

**BUĞDAY İŞLEME FABRİKASINDAKİ İŞLEM
AKIŞI VE ENERĐİ SARFIYATI**

ĐIĐDEM KURT

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2012

TEKİRDAĞ

Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY İŞLEME FABRİKASINDAKİ İŞLEM AKIŞI VE ENERJİ SARFIYATI

ÇİĞDEM KURT

BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Poyraz ÜLGER danışmanlığında, Çiğdem KURT tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Buğday İşleme Fabrikasındaki İşlem Akışı ve Enerji Sarfıyatı

Çiğdem KURT

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Bu araştırma 2011-2012 yılları arasında Edirne/Havsa ilçesi sınırları içinde Has Köy de bulunan bir Buğday işleme fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın amacı; buğday işleme fabrikasında işlem akışını etkileyen faktörleri belirlemektir. Silodan gelen buğday Çöplerinden arındırılmak üzere elevatör yardımı ile Çöp Sasörüne gelmektedir. Çöp Sasöründe çöplerden temizlenmiş şekilde olan buğday elevatör yardımıyla triyöre gelmektedir. Triyörün içine gelen buğday taneleri kırıklarından ayrılır. Triyörde kırıklarından ayrılmış olan buğday kabuklarından ayrılmak üzere kabuk soyucusuna gelir. Kabuk soyucusundan gelen buğday Dik Yıkama Makinesinde vidalar yardımıyla su ile temas ederek yıkanmış olur. Dik Yıkama makinesinde su ile yıkanmış olan buğday öğütülmeden önce tavlansızdır. Buğdayı tavlamanın amacı buğday tanesinin yapısını öğütmeye en elverişli hale getirmektir. Tav Cihazından geçen buğday dinlendirilmek üzere ambarlara gelir. tekrar kabuk soyucusuna gelmekte ve daha sonra tekrar elevatör yardımıyla Valslere gelmektedir. Valslere gelen buğday kırma işlemine maruz kalarak tanenin kabuk ve embriyo kısımları endospermden ayrılmaktadır. Valslerde kabuğu endospermden uzaklaştırmak ve endospermi küçülterek una dönüştürmek asıl amaçtır. Kırma valslerinden hava akımı yardımı ile gelen irmikleri hem sınıflandırmak hem de temizlemek amacıyla irmik sasörüne gelmektedir. İrmik sasöründe temizlenen ve sınıflara ayrılan öğütülmüş buğday tekrar hava yardımı ile valsere gelmektedir. Valslere gelen öğütülmüş buğday hava yardımı ile eleklerle gelmektedir. Eleklerle gelen öğütülmüş buğday üç ayrı yan ürün olan Razmol, Bonkalit ve Kepeğe dönüşmektedir. Ayrıca bu arada tek ana ürün olan un ortaya çıkmaktadır.

Buğday işleme fabrikasındaki enerji sarfıyatının hesaplanması sonucunda aşağıdaki verilere ulaşılmıştır. Buğday işleme fabrikasının elektrik sarfıyatını hesaplamak amacıyla fabrika içindeki tüm makineler 24 saat çalıştırılıp elektrik sayacında ilk okunan rakam ile son okunan rakam arasındaki fark 86,64 kW olduğu tespit edilmiştir.

$86,64 \times 120 = 10.396,8$ (buradaki 120 değeri enerji katsayısı olup enerji tüketiminin hesaplanmasında yardımcı olan katsayıdır). Elektrik sayacının bir tur döndüğünde harcanan elektrik miktarını göstermektedir.

$10396,8 \times 0,31 = 3.223,008$ TL elektrik tüketim fiyatıdır. 1 kW sanayide kullanılan elektrik enerji birim fiyatı 0,31 TL dir.

Bir günde 120 ton buğday işlendiğine göre 3.223,008 TL elektrik enerjisi harcanmaktadır. 120 ton buğday işlenirken 3.223,008 TL enerji harcanyor ise 1 ton buğday işlemek üzere 26,8584 TL elektrik enerjisi harcanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Buğday, Un, Enerji

2012, 52 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

The Producers And Energy Spending At The Wheat Processing Factory

Çiğdem KURT

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystems Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

This research was carried out in 2011-2012 at one of wheat processing factory in Has Köy county of Edirne/Havsa. The aim of study was determine the factors effect to operation process of wheat processing factory. The wheat carried out by elevator from silo to grain separator for remove foreign substances. Cleaned or pure wheat's come to trieur by wheat elevator. The grains of wheat's separated from which broken are broken in the fractures. Pure wheat carried to peeler for grain peeling. Wheat would be washed in Vertical Washing Machine perpendicular by water after carried from the peeler. Wheat washed in Vertical Washing Machine, annealing before grinding. The aim of the annealing the structure of the wheat, grind the grain of wheat to make the most favorable. After the annealing processes, wheat comes back to stock units for resting. Wheat's come back to grain peeler and then transfer to waltzes by elevator. Wheat grain crushing process from being exposed to every roll shell and the embryo is divided in parts of the endosperm. The main goal of this process, remove shell and reducing endosperm and transform to flour. For clean and the classification, semolina comes to semolina separator from the breaking waltz by air flow. The ground wheat cleaned and classified in semolina separator return to waltz by air flow. Ground wheat came to waltz by the air flow come in to sieves. The ground wheat in sieves transfer to three different by-products as Razmol, Bonkalite and Dandruff. In addition, the single main product is flour had been produced. .

The results of the calculated of the energy consumption of the factory, the following data were obtained. In order to calculate energy consumption of wheat processing factory, the rule is accepted as the all machines in factory were working in 24 hour period of a day during the electricity meter was recorded the first and the last digits number. Then calculated differences between two groups and obtained as a 86,64 kW.

$86,64 \times 120 = 10.396,8$ (where 120 TL is the value of coefficient of energy that helps to calculate energy consumption coefficient). Electricity meter shows the amount of electricity after one tour completed.

$10396,8 \times 0,31 = 3.223,008$ TL is the price of the electricity consumption. The unit price is 1 kW of electrical energy used in industry 0,31 TL.

3.223,008 TL based on 120 tons of wheat were handled in a day was spend on electricity. When spending of 3.223,008 TL for 120 tons wheat Processing, 26,8584 TL will spend for 1 ton of wheat.

Keywords : Wheat, Flour, Energy

2012 , 52 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması, gerçekleŐtirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında yakın destek ve özveriye esirgemeyen danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Poyraz Ülger'e teŐekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca bilimsel katkılarından dolayı bana yardımcı olan Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı hocalarıma teşekkür ederim.

Ayrıca çalıŐmalarım sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen Firma Sahibimiz Mehmet MUTAFOğLU' na, Usta başımız Erdin BAŐTÜRK' e, diğer fabrika çalışanlarına ve Bilgisayar Operatörü Ali Kemal ÜçÜNCÜOğLU' na, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Değirmen Hammaddesi: Buğday.....	1
1.2 Buğdayların Sınıflandırılması	1
1.2.1 Botaniksel Sınıflandırılma.....	1
1.2.2 Teknolojik Sınıflandırma.....	1
1.3 Dünyada ve Türkiye’de Buğday Üretimi	2
1.3.1 Dünya Buğday Üretimi.....	2
1.3.2 Türkiye Buğday Üretimi.....	3
1.4 Buğday Analizi ve Fiziksel Özellikleri	4
1.4.1 Buğdayın Kalitesi ve Kalite Kriterleri.....	4
1.4.2 Kalitenin Botaniksel Kriterleri	5
1.4.3 Kalitenin Fiziksel Kriterleri.....	6
1.4.3.1 Hacim Ağırlığı	6
1.4.3.2 Tane İriliği ve Şekli	8
1.4.3.3 Bin Tane Ağırlığı.....	10
1.4.3.4 Tane Sertliği	10
1.4.3.5 Camsılık.....	12
1.4.3.6 Renk.....	12
1.4.3.7 Yabancı Madde Miktarı.....	12
1.4.3.8 Öğütme Kalitesi.....	13
1.4.4 Kalitenin Kimyasal Kriterleri	14
1.4.4.1 Rutubet Miktarı	14
1.4.4.2 Protein Miktarı.....	15
1.4.4.3 Protein Kalitesi	15
1.4.4.4 Yağ Asitliği	16
1.4.4.5 Ham Lif ve Kül Miktarları.....	17
1.5 Buğdayların Sınıflandırılması ve Derecelendirilmesi	17

1.5.1 ABD Buğday Standardı	17
1.5.2 Avrupa Ekonomik Topluluğu Buğday Standardı	18
1.5.3 Türkiye Buğday Standardı	18
1.6 Buğday Kalitesinin Tayini	19
1.7 Araştırmanın Amacı	21
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1 Materyal.....	25
3.1.1 Buğday İşleme Fabrikası	26
3.1.1.1 Çöp Sasörü.....	27
3.1.1.2 Triyör.....	28
3.1.1.3 Kabuk Soyucu (Buğday Fırçası)	28
3.1.1.4 Hava Kanalı	29
3.1.1.5 Dik Yıkama Makinesi.....	30
3.1.1.6 Tav Cihazı	31
3.1.1.6.1 Buğdayların Tavlanması.....	32
3.1.1.7 Valsler.....	33
3.1.1.8 İrmik Sasörü	38
3.1.1.9 Elekler.....	41
3.2 Yöntem	44
3.2.1 Buğday Rutubetinin Ölçülmesi	44
3.2.2 Buğday İçerisindeki Yabancı Madde Oranlarının Belirlenmesi.....	44
3.2.3 Enerji Sarfıyatı'nın Tespiti	44
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	45
4.1 Buğday İşleme İşlemlerinin Her Aşamasında Alınan Örneklerin İçerikleri ve Sonuçları .	45
4.2 Enerji Tüketim Sonuçları	47
5. KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1 Fabrika işlem akış şeması.....	26
Şekil 2 Çöp Sasörü ve teknik resmi.....	27
Şekil 3 Triyör ve teknik resmi	28
Şekil 4 Kabuk Soyucu ve teknik resmi.....	29
Şekil 5 Hava Kanalı ve teknik resmi	30
Şekil 6 Dik Yıkama makinesi ve teknik resmi	31
Şekil 7 Kovalı Tav Cihazı	31
Şekil 8 Vals toplarında drall	34
Şekil 9 Farklı vals yiv şekilleri.....	34
Şekil 10 P Bileşke kuvvetinin farklı tip diş pozisyonlarındaki etkisi.....	35
Şekil 11 Valslerde vals topu dişlerinin konumları	37
Şekil 12 Valsler ve teknik resmi.....	38
Şekil 13 İrmik Sasörü	39
Şekil 14 İrmik Sasörü teknik resmi	39
Şekil 15 Dik Detaşör (İrmik Kırıcı) ve teknik resmi.....	40
Şekil 16 Kare Elek.....	43
Şekil 17 Kare Elek teknik resmi	43

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1 Dünya ve önemli üretici ülkelerde buğday verimi (Ton/ha).....	2
Çizelge 2 Dünya buğday üretimi ve önemli üretici ülkeler(Milyon Ton).....	3
Çizelge 3 Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi	4
Çizelge 4 Buğday tane iriliği ile diğer bazı özellikleri arasındaki ilişkiler	9
Çizelge 5 Buğdayların PI değerlerine göre optimum tavlama rutubetleri.....	11
Çizelge 6 Buğdayların PSI değerlerine göre optimum tavlama rutubetler.....	12
Çizelge 7 Değişik ürünlerin üretiminde kullanılacak buğdayların protein oranları	15
Çizelge 8 Kırma valslerine gelen üründeki birim ve toplam ekstraksiyonların gösterilmesi... 36	
Çizelge 9 Depolanmış buğdaydan alınan örnek	45
Çizelge 10 Buğday temizleyiciden alınan örnek	45
Çizelge 11 Triyörden alınan örnek	45
Çizelge 12 Kabuk soyucudan alınan örnek	46
Çizelge 13 Buğday işlendikten sonra ortaya çıkan ürün ve yan ürün oranları	47
Çizelge 14 120 Ton Buğdayın İşlenmesi Sırasında Harcanan Enerji.....	47

1. GİRİŞ

1.1. Değirmen Hammaddesi: Buğday

Buğdayın insan beslenmesindeki önemi çok eski devirlerden beri bilinmektedir. Eski insanların avcılıktan çiftçiliğe geçtiği dönemlerde ilk yetiştirmeye başladığı bitkilerden birisinin buğday olduğu kabul edilir.

Eskiden buğday bitkisinin ebeveynleri yabani çayırlarla birlikte doğal halde yeryüzünün çok dar bir alanında kendiliğinden yetişirken, insanoğlunun bunları gıda kaynağı olarak değerlendirmeye başlanmasından sonra yetiştirilme alanları hızla genişlemiştir. Dünyada buğdayın ekim alanları giderek yayılırken bir yandan da insanlar tarafından sürekli geliştirilmiş ve ıslah edilmiştir. Günümüzde ise buğday, dünyada en geniş alanda tarımı yapılan, en fazla yetiştirilen ve en fazla tüketilen bir ürün durumundadır.

1.2. Buğdayların Sınıflandırılması

Buğdaylar botaniksel özelliklerine veya teknolojik özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılırlar.

1.2.1. Botaniksel Sınıflandırma

Tüm buğdaylar Gramineae (çayırgiller) familyasının Triticum (Tr) genusuna dahildirler. Botanik sınıflamada kromozom yapılarına göre buğdaylar diploid tetraploid ve hexaploid olmak üzere 3 gruba ayrılırlar.

Diploid grubu buğdaylar yedili 2 (AA) kromozom seti (toplam 14 kromozom) ihtiva ederler. Buğdaylarda bu ikili sete bir “genom” denir. Anadolu’nun kurak kesimlerinde doğal olarak yetişen einkorn bu gruba dahildir.

Tetraploid grubu buğdaylar yedili 4(AA BB) adet kromozom seti (toplam 28 kromozom) ihtiva ederler. Bu dört set iki genoma ayrılır. Günümüzün durum buğdayları bu gruba dahildir.

Hexaploid grubu buğdaylar ise yedili üç farklı genoma ait 6 adet (AA BB DD) kromozom seti (toplam 42 kromozom) ihtiva ederler. Günümüzde ekmeklik ve bisküvilik buğdayları da bu gruba dahildir (**Bushuk W.1982, Riley R. 1975, Bozzini A.1988, Pomeranz Y. 1987**). Her üç grupta da bazı özellikler bakımından birbirinden farklı birçok spesies bulunur.

1.2.2. Teknolojik Sınıflandırma

Teknolojik özelliklerine göre yapılan bir sınıflama aslında daha çok ekmeklik buğdaylar için söz konusudur. Bu şekilde bir sınıflama için ülkeler arası bir standart yoksa da, buğdaylar öğütme kaliteleri, unların hamur özellikleri ve ekmeklik değerleri bakımından çok

farklı özelliklere sahip olduklarından bunlar belli karakteristiklerine göre gruplara ayrılabilir.

Buğdayların gruplandırılmasında dikkate alınan özellikler tane sertliği (sert ve yumuşak), ekim mevsimi (yazlık ve kışlık), kabuk rengi (kırmızı ve beyaz) ve endospermin görüntüsü (camsı ve unsu) olabilir. Son zamanlarda protein miktarına veya ekmeklik kalitesine göre de (kuvvetli ve zayıf) bir sınıflandırma yapılmaktadır. Ayrıca bazı ülkelerde sınıflandırma için hacim ağırlığı, temizlik (diğer tahıl taneleri veya yabancı ot tohumlarının mevcudiyeti vb.), yabancı madde miktarı (küçük ot tohumları, kırık veya cılız taneler vb.), sağlıklı olma (**Zeleny L. 1971**) (çimlenmiş tane mevcudiyeti vb.) ve rutubet miktarı gibi özellikler de dikkate alınmaktadır. Bu özellikleri bir kısmı kalıtsal olduğu halde bir kısmı çevre faktörlerinin (toprak özellikleri, yağış, sıcaklık vb.) etkileri sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Buğdayların değişik özelliklerine göre sınıflandırılması ticari bakımdan olduğu kadar onun hangi amaçla kullanılacağını göstermesi bakımından da önemlidir

1.3. Dünyada ve Türkiye’de Buğday Üretimi

1.3.1. Dünya Buğday Üretimi

Dünya buğday üretimi yıldan yıla değişmekle beraber 550 ila 680 milyon ton seviyelerinde olup, 2009 – 2010 üretim döneminde bu rakamın 675 milyon ton civarında olacağı tahmin edilmektedir.

Çizelge 1. Dünya ve önemli üretici ülkelerde buğday verimi (Ton/ha)

ÜLKELER	2002 /03	2003 /04	2004 /05	2005 /06	2006 /07	2007 /08	2008 /09	2009 /10*
AB (27)	5,02	4,55	5,65	5,12	5,10	4,84	5,62	5,40
KANADA	1,83	2,26	2,64	2,74	2,61	2,32	2,85	2,69
ABD	2,36	2,97	2,97	2,82	2,60	2,70	3,02	2,89
RUSYA	1,97	1,54	1,88	1,88	1,89	2,02	2,36	2,12
ÇİN	3,78	3,93	4,25	4,28	4,59	4,61	4,71	4,73
AVUSTRALYA	0,92	2,01	1,63	2,02	0,92	1,06	1,54	1,71
TÜRKİYE	2,10	2,02	2,15	2,09	2,09	1,80	1,95	2,48
DÜNYA	2,64	2,64	2,88	2,83	2,80	2,80	3,05	2,98

Kaynak USDA FAS, GRAIN WORLD MARKETS AND TRADE (*)

2009 – 2010 döneminde geçen yıla göre AB(27), ABD, Rusya, Kanada ve Arjantin'in buğday üretiminde düşme, Türkiye, Çin, Hindistan, Pakistan, Kazakistan ve Avustralya'nın ise, üretiminde artış olmuştur.

Çizelge 2. Dünya buğday üretimi ve önemli üretici ülkeler(Milyon Ton)

ÜLKELER	2002 /03	2003 /04	2004 /05	2005 /06	2006 /07	2007 /08	2008 /09	2009 /10*
AB (27)	132,6	110,6	146,9	122,7	125,1	119,7	151,3	138,7
ÇİN	90,2	86,5	91,9	97,5	108,5	109,3	112,5	114,0
HİNDİSTAN	71,8	65,1	72,1	68,6	69,4	75,8	78,6	80,6
ABD	43,7	63,8	58,7	57,2	49,2	55,8	68,0	60,3
RUSYA	50,5	34,1	45,4	47,7	44,9	49,4	63,7	61,7
KANADA	16,2	23,5	25,9	26,8	25,3	20,1	28,6	26,5
PAKİSTAN	18,2	19,2	19,5	21,7	21,7	23,3	21,5	24,0
TÜRKİYE	16,8	16,8	18,5	18,0	17,5	15,5	17,0	18,0
ARJANTİN	12,3	14,5	16,0	12,6	14,5	16,3	8,5	8,0
KAZAKİSTAN	12,6	11,0	10,0	11,0	12,5	15,5	13,0	16,0
AVUSTRALYA	10,1	26,1	22,0	25,4	10,8	13	21,4	21,7
DİĞER	92,6	83,7	101,1	111,7	98,2	95,1	103,7	105,7
DÜNYA	567,6	554,6	628,0	620,9	597,6	608,8	688,8	675,2

Kaynak IGC (*) Şubat 2010 tahmini

Üretim artışının olduğu ülkelerde artış miktarı Kazakistan'da 3 milyon ton, Pakistan'da 2,5 milyon ton, Hindistan'da 2 milyon ton, Çin'de 1,5 milyon ton, Avustralya'da 1 milyon ton ve Türkiye'de 1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

2009 – 2010 döneminde üretimdeki azalmanın 12,5 milyon tonu AB(27)'de 7,7 milyon tonu ABD'de ve 2,1 milyon tonu Rusya'da gerçekleşmiştir (www.tmo.gov.tr).

1.3.2. Türkiye Buğday Üretimi

Buğday üretimi, ülkemizin her bölgesinde yapılmakta olup, tarla ürünleri içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırayı almaktadır. Son 20 yılda buğday ekim alanları ve üretim miktarları incelendiğinde, ekim alanlarının 8,1-9,5 milyon hektar arasında, üretimin ise 17,6-21,5 milyon ton arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 3. Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi

YILLAR	EKİM ALANI (Ha)	ÜRETİM (Ton)	VERİM (Kg/ha)	YILLAR	EKİM ALANI (Ha)	ÜRETİM (Ton)	VERİM (Kg/ha)
1930	2.809.300	2.586.377	921	1999	9.380.000	18.000.000	1.919
1940	4.381.420	4.067.950	928	2000	9.400.000	21.000.000	2.234
1950	4.477.191	3.881.926	865	2001	9.350.000	19.000.000	2.032
1960	7.700.000	8.450.000	1.097	2002	9.300.000	19.500.000	2.097
1970	8.600.000	10.000.000	1.163	2003	9.100.000	19.000.000	2.099
1980	9.020.000	16.500.000	1.829	2004	9.300.000	21.000.000	2.258
1990	9.450.000	20.000.000	2.116	2005	9.250.000	21.500.000	2.324
1995	9.400.000	18.000.000	1.915	2006	8.490.000	20.010.000	2.360
1996	9.350.000	18.500.000	1.978	2007	8.097.700	17.234.000	2.130
1997	9.340.000	18.650.000	1.997	2008	8.010.000	17.782.000	2.219
1998	9.400.000	21.000.000	2.234	2009		20.600.000	2480

Kaynak TÜİK (*) TMO tahminidir.

Buğday veriminde en önemli faktörlerden biri, yüksek vasıflı tohum kullanımınıdır. Buğday ekimine ayrılan ortalama 9 milyon hektar arazi dikkate alındığında hektara 200 kg tohumluk kullanımı ile yıllık tohumluk talebi yaklaşık 1,8 milyon tondur (www.tmo.gov.tr).

1.4. Buğday Analizi ve Fiziksel Özellikleri

1.4.1. Buğdayın Kalitesi ve Kalite Kriterleri

Bir şeyin kalitesi onun belirli bir amaca uygunluk derecesini belirleyen bir özelliğidir. Bu nedenle buğdayın kalitesinin tam olarak tanımlanabilmesi için hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gerekir. Çünkü bir ürün için uygun olmayabilir. Örneğin bisküvi üretimi için çok uygun olan yumuşak taneli ve düşük proteinli buğday çeşitleri ekmek yapımında kullanılamazlar.

Ayrıca kalite farklı alanlarda farklı şekilde değerlendirilebilir. Örneğin yetiştirici için kaliteli buğday, birim alanda bol ürün veren, hastalıklara, kuraklığa ve zararlılara karşı dayanıklı olan çeşitlerdir. Fakat fırıncı için kaliteli buğday, gluten miktarı fazla, gluten kalitesi üstün olan, bol su absorbe eden makinede işlenmesi kolay olan, hacimli ve içyapısı muntazam ekmekler veren çeşitlerdir. Bu nedenle buğdayın kalitesi ifadesiyle T.Aestivum buğdaylarının ekmeklik, T.durum buğdaylarının makarnalık ve T.compactum buğdaylarının da bisküvilik kalitesi kastedilmiştir.

Buğdayın teknolojik kalitesinde görülen farklılıklar doğal oluşumun veya günümüzdeki ıslah çalışmalarının bir sonucudur. Ayrıca buğdayın yetiştirildiği yerin iklim ve toprak karakterleri de buna etkili olabilmektedir.

Buğdayın hasat öncesi hastalık ve zararlı saldırısına maruz kalması, hasat edildikten sonraki depolandığı koşullar, içindeki yabancı madde miktarı vb. hususlar da kaliteyi önemli derecede etkiler. Örneğin uygun olmayan koşullarda depolanan buğdayların veya içindeki çok miktarda ayrılması güç olan yabancı madde bulunduran buğdayların teknolojik kalitesi düşüktür.

Buğdayların teknolojik kalitesine etkili olan faktörler botaniksel, fiziksel ve kimyasal olmak üzere 3 başlık altında toplanabilir.

1.4.2. Kalitenin Botaniksel Kriterleri

Buğdayın kalitesini belirtmede kullanılan botanik ölçüler olarak buğdayın türü ve çeşidi alınmıştır. Dünyada yaklaşık 15 türe mensup 30 bin dolayında buğday çeşidinin olduğu tahmin edilmektedir.⁷ Günümüzde bu türler içerisinde ekonomik önemi olanlar sadece T. Aestivum L, T.durum Desf ve T.compactum Host'dur. Bu türler kendi aralarında ekiliş mevsimine göre yazlık-kışlık, tane sertliğine göre sert-yumuşak tane rengine göre de kırmızı beyaz (veya durum buğdayları için kırmızı-amber) buğdaylar olarak da gruplandırılırlar (**Zeleny L. 1971, Halverson J.and Zeleny L. 1988**).

Ekonomik ve ticari önemi olan buğday türleri içinde T.Aestivum türü, günümüzde en fazla ekilen ve tür içinde en çok çeşide sahip olanıdır. Bu türe mensup çeşitler 42 kromozomludur ve özellikleri ekmek yapmaya elverişli olduklarından ekmeklik buğdaylar olarak da bilinirler. Fakat tür içerisindeki çeşitler tane rengi tane sertliği ve teknolojik özellikler bakımından önemli farklılıklar gösterilebilirler. Öyle ki tür içerisindeki bazı çeşitleri bisküvi yapımında kullanılabilecek kadar yumuşak tane yapısına ve zayıf gluten özelliklerine sahip olabilirler. Bunlar yazlık veya kışlık olarak ekilebildikleri gibi beyaz veya kırmızı renkli, sert veya yumuşak taneli de olabilirler. Genelde sert taneli ve kırmızı renkli çeşitlerin ekmeklik kalitelerinin daha üstün olduğu kabul edilir.

T.compactum türüne mensup olan buğdaylar topbaş veya bisküvilik olarak bilinirler. Bunlar da 42 kromozomludur. Beyaz veya kırmızı renkli olabildikleri gibi yazlık veya kışlık ekilenleri de vardır. Tane yapısı yumuşak, protein miktarı düşük olan buğdaylardır. Bunlar bisküvi, pasta, kek vb. ürünlerin yapımında kullanılırlar.

T. durum türü buğdaylar ise makarnalık buğdaylardır. Bunlar 28 kromozomlu buğdaylar olup sert tane yapısına sahiptirler. Kırmızı veya amber renkli buğdaylar olup sert tane yapısına sahiptirler. Kırmızı veya amber renkli olabilirler. Ekmeklik buğdayların tersine

bunların içindeki kırmızı renkli çeşitleri insan gıdası olarak fazla değeri yoktur. Durum buğdayları yetiştirme koşulları bakımından oldukça seçici olduklarından dünyada sadece belli yerlerde yetiştirilebilmektedirler. Ülkemizin Trakya, İç Anadolu'nun kuzey kısımları ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri durum buğdaylarının yetiştirilmesine elverişli iklime sahiptir. Bu buğdaylar genellikle protein miktarı yüksek buğdaylar oldukları halde gluten özellikleri ekmek yapımına elverişli değildir. Bu türe mensup buğdaylar daha çok yazlık ekilirse de özellikle Akdeniz Ülkeleri'nde kışlık olarak da ekilebilmektedirler.

Buğday kalitesinin botaniksel kriterlerinden birisi de buğdayın çeşididir. Her tür içerisinde özellikle de *T. Aestivum* türü içerisinde çok sayıda çeşit bulunur. Bu çeşitler aynı türe mensup olsalar bile aralarında teknolojik kalite, verim ve dayanıklılık bakımından önemli farklılıklar olabilir. Fakat ekmeklik buğdaylarda tanenin teknolojik kalitesi üzerine çeşidin etkisi çok fazla olabildiği halde durum buğdaylarında bu o kadar fazla değildir. Topbaş buğdayların da ise kalite üzerine çeşitten ileri gelen farklılık çok azdır (**Zeleny L. 1971, Halverson J. and Zeleny L. 1988**).

Dünyada yetişmekte olan 30 bine yakın buğday çeşidinden pek çoğunun teknolojik kalitesi istenen düzeyde değildir. Çeşit adedi arttıkça Standard ürün elde etmek de zorlaşmaktadır. Bu bakımdan yapılan çalışmalarda bir yandan kaliteli çeşitler seçilirken diğer yandan üstün özelliklere sahip buğdayların ıslahına çalışılmaktadır. Islah çalışmalarında önceleri daha çok verimi yüksek hastalıklar a ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ön planda iken bugün buğdayların teknolojik kaliteleri de dikkate alınmakta hatta bu özelliğe daha fazla önem verilmektedir.

1.4.3. Kalitenin Fiziksel Kriterleri

Buğday kalitesini belirtmede kullanılan fiziksel ölçüler hacim ağırlığı, tane iriliği ve şekil, tane ağırlığı, tane sertliği tane rengi, camsılık, zarar görmüş tane oranı, yabancı madde oranı ve öğütme kabiliyeti gibi özelliklerdir.

1.4.3.1. Hacim Ağırlığı

Buğday kalitesini belirlemede kullanılan en yaygın ve basit ölçülerden birisidir. Hacim ağırlığı bazı ülkelerde libre/bushel, metrik sistemi kullanan bazılarında da kilogram/hektolitrek olarak ifade edilir.

Buğdayın hacim ağırlığına tanenin şekli, yeknesaklığı ve yoğunluğu etki eder. Tane büyüklüğünün hacim ağırlığını sandığı kadar etkilemediği anlaşılmıştır. Tanenin şekli ve irilikteki yeknesaklığı, örneğin ölçü kabı içerisine yerleşme tarzına etki ettiği için hacim ağırlığı bakımından önemlidir. Tanenin hacmi ağırlığına etki eden önemli bir faktör de

tanenin yoğunluğudur. Yoğunluk ise tanenin kimyasal ve biyolojik yapısı ile ilişkilidir **(Zeleny L. 1971, Halverson J.and Zeleny L. 1988, Hlynka I. and Bushuk W. 1959)**.

Buğdayın hacim ağırlığı ile un verimi arasında bir ilişki saptanmıştır. Bu iki değer arasındaki korelasyon katsayısı bazı kaynaklarda +0.762, bazılarında da +0.744 olarak verilmektedir **(Zeleny L. 1971, Shuey W.C. 1960)**. Bu korelasyon oldukça yüksek olmasına karşın un verimini tahmin etmede bu katsayılar her zaman kullanılmaz. Çünkü hacim ağırlığını etkileyen etkileyen faktörler her zaman un verimi üzerine etkili olmayabilir. Örneğin buğdayın uzun bir süre konveyörlerle bir yerden bir yere nakledilmesi tanelerin bir birine sürtünmesine ve yüzeyinin parlamasına neden olur. Bu gibi taneler ölçme kabına daha sıkı bir şekilde yerleşemeyeceğinden hacim ağırlığı yüksek çıkar. Bu gibi durumlarda buğdayın hacim ağırlığı yüksek olduğu halde un verimi yüksek çıkmaz. O nedenle aynı lokasyonda yetiştirilen aynı sınıf ve aynı varyeteye mensup buğdaylar birbirleri ile karşılaştırılırsa hacim ağırlığı, un verimini tahmin etmede daha anlamlı olur. Hektolitre ağırlığı 73 kilogramdan yüksek o olduğu halde, hektolitre ağırlığı bu değerden daha düşük olan buğdayların un verimleri hızla düşmektedir **(Halverson J.and Zeleny L. 1988)**. Örneğin olgun olmayan cılız ve buruşuk tanelerin hektolitre ağırlığı ve un verimi çok düşüktür. Normal olarak buğdayların hektolitre ağırlığı 70-84 kg arasında değişir.

Buğdayın hacim ağırlığı laboratuarlarda özel aletlerle tayin edilir. Tayin yapılırken ölçüm kaplarının sallanmamasına materyal içerisinde yabancı madde bulunmamasına, latein hassasiyetine ve deney yapanın becerili olmasına dikkat edilmeli ve sonuçlar belli rutubet düzeyine göre düzeltilerek verilmelidir **(Anonymous (1982))**.

Hacim ağırlığının metrik sistemi kullanan ülkelerde ve ülkemizde kilogram/hektolitre olarak ifade edildiği belirtilmişti. Fakat bazı ülkelerde bu libre/winchester bushel, bazı ülkelerde de libre/imperial bushel olarak ifade edilir. Bir winchester bushel 35.22 litre, bir imperial bushel de bunun takriben %3 fazlası yani 36,35 litredir. Dünya pazarlarında bu birimlerden herhangi birisi kullanıldığından bunların birbirlerine çevrilmeleri aşağıda verilmiştir **(Zeleny L. 1971, Halverson J.and Zeleny L. 1988, Pomeranz Y. 1987)**.

$$1b/imperial bushel = 1,032*1b/winchester bushel$$

$$1b/winchester bushel= 0.969*1b/imperial bushel$$

$$Kg/hektolitre= 1,287*1b/winchester bushel$$

$$1b/winchester bushel = 0.777* Kg/hektolitre$$

$$Kg/hektolitre = 1,247*1b/imperial bushel$$

$$1b/imperial bushel = 0,802* Kg/hektolitre$$

1.4.3.2. Tane İriliği ve Şekli

Tane iriliği ve tane şeklinin un verimini tahmin etmede bir ölçü olabileceği belirlenmiştir. Özellikle tane iriliği buğdayın öğütme karakteristiklerini, un verimini ve unun fiziksel ve teknolojik özellikleri etkileyen önemli bir kriterdir.

Farklı varyetelere mensup buğdaylar arasında farklılıkların olması doğaldır. Fakat yapılan çalışmalar aynı varyeteye mensup farklı irilikteki taneler arasında da fiziksel özellik ve kimyasal bileşim bakımından farklılıkların olduğunu buğdayın un verimi, kül miktarı protein miktarı gluten miktarı reolojik özellikleri, tanenin su absorpsiyonu ve kırma sistemindeki ürün dağılımının da tane iriliğine göre değiştiğini göstermiştir.

Tombul ve iri tanelerin endosperm yüzdesi fazladır. Tanenin son olgunluk döneminde hava koşulları uygun olmadığı zaman başaktaki tane cılız kalmaktadır. Bu gibi tanelerin endosperm yüzdeleri iri ve dolgun tanelere kıyasla daha düşüktür. Cılız ve dolgun taneler arasında kabuk kalınlığı bakımından önemli bir fark olmamasına karşın toplam tane hacminin kabul hacmine oranı arasında fark vardır. Örneğin cılız tanelerde endosperm oranı yaklaşık %81, rüşeym oranı %3,5 ve kabuk (perikap+testa+alöron) oranı da %15,5 iken, iri tanelerde bu kısımların oranı sıra ile %83,5 , %2,5 ve %14 kadardır (**Kent N.L. 1966**). Buna göre tane iriliği un verimini etkilemektedir. Şayet aynı ekstraksiyonda öğütülen iri ve ufak taneli buğdayların unları karşılaştırılacak olursa iri taneli buğday ununun kül miktarının oldukça düşük olduğu görülür. İri ve ufak taneli buğdayların öğütme performansları tüm koşulları eşitlenmiş değirmen üzerinde denenirse 1. ve 2. kırma valslerinde alta geçen materyalin iri taneli buğdaylarda fazla olduğu görülür. Bunun nedeni tane çapının valslerin öğütme aralığına oranı 1.ve 2. kırmalarda iri taneli buğdaylarda daha fazladır. Böylece iri taneler daha fazla öğütme aksiyonuna, özellikle sıkıştırma aksiyonuna maruz kalır ve daha fazla endosperm ayrılır. Ayrıca iri tanelerde kabuğun endosperme oranı daha düşük olduğundan partiküllerde endosperme yapışık halde kalan kabuk oranı daha azdır. Bu iki faktör nedeniyle iri taneli buğdaylar öğütüldüğü zaman 1.ve 2. kırma valslerinde alta geçen materyal oranı daha fazla olur. Ayrıca iri taneli buğdaylarda son kırma valslerinde kepek tozu oluşma oranı daha azdır. Çünkü öğütme aksiyonunun şiddeti ve kepek tozu oluşma olasılığı daha fazla olan son kırma valslerine gelen materyal oranı (20W veya 91 mikron elek üstü) iri taneli buğdaylarda daha azdır (**Posner E.S. and Hibbs, A.N. 1997**).

Tane iriliği tane proteinini de etkilemektedir aynı varyeteye ait iri taneli buğdayların protein oranları küçük tanelilerden daha düşüktür. Aynı eğilim farklı tane iriliğine sahip buğday unlarında da görülebilir. Fakat öğütme sırasındaki protein kaybı iri taneli buğdaylarda daha azdır. Bu nedenle küçük taneli buğdayların protein oranı, iri tanelilerden yüksek olsa bile

bunlardan elde edilecek unların protein oranının da yüksek olması her zaman garanti edilemez.

Tavlama sırasındaki suyun tane tarafından absorbe edilmesi de tane iriliğine göre değişmektedir. Yapılan çalışmalar absorbe edilen su ile tane iriliği arasında negatif ilişki olduğunu göstermiştir. Küçük taneli buğdaylarda tane yüzeyinin tane hacmine oranı daha fazla olduğundan absorbe ettiği su daha yüksektir. Fakat küçük tanelerde suyun endosperme difüzyonuna karşı daha fazla direnç vardır. Bu nedenle tavlama sırasında küçük tanelerden büyüklere doğru bir rutubet göçünün olduğu iddia edilmektedir (**Posner E.S. and Hibbs, A.N. 1997**).

Bu sayılan özellikler dışında tane iriliği ile tane ağırlığı hektolitre ağırlığı ve pearling değeri arasında da ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 4). Buna göre tane irileştikçe, tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı artar, pearling değeri ise düşer. Bu nedendir ki aynı tane iriliğine sahip örneklerde yapılan pearling değerlerinin karşılaştırılması daha anlamlıdır (**Li Y.Z. and Postner E.S. 1987**).

Bütün bu sayılan özellikler dışında farklı irilikteki buğdaylardan elde edilen unların gluten miktarları ve farinogram özelliklerinde de farklılıklar saptanmıştır. Örneğin iri taneli buğday unlarının su absorpsiyonu yüksek gelişme süresi uzun olduğu halde, küçük taneli buğday unlarında stabilite değeri, orta irilikte buğday unlarında ise gluten oranı yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. Buğday tane iriliği ile diğer bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

	Tane İriliği		
	İri	Orta	Küçük
Hacim ağırlığı (lb/bu)	60,0	54,7	53,4
1000 tane ağırlığı (g)	31,7	18,7	12,1
Pearling değeri (%)	51,7	60,3	78,8
Buğday külü (%)	1,702	1,798	1,914
Buğday proteini (%)	11,3	12,2	12,1
Un verimi (%)	71,1	64,5	62,8
Un külü (%)	0,390	0,421	0,490
Un proteini (%)	9,5	10,2	9,8

Buğday örneğinin tane iriliği dağılımı laboratuvarlarda Tayler standart eleklerinde yapılmaktadır. Tane iriliği dağılımından o buğdayın un veriminin tahmininde yararlanılır.

Bunun içinde belli miktarda örnek (100gr) üçlü elek setinde (No:7, No:9 ve No:12) üstteki elek üzerine konup Ro-tap eleme makinesinde (materyale dönme ve zıplama hareketi yaptırabilen eleme makinesi) belli süre (60 sn) elendikten sonra, elek üstünde kalan miktarlar belli faktörlerle çarpılarak elde edilen değerden teorik olarak un verimi tahmin edilebilmektedir (**Posner E.S. and Hibbs, A.N. 1997**).

1.4.3.3. Bin Tane Ağırlığı

Buğdaylarda tane ağırlığı, 1000 tanenin ağırlığı olarak ifade edilir. Tane ağırlığına tanenin yoğunluğu ve iriliği etkilidir. İri ve yoğun tanelerde endospermin tanenin diğer kısımlarına oranı daha fazla olduğu için bu gibi tanelerde un verimi daha yüksektir. Un verimini tahmin etme tane ağırlığının hektolitre ağırlığından daha güvenilir sonuç verebileceği belirtilmektedir (**Posner E.S. and Hibbs, A.N. 1997**).

Ekmeklik buğdaylarda 1000 tane ağırlığı 20-32 gram, makarnalık buğdaylarda ise 30-40g arasında değişir. Tane ağırlığı kuru madde üzerinden veya belli rutubet değeri üzerinden ifade edilir.

1.4.3.4. Tane Sertliği

Tane sertliğinin genetik yapıya bağlı olduğu ve tane endospermindeki proteinler ve nişasta arasındaki bağlantının bir sonucu olarak ortaya çıktığına inanılmaktadır. Ekmeklik un elde etmede daha çok sert tane yapısına sahip buğdaylar tercih edilir. çünkü bu gibi buğdayların genelde protein miktarı fazla ve gluten yapısı de ekmek yapımına daha uygundur. Makarnalık buğdayların ise mutlaka sert taneli olmaları gerekir. Buna göre tane sertliği buğdayların hangi amaç için kullanılacağını gösteren önemli kriterlerden birisidir. Çizelge 5 te farklı tane sertliğine sahip buğdayların kullanıldığı alanlar verilmiştir. Tane sertliği Amerika'da 1985 yılında FGIS (FEDERAL GRAİN INSPECTION SERVICE) tarafından buğdayların tanımlanmasında esas faktörlerden birisi olarak kabul edilmiş ve buğdaylar sert ve yumuşak olarak iki sınıfa ayrılmıştır (**Halverson J.and Zeleny L. 1988, Hoseney R.C. 1990, Stenvert N.L. and Kingswood, R. 1977**).

Tane sertliği öğütme tekniği açısından da önemli bir faktördür. Sert ve yumuşak taneli buğdaylar aynı şartlarda öğütselere bile sert taneli buğdayların unları daha granüllü yapıda olur. Ayrıca tavlama sırasında verilecek su miktarı, öğütmede kullanılan valslerin özellikleri ve eleme yüzeyi sert ve yumuşak buğdaylarda farklıdır.

Buğdayda tane sertliği ölçmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler kabaca tek tane üzerinde yapılan testler ve bir miktar buğday örneği üzerinde yapılan testler olarak iki grup altında toplanabilir (**Halverson J.and Zeleny L. 1988**). Her iki grup yönteminde kendine göre olumlu ve olumsuz tarafları vardır. Örneğin tek tane üzerinde

yapılan testler zaman alıcıdır ve ayrıca sertlikle ilişkisi olmayan bazı faktörler de sonucu etkileyebilir. Bunlarda örnek almadan kaynaklanan hata olasılığı daha fazladır. Bir miktar buğday örneği üzerinde yapılan testlerde ise bir karışımı oluşturan taneler arasındaki sertlik farklılığı belirlenemez. Ayrıca bunlar farklı sınıflardan meydana gelmiş bir karışımdaki kompozisyonun tespiti içinde kullanılmazlar.

Sertlik tayinlerinde en çok kullanılan yöntemler PSI (particle size index, parçacık iriliği sayısı) tespiti (belli miktar buğdayın standardize edilmiş değirmenden öğütülüp elenmesi sonucu alta geçen materyal esas alınmıştır) (**Anonymous 1989**), PI (pearling index, soyma sayısı) tespiti (özel bir öğütücüden sabit süre içinden geçirilen tanelerin yüzeyinde meydana gelen aşınmanın tespiti esasına dayanır), NIR (near infrared reflectance) spektroskopi testi (farklı irilikteki un taneciklerinin farklı near infrared reflectance özellik göstermeleri esasına dayanır), BHT (Brabender hardness tester) testi (**Anonymous 1989**), (tanenin öğütülmesi için gerekli olan enerjinin tayini esasına dayanır), stenvard testi (buğdayın özel bir değirmende öğütülmesi için gerekli sürenin tayini esasına dayanır) akustik test (tek tanenin kırılması sırasında sesin kaybedilip değerlendirilmesi esasına dayanır), unun spesifik yüzeyini ölçüm testi fluorometrik test vb. yöntemlerdir (**Kosmolak F.G. 1978, Slaughter D.C. 1989, Özkaya B. 1997, Özkaya B. 1997**).

Çizelge 5. Buğdayların PI değerlerine göre optimum tavlama rutubetleri

PI (%)	Tavlama Rutubeti (%)
16 – 20	16,5
21 – 25	16,0
26 – 30	15,5
31 – 35	15,0
36 – 40	14,5
41 – 45	14,0
45 – 50	13,5

Çizelge 6. Buğdayların PSI değerlerine göre optimum tavlama rutubetleri

Buğday Tipi	Tane Sertliği (PSI)	Opt. Rutubet (%)
Çok Sert	9 - 13	16,5 – 17,5
Sert	14 - 19	15,5 – 16,5
Orta	20 - 25	14,5 – 15,5
Yumuşak	25 - 30	13,5 – 14,5

1.4.3.5. Camsılık

Camsılığın tane endospermdeki hava boşlukları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu özellik yazlık buğdaylarda özellikle de durum buğdaylarının sınıflara ayrılmasında tane sertliği ile birlikte düşünülmektedir. Camsılığın irmik verimi dışında herhangi bir kalite faktörü ile ilişkisi saptanamamıştır (**Halverson J. and Zeleny L. 1988**). Bu özellik tane sertliğine kıyasla çevre faktörlerinden daha fazla etkilenmektedir. Tanenin camsı veya unsu yapıda olduğu en basit olarak GROBECKER kesit aletiyle tespit edilebilir. Bunun için taneler enlemesine kesilerek kesit yüzeyi incelenir (**Rohrlich. M. and Bruckner G. 1967**).

1.4.3.6. Renk

Buğdaylar renklerine göre kırmızı veya beyaz olarak sınıflandırılmaktadır. Renk bir çeşit veya bir tür özelliğidir. Fakat çevre faktörlerinin etkisi ile her iki renkte kendi arasında varyasyonlar daha doğrusu ton farkları gösterebilirler.

Ekmeklik buğdayların sert taneli ve kırmızı renkli olanları bisküvilik buğdaylarında beyaz renkli ve yumuşak taneli olanları istenir. Makarnalık buğdaylar da amber renkte olmalıdır (**Zeleny L. 1971, Halverson J. and Zeleny L. 1988**).

1.4.3.7. Yabancı Madde Miktarı

Buğday içerisinde bulunan yabancı madde miktarı ve bunların özellikleri buğdayın kalitesini etkileyen önemli kriterlerden birisidir. Yabancı maddelerin büyük bir kısmı değirmende ayrılır. Yabancı madde değişik şekillerde ifade edilmektedir. Örneğin ABD standartlarındaki dokaj (dockage) ifadesi buğdaydan mekanik işlemlerle ayrılabilen tüm materyali belirtir. Buğday alım satımlarında dokaj ağırlığı buğdayın ağırlığından düşülerek fiyat ödenir.

Buğdaydaki yabancı madde miktarı ICC (international association for cereal chemistry) tarafından bezats olarak ifade edilmektedir. Buna göre bezats incelenen buğday sınıfındaki sağlam, dolgun ve bütün taneler dışında kalan tüm maddeler denir. Bezats, dokaj,

yabancı madde, zarar görmüş taneler, buruşuk cılız taneler kırık taneler ve diğer sınıf buğday tanelerini de içine alan bir ifadedir. **(Zeleny L. 1971, Anonymous 1972).**

Ülkemizde buğdaylarında en fazla bulunan yabancı ot tohumlarından birisi delicedir. Bunun tohumları yaklaşık 2,5-6,5 mm boyutlarında esmer renktedir. Bu bitki yazlık bir bitki olup daha çok yağışlı bölgelerde yetişir. Tohumunda %0.06 oranında temulin adında bir alkaoid ve kolin maddeleri bulunur. Temulin maddesinin hayvansal organizmada sinir sistemi üzerine etki ederek sersemlik ve uyku verdiği baş ağrısı ve titreme yaptığı fazlasının ölüme bile neden olabildiği ifade edilmektedir. Bu ot tohumu, şekli nedeniyle değirmenlerde buğdaydan kolaylıkla ayrılır **(Lubanov Y. 1985, Kent-Jones D.W. and Amos, A.J. 1967, Tekeli S.T.1965).**

Karamuk buğdaylarda oldukça fazla bulunan bir ot tohumudur. Bu, tohumları buruşuk ve esmer renkte olan kışlık bir bitkidir. Tohumunda githagine denilen bir saponin maddesi bulunmaktadır. Acı bir tada sahip olan bu maddenin boğazda gıcıklenme yaptığı ve ishale neden olabildiği, fazla yenildiği zaman böbrek ve kalp de tahribat yapıp ölüme neden olduğu bildirilmiştir. Buda değirmenlerin temizleme bölmesinde buğdaydan kolayca ayrılabilir bir yabancı maddedir **(Lubanov Y. 1985, Kent-Jones D.W. and Amos, A.J. 1967, Tekeli S.T.1965).**

Pelemir, ülkemizde oldukça yaygın olan ve buğdaylara çoğunlukla karışan bir ot tohumudur. Buğday iriliğinde ve ağırlığında olduğundan temizleme sırasında buğdaydan ayrılması zordur. Tohumlarında scabicine denilen bir glikozit bulunur. Ekmeğe fazlaca karışırsa ekmeğin gri bir renk aldığı ve acılaştığı belirtilmektedir. Pelemir, tohumlarında %22 dolayında yağ bulduran ve bazı yörelerde ekmeğe yumuşaklık vermek için katılan yabancı bir ot tohumudur **(Tekeli S.T.1965).**

Yabancı ot tohumu olmamakla birlikte tarlada buğdaya bulaşan birtakım mantar hastalıkları da bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi çavdarmahmuz veya ergot denilen fungusdur. Bunun değirmenlerde buğdaydan ayrılması da oldukça zordur. Bu fungus ergotoksin denilen bir toksin içerir ve ergotizm denilen çok tehlikeli bir hastalığa neden olur **(Özkaya B. 2000).** Bunun dışında sürme, rastık ve pas gibi takım hastalıklı taneler de buğday içerisinde bulunabilirler.

1.4.3.8. Öğütme Kalitesi

Buğdayın ekmeklik kalitesinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulacak en önemli faktör ekmeklik buğdaylarda birim buğdaydan alınacak temiz un miktarı, makarnalık buğdaylarda da birim buğdaylardan alınacak temiz irmik miktarıdır. Buğdayların öğütme kalitesi önceden değinilen bazı fiziksel özelliklerine bakılarak tahmin edilebileceği gibi,

deneysel ölçekli değirmenler kullanılarak daha da objektif bir şekilde tayin edilebilir. Deneysel testlerde temizlenmiş ekmeklik buğdayların un verimi ortalama %72dir. Temizlenmiş makarnalık buğdayların ortalama irmik veriminin ise %58 olduğu kabul edilir (**Zeleny L. 1971**).

Buğdayların öğütme kalitesinin deneysel olarak saptanması için değişik firmalar tarafından laboratuvar ölçekli değirmenler geliştirilmiştir. Bunların bir kısmı sabit diyagramlı olduğu halde bir kısmının besleme oranları, vals aralıkları vs. ayarlanabilir. Bunların kapasiteleri ve elde edilen pasaj sayıları da birbirinden farklıdır. Laboratuvarlarda yapılan öğütme çalışmaları ile hem kısa sürede buğdayın öğütme performansı hakkında bilgi edinilir, hem de elde edilen unun analitik, reolojik ve ekmeklik kalitesi değerlendirilir (**Zeleny L. 1971, Pomeranz Y. 1987**).

1.4.4. Kalitenin Kimyasal Kriterleri

Buğday kalitesinin tayininde dikkate alınan kimyasal kriterler rutubet miktarı, protein miktarı, protein kalitesi, alfa amilaz aktivitesi, ham lif ve kül miktarlarıdır.

1.4.4.1. Rutubet Miktarı

Buğdayın kuru madde oranı içerdiği su ile ters orantılı olduğu için buğdayın kalitesinde dikkate alınacak ilk kriter rutubet miktarıdır. Buğdayın rutubet miktarı her şeyden önce ekonomik bakımından önemlidir. Yani rutubet miktarı arttıkça alım satımlarda buğdayın fiyatı düşer.

Rutubet miktarının buğdayın depolama stabilitesi bakımından da önemi vardır. Rutubeti düşük olan buğdaylar, diğer koşullar da uygun olduğu takdirde senelerce bozulmadan kalabildikleri halde, rutubeti belli düzeyi geçince birkaç günde bozulmaya başlayabilmektedir.

Buğdaylarda kritik rutubet değeri olarak %14,5 sınırı kabul edilmiştir. Bu sınırın üstünde bozulma hemen başlar bununla birlikte buğdayın bozulmadan kalabileceği bir rutubet sınırı vermek zordur. Çünkü depo stabilitesi üzerine rutubetin yanında birçok faktör etkilidir ve bu faktörler de birbiriyle çok sıkı ilişki halindedir. Buğdayın çok kuru olması istenmez. Çünkü çok kuru taneler gevrek olur ve işleme ve taşıma sırasında zarar görebilir veya kırılabilirler. Kırık tanelerde buğdayın temizlenmesi sırasında yabancı maddelerle birlikte ayrılacağından verim düşer. Ayrıca çok kuru buğdayların tavlama sırasında istenen rutubet derecesine getirilmesinde de zorluklar vardır.

Buğdayın rutubeti 130 derece sıcaklıkta etüvde kurutularak tayin edilir. Bunun dışında karl fischer yöntemi veya elektriği konduktans veya kapasitans prensibine göre tayin yapan birtakım yöntemler de kullanılmaktadır (**Hunt W. H. and Pixton S.W. 1974**).

1.4.4.2. Protein Miktarı

Buğdayın bir amaca yararışlılığını tayin etmede kullanılan en önemli özelliği onun protein miktarıdır. Buğdayların protein miktarları kısmen tür ve çeşide fakat daha çok da yetiştiiği yerin toprak ve çevre faktörlerine bağlı olarak %6-20 arasında değişir. Bitkinin gelişim devresinde topraktan alabileceği azot miktarı tanenin protein miktarını etkilemektedir. Yani topraktaki alınabilir azotun fazla olması tanedeki protein oranı yüksektir. Ayrıca olgunlaşma devresinde bol yağış alan buğdayların protein oranı düşük, kurak geöen yörelerdekiilerin ise yüksek olmaktadır.

Değişik ürünlerin yapımında kullanılacak buğdayların en az çizelge 7 de verilen oranlarda protein içermesi tavsiye edilmektedir.

Çizelge 7. Değişik ürünlerin üretiminde kullanılacak buğdayların protein oranları

Ürün Cinsi	Protein Miktarı (%)	Buğday Tipi
Makarna ürünleri	13,0 (en az)	Durum
Serbest ekmek	13,0 (en az)	Yazlık
Tava ekmeği	11,5 – 13,0	Kışlık
Kraker	10,0 – 11,0	Yumuşak-sert
Bisküvi	9,0 – 11,0	Yumuşak-sert
Pasta, kek, kuli	8,0 – 10,0	Yumuşak

Mayalı ekmek yapımında kullanılacak unlarda en az %11 oranında protein bulunması gerekir. Bu da yaklaşık %12 proteinli buğdaydan elde edilir.

Buğdayın protein miktarı genelde kjeldahl yöntemi ile tayin edilir (**Anonymous 1993**). Bu yöntemde buğdayın önce azot içeriği bulunur ve bu değer 5,7 faktörü ile çarpılarak protein miktarı elde edilir. Faktör farklı ürünler için değişiktir. Örneğin bu değer kepek ve çavdar için 6.25dir (**Pomeranz Y. 1987**). Buğdayların protein miktarının tayininde kjeldahl yönteminden başka NIR tekniği de birçok ülkede resmi olarak kabul edilmiştir

1.4.4.3. Protein Kalitesi

Buğday proteinleri, özellikle de endosperm kısmındaki proteinler, başta lysine olmak üzere threonine ve methionine aminoasitleri bakımından yetersizdir. Bu bakımdan birçok bitkisel gıdalarda olduğu gibi buğday proteinlerinin de biyolojik değeri düşüktür. Bazı araştırmacılar ıslah çalışmaları ile lysine miktarı yüksek buğday çeşitleri üretmek ve buğdayın besin değerini yükseltmek için çaba göstermektedirler (**Halverson J. and Zeleny L. (1988)**).

Bu bölümde buğday proteinlerinin besin değeri değil teknolojik kalitesi üzerinde durulmuş ve proteinin teknolojik kalitesi yerine kısaca protein kalitesi ifadesi kullanılmıştır.

Buğdayın protein miktarı yanında proteinin kalitesi onun ekmek yapmaya elverişliliğini tayin eden önemli bir özelliğidir. Hatta protein kalitesi çoğu kez protein miktarından da önemlidir. Hamurun gaz tutma kapasitesi daha çok onun protein kalitesine bağlıdır. Örneğin eşit protein miktarına sahip olan iki buğdayın ekmeklik kalitesinin aynı olmaması daha çok onların protein kalitelerinin farklı olmalarının bir sonucudur.

Buğdaylarda protein kalitesi üzerine yetişme yeri ve çevre faktörlerinin etkisi varsa da (olgunlaşma periyodunda hava sıcaklığının yüksek, nispi rutubetin düşük olması protein kalitesini düşürmektedir) protein kalitesi genel olarak çeşitle ilgili bir özelliktir (**Zeleny L. 1971**).

Buğdaylarda protein kalitesini yani gluten kalitesini değerlendirmek amacıyla basit testler geliştirilmiştir. Bunlardan birincisi Pelshenke tarafından geliştirilen kırma fermantasyon testidir. Testin esas buğday kırmasından yapılan mayalı hamur topunun sabit sıcaklıktaki su içerisinde parçalanma süresinin ölçümüne dayanır. Bu süre protein miktarı fazla ve gluten kalitesi iyi olan örneklerde uzun (400 dakikadan fazla) protein miktarı az gluten kalitesi zayıf olan örneklerde ise kısadır.(30 dakikadan az). Pelshenke değerinin sadece gluten kalitesini belirtmesi istendiğinde bu değer protein miktarına bölünerek değerlendirme yapılır (**Zeleny L. 1971, Halverson J.and Zeleny L. 1988, Anonymous 1983**).

Protein miktar ve kalitesini değerlendirme kullanılan diğer bir yöntem de Zeleny sedimentasyon testidir. Sedimentasyon testi de standart incelikte öğütülmüş ve bir kısım kepeği ayrılmış buğday kırmasının seyreltik süt asidi çözeltisi içerisinde süspansiyon yapıldıktan sonra belli şartlarda belli süre sonunda çöken kısmın hacminin ölçülmesine dayalı bir yöntemdir. Bu değer de zayıf örneklerde 3 ml ile kuvvetli örneklerde 70 ml arasında değişir. Pelshenke değeri gibi sedimentasyon miktarı ve değeri de gluten miktarı ve kalitesini gösterir. Şayet sedimentasyon testi ile sadece buğdayın gluten kalitesi hakkında fikir edinmek istenirse bu değer protein miktarına bölünerek spesifik sedimentasyon değeri elde edilir. Bu test pelshenke testine kıyasla daha kısa zamanda sonuç verir ve daha objektiftir. Bu testin bir modifikasyonu erken generasyon buğday ıslah çalışmalarında da kullanılır (**Anonymous 1983**).

1.4.4.4. Yağ Asitliği

Diğer tahıllarda olduğu gibi buğday da uygun olmayan koşullarda depolandığı zaman bünyesindeki yağlar lipaz enziminin etkisi ile parçalanmak suretiyle serbest yağ asitleri meydana gelir. Bu da unun teknolojik kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle

buğdayın serbest yağ asitliği tespit edilmek suretiyle onun depolandığı koşulları ve sağlamlık derecesini değerlendirmek mümkündür. Buğdayda serbest asitlik 100g örnekte bulunan serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gerekli olan KOH'in mg miktarı olarak belirtilir. (Anonymous 1983). Yeni hasat edilmiş ve sağlam tanelerden oluşan bir buğdayın serbest asitliği bu ifadeye göre 20 den düşük iken depolama sırasında bozulmuş olan buğdayların serbest asitliği 100den yüksek olabilmektedir. Buğdaylar birkaç yıl uygun koşullarda depolansa bile fiziksel görünümünde herhangi bir değişim fark edilmediği halde, serbest yağ asitlerinin miktarı yine hasat edilmiş buğdaya kıyasla yüksek çıkabilmektedir. Düşük sıcaklık ve düşük rutubette depolama ile asitlikteki artış azaltılabilir.

1.4.4.5. Ham Lif ve Kül Miktarları

Buğdayın ham lif ve kül miktarı tanedeki kabuk miktarı ile orantılıdır ve buğdayın un verimi ile kabaca ilişkilidir. Cılız ve buruşuk tanelerin genelde kabuk yüzdesi ve buna bağlı olarak da kül ve ham lif oranının fazla un veriminin düşük olduğu belirtilmektedir. Buğdayda ham lif oranı %2,0-2,7 ve kül oranı da 51,4-2,0 arasındadır.

1.5. Buğdayların Sınıflandırılması ve Derecelendirilmesi

Buğday, Dünya'da en fazla alınıp satılan bir tahıldır. Özellikleri çeşide ve yetiştirme yerine göre büyük varyasyonlar gösterir. Bu nedenle alım satımlarda fiyat takdirinin yapılması ve kalitede standardizasyonun sağlanması oldukça güçtür. Önceleri küçük miktarlardaki lokal pazarlama işlemlerinde alıcı ve satıcı kendi aralarında fiyat konusunda bir anlaşma sağlayabiliyorlardı. Fakat çok değişik özelliklerdeki ve fazla miktarlardaki ürün milletler arasında pazarlanmaya başlanınca bazı problemler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunun üzerine ABD başta olmak üzere buğday üretiminde söz sahibi ülkeler buğdayları bazı ortak özelliklerine göre gruplandırmak ve bu gruplandırmada esas alınacak kriterleri de belirlemek zorunda kalmışlardır. Böylece tahıl üretiminde pazarlama seçim ve kontrol işlemlerinde kolaylıkla ve düzen sağlanmıştır.

-ABD BUĞDAY STANDARDI

-AVRUPA EKONOMİ TOPLULUĞU BUĞDAY STANDARDI

-TÜRKİYE BUĞDAY STANDARDI

1.5.1. ABD Buğday Standardı

ABD de tahıl standartları yasasından önce ülkede farklı sınıflama ve dereceleme sistemleri uygulanıyordu. Bu sistemler arasında bir üniformite olmadığı ve uygulanan yöntemler arasında uyumsuzluklar bulunduğu için birtakım anlaşmazlıklar meydana geliyordu. Bunun üzerine ülkede tahıl standartları yasası yürürlüğe konularak sınıflama ve derecelemede esas alınacak kriterler, uygulanacak yöntemler ve kullanılacak aletlere kadar tüm faktörler

belirlenmiştir. Bu standartlardan ve bunun ülke çapında uygulanmasından FGIS (federal grain inspection service) sorumlu tutulmuştur. ABD de Haziran 1987 de yürürlüğe konulan buğday sınıflama ve derecelenmesi esas olan hususlar aşağıda özetlenmiştir.

ABD de buğdaylar tiplerine göre 7 sınıfa (HRS, HRW, SRW, W, DURUM UNCLASSED VE MIXED) ayrılmıştır. Bazı sınıfların değişik sayıda alt sınıfları bulunmaktadır. Daha sonra bu sınıflar veya alt sınıflar numaralı olarak derecelenmiştir. Örneğin HRS (HARD-RED-SPRING, YANI SERT KIRMIZI YAZLIK) buğdayları dark northern spring wheat –northern spring wheat ve red spring wheat olarak 3 alt sınıfa ;w (white,yani beyaz) buğdaylar hard white wheat soft white wheat white club wheat ve western white wheat olmak üzere 4 alt sınıfa ; durum buğdayları hard amber durum wheat amber durum wheat durum wheat olmak üzere 3 alt sınıfa ayrılmış, HRW(hard-red-winter yani sert kırmızı kışlık) ve SRW (soft-red-winter yani yumuşak kırmızı kışlık) buğdaylar ise alt sınıflara ayrılmamıştır (**Bushuk W. 1982**).

1.5.2. Avrupa Ekonomik Topluluğu Buğday Standardı

Avrupa Ekonomi Topluluğu Buğday Standardı'na göre ekmeklik buğdayın fiyatı için standart kalitedeki buğday şu özelliklerde olmalıdır.

A-) Ekmeklik buğday sağlam ve pazarlanabilir özellikte olmalı, anormal koku ve canlı böcek bulunmamalı, tahıla özgü renkte ve anormal koşullar altında hasat edilen ekmeklik buğdayların ortalama kalitesine eşdeğer kalitede olmalıdır

B-) Rutubet oranı %16 olmalıdır.

C-) Esas tahıl dışındaki total maddeler miktarı %5 olmalı bunun içinde:

-Kırık tane oranı %2

-Buruşuk taneler buğday dışındaki tahıllar böcek yenikli taneler, kurutma sırasında aşırı sıcaklıktan zarar görmüş ve rüşeym rengi bozulmuş taneler oranı%15

-Yabancı ot tohumları, zarar görmüş taneler yabancı maddeler, kavuz ergot çürük taneler, ölü böcekler ve böcek parçaları %0.5 olmalıdır

-Test ağırlığı 75 kg/hl olmalıdır.

1.5.3. Türkiye Buğday Standardı

Türk standartlarında (1978 yılında yürürlüğe giren) buğdaylar botanik tür ve alt türlerine göre sınıflara, tane rengi ve tane yapılarına göre alt sınıflara ve kalite özelliklerine göre de derecelere ayrılmıştır (**Anonymous 1978**).

Türk standartlarında buğday sınıf ve alt sınıfları şu şekilde düzenlenmiştir.

A-) Makarnalık buğdaylar, T. Durum türüne mensup buğdaylar bu sınıfa konmuş ve iki alt sınıfa ayrılmıştır

- Makarnalık-topbaş buğdaylar, (T.Durum Desf. Dura-Compactum Flaskb.)

- Diğer makarnalık buğdaylar,(T.Durum Desf. Commune Flakasb.)

B-) Ekmeklik buğdaylar T. Aestivum L. Em Thell. Spp. Vulgare Host. alt türünden olan buğdaylar bu sınıfa konmuş ve 4 alt sınıfa ayrılmıştır.

- Beyaz-sert ekmeklik buğdaylar

- Beyaz-yumuşak ekmeklik buğdaylar

- Kırmızı-sert ekmeklik buğdaylar

- Kırmızı-yumuşak ekmeklik buğdaylardır.

C-) Topbaş buğdaylar, t. Aestivum l. Em thell. Spp compactum host. alt türünden olan buğdaylar bu sınıfa konmuş ve bunlar da 2 alt sınıfa ayrılmıştır.

-Beyaz topbaş buğdaylar

-Kırmızı topbaş buğdaylar

D-) Karışık buğdaylar, yukarıdaki sınıflardan birine %20den fazla diğer sınıfın karışmış bulunduğu buğdaylar karışık buğdaylar olarak kabul edilmiş ve bunlarda 3 alt sınıfa ayrılmıştır.

- Karışık Makarnalık Buğdaylar

- Karışık Ekmeklik Buğdaylar

- Karışık Topbaş Buğdaylar

Türk buğday standartlarında bu şekilde sınıflandırılan makarnalık buğdaylar, hektolitre ağırlığı, camsı tane, dönmeli tane, yabancı madde, pelemir, bozuk tane, sürmeli tane, kırık tane

1.6. Buğday Kalitesinin Tayini

Kaliteli ekmek için un kalitesinin buna bağlı olarak da buğday kalitesinin iyi olması gerekir.

Üretici yetiştirdiği buğdayda, yabancı ot, hastalıklar, süne ve diğer zararlılarla mücadeleyi tam yapmış ise bu yapılanlar buğdayın pazar kalitesini arttırmaktadır. Değirmende işlenecek buğdayın saf un randımanının yüksek olması yanında, unun kalitesini en çok etkileyen sünenen zarar görmemiş olması gerekmektedir.

Unlarda süne zararının tespit edilmesi için uygulanan yöntemler yaş gluten miktarının ortaya çıkması bunun sonucunda buğdayda bulunan depo proteinleri adı verilen gluten sayesinde gerçekleşir.

Hamur haline getirilen unun seyreltik tuz çözeltisiyle yıkanarak nişasta ve tuz çözeltisinde çözünen proteinlerin (globülin) uzaklaştırılmasıyla geriye kalan çözünmeyen materyalin yani glutenin tespit edilmesidir.

Bu işlemin yapılması için, BASTAK otomatik cihaz kullanılmaktadır. Çalışmaya başlamadan önce cihazın 5 lt'lik deposu yıkama çözeltisiyle doldurulur. 5 lt saf suya 100 gr tuz ilave edilerek bu işlem gerçekleştirilir. Daha sonra cihazın batsak yıkama başlığına takılan özel elek içerisine 10 gr un tartılır. Tartılan 10 gr una 5 ml yıkama çözeltisi ilave edilir ve başlık yerine takılır. Cihazın yoğurma süresi 20 sn yıkama süresi 4,5 dakikadır. BASTAK çalıştırılarak önce yoğurma sonra yıkama işlemi otomatik olarak yapılır. BASTAK durduktan sonra başlık çıkartılarak içinde oluşan gluten alınır. Yaş gluten 1 dakika suyu uzaklaştırdıktan sonra santrifüj cihazından BASTAK 2100 geçer, daha sonra tartılır. Tartımda bulunan değer 10 ile çarpılarak yüzde cinsinden gluten miktarı bulunur.

% YAŞ GLUTEN KALİTESİ

% >30 YÜKSEK

% >25-30 İYİ

% >15-22 % >20-27 ORTA

% <15 % <20 DÜŞÜK DEĞERDEDİR.

Sedimentasyon testi süne zararının tespit edilmesinde önemli testlerden biridir.

İlk olarak öğütülen buğday numunesi 8 mm'lik elekten geçirilmelidir. Öğütülen buğday numunesi homojen bir şekilde karıştırılmalıdır. 100ml hacme sahip (0 ile 100 ml çizgi Aralığı 18-18,5 cm) mezür kullanılmalıdır. Sedimentasyon cihazı BASTAK SE-99-B 60 derecelik açı ile 40 devir salınım yapmalıdır. 3,2 gr un numunesi tartılarak 100 ml mezüre konur. 50 ml brom fenol çözeltisi ilave edilerek homojen bir süspansiyon için birkaç defa elde çalkalanır. Hazırlanan süspansiyon hızlıca sedim cihazına batsak SE-99-B yerleştirilerek 5 dakika süre ile çalkalanır. Bu işlem iki cam sedim tüpü ile yapılır. Bir tüp 2 saat dinlenmeye bırakılır. Diğer sedim tüpüne 25 ml laktik asit çözeltisi ilave edilerek 5 dakika daha sallanır. Cihaz kapatılarak tüp düz bir zemin üzerinde 5 dakika bekletilerek çökme değeri göz hizası seviyesinden ml cinsinden okunur. 2 saat süre bitiminde diğer sedim tüpüne 25 ml laktik asit çözeltisi ilave edilerek 5 dakika daha çalkalanır. Cihaz kapatıldıktan sonra sedim tüpü düz bir zemin üzerinde 5 dakika bekletilerek çökme göz hizasında ml olarak okunur.

Gecikmeli sedimentasyon değeri, normal sedimentasyon değeri ile aynı veya üzerinde ise süne tahrifatı yoktur. Gecikmeli sedimentasyon testi normal sedimentasyon testinden düşük ise süne tahrifatı mevcuttur.

Sedimentasyon değeri, 40 üzeri çok iyi kalitede

30-40 arası iyi kalitede

20-30 arası orta kalitede

20 altı zayıf kalitededir.

Buğday randımanı ile fiyat arasındaki ilişkiyi açıklamak gerekirse, Gluten ve sedim değeri yüksek olan değerlerde fiyatın yüksek olduğu görülmektedir. Örnek olarak gluten değeri 30 sedim değeri 40 ve üstü olan buğdaylarda fiyatta artmaktadır.

1.7. Araştırmanın Amacı

Buğday un fabrikasına girdikten sonra birçok işlem sonucunda un haline gelmektedir. Bu dönüşüm sırasında çeşitli kayıplar meydana gelmektedir. Meydana gelmiş olan kayıplar, yüksek ölçüde ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Bütün bunlar un fabrikalarında gerçekleşen işlemin kalitesinin ortaya konulmasını gerektirmektedir.

Tezin Amacı; buğday işleme fabrikasındaki buğday ürünün un haline dönüşmesi sırasında gerçekleşen işlem akışını belirlemek ve bu işlem akışı sırasında oluşan günlük enerji sarfiyatını hesaplamaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyadaki buğday ıslah programlarının temel amacı, birim alan tane verimini artırmaktır. Fakat gelişmiş ülkelerde bir çeşidin tescil edilmeden önce mutlaka arzu edilen kalite düzeyine getirilmesi gerekmektedir. Kaliteli buğday üretimine etki eden faktörler genelde çeşit, iklim koşulları ve toprak özellikleri olarak sıralanmaktadır. Tohumluk kullanımından hasata kadar bu üç ana faktörün dışında buğday kalitesini etkileyen bazı faktörler; tohumluğun niteliği, süne ve kımıl zararı, depolama, yetiştirme tekniği uygulamaları v.s. olarak sayılabilir (Atlı, 1999).

Birim alandan elde edilen verim ve ürünün kalitesi üzerine en fazla etkili olan girdilerinin gübreleme ve sulama olduğu herkesçe bilinmektedir. Buğday verimindeki artışın % 50'sinin gübreleme ile ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Sağlam, 1992). Kaliteli, yüksek proteinli tane elde etmek için azotun, başaklanma sırasında baş gübre olarak verilmesi uygundur. Fosforlu gübreleme, tane verimini artırmakla birlikte; toprakta bitkiler tarafından alınabilir azotun yetersiz olması durumunda, tanede protein oranının düşmesine yol açmaktadır (Kün, 1983).

Azotun kullanılma zamanı verim komponentlerini ve tane kalitesini farklı şekillerde etkileyebilmektedir. Toprakta nemin yeterli olması durumunda başaklanma döneminden önce uygulanan azotun, tane verimini ve protein oranını arttırdığı görülmüştür (Fowler and Brydon, 1989). Metrekaredeki başak sayısı azot uygulamasından önemli derecede etkilenmektedir. Çiçeklenmeden önceki dönemde uygulanan azotun yetersiz olması tane sayısının azalmasına yol açmaktadır (Fischer, 1993; Sing et al. 1997). Çiçeklenmeye yakın dönemde uygulanan azotun, çiçeklenme sonrası azot alımını ve tanedeki protein oranını arttırdığı belirlenmiştir (Wuest and Chassman, 1992).

Schaefer (1962), yaptığı çalışma sonucunda; buğdayda gluten (yaş öz) ve protein oranının çevresel faktörlerden önemli oranda etkilenen özellikler olduğunu açıklamıştır.

Seçkin (1970), kışı soğuk, bahar dönemi serin ve nemli, olgunlaşma zamanı sıcak ve fazla güneşli olmayan şartlarda yetişen buğdayların kalitesinin yüksek olduğunu, fazla yağışlı ve nemli yerlerde ise hastalıkların ortaya çıkması yanında iyi kalitede ürün elde edilemeyeceğini açıklamıştır.

Malhotra ve Jain (1972), otuz çeşitten oluşan denemede; tane verimi ile başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı arasında olumlu ilişki saptamışlardır. Ayrıca başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığının tane verimini doğrudan etkilediğini açıklamışlardır.

Birim alandan kaldırılan ürün artışında etkili olan tarımsal mekanizasyon, tarımsal mücadele, ekim nöbeti, gübreleme, sulama v.b. faktörler yanında en önemli diğer etken de tohumluktur. Kaliteli tohumluk kullanımı verimde % 20-30, yabancı döllenmiş türlerde kullanılan melez tohumluklar ise bazı türlerde 3-4 kat verim artışı sağlamaktadır **(Yürür,1994)**.

Tahıllarda döllenme sonrasında tanede başlayan besin maddesi birikimi, sarı olum dönemi sonunda sona erer. Sarı olum döneminden sonra da tane, su kaybetmeye devam eder ve biriktirilmiş olan besin maddelerinin olgunlaşması sürer. Tanede nem içeriğinin % 33-18,5 indiği bu döneme, "fizyolojik olum" dönemi denir **(Kün, 1983)**. Bu dönem sonunda tane, "Tohumluk" özelliğini kazanır. Tanede su kaybı fizyolojik olgunluktan sonra da devam eder. Hasat ve depolama için en uygun nem içeriğine (%13-15) ulaşıldığı bu döneme "tam olgunluk" dönemi denir. Hasat hemen yapılmaz ve geciktirilirse uygun çevre koşullarında tanenin nem içeriği % 7-8 'lere düşer, bu dönemi bazı araştırmacılar "ölü olgunluk" dönemi olarak tanımlamaktadır **(Kün, 1983)**.

Bitkilerde olgunlaşmamış tohumların hasadı nedeniyle tohum kalitesinde oluşan zarar, tohum veriminde meydana gelen zarardan daha fazladır. Hasat olgunluğuna ulaşmamış tohumların hasat edilmemesine özen gösterilmelidir. Yeşil tanelerin (tohumların) hasadı durumunda karşılaşılan kırışıklık zararı, uygun zamanda hasat edilenlerden çok fazladır. Ayrıca yeşil taneler (tohumlar) sıcaktan zarar görür, küflenme olur ve çimlenme yeteneklerini yitirirler **(Şehirli,1989)**.

Hanft ve Wych (1982), tanelerin başağın en üst kısmından aşağıya doğru olgunlaştığını ve % 95'nin en yüksek ağırlığa fizyolojik olgunluktan 7 gün sonra ulaştığını; fizyolojik olumda başak kavuzlarının yeşil rengini kaybettiğini, tanelerin % 95'i en yüksek ağırlığa ulaştığında, bayrak yaprağın büyük bir kısmının yeşil rengini tam olarak kaybettiğini açıklamışlardır. Ayrıca, pigmentler ilk görüldüğünde ve kavuzların yeşil rengini tamamen kaybettiğinde tanenin dolun aşamasının bitmiş olduğu; bayrak yaprağı kurumasının tanelerin kurduğunun göstergesi olduğunu kabul etmişlerdir.

Kemeny ve ark. (1991), Martonvasari 14 ve GK Othalom ekmeklik buğday çeşitlerinde iki azot dozunun bitki/tane gelişimi ile tanede protein sentezine etkilerine ilişkin çalışmalarında, çiçeklenmeden 20 gün sonra tanede glutenin alt ürünlerinin ortaya çıktığını, 27 gün sonra gliadin örneklerine rastlandığını açıklamışlardır. Ayrıca döllenmeden 42 gün sonra tanede olgunlaşmanın sona erdiğini, uygulanan azot (N) dozunun artmasıyla kötü iklim koşullarında gliadin ve glutenin 4 gün sonra oluştuğunu; tam olgunlaşma döneminde herhangi bir değişiklik olmadığını açıklamışlardır.

Schipper (1994), süt olum devresinin ortasında ve tam olgunlaşma başlangıcında, tanede ham protein oranının yüksek olduğunu ve daha sonra azaldığını, sedimantasyon ve sedimantasyonla ilgili protein değerlerinin de tanede gelişmenin daha erken aşamalarında daha yüksek olduğunu; ayrıca tanenin gelişmesi ve 1000 tane ağırlığının artışıyla tanede un randımanının yükseldiği, mineral madde miktarının ise azaldığını açıklamıştır.

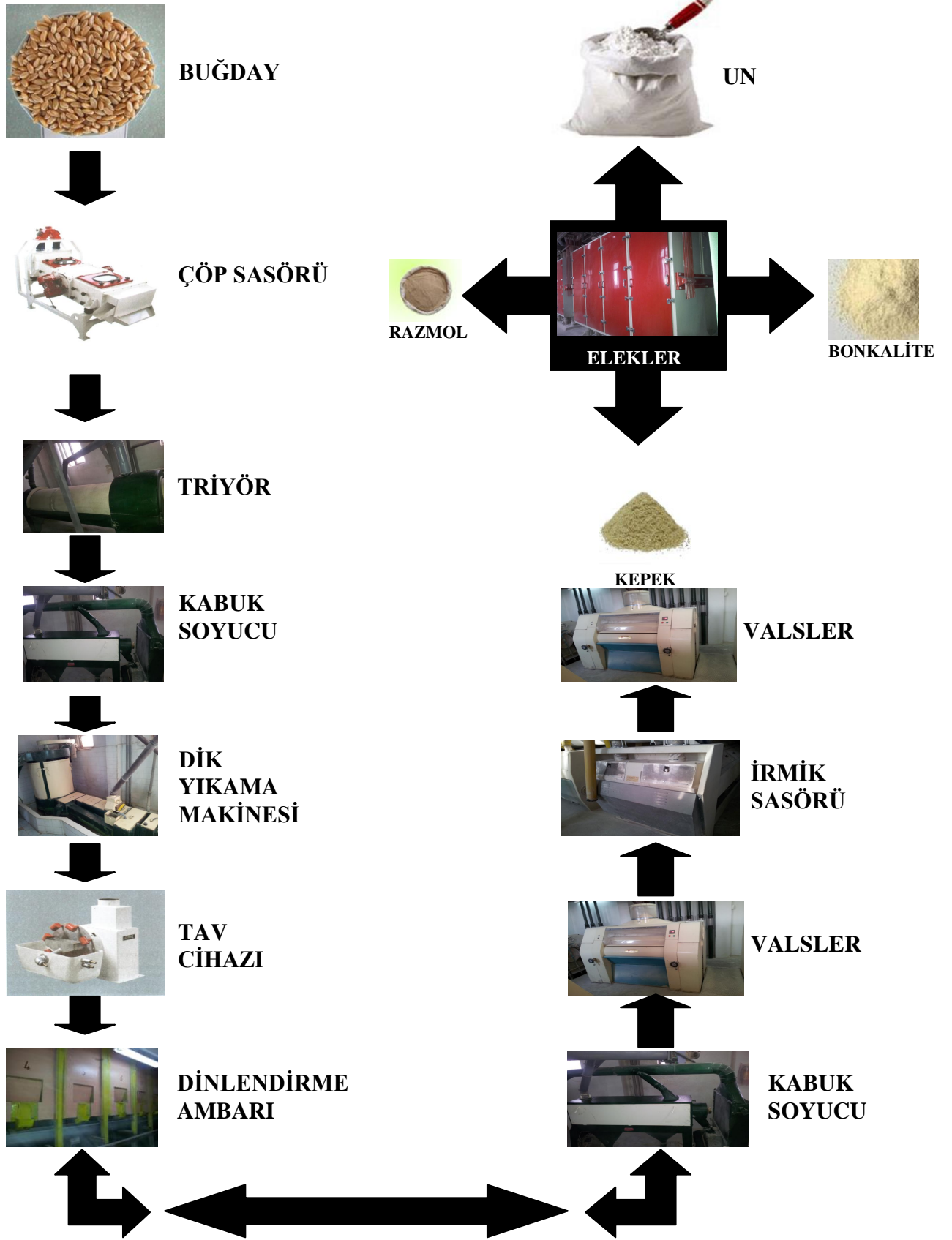
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bütün değerlendirmeler Edirne ili Has Köy beldesinde bir buğday işleme fabrikası olan MUTAFOğLU UN FABRİKASINDA yapılmıştır. Fabrikanın açık alanı 4000. m² olup, kapalı alanı ise 3500 M² dir. alışan personel sayısı 15 kişidir. Fabrikanın yıllık buğday işleme miktarı 15.000 tondur. Fabrikada çoğunlukla Pehlivan ve Flamura 85 buğday eşitleri işlenmektedir.

Pehlivan buğday eşidi: Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilmiştir. Sap 90-95 cm boyundadır. Koyu yeşil, yaprakları yarı dik duruşludur. Başaklar kılçıksız, beyaz kavuzlu ve başakların dizilişi paraleldir. Başaklar dik duruşludur. Taneleri kırmızı-sert ve iri yapılıdır. Bin tane ağırlığı 42-43 gram, hektolitreye ağırlığı 80-82 kg'dır. Tane oval şeklinededir. Kurağa toleranslı, soğuğa dayanıklıdır. 1000 Kg verime kadar yatmaya dayanıklıdır. Gbreye reaksiyon iyi, ekim normu 16-18 kg/da'dır. Kışlık gelişime tabiatlı alternatif bir çeşittir. Tane dkmez, harman olma kabiliyeti iyidir. Kahverengi pasa toleranslı, sürmeye hassadır. Trakya bölgesinin tamamı, Marmara Bölgesi ile Orta Anadolu Bölgesinin sulu alanlarında yetiştirilmektedir.

3.1.1. Buğday İşleme Fabrikası



Şekil 1. Fabrika işlem akış şeması

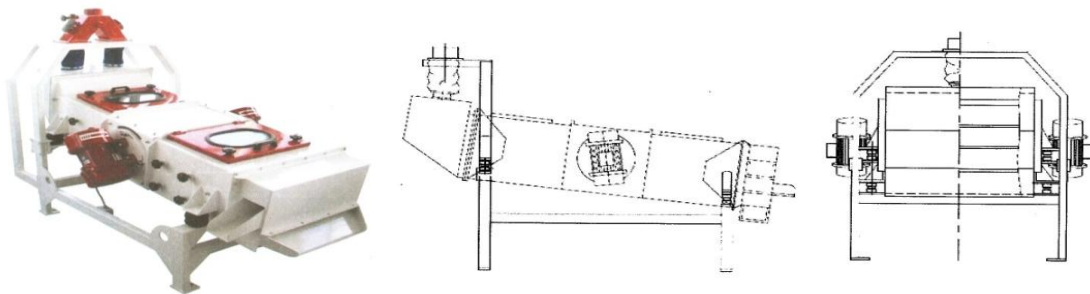
3.1.1.1. Çöp Sasörü

Çöp sasörleri büyüklük farklılığı esasına göre ayırma yapan makinelerdir.

Buğdaydan

daha iri olan yabancı maddelerle (mısır, soya taneleri, saman, çöp, başak, tahta gibi), daha küçük olan yabancı maddeleri (toz, toprak, ince kırık, yabancı ot tohumu gibi) ayırmaktadır. Vibrasyon veya eksantrik olarak salınım hareketi veren çeşitli tipleri bulunmaktadır. Ayarlanabilir salınım ve eğimi sayesinde çok yönlü elemeye imkân tanımaktadır. Sasör motoru elek kutusuna bağlıdır. V – kayışlı kasnaklarla dairesel hareketi veren balanslı volanı çevirmektedir. Volan üzerindeki ağırlıkların miktarını değiştirilmesi ile istenilen dairesel hareket ayarlanmaktadır. Hareketli parça adedinin çok az olması nedeni ile arıza yapma olasılığı çok düşüktür. Bakım ihtiyacı azdır. İçinde bulunan iki elekten üstte bulunanı buğdaydan büyük plan iri parçaları tutmaktadır. Alttaki elek ise buğdayda küçük olanlar alta geçirerek temizlenmiş buğdayı üstte tutmaktadır. Çalışma şartlarının uygun şekilli hava ayarı yapılabilmektedir.

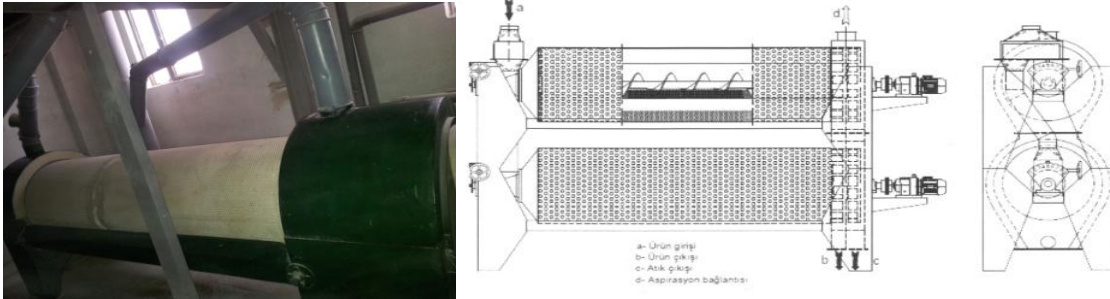
Her ne şekilde olursa olsun eleme yapan düzeylerdeki delik çapı ve şekilleri, buğdayın ilk temizliğinin yapıldığı posta temizleme ile ince temizliğin yapıldığı asıl ünitelerde değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik genellikle posta temizlemelerde delik çapları daha büyük olarak kendini göstermektedir. Üst eleğin ayırmış olduğu buğdayda iri olan yabancı maddeler, makinenin dışını, buğdaya temas etmeden dışarı atılmaktadır. Alt elek üst elekten geçip üzerine düşen buğdayın içindeki buğdayda küçük olan yabancı maddeleri ayırarak temizlenmiş buğday ile küçük yabancı maddelerin birbirlerine karışmalarını önleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Her iki elekte kolaylıkla sökölüp takılmaktadır. Elekler, elek altlarına yerleştirilmiş, küçük yuvarlak lastik toplar vasıtasıyla temizlenmektedir. İsteğe bağlı olarak makinenin buğday çıkışını tarar veya hava kanalı ilave edilebilmektedir.



Şekil 2. Çöp Sasörü ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.1.1.2. Triyör

Silindirik şekilde belirli bir hızda dönen bu makineler, buğdayın içinde bulunan, yuvarlak şekilli ot tohumları, kırık taneler ile uzun taneli yabancı maddeleri ayırmaktadırlar. Triyörler belirli çaplarda saç üzerine preslenmiş, çapları ve derinlikleri temizlenecek tahıl cinsine göre belirlenmiş cepleri olan silindirden oluşmaktadır. Bir motor aracılığı ile dönmektedir. Dönen saca, iç kısmında özel oyuklar yapılmıştır. Bu oyuklar gözyaşı damlası benzediği için bu ismi alır. Bu oyuklara yuvarlak şekilli ot tohumları ile kırık buğday taneleri girmektedir. Ancak sağlam taneler girmemektedir. Çünkü sağlam tanelerin şekilleri oval olduğu için saçtaki bu deliklerin içine oturmamaktadır. Oyuklar dönerken, içlerindeki yabancı materyalleri belirli bir yüksekliğe kadar tutarlar. Bu yükseklikte yer çekiminin etkisi ile serbest şekilde düşmektedirler. Düşen bu yabancı materyaller kendilerini, makinenin tam merkezinde boydan boya devam eden bir kanalda bulmaktadırlar. Bu kanal sağa sola ayarlanabilir. İçinde küçük bir helezon götürücüye sahiptir. Bu kanala giren yabancı materyaller kanalın sonunda ayrı bir çıkış noktasında makineyi terk ederler. Elde edilen yabancı materyaller, uygun yerlerde toplanarak, değerlendirilmektedirler. Makine kapasitesi, makine boyu ile dönen silindirin çapına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

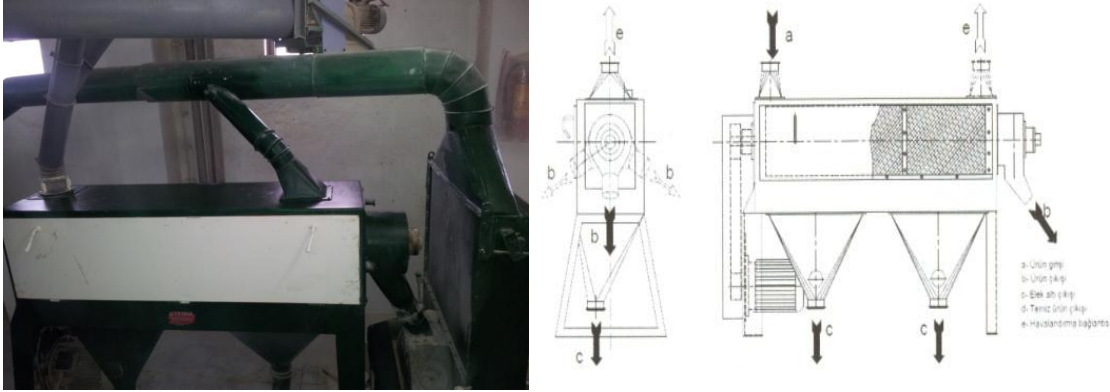


Şekil 3. Triyör ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.1.1.3. Kabuk Soyucu (Buğday Fırçası)

Temel çalışma prensibi, buğdayın buğdaya sürtünmesi ile buğdayın hem dış kabuğunun hem de üzerindeki toz, kum, küçük tohumlar, kabuk böcek ve yabancı maddelerin uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Bu sayede buğdayda bakteri yükü de azalmaktadır. Tahılın birbirine sürtünmesi, dönen aksam kanatlarının tahıla sürtünmesi ve tahılın aşındırıcı özelliğe sahip çevre elek sacına sürtünmesi ile temizleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Makine yatay silindirik şeklindedir. İç kısımda iki taraftan yataklanmış bir milin üzerinde buğdayı hem ileri götüren hem de karıştıran kanatlar bulunmaktadır. Milin dış kısmını saran ince gözeneklere sahip, buğdayın makine dışına çıkmasını engelleyen bir elek yüzeyi

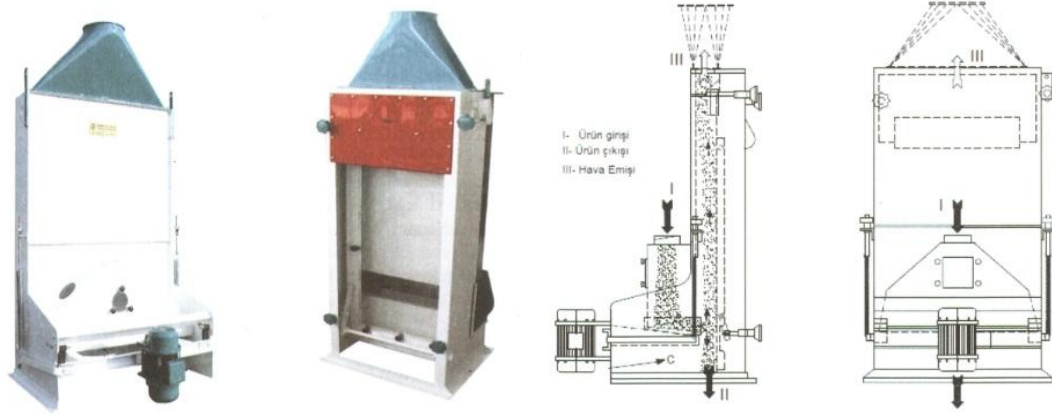
bulunmaktadır. Elekten toz, ince kepek parçası, ince kırıklar geçerken sağlam buğday tanesi geçememektedir. Makinenin buğday çıkışından tozu alınmış, yüzeyi zımparalanmış buğday çıkarken, buğday fırçası önüne konulan hava kanalı aracılığıyla elekten çıkan toz, kırık, ince kepek parçalarının ayrı bir kanaldan alınarak toz silolarına nakledilmesi sağlanmaktadır. Bu işlem unun külünün düşürülmesinde etkin bir rol oynayacaktır.



Şekil 4. Kabuk Soyucu ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.1.1.4. Hava Kanalı

Buğday içerisindeki hafif materyalleri, bu materyallerin hava akımına karşı gösterdiği direnç sayesinde ayırma prensibi ile çalışan makinelerdir. Hububatın girdiği kısımda bulunan, vibratörle hareketlendirilmiş besleme tablası bütün kanal genişliğinde yaygın ve düzgün mal akımını sağlamaktadır. Bu şekilde istenilen kalınlıkta ve düzgün olarak hububatın yayılması, havalandırmanın etkisini arttırmaktadır. Boydan boya hareket ettirilebilen arka perde, ayar cıvataları vasıtası ile kanal kesitinin istenildiği gibi ayarlanmasına imkân vermektedir. Kanaldaki hava süratının bu şekilde hassas olarak ayarlanması, kanaldan geçen hububatın içindeki hafif materyallerin istenildiği oranda ayrılmasına olanak vermektedir. İhtiyaç duyulan hava uygun büyüklükte seçilmiş bir aspiratör vasıtasıyla temin edilmektedir. Buğday içinden geçen havanın hızı hava kanalının çıkışına yerleştirilmiş damper aracılığıyla sağlanmaktadır. Hava perdesinin derinliği alttan ve üstten ayarlanabilmektedir. Bu sayede hafif materyallerin istenilen şekilde elde edilerek buğdaydan uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Elde edilen hafif materyaller hava kanalının bağlı bulunduğu filtreler aracılığı ile ayrı bir yerde toplanmak suretiyle değerlendirilmektedir.

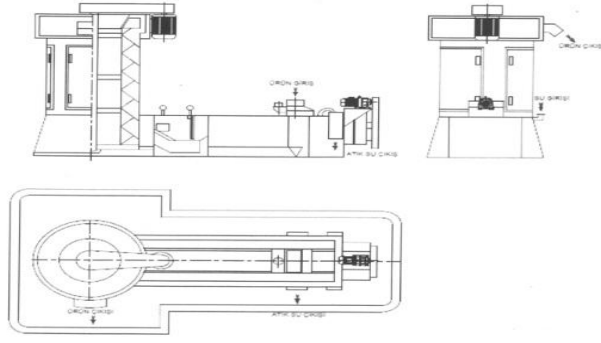


Şekil 5. Hava Kanalı ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.1.1.5. Dik Yıkama Makinesi

Buğdayı yıkayan ünite ile kurutan ünite olarak iki bölümden oluşan yıkama makinesi, suyun ucuz olduğu bölgelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Son yıllarda küresel ısınmanın da etkisiyle, su temin etmede yaşanan sıkıntılardan dolayı çok tercih edilmemektedir. Yıkama ünitesine gelen buğday, helezon götürücü içerisinde, suyla temas ederek belli bir mesafe yol alır. Bu arada götürücünün tabanında ters yöne dönen, buğdaydan ağır materyalleri (taş, demir vb.) uzaklaştıran bir mekanizma bulunmaktadır. Bu mekanizma sayesinde buğday ağır yabancı materyallerden arındırılır (Genç C. 1993, Genç C. 1992).

Yıkama ünitesi su taşıma prensibi ile çalışmaktadır. Taşan su içerisindeki sap, saman, kavuz ve toz parçaları buğdaydan ayrılır. Su, süzülerek içindeki katı materyaller alınır. Su ise deşarj edilir. Yıkama ünitesinden çıkan buğday, dik şekilde konulmuş bir silindiri gömlek içinde beslenir. Merkezde bir mil ve bu milin üzerinde yukarı doğru götüren götürücü paletler bulunmaktadır. Buğday, paletlerin dönme etkisi ile dış tarafa doğru savrulur. Palet dışında bulunan delikli gömlek buğdayı silindir ceket içinde tutarken, suyun deliklerinden dışarı çıkmasını sağlar. En alttan üste gelinceye kadar, buğdayın dış yüzeyindeki fazla gelen su buğdaydan uzaklaştırılmış olur. Bu makinelerden geçen buğdayların karın çukurundaki tozlarda uzaklaştırıldığı için, yıkamalı sistemlerde elde edilen unlar, kuru temizlemeli sistemlerden elde edilen unlara kıyasla, daha temiz ve daha beyaz bir görünümde olmaktadır.



Şekil 6. Dik Yıkama makinesi ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.1.1.6. Tav Cihazı

Kovalı Tav Cihazı

Temizlenmiş, içerisindeki yabancı materyallerinden arındırılmış olan temiz buğday, tav silolarına alınmadan önce öğütmeye elverişli hale getirmek için bir miktar su verilmektedir. Su kovalı tav cihazları veya debimetrelerle otomatik olarak verilmektedir. Kovalı tav cihazlarının buğday giriş borusunun içinde bulunan çark, buğdayın ağırlığının etkisiyle belirli bir devirde dönmeye başlamaktadır. Buğdayın miktarına bağlı olarak çarkın dönme hızı da değişmektedir.

Çark bir mil vasıtasıyla küçük su kovalarının bulunduğu yuvarlak tablayı döndürmektedir. Her bir kovanın aldığı su dönmenin etkisi ile sabit bir haznenin içine boşalmaktadır. Sabit haznenin çıkış borusu buğdayın içinden geçerek tav silosuna ulaştığı karıştırıcı vidaya bağlanmaktadır. Su ile buğday karıştırıcı vidada birbiri ile karışarak tav silosu içine girmektedir. Aynı çalışma prensibi ile çalışan debimetrelerde buğdaya istenen miktarda suyu rahatlıkla verebilmektedir.



Şekil 7. Kovalı Tav Cihazı (Özkaya H. Özkaya B. 2005).

3.1.1.6.1. Buğdayların Tavlama

Temizlenen buğdaylar öğütülmeden önce tavlama. Buğdayları tavlama amacı buğday tanesinin yapısını öğütmeye en elverişli hale getirmektir. Tavlama ile kabuk sertleşmekle birlikte maksimum elastikiyetini de alarak kırma valslerinden fazla parçalanmadan geçmektedir. Tavlama ile endosperm gevreklik kazanarak kırma valslerinde az bir basınçla irmik haline gelir ve kepekten ayrılmaktadır. Endosperm düz valslerde kolayca küçülerek un haline gelirken içinde bulunan kepek parçaları da pulcuklar halinde ayrılmaktadır.

Tavlamada 3 önemli faktör rutubet, sıcaklık ve zamandır. Rutubet kabuğa sağlamlık, endosperme ise gevreklik kazandırmak için gerekmektedir. Rutubet az olduğu zaman endosperm sert olur ve zor parçalanır. Bu durumun aksine kabuk kolay parçalanmaktadır. Una karışmaktadır. Fazla rutubet ise endospermin yumuşamasına neden olmaktadır. Bu durumda kırma valslerinin arasının daraltılması gerekir ki bu daha fazla basınç demektir. Bu durumda kepekten unun ayrılması ve temizlenmesi mümkün olmaz. Sıcaklıkta rutubet gibi kepeğin sertleşmesini ve endospermin yumuşamasını sağlayan bir faktördür. Ayrıca tane içine rutubetin nüfuz etmesine yardımcı olmaktadır. Zaman faktörü gene taneye rutubetin ve sıcaklığın nüfuz etme derecesini tayin etmektedir (**Keskinoğlu R. Elgün A. Türker. 2001**).

Yapılan araştırmalarda değişik tavlama yöntemlerinin, buğdayı tavlama etkili olan faktörlerden süre, sıcaklık ve nem üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla uygulanan tavlama yöntemleri,

Paçal yoluyla tavlama,

Soğuk tavlama (30 °C'nin altındaki su sıcaklığı ile 24-72 saat dinlenme öngörülmektedir.)

Ilık tavlama (30-46 °C arasındaki su sıcaklığı ile 24 saat dinlenme öngörülmektedir.)

Sıcak tavlama (46-60 °C arasındaki su sıcaklığı ile)

Buhar ile tavlama olmaktadır.

Sıcakta tavlama bazıları kondisyone etme olarak tanımlanmaktadır. Kondisyone etme 4 safhada olur.

a- Buğdayın uygun sıcaklığa kadar ısıtılması,

b- Isıtılmış suyun ilave edilmesi ve belli süre bekletilmesi,

c- Buğdayın oda sıcaklığına kadar soğutulması,

d- Buğdayın öğütülmeden önce bir süre bekletilerek rutubetin tane içinde uniform olarak dağılmasının sağlanması. Tavlama işlemi biten buğdaylar öğütmeye verilir.

Buğdaylara verilecek su miktarı aşağıdaki formülden hesaplanabilir. (Özkaya H. Özkaya B. 2005, Elgün A. 1986, Ünal S.S. 1980).

$$W=S \cdot \frac{R_2, R_1}{100-R_0}$$

W : Buğdaya verilecek su miktarı (İt)

S : Tavlanacak buğday miktarı (kg)

R₁: Buğday örneğinin rutubeti (%)

R₂: Buğdayda olması istenen rutubet (%)

3.1.1.7. Valsler

Taş değirmenlerde öğütme işlemi bir defada yapılmaktadır. Valsli değirmenlerde öğütme değişik aşamalarda yapılarak tanenin kabuk ve embriyo kısımları endospermden ayrılmaktadır. Buğday tanesi 3 kısımdan meydana gelmiştir. Birincisi taneyi dıştan kuşatan kabuk (% 13-16) tabakasıdır. İkinci kısım embriyo (% 2,5-3,5) ve üçüncü kısım ise unun meydana geldiği endosperm (% 81-84) kısmıdır. Değirmenciler için endosperm kısmının önemi çok büyüktür. Kabuk una az miktarlarda bile karıştığı takdirde unun kalitesini düşürmektedir. Kepeğin un içerisine karışmasının istenmeyişindeki en önemli sebepler şunlardır,

*Hem kepek hem embriyonun bileşiminde bulunan bileşikler unun ekmeklik kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin kepek hamurun gaz tutma kabiliyetini azaltmaktadır,

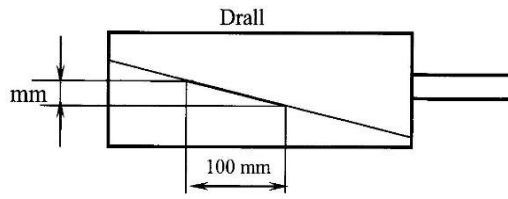
*Kepek unun ekmeklik kalitesini bozduğu gibi kül miktarını da artırmaktadır. Ayrıca unun rengini de esmerleştirmektedir. Hâlbuki rengin açık, külün az olması unun safiyet belirtisidir. Unların sınıflandırılmasında kül miktarı en önemli faktörlerden birisidir.

*Kepek una karıştığı zaman, kepeğin higroskopik yapısından dolayı suyu absorbe etmektedir. Bu durum unda hem kimyasal olayların başlamasına yol açmakta hem de mikroorganizmaların çalışmasını desteklemektedir,

* Kepek selülozca zengin bir yapıdadır. Bu yüzden kolaylıkla sindirilememektedir.

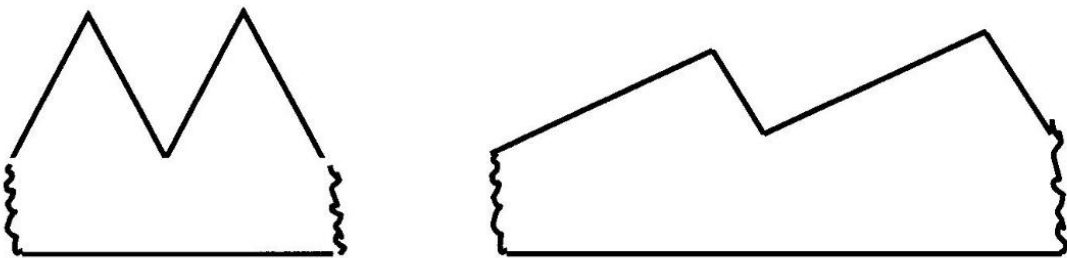
Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, öğütme işleminde amaç mümkün olduğunca endospermi bu kısımlardan ayırmaktır. Vals topları birbirine doğru, fakat farklı hızlarda dönmektedirler. İki vals topunun dönme oranı 2,5 / 1' dir. Yani hızlı dönen vals topu diğerinden 2,5 kat daha hızlı dönmektedir. Bunun anlamı, vals toplarından birisi duruyormuş, diğeri de duran topun üzerinde buğdayı öğütmek için bir işlem yapıyormuş gibi bir etki oluşturmaktır. Vals topu devirleri hızlı dönen için 500 devir/dakika iken yavaş dönen vals topu için 200 devir/dakika olmaktadır.

Kırma valslerinde, vals topları üzerine yiv ve setler oyulmuştur. Yiv ve setler diş olarak ta adlandırılmaktadır. Bu yiv ve setlerin şekli birbirinden farklıdır. Yatayda belli bir açı yapacak şekilde işlenmişlerdir. Yatayda belli bir açı yapacak şekilde olmasının nedeni, hem buğday tanesine dönme hareketi verebilmek hem de buğdaya makaslama hareketi yaparak, daha az bir enerji ile buğdayın parçalanmasını sağlamaktır. Eğer bu dişler paralel olsaydı kesme ve öğütme olmaz, ezme işlemi olurdu. Bir vals topunda bulunan dişlerin, 100 mm' lik mesafede yatay düzlemle yaptığı açı Drall olarak ifade edilmektedir. Drall yüzde olarak belirtilir. Örneğin drall % 12 demek, 100 mm eksende 12 mm uzaklaşıyor demektir. Bu açı öğütme üzerine etki yapmaktadır. Açı büyüdükçe valsın öğütme kapasitesi artmakta, kül yükselmektedir. Kapasite üzerinde etkili diğer faktörler ise, vals topu çapı ve dönme hızıdır. Kesme işlemi yapabilmek için her iki vals topunun drall' lan aynı olmalıdır (Keller A. 2000).



Şekil 8. Vals toplarında drall.

Yiv ve setlerin şekil olarak birbirinden farklılığı iki ana grupta incelenmektedir. V şeklindeki yiv ve Orijinal Dawson yiv şekli. V şeklindeki yivlerde kenar ve açılar birbirine eşit iken orijinal dawsone' da kenar ve açılar birbirine eşit değildir. Bu yiv şekillerinden başka diğer yiv şekilleri bu iki şekilden türetilmiş olan yiv şekilleridir.



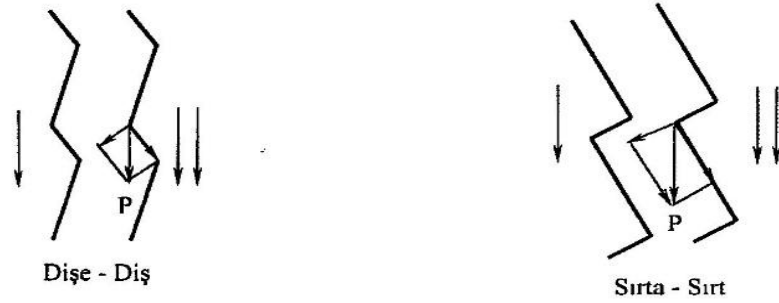
V Şekli Yiv

Orijinal Davvson Yiv Şekli

Şekil 9. Farklı vals yiv şekilleri.

Öğütme, buğdaya uygulanan mekaniksel bir işlemdir. Öğütmenin amacı, kabuğu endospermden uzaklaştırmak ve endospermi küçülterek una dönüştürmektir. Kıırma valslerinin görevi kabuğu endospermden uzaklaştırmak iken, liso valslerinin görevi de endospermi una dönüştürmektir. Her kıırma sisteminde bunların adedi birbirinden farklıdır.

Yiv açısı küçüldükçe taneden daha fazla irmik elde edilir. Yiv açısı büyüdükçe daha fazla un elde edilir. Kıırma valslerinin aralığı daraldıkça, valstop çapı büyüdükçe ve birim uzunluktaki yiv sayısı arttıkça ufalanma artmaktadır. İlk üç kıırma valsinin görevi buğday tanesini açmak ve belirli iriliğe kadar inceltmek, son iki kıırma valsinin görevi ise endospermi kabuktan mümkün olduğunca ayırmaktır (**İnceoğlu F. 1991**).



Şekil 10. *P Bileşke kuvvetinin farklı tip diş pozisyonlarındaki etkisi.*

Bu bakımdan ilk üç kıırma valsinden alınan materyalin içerdiği kabuk oranı daha azdır. Kalitesi daha yüksektir. Son iki kıırma valsinden elde edilen materyal ise kalıntı materyali olup kalitesi düşüktür. İşin valslere dağılımı elde edilen unun miktarı ve kalitesi bakımından önemlidir ve bu tayin edilmelidir. Her kıırma valsinden elde edilen materyalin iriliği, partiküllerin dağılımı, saflığı ve kalitesi farklıdır (**Sugden D. 1998**).

Unun ekstraksiyon derecesinin artışı ile içerdiği kepek, embriyo ve endosperm miktarı değişmektedir. Buna bağlı olarak içerdiği besin ögesi miktarı da değişmektedir. Ekstraksiyon oranı arttıkça undaki karbonhidrat miktarı azalırken diğer besin ögeleri miktarı artmaktadır. Öğütme sırasındaki besin ögesi kaybı, un randımanına bağlı olarak değişmektedir.^{48,49}

Bir değirmende her kıırma valsinin birim ekstraksiyonu verilirse valslere gelen yük ve total ekstraksiyon bulunabilir. Total ekstraksiyon birinci kıırma valsine gelen yük esas alınarak ifade edilmektedir. Örneğin 5 kıırma valsli bir değirmende kıırma valslerinin total ekstraksiyonları %20.0, %29.6, %20.2, %6.0 ve %1.9 ise birinci kıırma valsine verilen 100 kg buğdayın %20'si 1. Kıırma valsinde, %29.6'sı 2.kıırma valsinde, %20.2'si 3.kıırma valsinde,

%6'sı 4.kırma valsinde ve %1.9'u da 5. kırma valsinde un haline geliyor demektir. Bu verilen değerleri tablo halinde şu şekilde özetlemek mümkündür (Özkaya H. Özkaya B. 2005, Elgün A. 1986, Ünal S.S. 1980).

Çizelge 8. Kırma valslerine gelen üründeki birim ve toplam ekstraksiyonların gösterilmesi

Sistem	Valse Gelen Yük Miktarı (kg)	Birim Ekstraksiyon (%)	Toplam Ekstraksiyon (%)	Kümülatif Ekstraksiyon (%)
1. Kırma	100,0	20	20	20,0
2. Kırma	80,0	37	29,6	49,6
3. Kırma	50,4	40	20,2	69,8
4. Kırma	30,2	20	6,0	75,8
5. Kırma	24,2	8	1,9	77,7
Kepek	22,3	-	-	-

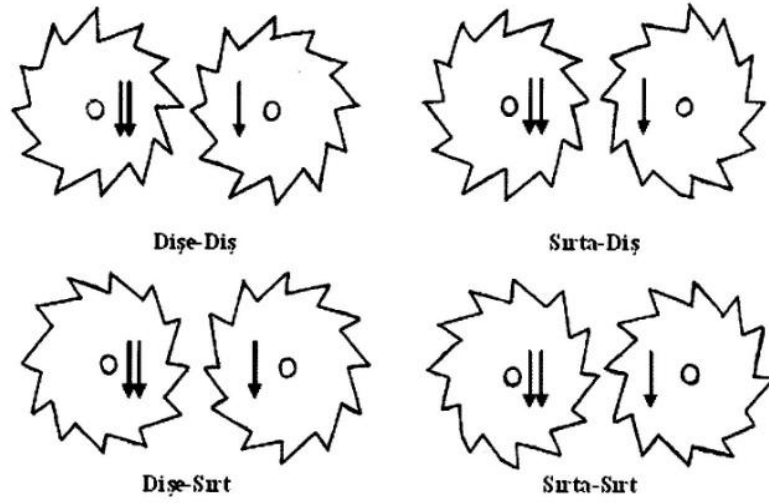
$$\text{Birim ekstraksiyon} = \frac{\text{Total ekstraksiyon}}{\text{Valse gelen yük}}$$

Kırma valslerinde 1. Elekten geçen ürünün miktarı üzerine birçok faktör etki etmektedir. Bunların içerisinde en önemlisi valse gelen ürünlerin birim zamandaki miktarıdır. Birim zamandaki miktar azalıp çoğalırsa ekstraksiyonu etkiler. Ayrıca kırma valslerinin çalışma prensipleri ürünlerin özelliklerini ve kalitesini değiştirir. Vals topları genellikle sırta sırt çalıştığında ince ürünlerin miktarı artmaktadır. İrilerin miktarı azalmaktadır. Genel olarak çok yumuşak buğdayları öğütmede dişe-diş, orta yumuşak buğdayları öğütmede dişe-sırt, orta sert buğdayları öğütmede sırta-diş, sert buğdayları öğütmede sırta-sırt diş şekilleri uygulanmaktadır.

Değirmenlerde valslerin sorunsuz çalışabilmesi için öğütülecek ürünün bütün valslere dengeli bir şekilde dağılması ve sürekli ince bir akış ile valslere gelmesi önemlidir. Daneliklerin üst yüzeyleri her öğütme ürününde farklılık göstermektedir. İlk kırma valslerinde daneliklerde kaba uzun oluklar bulunmaktadır. Arka valslere doğru gidildikçe danelik olukları yuvarlaklaştırılmıştır.

Valslerin yüzeyleri, dönme hızı, dönme oranı ve valslerin öğütme ürünlerinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Dişli valslerde kırma yapmak, iri irmiklerin çözülmesini sağlamak ve sonunda da elde edilen kepekte un bırakmamak için kazıma yapmak

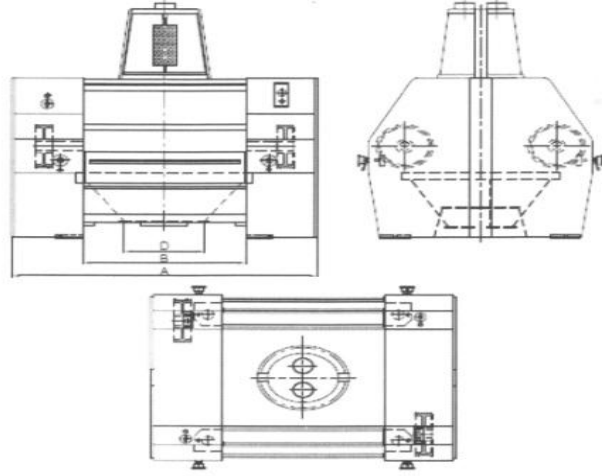
amacıyla kullanılmaktadırlar. Düz (liso) valsler irmiklerin inceltilmesi ve un haline getirilmesi amacıyla kullanılmaktadırlar. Dişli valslerde öğütülecek ürünün özelliğine bağlı olarak dişlerinin açılması gerekmektedir.



Şekil 11. Valslerde vals topu dişlerinin konumları.

Vals toplarındaki dişlerin durumu cm başına diş sayısı ve diş derinliği ile ifade edilmektedir. Her dişte kesme ve sırt açısı bulunmaktadır. Cm 'deki diş sayısı öğütülecek ürünün özelliğine ve iriliğine bağlı olmakla beraber genellikle 3-12 arasında değişiklik göstermektedir. Kesme açısının büyüklüğü 25-45°C arasında iken, sırt açısının ise 50-65°C arasındadır. Küçük açılı ancak derin açılmış dişler irmik elde etmede uygun iken, yassı dişler daha fazla un eldesinde daha iyi sonuçlar vermektedir. Öğütme sırasında son valsler doğru gittikçe hem ürünün inceliği hem de cm' deki diş sayısı artmaktadır.

Liso valslerinin dönme hızı oranı 1/1,25-1,5 arasındadır. Liso valslerinin görevi nişasta taneciklerini ve gluten parçalarını en düşük seviyede zedelemek, kepek ve embriyo parçalarını en az miktarda aşındırarak, kepeğinden ayrılmış endospermi aynı irilikte küçülterek un haline getirmektir. Endosperm parçaları küçülürken, kepek ve embriyo parçaları yassılaştır ve eleklerde elenerek ayrılmaktadırlar. Teorik olarak endosperm parçalarını bir defada una çevirmek mümkündür. Ancak uygulamalarda bu şekilde yapılmamaktadır. Taş değirmenlerde buğday bir defada una çevrildiğinde ürün sıcaklığı yaklaşık 60- 70°C' yi bulmaktadır. Bu sıcaklık proteinleri koagüle etmekte, nişastada zedelenmelere yol açmakta, unun ekmeçlik kalitesini düşürmekte ve unun rengini esmerleştirir (Özkaya H. Özkaya B. 1994, Parker M.E. Harvey H.E. Stateler E.S. 1952, Sugden D. 1998).



Şekil 12. Valsler ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

Değirmenlerde öğütme yüzeyinin genellikle % 60'ı liso valslerine % 40' ı ise kırma valslerine ayrılmaktadır. Liso valslerinde kırma valslerindeki gibi kesme işlemi olmadığı için bu valslerde genel olarak parçacıkları sıkıştıran ve ince parçacıklar haline getiren basıncın etkisi fazladır. Unun kalite ve miktarına etki eden en önemli faktörler vals ayarlarıdır. Vals ayarları unun kül miktarına, rengine, randımanına ve ekmeklik kalitesine etki etmektedir. Eğer liso valsleri birbirine çok yakın olacak olursa basıncın fazlalığından dolayı, daha yapışkan karakterli bir un eldesi sağlanmış olmaktadır. Buradaki asıl gerçekleşen un taneciklerindeki nişastanın zedelenmesi sonucu oluşan yapışkanlıktır. (Özkaya H. Özkaya B. 1994).

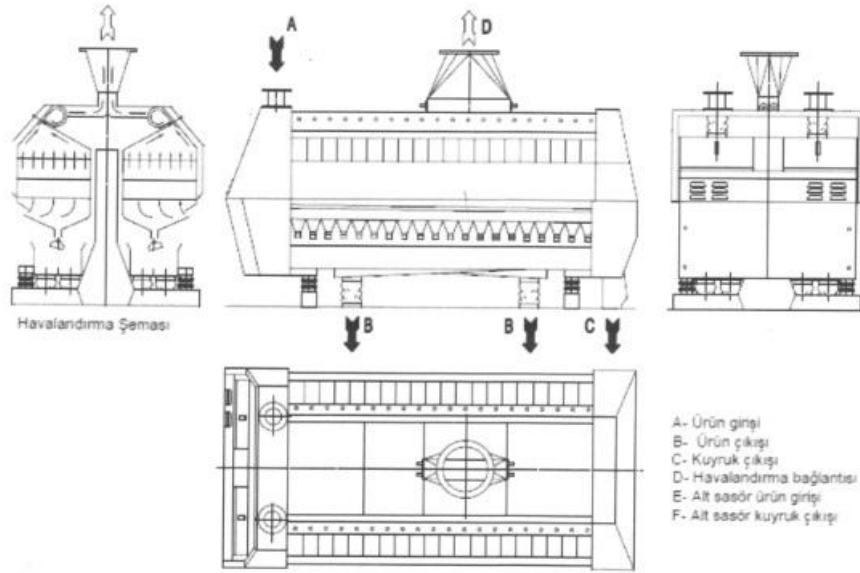
3.1.1.8. İrmik Sasörü

İrmik sasörleri, kırma valsleri ile liso valslerinden gelen irmikleri hem sınıflandırmak hem de temizlemek amacıyla kullanılmaktadırlar. Kırma ve liso valslerinden çıkmış irmiklerin sınıflandırılmasında, elek ve hava kullanılmaktadır. Öncelikle üstteki elekler ile iriliklerine göre ayrılan irmikler aşağıya inerken alttan hava akımı ile karşılaşmaktadır. Hava etkisi ile irmikten hafif olan kısımlar yukarı gitmekte ve aspiratörce emilmektedir. Debisi ayarlanabilen ürün, sasöre girişte elek yüzeyine homojen olarak yayılmaktadır. Sasörün eksantrik olarak dönen motor ve motora bağlı mili, eleklerin bulunduğu tablayı ileri geri hareket ettirmektedir. Bu sayede irmiğe hareketlilik kazandırmaktadır. İrmğin içinden geçen hava miktarı klapeler ile ayarlanmaktadır. Böylece ürün içindeki kepek ve kepek gibi geniş yüzeyli istenilmeyen materyaller vakum etkisi ile askıda tutularak asıl üründen ayrılmaktadır. İki veya üç kat elekten geçen ürün hem temizlenmiş hem de boyutlarına göre sınıflandırılmış olmaktadır (Sugden D. 1998).



Şekil 13. İrmik Sasörü.

Sasörden çıkan irmik bir sonraki liso valsine gitmektedir, irmiğin boyutları standart olduğu için liso valsince irmiğin una çevrilmesinde kullanılan basınç minimum olmaktadır. Bu durumda çok küçük bir kuvvetle un elde edilmiş olmakta, ciddi derecelerde enerji tasarrufları sağlanmaktadır. İrmik sasörlerinin hemen hemen her vardiyada hava emiş bölümleri açılarak fiziksel olarak temizliklerinin yapılması etkin bir ayrıştırma için oldukça önemlidir. İrmik sasörlerinin ölü bölgeleri fazla olduğu için genellikle böceklerin ve güvelerin yaşam alanı olmaktadır. Ciddi derecede hijyenik problemlere yol açan bu durumdan kurtulmak için makine periyodik aralıklarla temizlenmelidir.

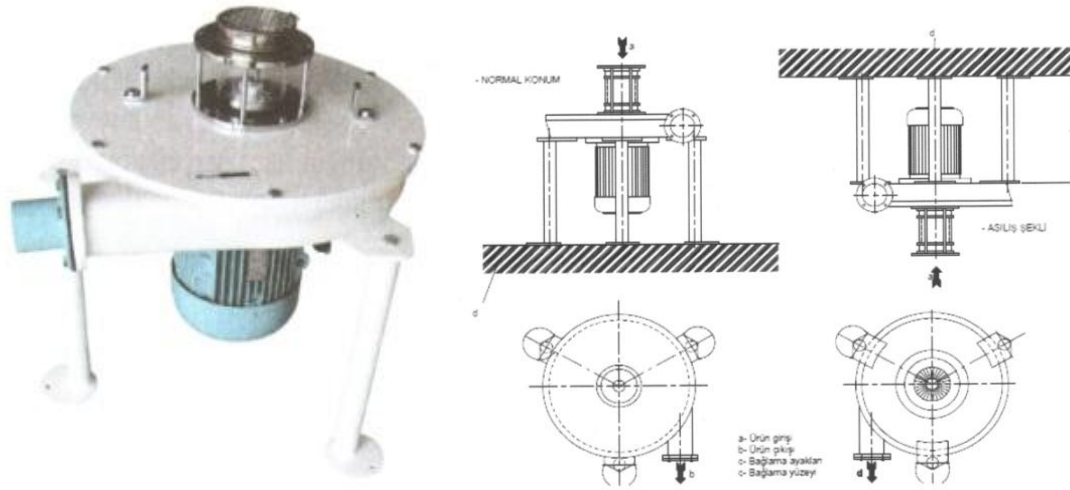


Şekil 14. İrmik Sasörü teknik resmi (www.makinaenerji.com).

Liso valsleri arasında inceltilem öğütme ürünü irmikler yassılaşıarak levhacıklar haline gelebilmektedir. Bu levhacıklar daha önce elde edilen irmik parçacıklarından oluşmuştur. Bu levhalar elekten geçmezler ve arka pasajlara kayarlar. Elekten geçirilmesi için

dağıtılmaları gerekmektedir. Birbirine yapışan, un haline gelmiş olan parçacıkların ayrılmasını sağlayan makinelere detaşör adı verilmektedir. Detaşörler dikey ve yatay eksene göre dizayn edilerek, dikey veya yatay olarak çalıştırabilmektedir. Bu yüzden yatay çalışanlarına Tambur detaşör, dikey çalışanlarına Dik detaşör adı verilmektedir.

Öğütme elemanlarından biri olan irmik kırıcılar un verimini artırmak için kullanılmaktadır. İrmik, biri sabit diğeri 1500 devir/dk. hızla dönen iki silindir tablanın oluşturduğu hazneye beslenmektedir. Silindir tablalar üzerinde belirli aralıklarla ve karşılıklı geldiğinde birbirine çarpmayacak şekilde monte edilmiş pimler bulunmaktadır. Dönme sonucu oluşan merkezkaç kuvveti etkisi ile kırıcının iç çeperlerine ve pimplere çarpan irmiğin hem parçalanması hem de irmik üzerindeki ince kepek parçalarının irmikten ayrılması ilkesine göre çalışmaktadır.



Şekil 15. Dik Detaşör (İrmik Kırıcı) ve teknik resmi (www.makinaenerji.com).

Un randımanı, 100 gr buğdaydan elde edilen un miktarıdır. Randıman, kül miktarı ve renkle ilişkilidir. Buğdayın merkezinden dış tarafa, kabuğa doğru gidilirken kül (mineral madde) ve protein miktarı artarken, nişasta miktarı azalmaktadır. Protein miktarındaki artışa rağmen protein kalitesi düşmektedir. Buğdayın unsu kısmını oluşturan endosperm, kabuktaki aleuron tabakası ile sınırlanmaktadır. Aleuron tabakası şekilsiz bir yapı ile endosperme komşu olduğundan, randıman ile kül arasındaki dengenin en belirleyici unsuru olmaktadır. Kırma valsleri ile kepekten biraz daha fazla un alınması durumunda bir miktar da kepek tabiatında olan aleuron tabakası unsu kısma karışmaktadır. Karışan bu kısmın kül miktarı yüksek olduğu için genel un külünün yükselmesine neden olmaktadır. Bu sayede randıman arttıkça undaki

külün de arttığı görülmektedir. Bu nedenle maksimum randımanla alınabilecek en düşük küllü un, işletmeler için hayati öneme sahiptir.

Buğdayın merkezinde nişastanın fazla, proteinin az olması dolayısıyla genellikle ilk kırma pasajlarından elde edilen unlarda protein az nişasta fazla iken, protein kalitesi yüksektir. Nişasta zedelenmesinin dişli valslerden çok düz valslerde öğütme sırasında olduğu ifade edilmektedir. Düz valslerin sıkıştırılması ve un zerreciklerinin ezilmesi fazlalaştıkça nişasta ve protein zedelenmesi artmaktadır. Vals yüzeyine yayılma arttıkça nişasta ve protein zedelenmesi azalmaktadır. Buna paralel olarak ezme için sarfedilen kuvvet ihtiyacı da düşmektedir (**Özkaya H. Özkaya B. 2005, Elgün A. 1986, İnceoğlu F. 1991**).

Unlarda bulunan zedelenmiş nişasta belirli orana kadar ekmek kalitesi bakımından olumlu etki yapmaktadır. Unda normal olarak %1 maltoz ve %4 zedelenmiş nişasta bulunmaktadır. Amilozlar nişastayı dekstrinlere ve maltoza kadar parçalayarak fermente olabilecek şekerleri oluştururlar (**İnceoğlu F. 1991**).

Değirmende elde ettiğimiz un miktarına göre belirlenen gerçek randımanla, analiz sonucu saptanan kül oranına göre Mohs Tablosundan bulunan randıman değerleri karşılaştırıldığında, çoğu kez büyük farklılıklar görülmektedir. Bunun nedeni Mohs' un tablosunu hazırladığı tarihlerdeki değirmen tekniği ve öğütülen buğday botanigi (anatomisi ve morfolojisi) ile bugünkü arasında farklılıkların olabilmesidir. Mukayesede doğru bir yorum için, bu farklılığı yaratan etkin kriterleri daha iyi tanımak gerekir (**Keller A. 2000**).

3.1.1.9. Elekler

Elemde kullanılan un eleme materyali, tel dokuma, ipek veya naylondan yapılmış olup; ipek veya naylon, toz toplama ve derecelendirme, tel ise her iki işlem için de kullanılabilir. Eleme işlemi, santrifüj olarak veya kare eleklerde elenerek yerine getirilmektedir. Kare elek yatay düzlemde topluca dönen, yatay eleğin dikey olarak yataklanmış şeklindeki makineleridir. Elek beslemesi kare eleğin en üst bölümünden başlamakta ve yerçekiminin etkisiyle elekten eleğe düşmektedir. Tek elek, dört veya beş farklı elek gözünü içermekte, bu suretle farklı partikül boyutundaki beş veya altı çeşit ürünü elek dışına bırakmaktadır.

Elek ipeği üstünün yüksekliği, yeterli eleme etkinliği ile ilgilidir. Eleğin hareket etmesi, aşağı doğru hareketli partiküllerin ipeğe yaklaşmasını sağlarken, ürünün eleme yüzeyindeki dağılımı da en geniş seviyede olmaktadır. Kaba partiküller biraz daha ince partiküller ile ipekle temas halinde olan en son partiküllerin arasında saklanmaktadır ve en alttaki partiküllerin elek aralığından geçmesine yardım etmektedir.

Santrifüj elekler, uzun geometri şeklinde dönerler, elek ipeği ile tamamen kapalıdır ve yatay eksende dönmektedirler. Elenen ürün, eleğin sonuna doğru dönerek yedirilmektedir ve elek içindeki paletler tarafından ipeğe karşı santrifüj etkisiyle fırlatılmaktadır. İpekten geçen partiküller, taşınacak partiküllerin etrafını saran bir hazne için de toplanmaktadır. Makinenin sonunda zıt yönde yavaş yavaş partiküller boşalmaktadır. Santrifüj elekler, modern değirmenlerdeki eleklerle değiştirilmektedir. Çünkü kare eleklerin hem eleme kapasiteleri daha fazladır, hem de santrifüj eleklerle göre daha az yer kaplamaktadır.

Değirmenlerde kullanılan eleme makineleri, eleme şekillerine göre üç çeşittir. Birinci tip elekler silindir şeklinde olup etrafı eleklerle sarılmaktadır. İkinci tip elekler sarsak düz eleklerdir. Bu eleklerde elenecek materyal sallanan elekler üzerinden geçerken elenmektedir. Üçüncü tip elekler ise çalkalanan eleklerdir ve plansichter adı almaktadır. En çok tercih edilen elek tipidir. Üst üste yerleştirilmiş farklı numaralı eleklerden oluşmaktadır. Her bir elek bezi tolera adı verilen çerçeve şeklindeki ahşap veya metal aparatlara gergin bir şekilde yapıştırılır. Bu işlem için ipek gerdirme makineleri kullanılmaktadır. Yapıştırılan ipeğin gözeneklerinin eleğin çalışması süresince açık kalması için ipeğin altında ipeğin gözeneklerine temas eden uç kısmı fırçalı tapatenler kullanılmaktadır. Fırçalı tapatenler eleğin hareketi ile hareket etmektedirler. Tapatenleri tolera altında tutabilmek için geniş delik aralıklarına sahip tel elek kullanılmaktadır.

Toleralar kalınlıkları 40 mm' den 90 mm' ye kadar değişebilen ölçülerde elek kasalarının içlerine yerleştirilmektedir. Kasalara elenecek ürünün gelişi bir üst kasadan veya farklı bir elekten gelebilmektedir. Bu durum elek diyagramı ile ilgilidir. Elek kasaları elenmiş ürünü elek içinden birbirine karıştırmadan elek dışına nakletmektedir. Elenmemiş ürün ise bir sonraki elek kasasına veya diğer farklı bir eleğe yönlendirilebilmektedir. Elek kasası içinde birikmiş elenmiş ürünün kolay bir şekilde elek kasasının dışına çıkabilmesi için kare şeklinde sıyrıcı tapatenler kullanılmaktadır.

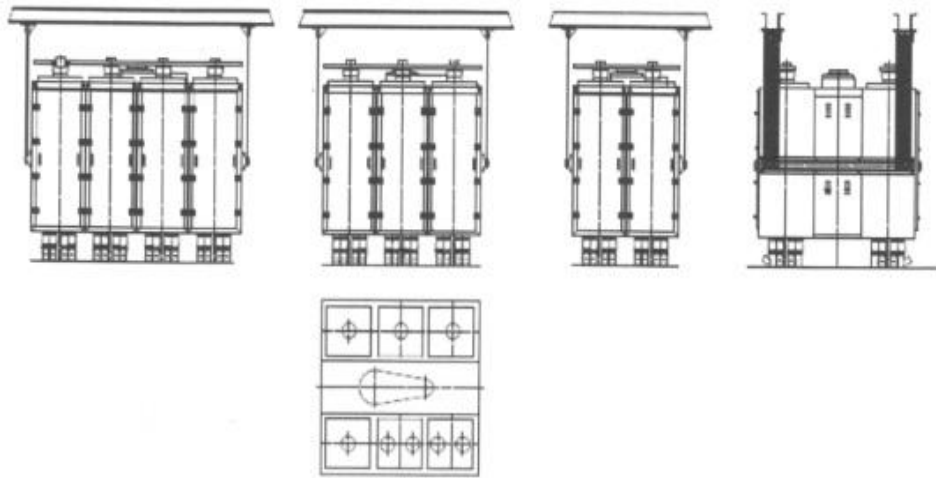
Valslerden geçen kırma, irmik ve unların iriliklerine göre ayrılması için değişik gözenekli elekler kullanılmaktadır. Elemelerde kullanılan eleklerin elek yüzeyleri dört köşeli deliklerden oluşmuştur. Her cm^2 başına düşen ilmik adedi, ilmik arası genişliği ve iplik kalınlığına bağlıdır. Tel ve ipek elekler santimetrede ilmik sayısı (ip sayısı) ve göz genişliğine (gözenek açıklığı) göre (μ) numaralandırılmışlardır. Genel olarak elek numarası büyüdükçe ilmik sayısı artmakta, göz genişliği küçülmektedir (**Zeleny L. 1971**).



Şekil 16. Kare Elek

Elek diyagramcılığı elek-vals arasındaki elenme ve kırılma dengesini sağlaması açısından değirmenler için önemli bir çalışmadır. İyi bir elek diyagramı ile, un randımanı, valslerin verimi ve sonucunda da un kalitesi, istenilen seviyelere gelebilmektedir. Elek diyagramlarında kullanılacak ipeklerin gözenek açıklıkları, elek kasa yükseklikleri, kaç adet elek kullanılacağı belirtilmektedir. Bu işlemler için hesaplama tekniklerinin iyi bilinmesi gereklidir.

Genellikle öğütme sonucunda unlar, 1-150 (μ) arasında değişiklikte parçacıklardan oluşmaktadır. Değirmenlerde kullanılan eleklerin yüzeyi, birinci kırma valsinin bir desimetresinde bir saatte 100 kg buğday öğütme esasına ve 1 m² elek yüzeyinde 1 saatte 130 kg kırma eleneceğine göre hesaplanmaktadır. Bu durumda 100 kg/saat kırma için 0,770 m² eleme yüzeyi gerekmektedir (**Ünal S.S. 1980**).



Şekil 17. Kare Elek teknik resmi (www.makinaenerji.com).

3.2. Yöntem

3.2.1. Buğday Rutubetinin Ölçülmesi

Buğday işleme fabrikasında buğdayın işlenmesi aşamalarında aşağıda belirlenen kriterler için her makine çıkışından tesadüfi olarak 100 er gramlık örnekler alınarak ve buğdayın rutubeti PFEUFFER HE 50 makinesi ile ölçüldü ve daha sonra ağırlıkça yüzdeler hesaplanmıştır. Nem ve ağırlık ölçümleri 4 tekerrür sonucunun ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.2. Buğday İçerisindeki Yabancı Madde Oranlarının Belirlenmesi

Depolanmış buğdayda ve buğday temizleyici eleklerin çıkışından alınan örneklerde kabuklu buğday, kırık tane, yabancı ot, diğer cansızlar (taş toprak vb.) ve buğday miktarları ağırlıkça yüzde olarak değerleri hesaplanmıştır.

Buğday temizleyicisi, triyör, kabuk soyucusundan alınan örneklerde kırık buğday, yabancı madde, diğer cansızlar (taş toprak vb.) ve buğday değerleri ağırlıkça yüzde olarak saptanmıştır.

3.2.3. Enerji Sarfıyatı'nın Tespiti

Buğday işleme fabrikasının çalışmadan önce elektrik sayacına bakılarak rakamlar kaydedilmektedir. Buğday işleme fabrikasının çalışma sonucundaki elektrik sayacındaki sayı tekrardan kaydedilmektedir. Buradaki 120 enerji katsayısı olup enerji tüketiminin hesaplanmasında yardımcı olan katsayıdır. Elektrik sayacının bir tur döndüğünde harcanan elektrik miktarını göstermektedir.

Günlük 120 ton buğday işlenirken makineler tam kapasite ile çalıştırılıp kurulu güçleri toplanarak enerji toplamı Kwh cinsinden hesaplanmıştır. Bir günlük elektrik tüketim fiyatını bulabilmek için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (**Anonim 2007**).

Her makine için tüketilen elektrik enerjisi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$A(Kwh) = \frac{Nm(Kw) \times T}{60}$$

Burada;

A: Bir Ünitede tüketilen enerji (Kwh)

Nm: O ünite kullanılan motorun gücü (Kw)

T: Un üretimi esnasında materyalin ünite de kalış süresi

KWh/gün * 120 = Enerji tüketimi (**Anonim 2007**)

Enerji tüketimi * birim fiyatı = Elektrik tüketim fiyatı (**Anonim 2007**)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Buğday İşleme İşlemlerinin Her Aşamasında Alınan Örneklerin İçerikleri ve Sonuçları

Buğdayın fabrikaya girişinden un olarak çıkışına kadar bütün makinelerin çıkışından 100 er gramlık örnekler alınmış ve içerikleri ağırlık yüzde olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 9. Görüldüğü gibi tarladan fabrikaya getirilen buğdayın % 1,2.kabuklu buğday, % 1,5 kırık tane, % 0,3 yabancı ot, buğday % 97 dir.

Çizelge 9. Depolanmış buğdaydan alınan örnek

No	Ürün ve içindeki yabancı maddeler	Yüzdesi (%)
A	Kabuklu buğday	1.2
B	Kırık Tane	1.5
C	Yabancı ot	0.3
D	Buğday	97

Çizelge 10 Çöp Sasöründen geçmiş buğdaydan alınan örnekler görülmektedir. Buğday örneğinin % 97 buğday, % 1,5 kırık buğday, % 1,5 yabancı maddedir.

Çizelge 10. Buğday temizleyiciden alınan örnek

No	Ürün ve içindeki yabancı maddeler	Yüzdesi (%)
A	Kırık Buğday	1.5
B	Yabancı Madde	1.5
C	Buğday	97

Çizelge 11 Triyör den geçmiş buğdaydan alınan örnekler görülmektedir. Buğday örneğinin % 99,25 buğday, % 0,75 kırık buğday % 0,0 yabancı maddedir.

Çizelge 11. Triyörden alınan örnek

No	Ürün ve içindeki yabancı maddeler	Yüzdesi (%)
A	Buğday	99.25
B	Kırık Buğday	0.75
C	Yabancı madde	0

Çizelge 12 Kabuk Soyucudan geçmiş buğdaydan alınan örnekler görülmektedir. Buğday örneğinin % 99,97 buğday, % 0,0 kırık buğday, % 0,03 yabancı maddedir.

Çizelge 12. Kabuk soyucudan alınan örnek

No	Ürün ve içindeki yabancı maddeler	Yüzdesi (%)
A	Buğday	99.97
B	Kırık Buğday	0
C	Yabancı madde	0.03

Yapılan araştırma sonucunda buğdayın işlenerek una dönüşürken izlenen işlem akışı aşağıdaki sırayı takip eder.

- Çöp Sasörü
- Triyör
- Kabuk Soyucu
- Dik Yıkama Makinesi
- Tav Cihazı
- Kabuk Soyucu
- Valsler
- İrmik Sasörü
- Valsler
- Elekler

Sonuç olarak; fabrikanın en iyi şekilde çalışabilmesi için buğdayın olgunlaşmasını tamamlaması gerekir. Olgunlaşmayan buğdayın soyulması zor olmaktadır. Buğdayın nem içeriğinin yüksek olması da kabuklarının soyulmasını etkilemektedir. Kabukları çabuk ve iyi soyulmayan buğday işlem akışını etkilemekte ve makinelerin buğday işleme kapasitelerini düşürmektedir.

Buğday işlenen bir fabrikada buğday işlem akışının en iyi şekilde gerçekleşmesi için öncelikle ham maddenin en iyi şekilde seçiminin yapılması gereklidir. Buğday işleme makinalarının tam kapasite ile çalışması elektrik sarfiyatını tasarruflu bir şekilde gerçekleşmesini sağlar.

Buğdayın 100 gramı işlendikten sonra ortaya çıkan ürünler Çizelge 13'de gösterilmektedir.

Çizelge 13. Buğday işlendikten sonra ortaya çıkan ürün ve yan ürün oranları

İçerik	%
Kepek	4
Razmol	18
Bonkalite	10
Un	68

4.2. Enerji Tüketim Sonuçları

Fabrikanın elektrik enerjisi sarfiyatını hesaplamak amacıyla, fabrika tam kapasite ile 24 saat çalıştırılıp elektrik sayacında ilk okunan rakam ile son okunan rakam arasındaki fark 86,64 kW olduğu tespit edildi.

Çizelge 14. 120 Ton Buğdayın İşlenmesi Sırasında Harcanan Enerji

İŞLEM	SÜRE(min)	KURULU GÜÇ (Kw)	ENERJİ (Kwh)
ÇÖP SASÖRÜ	18	1,1	0,33
TRİYÖR	18	2,2	0,66
KABUK SOYUCU	18	18,5	5,55
DİK YIKAMA MAKİNESİ	18	22,5	6,75
VALSLER	24	177,175	70,87
İRMİK SASÖRÜ	24	2,2	0,88
ELEK	24	4	1,60
TOPLAM ENERJİ			86,64

$86,64 \times 120 = 10.396,8$ (buradaki 120 değeri enerji katsayısı olup enerji tüketiminin hesaplanmasında yardımcı olan katsayıdır). Elektrik sayacının bir tur döndüğünde harcanan elektrik miktarını göstermektedir.

$10396,8 \times 0,31 = 3.223,008$ TL elektrik tüketim fiyatıdır. 1 kW sanayide kullanılan elektrik enerji birim fiyatı 0,31 TL dir.

Fabrikada saatte 5 ton buğday işlendiğine göre bir günde 120 ton buğday işlenebilmektedir. Bir günde 120 ton buğday işlendiğine göre 3.223,008 TL elektrik enerjisi harcanmaktadır. 120 ton buğday işlenirken 3.223,008 TL enerji harcanıyor ise 1 ton buğday işlemek üzere 26,8584 TL elektrik enerjisi harcanmaktadır.

5 KAYNAKLAR

- Anderson R. A., Pfeifer, V.F. and Peplinski, A. J. (1966). Measuring Wheat Kernel Hardness By Sdandardized Grinding Procedures Cereal Sci. Today 11:204-206, 208-209
- Anonymous (1972). International Association for Cereal Science and Technology (ICC) Standart Methods No: 102/1
- Anonymous (1978). Türk Standartları (TSE) T.S. 2974
- Anonymous (1982). Test Weight Per Bushel, American Association of Cereal Chemists (AACC). Aproved Methods No: 55-10.
- Anonymous (1983). American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methots No: 56-50.
- Anonymous (1983). American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methots No: 56-61A.
- Anonymous (1983). American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methots No: 02-01A, 02-04A.
- Anonymous (1989). American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methots No: 55-30
- Anonymous (1993). American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methots No: 46-10.
- Bushuk W. (1982). Wheat Around the World. In: Grains and Oilseeds, Handling, Marketing, Processing. 3 th. Edition. Canadian International Grains Institute. Winnipeg-Manitoba, Canada
- Bushuk W. (1982). Wheat Around the World in: Grain and Oilseed. Handling, Marketing, Processing. 3 th. Ed. 473-529. Canadian International Grain Institüte. Winnipeg, Manitoba, Canada.
- Bozzini A.(1988). Origin, Distribution and Production of Durum Wheat in the World, In: G.Fabriani and C. Lintas. Durum Wheat, Chemistry and Technology, 1-16, American Association of Cereal Chemists (AACC). St Paul Minnesota.
- Elgün A. (1986). Un üretiminde serbest bölge potansiyeli ve un standardizasyonu teknikleri. Gıda Sanayinin Sorunları ve Serbest Bölgenin Gıda Sanayine Beklenen Etkileri Sempozyumu (15-17 Ekim), S. 74-88, Adana.
- Ercan R. Ekşi A. (1992). Değişik randımanlı unlarda tiyamin, riboflavin ve demir miktarı. Gıda 17 (5) Sayfa 283-289.
- Ercan R. Ekşi A. (1992). Değişik randımanlı unlarda tiyamin, riboflavin ve demir miktarı. Gıda 17 (5) Sayfa 283-289.

- Ercan R. (1993). Buğdaydan ekmeğe besin ögesi kayıpları ve nedenleri. Un Mamiilleri Dünyası Dergisi, 2 (6) s. 14-21.
- GENÇ C. (1993). Un fabrikalarında lavaş yıkama makinaları. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 2 (1) s.21-22.
- GENÇ C. (1992). Un fabrikaları makinaları. Un Mamülleri Dünyası Dergisi, 1 (4) s. 14.
- Halverson J.and Zeleny L. (1988). Criteria of Wheat Quality. In: Y. Pomeranz, Wheat Chemistry and Technology, 15-46 Vol 1. American Association of Cereal Chemists (AACC). St. Paul Minnesota.
- Hlynka I. and Bushuk W. (1959). The Weight Per Bushel. Cereal. Sci. Tudey. 4: 239-240
- Hoseney R.C. (1990). Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists (AACC). St. Paul Minnesota, USA.
- Hunt W. H. and Pixton S.W. (1974). Moisture, ITS Significance Behavior and Measurement. In: C.M. Christensen, Storage of Cereal Grains and Their Products. 1-55. American Association of Cereal Chemists (AACC). St Paul Minnesota USA.
- İnceoğlu F. (1991). Değirmende mal dolaşımı kontrolü. Un Mamulleri Dünyası Dergisi, 1 (1) s. 36-40.
- Keller A. (2000). New developments in plansifter design. World Grain. 18 (9), p. 58-60.
- Kent N.L. (1966). Technology of Cereal With Special Reference To Wheat. Pergamon Press Oxford U.K.
- Kent-Jones D.W. and Amos, A.J. (1967). Modern Cereal Chemistry. Food Trade Pres Ltd. 7.Garrick St. W.C.2.
- Keskinoğlu R. Elgün A. Türker. (2001). Bir un değirmeninde uygulanan farklı ılık tavlama işlemlerinin öğütme kalitesine etkisi. Gıda Dergisi 26 (6) Sayfa 419-427.
- Kosmolak F.G. (1978). Grinding Time. A. Screaling Test for Kernel Hardness in Wheat. Can. J. Plant Sci 58:415-420.
- Li Y.Z. and Postner E.S. (1987). The influence of Kernel size on wheat Millability. Assoc. Oper. Millers, Tech. Bull.
- Lubanov Y. (1985). Çevirenler: Makaklı, B. ve Dinçer, M. Zararlı Otlar Yaşam ve Ölüm Kaynağıdır. Çağ Matbaası, Ankara.
- Öğütme Teknolojisi Kitabı (Prof. Dr. Hazım ÖZKAYA, Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA)
- Özkaya H. Özkaya B. (1994). Öğütme sırasında nişasta zedelenmesi ve ekmekçilikteki önemi. Un Mamulleri Dünyası Dergisi, 3 (3) s. 15-18.

- Özkaya B. (1997). Buğday Tane Sertliğinin Tayin Yöntemleri. Pasta-Ekmek-Dondurma. Teknik. 2(8):28-34
- Özkaya B. (1997). Buğday Tane Sertliğinin Teknolojik Açıdan Önemi. Türkiye 2. Değirmencilik Sanayi ve Teknolojisi Sempozyumu. 119-137
- Özkaya B. (2000). Ergot (*Claviceps purpurea* Fr. Tul.) Toksik Metabolitleri Gelişme Koşulları, Kontrolü ve Prosesin Ergot Arkolitleri Üzerine Etkisi. Gıda, Gıda teknolojisi Yayın Organı, 25(3): 219-225
- Özkaya H. Özkaya B. (2005). Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 30, Ankara.
- Parker M.E. Harvey H.E. Stateler E.S. (1952). Elements of FoodEngineering. Volume 1. ReinholdPublishing Corporation. USA.
- Pomeranz Y. And Shellenberger J.A. (1971). Bread Science and Technology. The Avi Publishing Company Inc. USA.
- Pomeranz Y. (1987). Modern Cereal Science and technology. V.C.H. Publishers, New York. USA.
- Pomeranz Y. (1987). Modern Cereal Science and Technology. V.C.H. Publishers, New York.
- Posner E.S. and Hibbs, A.N. (1997). Wheat Flour Milling, American Association of Cereal Chemists (AACC). St. Paul Minnesota, USA.
- Riley R. (1975). Origin of Wheat, In: A. Spicer. Bread, Social, Nutritional and Agricultural Aspects of Wheaten Bread., 7-45. Applied Science Publichers Ltd. London
- Rohrlich. M. and Bruckner G. (1967). Das Getreide. II. Teil. Das Getreide. Und Sein Untersuchung. Paul Parey in Berlin, Und Hamburg.
- Shuey W.C. (1960). A. Wheat Sizing Technique for Predicting Flour Milling Yield. Cereal Sci. Today. 5: 71-75
- Slaughter D.C. (1989). An Acoustical Technique for Measuring the Hardness of Individual Wheat Kernels Cereal Foods World. 34: 755.
- Stenvert N.L. and Kingswood, R.(1977). The İnfluence of the Physical Texture of the Protein Matrix on Wheat Hardness. J. Sci Food Agric. 28: 11-19
- Sugden D. (1998). Break systems in flour milis. World Grain. Volume 16, Number 9, p. 24-30.
- Sugden D. (1998). Purification in flour milis. World Grain. Volume 16, Number 10, p. 29-34.
- Sugden D. (1998). Reduction systems in flour milis. World Grain. Volume 16, Number 11, p. 37-40.

Tekeli S.T.(1965). Ziraat Sanatları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 237, Ders Kitabı 77. Ankara.

Ünal S.S. (1980). Hububat teknolojisi ders notları. Ege Üniversitesi Gıda Fakültesi S. 11-24, İzmir.

Zeleny L. (1971). Criteria of Wheat Quality. In: Y. Pomeranz, Wheat Chemistry and Technology, 19-50. American Association of Cereal Chemists (AACC). St Paul Minnesota.

www.makinaenerji.com

www.tmo.gov.tr

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılı Kocaeli Gölcük ilçesi doğumluyum. Pirireis ilköğretim okulunda ilk, Barbaros İlköğretim Okulunda orta dereceli öğrenimimi tamamladım. Lise öğrenimimi 2000 yılında Uzunköprü Lisesi'nde bitirdim. 2002 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinin Tarım Makineleri Bölümü'nü kazanıp ziraat mühendisi unvanını alarak 2006 yılında tamamladım. 2008 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans yapmak amacıyla girdim. Halen Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans çalışmalarına devam etmekteyim. Ayrıca MUTAFOĞLU UN fabrikasında 5 yıldır sorumlu yönetici görevinde bulunmaktayım.