünün boşaltılması sonucu yükselen su seviyesi mezürden ml olarak okunarak kaydedilmiştir. Elde edilen değerler eşitlik 3.5'teki formülde yerine konarak buğday ve adi fiğ yoğunlukları (kg/m³) olarak bulunmuştur.

3.2.1.7. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin İzdüşüm Alanlarının Belirlenmesi

Bu çalışmada buğday ve adi fiğ çeşitlerinin izdüşüm alanları görüntü işleme tekniği ile belirlenmiştir. Bu amaçla Intel (R) Core (TM) 2 Quad CPU 2.83 GHz işlemcili bilgisayar ile HP PSC 2410 modelindeki yazıcı-fotokopi-tarayıcıdan yararlanılmıştır. Tarayıcıdan geçirilerek JPEG uzantılı dosyalar halinde bilgisayar ortamına aktarılan görüntülerin işlenmesinde "UTHSCSA Image Tool IT Version 3.0 görüntü işleme programı kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan buğday ve adi fiğ çeşitleri, üç farklı konumda ve her bir konumda 100'er adet tane olacak şekilde beyaz karton üzerine yapıştırılmıştır

(Dursun, 2001). Bu konumlar; A₁, A₂ ve A₃ olarak adlandırılmıştır. Ürünler, A₁ konumunda ürünün hilum eksenini yatay düzleme paralel ve ürün hilum eksenini üzerine oturacak şekilde, A₂ konumunda hilum eksenini yatay düzleme paralel ve ürün yan yatacak şekilde, A₃ konumunda ise ürünün hilum eksenini yatay düzleme dik olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.15). Örnekler tarayıcıdan geçirilerek JPEG uzantılı dosyalar halinde bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan örnekler görüntü işleme programı yardımıyla işlenmiştir. Buğday ve adi fiğ çeşitlerinin her bir konumu için maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

Buğday		
		
A ₁ Konumu	A ₂ Konumu	A ₃ Konumu
Adi fiğ		
		
A ₁ Konumu	A ₂ Konumu	A ₃ Konumu

Şekil 3.15. Buğday ve adi fiğ tanelerinin konumları

3.2.1.8. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Kritik Hız Değerlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada kritik hızın teorik olarak hesaplanmasında Gorial ve O'Callaghan (1990)'in geliştirmiş oldukları eşitlik 3.6'daki formülden yararlanılmıştır. Bu amaçla, ürünün hacmine eşdeğer kürenin kritik hızı ve eşitlik 3.7'deki formülle hesaplanan şekil katsayısı değerleri kullanılmıştır.

$$V_{kritik} = \left(\frac{4gd_e\gamma_t(6Z/\pi)}{3\gamma_a 0.44} \right)^{1/2} \quad (3.6)$$

$$Z = \frac{\pi}{6} \left(\frac{d_e}{d_g} \right)^3 (\phi) \quad (3.7)$$

Burada;

V_{kteorik} : Teorik olarak hesaplanan kritik hız (m/s)

g : Yerçekim ivmesi (m/s^2)

d_e : Taneye eşdeğer kürenin çapı (m)

d_g : Tanenin geometrik ortalama çapı (m)

γ_t : Ürün tanesinin yoğunluğu (kg/m^3)

γ_a : Havanın yoğunluğu (kg/m^3)

Z : Şekil katsayısı (birimsiz)

f : Küresellik derecesi (%)

Buğday ve adi fiğ tanelerinin teorik olarak hesaplanan kritik hızlarının maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

Ölçümler; rastgele alınan 100'er adet üzerinden yapılmıştır. Taneler tek tek düşey borunun üst kısmından aşağı doğru atılmış ve tane gözetleme penceresinde görülünceye kadar elektronik varyatör yardımıyla motor devri artırılmıştır. Artırılan hava akımı etkisiyle tanenin askıda kaldığı andaki hava akım hızı, duyarlılığı 1 mmSS olan eğik diferansiyel manometreden okunmuştur. Elde edilen bu veriler kaydedilmiştir. Daha sonra 0,93 düzeltme katsayısıyla (Yıldız ve ark., 1992) çarpılarak deneysel kritik hız değerleri bulunmuştur. Buğday ve adi fiğin deneysel kritik hızlarının maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

3.2.1.9. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Aerodinamik Sürüklenme Katsayılarının Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ tanelerinin aerodinamik sürüklenme katsayılarının hesaplanması amacıyla eşitlik 3.8'deki formül kullanılmıştır.

$$C = \frac{2m_t g}{\gamma_a (V_{krdeneyssel})^2 A_t} \quad (3.8)$$

Burada;

- C : Aerodinamik sürüklenme katsayısı (birimsiz)
 m_t : Ürün tanesinin kütlesi (kg)
 g : Yerçekim ivmesi (m/s^2)
 γ_a : Havanın yoğunluğu (kg/m^3)
 $V_{krdeneyssel}$: Deneysel olarak belirlenen kritik hız (m/s)
 A_t : Tanenin izdüşüm alanı (m^2)

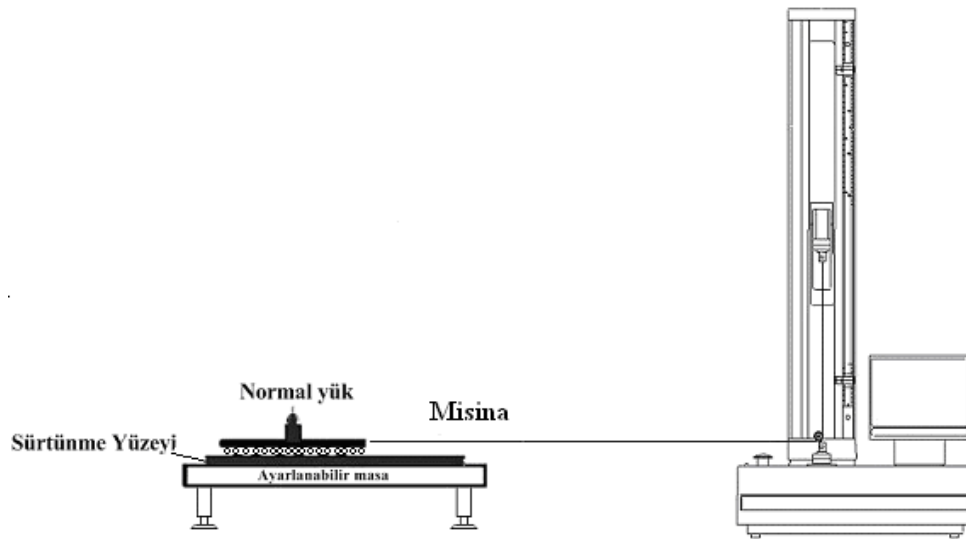
Tarımsal ürünlerin düzensiz geometrik şekillere sahip olması ve hava akımı içerisindeki konumlarının sürekli değişmesinden dolayı izdüşüm alanları da değişmektedir. Bundan dolayı, tanelerin farklı konumlarındaki izdüşüm alanları göz önünde bulundurularak sürüklenme katsayıları hesaplanmıştır. Aynı zamanda, ürün hacmine eşdeğer kürenin izdüşüm alanına göre de hesaplamalar yapılmıştır (Mohsenin, 1980; Gorial ve O'Callaghan, 1990). Elde edilen bu hesaplamalar kaydedilmiştir. Buğday ve adi fiğ için ayrı ayrı, aerodinamik sürüklenme katsayılarının maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri belirlenmiştir.

3.2.1.10. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk ölçümü uluslar arası $L^*a^*b^*$ sistemine göre, cihazın C(6774 K) aydınlatma konumunda, standart yansıtıcı plakaya göre kalibrasyonu yapılmıştır. Ölçümler 5 kez tekrarlanmış ve ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır. Böylelikle buğday ve adi fiğ tanelerinin renk değişimi belirlenmiştir.

3.2.1.11. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ taneleri 10 cm x 20 cm x 2cm ebadındaki iki ayrı tahta yüzeyine yapıştırıcıyla ayrı ayrı yapıştırılmıştır. Tane yapıştırılmış tahta yüzeyi aşağı gelecek şekilde ve misina ipiyle Lloyd Biyolojik Materyal Test Cihazının yük hücresine (loadcell) bağlanmıştır. Normal sac, galvaniz sac, ahşap ve alüminyum olmak üzere dört farklı yüzey kullanılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Lloyd biyolojik materyal test cihazı şeması

Deneme; buğday ve fiğın statik ile dinamik sürtünme katsayılarını bulmak için bu her dört yüzeyde 50, 100, 150 ve 200 mm/s hızlarda dört tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemelerde elde edilen veriler TARİST istatistik paket programında analiz yapılarak değerlendirilmiştir.

3.2.2. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi

Buğday ve adi fiğ karışımı; ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinden oluşan selektörde iki defa 5'er ton geçirilmiştir.

Uygulama üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada karışım, 7 mm Ø (yuvarlak delikli) - 2 mm ▭ (oblong delikli) - 2.5 mm ▭ - 3.5 mm Ø - 4 mm Ø -

3.75 mm \square elek kombinasyonlu ön eleme ünitesinden geçirilerek 6. (en son) elek üstünde kalan fiğ tohumu elevatörle gravite ünitesine aktarılmıştır. Bu aşama, 4. ve 5. elek altları çuvallanarak bir kısım, 6. elek altı da çuvallanarak ayrı bir kısım olarak depolanmıştır. İkinci aşamada; birinci aşamada çuvallanan 4. ve 5. elek altları elevatörle gravite ünitesine daha sonra da triyör ünitesine aktarılmıştır. Üçüncü aşamada ise; birinci aşamada çuvallanan 6. elek altı elevatörle gravite ünitesine daha sonra da triyör ünitesine aktarılmıştır.

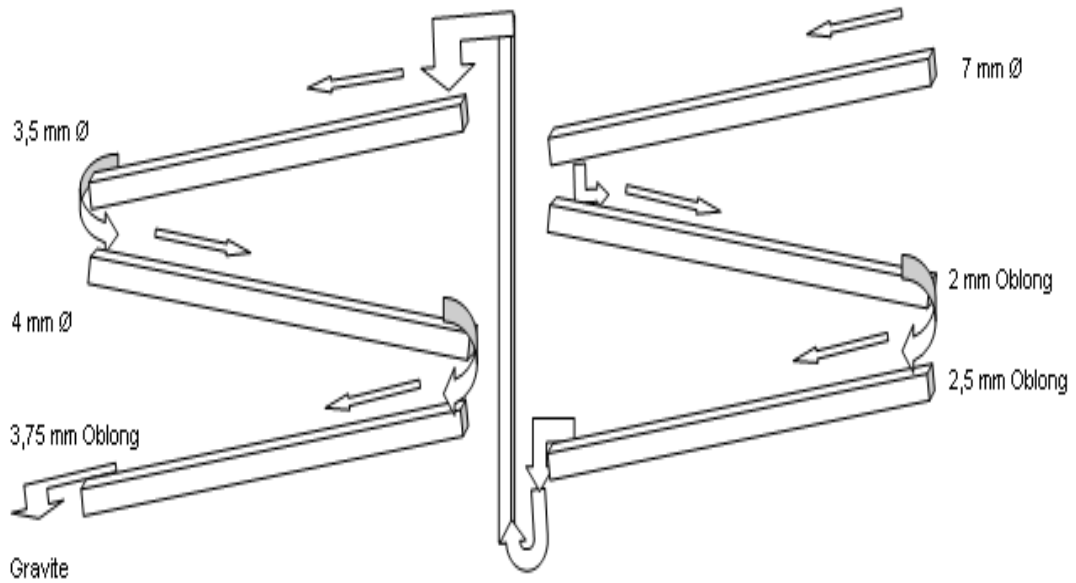
3.2.2.1. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Ön Eleme Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi

Ön eleme ünitesi (Şekil 3.17 ve Şekil 3.18); kılçık kırma ve 6 adet elek teknesinden oluşmaktadır. Fiğ ve buğday karışımı ilk önce; ön eleme ünitesinde iki defa 5'er ton elenmiştir.



Şekil 3.17. Kılçık kırma ve ön eleme ünitesi

Giriş deposundan akışı sürgülü bir kapak yardımıyla ayarlanabilen kovalı elevatörle alınan ürün, kılçık kıranda işlendikten sonra 1.(üst) eleme teknesine aktarılmıştır. Karışım 1. eleme teknesindeki 7 mm Ø (yuvarlak delikli) elekten geçirilerek buğday ve adi fiğ tanelerinden daha iri yabancı maddeler, taş, kesek, başak, v.s. boşaltma kanalıyla çuvallara aktarılmıştır. 7 mm Ø elek altına geçen karışım 2. eleme teknesine aktarılmıştır. 2. eleme teknesindeki karışım içerisinde bulunan toz, ufak toprak, ufak ve cılız taneler 2 mm \square elek deliklerinden elek altına geçerek çıkış oluğundan çuvallanmıştır.



Şekil 3.18. Ön eleme ünite şeması

2. eleme teknesinde elek üstünde kalan karışım elek üzerinden kayarak 2.5 mm \square delikli üçüncü eleme teknesine aktarılmıştır. Motor tarafından döndürülen radyal fanların meydana getirdiği yukarıdan düşey olarak yöneltilmiş emişli hava akımıyla, üçüncü eleme teknesinin baş ve sonuna doğru olmak üzere iki adet emiş kaidelerini ürüne yaklaştırarak karışımın içinden; toz, çöp, saman, kavuz v.b. gibi tanelerden hafif parçacıklar alınmıştır. Bunlardan, hafif olanlar hava akımıyla dışarı atılırken nispeten daha ağır olanlar dökülme ağızlarından çuvallanmıştır.

Üçüncü (2.5 mm \square) elek üstünde kalan karışım, eksantrik oluşturduğu titreşim ve salınım hareketleri sonucu, elek üzerinden kayarak elevatörle dördüncü

eleme teknesine aktarılmıştır. Dördüncü (3.5 mm Ø) elek üstünde kalan karışım, beşinci eleme teknesine aktarılmıştır. Beşinci elek (4 mm Ø) üstünde kalan karışım, altıncı eleme teknesine gönderilmiştir. Dördüncü ve beşinci eleklerin altına geçen ve farklı boylara ayrılan ürün, çıkış oluklarından çuvallanıp bir parti olarak istiflenmiştir. Altıncı (3.75 mm'lik □) elek üstündeki karışımın içinden; çöp, saman, kavuz v.b. gibi tanelerden hafif parçacıklar aspiratörle alınmıştır. Bu maddelerin içinden, nispeten daha hafif olanlar hava akımıyla dışarı atılırken nispeten daha ağır olanlar helezonla dökülme ağızlarından çuvallanmıştır. Altıncı eleğin altına geçen ürün ise, çıkış oluklarından çuvallanıp ayrı bir parti olarak istiflenmiştir. Altıncı elek üstünde kalan ürün ise elek üzerinden kayarak gravite ünitesine elevatörle aktarılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 . 3.75 mm □ elek üstü

Uygulamanın I. aşamasında ürün elevatörle gravite ünitesine iletilmeden önce 6. elek üstündeki adi fiğ+(taş-toprak) materyalinden de 6'şar örnek alınıp ön eleme çıkışı ana tane adi fiğın ağırlık olarak ortalama oranı bulunmuştur. Gravite çıkışından alınan ana tane adi fiğın toplam miktarı ve gravite ünitesinde üründen uzaklaştırılan canlı ve cansız materyalin tümü tartılarak ürünün gravite öncesi toplam miktarı bulunmuştur. Ürünün gravite öncesi toplam miktarının ve gravite öncesi adi fiğın ağırlık olarak oranının bulunmasıyla gravite öncesi ana tane adi fiğın toplam miktarı belirlenmiştir.

Uygulamanın I. aşamasında ön eleme öncesi ve sonrası ana tane adi fiğ miktarlarının belirlenmesiyle, ön eleme ünitesinin ayırma oranını eşitlik 3.8'deki formül kullanılarak bulunmuştur.

$$\eta = \frac{W_a}{W_o} \times 100 \quad (3.8)$$

η : Ünite etkinliği

W_a : Ünite çıkışında alınan toplam ürün ağırlığı (g)

W_o : Ünite öncesi ürün ağırlığı (g)

3.2.2.2. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Gravite Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi

Elevatörle ön eleme ünitesinden alınan ürün bekleme ön bunkerine aktarılmıştır. Bekleme ön bunkerinde, gravite tablasının etkin çalışmasını sağlayacak miktarda ürünün birikmesi sağlanmıştır. Ürünün gravite tablası üzerine iyi yayılmasının ve temizliğinin etkin olması için; boyuna ve enine meyil ayarları, eksantrik ayarı, gravite üst fanı ile alt fanları ayarları hassas bir şekilde dijital panoda yapılmıştır. Ürün bekleme ön bunkerinden gravite tablasına aktarılmıştır. Gravite üst fanı yardımıyla hafif yabancı maddeler vakumlu hava akımıyla dışarı atılmıştır. Gravite alt fanları vantilasyonlu hava akımı yardımıyla ürün yüzer duruma getirilmiştir. Gravite tablasının altında bulunan bir eksantrik vasıtasıyla gravite tablasına ileri-geri ve aşağı-yukarı titreşim hareketinin verilmesiyle tanelerin yokuş yukarı tırmanması sağlanmıştır. Ayarlamaların optimum bir şekilde yapılmasıyla üründe etkin bir temizlik sağlanmıştır.

Uygulamanın II. aşaması için; I. aşamada ön eleme ünitesinin 4. ve 5. elek altlarına geçen materyalden (Şekil 3.20) alınan 6'şar örnekle ana tane buğday oranı bulunmuştur. Uygulamanın I. aşamasında ön eleme ünitesinin 4. ve 5. elek altları çuvallanarak tümü tartılmıştır. 4. ve 5. elek altları materyalinin toplam miktarının bulunması ve ana tane buğday oranının belirlenmesi sonucu 4. ve 5. elek altlarına

geçen ana tane buğdayın toplam miktarı belirlenmiştir. Böylece, II. aşama için gravite öncesi ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.



(3.5 mm Ø elek altı)

(4 mm Ø elek altı)

(3.75 mm □ elek altı)

Şekil 3.20. Elek altları

Uygulamanın II. aşamasında gravite çıkışı materyalinden 6'şar örnek alınıp gravite çıkışı ana tane buğdayın ağırlık olarak oranı bulunmuştur. Triyörden alınan temiz ana tane buğday ve uzaklaştıran canlı-cansız materyalin tümü de tartılarak gravite çıkışı ürünün toplam miktarı bulunmuştur. Böylece, II. aşama için gravite çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.

Uygulamanın II. aşaması için; ana tane buğdayın gravite öncesi toplam miktarı ile gravite çıkışı toplam miktarının belirlenmesiyle gravite ünitesinin ayırma oranını eşitlik 3.8'deki formül kullanılarak bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşaması için; I. aşamada ön elemanın 6. eleğin altına geçen materyalden (Şekil 3.20) alınan 6'şar örnekle ana tane buğday oranı bulunmuştur. Uygulamanın I. aşamasında ön elemanın 6. elek altı çuvallanarak tümü tartılmıştır. 6. elek altı materyalinin toplam miktarının bulunması ve ana tane buğday oranının belirlenmesi sonucu 6. elek altına geçen ana tane buğdayın toplam miktarı belirlenmiştir. Böylece, III. aşama için gravite öncesi ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşamasında triyörden alınan temiz ana tane buğday ve uzaklaştıran canlı-cansız materyalin tümü tartılarak gravite çıkışı ürünün toplam miktarı bulunmuştur. Gravite çıkışı materyalinden de 6'şar örnek alınıp gravite çıkışı

ana tane buğdayın ağırlık olarak oranı bulunmuştur. Böylece, III. aşama için gravite çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşaması için; ana tane buğdayın gravite öncesi toplam miktarı ile gravite çıkışı toplam miktarının belirlenmesiyle gravite ünitesinin ayırma oranını eşitlik 3.8'deki formül kullanılarak bulunmuştur.

3.2.2.3. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Triyör Ünitesinde Ayrılma Oranlarının Belirlenmesi

Triyör ünitesi ise 2 adet silindirik triyörden oluşmaktadır. Uygulamanın II. ve III. aşamalarında optimum tekne eğim ayarı yapılarak garaviteden elevatörle alınan ürün triyörde etkin bir şekilde temizlenmiştir. Graviteden elevatörle alınan ürün triyör ünitesinin üst silindirine aktarılmıştır. Üst silindirin teknesine aktarılan, nisbeten kısa taneler (buğday kırıkları, ürün içindeki fiğ tohumları) boşaltma olduğundan alınarak çuvallanmıştır. Nisbeten uzun buğday taneleri üst silindirden alt silindire aktarılmıştır. Alt silindirde de ürün içinde kalan buğday kırıkları ve fiğ tohumları elemine edildikten sonra buğday çuvallama ünitesine gönderilmiştir.

Uygulamanın II. aşamasında triyörden alınan temiz ana tane buğday tartılarak triyör çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.

Uygulamanın II. aşaması için; gravite çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı (daha önce belirlenmişti) ile triyörden alınan temiz ana tane buğdayın toplamı miktarının belirlenmesiyle triyör ünitesinin ayırma oranını eşitlik 3.8'deki formül kullanılarak bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşamasında triyörden alınan temiz ana tane buğday tartılarak triyör çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşaması için; gravite çıkışı ana tane buğdayın toplam miktarı (daha önce belirlenmişti) ile triyörden alınan temiz ana tane buğdayın toplamı miktarının belirlenmesiyle triyör ünitesinin ayırma oranını eşitlik 3.8'deki formül kullanılarak bulunmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek iki bölüm halinde sunulmuştur. Bunlar; buğday ve adi fiğ tohumlarının fiziksel ve aerodinamik özellikleri ile farklı tip tohum temizleme makinalarında buğday–adi fiğ karışımının temizlenmesi ve sınıflandırılmasında elde edilen sonuçlardır.

4.1. Buğday ve Adi Fiğ Çeşitlerinin Fiziksel ve Aerodinamik Özellikleri

4.1.1. Buğday ve Adi Fiğ Çeşitlerinin Boyut Özellikleri

Buğday ve adi fiğ tohumlarının boyutlarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday ve adi fiğ tanelerinin boyut özellikleri

Ürün	Boyutlar	X_{ort}	X_{max}	X_{min}	S
Buğday	Uzunluk (mm)	7.32	8.76	5.36	0.72
	Genişlik (mm)	3.48	4.07	2.85	0.16
	Kalınlık (mm)	3.25	3.58	2.42	0.15
Adi Fiğ	Uzunluk (mm)	5.84	7.71	4.24	0.67
	Genişlik (mm)	5.25	6.64	3.88	0.61
	Kalınlık (mm)	4.15	6.15	3.18	0.45

Buğdayın uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ortalamalar, sırasıyla 7.32 mm, 3.48 mm, 3.25 mm olarak belirlenmiştir.

Yıldız ve ark.(1992) yaptıkları çalışmada buğdayın boyut değerlerini uzunluk, genişlik ve kalınlık olarak, sırasıyla 5.5-8.9 mm, 2.2-3.9 mm 2.0-3.9 mm arasında saptanmıştır. Başka bir çalışmada, Demirbaş ve Dursun (2007) da buğdayın boyut değerlerini uzunluk, genişlik ve kalınlık olarak, sırasıyla 5.87-7.96 mm, 2.46-4.11 mm 2.70-3.97 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da değerler benzer sınırlar içinde kalmıştır.

Adi fiğin boyut değerleri; uzunluk, genişlik ve kalınlık ortalamaları, sırasıyla 5.84 mm, 5.25 mm ve 4.15 mm olarak bulunmuştur. Yalçın ve Özarslan (2004) yaptıkları çalışmada adi fiğin uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerin ortalamaları,

sırasıyla 5.19 mm, 4.33 mm, 3.63 mm olarak saptanmıştır. Taşer ve ark. (2005) ise adi fiğın uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini, sırasıyla 4.27-5.11 mm, 4.03-4.49 mm, 3.38-3.83 mm arasında bulmuşlardır.

Çalışmada kullanılan buğday çeşidinin adi fiğ çeşidinden ortalama olarak daha uzun olduğu, adi fiğ çeşidinin ise buğday çeşidinden ortalama olarak daha geniş ve daha kalın olduğu fakat buğday ve adi fiğ çeşitlerinin boyutlarının çakışmış olması, ele aldığımız bu karışımın tek bir temizle ve sınıflandırma makinasıyla ayırmanın çok zor olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu karışımı ancak farklı temizleme ve sınıflandırma makinalarıyla, birkaç aşamada temizleyip ve ayırmanın mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

4.1.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Şekil Özellikleri

Buğday çeşidi ve adi fiğ çeşidi tohumlarının geometrik ortalama çap (d_g), eşdeğer kürenin çapı (d_e) ve küresellik dereceleri (\emptyset) Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Buğday ve adi fiğ tanelerinin şekil özellikleri

Ürün	İstatistiksel Özellikler	d_g (mm)	d_e (mm)	\emptyset (%)
Buğday	X_{ort}	4.35	4.53	59.74
	X_{max}	4.82	5.01	74.13
	X_{min}	3.57	3.65	48.81
	S	0.20	0.19	4.03
Adi Fiğ	X_{ort}	5.02	5.20	86.26
	X_{max}	6.63	6.34	99.82
	X_{min}	3.76	2.67	74.89
	S	0.52	0.52	4.21

Buğday tanelerinin ortalama geometrik çapı (d_g), ortalama eşdeğer kürenin çapı (d_e), sırasıyla 4.35 mm, 4.53 mm bulunurken küresellik değeri % 59.74 olarak bulunmuştur. Adi fiğ tanelerinin ortalama geometrik çapı (d_g), ortalama eşdeğer kürenin çapı (d_e), sırasıyla 5.02 mm, 5.20 mm bulunurken küresellik değeri % 86.26 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde buğday ve adi fiğ tanelerinin geometrik ortalama

çapları (d_g) ile eşdeğer kürenin çapları (d_e) arasında büyük bir farklılık olmadığı görülmektedir. Adi fiğ çeşidinin küresellik derecesi Buğday çeşidinin küresellik derecesinden daha büyük olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda adi fiğ için % 11.57 - % 10.3 nem oranında; geometrik ortalama çapı (d_g) ve küresellik derecesi (\emptyset) ortalamalarını, sırasıyla 4.44 mm ve % 87 olarak saptanmıştır (Taşer ve ark., 2005)

4.1.3. Buğday ve Adi Fiğın Tek Tane Ağırlığı

Buğday ve adi fiğ tek tane ağırlıklarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Buğday ve adi fiğın tane ağırlıkları (mg)

İstatistiksel özellikler	Buğday (mg)	Adi Fiğ (mg)
X_{ort}	59.52	98.34
X_{max}	80.00	173.70
X_{min}	31.00	43.40
S	7.38	26.75

Karşımı oluşturan ürünlerden buğday çeşidinin ortalama tane ağırlığı 59.52 mg ve adi fiğ çeşidinin ortalama tane ağırlığı ise 98.34 mg olarak belirlenmiştir. Adi fiğ çeşidinin tane ağırlıkları buğday çeşidinin tane ağırlıklarından % 40 ile % 115 arasında daha büyük olduğu hesaplanmıştır.

4.1.4. Buğday ve Adi Fiğın Hacim Ağırlığı, Yoğunluk ve Nem İçeriği

Buğday ve adi fiğ tohumlarının hacim ağırlığı, yoğunluk ve ölçümlerin yapıldığı andaki nem oranı değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Buğdayın hacim ağırlığı ve yoğunluğu % 13.41 nem içeriğinde, sırasıyla 714.03 kg/m³ ve 1217.96 kg/m³, adi fiğın hacim ağırlığı ve yoğunluğu % 13.41 nem

içeriğinde, sırasıyla 816.77 kg/m³ ve 1301.08 kg/m³ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Buğday ve adi fiğın hacim ağırlığı, yoğunluk ve nem içeriği

Ürün	Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	Yoğunluk (kg/m ³)	Nem İçeriği (%)
Buğday	714.03	1217.96	13.41
Adi Fiğ	816.77	1301.08	13.46

Adi fiğın hacim ağırlığı, buğdayın hacim ağırlığından yaklaşık olarak % 13 daha büyük olduğu görülmüştür. Adi fiğın yoğunluğunun, buğdayinkinden yaklaşık olarak % 6 daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Taşer ve ark. (2005)'in yaptıkları çalışmada % 11.57 - % 10.3 nem oranında adi fiğın hacim ağırlığı ve yoğunluğu, sırasıyla 785.9 kg/m³ ve 1091.19 kg/m³ olarak saptanmıştır. Başka bir çalışmada, Yalçın ve Özarslan, (2004) % 10.57-% 20.63 nem oranında adi fiğın hacim ağırlığı ve yoğunluk değerlerinin, sırasıyla 860.8-826.2 kg/m³ ve 1286.2-1369.9 kg/m³ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.1.5. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin İzdüşüm Alanları

Buğday ve adi fiğ tanelerinin üç farklı konumdaki izdüşüm alanlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Buğdayın ortalama izdüşüm alanı 16.29 mm², adi fiğın ise 16.95 mm² olarak saptanmıştır.

Buğdayın en küçük izdüşüm alanı, A₃ konumunda 3.74 mm², en büyük izdüşüm alanı ise A₁ konumunda 25.96 mm² olarak bulunmuştur. Adi fiğın en küçük izdüşüm alanı, A₃ konumunda 8.43 mm², en büyük izdüşüm alanı ise A₁ konumunda 35.35 mm² olarak belirlenmiştir.

Buğday ve adi fiğ tanelerinin dik konumundaki (A₃) izdüşüm alanları diğer iki konumdaki izdüşüm alanlarına göre daha küçük değerde oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.5. Buğday ve adi fiğ tanelerinin izdüşüm alanları (mm²)

İstatiksel Özellikler	Buğday				Adi Fiğ			
	A ₁	A ₂	A ₃	A _{ort}	A ₁	A ₂	A ₃	A _{ort}
X _{ort} (mm ²)	22.49	18.15	8.2	16.29	22.61	17.00	13.90	16.95
X _{max} (mm ²)	25.96	23.39	12.56	20.64	35.35	25.04	22.87	23.69
X _{min} (mm ²)	14.21	10.64	3.74	9.53	15.81	12.47	8.43	10.69
S	1.81	3.00	1.53	2.11	3.93	2.65	3.42	2.64

Buğday ve adi fiğ tanelerinin A₁ konumundaki izdüşüm alanlarının A₂ konumundaki izdüşüm alanlarından, A₂ konumundaki izdüşüm alanlarının da A₃ konumundaki izdüşüm alanlarından daha büyük değerde oldukları saptanmıştır.

Tanelerin küresellik dereceleri arttıkça her üç konumdaki izdüşüm alanları arasındaki farkın azaldığı belirlenmiştir. Tabil ve ark. (1999), Dursun (2001) ve Gürsoy (2005) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları bulmuşlardır.

4.1.6. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Kritik Hız Değerleri

Buğday ve adi fiğ tanelerinin deneysel kritik hız (V_{krdeneysel}) ve teorik kritik hız (V_{krteorik}) değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğday ve adi fiğ tanelerinin kritik hız değerleri (m/s)

	V _{krdeneysel} (m/s)				V _{krteorik} (m/s)			
	X _{ort}	X _{max}	X _{min}	S	X _{ort}	X _{max}	X _{min}	S
Buğday	7.75	8.84	6.05	0.53	9.56	14.36	5.62	1.19
Adi Fiğ	9.58	11.76	6.32	0.82	11.25	16.53	5.73	1.84

Buğdayda en küçük teorik kritik hız değeri 5.62 m/s en yüksek ise 14.36 m/s olarak bulunmuştur. Buğdayda en düşük deneysel kritik hız değeri 6.05 m/s, en yüksek ise 8.84 m/s olarak bulunmuştur. Buğdayın tane ağırlıkları, izdüşüm alanları, küresellik derecelerinin farklı olmasından dolayı kritik hızları da farklı olmuştur.

Adi fiğde teorik olarak hesaplanan en düşük kritik hız değeri 5.73 m/s, en

yüksek ise 16.53 m/s olarak bulunmuştur. Adi fiğde deneysel olarak en düşük kritik hız değeri 6.32 m/s, en yüksek ise 11.76 m/s olarak bulunmuştur.

Adi fiğın deneysel kritik hız değerleri Buğday çeşidinin kritik hız değerlerinden daha büyük olduğu görülmüştür. Buğday ve adi fiğ'de teorik olarak hesaplanan kritik hız değerlerinin deneysel olarak ölçülenden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.1.7. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Aerodinamik Sürüklenme Katsayıları

Buğday ve adi fiğ tanelerinin aerodinamik sürüklenme katsayısı (C) değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Buğday ve adi fiğ tanelerinin aerodinamik sürüklenme katsayısı (C)

Ürün		C_{A1}	C_{A2}	C_{A3}	C_{Aort}
Buğday	X_{ort}	0.72	0.86	1.93	0.98
	X_{max}	0.97	1.15	2.59	1.31
	X_{min}	0.37	0.45	1.01	0.51
	S	0.09	0.11	0.24	0.12
Adi Fiğ	X_{ort}	0.80	0.98	1.17	0.96
	X_{max}	1.42	1.73	2.07	1.70
	X_{min}	0.11	0.13	0.15	0.13
	S	0.22	0.27	0.32	0.26

Adi fiğın aerodinamik sürüklenme katsayı değeri en düşük 0.13, en yüksek ise 1.70 olarak bulunmuştur. Buğdayın aerodinamik sürüklenme katsayı değeri en düşük 0.51, en yüksek ise 1.31 olarak bulunmuştur.

Hawk ve ark. (1966) ile Özerdem ve Toksoy (1993)'ün yaptıkları çalışmalarda buğdayın aerodinamik sürüklenme katsayı değerleri, sırasıyla 0.63-1.11 ile 0.62-0.74 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada buğdayın aerodinamik sürüklenme katsayısı, Hawk ve ark., (1966)'ın belirlemiş oldukları değerlerle benzer oldukları görülmüştür.

Tanelerin izdüşüm alanı ile sürüklenme katsayısının ters orantılı olduğu saptanmıştır.

4.1.8. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Renk Özellikleri

Buğday ve adi fiğ tanelerinin renk özellik değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Buğday tane renginin, adi fiğ tane renginden daha parlak olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada buğday tane renginin adi fiğ tane renginden daha kırmızı ve daha sarı oldukları gözlemlenmiştir. Bu değerler, optik özelliklerine göre kolaylıkla ayrılabilceğini göstermektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Buğday ve adi fiğ tanelerinin renk özellikleri

İstatiksel Özellikler	Buğday			Fiğ		
	L	a	b	L	a	b
X_{ort}	51,83	4,63	23,27	35,0	1,93	6,56
X_{max}	55,40	6,10	27,00	37,2	3,40	8,80
X_{min}	47,80	3,50	21,10	30,7	0,80	3,90
S	2,02	0,75	1,56	2,03	0,81	1,46

4.1.9. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Sürtünme Katsayıları

Ahşap yüzeyli eğik düzlemde yapılan çalışmada, buğday ve adi fiğ tanelerinin statik sürtünme katsayı değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tanelerinin eğik düzlemde statik sürtünme katsayısı

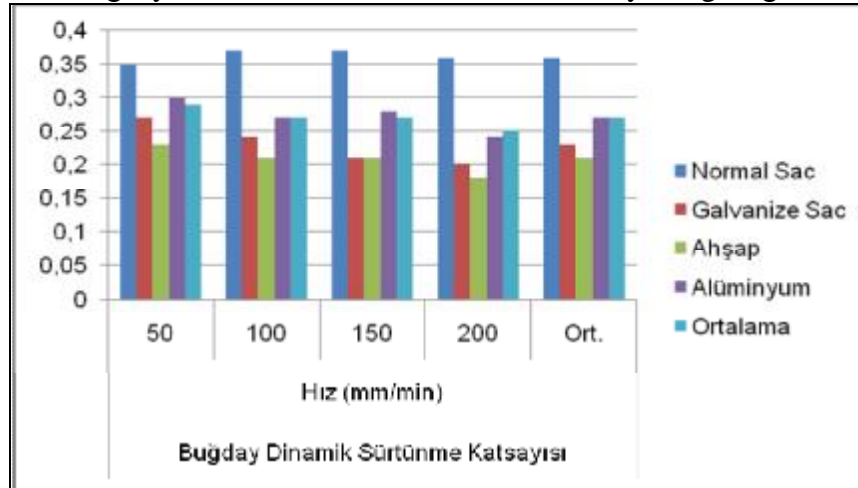
İstatiksel Özellikler	Buğday	Adi Fiğ
X_{ort}	0.56	0.37
X_{max}	0.80	0.78
X_{min}	0.27	0.19
S	0.16	0.10

Ahşap yüzeyli eğik düzlemde yapılan çalışmada; buğday ve adi fiğ'in statik sürtünme katsayı ortalamaları, sırasıyla 0.57 ve 0.37 olarak bulunmuştur. Eğik düzlemde buğday tanelerinin statik sürtünme katsayısı, adi fiğ tanelerinin statik sürtünme katsayısından daha büyük olduğu bulunmuştur.

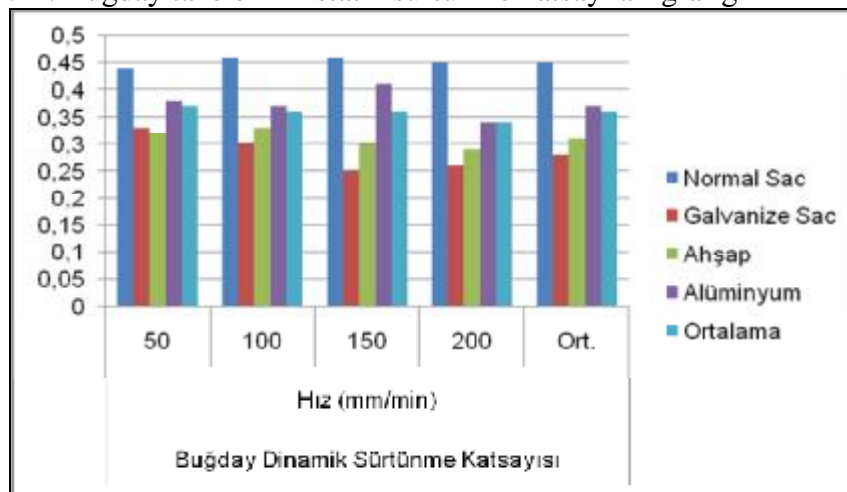
Çizelge 4.10. Buğday tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları

Yüzey	Dinamik Sürtünme Katsayısı					Statik Sürtünme Katsayısı				
	Hız (mm/min)					Hız (mm/min)				
	50	100	150	200	Ort.	50	100	150	200	Ort.
Normal Sac	0.35	0.37	0.37	0.36	0.36	0.44	0.46	0.46	0.45	0.45
Galvanize Sac	0.27	0.24	0.21	0.20	0.23	0.33	0.30	0.25	0.26	0.28
Ahşap	0.23	0.21	0.21	0.18	0.21	0.32	0.33	0.30	0.29	0.31
Alüminyum	0.30	0.27	0.28	0.24	0.27	0.38	0.37	0.41	0.34	0.37
Ortalama	0.29	0.27	0.27	0.25	0.27	0.37	0.36	0.36	0.34	0.36

Çizelge 4.11. Buğday tanelerinin dinamik sürtünme katsayıları grafiği



Çizelge 4.12. Buğday tanelerinin statik sürtünme katsayıları grafiği



Lloyd Biyolojik Materyal Test Cihazı ile yapılan çalışmada, buğday tanelerinin dört farklı yüzey ve dört farklı hızdaki dinamik ve statik sürtünme katsayı değerleri Çizelge 4.10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Buğdayın en yüksek statik sürtünme katsayısı normal sac yüzeyde çalışırken bulunmuştur. Yine en yüksek dinamik sürtünme katsayısı aynı yüzeyde saptanmıştır. Normal sac yüzeyde hız artarken dinamik ve statik sürtünme katsayılarında büyük bir değişim gözlenmezken, diğer yüzeylerde hızın artması hem dinamik hem de statik sürtünme katsayıları azalmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.13. Buğday dinamik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	Sd	Kareler Top.	Kareler Ort.	F Değeri	Olasılık (%)
Yüzey	3	0.226	0.075	82.844**	0.000
Hız	3	0.016	0.005	5.344**	0.003
Interak.	9	0.014	0.002	1.523ns	0.167
Hata	48	0.056	0.001		
Genel	63	0.312			

** : % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli. ns: istatistiki olarak önemsiz

Yapılan varyans analizine göre yüzeylerin ve hızların dinamik sürtünme katsayısı üzerine % 1 önem seviyesinde etkili oldukları bulunmuştur (Çizelge 4.13). Meydana gelen farklılıklar yapılan Duncan testi ile Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Buğdayda dinamik sürtünme katsayısı yüzey -ilişkisi

Yüzey	Ortalama
Normal Sac	0.363a
Alüminyum	0.273b
Galvanize Sac	0.230c
Ahşap	0.208c

Buğday tohumlarında; dinamik sürtünme katsayısı en yüksek, normal sac yüzeyde 0.363 olarak ve yine dinamik sürtünme katsayısı en yüksek ,50 m/dak. hızda

0.290 olarak belirlenmiştir. Buğdayda, hız arttıkça dinamik sürtünme katsayısının azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Buğday dinamik sürtünme katsayısı - hız ilişkisi

Hız	Ortalama
50 m/dak.	0.290a
100 m/dak.	0.272a
150 m/dak.	0.265ab
200 m/dak.	0.246b

Çizelge 4.16. Buğday statik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	Sd	Kareler Top.	Kareler Ort.	F Değeri	Olasılık(%)
Yüzey	3	0.281	0.094	55.665**	0.000
Hız	3	0.010	0.003	2.029ns	0.121
Interak.	9	0.018	0.002	1.290ns	0.266
Hata	48	0.082	0.002		
Genel	63	0.390			

** : % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli. ns: istatistiki olarak önemsiz

Yapılan varyans analizine göre yüzeylerin statik sürtünme katsayısı üzerine % 1 önem seviyesinde etkili oldukları bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Meydana gelen farklılıklar yapılan Duncan testi ile Çizelge 4.17’te verilmiştir. Buğday tohumlarında statik sürtünme katsayısı en yüksek değeri normal sac yüzeyde 0.455 olarak bulunmuştur.

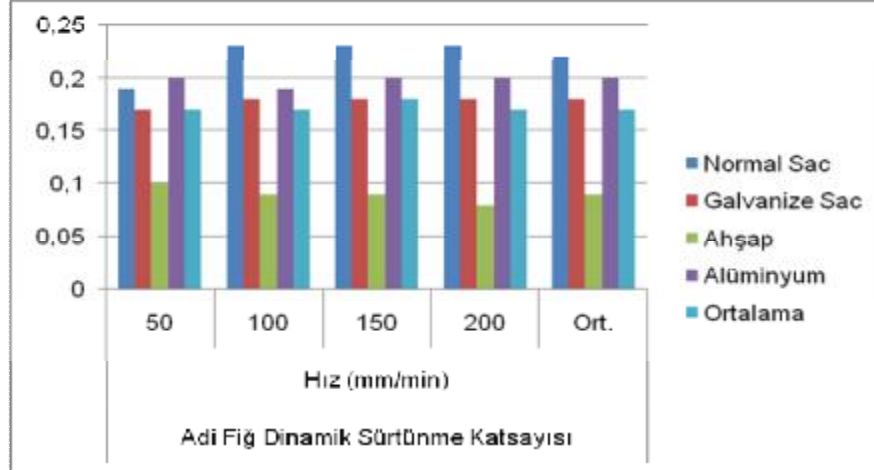
Çizelge 4.17. Buğday Statik Sürtünme Katsayısı Yüzey - İlişkisi

Yüzey	Ortalama
Normal Sac	0.455a
Alüminyum	0.375b
Sunta lam	0.310c
Galvanize Sac	0.283c

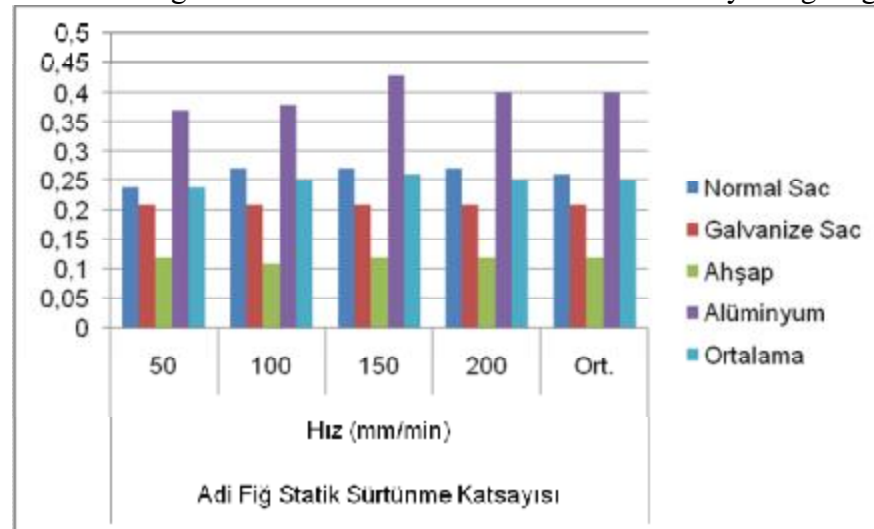
Çizelge 4.18. Adi fiğ tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları

Yüzey	Dinamik Sürtünme Katsayısı					Statik Sürtünme Katsayısı				
	Hız (mm/min)					Hız (mm/min)				
	50	100	150	200	Ort.	50	100	150	200	Ort.
Normal Sac	0.19	0.23	0.23	0.23	0.22	0.24	0.27	0.27	0.27	0.26
Galvanize Sac	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Ahşap	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12
Alüminyum	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.37	0.38	0.43	0.40	0.40
Ortalama	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.24	0.25	0.26	0.25	0.25

Çizelge 4.19. Adi fiğ tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları grafiği



Çizelge 4.20. Adi fiğ tanelerinin statik ve statik sürtünme katsayıları grafiği



Adi fiğ tanelerinin dört farklı yüzey ve dört farklı hızdaki dinamik ve statik sürtünme katsayı değerleri Çizelge 4.18'da verilmiştir.

Ayrıca, adi fiğ tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayı değerleri Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20'de grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.21. Adi fiğın dinamik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu

Vary.Kayn.	Sd	Kareler Top.	Kareler Ort.	F Değeri	Olasılık(%)
Yüzey	3	0.159	0.053	88.230**	0.000
Hız	3	0.001	0.000	0.283ns	0.838
Interak.	9	0.004	0.000	0.475ns	0.884
Hata	48	0.043	0.001		
Genel	63	0.207			

** : % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli. ns: istatistiki olarak önemsiz

Yapılan varyans analizine göre yüzeylerin dinamik sürtünme katsayısı üzerine % 1 önem seviyesinde etkili oldukları bulunmuştur(Çizelge 4.21).

Meydana gelen farklılıklar yapılan Duncan testi ile Çizelge 4.22'de verilmiştir. Adi fiğ tohumlarında dinamik sürtünme katsayısı en yüksek normal sac yüzeyde 0.219 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Adi fiğın dinamik sürtünme katsayısı yüzey - ilişkisi

Yüzey	Ortalama
Normal Sac	0.219a
Alüminyum	0.200a
Galvanize Sac	0.177b
Ahşap	0.089c

Yapılan varyans analizine göre yüzeylerin statik sürtünme katsayısı üzerine % 1 önem seviyesinde etkili oldukları bulunmuştur(Çizelge 4.23).

Yüzeyler arasındaki farklılıklar yapılan Duncan testi ile aşağıda verilmiştir. (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Adi fiğ statik sürtünme katsayısı varyans analiz tablosu

Varyans Kaynakları	Sd	Kareler Top.	Kareler Ort.	F Değeri	Olasılık(%)
Yüzey	3	0.655	0.218	570.765**	0.000
Hız	3	0.003	0.001	0.680ns	0.572
Interak.	9	0.008	0.001	0.599ns	0.792
Hata	48	0.062	0.001		
Genel	63	0.728			

** : % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli. ns: istatistiki olarak önemsiz

Çizelge 4.24. Adi fiğ statik sürtünme katsayısı yüzey - ilişkisi

Yüzey	Ortalama
Alüminyum	0.397 a
Normal Sac	0.261 b
Galvanize Sac	0.210 c
Ahşap	0.117 d

Adi fiğ tohumlarında statik sürtünme katsayısı en yüksek alüminyum yüzeyde 0.397 olarak belirlenmiştir.

4.2. Buğday ve Adi Fiğ Tanelerinin Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinalarında Ayrılma Oranları

Buğday ve adi fiğ karışımı; ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinden oluşan selektörde her seferde 5.000 kg olmak üzere iki defa selektörlenmiştir.

Buğday-adi fiğ karışımını temizleme ve ayırma çalışması üç aşamada gerçekleştirilmiştir. I. aşamada ön eleme ünitesi ile gravite ünitesi kullanılarak 2085 kg adi fiğden 1994 kg adi fiğ tohumu elde edilmiştir. II ve III. aşamada gravite ünitesi ile triyör ünitesi kullanılarak, ön eleme ünitesinin 4., 5. ve 6. elek altlarından alınan karışım içindeki 1853 kg buğdaydan, toplamda 1457 kg buğday tohumu triyör çıkışından alınmıştır.

4.2.1. Adi Fiğ Tanelerinin Ön Eleme Ünitesinde Ayrılma Oranları

5000 kg karışımın içinde ön eleme öncesi 2085 kg ana tane adi fiğ bulunurken, ön eleme çıkışında 2028 kg ana tane adi fiğ tohumu bulunan karışım alınmıştır. Uygulamanın I. aşamasında ön eleme ünitesinde adi fiğ ayrılma oranı 97.27 olarak bulunmuştur.

4.2.2. Adi Fiğ Tanelerinin Gravite Ünitesinde Ayrılma Oranları

Uygulamanın I. aşamasında ön eleme ünitesinden alınıp gravite ünitesine verilen karışımın içinde 2028 kg ana tane adi fiğ tohumu bulunurken, gravite ünite çıkışından 1994 kg temiz adi fiğ tohumu alınmıştır. Uygulamanın I. aşamasında gravite ünitesinde adi fiğ ayrılma oranı 98.32 olarak saptanmıştır.

Uygulamanın I. aşamasında, ön eleme ünitesi ile gravite ünitesi birlikte değerlendirildiğinde; ön eleme ünitesine verilen 2085 kg ana tane adi fiğ tohumu bulunan karışım gravite ünite çıkışında 1994 kg temiz adi fiğ tohumu olarak alınmıştır. Böylece uygulamanın I. aşamasında ön eleme ünitesi ile gravite ünitesinde toplamda adi fiğ ayrılma oranı 95,64 olarak hesaplanmıştır.

Uygulamanın II. aşamasında gravite ünitesine verilen karışımın içinde 1652 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, gravite ünite çıkışından 1428 kg ana tane buğday bulunan karışım alınıp triyöre aktarılmıştır. Uygulamanın II. aşamasında gravite ünitesinde buğdayın ayrılma oranı 86.44 olarak bulunmuştur.

Uygulamanın III. aşamasında gravite ünitesine verilen karışımın içinde 201 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, gravite ünite çıkışından 193 kg ana tane buğday tohumu bulunan karışım alınıp triyöre iletilmiştir. Uygulamanın III. aşamasında gravite ünitesinde buğdayın ayrılma oranı 96.02 olarak belirlenmiştir.

Uygulamanın II. ve III. aşamalarında gravite ünitesine verilen karışımın içinde toplamda 1853 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, gravite ünite çıkışından toplamda 1621 kg ana tane buğday bulunan karışım alınmıştır. Uygulamanın II. ve III. aşamalarında gravite ünitesinin buğdayı ayırma oranı toplamda 87.48 olarak hesaplanmıştır.

Uygulamanın I., II. ve III. aşamalarında gravite ünitesine verilen karışımın içinde; toplamda 3881 kg ana tane buğday ile ana tane adi fiğ tohumu bulunurken, gravite ünite çıkışında toplamdan 3615 kg ana tane buğday ve ana tane adi fiğ tohumu alınmıştır. Uygulamanın I., II. ve III. aşamalarında gravite ünitesinin buğdayı ve adi fiği ayırma oranı toplamda 93.15 olarak saptanmıştır.

4.2.3. Buğday ve Adi Fiğ Karışımının Triyör Ünitesinde Ayrılma Oranları

Uygulamanın II. aşamasında triyör ünitesine verilen karışımın içinde 1428 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, triyör ünite çıkışından 1267 kg temiz buğday tohumu alınmıştır. Uygulamanın II. aşamasında triyör ünitesinde buğdayın ayrılma oranı 88.73 olarak belirlenmiştir.

Uygulamanın III. Aşamasında gravite ünitesinden alınıp triyör ünitesine verilen karışımın içinde 193 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, triyör ünite çıkışından 190 kg temiz buğday tohumu alınmıştır. Uygulamanın III. aşamasında triyör ünitesinde buğdayın ayrılma oranı 98.45 olarak belirlenmiştir.

Uygulamanın II. ve III. aşamalarında gravite ünitesinden alınıp triyör ünitesine verilen karışımın içinde; toplamda 1621 kg ana tane buğday tohumu bulunurken, triyör ünite çıkışından toplamda 1457 kg temiz buğday tohumu alınmıştır. Uygulamanın II. ve III. aşamalarında triyör ünitesinin buğdayı ayırma oranı toplamda 89.88 olarak hesaplanmıştır.

Selektörün her bir ünitesi tek tek ele alındığında; ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinin ayırma oranları, sırasıyla 97.27, 93.15 ve 89.88 olarak hesaplanmıştır. Ön eleme ve gravite ünitelerinin adi fiği ayırma oranı, sırasıyla 97.27 ve 98.32 olarak belirlenmiştir. Gravite ve triyör ünitelerinin buğdayı ayırma oranı, sırasıyla 87.48 ve 89,88 olarak bulunmuştur.

Ayrılma işlemi sonrasında karışım içindeki adi fiğin % 95.64'ü, buğdayın % 66.68'i alınmıştır.

Uygulamanın I., II. ve III. aşamaları birlikte düşünüldüğünde, ön eleme ünitesine verilen karışımın içinde; toplamda 4270 kg ana tane buğday ile ana tane adi fiğ tohumu bulunurken, triyör ünite çıkışında toplamda 3451 kg ana tane buğday ve

ana tane adi fiğ tohumu alınmıştır. Selektörde buğdayın ve adi fiğin ayrılma oranı, toplamda 80,82 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Selektörün buğdayı ve adi fiği ayırma oranları (toplamda)

Ürün	Karışım İçindeki		Aşama	Ön Eleme Çıktısı		Gravite Çıktısı		Triyör Çıktısı		Toplamda	
	Miktar (kg)	Oran (%)		Miktar (kg)	Oran (%)	Miktar (kg)	Oran (%)	Miktar (kg)	Oran (%)	Miktar (kg)	Oran (%)
Adi Fiğ	2085	41.70	I	2028	97.27	1994	98.32	-	-	1994	95.64
Buğday	2185	43.71	II	1652	-	1428	86.44	1267	88.73	1457	66.68
			III	201		193	96.02	190	98.45		
Toplam	4270	85.40		-	-	-	-	-	-	3451	80.82

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Taneli ürünlerin verim ve kalitelerinin artırılmasını sağlamak için kaliteli tohumluğun kullanılması gerekmektedir. Kaliteli tohumluk elde edebilmek için de söz konusu ürün tohumlarının farklı çeşitlerden ve yabancı maddelerden temizlenmiş, sağlam ve dolgun tanelerden oluşması sağlanmalıdır. Bu ise ancak uygun tohum temizleme ve sınıflandırma makinelerinin kullanılmasıyla mümkündür. Buğday ve adi fiğ karışımını ayırma olanaklarını değerlendirmek amacıyla yapılan bu çalışmada, ürünlerin fiziksel özellikleri ve karışımı ayırmak için tohum temizleme ve sınıflandırma makinelerin etkinlikleri ayrı ayrı değerlendirilerek bu konuda üretim yapan imalatçılara önerilerde bulunulmuştur.

Tarım ürünlerinin elde edilmesi ve işlenmesinde kullanılacak makine ve sistemlerin tasarımında o ürünlere ilişkin fiziksel, aerodinamik, mekanik ve optik özelliklerin göz önünde bulundurulması gerekir. Mühendislik verileri olarak da tanımlanan tarımsal ürünlere ait bu özellikler uygun makine ve sistemlerin tasarımında önemli bir yer tutar. Bu özellikler dikkate alınmadan yapılan makine ve sistemlerden istenilen oranda randıman elde edilmesi olası değildir.

Elek delikleri ve triyör oyuklarının dizaynında önemli parametrelerden biri olan ürünlerin boyut özelliklerine yönelik ölçümler yapılmıştır. Buğday uzunluğunun buğdayın diğer boyutları ile adi fiğin boyutları arasında önemli farklılık görülmesine rağmen buğdayın genişlik ve kalınlık ile adi fiğin boyutları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Buğdayın ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri, sırasıyla 7.32 mm, 3.48 mm ve 3.25 mm olarak belirlenirken, adi fiğin ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ise sırasıyla 5.84 mm, 5.25 mm, 4.15 mm olmuştur.

Buğday çeşidinin adi fiğ çeşidinden ortalama olarak daha uzun olduğu, adi fiğ çeşidinin ise buğday çeşidinden ortalama olarak daha geniş ve daha kalın olduğu fakat buğdayın kalınlık ve genişlik ile adi fiğin boyut değerlerinin çakışması, söz konusu karışımı sadece bir temizle ve sınıflandırma makinasıyla ayırmanın çok zor olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu karışımı ancak farklı tip temizle ve

sınıflandırma makinalarıyla, birkaç aşmada temizleme ve ayırma işlemiyle ayırmanın mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Buğday tanelerinin geometrik çapı (d_g), eşdeğer kürenin çapı (d_e) ve küresellik derecesi (\emptyset) ortalamaları, sırasıyla 4.35 mm, 4.53 mm ve % 59.74 olarak bulunmuştur. Adi fiğ tanelerinin ortalama geometrik çapı (d_g), ortalama eşdeğer kürenin çapı (d_e) ve küresellik derecesi (\emptyset) ortalamaları, sırasıyla 5.02 mm, 5.20 mm ve % 86.26 olarak saptanmıştır.

Buğday ve adi fiğ tanelerinin geometrik ortalama çapları (d_g) ile eşdeğer kürenin çapları (d_e) arasında büyük bir farklılık olmadığı, adi fiğ çeşidinin küresellik derecesi buğday çeşidinin küresellik derecesinden daha büyük olduğu görülmüştür.

Tarımsal ürünlerin özellikle aerodinamik ilkelere göre temizlenmesinde ve sınıflandırılmasında önemli mühendislik parametrelerinden biri olan ürün çeşitlerinin izdüşüm alanları görüntü işleme tekniği ile belirlenmiştir. Ayrıca, ürün çeşitlerinin fiziksel özelliklerinden hacim ağırlığı, yoğunluk, tane ağırlığı, nem içeriği gibi özelliklere ait ölçümler yapılmıştır.

Buğday çeşidinin ortalama tane ağırlığı 59.52 mg ve adi fiğ çeşidinin ortalama tane ağırlığı ise 98.34 mg olarak belirlenmiştir. Adi fiğ çeşidinin tane ağırlığı daha büyük olduğu saptanmıştır.

Buğday çeşidinin % 13.41 nemde hacim ağırlığı ve yoğunluğu, sırasıyla 714.03 kg/m³, 1217.96 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Adi fiğ çeşidinin % 13.46 nemde hacim ağırlığı ve yoğunluğu, sırasıyla 816.77 kg/m³, 1301.08 kg/m³ ve olarak bulunmuştur.

Adi fiğ çeşidinin hacim ağırlığı, Buğday çeşidinin hacim ağırlığından yaklaşık olarak % 13 daha büyük olduğu hesaplanmıştır. Adi fiğ çeşidinin yoğunluğu, Adana-99 buğday çeşidinin yoğunluğundan yaklaşık olarak % 6 daha büyük olduğu görülmüştür.

Buğdayın ortalama izdüşüm alanı 16.29 mm², adi fiğin ise 16.95 mm² olarak belirlenmiştir. Buğdayın en küçük izdüşüm alanı, A₃ konumunda 3.74 mm², en büyük izdüşüm alanı ise A₁ konumunda 25.96 mm² olarak bulunmuştur. Adi fiğin en küçük izdüşüm alanı, A₃ konumunda 8.43 mm², en büyük izdüşüm alanı ise A₁ konumunda 35.35 mm² olarak belirlenmiştir.

Buğdayın deneysel kritik hız ve teorik kritik hız ortalamaları, sırasıyla 7.75 m/s ile 9.56 m/s olarak belirlenirken adi fiğın deneysel kritik hız ve teorik kritik hız ortalamaları, sırasıyla 9.58 m/s ile 11.25 m/s olarak hesaplanmıştır.

Bu kritik hız değerlerinin altındaki hava hızlarında, buğday ve adi fiğ tanelerinden daha hafif canlı ve cansız maddelerin temizlenmesi mümkündür.

Tarımsal ürünlerin hava akımıyla taşıma, temizleme, ayırma, havalandırma ve kurutma işlemleri sırasında hava akımının cisim üzerinde meydana getirdiği sürüklenme kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan aerodinamik sürüklenme katsayısı değerleri, ürün çeşitlerinin farklı konumlarındaki izdüşüm alanları ve eşdeğer kürenin çapı göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır.

Buğday çeşidinin ve adi fiğ çeşidinin aerodinamik sürüklenme katsayısı ortalamaları, sırasıyla 0.98 ve 0.96 olarak bulunmuştur.

Buğday tane renginin, adi fiğ tane renginden daha parlak olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada buğday tane renginin adi fiğ tane renginden daha kırmızı ve daha sarı oldukları gözlemlenmiştir.

Buğday ve adi fiğın dört farklı zeminde ve dört farklı hızda statik ve dinamik sürtünme katsayıları bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizde yüzeyin ve hızın buğday tanelerinin dinamik sürtünme katsayısı üzerinde etkisi %1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Yüzeyin buğday tanelerinin statik sürtünme katsayısı ile adi fiğ tanelerinin dinamik ve statik sürtünme katsayıları üzerinde etkisi görülmüştür.

Buğday ve adi fiğ tohumlarının normal sac, galvanize sac, sunta lam ve alüminyum yüzeylerde ortalama dinamik sürtünme katsayısı değerleri; Buğday tohumu için sırasıyla 0.363, 0.230, 0.208, 0.273 ve adi fiğ tohumu için sırasıyla 0.219, 0.177, 0.089, 0.200 olarak, ortalama statik sürtünme katsayısı değerleri ise buğday tohumu için sırasıyla 0.455, 0.283, 0.310, 0.375 ve adi fiğ tohumu için sırasıyla 0.261, 0.210, 0.117, 0.397 olarak hesaplamışlardır.

Buğday tohumlarında dinamik ve statik sürtünme katsayıları en yüksek sırasıyla, normal sac yüzeyde 0.363 ve 0.455 olarak belirlenmiştir. Adi fiğ tohumlarında en yüksek dinamik sürtünme katsayısı normal sac yüzeyde 0.219 olarak bulunmuştur. Yine adi fiğ tohumlarında en yüksek statik sürtünme katsayısı alüminyum yüzeyde 0.397 olarak belirlenmiştir.

Buğday ve adi fiğ karışımı; ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinden oluşan selektörde her seferde 5.000 kg olmak üzere iki defa geçirilmiştir.

Buğday-adi fiğ karışımını temizleme ve ayırma çalışması üç aşamada gerçekleştirilmiştir. I. aşamada karışım, 7 mm Ø (yuvarlak delikli) - 2 mm □ (oblong delikli) - 2.5 mm □ - 3.5 mm Ø - 4 mm Ø - 3.75 mm □ elek kombinasyonlu ön eleme ünitesinden geçirilerek 6. (en son) elek üstünde kalan fiğ tohumu elevatörle gravite ünitesine aktarılmıştır. Bu aşama, 4. ve 5. elek altları çuvallanarak bir parti ile 6. elek altı da çuvallanarak ayrı bir parti olarak istiflenmiştir. II. aşamada; I. aşamada çuvallanan 4. ve 5. elek altları elevatörle gravite ünitesine daha sonra da triyör ünitesine aktarılmıştır. III. aşamada ise; I. aşamada çuvallanan 6. elek altı elevatörle gravite ünitesine daha sonra da triyör ünitesine aktarılmıştır.

I. aşamada ön eleme ünitesi ile gravite ünitesi kullanılarak 2085 kg adi fiğden 1994 kg adi fiğ tohumu elde edilmiştir. II ve III. aşamada gravite ünitesi ile triyör ünitesi kullanılarak, ön eleme ünitesinin 4., 5. ve 6. elek altlarından alınan karışım içindeki 1853 kg buğdaydan, toplamda 1457 kg buğday tohumu triyör çıkışından alınmıştır.

Uygulamanın I., II. ve III. aşamaları birlikte düşünüldüğünde, ön eleme, gravite ve triyör ünitelerinin ayırma oranı, sırasıyla % 97.27, % 93.15, % 89.88 olarak saptanmıştır.

Ayırma işlemi sonrasında karışım içindeki adi fiğ'in % 95.64'ü, buğdayın % 66.68'i alınmıştır.

Selektörde buğday ve adi fiğ'in ayrılma oranı toplamda % 80.81 olarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucunda, bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağına inandığımız önerileri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- Karışımı ayırma sırasında ayırma oranının yüksek ve tohum kayıp oranının düşük seviyede olabilmesi için ülkemiz şartlarına uygun tohum temizleme ve sınıflandırma makinaları kullanılmalıdır. Bundan dolayı, tohum temizleme ve sınıflandırma ünitelerinin tasarımı sırasında ülkemizde yetiştirilen ürün çeşitlerinin

fiziksel, aerodinamik, mekanik ve optik özellikleri göz önünde bulundurulması gerekir.

- Karışımı ayırma çalışmalarında ön eleme ünitesinin ayırma oranının yüksek ve tohum kaybının düşük olması için hava kanalı içerisindeki hava akımının sürekli ve üniform olması gerekmektedir. Bu ise, hava kanalının enine kesit şekli ve boyutları ile fanın tipi ve özelliklerine bağlıdır. En uygun hava kanalı ve boyutlarına yönelik çalışmaların yapılması, tohum temizleme mekanalarının başarılarının artırılmasında yararlı olacaktır.

- Gravite ünitesinin ayırma oranının yüksek ve tohum kaybının düşük olması için gravite tablasının altında bulunan fanlar vasıtasıyla basıncı hava ve üst fanın vasıtasıyla emici hava akımlarının sürekli ve üniform olması gerekmektedir.

- Ön eleme ünitesinin elek kombinasyonunu, karışımı oluşturan ürünlerin fiziksel ve aerodinamik özellikleri göz önünde bulundurarak yapılması ayırma oranını arttıracaktır.

- Buğday-adi fiğ karışımını temizleme ve sınıflandırma çalışmasının 2-3 aşamada gerçekleştirilmesi ayırma oranını artacaktır.

- Fiziksel boyutların çakışması sonucu ayırma imkanı bulunmayan, buğday-adi fiğ karışımını ya bu şekliyle tekrar ekmek veya hayvanlara yem olarak vermek daha ekonomik olacaktır.

- Triyör iç yuvalarının fiğ tohumlarının da boyut özellikleri göz önünde bulundurarak imal edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AÇIKGÖZ, E, 2001, Yem Bitkileri, Vipaşı, Bursa, 584 sh.

ANONYMOUS, 2010a. “Silo Yem Bitkileri ve Silaj”
http://www.tarim.gov.tr/uretim/Bitkisel_Uretim,Silo_Yem_Bitkileri.html
(Erişim tarihi: 23 Nisan 2010)

_____, 2010b. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Bu%C4%9Fday> (Erişim tarihi: 23 Nisan 2010)

_____, 2010c. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13 (Erişim tarihi: 13 Mayıs 2010)

_____, 2010d. <http://www.tohum.tugem.gov.tr/kitap/Tablo-2.pdf> (Erişim tarihi: 03 Haziran 2010)

_____, 2010f. <http://www.dicle.edu.tr/yukokul/bsmy/dersnotlar/urunisleme.doc>
(Erişim tarihi: 15 Haziran 2009)

BILANSKI, W.K. ve LAL, R., 1965. Behavior of Threshed Materials in a Vertical Wind Ttmne!. Transactions of the ASAE, 8 (3) : 411-416.

ÇAKMAKÇI, S., ÜNAY, A. ve AÇIKGÖZ, E., 1996. “Adi Fiğ’de Tohum ve Saman Verimleri ile İlişkili Karakterlerin Değişik Yöntemlerle Saptanması Üzerine Bir Araştırma”
(<http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-98-22-2/tar-22-2-8-96028.pdf>) (Erişim tarihi: 18 Şubat 2009)

ÇAKMAKÇI, S., AYDINOĞLU, B., ARSLAN, M. ve BİLGİN, M., 2005. “Farklı Ekim Yöntemlerinin Fiğ (Vicia Sativa L.)+İngiliz Çimi (Lolium Perenne L.) Karışımlarının Ot Verimine Etkisi”.
www.akdeniz.edu.tr/ziraat/zfd/article/18_01-12.pdf. (Erişim tarihi: 20 Şubat 2009)

ÇARMAN, K., 1996. Some Physical Properties of Lentil Seeds. 1. Agric. Engng Res., 63 : 87-92.

DURSUN, İ.G., 2001. Bazı Taneli Ürünlerin İzdüşüm Alanlarının Görüntü İşlemeyle Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (3): 102-107.

- EVCİM, Ü., 1991. Ürün Temizleme ve Sınıflandırma Tekniği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası, İzmir, 110s.
- GORIAL, B.Y. ve O'CALLAGHAN, J.R., 1990. Aerodynamic Properties of Grainl Straw Materials. J.Agric.Engng Res., 46: 275-290
- GÜMÜŞOĞLU, G., 2005. Seçilmiş Zeytin Çeşitlerinin Mekanik Hasadına Yönelik Bazı Özelliklerin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- GÜRSOY, S., 2005. Türkiye'de Kullanılan Selektörlerin İşlevsel Özellikleri Ve Aerodinamik Esaslı Ayırmanın Temel Parametreleri Üzerine Bir Çalışma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- GÜZEL, E., ÜLGER, P. ve KAYIŞOĞLU, B., 1999. Ürün işleme ve Değerlendirme Tekniği, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası, Adana, 248 s.
- HAUHOUOT-O'HARA, M., CRINER, B.R., BRUSEWITZ, G.H.ve SOLIE, IB., 2000. Selected Physical Characteristics and Aerodynamic Properties of Cheat seed for Separation from Wheat. Agricultural Engineering International: the CI GR Journal of Scientific Research and Development. V 01.11.
- HAWK, A.L, BROOKER, D.B., CASSIDY, J.1.,1966. Aerodynamic Characteristics of Selected Farm Grains. Transactions of the ASAE, 9 (1):48-51
- HURBURGH, C.R., BERN, C.J., BRUMM, T.J., 1989. Efficiency of Rotary Grain Cleaners in Dry Com. Transactions of the ASAE, 32 (6):2073-2077
- KASAP, A. ve ÖZER, Z., 2001. Hububat Tohumluklarının Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinesinde Temizleme Etkinliklerinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül2001, Şanlıurfa
- KASAP, E., ENGÜRÜLÜ, B., ÇİFTÇİ, Ö., KILINÇ, K.S., GÖLBAŞI, M. ve AKKURT, M., 1998. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makineleri. T.H.K. Basımevi işletmeciliği, Ankara, 129s.
- KONAK, M., ÇARMAN, K. ve AYDIN, C., 2002. Physical Properties of Chickpea Seeds. Biosystems Engineering, 82 (1): 73-78

- KURAL, H. ve ÇARMAN, K., 1997. Bazı Taneli Ürünlerin Aerodinamik Özellikleri. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Tokat
- MOHSENİN, N.N., 1980. Physical Properties of Plants and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- MUTAF, E., 1961. Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası, İzmir, 148s.
- ÖZERDEM, B. ve TOKSOY, M., 1993. Physical Properties Based on Cleaning and Drying of Secondary Crops Raised in Turkey. Doğa- TrJ. of Agricultural and Forestry, 17: 381-388
- PASIKATAN, M. C. ve QUICK, G.R., 1995. A Review of Oscillating ScreenBlower Cleaners for Grains. Philippine Engineering Journal XVI (2):77-97
- SABAHOĞLU, Y., YURTLU, Y.B. ve ERMAN, A., 2001 Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül 2001, Şanlıurfa
- SONG, H. ve LITCHFIELD, J.B., 1991. Predicting Method of Terminal Velocity for Grains. Transactions of the ASAE, 34(1):225-231
- SÜZER, S., 2006. Buğday Tarımı ve Üretiminin Türkiye İçin Önemi. 31 Ekim 2006
- ŞEHİRALI, S., 2002. Tohumluk ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Matbaası, 464s.
- TABAK, S. ve WOLF, D., 1998. Aerodynamic properties of cottonseeds. J. Agric. Engng Res., 70: 257-265
- TABATABAEEFAR, A., AGHAGOOOLZADEH, H. ve MOBILI, H., 2003. Design and Development of an Auxiliary Chickpea Second Sieving and Grading Machine. Agricultural Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript FP 03 005. Vol.V.
- TABIL, L.G., CHA WLA, KK, KIENHOLZ, J., CROSSMAN, V. ve WHITE, R. 1999. Physical Properties of Selected Special Crops Grown in Alberta. An ASAE Meeting Presentation, Paper No: 996049
- TÜİK, 2009. Türkiye İstatistik Enstitüsü
- TWARİ, S. N., 1962. Aerodynamic behaviour of dry edible beans and associated materials in pneumatic separation. M.S. Thesis in Agricultural Engineering, University of Maine, Orono, Maine

- ÜLGER, P., 1985. Ürün İşleme İlkeleri ve Makineleri. TZDK, Mesleki Yayınları.
Yayın No:73 ANKARA
- YAGCIOGLU, A., 1996. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Matbaası, İzmir, 257s.
- Yıldız, Y.,TUNCER, İ.K., ÖZCAN, M.T. ve BAŞÇETİNÇELİK,A.,1992. Bazı
Tarımsal Ürünlerde Kritik Hız ve Tane Boyut Özellikleri. Tarımsa
Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi. 274-285. 14-16 Ekim 1992. Samsun

ÖZGEÇMİŞ

1971 Mardin – Midyat'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1992-2003 yılları arasında T.C.Diyaret İşleri Başkanlığı'na bağlı olarak Batman, Konya, Mardin ve Adana illerinde İmam-Hatip olarak görev yaptı. 1996 yılında Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksekokulu İnşaat bölümünden mezun oldu. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları bölümünden mezun oldu. 17.06.2003 tarihinde Adana İl Tarım Müdürlüğü'ne memur olarak atandı. 2003 yılında Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne memur olarak atandı. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. Halen Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde ziraat mühendisi olarak görev yapmaktadır.