

## **UN FABRİKALARINDA TAVLAMA VE TAV SİLOLARI ÜZERİNE YAPILAN BİR ARAŞTIRMA**

**Yrd. Doç.Dr. A.Lütfi KURŞUNEL**

**S.Ü. Tek. Bil. M.Y.O. Un Üretim Teknolojisi Programı 42031 Kampüs Konya**

### **ÖZET**

Bu çalışmada un fabrikalarında kaliteye etki eden en önemli faktörlerden olan paçallama ve tavlamanın önemi üzerinde durulmuştur. Konya'daki 13 tesiste silo kapasiteleri araştırılarak daha kaliteli üretim için tav siloları ve paçal oranlarına bağlı matematiksel model oluşturulmuştur. Bu modelden istifade edilerek mevcut tesislerin hangi buğdayları ne kadar tavlama bekletebilecekleri ve kaç çeşit buğdayları karıştırabilecekleri hesaplanmaktadır. Buna göre yeterli siloya sahip bulunmayan tesislerde ılık veya sıcak tavlama yapılarak, tav sürelerini kısaltmaları ve istenilen paçallamayı yapabilmeleri önerilmiştir. Böylece kalitede süreklilik ve mevcut imkanların en iyi şekilde kullanımı ve üretim maliyetinde azalmalarda sağlanabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:Tav siloları, tavlama, paçallama, un fabrikaları.**

### **1.GİRİŞ**

Buğdaydan un elde edilmesi, kırsal kesimlerde bulunan ve sayıları gün geçtikçe azalan taşlı değirmenlerde veya modern un fabrikaları olarak ta bilinen valsli değirmenlerde yapılır. Taşlı değirmenlerde öğütme prensibi buğdayın kabuğu ile birlikte öğütülerek tek tip kepekli un elde edilmesidir. İki taş arasına verilen buğdayın taşlar arasında ezilerek öğütülmesi ile un elde edildiğinden unun kepeksiz ve amacına göre bir kaç çeşit üretilmesi mümkün değildir. Ancak kullanılan buğday çeşidine bağlı olarak tat veya lezzet farklılıkları olabilir. Bunun sebebi buğday çeşidine bağlı olmakla birlikte buğdayın yetiştiği iklim, ekim ve hasat zamanı ile toprağa bağlı olduğu bilinmektedir. Taşlı değirmenlerden elde edilen unun kullanım amacı bu açıdan oldukça sınırlıdır. Genelde köy ekmeği, tandır ekmeği, bazlama olarak bilinen ekmek türleri için kullanılır.



### Şekil 1. Taşlı değirmende öğütme (1).

Un fabrikalarında amaç, farklı uygulamalar için çeşitli tiplerde un üretimi gerçekleştirmektir. Buna göre, baklavalık, böreklik, ekmeklik, tandırlık, simitlik, kadayıflık un üretimi ile çeşitli katkı maddeleri ilavesiyle pandispanya, kek, pizza v.s. için de un üretimi yapılmaktadır. İstenilen nitelikte un üretimi için taşlı değirmenlerde olduğu gibi kabuğuyla birlikte buğdayın öğütülmesi ile değil, buğdayın endospermi kabuktan ayırarak yapılan öğütme ile mümkündür. Bunun için valsler geliştirilmiş ve buğdayın doğrudan bir defada öğütülmesi yerine çeşitli aşamalarda kabuğun ufalanmadan endospermden ayrılması sağlanmıştır. Bu sebeple buğdayın tavlama zorunlu hale gelmiştir.

### 2. TAVLAMA

Buğdayın tavlama, buğdaya su verilmesi demektir. Bunun için yıkama ve tavlama makineleri kullanılarak tavlama işlemi yapılır (2).



Şekil 2. Taşlı değirmen (1).

Taşlı değirmenlerde yıkama işlemi yapılmakla birlikte burada asıl amaç buğdayın su ile temizlenmesini sağlamaktır. Çünkü yıkama makinesi tek başına temizleme işleminin büyük bir bölümünü gerçekleştirmektedir. Dik yıkama kurutma makinesi olarak bilinen makinede ağırlık prensibiyle taşların ayrılması, hafif yabancı maddelerin ayrılması sağlanırken, su içindeki buğday yüzeyindeki tozlardan temizlenir. Bu esnada bünyesine % 3-4 nispetinde su alarak tavlama yapılır. Kurutma olarak bilinen fazla suyun atıldığı bölümde de kabuğun bir kısmı soyulmuş olur (3). Bu sebeple temizleme fonksiyonu daha fazladır. Un fabrikalarında ise yıkama makinesi yanında tav makinesi olarak bilinen çeşitli tipteki makineler tavlama amacıyla kullanılır. Tavlama kuru sistem temizleme olan tesislerde yıkama makinesi kullanılmadığından daha da önem taşır. Birden fazla noktada tav makinesi kullanılarak buğdayın öğütmeye hazır hale gelmesi sağlanır.



Şekil 3. Un Fabrikası (4).

## 2.1 Tavlamanın Öğütme Kalitesine Etkileri

Tavlama asıl amaç buğday kabuğunun su ile daha elastik hale gelmesini sağlamaktır. Böylece kırma valslerinde yapılan kesme ve taneyi açma işlemlerinde kabuğun ufalanmasını önlenir. Tavlama yapılmamış buğday kabuğu kırılabilir bir yapıya sahip olduğundan başlangıç kırma valslerinde buğdayın açılması esnasında kabuğun ufalanmasına sebep olacaktır. Son kırmalarda ise kabuktaki unların sıyırılması mümkün olmayacak, aksine kabuğun daha da ufalanmasına neden olacaktır. Kabuğun ufalanması öğütme kalitesinin bozulmasına sebep olur (5). Kepeğin ufalanarak un zerresi büyüklüğüne gelmesi, eleme de bu kepeklerin un ile birlikte elek altın geçmesine sebep olacağından, elde edilecek un kepekli olacaktır. Kepekli un olduğunda da tek tip un elde edilmiş, farklı amaçlar için un üretilmemiş demektir.



**Şekil 2. Un Fabrikası ve Kuru Buğday Siloları (4).**

## 2.2 Tavlamanın Randımına Etkileri

Randım, değirmencilikte elde edilen un miktarının, öğütülen buğday miktarına oranıdır. Tavlama, buğday kabuğundaki elastikiyeti artırarak kabuğun ufalanmasını engellemektedir. Böylece randımın bilinen değerlerde olup, yaklaşık % 80-82 un elde edilirken, %18-20 sinin de kepek olduğunu ifade eder. Tavlama da olması gereken değerlerden daha farklı rutubete sahip olan buğdaylar, randımda önemli ölçülerde değişmeye sebep olur. Buğday rutubetinin fazla olması, kabuğa yakın bölgelerdeki unun, kabuğa yapışarak ayrılmasına engel olur. Bu sebeple de elde edilen un yüzdesi azalırken kepek miktarı artar. Bunun tersi olarak buğday rutubetinin az olması, kabuktaki kırılabilirliğin artmasına ve elde edilecek un miktarı artarken kepek miktarının düşmesine sebep olur. Ancak burada unutulmamalıdır ki artan un miktarı, kepekli un olduğunu ve kalitenin düştüğünü gösterir (5).





**Şekil 5. 300 Ton/gün Kapasiteli Un Fabrikası.(6).**

### 2.3 Buğday Cinsinin Tavlama Etkileri

Buğdaylar, genel olarak makarnalık, ekmeklik ve bisküvilik olmak üzere üç guruba ayrılır. İrmik fabrikaları makarnalık buğday işlerken, un fabrikalarının çoğunluğu ekmeklik buğday öğütür. Bazı özel tesisler bisküvilik buğday işlerler. Bu sebeple un fabrikası denilince akla ekmeklik buğday öğüten tesisler anlaşılır. Ekmeklik buğdaylarda sertlik açısından, ekim zamanı bakımından, ve tür açısından bir çok çeşide sahiptir. Bu sebeple birbirine göre çok farklı özelliklere sahiptir. Buğday sertliğine bağlı olarak tavlama 6 saatten 72 saate kadar buğdayların dinlenmesi gerekir. Buğday çeşidinin çok olması, elde edilecek unda da farklılıkları ortaya çıkaracaktır. Un fabrikaları bir çok çeşit özellikteki buğdayı öğütürken üretilen un özelliklerinin sürekli aynı özellikte olması gerekir. Her zaman aynı kalitede ve özellikte buğday bulunamaması, buğday paçalını zorunlu kılar. Bu sebeple buğdaylar laboratuvarlarda yapılan çalışma sonucu belli oranlarda karıştırılır. Bu karıştırmaya paçallama denir.

Farklı cins buğdayların istenilen oranlarda karıştırılabilmesi için farklı silolara konması gerekir. Başlangıçta aynı cins bile olsa özelliklerine göre kalite sıralaması yapılan buğdaylar, kuru buğday silolarından alınırken önce aynı cinsler paçallanır. Aynı cins buğdayların paçallanması, tavlama yaklaşık aynı dinlenme süresi gerektirmeleridir. Tavlama sonrası, tav siloları çıkışında ikinci bir paçallama yapılır. Bu paçallamada amaç, üretilen un çeşidine göre, farklı cins buğdayların paçallanmasıdır. Bu işlemin sağlıklı olabilmesi için, buğdayların temizlenmiş ve aynı rutubete sahip, yeterince dinlenmiş olması gerekir. Bu açıdan tav siloları adet ve kapasite olarak önem taşımaktadır.

### 2.4 Ortam Havaısının Tavlama Etkileri

Standartlara göre üretilen un rutubeti en fazla %14.5 olmalıdır. Un rutubetinin fazla olması depolama koşullarını ve unun beklemesi süresinde unda acıma, daha çabuk bozulma gibi etkileri beraberinde getirir. Bu sebeple öğütülecek buğday rutubetinden çok elde edilecek un rutubeti önem taşır. Nihai ürün rutubetine göre buğdaya rutubet verilir. Bu rutubet verilirken ortam sıcaklığı önemlidir. Yazın %17 rutubet verilmesi gereken bir tesiste kışın %15 verilmesi gerekebilir. Bunun sıcaklığa bağlı olması yanında havanın rutubetli olması da ayrı bir etkidir. Bu açıdan tavlama hava sıcaklığı ve rutubeti dikkate alınmaktadır (7,8).



**Şekil 6. Un Fabrikasına ait Kuru Buğday Siloları ve Tav Siloları (4).**

## 2.5 Vals Sayısının Tavlama Etkileri

Öğütmede ünitesinde en etkili makineler valslerdir. Valslerin öğütme esnasında sürekli ısınması, öğütme esnasında rutubet kaybına sebep olur. Vals sayısının fazla olması yanında diyagrama bağlı olarak öğütme esnasında tanelerin aldığı yol, rutubet kaybına etki eder. Örneğin ortam havasının aynı olduğu 10 valsli iki farklı tesiste mal akışına, diyagrama bağlı olarak rutubet kaybı da farklı olur. Bu rutubet kaybı, tavlama günün şartlarına göre dikkate alınmak zorundadır. Rutubet kaybının fazla olması, daha fazla rutubet verilmesini ve dinlendirme süresinin değişmesine etki edecektir.

## 2.6 Vals Topu Dış Parametrelerinin Tavlama Etkileri

Valslerde yapılan çalışmalarda görülmüştür ki, top dış parametreleri olan kalem açıları, çevredeki diş sayısı, diş uç yüzeyine ait değerler tane iriliğine ve toplar arasındaki açıklığa doğrudan etki etmektedir. Örneğin farklı diş özelliklerine sahip iki valsde aynı tane iriliklerini elde etmek mümkündür (9). Ancak bu iki vals arasında toplar arasındaki açıklığın aynı tane iriliği elde edilmek istendiğinde farklı olması gerekir. Bu durumda toplar arasındaki açıklığın az olduğu diş parametrelerinde topların daha çok ısındığı, daha çabuk aşındığı ve daha çok rutubet kaybına sebep olduğundan, tavlama önemli sayılabilecek etkisi bulunmaktadır.

## 2.7 Buğday Paçalının Tavlama Etkileri

Yukarıda da belirtildiği gibi, paçallama öğütme kalitesine etkili en önemli faktörlerdendir. Farklı buğdayların paçallanması, tav süreleri farklı olduğundan ve daha çok çeşidin paçallanmasına imkan sağlaması açısından daha çok tav silosuna ihtiyaç duyulmaktadır.

## 3. TAV SİLOLARI KAPASİTEYE GÖRE TESPİTİ VE KONYA'DAKİ UN FABRİKALARINDA YAPILAN ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Yapılan araştırmada elde edilen değerler tablo 1.1 de kuru buğday siloları için, tablo 1.2 de tav siloları için verilmiştir. Bu sonuçlara göre kapasite dikkate alındığında sadece tav siloları için tav süreleri tablo 1.3 de gösterilmiştir. En basit şekliyle belirtilen bu değerler, istenilen paçallamanın her zaman yapılabileceğini göstermemektedir. Oluşturulan matematiksel modelle kaç çeşit buğdayın paçallanabileceğini ve bunların istenilen sürelerde tavlama tavlama yapılabileceğini göstermektedir.

**Tablo 1.1 Konya'daki un fabrikalarında kuru buğday siloları ve kapasiteleri.**

No	Kapasite	Kuru buğday silosu adetxton	Toplam Kuru Buğday Silosu Ton	Toplam Kuru Buğday Silosu Adedi
1	80	6x30	180	6
2	110	4x110	440	4
3	120	4x30	120	4
4	150	8x65	520	8
5	160	4x250	1000	4
6	190	12x80	960	12
7	195	12x35	420	12
8	200	30x175	5250	30
9	220	14x96	1344	14
10	235	8x150 , 3x40, 1x20	1340	12
11	240	8x100, 4x50, 40x250	11000	52
12	240	16x75	1200	16
13	600	14x75	1050	14

**Tablo 1.2 Konya'daki un fabrikalarında tav siloları ve kapasiteleri.**

No	Kapasite	Yıkama veya İlk Tav Silosu adetxton	Aktarma silosu	Toplam Tav Siloları ton	Toplam Tav Siloları Adedi
1	80	6x30ton		180	6
2	110	12x12.5ton		150	12
3	120	3x45 ton, 1x15 ton	5x30ton	300	5+3+1=8
4	150	8x65		520	8
5	160	12x10	12x10	240	12+12=24
6	190	6x35	6x35	840	6+6=12
7	195	4x30	8x18	264	4+8=12
8	200	10x35		350	10
9	220	5x30	5x30	300	5+5=10
10	235	6x35, 6x15	6x35, 5x15	585	6+6+6+6=24
11	240	9x40, 12x35		780	9+12=21
12	240	4x75	4x75	600	4+4=8
13	600	15x37.5		562.5	15

**Tablo 1.2 Konya'daki un fabrikalarında tav silolarına göre tav süreleri.**

No	Kapasite	Toplam Tav Silosu Ton	Tav silosu/kapasite	Mevcut silolara göre max. Tav süresi (saat)
1	80	180	180/80=2.25	54
2	110	150	150/110=1.36	32.7
3	120	300	300/120=2.5	60
4	150	520	520/150=3.47	83.2
5	160	240	240/160=1.5	36
6	190	840	840/190=4.42	106.1
7	195	264	264/195=1.35	32.5
8	200	350	350/200=1.75	42
9	220	300	300/220=1.36	32.7
10	235	585	585/235=2.49	59.7
11	240	780	780/240=3.25	78
12	240	600	600/240=2.5	60
13	600	562.5	562.5/600=0.94	22.5

#### 4. TAV SİLOLARININ PAÇAL ÇEŞİDİNE GÖRE TESPİTİ İLE İLGİLİ MATEMATİKSEL MODEL

İstenilen paçalın yapılabilmesi, her zaman istenilen tav süresinde buğdayın bekletilmesini veya istenilen sürede tavlama işlemi yapılabilmesi, istenilen çeşitlerin karıştırılmasını mümkün kılmamaktadır. Tav silolarının adedi ve her bir silonun büyüklüğü bu açıdan önem taşımaktadır. Mevcut silolar her zaman iki çeşitten fazla buğdayın karıştırılmasına veya istenilen süre tav silolarına dinlendirilmesine müsaade etmeyebilir. Çünkü temizleme ünitesinde buğdayların tamamı aynı anda tavlama işlemi yapılamaz. Önce en uzun süre beklemesi gereken buğday temizlenerek tavlama işlemi yapılır ve tav silosuna konarak dinlendirmeye alınır. Daha sonra sırasıyla diğer çeşit buğdaylara aynı işlem uygulanır. Bu sebeple önce her buğday çeşidinin paçal oranı ve tav süreleri belirlenerek aşağıdaki ifadelerden bu buğdaylar için ayrılması gereken silo adedi bulunur.

Paçal oranına göre günlük ihtiyaç;

$$Q_g = Q * Q_p \dots \dots \dots [1]$$

$Q_g$  : A cinsi buğday için, bir günde kullanılacak buğday miktarı,

$Q$  : Fabrikanın günlük kapasitesi,

$Q_p$  : A cinsi buğday için, paçal oranıdır.

SBS : Bir silonun boşalma süresi,

$Q_1$  : Mevcut tav silolarından 1 adedinin kapasitesi olmak üzere

$$SBS = (Q_1 * 24) / Q_g \dots\dots\dots [2]$$

Bir silonun boşalma süresi hesaplanır.

Gerekli silo kapasitesi;

$$GSK = ((SBS + TS) / 24) / Q_g \dots\dots\dots [3]$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada;

TS : A buğdayının tav silosunda dinlenme süresi,

GSK : A buğdayı için gerekli silo kapasitesidir.

Bu ifadelerden yararlanarak bir örnek yapılacak olursa, aşağıda verilen buğdayların yeterli sürede dinlenebilmesi ve paçallanabilmesi için tablo 1.2 de verilen 1 nolu tesiste mevcut siloların yeterli olup olmadığı hesaplanabilir.

Buğday Cinsi	Paçal oranı	Tav Süresi
Gerek	% 45	6 saat
Bezostiya	% 15	24 saat
Zerun	% 10	12 saat
Kanada	% 30	8 saat

**ÇÖZÜM:** tablo 1.2 de görüldüğü gibi  $Q=80$  ton/gün kapasiteli tesiste 6 adet 30 ar tonluk toplam 180 tonluk tav silosu bulunmaktadır.

Buğday Cinsi	$Q_p$ Paçal oranı	Tav Süresi	$Q_g$	SBS	GSK	Gerekli silo adedi
Gerek	% 45	6 saat	36 ton	20 saat	39 ton	2 adet
Bezostiya	% 15	24 saat	12 ton	60 saat	42 ton	2 adet
Zerun	% 10	12 saat	8 ton	90 saat	34 ton	2 adet
Kanada	% 30	8 saat	24 ton	30 saat	38 ton	2 adet
<b>Toplam</b>	<b>%100</b>		<b>80 ton</b>			<b>8 adet</b>

Yapılan hesaplarda da görüleceği gibi, silolar 30 ton yerine 15 şer tonluk 12 adet olsaydı, sonuçlar aşağıda görüldüğü gibi olacaktı.

Buğday Cinsi	$Q_p$	Tav Süresi	$Q_g$	SBS	GSK	Gerekli silo adedi
Gerek	% 45	6 saat	36 ton	10 saat	24 ton	2 adet
Bezostiya	% 15	24 saat	12 ton	30 saat	27 ton	2 adet
Zerun	% 10	12 saat	8 ton	45 saat	19 ton	2 adet
Kanada	% 30	8 saat	24 ton	15 saat	23 ton	2 adet
<b>Toplam</b>	<b>%100</b>		<b>80 ton</b>			<b>8 adet</b>

1 opiam	%100	80 ton	8 adet
---------	------	--------	--------

Bu sonuçlara göre başlangıçta 30 ar tonluk 6 silo yeterli olmazken daha küçük silolar kullanılması halinde 8 adedi yeterli olurken geride kalan 4 boş silo bize hem daha rahat bir çalışma alanı sağlayacak hem de 4 çeşitten daha fazla buğdayın paçalanmasına veya daha çok dinlendirilmesine imkan sağlayacaktır.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Genellikle un fabrikalarının yapımında ilk yatırım maliyetlerinin az olması ve paçal miktarları ile tav süreleri çok dikkate alınmadığından tesis kapasitesine göre en az tesisle aynı kapasitede silo yapılmaktadır (10). Ancak tesisin çalışması ile birlikte günün şartlarına göre ilave silo yapılmaktadır. Burada önemli olan tav silolarının kapasite olarak büyük olması yerine küçük kapasiteli fakat sayıca çok olmasıdır. Bu durumda istenilen sayıda paçal mümkün olabileceği gibi, tavlama istenilen sürede dinlendirilmesi de mümkün olacaktır. Günümüzdeki tesislerin çoğunda silo sayısının az olması 2 çeşit buğday paçalının yapılabilmesini sağlamaktadır. Halbuki daha çok buğday paçalı hem kalite istikrarını sağlar, hem de maliyetlerin düşmesine yardımcı olur. Bazı tesislerde çeşitli zamanlarda piyasa şartlarına bağlı olarak ikiden fazla paçal gerektiği hallerde tav sürelerini kısaltmak zorunda kaldıklarından kalitede olumsuzluklar yaşanmakta veya istenilen paçal oranı hesaplanmadan silo kullanımı sonucunda değişmek zorunda kalmaktadır. Burada belirtilen matematiksel modellerle önceden hesapların yapılması mümkün olacaktır. Buna göre mevcut siloların yeterli olup olmadığı tespit edilerek, yeterli olmaması durumunda uzun süre dinlenmesi gereken buğdayların ılık veya sıcak tavlama ile sürelerinin kısaltılması sağlanabilir. Böylece kalitede daha istikrarlı ve sürekli üretim gerçekleştirilmiş olur.

## 6.KAYNAKLAR

### 1-ANONYMOUS, 2001.Yardibi Köyü değirmeni, Saimbeyli, Adana.

**2-KURŞUNEL, A. L., 1996.** Buğday Temizlemede Kuru ve Yaş Sistem. 2. Un-Bulgur-Bisküvi Sempozyumu, Bildiri Kitabı. S:41-46. 28-30 Mayıs 1996,Karaman Tarım İl Müdürlüğü-Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışık Hububat Araştırma Merkezi, Karaman.

**3-KURŞUNEL, A.L., 2000.** Un Fabrikalarında Temizleme Ünitesi ve Öğütme Kalitesine Etkileri, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi, Konya.

**4-ANONYMOUS, 1995.** Ocrim. S.P.A.Katalogları, İtalya

**5-KURŞUNEL, A.L., 2000.** Un Fabrikalarında Kalitede Sürekliliğin Sağlanması için Alınması Gereken Tedbirler. Konya Ticaret Borsası Dergisi, Nisan 2000, Yıl:3 Sayı:6 s:6-17 Konya Ticaret Borsası, Konya

**6-ANONYMOUS, 1994.** Molino Mak. San. A.Ş. Katalogları, Konya

**7-ELGÜN, A.,1997.Değirmenlerde Hava Stabilizasyonunun Önemi.** Türkiye 2. Değirmencilik Sanayii ve Teknolojisi Sempozyumu Bildiri Kitabı, 28-30 Mayıs 1997, s:29-36, S.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Un Üretim Teknolojisi Programı, Konya.

**8- KURŞUNEL, A.L., 1997.Un Fabrikalarında Otomasyon ve Un Kalitesine Etkileri.** Türkiye 2. Değirmencilik Sanayii ve Teknolojisi Sempozyumu Bildiri Kitabı, 28-30 Mayıs 1997, s:45-52, S.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Un Üretim Teknolojisi Programı, Konya.

**9- KURŞUNEL, A.L.,YILMAZ, Y., 1996.Vals Öğütme Parametrelerinin Deneysel Olarak İncelenmesi.** 7. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi Bildiri Kitabı, 11-13 Eylül 1996, s:185-198, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

**10-KURŞUNEL, A.L., 1988.** Değirmencilik Sanayii ve Problemleri, Orta Anadolu Sanayii ve Problemleri Sempozyumu, 21-22 Mart 1988, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Mak. Müh. Bölümü, Konya