

# BİR UN DEĞİRMENİNDE UYGULANAN FARKLI ILIK TAVLAMA İŞLEMLERİNİN ÖĞÜTME KALİTESİNE ETKİSİ

## THE EFFECTS OF THE DIFFERENT WARM CONDITIONING PROCEDURES ON MILLING QUALITY

Reha KESKİNOĞLU<sup>1</sup>, Adem ELGÜN<sup>2</sup>, Selman TÜRKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda-Yüksek Müh. TMO Horozlu Un Fabrikası İşletme Müdürü Konya

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü -Konya

**ÖZET:** Bu çalışma, ticari bir un değirmeninde, buğdayın tavlama suyu soğuk su (20°C) yerine, sıcak su (33°C) kullanılarak yapılan ılık tavlama uygulamasının öğütme kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Fabrika içindeki deneyler, 1997 yılı Haziran ayında iki ayrı buğday paçalında; dört farklı tavlama işlemi ile iki tekerrürlü olarak uygulanmış ve buğdaylar 24 saat dinlendirildikten sonra öğütülmüştür.

Ilık tavlamanın, öğütme kalitesine etkisini tespit etmek amacıyla; kırma sisteminde ekstraksiyon miktar ve kalitesi, kümülatif yük, un verimi ve kalitesi, patent un verimi incelenmiş ve sonuçta ılık tavlamanın, öğütme kalitesini olumlu etkilediği, kırma ekstraksiyonunda toplam kümülatif külün öğütme kalitesini tahmin etmede en uygun parametre olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

**ABSTRACT:** This study has been carried out in order to examine the effects of warm conditioning applications with warm water (33°C) instead of cold water (20°C) on milling quality during the conditioning procedure in a commercial flour mill.

In the Factory tests, in June of 1997, four kinds of conditioning applications were applied for two separate soft and hard wheat types, as shown below;

At the first, second and the last water addition with cold water, at the second, the first water addition with hot water, second and the last ones with cold water; at the third, the first and second water additions with hot water, the last one with cold water; at the fourth, all of the water additions with hot water. Then soft and hard wheats were separately conditioned for 24 hours and after blending sent to grinding. The test was carried out with two replications.

In order to prove the effect of warm conditioning on milling quality, the yield and quality of break extraction, cumulative load and, flour yield, were examined, and as a result of these, the effect of warm conditioning with warm water addition on milling quality was proved to be satisfactory and the total ash contents of break extraction was the best parameter in the milling quality estimation on a flour mill (p<0.05).

## GİRİŞ

Değirmencilik, tarıma dayalı sanayiinin önemli kollarından birisidir. Hem sanayi içinde yer alması, hem de tarım sektörüne katma değer sağlaması ile önemli bir istihdam alanıdır (ELGÜN ve TÜRKER, 1994)

Un ve unlu mamuller gıda alt sektörünün üretimi, ülkemizin, toplam gıda sanayii üretim değerinin yaklaşık %35'ini ve un sanayiinin ise tek başına %17'sini oluşturmaktadır (OĞUZ, 1997).

Yurdumuzda yaklaşık 700 un fabrikası, tahmini olarak 18,2 milyon ton teknik öğütme kapasitesine sahiptir. Ortalama günlük 50-100 ton kapasiteli fabrikalar ağırlıkta olup, kapasite kullanım oranı %50'nin altındadır (ANON., 1997).

Un değirmencililiği çok geniş spektrumlu bir teknolojiyle karşı karşıyadır. Fabrikalar teknoloji kullanımında; biyolojik, inşaat, mekanizasyon iletişim ve kompüterizasyon teknolojileri ile sürekli ilişki halindedir. Bu teknolojilerin kullanımı, üretimde kalite ve sanitasyonun artması yanında; zamandan, yerden, işçilikten ve enerjiden tasarruf sağlayarak, prodüktivitede önemli artışlara sebep olmaktadır. Mekanizasyon teknolojisindeki yenilikler, değirmencililiğin en önemli ilgi alanını oluşturur. Buna rağmen, tanenin öğütülmesinde kullanılan işlem ve elemanlarda son yıllarda devrim olabilecek çapta bir değişiklik yok gibidir. Ancak bazı

modifikasyon teknolojileri ile yenilikler getirilmiştir. Bu amaçla tavlama, kabuk-endosperm ayrışımını ve beyaz un verimini artırıcı ılık tavlama metotları uygulanmaktadır (ELGÜN ve TÜRKER, 1994).

Buğdaydan un elde edilmesi işlemini genel olarak dört basamakta açıklayabiliriz. Bunlar, buğdayın; temizlenmesi, tavlama, kırılması ve öğütülmesi ile elde edilen unun elekler yardımıyla alınmasıdır (ÜNAL 1984).

Belirtilen dört basamaktan, araştırmamızın konusu olan tavlama, un sanayiinde, un kalitesi başta olmak üzere, un verimini, kalitesini ve enerji tüketimini etkileyen önemli işlemlerden birisidir. Tavlama, öğütülecek taneyi, optimum su seviyesine getirme ve dinlendirme olarak tanımlanabilir. Tanenin tavlamaındaki amaç; tane suyunu optimum seviyeye getirerek; tanenin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak, bazen de elde edilecek unun ekmeçlik değerini yükseltmektedir.

Öğütme teknolojisinde tavlamaı etkileyen üç faktör vardır. Bunlar tavlama suyu, sıcaklığı ve süresidir (ELGÜN ve ERTUGAY 1995). İlgili olarak, tavlama sıcaklık kullanımı, hem süreyi kısaltarak hem de tanenin fiziksel özelliklerinde optimizasyon sağlayarak; enerji sarfiyatını düşürmekte ve un kalitesinde üstünlük sağlamaktadır.

Soğuk tavlama verim suyun tanede yayılıp dengeye ulaşabilmesi için 1-3 güne ihtiyaç varken, 30-40°C arasında yapılan ılık dinlendirme şartlarında bu süre 1-3 saate kadar düşürülebilmektedir (ELGÜN ve ERTUGAY, 1995). Yapılan bir araştırmada, 26-30°C'de bir gece bırakıldıktan sonra öğütülen örneklerin kül miktarlarının, 21°C'de dinlendirilenlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten kış aylarında 15-17°C'de öğütülen buğdayların, un veriminin düştüğü, kül miktarının arttığı, unun ekmeçlik kalitesinin düştüğü, 37°C'deki suyla 27°C'de tavlama yapıldığında kül miktarının hemen hemen yaz aylarındaki seviyeye düştüğü ve ekmeçlik kalitesinin geliştiği ayrıca bildirilmiştir (SEÇKİN, 1986).

Gündüz ve yaz aylarında öğütülen buğdayların, gece ve kış aylarında öğütülenlere göre daha düşük kül içeriğine sahip un verdikleri bilinmektedir.

ılık tavlama metodu ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, un uygun endosperm yumuşamasının 45°C'de elde edildiği, patent un veriminin arttığı elemanın kolaylaştığı, 75 mikrondan küçük un taneciklerinde nispi bir azalma olduğu belirlenmiştir (KENT, 1990).

Bazı araştırmacılar, buğdayların sıcak tavlama üzerinde çalışmışlardır (WOGGLE ve ark., 1964; DOTY ve BAKER, 1977; KATHURIA ve SIDHUA 1984 a ve b.)

ılık tavlama metodunun üstünlüğünü ilk defa GROSSE (1929) ileri sürülmüştür. WICHSER ve SHELENBERGER (1949) ile JONES (1949), ılık tavlamanın, suyun taneye alınmasına, yayılmasına ve tavlama süresinin kısalmasına olumlu etkisini belirlemişlerdir.

Tavlama suyu sıcaklığı 35°C'den 45°C'ye yükseldiğinde, endospermin daha fazla gevrediği ve buna bağlı olarak öğütmenin daha da kolaylaştığı belirlenmiştir (CLEVE, 1958).

ÖZKAYA (1986), buğdayın maksimum su absorpsiyonunun, sıcaklıkla değişemese bile, doyma noktasına gelme süresinin, sıcaklık ile ilişkili olduğunu, örneğin doyma noktasına; oda sıcaklığında 48-72 saatte, 27°C'de 24 saatte, 40°C'de 8 saatte, 60°C'de 2 saatte ve 80°C'de 40 dakikada ulaştığını bildirmektedir.

Tavlama verim suyun, buğday kabuğundan içeri girmesi yavaş olmaktadır. Kabuk tabakaları arasındaki su alışı veriminin normal sıcaklıkta uzun zaman aldığı, oysa sıcaklık artışı ile su absorpsiyonunun maksimum seviyeye ulaştığı ve bu durumda buğday tanesi normal şartlar altında kendi ağırlığının %40'ı kadar su alabildiği belirtilmektedir (LOCKWOOD, 1962).

DASKALOVA ve ark. (1980), buğdayın tavlama işleminin üzerine dielektrik ısıtmanın etkilerini incelemişler ve sonuç olarak bu ısıtma ile tavlama süresinin kıaldığını, öğütme ve ekmeç yapım kalitesinin arttığını, un veriminin yükseldiğini, unun kül içeriğinin düştüğünü, ekmeç hacminin arttığını tespit etmişlerdir.

ERTUGAY ve ark., (1991), farklı dozlarda uygulanan klorlu su ile soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin kırmızı-ekmeçlik buğdaylarda öğütme değeri ile unun bazı kalitatif ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları bir araştırmada, ılık tavlama, işleminin; un ve irmik verimini artırması yanında, renk ağarması ve mikroorganizma yükü oluşması üzerine daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Sıcak tavlamanın makarnalık ve ekmeklik buğdaylar üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 50°C'de 30 dakika süreyle yapılan tavlama işleminin; irmikte ihmal edilebilir düzeyde renk kaybına sebep olduğu, ancak kül içeriğinde önemli miktarda azalmaya sebep olduğunu ortaya konmuştur (KATHURIA VE SIDHUA, 1984a).

Ticari bir değirmende yapılan bir çalışmada, ılık ve soğuk tavlama metotları karşılaştırılmış ve ılık tavlama metoduyla elde edilen un randımanı ve patent un veriminin daha yüksek, kül miktarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ülke ekonomisi ve değirmencililiği açısından büyük öneme sahip olduğu bildirilmiştir (TÜRKER ve ark., 1997).

Son yıllarda sıcaklığın kullanılmasıyla daha ılıman şartlarda gerçekleştirilen tavlama metodunun, Avrupa ve ABD'de hızla yayıldığı rapor edilmektedir (POMERANZ 1988).

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılan soğuk tavlama alternatif olarak ılık tavlama metodu denenmiş ve bunun un verimi ve kalitesine etkisi araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

Araştırma Toprak Mahsulleri Ofisi depolarından 1997 yılında temin edilen, ikisi yabancı dört ekmeklik buğday (*Tr. aestivum* L) çeşidi (Bezostaya-1, Bolal, Amerikan kırmızısı, Avustralya beyazı) paçal oluşturmada kullanılmıştır.

Tavlamada, fabrika sondaj kuyusundan sağlanan, orta sert grubuna giren su kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

**Fabrika hakkında bilgiler:** Araştırmanın gerçekleştirildiği T.M.O. Horozlu Un fabrikası, bir kamu kuruluşu olup, iki üniteli ve toplam 400 ton/gün kapasite ile çalışmaktadır.

Fabrikada kuru temizleme metodu uygulanmaktadır. Fabrikanın tavlama ünitesinde istenildiğinde sıcak veya soğuk su verebilecek bir sistem mevcuttur. Bu sistem, ısıtıcı buji ve plakalardan ibaret olup, üretici firma tarafından *elektrofüzyon* tekniği olarak adlandırılmaktadır.

Fabrikada kullanılan tavlama suyu miktarının ayarında debimetreler kullanılmaktadır. Verilen su miktarı lt/h cinsinden dijital göstergeli debimetreler ve bir vana yardımıyla manual olarak ayarlanabilmektedir.

Fabrikada denemenin yapıldığı, birinci ünite 17 vals vardır. Bu ünite toplam öğütme yüzeyinin %39'u B serisi kırma sistemine aittir, toplam 12 kırma biriminin 6'sı, ilk üç kırma olup toplam kırma yüzeyinin %57'sini teşkil etmektedir. Öğütmede farklı kalitedeki irmikleri temizlemek ve tasnif etmek için 2 girişli üç adet irmik sasörü vardır. Öğütmede toplam 5 birim R serisi sizing, toplam 17 birim C serisi redüksiyon sistemi mevcuttur.

Denemenin yapıldığı birinci ünite eleme işlemi, üç adet sekiz üniteli ve bir adet altı üniteli eleklerde yapılmaktadır.

**Denemenin kuruluşu:** Araştırma, fabrikada kullanılmakta olan iki farklı buğday paçalında iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Paçalda birinci tekerrürde; Amerikan kırmızısı (SRW), Avusturalya beyazı ve Bolal çeşitleri 30:40:30 oranlarında, ikinci tekerrürde; Amerikan kırmızısı (SRW), Avusturalya beyazı ve Bezostaya-1 çeşitleri 30:40:30 oranında kullanılmıştır.

Tavlamada kullanılan su, cebri tav makinelerinin girişine verilmiş ve tavlama üç aşamada gerçekleştirilmiştir. **Birinci su verme** yapıldıktan sonra 12 saat, **ikinci su verme** yapıldıktan sonra 12 saat olmak üzere toplam 24 saat dinlendirme yapılmış olup ve en son kovalı su verme makinesi ile **kabuk tavı** verilerek; buğday birinci kırma bunkerine alınmıştır. Buğday burada kabuk tavı için yaklaşık 20 dakika sonra 1. kırmaya verilmiştir.

Tavlamada sıcak ve soğuk su dört farklı kombinasyonda kullanılmıştır. Buna göre buğdaylar; ilk kombinasyonda; birinci ve ikinci sıcak, son su verme soğuk su ile, dördüncü kombinasyonda ise tüm aşamalarda sıcak su kullanılarak tavlansmıştır.

Tekerrürler farklı zamanlarda farklı ortam şartlarında yapılmıştır. Buna göre; birinci tekerrürde, hava sıcaklığı 22°C, fabrika içi sıcaklığı 25°C, hava nispi nemi %77, sıcak su 33°C, soğuk su 20°C'dir. İkinci tekerürde, hava sıcaklığı 27°C, fabrika içi sıcaklığı 29°C, hava nispi nemi %57, sıcak su 33°C, soğuk su 20°C olarak belirlenmiştir.

Buğdayların örnekleme şu şekilde yapılmıştır:

Her deneme için kullanılacak paçal, 40'ar tonluk partiler halinde işlenmiştir. Bu partilerin üretimi sırasında, örnekleme küreği kullanılarak kırma valslerinden akan kırma stoklarından kronometre yardımıyla örnek alınarak debi hesaplanmış, tartılıp polietilen torbalara konularak analiz için saklanmıştır.

Yine aynı parti üretimi sırasında, üretimden çıkan ilk un siloya alınmaya başlandıktan 30 dakika sonra, kronometre ile elek çıkışlarındaki tüm un pasajlarından un örneği alınarak; debi tespit edilmiş, analiz için alınan partilerden polietilen torbalara en az yarım kg örnek tartılarak saklanmıştır. Örnekleme sırasında hiçbir ayar yapılmamıştır.

#### **Analiz Metodları**

**Buğday analizleri:** Paçaldaki her buğday çeşidi için ayrı ayrı yapılmıştır. Buna göre örneklerin hektolitre ağırlığı (ANON. 1990), su miktarı (ANON. 1972), kül (ANON. 1974), yaş ve kuru öz değerleri (ANON. 1994), yabancı madde miktarı (ULUÖZ 1965), hastalıklı tane miktarı, buruşuk tane miktarı, (ANON. 1990) ile Zeleny sedimentasyon değeri belirlenmiştir (ANON. 1986).

**Un analizleri:** Un örneklerinde şu analizler yapılmıştır: Su miktarı (ANON. 1972), kül (ANON. 1974), yaş öz, kuru öz, gluten indeks (ANON. 1994), Zeleny sedimentasyon değeri (ANON. 1986). Ayrıca örneklerin hidrasyon kapasiteleri (HK);  $HK = (\text{yaş öz-kuru öz})/\text{kuru öz}$  formülüne göre belirlenmiştir.

#### **Öğütme Kontrol Metotları**

##### **Kırma sistemi kontrol parametreleri:**

Kırma sistemi kontrolünde aşağıda yer alan parametreler ELGÜN (1996)'e göre belirlenmiştir.

**Kümülatif yük:** Beş kırma ünitesinde kırılan toplam malın öğütülen buğdaya % oranıdır. Birim ekstraksiyon değerlerinden hesap yoluyla bulunur.

**Stok debisi:** Valslerde kırılan stok materyalinden örnekleme küreği ve kronometre yardımıyla örnek alınıp tartılarak tespit edilmiştir. 1. kırma stok debisi aynı zamanda değirmenin öğütme kapasitesini vermektedir.

**Üçüncü kırma kümülatif ekstraksiyonu:** Stok debilerinden hesap yoluyla bulunmuştur. Primer kırmaların kümülatif ekstraksiyonunu verir.

**Üçüncü kırma kümülatif külü:** 1.2. ve 3. kırma ekstraksiyonlarına ait fotal ekstraksiyon ve kül miktarlarından hesap yoluyla bulunmuştur.

**Kümülatif kırma ekstraksiyonu:** Beş kırma ünitesinden elde edilen toplam ekstraksiyon kırma ünitelerinin birim ekstraksiyon değerlerinden hesap yoluyla bulunmuştur.

**Kümülatif kırma ekstraksiyonda kül:** Beş kırma ünitesine ait total ekstraksiyon ve kül değerlerinden hesap yoluyla bulunmuştur.

**Sonuçların Değerlendirilmesi:** Elde edilen ölçüm değerleri varyans analizine tabi tutularak istatistiksel olarak değerlendirilmiş, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile mukayese edilmiştir (DÜZGÜNEŞ, 1997)

### **3. BULGULAR ve TARTIŞMA**

#### **3.1. Analitik Bulgular**

Paçalda kullanılan buğdaylara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Buğdaylara Ait Bazı Analiz Sonuçları

Buğday	Hektolitre Ağırlığı (Kg)	Yabancı Madde Miktarı (%)	Hastalıklı Tane (%)	Buruşuk Emgili Tane (%)	Kül* (%)	Yaz Öz** (%)	KuruÖz** (%)	Zeleny Seadimantasyon Değeri** (ml)
Avustralya Beyazı	83.5	0.4	0.4	2.3	1.52	27.5	12.5	16.0
ABD Kırmızısı	77.2	0.9	0.5	-	1.82	26.0	8.3	22.0
Bezostaya-1	82.1	1.1	0.7	-	1.63	30.0	9.4	26.0
Bolal	81.0	1.3	3.4	-	1.53	26.5	8.5	22.0

\*: Kuru madde üzerinden verilmiştir. \*\*: %14 seviyesine göre verilmiştir.

### 3.2. Araştırma Sonuçları

Kırma sisteminin kontrolü amacıyla, öğütme ünitesinden elde edilen kontrol parametrelerinin tekerrür ve tavlama kombinasyonlarına göre beş kırma ünitesine ait sonuçlar, Çizelge 2-5'te, özetlenen kontrol parametreleri ise Çizelge 6'da verilmiştir. Kontrol verilerine ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 7'de yer almıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 8'de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Buğdayın Öğütülmesinde Uygulanan I. Tavlama Kombinasyonunun\* Kırma Sistemindeki Bazı Parametrelere Etkisi

Tekerrür	Kırma Ünitesi	Stok Debisi (Kg/h)	Birim Yük. (%)	Skalper (µ)	Kırma Ekstraksiyonu (%)			Kırma Ekstraksiyonunda Kül (%)	
					Birim	Total	Kümülatif	Birim	Kümülatif
1	B1	7 500	100	1 000	38.3	38.3	38.5	0.675	0.675
	B2	4 620	61.6	1 000	8.5	5.2	43.5	1.083	0.727
	B3	4 230	56.4	950	62.5	35.3	78.8	1.481	1.064
	B4	1 582	21.1	800	29.7	6.3	85.1	3.603	1.252
	B5	1 110	14.8	500	10.6	1.5	86.6	3.016	1.283
2	B1	7 510	100	1 000	37.6	37.6	37.6	0.698	0.698
	B2	4 686	62.4	1 000	48.5	30.2	67.8	1.056	0.857
	B3	2 410	32.1	950	41.2	13.2	80.1	2.687	1.155
	B4	1 411	18.8	800	31.1	5.8	86.8	3.620	1.320
	B5	976	13.0	500	9.8	1.2	88.0	3.125	1.344
Kümülatif Yük %	1. Tekerrür		253.9						
	2. Tekerrür		226.3						

\*: 1. Kombinasyon: Buğdayın tavlamasında; 1., 2. ve son su verme işlemleri soğuk su ile yapılmıştır.

Çizelge 3. Buğdayın Öğütülmesinde Uygulanan II. Tavlama Kombinasyonunun\* Kırma Sistemindeki Bazı Parametrelere Etkisi

Tekerrür	Kırma Ünitesi	Stok Debisi (Kg/h)	Birim Yük. (%)	Skalper (µ)	Kırma Ekstraksiyonu (%)			Kırma Ekstraksiyonunda Kül (%)	
					Birim	Total	Kümülatif	Birim	Kümülatif
1	B1	7 496	100	1 000	39.8	39.8	39.8	0.689	0.689
	B2	4 505	60.1	1 000	47.4	28.5	68.3	1.950	0.797
	B3	2 361	31.5	950	41.2	13.0	81.3	2.528	1.074
	B4	1 386	18.5	800	20.1	3.7	85.0	3.461	1.178
	B5	1 109	14.8	500	27.3	4.0	98.0	3.027	1.261
2	B1	7 498	100	1 000	38.0	38.0	38.0	0.701	0.701
	B2	4 206	56.1	1 000	48.0	29.7	67.7	1.023	0.842
	B3	2 369	31.6	950	40.9	13.1	80.8	2.510	1.112
	B4	1 154	15.4	800	22.0	4.2	85.0	3.535	1.233
	B5	1 019	13.6	500	28.1	4.1	89.1	3.015	1.315
Kümülatif Yük %	1. Tekerrür		224.9						
	2. Tekerrür		216.7						

\*: 2. Kombinasyon: Buğdayın tavlamasında; 1. su verme sıcak su ile yapılırken, 2. ve son su verme işlemleri soğuk su ile yapılmıştır.

Çizelge 4. Buğdayın Öğütülmesinde Uygulanan III. Tavlama Kombinasyonunun\* Kırma Sistemindeki Bazı Parametrelere Etkisi

Tekerrür	Kırma Ünitesi	Stok Debisi (Kg/h)	Birim Yük. (%)	Skalper (µ)	Kırma Ekstraksiyonu (%)			Kırma Ekstraksiyonunda Kül (%)	
					Birim	Total	Kümülatif	Birim	Kümülatif
1	B1	7612	100	1000	45.4	45.4	45.4	0.710	0.710
	B2	4154	54.5	1000	56.5	30.8	76.2	1.006	0.829
	B3	1805	23.7	950	29.3	6.9	83.1	2.389	0.958
	B4	1276	16.7	800	27.6	4.6	87.7	3.520	1.093
	B5	924	12.1	500	20.0	2.4	90.1	3.148	1.148
2	B1	7526	100	1000	36.3	36.3	36.3	0.688	0.688
	B2	4786	63.6	1000	55.7	35.4	71.7	0.996	0.840
	B3	2123	28.2	950	42.2	11.9	83.6	2.299	1.047
	B4	1227	16.3	800	18.7	3.0	86.0	3.428	1.138
	B5	998	13.2	500	15.6	2.0	88.6	3.009	1.172
Kümülatif Yük %	1. Tekerrür		207.0						
	2. Tekerrür		221.3						

\*: 3. Kombinasyon: Buğdayın tavlama sırasında; 1. ve 2. su verme sıcak su ile yapılırken, son su verme işlemleri soğuk su ile yapılmıştır.

Çizelge 5. Buğdayın Öğütülmesinde Uygulanan IV. Tavlama Kombinasyonunun\* Kırma Sistemindeki Bazı Parametrelere Etkisi

Tekerrür	Kırma Ünitesi	Stok Debisi (Kg/h)	Birim Yük. (%)	Skalper (µ)	Kırma Ekstraksiyonu (%)			Kırma Ekstraksiyonunda Kül (%)	
					Birim	Total	Kümülatif	Birim	Kümülatif
1	B1	7511	100	1 000	24.9	24.9	24.9	0.707	0.707
	B2	5633	75.0	1 000	56.9	42.7	67.6	1.009	0.897
	B3	2426	32.3	950	34.9	11.2	78.8	2.104	1.069
	B4	1577	21.0	800	14.2	3.0	81.8	3.367	1.153
	B5	1352	18.0	500	12.4	2.2	84.0	3.042	1.202
2	B1	7502	100	1 000	28.1	28.1	28.1	0.700	0.700
	B2	5386	71.8	1 000	58.3	41.9	70.0	0.998	0.878
	B3	2243	29.9	950	39.9	11.9	81.9	2.091	1.054
	B4	1297	17.3	800	13.8	2.4	84.3	3.365	1.120
	B5	1162	15.5	500	12.5	1.9	86.2	3.068	1.163
Kümülatif Yük %	1. Tekerrür		246.0						
	2. Tekerrür		234.5						

\*: 4. Kombinasyon: Buğdayın tavlama sırasında; 1., 2. ve son su verme işlemleri sıcak su ile yapılmıştır.

### 3.2.1. Kümülatif yük

Kümülatif yükün %250 ile %350 arasında olması istenir (ELGÜN, 1996). Çizelge 6'da görüldüğü üzere her iki tekerrürde elde edilen sonuçlar %250 değerinin altında çıkmıştır. Sadece tavlamanın 1. Kombinasyonunun 1. tekerrüründe kümülatif yük %254 bulunmuş, diğer bütün kombinasyonlarda söz konusu değer %250'nin altında çıkmıştır. Sonuç olarak, ılık tavlama uygulamalarının kümülatif yük üzerinde açıklanabilir bir etkisi görülmemiştir.

Kümülatif yük üzerine tavlama kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Deskriptif değerlendirme yapıldığında ise (Çizelge 6)); her iki tekerrürde de ekmeklik un çekiminde

Çizelge 6. Kırma Sisteminde Dört Farklı Tavlama Kombinasyonuna Göre Özetlenen Kontrol Parametreleri ve Un Özellikleri

Tekerrür	Tavlama Kombinasyonları	Kümülatif Yük	Kırma Ekstraksiyonunda				Çuvalanan Unda	
			B <sub>3</sub> Kümülatifi		Toplam Kümülatif		Toplam Un verimi (%)	Kül (%)
			Ekstraksiyon %	Kül %	Ekstraksiyon	Kül		
1	I	254	78.8	1.06	86.6	1.28	74.8	0.68
	II	207	83.1	0.96	90.1	1.15	78.3	0.65
	III	226	80.1	1.15	88.0	1.34	79.4	0.70
	IV	231	83.6	1.05	88.6	1.17	75.9	0.66
2	I	225	81.3	1.07	89.0	1.26	80.1	0.66
	II	246	78.8	1.07	84.0	1.20	84.2	0.64
	III	217	80.8	1.11	89.1	1.32	79.3	0.69
	IV	234	81.9	1.05	86.2	1.16	78.1	0.64

1. Kombinasyon : Buğdayın tavlama sırasında; 1., 2. ve son su verme işlemleri soğuk su ile yapılmıştır.
2. Kombinasyon : Buğdayın tavlama sırasında; 1. su verme sıcak, 2. ve son su verme işlemleri, soğuk su ile yapılmıştır.
3. Kombinasyon : Buğdayın tavlama sırasında; 1. ve 2. su verme sıcak, son su verme işlemleri, soğuk su ile yapılmıştır.
4. Kombinasyon : Buğdayın tavlama sırasında; 1., 2. ve son su verme işlemleri sıcak su ile yapılmıştır.

İstenen minimum değerden daha düşük ekstraksiyon değerleri elde edilmesi, primer ünitelerde ekstraksiyonun yoğun olduğuna ve biraz azalması gerektiğine işaret etmektedir. Bu durumda diyagram istenenden biraz kısa, buna bağlı olarak da unda kül miktarı istenenden biraz yüksek olacaktır (TÜRKER ve ark. 1997). Sonuç olarak yükün ileri ünitelere kaydırılması gerekmektedir. Öğütme sırasında nispi nemin daha düşük olduğu 2. tekerrürde, kuru hava şartlarına bağlı olarak ekstraksiyon artmış, buna karşılık kümülatif yük düşmüştür.

### 3.2.2. Üçüncü Kırma (B<sub>3</sub>) kümülatif ekstraksiyonu

Üçüncü kırma (B<sub>3</sub>) kümülatif ekstraksiyonunun hedeflenen un randımanına eşit olması gerekir (ELGÜN, 1996). Araştırmamızda elde edilen kümülatif ekstraksiyonlar %78,8-83,6 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin kümülatif ekstraksiyon miktarı üzerine, uygulanan tavlama işlemi kombinasyonlarının istatistiksel olarak önemli etkide bulunmadıkları tespit edilmiştir (Çizelge 7). Burada deneysel hata sapmalarının sonuçta etkili olabileceği gibi (Çizelge 7); ılık tavlama işleminin B<sub>3</sub> kümülatif ekstraksiyon miktarından çok, ekstraksiyonun kül muhtevasına özellikle de ekstraksiyon materyalinin kabuk-endosperm ayrışımına etkili olduğu sonucu da çıkarılabilir (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 7. Öğütmede Kırma Sistemi Kontrol Parametrelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları\*

VK	SD	Kümülatif Yük		B <sub>3</sub> Kümülatifi Ekstraksiyonu		B <sub>3</sub> Kümülatifi Kül		Toplam Kümülatif Kırma Ekstraksiyonu		Toplam Kırma Kümülatif Kül		Toplam Kırma Randımanı		Unda Kül	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
		Tekerrür	1	72.000	0.303ns	2.420	2.086ns	0.005	3.659ns	0.605	0.462ns	0.001	1.119ns	2.761	0.28ns
3	268.000		1.129ns	5.560	4.793ns	0.004	2.85ns	7.643	5.842ns	0.012	10.328	8.071	0.817ns	0.001	11.60*
Hata	3	237.000		1.160		0.001		1.308		0.001		9.825		0.000	

\*: p&lt;0.05 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemsiz.

Un verimleri genelde B3 kümülatifine eşit olması gerekirken, düşük randıman elde edilmiştir (Çizelge 6). Bu durum gereğinden fazla ekstraksiyon alındığını buna bağlı olarak unda kül miktarının beklenenin üzerinde olabileceğini göstermektedir.

### 3.2.3. Üçüncü kırma (B3) kümülatif külü

Bu değer, öğütmede elde edilen 1. un (patent un) kalitesi hakkında bilgi verir. Kül miktarının düşük olması istenir. Çizelge 6'da görüleceği üzere üçüncü (B<sub>3</sub>) kül oranları %0.96-1.15 arasında değişmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, uygulanan tavlama kombinasyonları, örneklerin B<sub>3</sub> kümülatif kül oranları üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki etmedikleri görülmüştür (Çizelge 7).

Üçüncü kırma kümülatif külünün, istenilen un külü değerinin, hedeflenen un külü değerinin iki katından düşük olması istenir. Bu bakımdan özellikle ilk iki su vermede sıcak suyun kullanıldığı 3. ve 4. tavlama kombinasyonları en iyi sonucu vermiştir.

1. Kombinasyona (şahite) göre diğer kombinasyonlarla tavlamanın, yani tavlama sıcak su kullanımının B3 kümülatif külünü, istatistiksel olarak önemli olmasa bile düşürdüğü görülmektedir (Çizelge 6). Buna göre ılık tavlamanın kül değeri üzerinde, soğuk tavlama göre olumlu etkisinden söz edilebilir. Sonuç olarak ilk, 2 su vermede sıcak su kullanımının 3. kırma kümülatif külünü düşürdüğü; kabuk tavi su sıcaklığının ise sonucu etkilemediği anlaşılmaktadır.

### 3.2.4. Kırma sistemi kümülatif ekstraksiyonu

Bu değer, değirmende bütün kırma ünitelerinden elde edilen total ekstraksiyonların kümülatif toplamını ve un randımanı hakkında ip uçlarını ifade etmektedir. Bu değer istenen un randımanından 10 puan daha yüksek olması istenir (ELGÜN, 1996). Fakat, istatistiksel olarak önemliliği ortaya konulamamıştır (Çizelge 7).

Araştırmamızda, toplam kümülatif ekstraksiyon değerlerinin %84,0-90,1 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Deneme sırasında değirmende tip 4 un üretimi yapılmaktaydı. Buna göre bu değer 10 puan üzeri olan 90 değerine en yakın değerlerin her iki tekrürde de ılık tavlama kombinasyonlarında (2. ve 3. kombinasyonlar) yakalanması (Çizelge 6), ılık tavlama kombinasyonlarının, total ekstraksiyon üzerinde, şahite göre olumlu etki yaptığını göstermektedir. Verilen sınırın üzerindeki ekstraksiyon un kalitesini, altında kalan değer ise un verimini düşürür (ELGÜN, 1996). Sonuç olarak ılık tavlama işleminin kümülatif ekstraksiyon üzerinde olumlu etkisinin olduğu ancak deskriptif olarak belirlenebilmiştir.

### 3.2.5. Kümülatif kırma ekstraksiyonunda kül

Total ekstraksiyon kümülatif kül değeri, değirmenciye istenilen unun külü hakkında bilgi verir.

Çizelge 6'dan izlendiğine göre söz konusu kül değerleri %1,34-1,16 arasında değişmektedir. Kırma ekstraksiyonun ve çuvallanan unda kül miktar değişimleri karşılaştırıldığında, aralarında oldukça sıkı bir ilişkinin bulunduğu, dolayısıyla ekstraksiyon külünün un kalitesini tahminde oldukça sağlam bir parametre olduğunu göstermektedir. Aynı ilişki B3 kümülatif külünde görülmektedir (Çizelge 6).

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin kümülatif kül değerleri üzerine tavlama kombinasyonları istatistiksel olarak (p<0,05) önemli derecede etkili olmuştur (Çizelge 7).

Tavlama kombinasyonlarına ait kümülatif kül miktarı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 8'de yer almıştır. Görüleceği gibi 3. ve 4. kombinasyonlarda sıcak su ile tavlamanın buğdaylara ait kümülatif kül değerlerinin 1. (şahit) ve 2. kombinasyonla tavlamanın buğdaylara nazaran daha düşük kül içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu sonuç, ılık tavlama uygulamalarının, soğuk tavlama göre kül miktarını azaltma yönünde olumlu etki yaptığını göstermektedir.

Çizelge 8. Tavlama Kombinasyonlarına Ait Kümülatif Kül Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\*

Ilık Tavlama Kombinasyonları	Toplam Kümülatif Kül (%)
1. (Tamamı soğuk su ile)	1.310 a
2. (1. su sıcak, diğerleri soğuk)	1.290 a
3. (1. ve 2. su sıcak, son su soğuk)	1.160 b
4. (Tamamı sıcak su ile)	1.180 b

\* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirlerinden farklı değildir (p<0,05).



### Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, ticari bir un değirmeninde diyagrama müdahale edilmeksizin tav suyunun ısıtılmasıyla elde edilen ılıman şartların, kırma sistemi parametrelerinden sadece ekstraksiyonda toplam kümülatif kül üzerine istatistiki olarak önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) etkili olduğu, diğer kırma sistemi parametrelerinde beklenen olumlu etkiyi ancak deskriptif değerler itibarıyla gösterebildiği görülmüştür. Sonuç olarak 1. ve 2. su verme aşamalarında verilen sıcak tav suyunun, özellikle kül miktarını düşürücü etkisi açıkça görülmüştür. Kül miktarının düşürülmesinde, ısıtma işleminin kabuk-endosperm ayrışmasını artırması etkili olmuştur.

Ayrıca Kümülatif Kırma Ekstraksiyonu Külünün, un külünü tahmin etmede en güvenilir parametre olduğu, diğer parametrelerinde gerektiğinde kullanılabileceği anlaşılmıştır.

### KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1972. Tahıl ve Tahıl Mamulleri Rutubet Tayini (Etüvde Kurutma Metoduyla) TS 1135. T.S.E., Ankara.
- ANONYMOUS, 1974. Tahıllar, Baklagiller ve Bunların Ürünlerinin Kül Tayini, TS 1515. T.S.E., Ankara.
- ANONYMOUS, 1986. Buğday Sedimentasyon İndeks Tayini-Zeleny Deneyi, TS4867. T.S.E., Ankara.
- ANONYMOUS, 1990. Alım ve Muhafaza İşleri İzahnamesi. TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ANONYMOUS, 1994. ICC Standard No: 155, Approved: 1994. Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index Acct. Perten) of whole wheat meal and wheat flour (Tr. aestivum).
- ANONYMOUS, 1997. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Buğday Değerlendirme Notu.
- CLEVE, H., 1958. Konditionierungsprobleme. Die Mühle 95:182.
- DASKALOVA, Z., BALDZHIEV, D., SHIKRENOV, D., 1980. Effect of dielectric heating on conditioning period of wheat, *Khronitelna Promioblenost*; 29(5); 19-22.
- DOTY, N.C., BAKER, C.W. 1977. Microwave Conditioning of Hard Red Spring Wheat I. Effect of Wide Power Range of Flour and Bread Quality. *Cereal Chem.* 54: 717
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O ve GÜRBÜZ, F., 1997. Araştırma ve Deneme Metotları-II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. I Yayın. No: 1021, Ankara.
- ELGÜN, A. ve ERTUGAY, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Yay. No: 718, II. Yayınları, No: 297, İkinci baskı, Erzurum.
- ELGÜN, A., TÜRKER, S., 1994. Un Değirmenciliklerinde Prodüktivite Sorunları. 1. Türkiye Değirmencilik Sanayii ve Teknolojisi Sempozyumu Bildirimi Kitabı, Konya.
- ELGÜN, A., 1996. Öğütme Teknolojisi-2 (Ders notları) S.Ü. Teknik Meslek Yüksek Okulu Değirmencilik Programı, Konya.
- GROSSE, 1929. Sollicheinen weizervareibereiter einbauen Die Mühle. 66: 1089-1094.
- JONES, D.D. 1949. Product and Market Dynamics in the International Breakfast Cereal Industry, *Cereal Foods World*, Vol 37, No: 5.
- KATHURIA, D.K. ve SIDHUA, JS. 1984a. Indian Durum Wheats I. Effect of Conditioning Treatment on the Milling Quality and Composition of Semolina. *Cereal Chem.* 61: 460.
- KATHURIA, D.K. ve SIDHUA, JS. 1984b. Indian Durum Wheats II. Effect of Conditioning Treatment on the Quality of Spaghetti. *Cereal Chem.* 61: 463.
- KENT, N.L. 1990. *Technology of Cereals*. Pergamon Press, Oxford, U.K.
- LOCK WOOD, J., 1962. *Flour Milling*. Henry Simon Limited, England.
- OĞUZ, C., 1997. Türkiye Buğday Üretimi ve Unlu Mamüller Sanayii 2. Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu Bildiri Kitabı, Karaman.
- ÖZKAYA, H., 1986. Öğütme Teknolojisi ve Un Kalitesi. SEGEM seminer notları, Ankara.
- POMERANZ, Y., 1988. *Wheat Chemistry and Technology* AA CC. st. Paul., Minn, USA
- SEÇKİN, R., 1986. Buğday tanesinin fiziki özellikleri öğütmenin temel prensipleri ve unda bazı kalite kriterleri. *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi*, Özel Sayı, 11:51-56.
- TÜRKER, S., ELGÜN A., ŞAHİN, R., 1997. Fabrika şartlarında uygulanan soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin buğdayın öğütme özellikleri ve un kalitesine etkileri. *Un Mamülleri Dünyası* 6(2): 17-27.
- ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analizleri. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, Bornova, İzmir.
- ÜNAL, S. 1984. Buğday Öğütme Teknolojisi SEGEM Seminer notları, İzmir.
- WISHER, F.W., ve Shelenberge, S.A., 1949. Relationship of physical factors to the granulation of flour. *Norwest Miller* 238 Sec. 2 (II): 1a.
- WOGGLE, DH., MCMASTERS M.M. ve WARD, A.B. 1964. Changes in Some Properties of the Aleuron Cell Layer Caused by Steam Conditioning. *Cereal Chem.* 41:401