



Tahıl Teknolojisi

Öğütme Prosesi ve Un Verimi

Arş. Gör. İrem SAKA
iozkeser@ankara.edu.tr

- Buğdayın öğütme kalitesinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulacak en önemli faktörlerden biri, belli miktar buğdaydan alınacak un miktarı yani "un verimi"dir.
- Buğdayın öğütme kalitesi bazı fiziksel özelliklerine (hacim ağırlığı, tane ağırlığı, tane şekli vs.) bakılarak tahmin edilebileceği gibi, laboratuvarlarda deneysel ölçekli değirmenler kullanılarak daha objektif olarak da tayin edilebilir.
- Laboratuvar değirmenleri ile hem buğdayların öğütme performansı hakkında bilgi edinilir, hem de elde edilen unların analitik, reolojik ve ekmeklik kalitelerinin araştırılması için materyal temin edilmiş olur.



- Deneysel öğütme sonuçlarının karşılaştırılabilir olması için öğütmenin yapıldığı yerin sıcaklık ve nisbi neminin sabit olması gerekir. Aksi halde sonuçlar etkilenir.

❖ **Sıcaklık 24°C,**

❖ **Nisbi rutubet %65-70**

- Örneğin ortam nisbi neminin %35'den sonra her %10'luk artışı un rutubetinin %0.5 oranında artmasına, öğütme ve eleme etkinliğinin ise düşmesine neden olur.



- Buğdayın öğütme kalitesinin tayini için;

- % un külü/ % buğday külü

- Kül değer sayısı= $[\text{Un külü (\%)} / \text{Un verimi (\%)}] * 100$

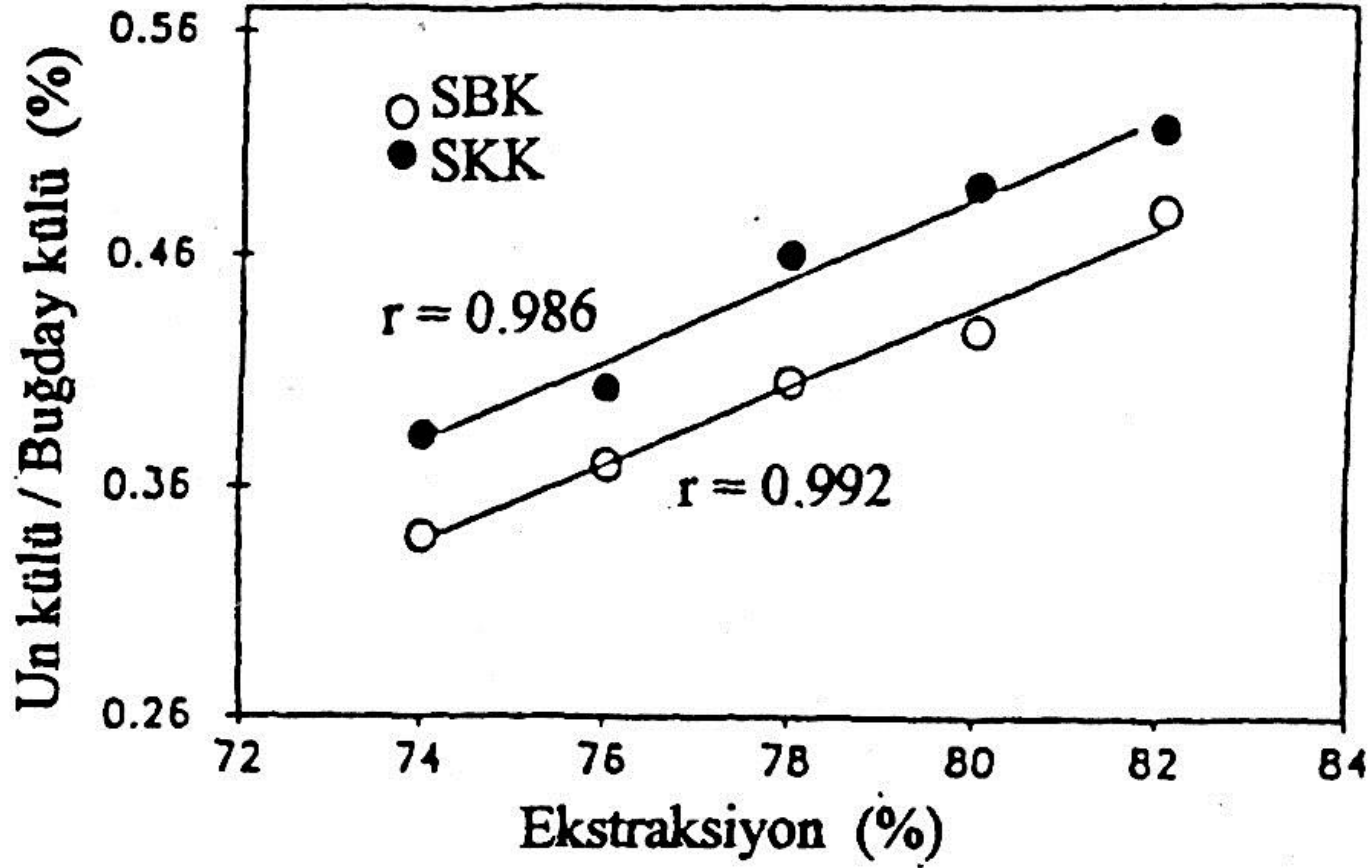
Bu değerlerin **düşük** olması öğütme performansının veya buğdayın öğütme kalitesinin iyi olduğunu gösterir.

- Un verimi (%)

- Öğütme derecesi= $\text{Ekstraksiyon (\%)} - (\text{Un külü} * 100)$

- Öğütme değeri= $\text{Ekstraksiyon} - \text{Kent-Jones renk değeri}$

Bu değerlerin **yüksek** olması öğütme performansının veya buğdayın öğütme kalitesinin iyi olduğunu gösterir .



Şekil 1. Un külü / buğday külü orantısının ekstraksiyonla ilişkisi

Bühler laboratuvar değirmi ni ile un veriminin tayini



- **Buğdayın öğütmeye hazırlanması:**

- Yabancı maddelerinden ayrılır.
- Temizlenen buğdayda tane sertliği tayini yapıp pearling indeks (PI) değeri belirlenir.
- Tane sertliği belirlenen buğdayda, PI değerine bağlı olarak tavlama rutubeti hesaplanır. Bu rutubete göre de aşağıdaki formülle buğdaya tavlama sırasında verilecek su miktarı hesaplanır.

$$W= A [(F2-F1) / (100-F2)]$$

Tablo1. Buğdayların PI değerlerine göre optimum tavlama rutubetleri

Pearling indeks (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

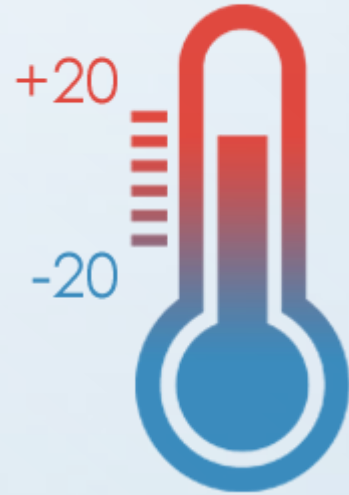
- **Tavlama**; tane rutubetini optimum düzeye getirme işlemidir. Bu sayede;

-Endosperm ve kabuk arasındaki fiziksel fark artırılır.

-Tane öğütmeye elverişli hale getirilmiş olur.

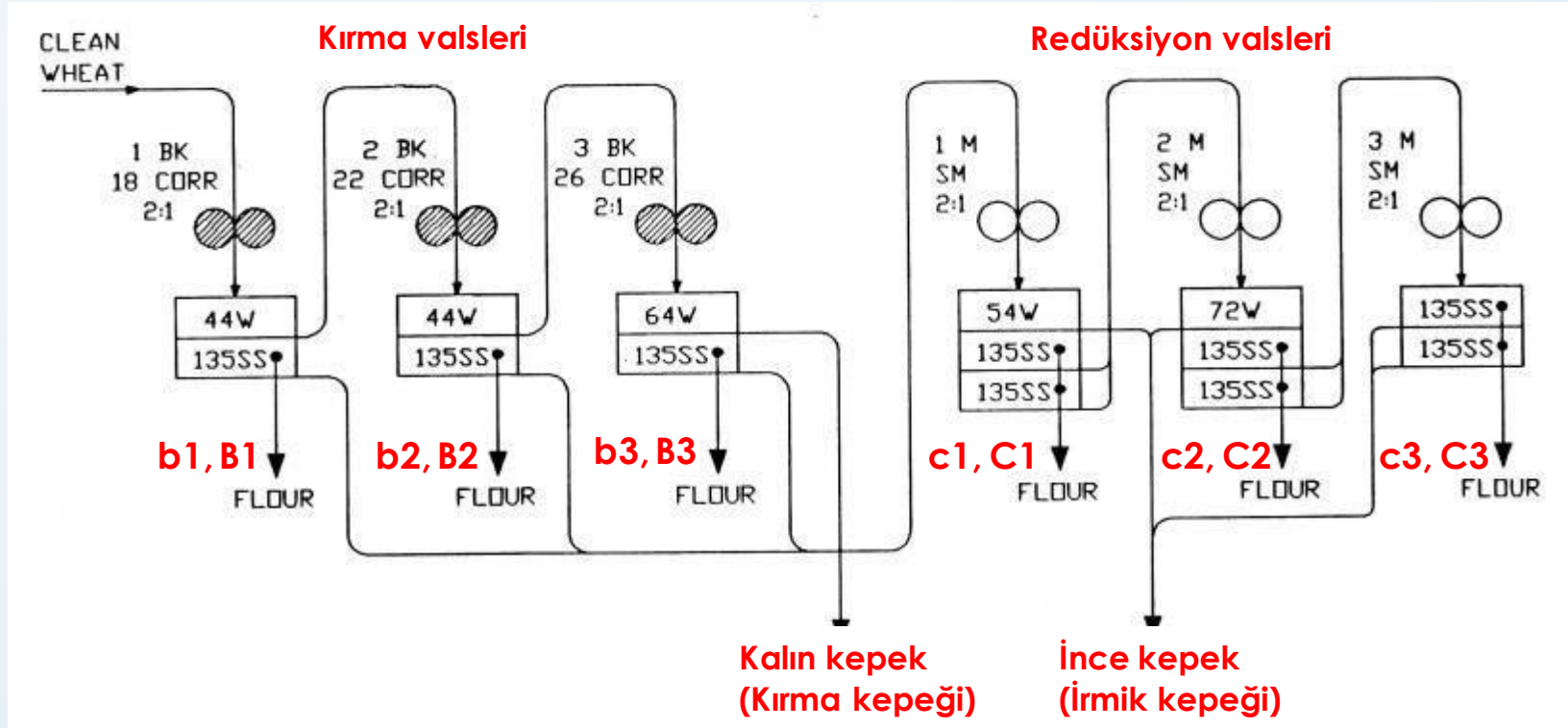
- Tavlamada önemli olan 3 kriter vardır:

1. Sıcaklık
2. Rutubet
3. Süre



- Buğday tavlandıktan sonra öğütme aşamasına geçilir.
 1. Değirmen odasının sıcaklığı ve rutubeti
 2. Buğday akış hızı
 3. Buğday miktarı
 4. Öğütme
 5. Temizleme
 6. Tartım





Şekil 2. Bühler laboratuvar değirmeni akım şeması

Küçük harfler % kül miktarlarını büyük harfler ise % ekstraksiyon miktarlarını ifade etmektedir.



B unları kırma unları
C unları redüksiyon unları



Tablo 2. Öğütme Protokolü

Buğday çeşidi	
Öğütme odası sıcaklığı	°C
Öğütme odası rutubeti	%
Öğütülecek buğday miktarı	g
Buğday akış hızı	kg/h
Rutubet miktarı	%
PI	%
Pasaj verimleri (%)	
B1	
B2	
B3	
C1	
C2	
C3	
Toplam un	
Kırma kepeği (%)	
İrmik kepeği (%)	
Kayıp	%
İrmik verimi	%
İncelme derecesi	%
Toplam unun külü	%

$$\text{Un verimi (\%)} = B1 + B2 + B3 + C1 + C2 + C3 + 2/3 \text{ kayıp}$$

$$\text{İrmik verimi (\%)} = 100 - (B1 + B2 + B3 + \text{kırma kepeği})$$

$$\text{İrmiğin incelme derecesi (\%)} = (C1 + C2 + C3 + 2/3 \text{ kayıp}) 100 / \text{İrmik Verimi}$$

$$\text{Kül değer sayısı} = \text{Kül miktarı (K.M. \%)} \times 100 / \text{Un verimi (\%)}$$

$$\text{Toplam un} = B1 + B2 + B3 + C1 + C2 + C3$$

$$\text{Kayıp} = \text{Başlangıçtaki buğday miktarı} - (\text{Toplam un} + \text{kırma kepeği} + \text{irmik kepeği})$$

$$\text{Toplam unun külü (\%)} = \frac{B1*b1 + B2*b2 + B3*b3 + C1*c1 + C2*c2 + C3*c3}{(B1 + B2 + B3 + C1 + C2 + C3)}$$

*Küçük harfler % kül miktarlarını büyük harfler ise % ekstraksiyon miktarlarını ifade etmektedir.

Örneğin;

B1: 400 g, b1: % 0.65, → % 8

B2: 350 g, b2: % 0.60, → % 7

B3: 325 g, b3: % 0.60, → % 6.5

C1: 1400 g, c1: % 0.45, → % 28

C2: 635 g, c2: % 0.45, → % 12.7

C3: 520 g, c3: % 0.40 → % 10.4

Kırma kepeği: 710 g, → % 14.2

İrmik kepeği: 550 g → % 11

Toplam buğday: 5 kg

Un verimi (%) = B1 + B2 + B3 + C1 + C2 + C3 + 2/3 kayıp

İrmik verimi (%) = 100 – (B1 + B2 + B3 + kırma kepeği)

İrmiğin incelme derecesi (%) = (C1 + C2 + C3 + 2/3 kayıp) 100 / İrmik Verimi

Kül değer sayısı = Kül miktarı (K.M. %) x 100 / Un verimi (%)

Toplam un= 400+350+325+1400+635+520 = 3630 g ✓

Kayıp= 5000- (3630+710+550)= 110 g → %2.2 ✓

Toplam unun külü= $\frac{400*0.65 + 350*0.6 + 325*0.6 + 1400*0.45 + 635*0.45 + 520*0.4}{400 + 350 + 325 + 1400 + 635 + 520} = \% 0.49$ ✓

Un verimi (%)= 8 + 7 + 6.5 + 28 + 12.7 + 10.4 + 2/3*2.2 = % 74.07 ✓

İrmik verimi (%)= 100 – (8 + 7 + 6.5 + 14.2) = % 64.3 ✓

İrmik incelme derecesi (%)= $\frac{(28 + 12.7 + 10.4 + 2/3* 2.2) * 100}{64.3} = \% 81.76$ ✓

Kül değer sayısı= $\frac{0.49 * 100}{74.07} = \% 0.66$ ✓

Tablo 3. Buğdayın un verimine göre değerlendirilmesi

Un verimi (%)	Değerlendirme
72<	Çok iyi
68-72	İyi
62-68	Orta
62>	Düşük

Toplam unun kül miktarı % 0.55 ve altında bir değer ise buğdayın un veriminin değerlendirilmesi Tablo 3'e göre yapılır.

Buna göre, toplam unun kül miktarı % 0.49 olan buğdayın un verimi % 74.07 olarak hesaplandığında, buğdayın un veriminin çok iyi olduğu yorumu yapılabilir.



Kurve indeksi değeri ve kül kurvesi



- Laboratuvarlardan elde edilen sonuçlara göre buğdayın öğütme performansı değerlendirilebilirse de laboratuvar değirmeni sonuçları ticari değirmenlere bire bir uygulanamaz.
- Ticari değirmenlerde un verimi (ekstraksiyon) yanında unun kül miktarı da dikkate alınarak hem buğdayın öğütme kalitesinin hem de değirmenin öğütme etkinliğinin değerlendirilmesi yapılır.
- Bunun dışında öğütme etkinliğinin değerlendirilmesinde en yaygın yöntem **kül kurvesi yöntemi**dir.
- Bu yöntemle göre her un pasajının ağırlığı, külü ve rutubeti belirlenerek bir çizelge oluşturulur. Buna göre kül kurvesi elde edilir.



Tablo 4. Kül kurvesinin çiziminde kullanılan parametreler*

A Pasaj	B Ekstraksiyon % (**)	C Total ekstraksiyon %	D Kül %	E B*D	F Toplam B*D	G Ortalama ağırlıklı kül % F/C

* :% 14 rutubet esasına göre

** :Toplam unun % si olarak elde edilen un

- Buna göre;
 - I. Pasaj unlarının kül yüzdeleri belli bir rutubet esasına ((K.M veya %14 rutubet) göre düzeltilir.
 - II. Pasajlar kül oranına göre en düşük küle sahip olan en başa gelecek şekilde sıralanıp çizelgede “D” sütununa yazılır.
 - III. “A” sütununa bu kül değerlerine karşılık gelen pasaj isimleri yazılır.
 - IV. Çizelgede “B” sütununa bu pasajların ekstraksiyon oranları % olarak yazılır ve diğer değerler hesaplanır.
 - V. En son ortalama ağırlıklı kül değerlerine (“G”) karşılık gelen total ekstraksiyon değerleri (“C”) dikkate alınarak kül kurvesi elde edilir.
 - VI. Kül kurvesi genelde %60 ekstraksiyona kadar yatay bir yol izlemesine karşın bu noktadan sonra hızla yükselir (Şekil 3).
 - VII. Kül kurvesinden çıkarılan "kurve indeksi" kül kurvesinin şeklini belirtir ve buğdayın öğütme performansı hakkında fikir verir. Sonuçta elde edilen sayı ne kadar düşükse performans o kadar iyidir.

Pasaj Ekstraksiyon Kül

A:	2.5	0.39
B:	24	0.36
C:	20	0.35
D:	8.7	0.37
E-G:	7.6	0.39
F:	1.5	0.6
H:	6.6	0.42
J:	1.2	0.7
L:	2.1	0.7
M:	1.7	0.7
N:	1.8	0.8
X:	2.5	0.65
B2:	4.2	0.57
KT:	2.6	1.23
KMIE:	2.3	0.48
K:	2.9	0.5
1K:	0.9	0.52
2K:	3.5	0.48
3K:	1.5	0.5
4K:	1.3	0.64
5K:	0.6	0.85

A Pasaj	B Ekstraksiyon % (**)	C Total ekstraksiyon %	D Kül %	E B*D	F Toplam B*D	G Ortalama ağırlıklı kül % F/C
C	20	20	0.35	$20*0.35=7$	7	$7/20=0.35$
B	24	44	0.36	$24*0.36=8.64$	15.64	$15.64/44=0.355$
D	8.7	52.7	0.37	$8.7*0.37=3.22$	18.86	$18.86/52.7=0.358$
E-G	7.6	60.3	0.39	$7.6*0.39=2.96$	21.82	$21.82/60.3=0.362$
A	2.5	62.8	0.39	$2.5*0.39=0.98$	22.8	$22.8/62.8=0.363$
.
.
.

=100

2

3

4

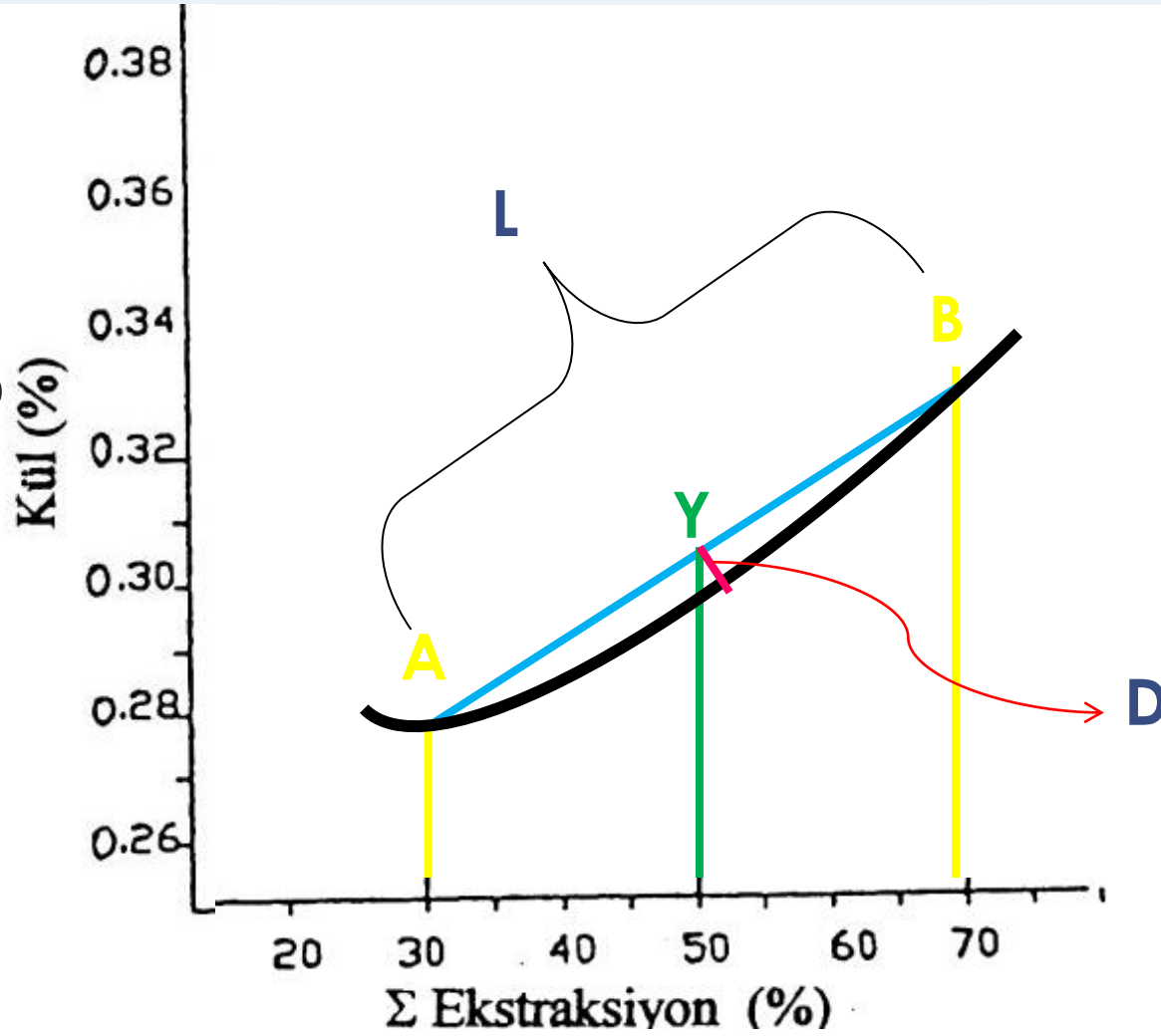
1

5

6

7

Ortalama ağırlıklı kül değerlerine (“G”) karşılık gelen total ekstraksiyon değerleri (“C”) dikkate alınarak kül kurvesi çizilir.



Şekil 3. Kül kurvesi

L:Kül kurvesinde total ürünün (1. kırma valsine gelen buğday % 100) % 30 ve % 70'i arasındaki (AB noktaları arası) kışın uzunluğu, cm

D:Y noktasının kurveye uzaklığı (Y noktasının AB doğrusuna çizilen dikin uzunluğu, cm

Y:Total ürünün %50 noktasından çizilen dikin AB doğrusunu kestiği nokta

$$\text{Kurve İndeksi} = L - 2D$$

- Kurve indeksi değirmenlerin öğütme performansını ya da buğdayların öğütme kalitesi karşılaştırmada kullanılan bir kriterdir.
- Kurve indeksi **düşük** olan buğdayın öğütme kalitesi daha iyidir.
- Kurve indeksi **düşük** olan buğday için, öğütüldüğü değirmenin öğütme performansı daha iyidir.

ÖDEV 1

B1: 320 g,
B2: 200 g,
B3: 180 g,
C1: 1300 g,
C2: 800 g,
C3: 550 g,
Kırma kepeği: 885 g,
İrmik kepeği: 625 g,
Toplam unun külü = % 0.55
Toplam buğday: 5 kg

**Un Verimi,
İrmik verimi,
İrmik incelme derecesi ve
Kül değer sayısı hesaplayın.**

Un verimini tablodan yorumlayın.

ÖDEV 2

<u>Pasaj</u>	<u>Ekstraksiyon</u>	<u>Kül</u>
A:	2.5	0.39
B:	26	0.36
C:	23	0.35
D:	8.7	0.37
E-G:	6.6	0.4
F:	1.3	0.61
H:	5.8	0.41
J:	1.2	0.75
L:	2.1	0.7
M:	1.7	0.7
N:	1.7	0.8
X:	2.5	0.65
B2:	2.2	0.59
KT:	2.6	1.12
KMIE:	2.0	0.52
K:	3.1	0.49
1K:	0.9	0.53
2K:	2.5	0.48
3K:	1.5	0.5
4K:	1.5	0.64
5K:	0.6	0.83

Kül kurvesini çizin.

Kurve indeksini hesaplayın.

**Kurve indeksi 5.5 bulunan bir
buğdayla kendi örneğinizi
kıyaslayın.**

Yorumlayın.