



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİFT KATLI VALSLERDE TOP SAYISININ 3' E İNDİRİLMESİNİN
ÖĞÜTMEMEYE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kâşif ASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Kâşif Aslan tarafından hazırlanan “Çift Katlı Valslerde Top Sayısının 3’e İndirilmesinin Öğütmeye Etkilerinin Araştırılması” adlı tez çalışması 24/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. İlhan ASİLTÜRK

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf YILMAZ

.....

Üye

Prof. Dr. Mehmet BAĞCI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Kâşif ASLAN

Tarih: 03.10.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİFT KATLI VALSLERDE TOP SAYISININ 3'E İNDİRİLMESİNİN ÖĞÜTMEME ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Kâşif ASLAN

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf YILMAZ

2024, 73 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İlhan ASILTÜRK
Prof. Dr. Mehmet BAĞCI
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf YILMAZ

Mühendislikte optimum çalışma ve maliyet esas alınmaktadır. Gerek parça maliyeti gerek iş yükü maliyeti gerekse süre yönüyle en uygun çözümler getirmek çok önem arz etmektedir. Dünya genelinde mühendislik mesleği ne kadar teknik bir durum olarak görülse de yapılan işlerde maliyet çalışması bu meslekte olmazsa olmaz bir konu haline gelmiştir.

Bu tez çalışmasında, un fabrikalarında kullanılan çift katlı vals makinelerinin 3 silindir top ile çalıştırılması ve 4 silindir top ile çalıştırılan vals makinelerinin çalıştırılmasının karşılaştırılmasının etkilerini gözlemleyerek öğütmeye olan etkileri incelenmiş olup 4 silindir top yerine 3 silindir top kullanılarak, iki makine arasındaki öğütme olarak bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. İki makineden de aynı laboratuvar ortamlarda 200, 600, 1000'er kg'lık buğdaylar ile toplamda 156 adet deney yapılmıştır. Karşılaştırmalı deney sonuçlarına göre ki bu deneyler un fabrikalarında öğütme kalitesi için yapılan standart deney aşamaları olup deneyler;

* silindir toplarının yiv özellikleri

* valse gelen yük debisi ve vals özellikleri

* vals hız ve çevrim oranları gibi parametreler kullanılarak yapılmıştır. Yapılan bu deney sonuçlarının öğütme olarak birbirine yakın olması, çift katlı bir valste 4 silindir top yerine makinenin tüm şartları sağlandıktan sonra 3 silindir top kullanılmasının öğütmeye bir mahsuru olmadığı görülmüştür.

Deneylerde, vals toplarının yiv sayıları, eğim açıları göz önüne alınarak topların birbirlerine olan duruşları ve iki silindir toplar arası mesafeler deney sonuçlarını belirlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Değirmen makinesi, Öğütme, Silindir top, Vals makine.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF REDUCING THE NUMBER OF BALLS TO 3 IN DOUBLE-DECK ROLLER MILLS ON GRINDING

Kâşif ASLAN

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Mechanical Engineering**

Advisor: Assist. Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

2024, 73 Pages

**Jury
Prof. Dr. İlhan ASILTÜRK
Prof. Dr. Mehmet BAĞCI
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf YILMAZ**

In engineering, optimum work and cost are taken as basis. It is very important to find the most appropriate solutions in terms of part cost, workload cost and time. Although the engineering profession is seen as a technical one throughout the world, cost analysis has become an indispensable issue in this profession.

In this thesis study, the effects on grinding were examined by observing the effects of operating double-decker roller mills used in flour factories with 3 roller balls and comparing the roller mills operated with 4 roller balls. By using 3 roller balls instead of 4 roller balls, there is a difference in grinding between the two machines. It has been investigated that it does not exist. A total of 156 experiments were carried out with 200, 600 and 1000 kg of wheat from both machines in the same laboratory environments. According to the comparative test results, these tests are standard test stages for grinding quality in flour factories and the tests are;

- * groove characteristics of roller balls
- * load flow to the roller mill and roller characteristics

* Made using parameters such as roll speed and cycle rates. The results of these tests are close to each other in terms of grinding, and it has been seen that using 3 roller balls instead of 4 roller balls in a double-deck roller mill does not cause any harm to grinding after all the conditions of the machine are met.

In the experiments, the number of grooves of the rollers, their positions towards each other and the distances between the two roller balls, taking into account their inclination angles, determined the experimental results.

Keywords: Wheat, Mill machine, Grinding, Roller ball, Roller machine.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. TEORİK ESASLAR	4
3.1. Valsler	4
3.1.1. Valslerin gövde yapısı	7
3.1.2. Valslerin besleme ünitesi	9
3.1.3. Danelik topları	9
3.1.4. Vals toplarının çalışma hızları	11
3.1.5. Vals topu hızlarının ve yatak dizaynının öğütmeye etkileri	11
3.2. Vals Topları	12
3.2.1. Vals topu yatağı dizaynı	14
3.2.2. Vals topu tahrik ve temizleme elemanları	17
3.2.3. Vals topu ayar mekanizmaları	19
3.2.4. Vals topu özellikleri	20
3.2.4.1. Vals topu çapı	20
3.2.4.2. Yiv sayısı ve profilleri	21
3.2.4.3. Vals topu kalem açıları	23
3.2.4.4. Vals topu yiv eğimi (Drall)	25
3.2.4.5. Vals topu montaj tipleri (Yiv Pozisyonları)	26
3.2.4.5.1. Sırt/Sırtta monte edilen vals topları	27
3.2.4.5.2. Dış / sırtta monte edilen vals topları	28
3.2.4.5.3. Sırt / Dışta monte edilen vals topları	29
3.2.4.5.4. Dış / Dışta monte edilen vals topları	29
3.3. Kıрма Valslerinde Top Montajı ve Öğütme Aralığının Matematiksel Açıklaması	31
3.4. Kırmada Etkenlik Sayısının Tespiti	35
3.5. Buğday Tanesinin Yapısal Özellikleri	39
4. MATERYAL VE METOD	43
4.1. Öğütme Sistemi	43
4.2. Deneyin Yürütülmesi	43
4.3. Öğütme Değerlerinin Etkilerinin DeneySEL İncelenmesi	44
4.4. Öğütme Denemeleri	44
5. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA	46
5.1. Yiv Özelliklerinin Öğütmeye Etkileri	46

5.1.1. Top montaj şeklinin öğütmeye etkileri.....	46
5.1.2. Top yiv sıklığının öğütmeye etkileri	48
5.1.3. Top yiv eğimlerinin öğütmeye etkileri	52
5.1.4. Top yivi kesme açısının öğütmeye etkileri.....	52
5.1.5. Top yivi sırt açısının öğütmeye etkileri.....	54
5.2. Yük Debisi ve Vals Özelliklerinin Öğütmeye Etkisi.....	55
5.2.1. Farklı yük debisi ve öğütme aralığının etkileri.....	55
5.2.2. Yüksek hızda sık yivlenmiş vals topunun öğütmeye etkileri	55
5.2.3. Yüksek hızda seyrek yivlenmiş vals topunun etkileri	56
5.2.4. Vals hızının ve çevrim oranının kırmaya etkisi.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	60
EKLER	63



SİMGELER VE KISALTMALAR

α	:	Kesme açısı (yiv açısı)
β	:	Sırt açısı
b	:	Kalem uç yüzeyi
b_R	:	Yiv genişliği (yiv başlığı)
b_{Ref}	:	Efektif yiv genişliği (yiv boşluğu yok)
b_{Sp}	:	Yiv boşluğu, yiv ucu genişliği
b_M	:	Öğütme boşluğu genişliği
h_R	:	Yiv derinliği, (yükseklik)
d	:	Kırılan tane çapı
D/D	:	Diş / Dişe
D/S	:	Diş / Sırta
d_W	:	vals çapı
d_T	:	sınır çekirdek çapı
d_{Tr}	:	sınır çekirdek çapı (diş- dişe montaj için)
d_{Tr}	:	sınır çekirdek çapı (sırt-sırta montaj için)
n	:	faktörler tablosundan alınan sayı
R	:	Büyük top yarıçapı
r	:	Küçük topta öğütme bölgesi
S	:	Büyük topta öğütme bölgesi
s	:	Küçük topta öğütme bölgesi
S/S	:	Sırt / Sırta
S/D	:	Sırt / Dişe

1. GİRİŞ

Buğday mısır gibi sert taneli ürünler önceleri içi oyulmuş taş havanlarda dövülerek öğütülürdü. Bu usulün yerini zamanla taş el değirmenleri almıştır. Taşların döndürülmesi yoluyla sağlanan öğütme gücü zamanla rüzgâr ve su enerjisi kullanılmak suretiyle geliştirilmiştir.

19. yüzyıl ortalarında Macarlar tarafından modern değirmencilikğin esasını teşkil eden Valsler arasında öğütme tekniği geliştirilmiştir. Bu icattan sonra un üretimi sanayi şekline dönüşmüş ve hızla gelişerek zamanımızda bin ton ve üzerinde buğday üretebilecek kapasitede modern fabrikalar kurulmuştur. Son gelişme olarak ise elektronik ve bilgisayarlar un sanayisine girmiş artık un üretimleri otomasyon sistemi olarak üretimlere devam etmektedir. Günümüz teknolojisinde artık vals, elek vs. tür makineler bu işlemi görmektedir.

Değirmen makinelerinin çeşitleri olarak vals makinesinin de tek ve çift katlı olan türleri vardır. İşlemlerin daha hızlanması için tek katlı olan vals makinelerinin çift katlısı çıkmış olup şu anda birçok firmada kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada ise çift katlı valslerde bulunan 4 adet silindir topların yerine 3 top silindir kullanılarak hem yüzde 25 oranında malzeme maliyetinin düşürülmesi hem enerji sarfiyatının belirli hacimde azaltılması hem de süre bakımından daha kısa zamanda işlem yapılabilmesi sağlanmıştır.

Öğütme aşamasında kullanılan; vals makinesinde devam eden işlem sırasında çıkan kül miktarı ve una yapışan kepeklerin hacimsel durumu, buğday materyalinde kırma oranları, öğütme sırasındaki un ayrışması, işlemler sonucunda çıkan un miktarı vs. gibi değerler deney esnasında projeye yön göstermiş ve sonuçların değerlendirilmesinde bu aşamalar kullanılmıştır.

3 top silindirli vals makinesi ile 4 top silindirli vals arasındaki benzer durumu ölçmek için 3 ve 4 top silindirli vals makinelerinde birbirine yakın öğütme aralıkları kullanılarak (0,6, 0,8, 1 ve 0,7, 0,9 ve 1,1) sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Buğday tanesinin öğütmeye hazırlanması sürecinde geçirdiği safhalar incelenmiştir (Klabunde 1958)

Değirmencilikte, buğday maliyetleri toplam un maliyetinin yüzde 80'inden fazlasını oluşturduğundan un randımanında sağlanan her bir ekstra kazanç, kâra yansır. Özellikle rekabetçi bir ortamda böyle bir kazanç önemlidir. Aynı zamanda, nihai ürünlerin kabul edilebilir olan optimum rutubet düzeylerine sahip olmasını sağlamak için yüksek düzeyde verimliliğin sürdürülmesi zorunludur. Buğdayda eleme sürecindeki ve uygun olmayan filtre sistemindeki kayıpların engellenmesi için de verimliliğin sürdürülmesi elzemdir. (Ashok Sarkar – 7 Haziran 2018)

Klasik anlamda öğütme, tanenin sadece una kırılması olarak düşünülürken, günümüzdeki anlamı;

1. Taneyi açıp, kabuğu (kepek + rüşeym) endospermden ayırmak,
2. Normal nişasta zedelenmesi ile endospermi una indirgemektir.

Bu işlemler, modern un değirmencilğinde;

a) vals sistemleri,

b) elekler gibi iki ana mekanizasyon unsuru ile bunların yanında irmik ve kepek saflaştırma düzenleri, taşıyıcılar, besleme ve akış kontrol düzenleri vs. gibi yardımcı düzenlerle başanlır (elgün ve ertugay, 1995)

Makul bir vals hızı ve vals yüzeyinin şartları, malzemelerin öğütme alanına doğru şekilde girmesini etkiler. Eğer besleme doğru şekilde yapılmıyorsa, malzemeler birbirine çarparak iki vals topu arasında sıkışır ve öğütme alanına doğrudan giremez. Dolayısıyla verim ve öğütme etkisi etkilenir. Bununla birlikte hız çok yüksek olursa, üretim hızı için yararlı olur ancak yanlış beslemeye ve malzemelerin öğütme alanında birikmesine yol açar. (Sophia Ren – 7 Haziran 2018)

Modern öğütme tekniği üzerine çalışmalar (früh 1972)

Modern öğütme sisteminde kullanılan valslerdeki gelişmeler, unun kalitesi ve değirmencilikte rantabilite üzerinde çalışmalar (Haltmaier 1977; Hawallek 1979; Pratique 1960; Wiget 1957)

Nambisch ve demidov (1955), chusid (1959), moog (1957), koningsmann (1957), pratique (1959) tarafından yapılan çalışmalarda, ortalama vals hızı dikkate alındığında vals toplarının çapraz yataklanması sonucu öğütme kapasitelerinin arttığı görülmüştür (klein, schiphorst 1979).

Unun kül muhtevası; un pasajlarının kül muhtevasının artışı, kepek parçalanma derecesini ve ayrışmasını gösterir. Özellikle ilk üç redüksiyonun kül muhtevasının düşüklüğü, öğütmenin başarısında oldukça önemli bir parametredir (elgün ve ertugay 1995)

Valslerdeki gelişmeler ve bu konudaki ileri teknolojiye sahip ülkelerin ürettiği makinalar üzerinde yapılan çalışmalar (Guerich 1978; Lippuner 1982; Matwath 1979)

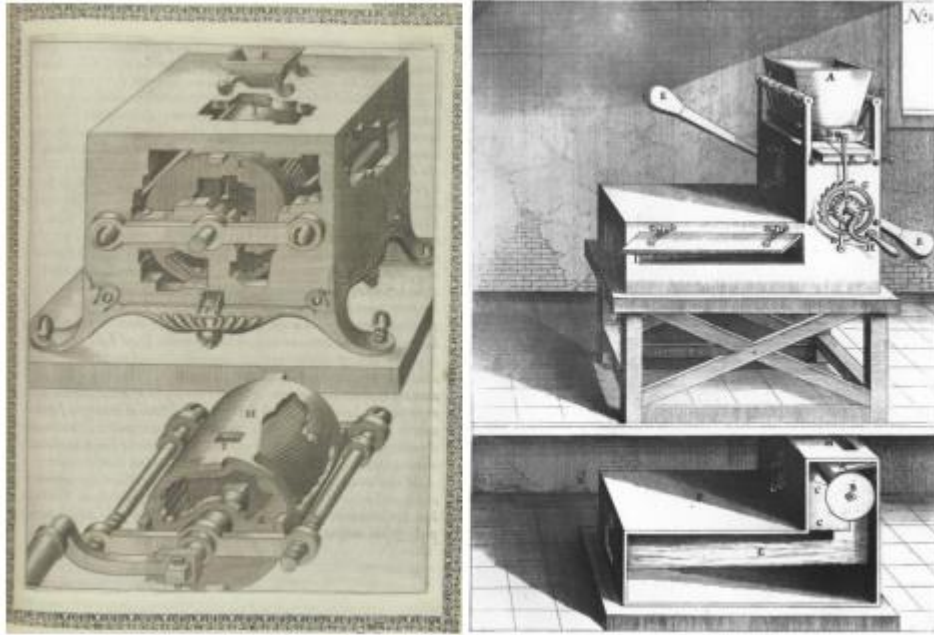
Yatay yataklanmış vals toplarında ise (denezit 1978, guerin 1978, matwoff 1979, lippuner 1982) daha yüksek vals hızlarının mümkün olduğu konstrüksiyonlar elde edilmiştir.

Yatay yataklanmış vals toplarında daha yüksek vals hızlarının mümkün olduğu konstrüksiyonlar elde edilmiştir. (Denezit 1978; Guerin 1978; Lippuner 1982; Matwoff 1979)

3. TEORİK ESASLAR

3.1. Valsler

Değirmencilik sektöründe ilk vals “Ramelli Valsli Değirmeni” isminde 1588 yılında imalata girmiştir. Valslerin, çarklar ile yer değiştirmesinden ilk olarak bahsedilmesi Agostino Ramelli’nin el kitabındaki şekiller ve çizimler ile olmuştur. (Şekil 3.1). Bu tip valsler iki konik parçadan oluşan birbiri içine geçmiş mantık olarak aynı çalışan valslerdir. Bu vals konik taş ile aynı sistemde çalışmaktadır. Bu valsın fark oluşturan özelliği ise çıkan ürün inceliğinin konik kısmının aksenel hareket ile ayarlanıyor olmasıdır. (Früh 1966)

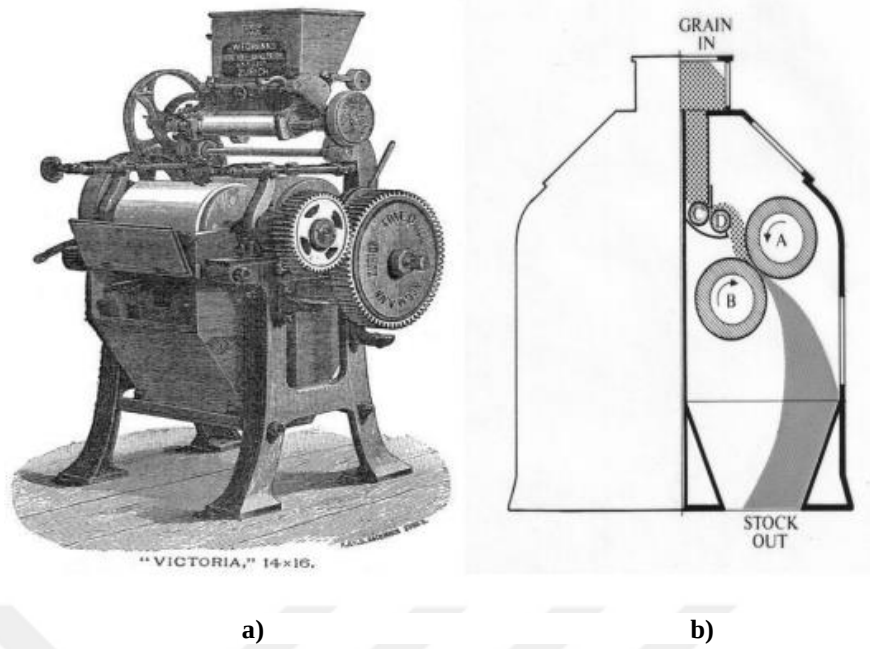


a)

b)

Şekil 3.1. Ramelli valsli değirmen

Wegman valsli değirmen 1873 yılında imal edilmiş olup sert döküm topların kullanıldığı ilk valslerdir. Ayrıca valsler eleme ünitesine de sahiptir. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Wegman valsli değirmen

Luther valsli değirmeni 1907 yılında imal edilmiş olup topların yerleşimi çapraz pozisyonundadır. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. AGK valsli değirmen

Taş değirmenlerin yerini vals makinalarının alması 1808 de irmik sasörlerinin piyasaya çıkmasıyla artık zorunlu hale gelmiştir. Çünkü irmiklerin ayrıştırılması ve

daha seçici bir şekilde temizlenmesi undaki kalite oranının daha fazla artması bunu etkin kılmıştır.

Valsler toplarının boyuna göre isimlendirilirler. 1000 mm uzunluğunda vals topu (merdane) ile çalışan vals 100'lük, 800 mm uzunluğunda vals topu ile çalışan vals ise 80'lik vals adını alır. En yaygın kullanılan valsler bu iki tiptir. 150, 120 ve 60'lık valsler isteğe ve fabrikanın öğütme diyagramına bağlı olarak tercih edilir.

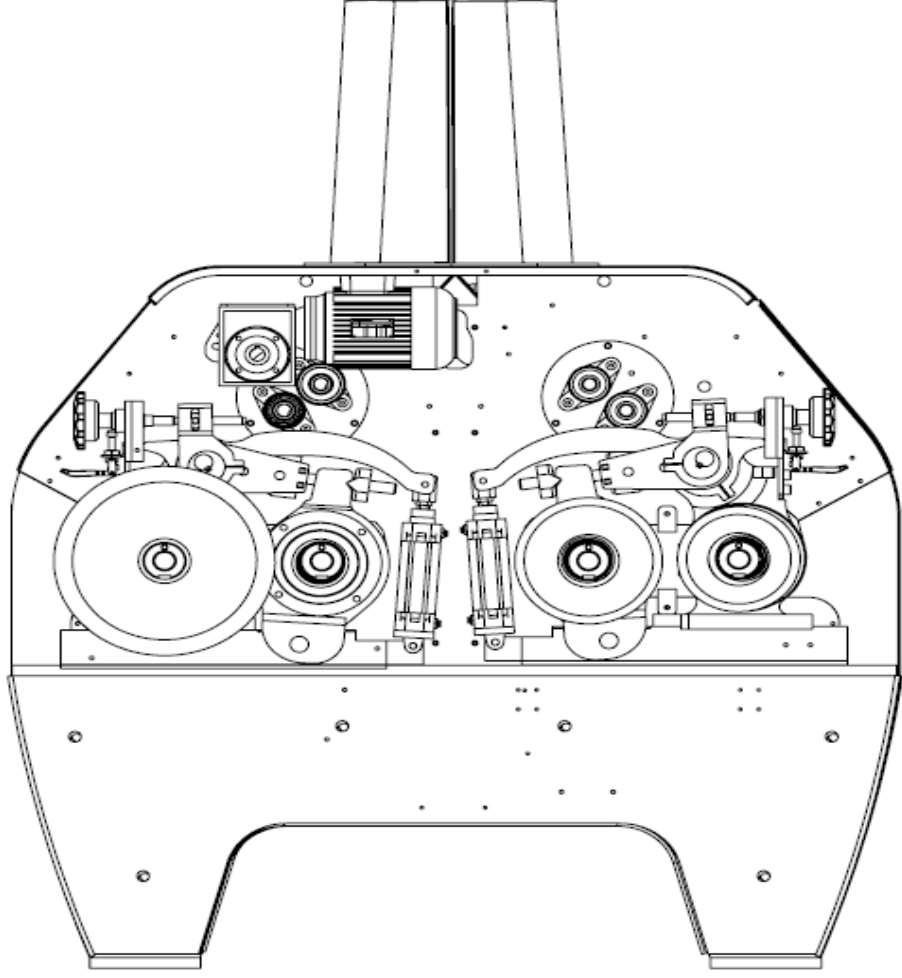
Valslerde, ürün besleme haznesinden valsler verildiğinde eğer sürtünme açısı beslenme açısından daha büyükse; top çapları, öğütülecek olan tane çapları ile orantılı olarak büyümesi gerekmektedir. Bu durumda valslerin beslenmesi daha güvenli olacaktır. Ürün valsler girdiği zaman kırılmaya ve kesme gerilmelerine maruz kalacaktır. Liso vals toplarında çevresel hız aynıdır bu yüzden sadece ezme için güç harcanacaktır. Bu durumun ürünü etkileme süresi yüzeyin eğrilik çapına (topun çapına), mutlak hız ve toplara gelen tane boyutu ile mukayeseli topar arası açıklığa bağlıdır. Bu işlem daha geniş çaplı topar seçildiği zaman düşülen hız ve topar arası mesafe ile daha fazla arttırılır. Etki gücü, kırılan ürünlerin mukavemeti ile sınırlıdır.

Buğday temizlenmesinde kullanılan temizleme makinaları, bireysel çalışan makinalardır. Öğütme makinaları ise müşterek olarak çalışırlar. Buğdayın öğütülmesinde asıl görev valslerindir. Valsler, kırıcı ve ezici olarak ikiye ayrılır. Kırma valslerinde buğday taneleri kırılarak irmik, kepek ve unlu kısımları oraya çıkarılır. Ezici yani liso valslerinde ortaya çıkan kaba ve ince irmiklerin öğütülmesi gerçekleşir.

Bir vals ünitesinde (Şekil 3.4) bulunanların bileşenleri şu şekildedir;

- Besleme haznesi
- Düzenli yayıcı danelik toparları
- Kırıcı veya öğütücü toparlar ve ayar mekanizmalarından tamamlanan makinalardır.

Bir vals mekanizmasının üzerinde iki farklı imal yapmak mümkündür. Duruş olarak tam simetrik olan bu makinalarda bir tarafında birinci kırma işlem yapılırken, aynı valsın diğer tarafında ikinci kırma işlemi yapılabilir.



Şekil 3.4. Çelik sac gövdeli bir Vals ünitesinin boyuna kesiti

3.1.1. Valslerin gövde yapısı

Valslerde gövde yapısı titreşim, titreşim kalıcı veya geçici şekil değiştirme vaziyetlerinden dolayı çok önemlidir. Öyle ki makinenin çalışma verimini etkiler. Çünkü kalıcı veya geçici şekil değiştirmeleri sonucunda yatakların yıpranması kalitesiz çalışma ve top ayarların bozulması makinenin ekonomik ömrünü kısaltır. Gövdenin dayanıklılık yönünden sahip olması gereken mukavemet gücü, yüksek devir ve kapasitede çalışan valsde iki top arasından geçen tahıl tanesinin toplara uygulanan baskı dikkate alındığında gövdenin bu mukavemet gücünün önemi ortaya çıkmaktadır. Toplardaki balans ayarsızlığından doğabilecek hatalar yine gövde tarafından absorbe edilecektir.

Günümüzde metal ve döküm gövde şeklinde iki tip gövde dizaynı vardır;

Metalik gövdeler ki şu zaman itibariyle en fazla kullanılan tip gövde olmak üzere, platina malzemelerin kaynak ile birleştirilmesinden yapılmaktadır. Yapım kaynak

işlemleri esnasında gövdede oluşan termal gerilmeler normalizasyon işlemi ile giderilmelidir. Aksi takdirde iç gerilmeler zamanla gövde içinde yönü ve değeri belli olmayan kuvvetlere sebep olacak gövdenin bozulmasına yol açacaktır. Gövde sac metal olduğundan yatak ve toplardan doğan ne kadar titreşim varsa gövdeye aktaracağından ve bunun neticesi rahatsız edici sesler oluşmaktadır. Bunun önüne geçmek için gövde ve yatak arasına bu titreşim sonucu anormalliği sönümleyici yalıtım malzemesi yerleştirilmesi lazımdır.

Döküm gövdeli valsler (Şekil 3.5) ise durgun vibrasyon ve ses sönümleyici özellikleri nedeniyle metalik gövdeli valslerden daha avantajlıdır. Döküm gövdeli valslerde yüksek maliyet ve ağırlık nedeni ile nakliye ve kurulum sırasında yaşanan zorluklardır. Döküm gövdeli valsler parçalı ve tek gövde olmak üzere iki şekilde imal edilirler. Parçalı imalatı ayrı ayrı dökümler yan destek parçaları baca ve ara bağlantı unsurları ile birbirine perçin ve cıvata ile birbirine bağlanırlar. Tek gövdeli dökümler ise dayanıklılığı yüksek durgun ses ve titreşimleri yalıtma özellikleri ile en güvenli gövde olma niteliğindedir.

Parçalı döküm gövde yapılarında yan destek parçaları baca ve ara bağlantı unsurları ayrı ayrı normalizasyon işlemine tabi olduktan sonra birleştirilme yapılmalıdır. Çünkü döküm parçalar ile montaj unsuru olarak kullanılan çelik cıvata perçinlerin ısıtılma işlemlerinden etkilenme sonucunu gösterecekleri fiziksel özellikler farklıdır. Fakat tek gövdeli döküm gövde normalizasyon işleminden sonra gerilimi atar ve şekil değişim ihtimalini ortadan kaldırır. Normalizasyon ayrıca işleme kolaylığı da sağlar.



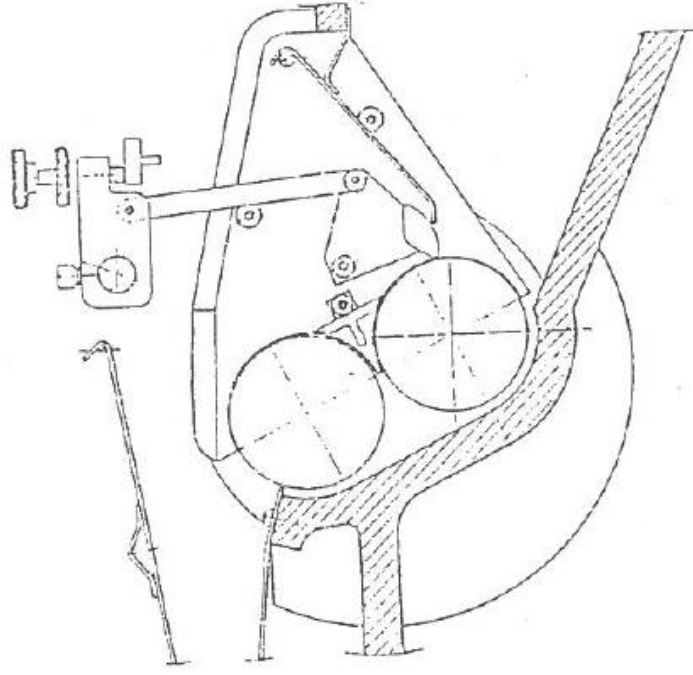
Şekil 3.5. Monoblok döküm gövde

3.1.2. Valslerin besleme ünitesi

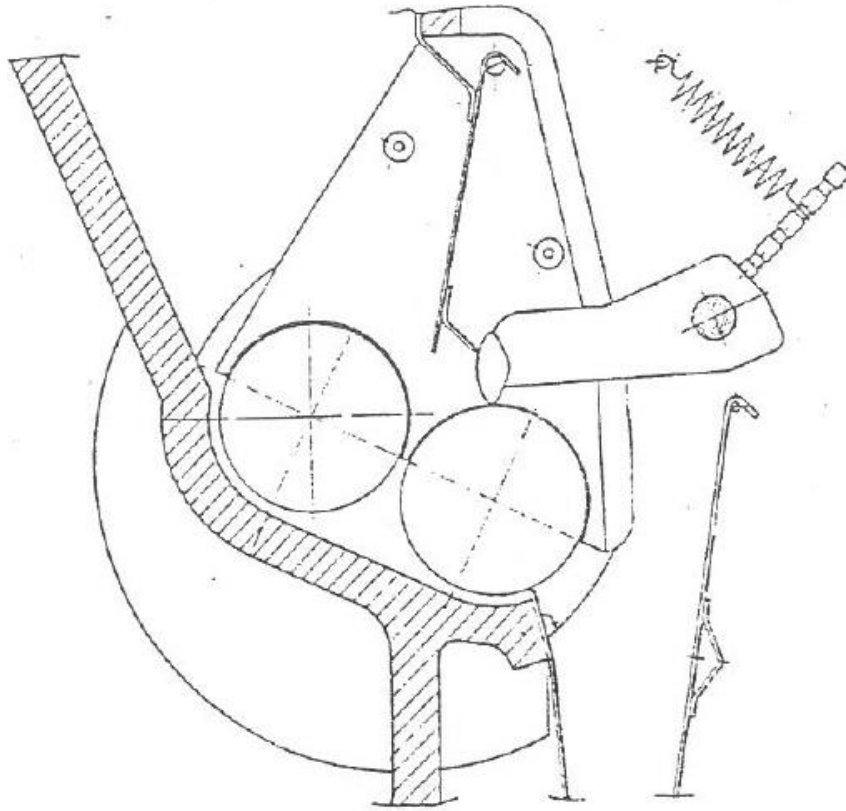
Valslerin üst kısmında ikiye bölünmüş mal girişi bölmesi vardır. Bu cam bölmenin görevi; farklı öğütme yapılacağı esnada iki bölümden farklı tip malzemelerin verilmesini sağlar. Bu bölmenin cam olmasının amacı hem gelen malı görmek hem de cam bölmeye ek bir depo yapılmış olmasından dolayı ek bir depo vazifesi görmektedir. Ek depo durumu sistemin arıza vermesi durumunda direk depo durumuna geçerek arıza gidene kadar sistemin çalışmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca makineye farklı bir görsellik katmaktadır.

3.1.3. Danelik topları

Danelik topları gelen malın asıl vals toplarına düzenli ve homojen olarak dağılmasını sağlar. (Şekil 3.6) Danelik kısmı vals toplarının yerleşimlerine göre ayarlanır. Çalışma sistemi şu şekildedir; üst taraftan gelen mal besleme ünitesinden alınır, vals topuna homojen bir şekilde dağıtımı yapılır ve bu durum sistemli ve düzenli bir şekilde yapılır. Bu sistemde gelen mal iki top arasında tam dik bir şekilde ve toplara çarptırılmadan perde halinde dökülmelidir. Aksi takdirde akış halindeki malın top yüzeyine çarpması sonucu oluşan sıçramalar öğütme kararlılığını bozacaktır. Ayrıca akışın daha rahat ve seri olabilmesi için paravan saclar kullanılır. Danelik toplan üzerindeki kanal ve helisler diyagrama göre düzenlenir. Danelik topları üzerine mal akış perdesi konularak mal miktarı ve paravan inceliği ayarlanır. Kırma pasajlarında üst danelik topu yerine sağ ve sol kelebek vidalar konulması halinde, mal bütün vals boyunca düzgünce yayılacaktır. Danelikler, vals toplarından zincir ya da kayış yardımıyla tahrik edildiği gibi müstakil motorlu da olabilir. Çapları 70-90 mm arasında değişen topların çevrim oranları $1/1.25$ ile $1/3$ arasındadır. Alt danelik topunun çapı küçük ve devri daha yüksektir. Devirleri 100- 200 d/dk. arasında değişir. Her valse değişik boyutta tane geleceği için daneliklerin çevresel hızları da farklı olacaktır. Bu hızlar genellikle 0,20 m/s ile 1,75 m/s arasında değişir.



a)



b)

Şekil 3.6. a) Kırma ve b) Liso valslerinde danelik yapısı

3.1.4. Vals toplarının çalışma hızları

Vals topları ilk olarak 1834 yılında Sulzberger tarafından yapılmış olup farklı hızlarda denemelerini yapmıştır. Yapılan deneylerde gelen malın farklı hızlarda geçmesi durumunda farklı hız kesme kuvvetleriyle karşılaşacağından dolayı rahat bir şekilde parçalanabilecektir. Sonuç olarak öğütme verimi durgun halde olacağı için güç tüketiminde ciddi bir şekilde düşme yaşanacaktır. Bu durumda vals toplarının arasındaki hız farkları belirli değerlere kadar düşürülebilir. Belirlenen bir limit değer altındaki çevrim oranı kayma gerilmelerini düşürebilir ve öğütme verimini haliyle düşürecektir. Bu yüzden deneysel çalışmalar (Zwingelberg 1986) sonucu limit değerler belirlenmiş olup, kırma valsleri için 1/2.5, liso valsleri için ise 1/1.5 olarak kullanılmaktadır. Sert veya yumuşak materyal etkin bir öğütme için mutlaka kesme işlemi ile parçalanmalıdır ki yaprak şeklinde ürün elde edilsin. Sonuç olarak hız farkı çok küçük olarak seçilir ise kesme yerine ezilme işlemi yapılmış olur. Parçalanma kırılarak gerçekleştirilir ve kesme etkisi elde edilinceye kadar bu oran değiştirilerek ayarlama yapılabilir. İkinci bölge ise daha büyük olup $1 / \infty$, a kadar uzanıp sıfıra yaklaşır. Burada yavaş dönen top öğütme çubuğuna benzer konuma gelmektedir (Früh E.J. 1973).

3.1.5. Vals topu hızlarının ve yatak dizaynının öğütmeye etkileri

Değirmencilikte bir vals sisteminde, toplar arasında geçen tahıl debisinin (kg/h/dm) miktarı uzunca bir süre bilimsel çalışmalara konu olmuştur. Kick 1894 yılında bir vals sisteminde topların öğütme kabiliyeti ile ilgili parametreleri hesaplamıştır. Son 40-50 yıla gelindiğinde, Nambisch ve Demidov (1955) , Chusid (1959), Moog (1957,1958,1959), Koningsmann (1957), Pratique (1959) tarafından yapılan çalışmalarda, ortalama vals hızı dikkate alındığında vals toplarının çapraz yataklanması sonucu öğütme kapasitelerinin arttığı tespit edilmiştir (Klein, Schiphorst 1979).

Yatay yataklanmış vals toplarında ise (Denezit 1978, Guerin 1978, Matwoff 1979, Lippuner 1982) daha yüksek vals hızlarının mümkün olduğu konstrüksiyonlar elde edilmiştir. Deutsche Muller-Zeitung Dmz tarafından yapılan araştırmalarda, %16, 16.80 nem ve uygun bir sertliğe sahip buğday özel olarak donatılmış Varios valslerinde öğütülmüştür. Bu valslerde hız, ilave bir hidrolik varyatör yardımıyla 11 m/s kadar çıkarılmış olup beslemede kullanılan huni düzenli olması için özel konik biçimli bir kap

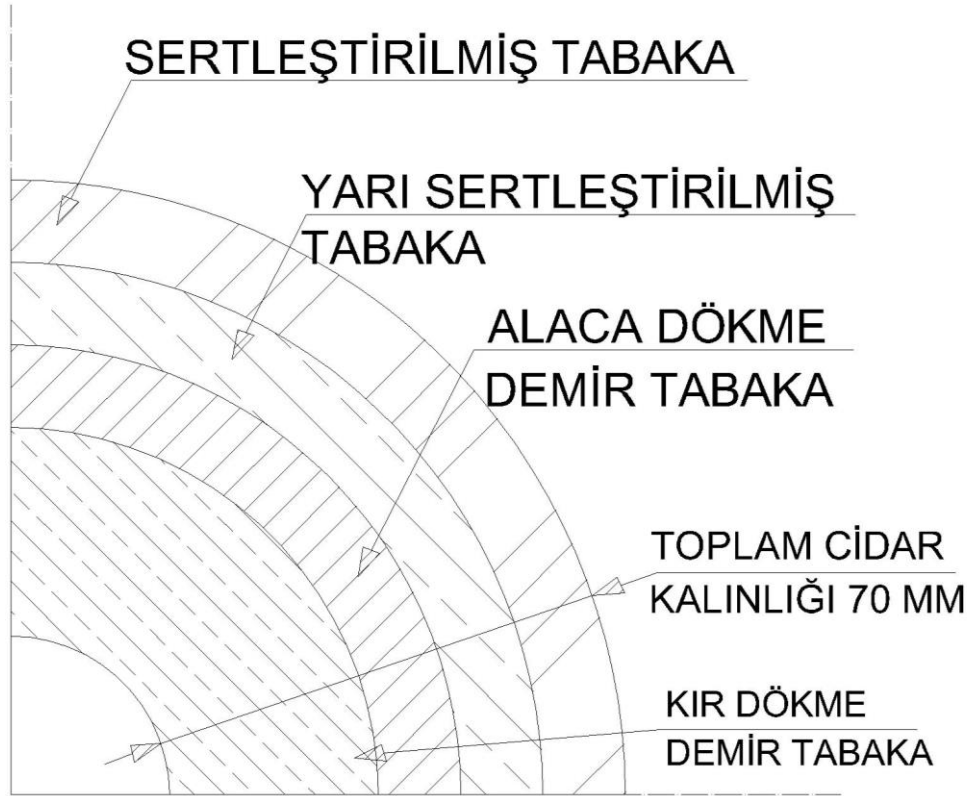
kullanılmıştır. Buğdayın parçalanma derecesi, üçer dakikalık sürelerle elenmiş 100' er gramlık miktarların elek analizleri ile kontrol edilmiştir.

3.2. Vals Topları

Valsler kırma ve liso olarak, topların yaptığı işe göre isimlendirilirler. Vals toparı silindirleri öğütmedeki başta kırma valslerinde kırma işleminde, elek makinesinde irmiklerin ayrıştırma işleminden sonra, irmik sasör makinelerinde ölçülerine göre ayrıştırma yapılan irmiklerin liso valslerinde ezilerek öğütme işlemleri için kullanılır. Kırma valslerinde üzerinde çeşitli özelliklerde yivler açılmış olan toparlar, liso valslerde ise yüzeyi tamamen taşlanmış düz toparlar kullanılır. Vals topu çapları 220, 250 ve 300 mm olarak standart hale gelmiştir. 300 mm çaplı toparlar çavdar öğütmede, 250 mm çapındaki toparlar ise buğday öğütme işleminde kullanılır. Vals topu uzunlukları ise 600, 800, 1000, 1250 mm ve 1500 mm olarak standart hale gelmiştir. Yakın zamana kadar kullanılan 1250 ve 1500 mm uzunluğundaki toparlar sehimin artmasına bu da öğütme kalitesinin düşmesine ve yatakların çabuk ısınmasına sonuçta da gerekli gücün artmasına neden olduğu için pek tercih edilmemiştir. Bunun üzerine daha kısa boya sahip olan 800 ve 1000 mm uzunluğundaki toparlar daha yaygın kullanım alanı bulmuştur.(Şekil 3.7)



Şekil 3.7. Vals toparı



Şekil 3.8. Vals topu enine kesiti

Kırma ve liso valslerinde kullanılan toplar, çift kat savurma döküm tekniğiyle imal edilir. Yüzeyleri yaklaşık olarak 12 ile 15 mm arasında değişen derinlikte ve kırma vals toplarında 480- 520 Brinell sertliğinde, liso vals toplarında ise 350 -390 Brinell sertliğinde nikel ve krom katkılı özel bir metal kompozisyonu ile dökülür. İç kısımda bulunan 200-300 Brinell sertliğindeki yumuşak bölüm ise dıştaki sert kabuğa yataklık görevi yapar. Öğütülecek buğday ya da benzeri malzemenin sertliğine, nem oranına ve asit etkisine bağlı olarak gerekli dayanıklılığı sağlayacak şekilde hazırlanan metal bileşimi aynı zamanda top üzerine yiv açıldığında aşınma ve yiv kırılmalarına karşı yeterli bir direnç gösterir. Vals topunun iç yüzeyi boydan boya tormalanır, dış yüzey ise tormalama işleminden sonra taşlanır. Top kolunu oluşturacak miller, gövdeye presle sıkı geçme olarak bağlanır. Toplar yeniden yivleme ve taşlama suretiyle zamanla çaptan düşerler. Bu nedenle un fabrikalarında vals topu çapı 220 mm düşünceye kadar kullanılır. Şekil 3.8 de vals topu enine kesiti görülmektedir.

3.2.1. Vals topu yatağı dizaynı

Vals toplarında yatak şekilleri çapraz ve yatay olmak üzere ikiye ayrılır. (Şekil 3.9) (Şekil 3.10) Bizim bu tezimizde sadece çapraz olarak kullanacağımız toplarımız yatayda belirli bir açı oluşturacak şekilde kurulmuş olup, hızlı, yavaş ve hızlı olarak üst alt ve en altta yerleşim yapılmıştır. (Şekil 3.11) Çapraz tip yerleştirmelerin kullanımı çok yaygın olduğu halde son zamanlarda veriminin daha az olduğu, yapılan çalışmalarda yüksek kapasite ve hız talebi çapraz toplarda buğdayın topar arasına tam verimli bir şekilde verilememesi, gelen buğdayın alt top yüzeyine çarparak araya girmesi ve akış rejimini bozması, top yüzeyine gelen malın homojen yoğunlukta öğütülememesi gibi dezavantajları ortaya çıkmıştır. Bütün bu nedenlerle çapraz konumlu toparların kullanıldığı valslerde yüksek hızlara çıkılamamaktadır. Fakat bu tezde yani 3 top ile yapılan deneyler sonucu yatay yerleştirilen çift katlı valslerde alınan verim aynı olmuş olup top silindirler üzerinden maliyet azalmasına gidilmiştir.

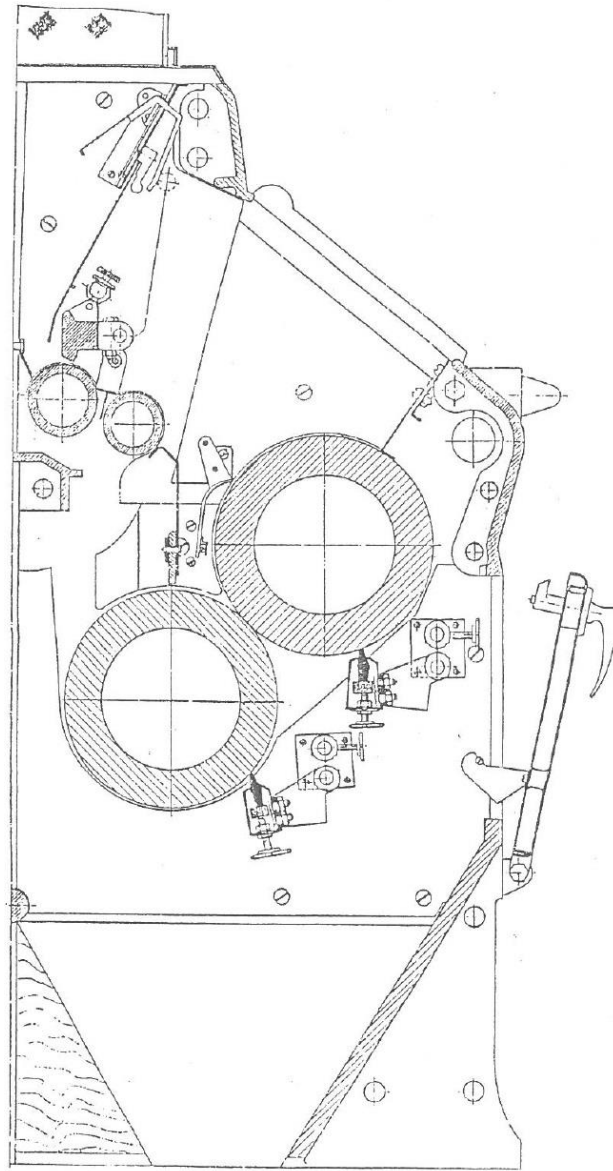
Yatay top silindir yerleşiminde ise ürün topar arasına zorla girdiği ve direk öğütme bölgesine geçtiği için topar ve yataklar dengeli çalışmakta ve daha yüksek devirlere çıkmaktadır.

Bu iki yerleşim haricinde dikkat edilmesi gereken diğer hususlar şu şekildedir;

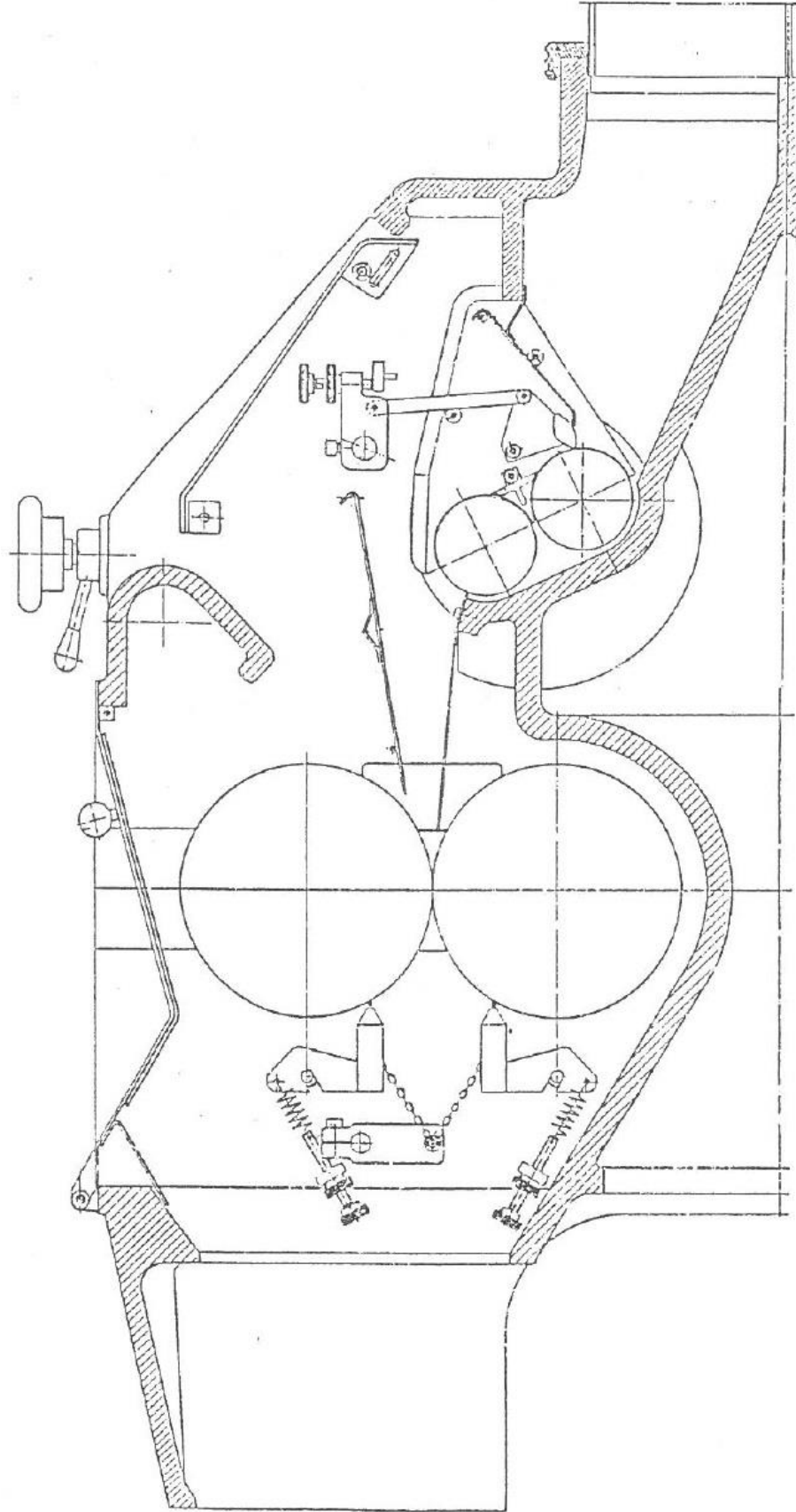
Rulmanlar uygun ölçülerde çift sıralı masuralı oynak makaralı olarak seçilip, rulman yağlamalarının tam rulman ortasından yapılmasının yağlama verimini arttırması, yüksek çalışma hızlarında yağın bütün rulman boyunca geçişini kolaylaştırması bakımından dikkate alınmalıdır. Sızdırmazlık keçeleri yumuşak ve tek dudaklı seçilerek toparın ısınması önlenmelidir. Balansı iyi yapılmış ve işlenmiş topar vals performansında en önemli durumlardan birisidir. Hareketli yatak süspansiyonunda helezon yaylar yerine belleville tipi konik yaylar kullanımı çok kısa esneme aralığı, topar ayarlarına rijitlik ve kararlılık kazandırır. Fakat topar arasına gelebilecek sert veya metalik cisimlere karşı riski fazladır. Bu nedenle vals toparlarının korunması çok önemlidir. Hareketli vals toparının eksantrik hareketle tahrik edilmesi, buğday basıncına karşı hareketli toparın kararlı ve kaçmadan durmasını sağlar.

Ayrıca bütün bu yataklama tertibatının gövdeye bağlantısında gövde ile yataklar arasında özel olarak geliştirilmiş ses ve titreşim yalıtımlarının yapılması çok önemlidir. Top kolunun gerektiğinde kısa olması, tahrik kasnağının yataklara yakın olarak hazırlanması yüksek hızlarda salgı ve titreşim riskini azaltır. Tahrik sisteminde V kayışlarının kullanımı, maksimum sarılma yüzeyi ve minimum patinaj ihtimali dikkate

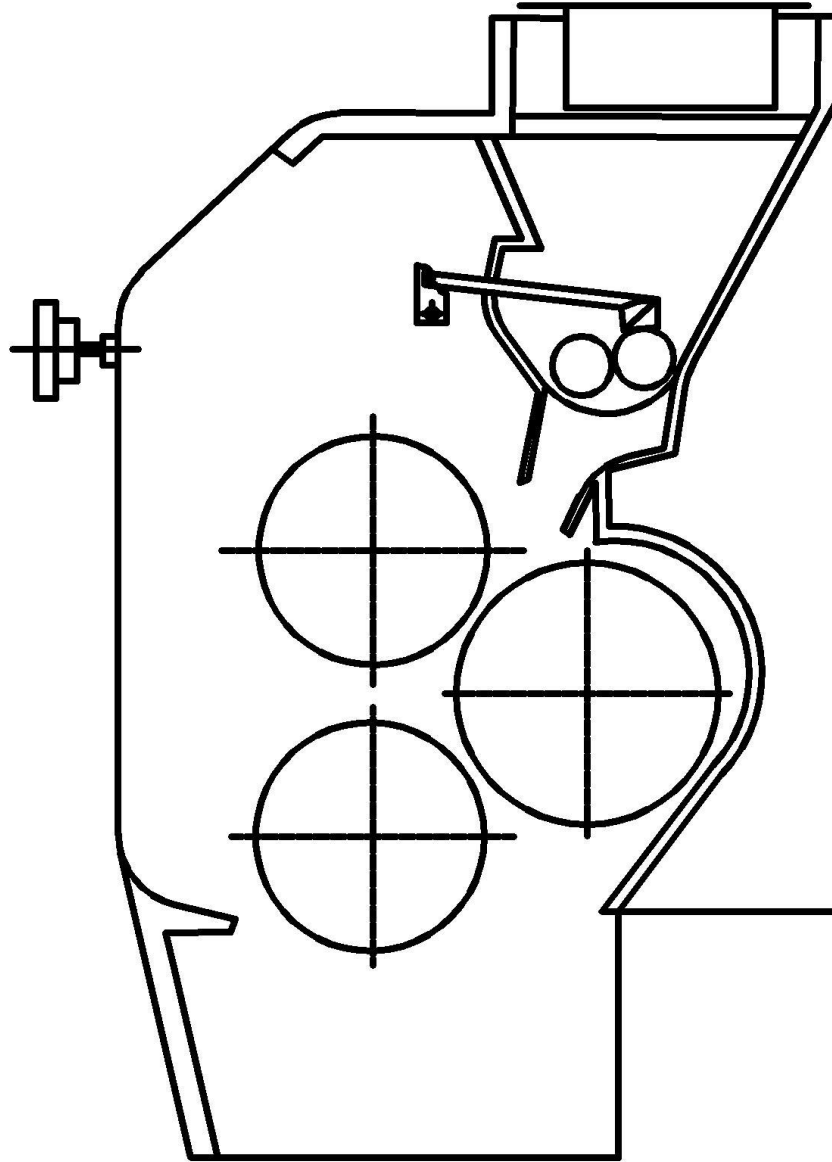
alınarak seçilmelidir. Yüksek hız ve kapasitelerde çalıştırılması gereken toplarda ısınma problemi ile karşılaşılacağı için soğutma tertibatı kullanılır. Çünkü ısınma sonucu ısınan topun hem ekonomik ömrü kısalır hem de üretilen unun rengini esmerleşir ve bu yanma sonucu kül miktarında artma gözlemlenir (Koningsmann 1957). Toplarda en etkili soğutma sistemi su soğutmalı sistemlerdir. Soğutma suyu olarak: kireci alınmış su, kapalı devre ve serpatinli soğutma sistemi kullanılmalıdır. Aksi taktirde topların içi kireç bağlayıp topun balansını ve soğuma verimini düşürür. Topların açıklık ayarı (öğütme aralığı) için mikrometrik gravity indikatörler kullanılmalıdır. Çünkü öğütme açısından son derece önemli olan bu aralığın kararlı ve sabitlenebilir olması gerekir. Aralığın değişmesi unun kalitesi ve niteliğini doğrudan etkiler.



Şekil 3.9. Çapraz yatak dizaynı



Şekil 3.10. Yatay Yatak dizaynı

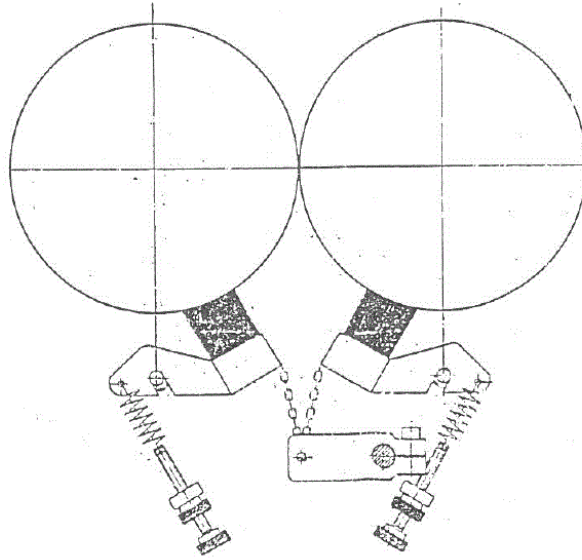


Şekil 3.11. Üç toplu yatak dizaynı

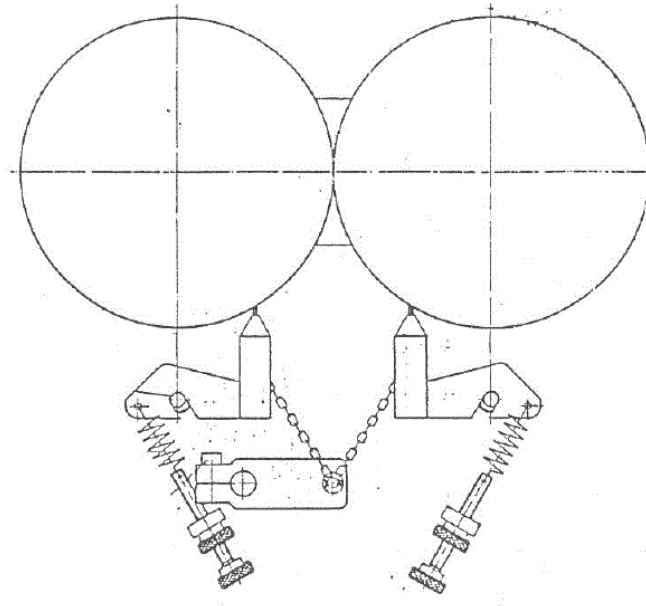
3.2.2. Vals topu tahrik ve temizleme elemanları

Vals silindir topları metal malzemedan üretilmiş olup tahrik için açılmış olan yivli kısımlarda metal malzemelerdendir. Tabi bu kısımlar polyamid karışımli kompozit malzemelerden üretilmiş olanlarda vardır. Bu tür malzemelerle birlikte çalışan piyon yivli çelik malzemeler kullanılır. İşte bu malzemelerin yağ gibi ihtiyaçları olmamakla birlikte çok sessiz çalışmaktadırlar. Bu durum ise avantaj sağlamaktadır. Malzemeleri aynı olanlar arasında sürtünme kuvveti daha yüksek olacağından her iki yivli malzemelerin aynı mekanik özellikte olmamaları lazımdır. Bu durumu ortadan kaldırmak için diğerine göre daha küçük olan yivli malzemeyi özel bir yiv

malzemesinden, büyük olanı da kalitesi yüksek dökümden üretmek lazımdır. Sonuç olarak kırma valslerindeki küçük olan topun çevrim oranının $1/2.5$ olmasından dolayı hızlı bir şekilde deforme olması ortadan kaldırılmış olunur. Özellikle yüksek devirlerde yağ seviyesi düşük tutulur. Çünkü yüksek çevresel hızdan dolayı yağ köpürecek, ısınacak ve bu sıcaklık silindir topa geçecektir.



Şekil 3.12. Kırma valslerinde top temizleme tertibatı.



Şekil 3.13. Liso valslerinde top temizleme tertibatı

Silindir topların temizlenmesinde; kırma valslerde sert kıllı, liso valslerde fiber kıllı fırçalar kullanılır. Ayar seviyesi ise iyi yapılmalıdır yoksa çok bastırırsa fırça ve top çabuk aşınır, hiç basmaması halinde ise temizleme yapamaz.

3.2.3. Vals topu ayar mekanizmalar

Silindir topları bir vals makinesinde bulunan en önemli araçtır. Bu topların öğütme kalitesini ayarlayan ve olabildiğince uzun bir süre verimle kullanılmasını sağlayan ayar mekanizmaları vardır. Bunlardan biri besleme haznesinde bulunan ve daneliklere kumanda eden mekanizmadır. Bu kısım makineye gelen buğdayın nitelik olarak düzenini sağlama da çok önemli bir araçtır. Pasajların birindeki sorun, bir sonra gelen valsın malının kesintiye uğramasına veya tamamen kesilmesine neden olur. Sonuçta malsız çalışan vals toplarının kısa sürede bozulmasına yol açar. Kırma valslerinde top yivleri körelir, liso valslerinde ise top yüzeyi bozulur. Bu riskin ortadan kaldırılması için besleme haznesine bir ikaz edici, buna bağlı da bir kondaktör ile ayar mekanizması otomatik olarak devreye girmektedir.

Sistemdeki bu alet, mal gelmeye başladığı zaman alt seviye limitine kadar sistemi bekletir, malın geliş sinyalini alıp seviye üst seviyeye gelince sistemi başlatıp daneliklerin çalışmasını sağlar. Bunun tersi durumunda ise buğday azalmaya başlayınca alt limit beklenir, bu limit geçilir geçilmez danelikler kapatılır ve mal akışını keser.

Her durumda da sistem otomatik konumda başlayıp makinaya yol verdiği zaman sırasıyla şu operasyonlar oluşur;

- Danelik besleme sacı danelik üzerinden kalkar.
- Danelik dönmeye başlar ve malı alt toplara önceden ayarlanmış aralıktan perdeleyerek döker.
- Vals toplarından hareketli olan top önceden ayarlanmış öğütme aralığına kadar kapanır.
- Top altındaki fırça ve sıyrıcılar topa basar.

Tüm bu durumların yerine getirilmesi ile öğütme işlemi başlamış olur. Aynı şekilde makine tam tersi dur komutu alır almaz bu işlemler tersinden itibaren oluşmaya başlar ve daneliği kapatır. Böylelikle top yivlerinin körelmesi ve top yüzeyinin bozulması önlenmiş olur.

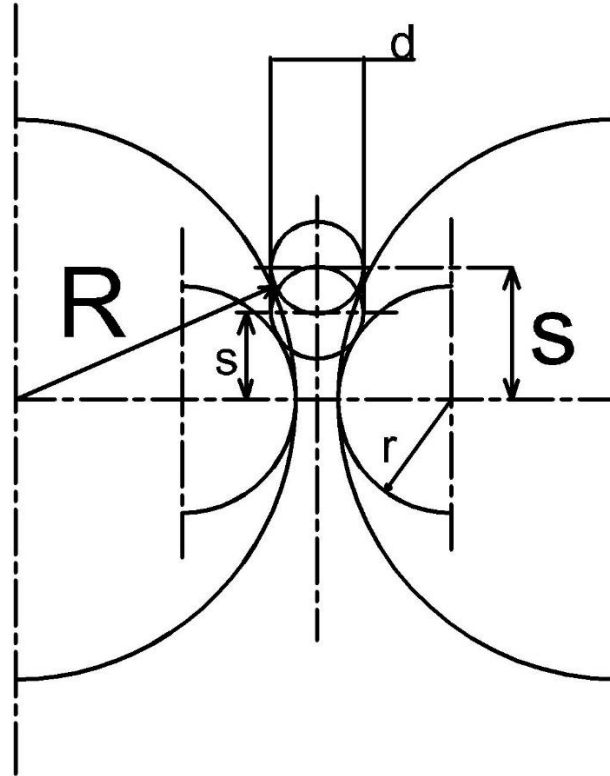
Toplarla ilgili diğer ayar mekanizması ise öğütme aralığını düzenlemeye yarayan ve yabancı bir madde gelmesi halinde topların arasını tamamen açan ve topların zarar

görmesini önleyen mekanizmadır. Çapraz konumlu yatak dizaynında üst top sabit yataklarla tespit edilmiştir. Alt top ise üst topa göre yaklaşık 45° lik açı ile yataklanmıştır. Konstrüksiyon gereği yatakları hareket

3.2.4. Vals topu özellikleri

3.2.4.1. Vals topu çapı

Vals topu çapı bir yandan topun çevresel hızını etkiler. Çap büyüdükçe çevresel hız artar ki buda kapasite artışını sağlar. Diğer yandan çapın büyümesiyle toplar arasındaki öğütücü bölgenin uzunluğu artar. Böylece daha yoğun öğütme sağlanır. (Şekil 3.14) (Früh, 1973).



Şekil 3.14. Farklı çaplardaki toplarda öğütücü bölge uzunluğu

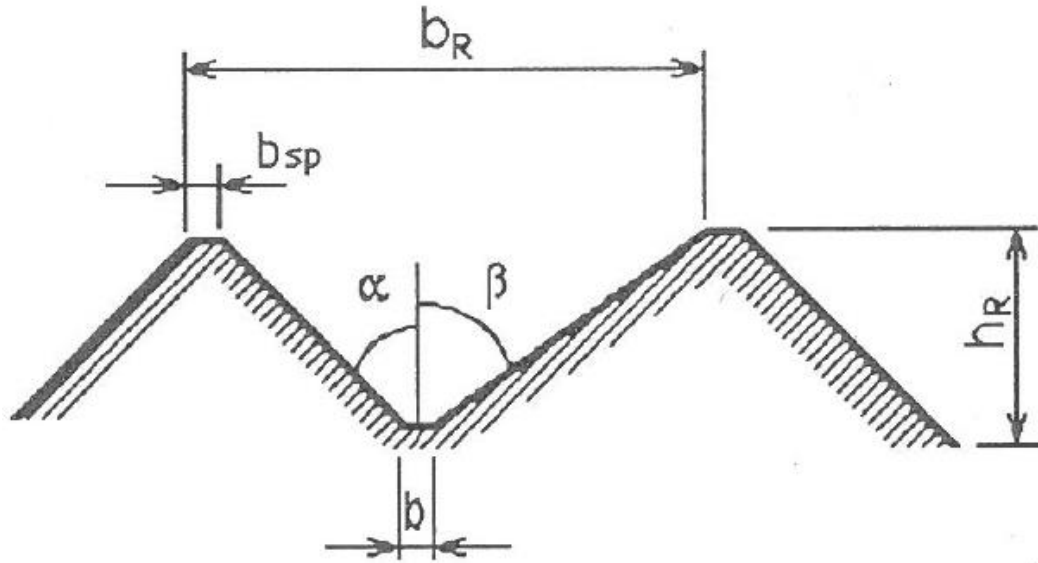
- d: Kırılan tane çapı
- R: Büyük top yarıçapı
- S: Büyük topta öğütme bölgesi
- r: Küçük topta öğütme bölgesi
- s: Küçük topta öğütme bölgesi

Vals silindir toparlarının aralığının ayarlanmasıyla ağırlık ve geometrisi açısından küçük çapların kullanımı avantajlı ise de uzun yıllar sonucu kazanılan tecrübeler ve yapılan çalışmalar ışığında aşağıdaki kullanım çaplarında toparların verimli olduğu öngörülmüştür.

Sert buğday öğütmede	220mm
Yumuşak buğday öğütmede	250mm
Buğday ve çavdar paçalı öğütmede	315 mm
Çavdar öğütmede	350mm

3.2.4.2. Yiv sayısı ve profilleri

Kırma denilen vals makinesinde bulunan silindir toparlarında farklı tiplerde yivler vardır. Topların yüzeyi, silindir boyunca salgı ve ovalliğe müsaade edilmeyecek şekilde taşlanarak yivlemeye hazırlanır.



Şekil 3.15. Vals topu yiv profili

- α : kesici açısı (yiv açısı)
- β : sırt açısı
- b_R : yiv hatvesi
- h_R : yiv derinliği
- b_{sp} : yiv uç yüzeyi
- b : kalem uç yüzeyi

Yukarıdaki şekilde de (Şekil 3.15) görüldüğü gibi, yiv profili düzlem yüzeylerden meydana gelip, kesici kısımlar keskin köşelerden oluşmuştur. Yivler santimetredeki yiv sayısına göre tanımlanırlar. Bir santimetredeki yiv sayısı kullanım amacına ve öğütülecek tane iriliğine bağlı olarak 4 ile 12 arasında değişir. I. kırmada öğütülecek taneler büyük olduğu için iri yivler kullanılmaktadır. Diğer kırma valslerinde ise sona doğru gidildikçe tane boyutu ile orantılı olarak yivler de küçülmektedir. Buğday öğütmede kullanılan valslerin çapı 250 mm olduğu için çevredeki yiv sayısı yaklaşık olarak 325 ile 950 arasında değişmektedir.

Topların yüzeyine açılan yivlerin şekilleri birbirinden farklıdır. Fakat bunlar simetrik şekilli ve simetrik olmayanlar gibi iki esas gruba ayrılabilir. Simetrik şekilli olanlar kesiti V şeklinde olan (V cut) ve Orijinal Dawson yiv şekilleridir. Bunlardan V kesitli yivler kırma sisteminde fazlaca kullanılmazlar. Çünkü V kesitli yivler buğdayı açmaktan ve endospermi kabuktan sıyırmaktan çok taneyi keserek parçalar. Etkisi oldukça şiddetlidir. Orijinal Dawson her ne kadar buğdayı açma işlemi de yapsa yine de una fazla miktarda kepek kırıntısı (pike) karıştırma eğilimindedir. Nordyke ve Essmueller - Dawson yiv tiplerinin şiddet etkisi az olduğu için taneyi açma etkileri oldukça iyidir. Bu nedenle birinci kırma olarak kullanılması daha uygundur. Kesme etkisi az olup endospermi ezdiği için una kepek karışma olasılığını düşürür ve endospermi kepekten iyice sıyrır. Kırma valslerinde toplar yivli olduğu halde inceltme (liso) valslerinde top yüzeyleri ya taşlanmış ya da çok ince konumda döşenmiş olurlar. Yivlenmiş ve taşlanmış topların her ikisinde de topların uç kısımlarına çok hafif bir koniklik verilir. Bunun amacı yataklarda sürtünme sonucu ısınma nedeniyle karşılaşılması muhtemel problemleri önlemektir. Bu koniklik binde 0.75 mm den, binde 8.5 mm' ye kadar verilebilir ve her iki uçtan içeriye doğru 40 mm ile 150 mm arasında uzar. En yaygın Kullanılan iki tip yiv profili vardır. Bunlar bütün açıları ve kenarları farklı boyutlara sahip olan yivler, simetrik olup “V” kesim olarak bilinir ve açıları ile kenarları farklı boyutlara sahip olan yivler, simetrik olmayan orijinal Dawson olarak bilinir. Bu yivlere ilave olarak Reilly, Gray- Getchell, Twin City ve buna benzer diğer yiv profilleri vardır. Fakat bu yivlerin tümü yukarıda belirtilen iki tipin geliştirilmesi ve yeniden düzenlenmesi sonucu ortaya çıkmıştır.

Kırma valslerinde, genellikle kullanılan yiv sayıları ve ilgili pasajlar aşağıda verilmiştir;

Pasaj yiv /cm

I. kırma

4... 5.5

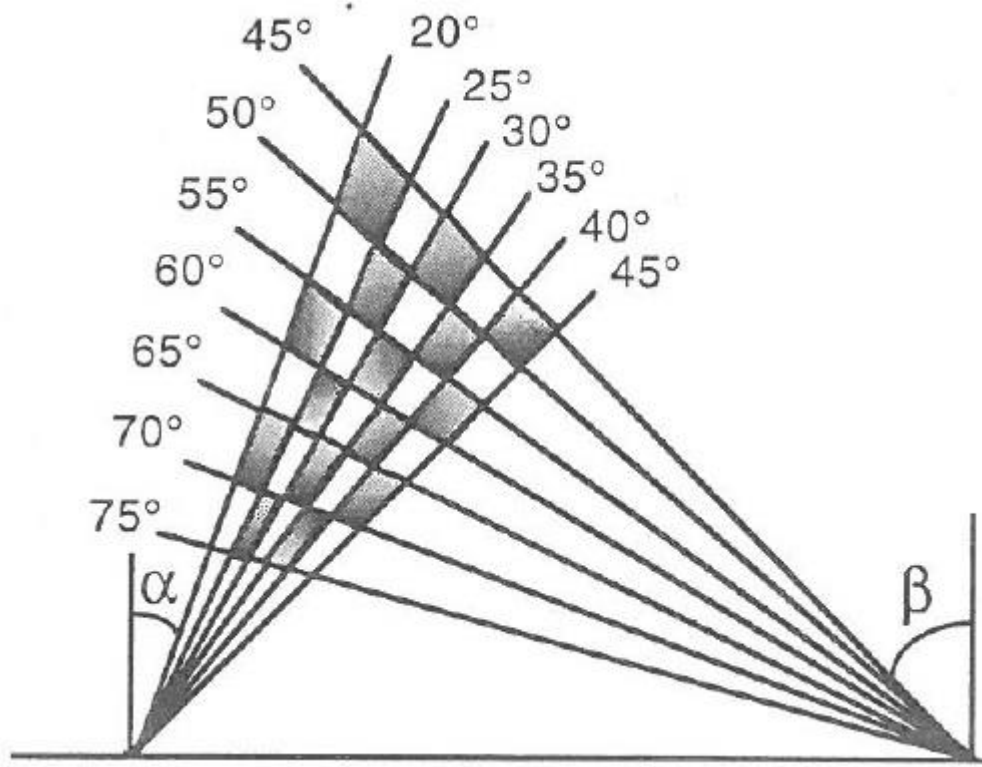
II. kırma kaba	4.5... 5
ince	6... 6.5
III. kırma kaba	5.5... 6
ince	7... 8
IV. kırma kaba	7... 7.5
ince	8.5... 9
V. kırma kaba	8.5... 9
ince	10... 11
VI. kırma	10.5... 11
Kepek sıyırma	11... 12

3.2.4.3. Vals topu kalem açıları

Yivlerin iki açısı bulunmaktadır. Bunlar kesme ve sırt açılarıdır. Bu açıların aralarındaki bağıntı durumu toplam açılarının 90° ve 100° arasında olmasıdır. Kesme açısının büyümesi sonucu daha fazla un imal edilir. Ayrıca açıların küçülmesi irmik ürününde artışı sağlar.

Öğütme işleminde esas amaç, birinci kırmada minimum un elde edip endospermi kabuktan ayırmaktır. Daha sonra bu miktarı gittikçe arttırmaktır. Bunun yanında ilk kırmadan itibaren daha çok irmik elde edilmekte ve bu irmikler liso valslerinde ezilerek un haline getirilmektedir. Bu nedenle kesici açısı 25, 30, 35 ve 40° değerleri arasında alınır.

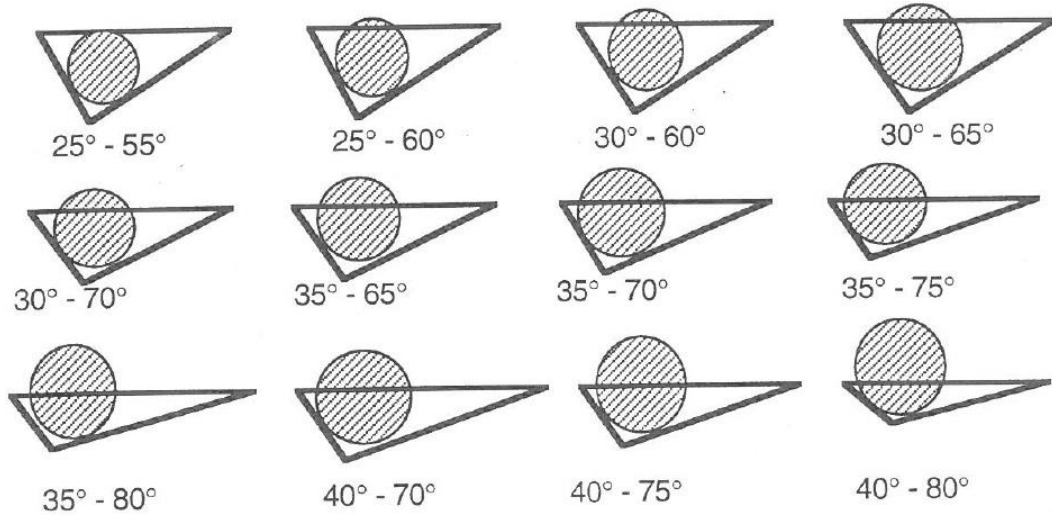
Tane büyüklüğüne ve kesici açısıya bağlı olarak sırt açıları tespit edilir. (Neumann, 1947)



Şekil 3.16. Kalem açılarının genelde kullanıldığı açılar (Neumann, 1986)

Pasaj Kalem açıları(°)

I. kırma	30/ 60... 65
II. kırma kaba	30/ 60
ince	35/ 65... 70
III. kırma kaba	35/ 65... 70
ince	35/ 65... 70
IV. kırma kaba	35/ 70
ince	40/ 70
V. kırma kaba	40/ 70
ince	40/ 75
VI. Kırma	40/ 75
Kepek sıyırma	40/ 75

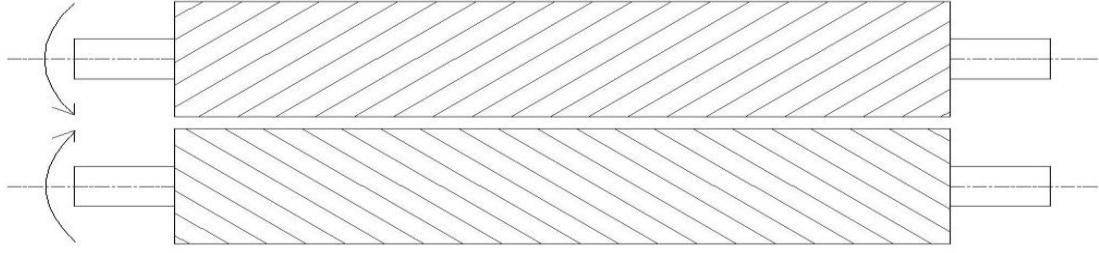


Şekil 3.17. Aynı yiv sayısına, farklı yiv açısı ve derinliklerine sahip yivlerde aynı boyuttaki tanenin yiv içerisindeki konumu

3.2.4.4. Vals topu yiv eğimi (Drall)

Yivler bilindiği üzere sadece kırma valslerdeki silindirik toplarda açılmıştır. Bunlar spiral bir şekilde 9mm ile 23 mm arasında hatve olacak biçimde açılmıştır. Deneysel tecrübeler sonucu elde edilen yiv eğimleri, tam olarak kesinleşmiş bilgilere ulaşılamamış olursa da birçok deneyin sonucunda oluşan değerler kabul edilmiştir. Yiv eğimi, yivlerin top eksenine paralel olan çizgiden, başlangıcı ile sonu arasındaki sapmanın top uzunluğuna oranının % olarak ifadesidir. Yivlerin belli bir helis ile açılması öğütücü kuvvetin, dolayısıyla ısınmanın azalmasını sağlamaktadır. Helisin artışıyla birlikte un oluşumu kolaylaşır, fakat kaliteyi olumsuz yönde etkileyeceği için maksimum hatve 23 mm ile sınırlandırılmıştır. Bu limitin aşılması durumunda ezme etkisi artacak ve kepeği sıyırmak yerine kırarak, aynı zamanda kırılan malın helis yönünde taşınması nedeniyle o yönde toplar üzerinde halkalar oluşturacak, dolayısıyla valsün düzensiz çalışmasına neden olacaktır. Helis büyüdükçe yivler kesme etkisini kaybederek aşındırıcı bir rol üslenirler. Bu nedenle ilk uç kırma valsinde helis küçük tutulur ki bunlar taneyi kırar, açar ve ırmık oluşturur. Son iki kırma valsinde ise kabuğu kazıyıp un elde edilmesi için büyük tutulur.

Bu helis derecesi, öğütme aksiyonu üzerine etkisinden başka hızlı ve yavaş dönen topların çalışma esnasında yivlerinin birbirine kenetlenmemesi bakımından da büyük önem taşımaktadır. Helis derecesinin arttırılması topların dönme hızının artması ile aynı etkiyi gösterir. Helislerin sağa ve sola dönük olması önemli değildir.



Şekil 3.18. Yiv eğimi ve topların çalışma şekli

3.2.4.5. Vals topu montaj tipleri (Yiv Pozisyonları)

Yivlerin şekilleri kadar önemli olan bir başka parametre de topların montaj şekilleridir. Kırma valslerinde toplar, dört farklı konumda monte edilerek çalıştırılır. Bunlar öğütülecek buğdayın cinsine ve niteliğine bağlı olarak seçildiği gibi elde edilecek ürünlerin özelliği ve niteliği de dikkate alınarak seçilir. Kırma valslerinde toplar;

- Sırt / Sırta
- Diş / Sırta
- Sırt / Dişe
- Diş / Dişe konumunda çalışacak şekilde monte edilirler.

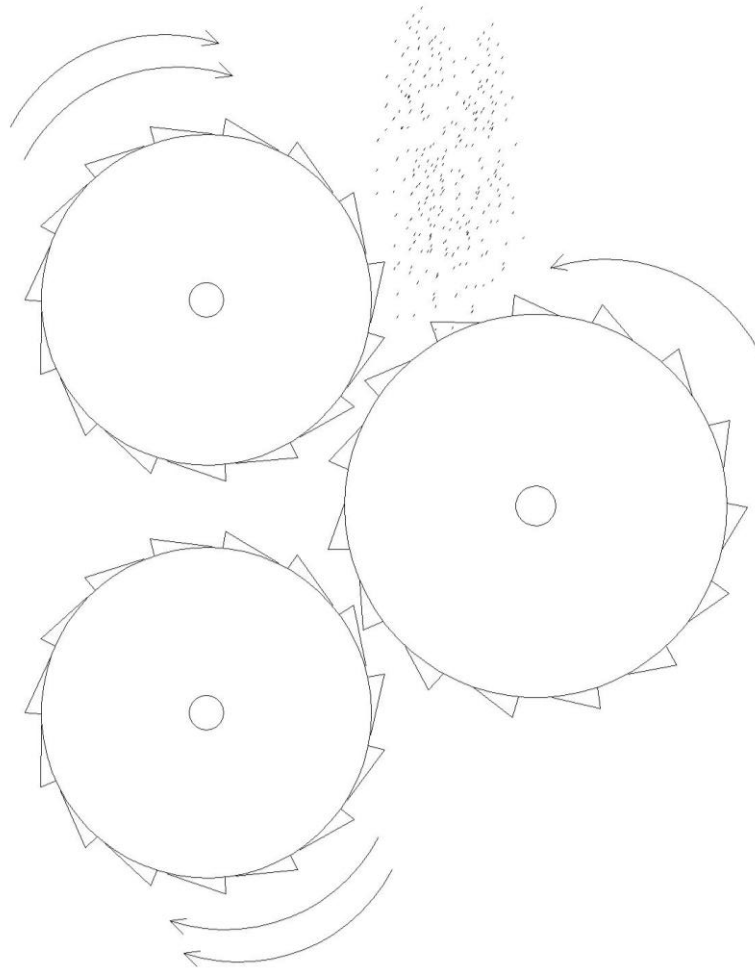
Asimetrik yivlenmiş vals çiftlerinin birbirine göre yiv pozisyonlarından elde edilen dört ayrı kombinasyonun herbirinin fonksiyonu diğerlerinden çok az farklı olmaktadır.

Bunlardan, sırt-sırta pozisyonunda fazla miktarda ince materyal verir. Özellikle yeni yiv çekilmiş valsler bu pozisyonda kullanılır. Çok sert taneli buğdayların kırılmasında kullanılır.

Sırt-dişe pozisyonu, yarma-kesme fonksiyonu ile çok etkili yiv pozisyonudur, orta derece sertliğe sahip tanelerin işlenmesinde kullanılıp, orta derecede ince materyal sağlar. Diş- sırt pozisyonunda ise kesme- yarma fonksiyonu baskındır. Orta derecede ince materyal üretir. Orta sertlikteki tanelerin kırılmasında kullanılır. Aşınmaya başlayan valsler bu pozisyonda değerlendirilir. Diş diş yiv pozisyonu un değirmenciliğinde nadiren kullanılır. Tam bir makaslama ve kesme fonksiyonu icra eder (Elgün ve Ertugay, 1995)

3.2.4.5.1. Sırt/Sırta monte edilen vals topları

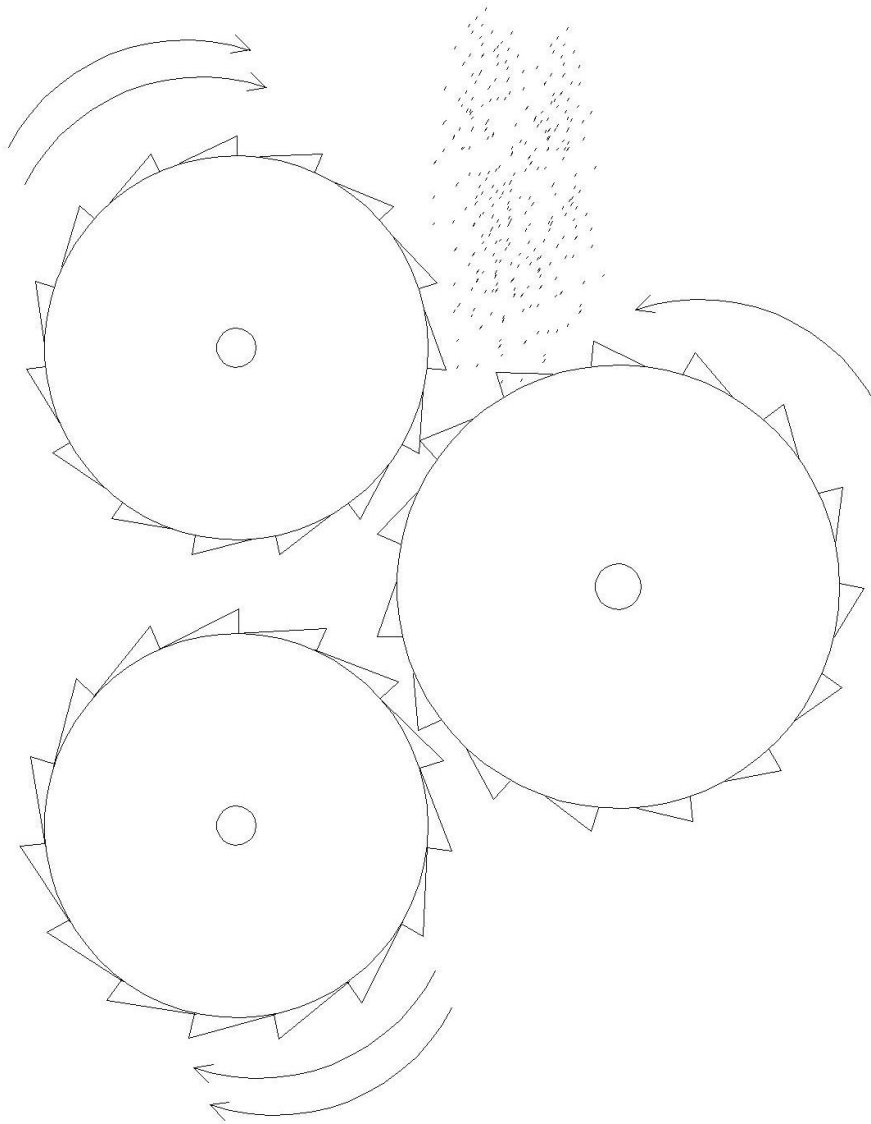
Sırt/Sırta pozisyonunda, hızlı dönen topun üzerinde bulunan yivlerin keskin ucu yukarı bakarken yavaş dönen top üzerindeki yivlerin keskin ucu aşağıya bakar ve hızlı dönen top üzerindeki yivin sırt kısmı ise yavaş dönen topun üzerinde bulunan yivlerin sırt kısmına karşılık gelir. Topların arasından geçmeye çalışan buğday taneleri iki topun yivlerinin sırtları arasında kalarak ezilirler. Hızlı dönen top üzerindeki yivler montaj şeklinin esas belirleyicisi konumundadırlar. Yavaş dönen top üzerindeki yivlerin konumu daha çok taneye mesnet görevi üstlenecek şekilde düzenlenmiştir. Sırt/Sırta top montajında amaç taneyi ezmektir. Birinci ve ikinci kırmalarda buğdayı açmak, ırmik valslerinde un elde etmek, beşinci ve altıncı (kepek) kırmalarda ise kepeği inceltmeden unu sıyırmak için kullanılır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Sırt / Sırta top montajı

3.2.4.5.2. Diş / sırta monte edilen vals topları

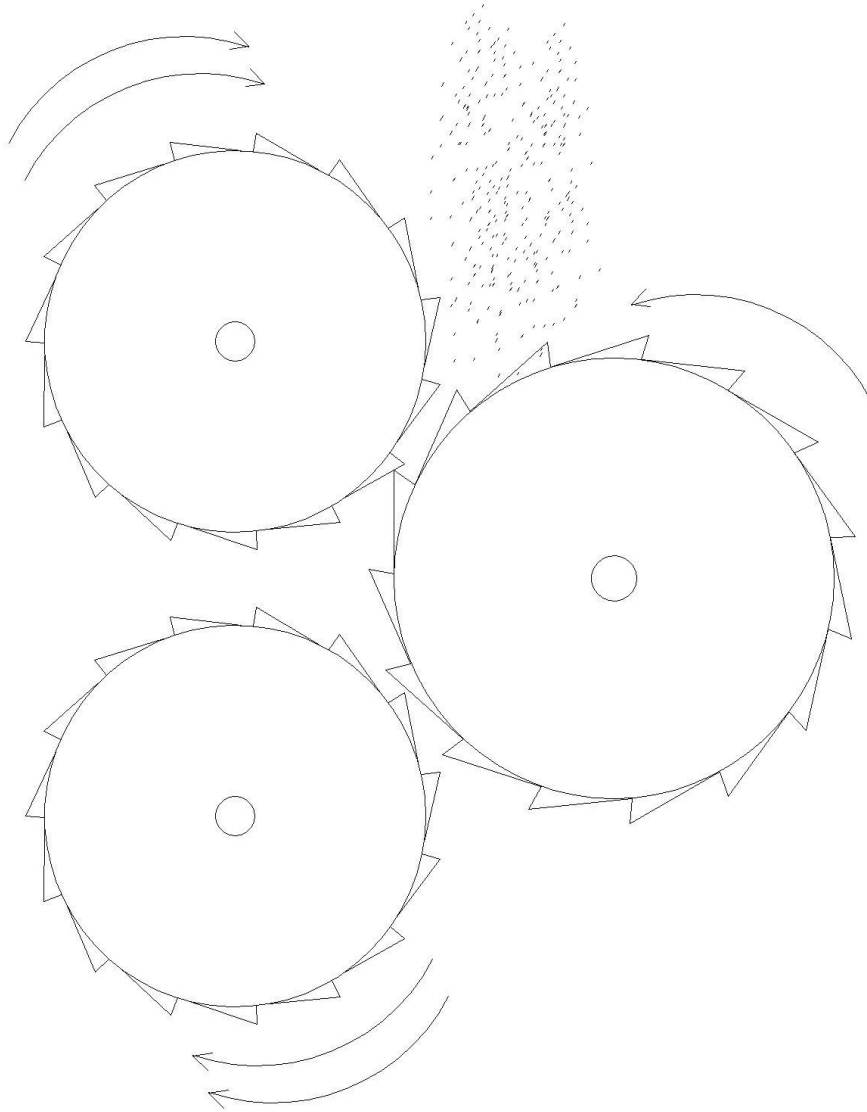
Diş/Sırta konumunda ise, hızlı dönen top üzerindeki yivlerin keskin ucu aşağıya doğru bakarken, yavaş dönen top üzerindeki yivlerde aşağı doğru bakmaktadır. Yavaş dönen topun yiv sırtında mesnetlenen tane, hızlı dönen top yivleri tarafından traşlanır. Yumuşak buğday öğütülen sistemlerde, üçüncü ve dördüncü kırmalarda irmikli un elde etmek için kullanılır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Diş / Sırta top montajı

3.2.4.5.3. Sırt / Dişe monte edilen vals topları

Sırt / Dişe olan pozisyonda, her iki topun üzerinde bulunan yivlerin keskin ucu yukarı doğru bakmaktadır. Tane, hızlı dönen top yivinin sırtı ile yavaş dönen top yivinin keskin ucu arasında kalarak kesilir. Sırt /dişe montaj ile yaklaşık aynı etkinlik derecesine sahip oldukları için aynı amaçla kullanılırlar (Şekil 3.21).

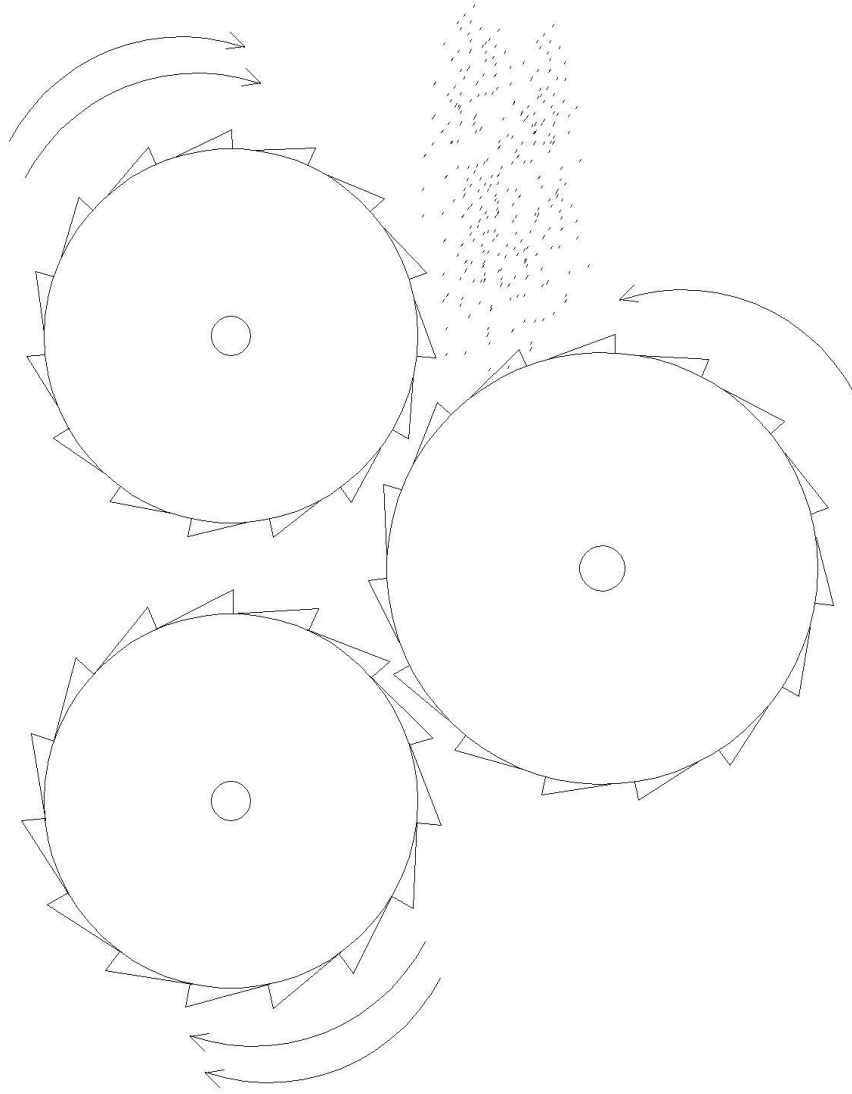


Şekil 3.21. Sırt/ Dişe top montajı

3.2.4.5.4. Diş / Dişe monte edilen vals topları

Diş/Dişe konumda, hızlı dönen top yivlerinin keskin ucu aşağıya doğru bakarken, yavaş dönen topun yivlerinin keskin ucu yukarı bakmaktadır. Bu pozisyonda

tane, her iki topun yivlerinin keskin yüzeyine denk geleceği için kesme etkisi maksimumdur. İrmik ve makarna fabrikalarında, ırmik elde etmek için kullanılır. Un fabrikalarında kullanılmazlar (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Diş Dişe top montajı

Kurma valslerinde ürünün işlenmesi esnasında gösterdiği etkilenme derecesi göz önüne alınarak değerlendirilirse, bu dört montaj pozisyonundan, sırt / sırta monte edilenin etki (kesme) şiddeti minimum, Diş/dişe monte edilenin etki şiddeti ise maksimumdur. Diş/Sırta pozisyonunda ise etki şiddeti sırt/dişe pozisyonundan daha azdır. Fakat yine de montaj şekli öğütülecek ürünün cins ve miktarına bağlı olarak seçilmelidir. Dedrick (1924) tarafından yapılan çalışmalar sonucu buğday cinslerine ve

özelliklerine bağlı olarak seçilen en uygun montaj şekilleri belirlenmiştir. Bu duruma göre;

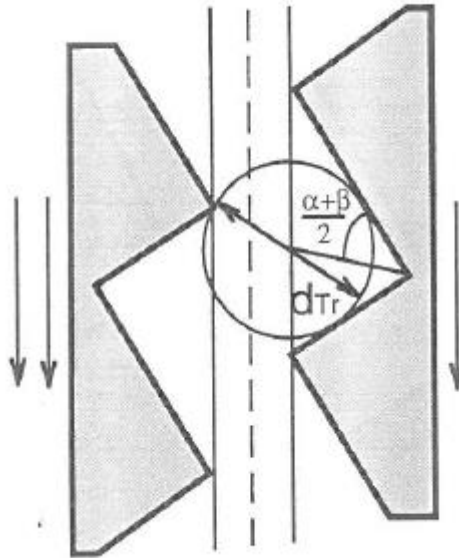
- Çok yumuşak buğdaylar için Diş /Dişe
- Orta yumuşak buğdaylar için Sırt/ Dişe
- Orta sert buğdaylar için Diş /Sırt
- Sert buğdaylar için Sırt /Sırt

pozisyonlarında yapılan top montaj daha verimli ve uygun olacaktır.

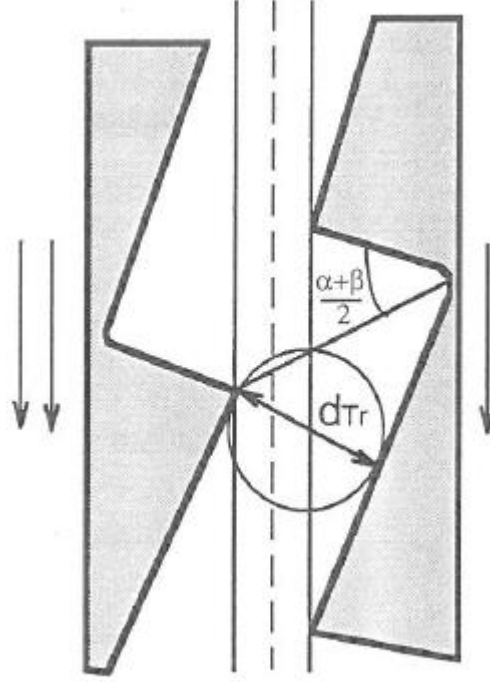
3.3. Kırma Valslerinde Top Montajı ve Öğütme Aralığının Matematiksel Açıklaması

Bu çalışmanın esası, "Buğday tanesinin zorlanmasının görünümüne bağlı olarak öğütme kriteri" dir. Hedef, hesaplama esaslarını basitleştirmek, bu esnada sınır çekirdeğinin geometrisinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak belli bir öğütme ayar aralığı dikkate alınarak yiv parametrelerinin hesaplanmasını geliştirmektir (Neumann, 1986).

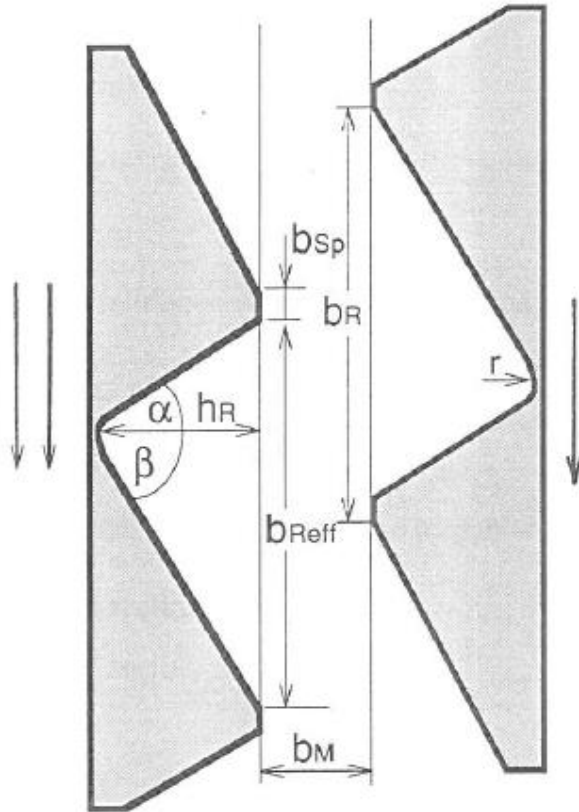
Matematiksel modellerin çıkarılmasında sırt-sırt ve diş-dişe top montaj şekilleri esas alınmıştır. Bu konularda Şekil 3.23 ve Şekil 3.24 de görülmektedir.



Şekil 3.23. Diş-dişe yiv parametreleri için montaj hali



Şekil 3.24. Sırt-sırta yiv parametreleri için montaj hali



Şekil 3.25. Vals topunun tüm yiv parametreleri

Matematiksel modellemede kullanılan semboller;

α : kesme açısı (yiv açısı)

β : sırt açısı

b_R : yiv genişliği (yiv başlığı)

b_{Ref} : efektif yiv genişliği (yiv boşluğu yok)

b_{Sp} : yiv boşluğu, yiv ucu genişliği

b_M : öğütme boşluğu genişliği

h_R : yiv derinliği, (yükseklik), teorik, Yiv tabanı yuvarlatılmamış

d_T : sınır çekirdek çapı (Şekil 3.21 ve 3.22 de öğütme aralığına bağlı yiv profilleri arasında)

d_{Tr} : Şekil 3.21 de görülen yiv profiline uygun kısılmış (küçültülmüş) sınır çekirdek çapı (diş- dişe montaj için)

d_{Tr} : Şekil 3.22 de görülen yiv profiline uygun kısılmış (küçültülmüş) sınır çekirdek çapı (sırt-sırtta montaj için)

d_W : imalatçı tarafından belirlenen veya silindirik taşlamaya göre vals çapı
n: faktörler tablosundan alınan sayı (üretici tarafından verilen, yivin yapıldığı çelik veya taşlama ile ilgili değerler)

n yiv/çev: vals topu çevresindeki yiv sayısı (yivleme tezgâhları ile ilgilidir)

n < 1000 ise hatvede n = 25 seçilir

n > 1000 ise hatvede n = 50 seçilir.

Faktörlerin belirlenmesi,

$$f_1 = \frac{1}{\tan\alpha + \tan\beta} \quad (3.1)$$

$$f_2 = \frac{2x \sin \frac{\alpha+\beta}{2}}{\cos \left(\frac{\alpha+\beta}{2} - \alpha \right)} \quad (3.2)$$

$$f_3 = \frac{2}{\left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha+\beta}{2}} \right) \cos \left(\frac{\alpha+\beta}{2} - \alpha \right)} \quad (3.3)$$

$$h_R = f_1 b_{Ref} \text{ ve} \quad (3.4)$$

$$b_{Ref} = \frac{h_R}{f_1} \quad (3.5)$$

Öğütme aralığına bağlı sınır çekirdek çapının hesaplanması,

$$d_T = f_2 \left(h_R + \frac{b_M}{2} \right) = f_2 \left[(f_1 b_{Ref}) + \frac{b_M}{2} \right] \quad (3.6)$$

Diş-dişe montaj için sınır çekirdek çapının hesaplanması,

$$d_{T_r} = f_3 (h_R + b_M) = f_3 [(f_1 b_{Ref}) + b_M] \quad (3.7)$$

Sırt- sırta montaj için sınır çekirdek çapının hesaplanması,

$$d_{T_r} = f_2 \left(\frac{h_R + b_M}{2} \right) = f_2 \left[\frac{(f_1 b_{Ref}) + b_M}{2} \right] \quad (3.8)$$

Öğütme aralığına bağlı sınır çekirdek çapına göre öğütme aralığının hesaplanması,

$$b_M = 2 \left(\frac{d_T}{f_2} - h_R \right) = 2 \left[\frac{d_T}{f_2} - (f_1 b_{Ref}) \right] \quad (3.9)$$

diş - dişe montaj için sınır çekirdek çapına bağlı olarak öğütme boşluğu genişliğinin hesaplanması,

$$b_M = \frac{d_{T_r}}{f_3} - h_R = \frac{d_{T_r}}{f_3} - (f_1 b_{Ref}) \quad (3.10)$$

sırt - sırta montaj için sınır çekirdek çapına bağlı olarak öğütme boşluğu genişliğinin hesaplanması,

$$b_M = \frac{2d_{T_r}}{f_2} - h_R = \frac{2d_{T_r}}{f_2} - (f_1 b_{Ref}) \quad (3.11)$$

öğütme aralığına bağlı sınır çekirdek çapına göre efektif yiv genişliğinin hesaplanması,

$$b_{Ref} = \frac{1}{f_1} \left(\frac{d_T}{f_2} - \frac{b_M}{2} \right) \quad (3.12)$$

diş-dişe montaj için sınır çekirdek çapına bağlı olarak efektif yiv genişliğinin hesaplanması,

$$b_{Ref} = \frac{1}{f_1} \left(\frac{d_T}{f_3} - b_M \right) \quad (3.13)$$

sırt - sırta montaj için sinir çekirdek çapına bağlı olarak efektif yiv genişliğinin hesaplanması,

$$b_{Ref} = \frac{1}{f_1} \left(\frac{2d_T}{f_2} - b_M \right) \quad (3.14)$$

vals topu çevresinde bulunan yiv sayısının hesaplanması,

$$n_{dis/cev} = \frac{d_W \pi}{b_R} = \frac{d_W \pi}{b_{Ref} + b_{Sp}} \quad (3.15)$$

yiv genişliğinin hesaplanması,

$$b_R = \frac{d_W \pi}{n_{dis/cev}} \quad (3.16)$$

Efektif yiv genişliğinin hesaplanması,

$$b_{Reff} = \frac{d_W \pi}{n_{dis/cev}} - b_{Sp} \quad (3.17)$$

Problemlerin çözümünde şu değerler esas alınmıştır. Her yiv, sıra takip edilerek arka arkaya seçilen veya hesaplanan iki çizgiden (düzlükten) meydana getirilmiştir.

Birinci düzlük: yiv açısı α ve β . Hesaplama kademelerinde α açısı daima küçük olmalı $\alpha \leq \beta$.

İkinci düzlük: Bu değişken iki taraflı kullanılmıştır ve daima iki değeri, yani b_M veya b_{Reff} değerlerini ifade eder.

Bu kurala göre önce yiv açısının belirlenmesi zorunludur, daha sonra efektif yiv genişliği b_{Reff} ve öğütme aralığı b_M hesaba katılır. Böylece mevcut bir valsın veya yiv tablosunun amaca uygunluğu analiz edilir. Bu problem bir başka açıdan da ele alınabilir. Yiv açısını sabit tutarak, buna göre öğütme aralığı b_M ve arzu edilen sınır çekirdek büyüklüklerini d_T , d_{Tr} (diş-dişe), ve d_{Tr} (sırt-sırta) için tayin edebiliriz. Bunlarla da yiv genişlikleri hakkında bir fikir edinilir. Yiv açısı ile birlikte diğer iki büyüklükte belirlendikten sonraki problem ise bir hesaplama yöntemi bulmaktır. Belirlenen yöntem basit ve ilgili her sistemde kullanılabilir olmalıdır. Buna ancak yiv açısına bağlı üç faktör geliştirmekle erişilebilir. Her kademedeki açı çiftleri için form faktör tabloları teşkil edilebilir. f_1 , f_2 , f_3 boyutsuz sayılardır. Numerik değerler (3.17) nolu formülden kolayca hesaplanabilir. Faktörlerin teşkili ise aşağıdaki gibidir;

f_1 = Teorik yiv derinliği, h_R 'nin yiv genişliğine bağımlılığı, önceleri Şekil 3.14 deki diyagramdan yararlanılarak, sayıların karşılaştırılması mümkün olur.

f_2 = yiv formunun parçacık büyüklüğüne bağlı oluşu veya bunun tersi.

$f_3 = f_2$ gibi d_{Tr} (diş-dişe)' e bağımlı.

Pratikte ekstrem değer olarak kalem açıları $65^\circ/65^\circ$, minimum toplam açı $(\alpha + \beta) = 70^\circ$ seçilebilir (Neumann,1986). Daha büyük olamaz.

3.4. Kırmada Etkenlik Sayısının Tespiti

Valslerde kırma etkenliğinin, bazı vals topu ve vals parametreleri ile ilk defa belirlenmesi P.A. Kosmin tarafından ortaya atılan "Etkenlik Sayısı" (Einflusszahl) ile yapılmıştır.

Kosmin' in Etkenlik Sayısı olarak tanımladığı, taneye kırılma bölgesinde bulunduğu sürece etkiyen kırıcı topun (hızlı vals topu) etkiyen yiv sayısından giderek, daha önce ifade edilen parametrelerden bazılarının fonksiyonu olarak aşağıda etkenlik sayısını veren formül bulunacaktır.

Kosmin 'in valsın kinematik parametrelerine dayanarak verdiği Etkenlik Sayısı,

$$E = V_{ho} \cdot t \cdot n \quad (3.18)$$

Burada,

E: Etkenlik sayısı (yiv)

V_{ho} : Hızlı topun kırılan taneye göre bağlı hızı (cm/s)

t: Tanenin öğütme bölgesinde kalma süresi (s)

n: yiv sayısı (yiv/cm).

Hızlı çalışan topun bağlı hızı da,

$$V_{ho} = V_h - V_T \quad (3.19)$$

İle ifade edilir.

$$V_T = \frac{V_h + V_y}{2} \quad (3.20)$$

V_T : Kılma bölgesindeki tanenin hızı (cm/s)

V_h : Kırıcı topun (hızlı) çevresel hızı (cm/s)

V_y : Tutucu topun (yavaş) çevresel hızı (cm/s)

(3.19) ve (3.20) nolu eşitliklerden

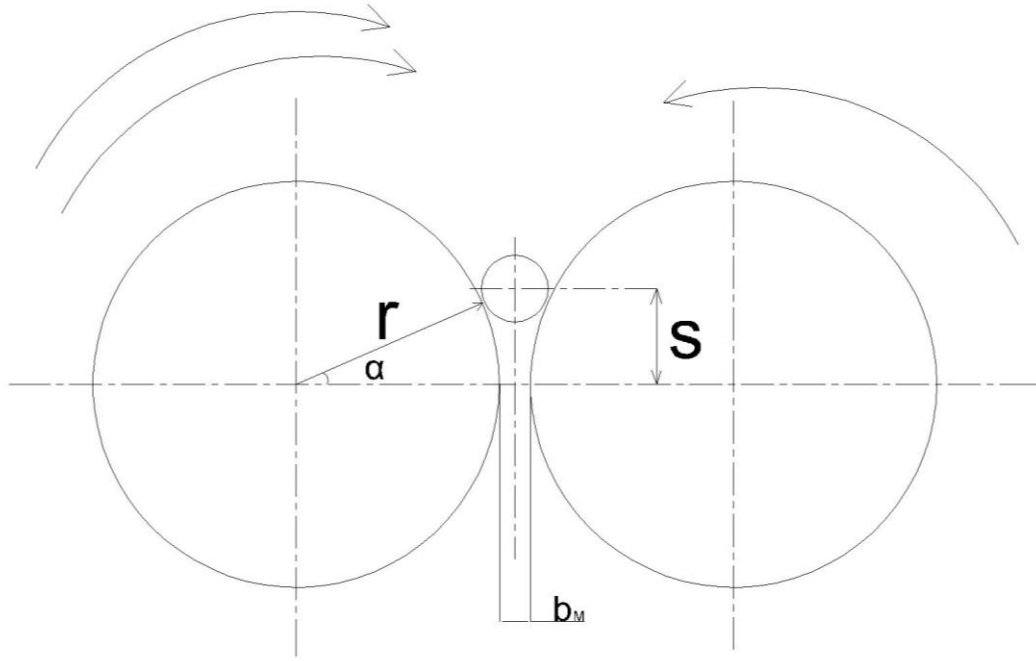
$$V_{ho} = \frac{V_h - V_y}{2} \quad (3.21)$$

Bulunur.

Tanenin öğütme bölgesinde kalma süresi t,

$$t = \frac{S}{V_T} \quad (3.22)$$

İle belirlenir. Burada S: öğütme boşluğu



Şekil 3.26. Öğütme bölgesi trigonometrik bağıntıları

r: Vals topu yarıçapı
 b_M : Vals topları aralığı
s: Öğütme bölgesi uzunluğu

Öğütme bölgesi S, Şekil 3.26 da gösterilen geometrik ve trigonometrik bağıntılar yardımıyla yazılırsa,

$$S = \left(r + \frac{b_M}{2}\right) \tan \alpha \quad (3.23)$$

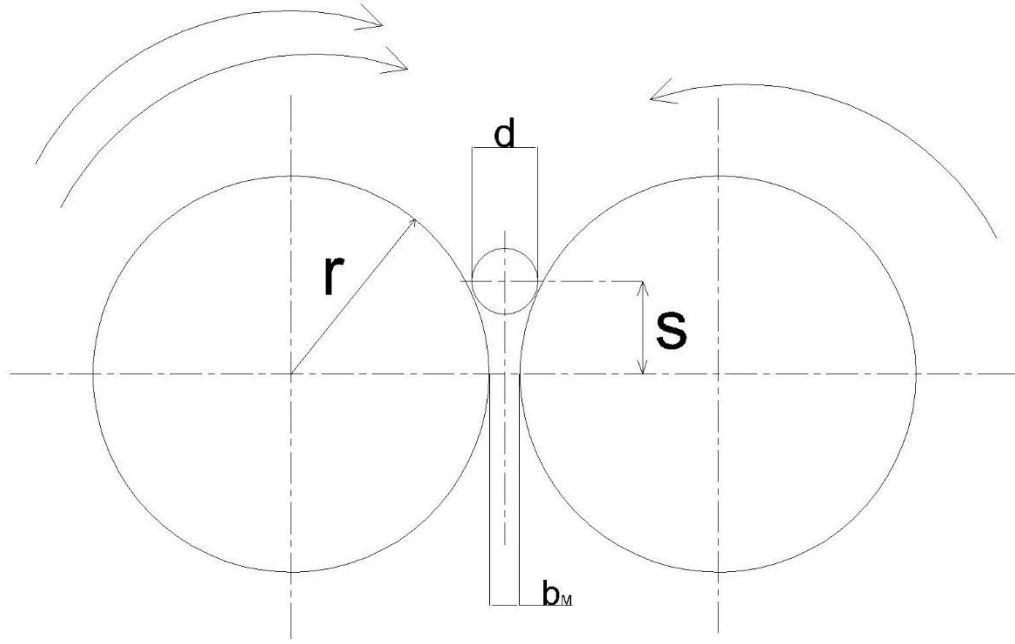
şeklinde bulunabileceği gibi, Kolostrin'in (1968) verdiği formülle de bulunabilir (Şekil 3.32).

$$S = \sqrt{r(d - b_M)} \quad (3.24)$$

(3.23) veya (3.24) ile (3.20) nolu denklemler, (3.22) nolu denklemde yerleştirilirse,

$$t = \frac{\left(r + \frac{b_M}{2}\right) \tan \alpha}{\frac{V_h + V_y}{2}} \quad (3.25)$$

bulunur.



Şekil 3.27. Kolostni ye göre öğütme bölgesi parametreleri

r: Vals topu yarıçapı
d: Kırılacak tane çapı
 b_M : Vals topları aralığı
s : Öğütme bölgesi uzunluğu

(3.21) ve (3.22) nolu eşitlikler (3.18) nolu eşitlikte yerine verilirse E sayısı,

$$E = \frac{V_h + V_y}{2} \cdot \frac{2 \left(r + \frac{b_M}{2} \right) \tan \alpha}{V_h + V_y} \cdot n \quad (3.26)$$

bulunur.

Vals toplarımın çevresel hızları oranı,

$$I = \frac{V_h}{V_y} \quad (3.27)$$

olduğuna göre (3.22) nolu eşilik,

$$E = \frac{i-1}{i+1} \cdot s \cdot n \quad (3.28)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Yukarıda türetilen etkenlik sayısı, teorik bir anlam taşımaktadır. Formül (3.28) de yer alan öğütme bölgesinin değeri, kırılacak tanenin yapısına bağlı olarak değişmektedir. Şekil 3.26 ve Şekil 3.27 de kırılan tanenin küresel yapıya sahip olduğu varsayılmıştır. Ancak uygulamada tane yapısı tamamen küresel yapıda olmadığı gibi, değirmendeki diğer pasajlar düşünülecek olursa, kabuksu veya pulsu yapıya sahip

olduğu görülmektedir. Bunun için tanenin küresel yapıdan olan farklılığını dengeleyen bir f faktörü kullanılır (Früh E. Hockere JC 1966).

$$f = 0,4 \dots 0,7$$

Buna göre küçük değerler pulsu veya kabuksu yapıdaki taneler için, büyük değerler ise küresel yapıya yakın yapıdaki taneler için kullanılır. Böylece (3.28) nolu eşitlik,

$$E = \frac{i-1}{i+1} \cdot s. n. f \quad (3.29)$$

şeklinde ifade edilir.

3.5. Buğday Tanesinin Yapısal Özellikleri

Buğday tanesine dıştan bakıldığında zaman 4-10 mm uzunlukta, 1.5-4 mm genişlikte, rengi esmerden kirli sarıya kadar değişen bir tahıl olduğu görülür. Tanede boydan boya bir karın çukuru vardır. Sivri uçta sakal olarak bilinen ince tüyler ve diğer uçta da Ruşeym (germ) bulunur. Tane başak eksenine bu kısımdan tutunmuştur.

Buğdayın işlenmesinde verimi artırmak ve elde edilen ürünleri geliştirmek için tanenin botanik yapısını incelemek gerekir. Buğday tanesi genel olarak şu üç kısımdan meydana gelmiştir. Bunlar,

- % 13-16 'sini teşkil eden kabuk,
- % 85-87 'sini teşkil eden endosperm,
- % 2.5-3.5 'unu teşkil eden Ruşeymdir.

Tanenin bu üç aynı kısmı da farklı özelliklere sahip tabakalardan oluşmaktadır. Buğday tanesinden kaliteli un eldesi, tanenin yapısında bulunan kabuk (kepek) tabakasının ve Ruşeymin tamamen ayrılması ile mümkündür. Kabuk tabakaları ile endosperm arasında Aleuron hücrelerinden oluşan bir tabaka vardır ki kesin sınırla ayrılmadığı için hem endosperm hücrelerini içerir, hem de kabuk tabakalarından en içte olan hyalin (renk hücreleri) hücrelerini içerir. Dış kabuk tabakasının endospermden ayrılmasında karşılaşılabilecek güçlükleri şu şekilde ortadan kaldırmak mümkündür;

- Buğday tanesinin oval ve kabuklu olması kolayca ayrılmaya izin vermeyecektir. Boyuna kesitte taneyi çevreleyen bütün kabuk katmanları görülmektedir (Şekil 3.26). Dış perikorp fabrikadaki tavlama, öğütme ve temizleme işlemleri sonucu uçar kepek olarak ayrılır. Bu ayrışma %100 oranında mümkün olmayabilir. Çünkü kabuğu oluşturan katmanlar ve

endosperm hücreleri birbirlerine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu tabakalar arasındaki sınırın belirsizliği ayrılımlarındaki güçlüğü de doğrudan gözler önüne sermektedir.

- Değirmencilik dilinde buğday tanesi ince ve kalın kabuklu olarak iki ana grupta değerlendirilir. Tabaka kalınlıkları farklı tanelerde değişebildiği gibi, aynı cins buğdaylarda bile taneden taneye değişmektedir. Taneyi çevreleyen kabukların kalınlığının, öğütme kalitesinin iyi veya kötü olduğuna dair belirleyici bir bilgi vermesi mümkün değildir.
- Endospermin en dış sıra hücrelerinden oluşan aleuron tabakası ile nişasta içerikli endosperm hücreleri arasındaki tabakanın düz olmaması, öğütme esnasında büyük problemler doğurmaktadır. Bu nedenle kabuk hücreleri arasında bulunan unun tamamen sıyrılması mümkün değildir. Aleuron hücrelerinin farklı boyutlarda olduğu, tanenin enine ve boyuna kesitlerinde gözlenmektedir. Bunun sonucu olarak ta kontak alanındaki step formasyonunda unun alınması son derece komplike bir durum arz etmektedir. Bu bölgedeki endosperm hücreleri aleuron hücrelerinden oluşmaktadır. Aleuron hücreleri üzerinde unsu endosperm içlerine doğru genişleyen çekirdek hücreler bulunur. Öyle ki bu hücre daha sonra kız kardeş olarak bilinen yeni bir endosperm hücresi oluşturacak ve bu kardeş hücrelerden bir tanesi ayrıldığı zaman aleuron tabakasında bir boşluk meydana gelecektir. Böylece nişasta oluşumu yalnızca endosperm hücrelerinde görülmüş olacaktır. Kabuk ve aleuron hücreleri nişasta ihtiva etmezler. Bu da endosperm sınır bölgesinde (subaleuron hücreleri) daha fazla protein ihtiva eden, fakat iç kısımlara gidildikçe protein ihtivası azalan taze hücreler olarak kolayca izah edilebilir. Dıştakilere göre bağlı olarak daha az protein taşıyan bu hücrelerde nişasta oluşumu daha ileri düzeydedir. Bu sebepten dolayıdır ki dış endosperm hücreleri daha yüksek düzeyde kül ihtiva ederler.
- Dış endosperm hücre duvarları, aleuron ile kontak alanında endospermin iç kısımlarından daha kalındır. Bu da endospermin aleuron hücrelerinden oluştuğu gerçeğini kanıtlamaktadır. Aleuron hücrelerinin hücre duvarları 5-7 mikron kalınlığındadır. Genellikle kübik şekilli, bazen de uzunluğu daha fazla olan dikdörtgen şekilli alt aleuron hücreleri büyük bir

olasılıkla aynı duvar kalınlığına sahiptirler. Ön kısımda böbrek şekli içindeki endosperm hücreleri uzun ve prizmatik şekilli olup duvarları ise uzunlamasına şekillenip yaklaşık 3 mikron civarındadır. Böbrek şeklinin merkezinde bulunan çokgen ve düzensiz şekilli hücreler, endosperm sinir hücrelerinden daha geniş olup, daha ince hücre duvarlarına sahiptirler. Endosperm ile bağlantıyı epithelyum veya absorbsiyon tabakaları ve boru hücreleri sağlar. (Şekil 3.28)

- Rüşeym tanenin iç kısmına yerleşmiş olup, tanenin üst kısmındaki siyah bölgenin %20 sini kaplar. Embriyoyu oluşturan kalkancık ve kökçük arasında buğdayın çimlenmesini sağlayan merismatik doku vardır. Bu kısım gerçek embriyodan oluşur ve skutellum içine yerleşmiştir.
- Buğday çeşidi çok sayıda olmakla birlikte makarnalık, ekmeklik ve bisküvilik buğdaylar olmak üzere üç ana grupta toplanır. Deneylerde ekmeklik buğdaylar kullanılmıştır. Bunlarda kendi arasında yumuşak ve sert buğdaylar olmak üzere birçok çeşide ayrılırlar. Yumuşak beyaz buğday çeşitlerinden Gerek buğdayı, ekmeklik kırmızı sert buğdaylardan Bezostiya kullanılarak paçal yapılmıştır. Paçal %80 Gerek , %20 Bezostiya buğdaylarından hazırlanmıştır.



Şekil 3.28. Buğday tanesinin enine ve boyuna kesitleri

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Öğütme Sistemi

Öğütme sistemi olarak deneylerde kullanılacak 4 farklı değer seçilmiştir, bunlar;

- Çevrim oranları: 1/ 2.5, 1/ 3.5 ve 1/ 4.5 olarak ayarlanmıştır.
- Yük debileri: 200, 600, 1000 kg/ saat olarak ayarlanmıştır.
- Silindir top hızları: min = 3.3 m/s ile max =9.8 m/s arasında uygulanmıştır.
- Yiv tipleri: 3.5, 4, 5.5, 6, 6.5, 7, 8.5, 9, 10, 11 ve 12 yiv/cm' lik yivler açılarak etkilerine bakılacaktır. Ayrıca 30°,35°,40°,45° lik dış açısı ile 60°, 65° ve 70° lik sırt açıları kullanılmıştır. Bu yivlere %8, %10, %12 ve %14 helisler açılarak etkileri incelenmiştir.

Deneyler fabrika ortamında yukarıda belirtilen parametreler ile gerçekleştirilmiş olup, elde edilen çıktılar un fabrikası laboratuvarında yine gerekli analizler (kül miktarı, kepek bulaşımı... vs.) yapılarak sonuçlar daha önceki 4 toplu çalışmada elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Öğütme sistemi olarak 3 silindir toplu ve 4 silindir toplu vals değirmen makinesinden geçirilen mallar aynı elek değirmen makinesinden elenerek geçirilmiş olup iki çeşit makinenin de aynı ortam ve şartlarda deney yapılması sağlanmıştır.

4.2. Deneyin Yürütülmesi

Buğdayı öğütmeden evvel özellikle sertlik derecesine göre değişmek üzere, uygun değer de tane suyu düzeyini sağlamak üzere yapılan taneye su verme veya tanedeki fazla suyu kurutarak uzaklaştırma işlemlerine tavlama denir. Bu işlemin amacı işlenecek buğdayın tane suyunu optimum düzeye getirerek fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak ve izlenebilirliğini artırmaktır.

Tavlama işleminin değirmencilik açısından fonksiyonları;

- Tanenin kepek tabakası gevrekliğini kaybederek elastik ve daha mukavim bir yapı kazanır. Bu özellik kepeğin öğütme esnasında toz olmadan pulcuk halinde parçalanmasını sağlar.

- Endosperm ise kepeğin aksine kolayca kırılabilen gevrek bir yapı kazanır. Böylece kepek-endosperm ayrışımı kolaylaşır.
- Daha iyi kepek-endosperm ayrışımı sonucu unun kül miktarı ve renk intensitesi düşer. Una daha az kabuk karışması neticesinde un daha beyazdır.
- Optimum fiziksel özellik kazanan tanenin öğütülmesi kolaylaşır ve neticede öğütme için gerekli enerji ihtiyacı düşer.

4.3. Öğütme Değerlerinin Etkilerinin Deneysel İncelenmesi

Bu deneyde 100'lük çift katlı 4 silindirli vals ile 100'lük çift katlı 3 silindirli vals kullanılmış olup elektronik seviye kontrollü ve tam otomatik danelik kumandalıdır. Deneylerde %80 Gerek ile %20 Bezostiya buğdaylarının karışımından oluşan bir paçal kullanılmıştır.

Öğütme değerleri unun kalitesi ve verimini direkt olarak etkilemekte olup değerlerin istenen buğdayın özelliklerine göre seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüz şartlarında bu değerler ve ölçüleri pek önemsenmiyor olsa da buğdaydan yapılmak istenen gerek un, gerek irmik gerek bisküvi de tüm değer sonuçları göz önüne alınarak yapılmakta, kalite durumları ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu durumlardan dolayı yapılan çalışmalar fabrika şartlarında gerçekleşmiş olup deneyler iki farklı makinede aynı şartların geçerliliği sağlanarak yapılmıştır.

4.4. Öğütme Denemeleri

İlk deneyler kalem açıları 40°/70°, helisi %8 ve çevredeki yiv sayısı 314 olan yeni bir top ile vals üzerinde yapılmıştır. Öncelikle toplar sırt-sırtta konumda montaj edildi ve 100kg'lık miktar buğdaydan alınan valsin besleme haznesine dolduruldu. Danelikler arası mesafe buğdayın sabit kalınlıkta perde şeklinde indirecek şeklinde ayarlandı. Daha sonra öğütme aralığı 2.0 mm olacak şekilde toplar ayarlanıp vals normal hızına erişinceye kadar çalıştırıldı. Danelik otomatiği açılarak buğday toplar arasına bırakıldı. Kırılan buğday valsin boşaltma haznesinden alındı. Bu işlem deneyden daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmek amacıyla aynı öğütme aralığı için üç kez tekrarlandı. Bunu takiben öğütme aralığı 1.8 mm'ye ayarlanıp aynı şartlarda ve aynı

numuneden alınan 25'er kg'lık buğday kırıldı. Öğütme aralığı 1.4 ve 1.0 mm'ye ayarlanıp işlemler aynen tekrarlandı.

Sırt-sırta konumda bulunan valsin topları sökülerek sırt-dişe gelecek şekilde takıldı ve deneyler tekrar yapıldı. Bu işlemler topların sırasıyla sırt-dişe ve diş-sırta gelecek şekilde montajı yapılarak ve 1.0 mm, 1.4 mm, 1.8 mm ve 2.0 öğütme aralıklarında gerçekleştirildi. Aynı işlemler diğer yiv özellikleri için de tekrarlanarak elde edilen değerler kaydedildi.

Deneylerin ikinci bölümü ise, yük debisinin değişimi danelik merdanelerinin aralığı açılarak, çevrim oranı ise vals tahrik sistemindeki dişlilerin istenen oranı verecek şekilde değiştirilmesi ile gerçekleştirildi.

Deneyler sonucu elde edilen kırılmış buğday özel olarak hazırlanmış labotatuvar tipi elek ile 20 dakika süreyle elendi. 1000 μ (20 Nr.), 364 μ (50 Nr.) Gritz-Guaze ve 180 μ (8xxx Nr.) Nybolt ipeklerin kullanıldığı eleme işlemi ile kaba kepek, ırmik ve un olarak sınıflandırılmış, bu değerlere bağlı olarak kül analizleri yapılmış, toplam elek altı çıktıları ve kepek içerikleri hesaplanmıştır. (Elgün ve Ertugay, 1995)

5. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada 3 ve 4 silindir toplu deneyler iki ana grupta yapılarak sonuçları irdelenmiştir. Bunlar, “Yiv özelliklerinin öğütmeye etkileri” ve “Yük debisi ve vals özelliklerinin öğütmeye etkileri” olarak dikkate alınmıştır.

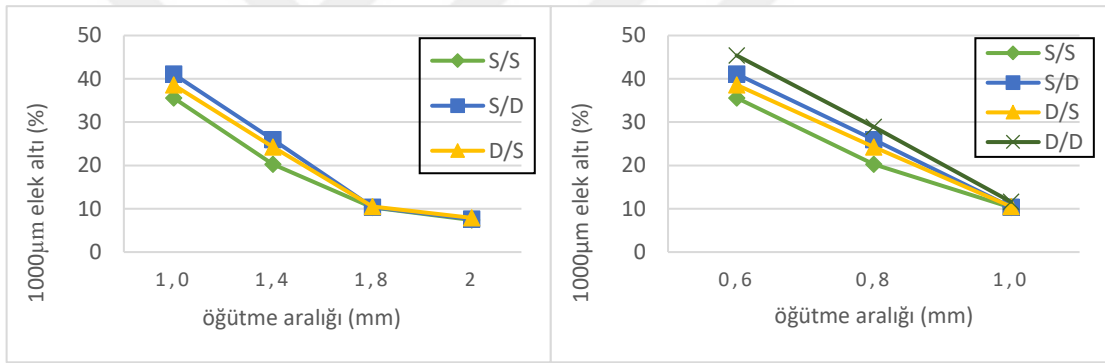
5.1. Yiv Özelliklerinin Öğütmeye Etkileri

5.1.1. Top montaj şeklinin öğütmeye etkileri

Kalem açıları: $40^{\circ}/70^{\circ}$

Diş sayısı: 4 diş/cm

Top montajı (diş pozisyonları): S/S, S/D, D/S

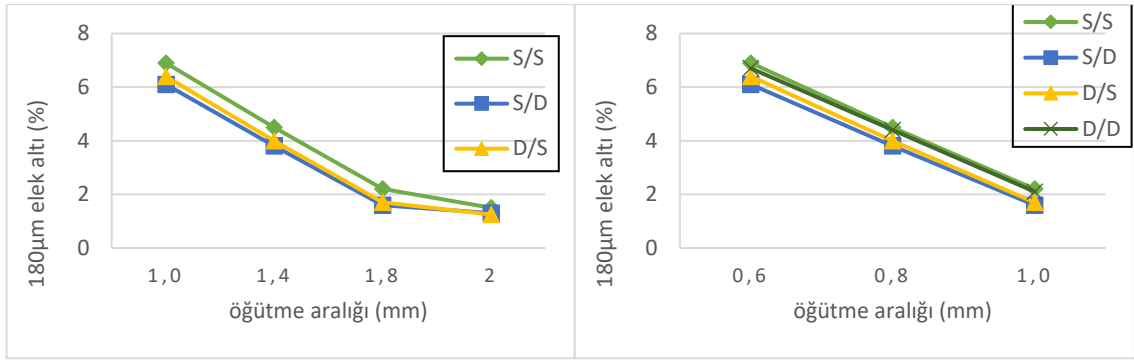


a)3 top silindir

b)Paralel silindir

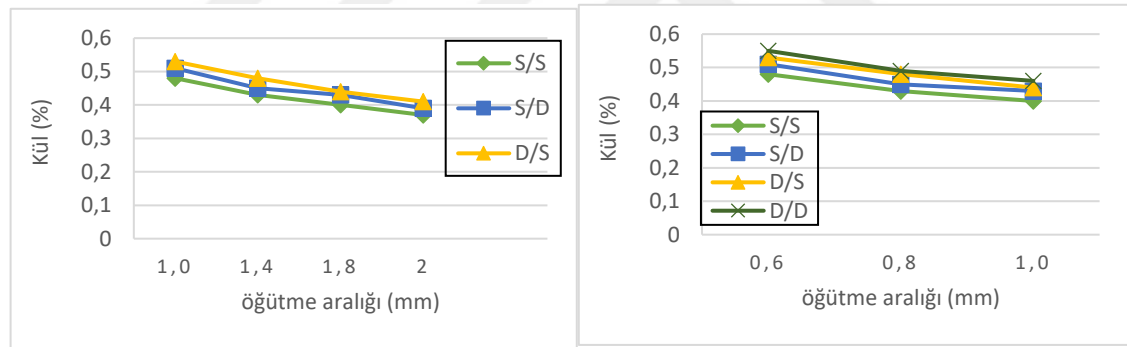
Şekil 5.1. Top montaj şekilleri ve öğütme aralığına bağlı toplam kırma oranı

Yiv pozisyonlarının kesme etkisi arttıkça, kırma oranı yükselmiştir. Vals aralığı genişledikçe bu etkinlik düşmüştür. Yani diş/dişe pozisyonunda en yüksek kırma oranı yaşanmıştır.



Şekil 5.2. Top montaj şekilleri ve öğütme aralığına bağlı un ayrışması

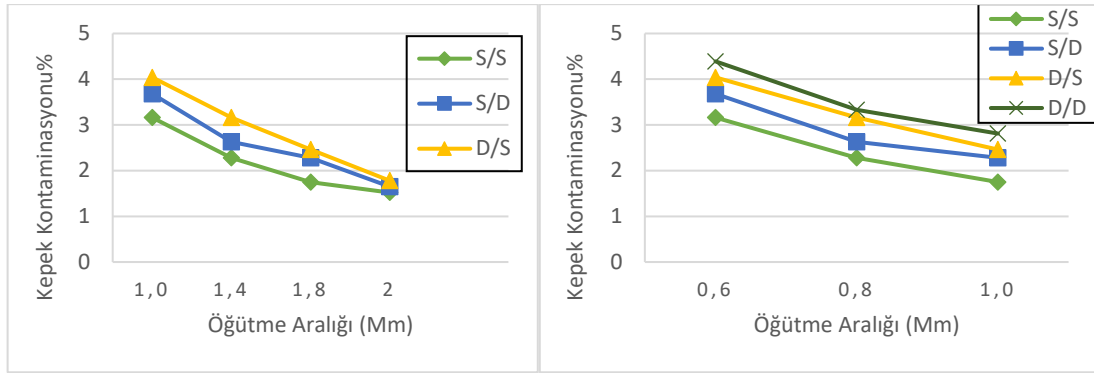
Birinci kırmada unun ayrışmasında yiv pozisyonu etkili olmamış, fakat sıkı vals kullanımı unun ayrışmasını önemli düzeyde arttırmıştır. Ayrıca bu durumda dış pozisyonlarının irmik üretimini arttırdığı, buna karşılık un üretimini etkilemediği anlaşılmaktadır. Bu iki çizelgede de 4 ve 3 top arasında bariz bir farkın oluşmadığı görülmüştür.(Şekil 5.1 ve 5.2).



Şekil 5.3. Top montaj şekilleri ve öğütme aralığına bağlı kül miktarı

Yiv pozisyonları kesme etkisinin artırılması, un miktarını arttırmasa da (Çizelge 5.3), unun külünü yükselterek kalite düşüşüne sebep olmuştur. Bu sebeple birinci kırmada undan çok, irmik üretimi amaçlanır. Vals aralığı açılınca unda kül miktarı düşmüştür. (Tschiersch 1957)

Kül açısından en düşük kül miktarı sağlayan S/S pozisyonu birinci kırma için en uygun top montaj tipidir.

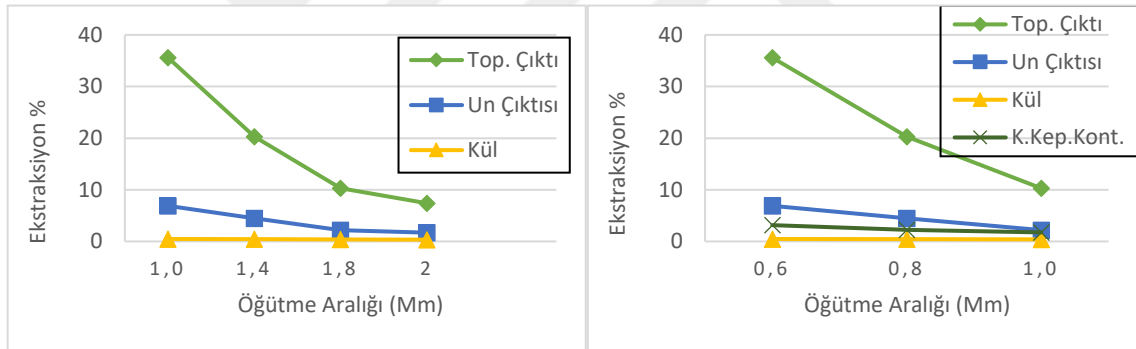


a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.4. Top montaj şekilleri ve öğütme aralığına bağlı kepek bulaşımı

Birinci kırmada kesmeyi artırıcı yiv pozisyonları unda kepek bulaşımını arttırmakta, un külünü yükseltmektedir (Şekil 5.4.). Açık valslerde öğütme, unda kepek bulaşımını düşürmektedir. Bu sonuç, kesici diş pozisyonlarının kabuğu aşırı incelterek, ırmik ve una kepek bulaşımını yükselttiğini göstermektedir.



a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.5. S/S Top montaj şekline ve öğütme aralığına bağlı ayırma

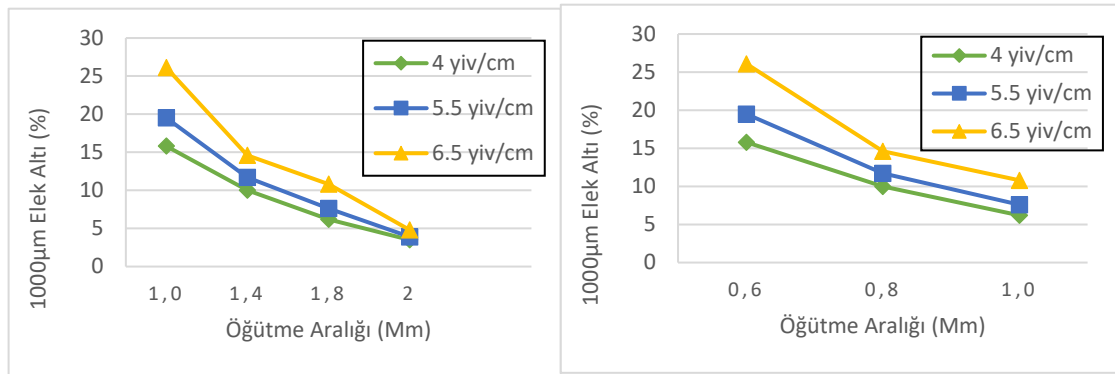
Valslerin sıkılarak öğütme aralığının düşürülmesi, ırmik, un ve unda kül miktarını ve unda kepek ayrışımını arttırmaktadır. Sıkı vals, vals basıncını arttırarak, öğütmede ince materyalin artışına sebep olur ve kepek ayrışımını yükseltmektedir.

5.1.2. Top yiv sıklığının öğütmeye etkileri

Çevredeki yiv sıklığının artması yivlerin küçülmesi demektir ki bu da öğütülen buğdayın daha fazla inceleyeceği anlamına gelir. Yapılan deney sonuçlarından elde edilen değerlerden görüldüğü üzere 4 yiv/cm olan yiv sayısına nazaran artan yivlerle yapılan

kırmalarda un miktarında belirgin bir artış görülmüştür. Fakat bu artışa nispeten yiv sıklığındaki bu artma ve öğütme aralığındaki daralmalar, buğdayın kabuğunu teşkil eden kepek kısmının fazlaca kazınip ve parçalanip una karışmasına ve sonuç olarak undaki kül miktarını artırıp kalitenin düşmesine neden olmuştur. (Elgün ve Ertugay, 1995)

Kalem açıları $45^{\circ}/65^{\circ}$, eğim %10 ve D/D şeklinde montaj edilmiş olan 4yiv/cm, 5.5 yiv/cm ve 6.5 yiv/cm olan toplar ile deneylerimize başlanılmıştır.

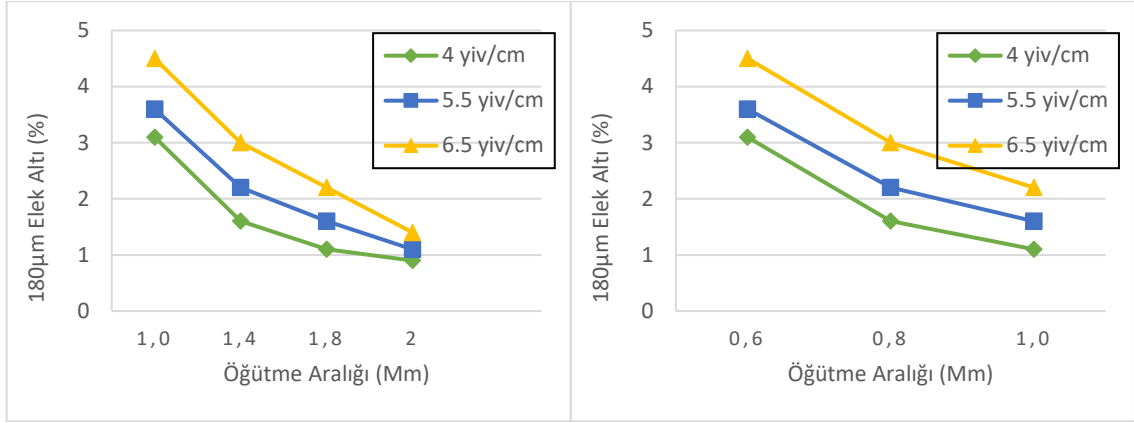


a) 3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.6. Yiv sayısı ve öğütme aralığına bağlı toplam ayrışma

Santimetredeki yiv adedi arttıkça, bu sık yivleme durumu ince ürün miktarını arttırmıştır. Sıkı monte edilmiş valslerde bu etki daha üst seviyeye çıkmaktadır. $45^{\circ}/65^{\circ}$ 'lik kalem açısı 45° 'lik geniş diş açısına sahip olup, kesici etkisi düşüktür. Bu şartlarda ancak 5.5 veya 6.5 yiv/cm'lik yiv sıklığı ile normal ayrışma yakalanabilir. Bu da kül miktarını arttırır. Bunun yerine 25° , 30° , 35° 'lik diş açıları kullanmak daha yararlı olacaktır.

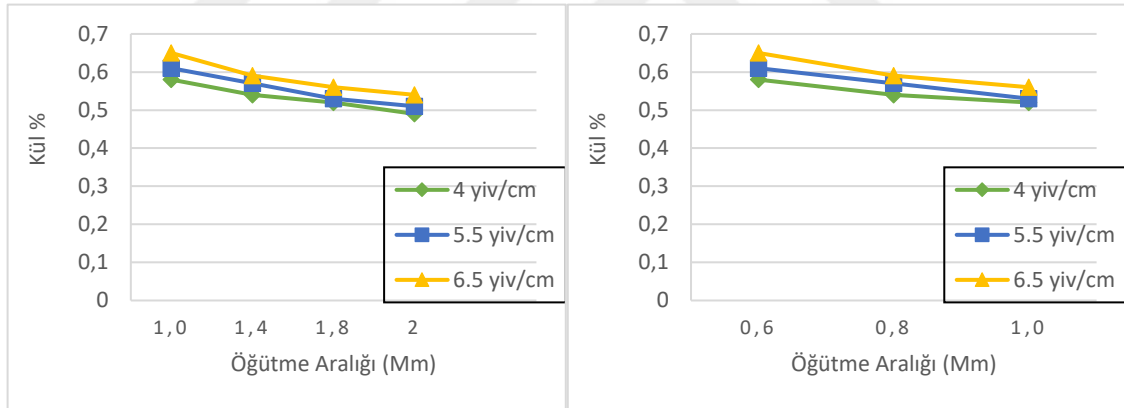


a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.7. Yiv sayısı ve öğütme aralığına bağlı un ayrışımı

Yiv sıklığı toplam ayrışmada % 8-10 artış sağlarken unda %100'ü geçen bir artış kaydedilmiştir. Bu da sıkı yivlemenin ince ürünü arttırdığını açıkça göstermektedir. Bu bakımdan birinci kırmada sık yivleme istenmez. 5.5 yiv/cm'den sonra un ayrışımı süratle artışa geçmektedir. Bu ise ince ürün olan kabuk bulaşımını artırır.

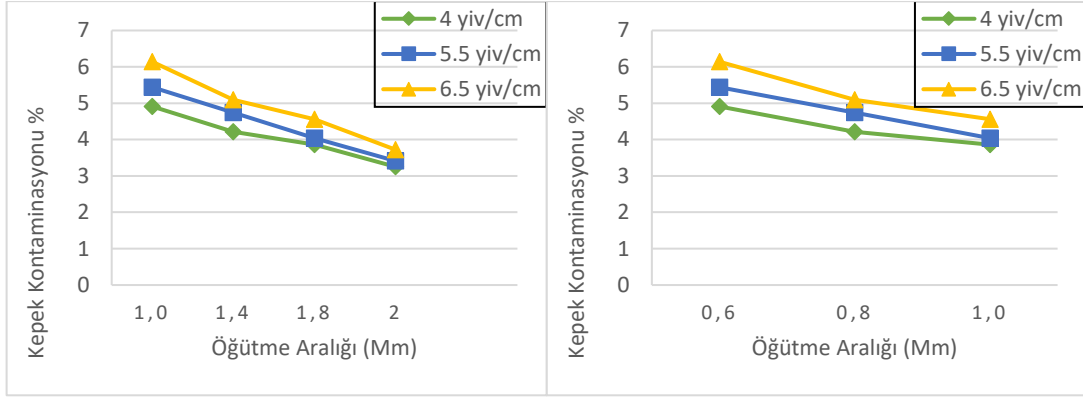


a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.8. Yiv sıklığı ve öğütme aralığının unda kül miktarına etkisi

İnce ürünün artışına paralel olarak, sıkı yivleme ile undaki kül miktarı da hızla artmıştır. Genelde birinci kırmada elde edilen un külünün %0.40'ın altında olması istenir. 5.5 yiv/cm'den daha sıkı yivleme unda külü de hızla arttırmıştır.

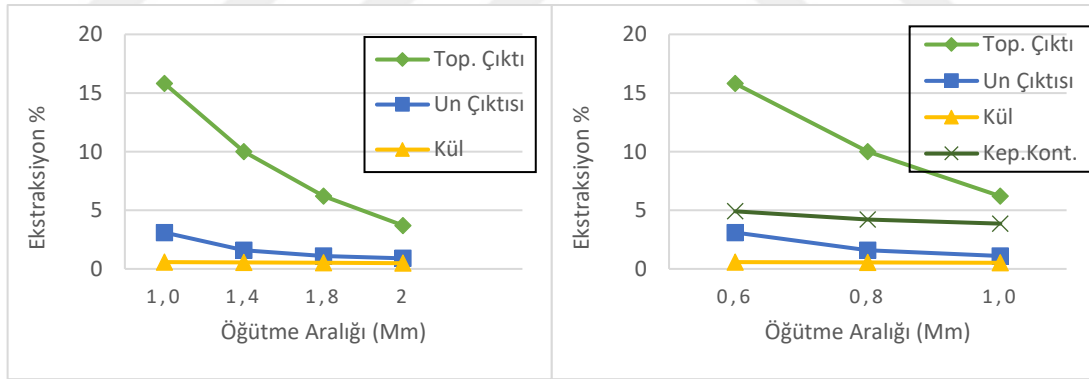


a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.9. Yiv sıklığı ve öğütme aralığının unda kepek bulaşımına etkisi

Sık yivleme ile ince materyali arttıran şartlar kepek bulaşımını da arttırmıştır. Aynı şekilde sık aralıklı öğütmede optimum vals aralığının, istenilen toplam ayrışmasına göre tespit edilmesi, fazlasının kullanılmaması gerekir. Yiv sıklığı tercihi yapılacaksa 4 yiv/cm kullanılmalıdır.



a)3 top silindir

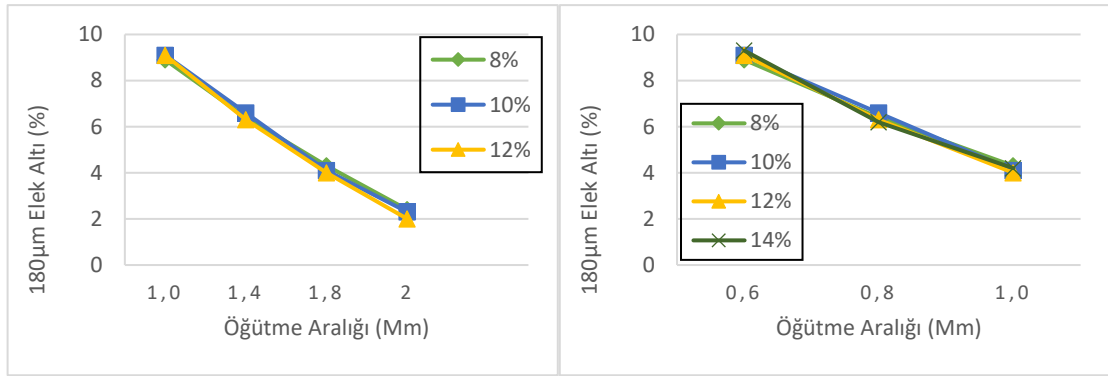
b) Paralel silindir

Şekil 5.10. 4 yiv/cm sıklıkta yivlenmiş vals topu ve öğütme aralığına bağlı öğütme değerleri

Burada 4 yiv/cm en uygun un kalitesi vermesine karşılık, toplam ayrışma birinci kırma için yetersizdir. Bunun artırılabilmesi için 40°'lik yiv açısının küçültülmesi gerekmektedir.

5.1.3. Top yiv eğimlerinin öğütmeye etkileri

Kalem açıları $40^\circ/60^\circ$ ve S/S şeklinde monte edilmiş, yiv eğimi %8, %10 ve %12 olan valslerle deneyler yapılarak sonuçlar gözlemlenmiştir. Yiv eğiminin un miktarına etkisi olmamakla birlikte top uzunluğu boyunca yivlere gelen kuvvete etkisi olduğu bilinmektedir. Deney sonuçları ve grafikte de görüleceği üzere %8, %10 ve %12 eğimlerine ait eğrilerin birbirlerinden farklı olmadığı, dolayısıyla un miktarına etkisi olmadığını, çok küçük olsa da belli bir değişim göstermektedir. Bu deney sonuçlarındaki alınan bilgi ve gözlemler Tschiersch, 1985 tarafından da doğrulanmaktadır.



a) 3 top silindir

b) Paralel silindir

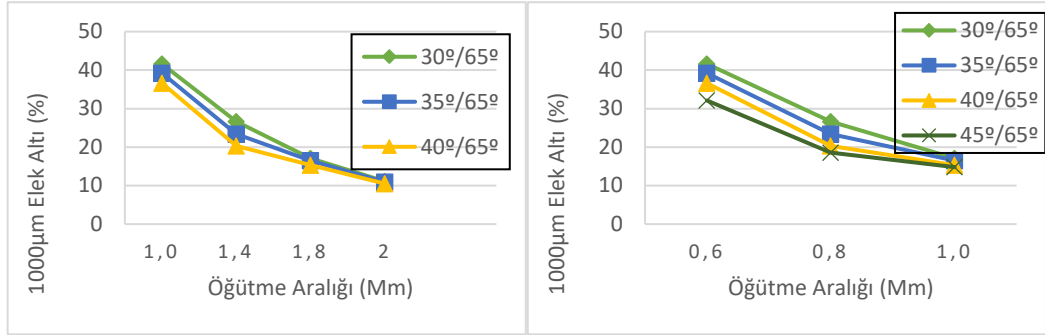
Şekil 5.11. Yiv eğimi ve öğütme aralığının un ayrışımına etkisi

Yiv eğimi özellikle sıkı vals aralığında etkili olmuş, % un ayrışımını artmıştır. Fakat bu artış çok azdır. Burada kullanılan sabit vals ve yiv özelliklerinin öğütücü etkisi söz konusu olabilir. Mesela kullanılan geniş, 40° 'lik diş açısı ve 7 yiv/cm'lik sıkı yivleme ihtimal sebeptir. Bu değerler birinci kırmada daha düşük alınmalıdır. Bu sonuçlar daha sık yivleme ve daha sıkı valsle çalışan ileri kırma ünitelerinde yiv eğiminin artırılmasının kırıcı etki ile daha fazla ince malzeme verebileceğini gösterir.

5.1.4. Top yivi kesme açısının öğütmeye etkileri

Kalem açıları $30^\circ/65^\circ$, $35^\circ/65^\circ$, $40^\circ/65^\circ$, $45^\circ/65^\circ$, 6 yiv/cm, S/D şeklinde monte edilmiş, eğimi %10 olan toplarla deneyler yapılmıştır. Kesici açının büyümesi, ilk kırılan buğdaydan elde edilen un miktarını artırırken irmik miktarında azalmaya neden olmuştur.

Çizelge 5.12 ve Şekil 5.12’de görüldüğü üzere $40^\circ/65^\circ$ ’e nazaran $30^\circ/65^\circ$ kalem açılarının kullanıldığı deneyde elde edilen un miktarı daha azdır. Kırma valslerinde amaç un değil ırmik elde etmek olduğu için küçük kesme açılarını daha yüksek ayırışmalar da tercih edilmektedir.

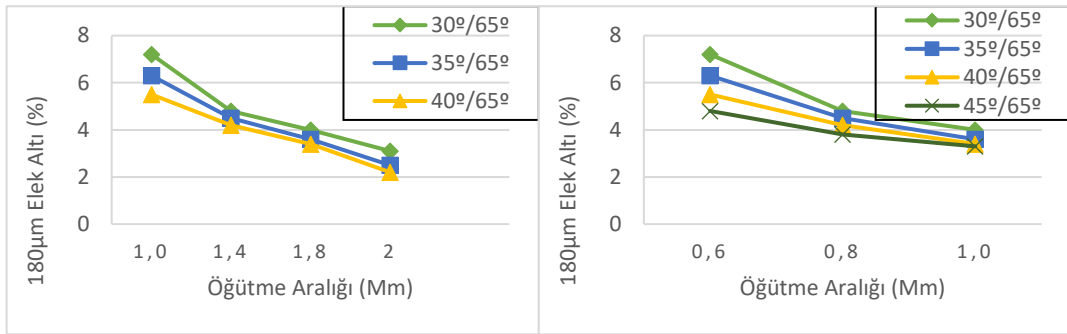


a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.12. Artan Yiv kesme açısı ve öğütme aralığına bağlı ırmik ayırışması

Dar kesme açısı ırmik verimini arttırmıştır. Dolayısıyla ayırışma yükselmiştir. Açı genişledikçe, dar vals aralığında daha bariz olmak üzere toplam ayırışma düşmüştür.



a)3 top silindir

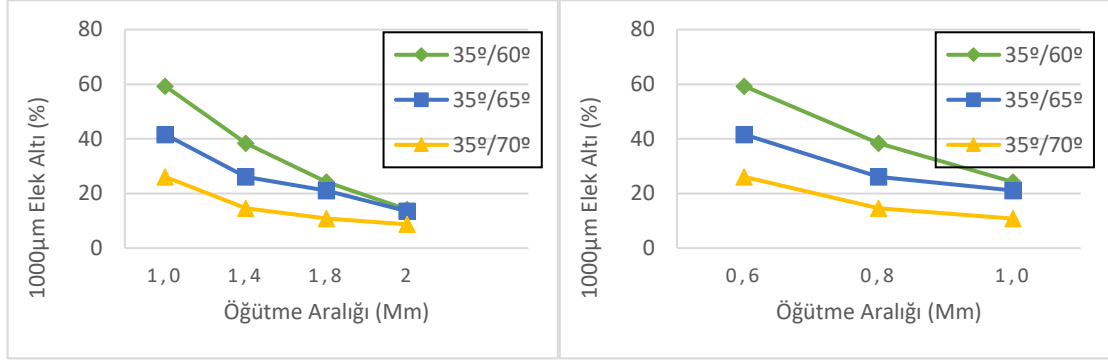
b) Paralel silindir

Şekil 5.13. Artan Yiv kesme açısı ve öğütme aralığına bağlı un ayırışması

Dar kesme açısı un verimini de arttırmıştır. Sıkı vals aralığı etkinliği daha da yükselmiştir. Bu sebeple kaliteli öğütmenin yapılacağı diyagramlarda birinci kırmada biraz daha geniş kırma açısı kullanılabilir.

5.1.5. Top yivi sırt açısının öğütmeye etkileri

Kalem açıları $35^\circ/60^\circ$, $35^\circ/65^\circ$, $35^\circ/70^\circ$, 6 ve 8 yiv/cm, S/D şeklinde montaj edilmiş, eğimi %10 olan topraklarla deneyler yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 5.14 ile Şekil 5.15 görülmektedir. Şekil 5.14 ve Şekil 5.15 incelendiğinde, sırt açısı ile un miktarı ters orantılı olarak değiştiği ve sırt açısı küçüldükçe un miktarının arttığı gözlenmektedir.

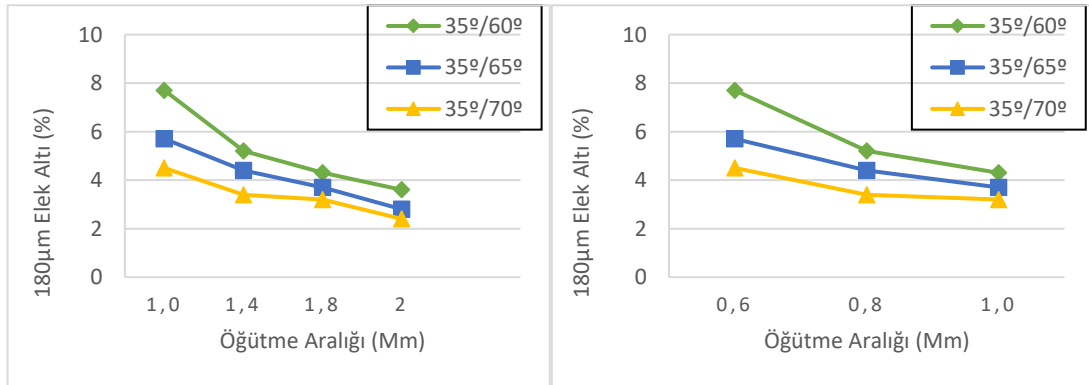


a) 3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.14. Artan Yiv Sırt açısı ve öğütme aralığına bağlı İrmik ayrışması

Artan sırt açısı ırmik verimini düşürmüştür. Bu sonuç daha yapraklı kırma eldesini ve daha rafine ırmik sağlar. Beraberinde un verimi artar.



a) 3 top silindir

b) Paralel silindir

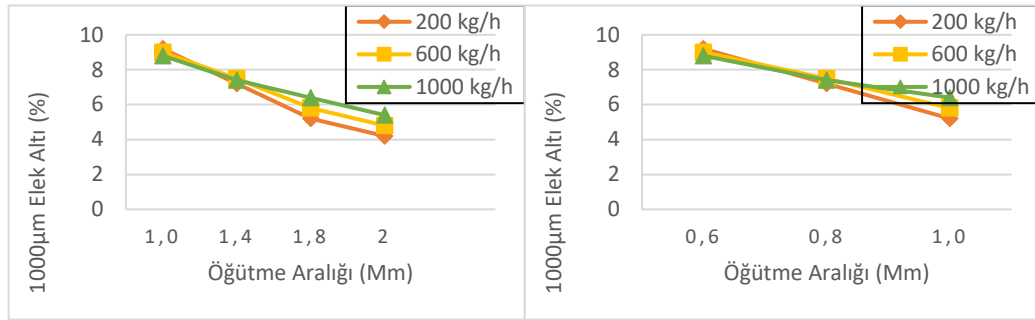
Şekil 5.15. Artan Yiv Sırt açısı ve öğütme aralığının un ayrışmasına etkisi

Artan sırt açısı un ayrışmasını düşürmüştür. Kesme açısı daraldıkça, sırt açısı genişledikçe un ayrışmasını artmaktadır. Burada un ayrışması, kül miktarı ile sınırlanmaktadır.

5.2. Yük Debisi ve Vals Özelliklerinin Öğütmeye Etkisi

5.2.1. Farklı yük debisi ve öğütme aralığının etkileri

200, 600 ve 1000 kg/saat’lik buğdaylardan öğütülerek alınan örneklerin elek analizleri Şekil 5.16’da görülmektedir. Şekil 5.16’da top çalışma hızı $V1=3.3$ m/s, çevrim oranı ise 1:2.5 olarak seçilmiştir. Top montaj şekli S/S.



a) 3 top silindir

b) Paralel silindir

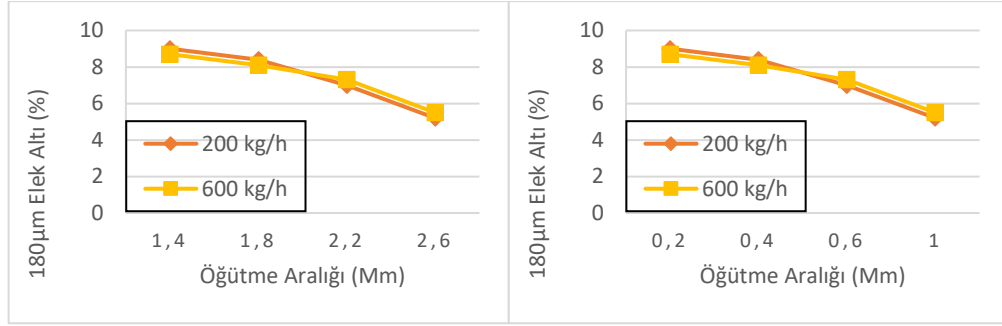
Şekil 5.16. Farklı yük debileri ve öğütme aralıklarının un miktarına etkileri

Valslerin sıkılması, düşük yükte ince materyali daha çok arttırmaktadır. Bu da kabuk bulaşımını yükseltir. Debi artırılınca un ayrışımı düşmüştür. Burada valsler nişastayı zedelemeyecek şekilde açık kullanılmalı, aşırı ayrışmadan kaçınılmalıdır.

Geniş aralıkta ise aksine debi artışı ayrışımına artırıcı etkide bulunmuştur. 3 top silindir de 1.2 ve 1.3 mm ve 4 top silindirde 0,6 ve 0,7 aralıkta yük debisinin ayrışma etkisi, en düşük düzeydedir. Burada un ayrışımı üzerine önemli düzeyde etkili bir “öğütme aralığı-yük debisi integrasyonu” söz konusudur.

5.2.2. Yüksek hızda sık yivlenmiş vals topunun öğütmeye etkileri

200 ve 600 kg/saat’lik buğday numuneleri, yüksek hızda (9.8 m/s) çalışan ve sık yivlenmiş (8 yiv/cm) vals topları (S/S pozisyonunda ve çevrim oranı: 1/2.5) ile öğütülerek aşağıdaki değerler elde edilmiştir.



a)3 top silindir

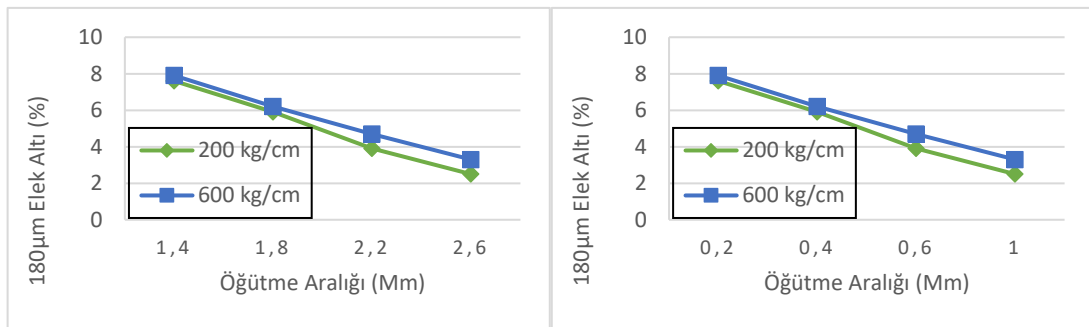
b) Paralel silindir

Şekil 5.17. Yüksek hızda sık yivlenmiş toplarda yükün, un miktarına etkileri

Sık yivleme kesme etkisini düşürüp kazıyıcı etkiyi artırarak un ayrışımını arttırmıştır. Bu etki öğütme aralığı açılınca azalmıştır. Yük ve öğütme aralığının un ayrışımına etkisinde bir interaksiyon söz konusudur. Yani sık aralıkta çalışırken düşük yük açık aralıkta çalışırken yüksek yük un ayrışımını daha çok artırmaktadır. 3 top silindirde 2.0 mm ve 4 top silindirde 0,5 mm aralıkta yükün etkisi görülmektedir.

5.2.3. Yüksek hızda seyrek yivlenmiş vals topunun etkileri

200 ve 600 kg/h'lik buğday numuneleri, yüksek hızda 750 d/dk (9.8 m/s) çalışan ve seyrek yivlenmiş (3.5 yiv/cm) vals topları (S/S pozisyonunda ve çevrim oranı: 1/2.5) ile öğütülerek aşağıdaki değerler elde edilmiştir.



a)3 top silindir

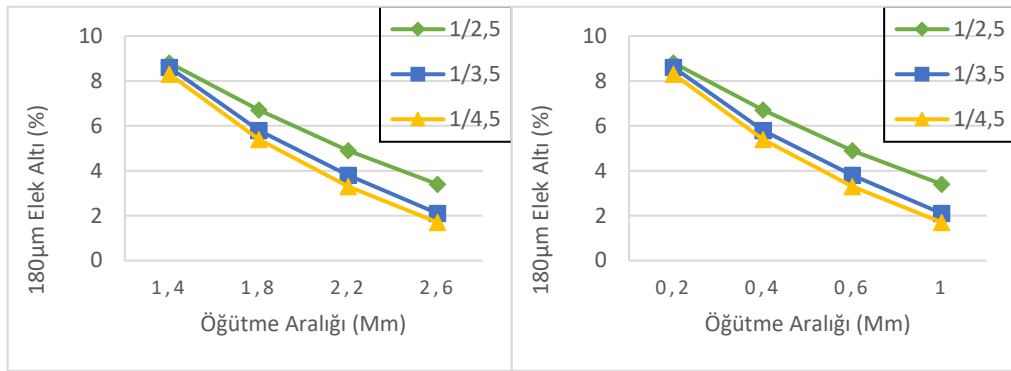
b) Paralel silindir

Şekil 5.18. Yüksek hızda seyrek yivlenmiş toplarda yükün, un miktarına etkileri

Hızın yükseltilmesi un ayrışımını daha da düşürmüştür. Bunun asıl sebebi seyrek yivleme olabilir. Burada yük artışı un ayrışması üzerine artırıcı etkide bulunmuştur. Sık yivlemede ise bunun aksi söz konusu olmuştur. (Şekil 5.18)

5.2.4. Vals hızının ve çevrim oranının kırmaya etkisi

Yukarıdaki deneylerle aynı koşullarda yapılan çalışmalarda, 200 ve 1000 kg'lık miktarlarda 3.5 yiv/cm ve düşük devirli top ile aynı hızda fakat değişik çevrim oranlarında (1:2.5, 1:3.5, 1:4.5) yapılan kırmaların elek analizleri incelenmiştir.



a)3 top silindir

b) Paralel silindir

Şekil 5.19. Farklı çevrim oranlarının ve öğütme aralığının öğütmeye etkileri (S/S montaj ve 200 kg yük)

Çevrim oranının artışı un ayrışımını düşürmüştür. Bu da kesme etkisinin, parçalama etkisine galip geldiğini göstermektedir. (Zwingelberg, 1969) En düşük ürün veren çevrim oranı olarak 1/2.5 en uygundur. Un artışı özellikle 3 top silindirlide 2.2 mm ve 4 top silindirlide 0,6 mm'den sonra hızlı yükselişe geçtiğinden, bu aralıklar en uygun sayılabilir.

Tarafımızdan yapılan test çalışmasındaki testlerde sınırlı miktarda ürün öğütüldüğü için titreşim sorunu ile karşılaşılmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan bu tezin deney şartları ve deney değerleri Yusuf Yılmaz (1997) referans alınarak kullanılmıştır. Buna göre;

“Yiv özelliklerinin öğütmeye etkileri” ve “Yük debisi ve vals özelliklerinin öğütmeye etkisi” kriterlerinin paralel silindirli ve 3 top silindirli valslerde elde ettikleri sonuçlarına bakılmıştır. Kül içerikleri, kepek kontaminasyonu(bulaşım), toplam ekstraksiyon(ayırışma), un ekstraksiyonu(ayırışma), ırmik ekstraksiyonu(ayırışma), un miktarı gibi temel konularda, sabit öğütme aralıkları ile top montaj şekilleri, yiv sayısı, yiv sıklığı ve eğimi ve farklı yük debileri kullanılmış olup yapılan kıyaslamalarda çıkan sonuçlar dikkate alınmıştır.

Yapılan iki ana grup çalışmadaki deneylerin sonucunda, paralel ile 3 toplu valsler arasında ürünlerden alınan verim bakımından pek fark olmadığı görülmüş olup; gerek yiv özelliklerinin öğütmeye etkilerinin incelenmesinde gerek yük debisi ve vals özelliklerinin öğütmeye etkilerinin incelenmesinde max %2 derecesinde tolere edilebilir bir farkın olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak, alınan değerlere göre deneyler 3 kez tekrarlanmış olup ortalaması alındığında yapılan 19 deneyde de yaklaşık olarak benzer çıkan sonuçlar baz alınarak yorumlanması yapıldığında, bir çift katlı vals makinesinde enerji sarfiyatını düşürmek, fazla malzeme kullanmamak ve işlemlerin daha az bir zamanda (yıl bazında) yapılması 3 top silindirli vals makinesinin kullanılması verimli olacağını göstermiştir.

Günümüz un fabrikalarında iki tip akış diyagramı kullanılmaktadır. Kırma sayısına bağlı olan bu akış diyagramları uzun ve kısa tip olarak adlandırılırlar. Beş adet kırma pasajı bulunan değirmenlerde uzun tip akış diyagramı ile başlangıç valslerinde daha fazla ırmik daha az un eldesi hedeflenir. Daha az kırma valsine sahip değirmenlerde ise kısa tip akış diyagramı kullanılarak ilk valslerden itibaren daha fazla un eldesi hedeflenir.

Un miktarı ve kalitesi üzerinde kullanılan dış parametreleri kadar etkili olan diğer bir faktör de öğütülen buğday çeşidi ve kullanılan paçal oranlarıdır. Bu nedenle kesin olarak kullanılması gerekli dış parametreleri genellenmemektedir.

Dış parametrelerinin seçimi, üretimi hedeflenen unun kalitesine, çeşidine ve uygulanacak akış diyagramına göre yapılmalıdır.

Yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar yardımıyla buğdayın verimli bir şekilde işlenebilmesi için dikkat edilmesi gereken hususları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Kırma valsine gelen buğday debisi düzenli olmalıdır. Danelik topları malı düzgün ve topu uzunluğu boyunca aynı kalınlıkta ve eşit olarak dökmesini sağlayacak hassasiyette ayarlanmalıdır. Değişken debi valsteki öğütme aralığını olumsuz yönde etkilemiştir. Artan yük öğütme aralığını genişletip kırma etkenliğinin düşmesine, aynı anda valsten geçen malın bir kısmı fazla parçalanırken diğer kısmının daha az parçalanması sonucu vals sonrası sistemlerin performansını dolayısıyla un kalitesini etkileyecektir. Debi değişikliğinden en az etkilenen vals aralığı 0.5 mm olarak tespit edilmiştir.
- Topların montaj tipleri bütün kırma pasajlarında sırta-sirt konumda dizayn edilmelidir. Yalnızca yumuşak buğdayın kullanıldığı değirmenlerde üçüncü kırmadan itibaren dişe-diş montaj kullanılmalıdır. Sirt-sirta montaj tipinde kepek yaprakçıkları üzerindeki kesme kuvveti minimum düzeyde kalmaktadır. Tavlama sonucu elastikiyet kazanan kepek basınca karşı dayanıklı olduğu için ilk kırmada diş-dişe yiv pozisyonu kullanılabilir.
- Diş eğimi (Drall), diyagram tipine bağlı olarak kuvvet ihtiyacını azaltacak şekilde seçilmelidir. Bu buğday debisi, valsin devir sayısı ile de ilgilidir. Uygulamada genellikle %8 ile %12 arasında seçilmektedir. Un kalitesine doğrudan bir etkisi olmamakla birlikte dişlere gelen kuvvetle doğrudan ilgilidir. İlk kırmada %8'lik yiv eğimi daha uygundur.
- Çevredeki diş sayısı (sıklığı) kaliteli un elde edilebilmesi için başlangıç valslerde daha iri (cm'deki diş sayısı az), diğer kırma valslerinde sona doğru gittikçe daha ince (cm'deki diş sayısı fazla) dişler kullanılır. Çünkü çevredeki diş sayısı arttıkça un miktarı çoğalmakla birlikte kepekler de ufalandığından un ve irmik kalitesinin düştüğü tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Arendt, E. ve Zannini, E., 2013, Cereal grains for the food and beverage industries. In: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Cilt. 248. *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, UK.
- Austin, L. G. ve Luckie, P. T., 1971, Methods for determination of breakage distribution parameters.
- Aybakar, S., 2016, Değirmencilikte kırma, öğütme ve redüksiyon, *Miller Değirmenci Dergisi*.
- Azudin, N. 3 the milling process.
- Baik, B. K. ve Ullrich, S. E., 2008, Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest, *Journal of Cereal Science*, 48, 233-242.
- Baasandorj, T., Ohm, J. B., Manthey, F. ve Simsek, S., 2015, Effect of kernel size and mill type on protein, milling yield, and baking quality of hard red spring wheat, *Cereal Chemistry* 92, 81-87.
- Dedrick, B., 1924, Neue physikalische aspekte im mühlendiagramm, *Getride Mehl und Brot*, 32:1, 1-4.
- Dexter, J. E., Martin, D. G. ve Matsau, R. R., 1988, The effect of roll flüte orientation on durum wheat experimental milling performans and semolina quality. *Can. Inst., Fd. Sci. Technol. J.*, 187-193.
- Ergün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 718, Erzurum, 178-185.
- Fang, C. ve Campbell, G. M., 2003, On predicting roller milling performance V: effect of moisture content on the particle size distribution from first break milling of wheat, *Journal of Cereal Science*, 37, 31-41.
- Filip Van B., 2016, Faculty of bioscience engineering laboratory of cereal technology 2016, Milling Technology for Cereals QA/QC on Flour Fortification, Kampala.
- Früh, E. J., 'Modern grinding technique with special consideration for the roller mill 'milling techniques in modern mills, miag, Braunschweig, 34-38.
- Fuh, K. F., Coate, J. M. ve Campbell, G. M., 2014, Effects of roll gap, kernel shape, and moisture on wheat breakage modeled using the double normalized Kumaraswamy breakage function, *Cereal Chemistry*, 91, 8-17.
- Hamid, B., Saeed, K. ve Kalat, A. A., 2011, A robust adaptive method to control the crushing mill machine.
- Hellemmes, 1967, Three-roll mill, Gaston de cooman.
- Hrušková, M., 2010, Cereal technology – grain cleaning & milling (Doktora).

- Hrušková, M., 2015, Dept. of carbohydrate and cereals prague inst. of chem. Technology, cereal technology – grain cleaning & flour milling (Doktora).
- İnceoğlu, F., 1992, Valslerde kırma etkenliğinin bazı vals topu parametreleri ve vals parametreleri ile matematiksel olarak belirlenmesi, *Un Mamülleri Dünyası*, 1:3, 38-43.
- Joo Sung Lee, Rebecca, D. S., Nerayo, P. ve Susan, J. M., 2007, Microfluidic four-roll mill for all flow types.
- Kenneth Malcolm, S. ve East, B., 2014, Three roll mill.
- Klabunde, H., 1958, 'The grinding process in modern wheat mills, milling techniques in modern mills, miag, braunschweig, 26-27.
- Knauff, O., 1990, Bakers demands on flour quality in the future, The roll of the mill, *Muhle- Mischfuttertechnik*, 43, 127.
- Laurinena, P., Siljander-Rasi H., Karhunen, J., Alaviuhkola, T., NaÈsi, M. ve Tuppi, K., 2000, Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility.
- Lope, G. ve Tabil, S. S., 2004, Grinding performance and physical properties of wheat and barley straws, corn stover and switchgrass, sudhagar mani.
- Martou, R., 1988, Aspects of fluting and milling in smaller mills. *Muhle- Mischfuttertechnik*, 125, 279-280.
- Martou, R., 1988, Semolina reduction in flour production *muhle- mischfuttertechnik*, 125-151.
- Meera, K., Ron, M. ve Edward, S., 2009, Effect of tempering conditions on milling performance and flour functionality.
- Michael, D. P. ve Royal, O. M., 1998, Flexible arbor mill machine.
- Opáth, R., 2014, Technical exploitation parameters of grinding rolls work in flour mill.
- ÖZKAYA Hazım, Berrin ÖZKAYA, Öğütme Teknolojisi Ankara Üniversitesi Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:30, Ankara, 2005.
- Özkaya, H. 'Öğütme teknolojisi ve un kalitesi' Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilim ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı.
- Papageorgiou, M. ve Skendi, A. 2013. Flour quality and technological abilities. de Pinho Ferreira Guiné, R. ve dos Reis Correia, P.M. (Ed.), Engineering Aspects of Cereal and Cereal-based Products. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Patrick, M. ve Gary, B., 1980, The slater mill.

- Posner, E. S. ve Hibbs, A. N., 2005, Wheat flour milling, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Rowe, W. B. ve Jin, T., 2001, Temperatures in high efficiency deep grinding.
- Rowe, W. B., Morgan, M. N. ve Black, S. C. E., 1996, A simplified approach to thermal damage in grinding. Al Press,
- Samuel, T., Buschhorn, U. K., Michael, T., Müller, T. ve Villmow, K. S., 2012, Improvement of carbon nanotube dispersion in thermoplastic composites using a three roll mill at elevated temperatures Author links open overlay panel Petra Pötschke Beate Krause.
- Sun, R., Zhang, Z., Hu, X., Xing, Q. ve Zhuo, W., 2015, Effect of wheat germ flour addition on wheat flour, dough and Chinese steamed bread properties, *Journal of Cereal Science*, 64, 153-158.
- Ren, S., 2018, Öğütme verimliliğini nasıl artırabiliriz, *Miller Değirmenci Dergisi*.
- Rodchuajeen, K., Niamnuy, C., Charunuch, C., Soponronnarit, S. ve Devahastin, S., 2016, Stabilization of rice bran via different moving-bed drying methods, *Drying Technology*, 34, 1854-1867.
- Ronald, S., 2018, Un değirmenlerinde kırma sisteminin incelikleri, *Miller Değirmenci Dergisi*.
- Sarkar, A., 2018, Un randımanın, kalite ve kârlılık üzerindeki etkileri, *Miller Değirmenci Dergisi*.
- Yasmin, A., Abot, J. L., ve Daniel, I. M. 2011, Processing of clay/epoxy nanocomposites by shear mixing, *Scripta Materialia*, 49:1, 81-86.
- Yılmaz, Y., 1997, Un fabrikasında birinci kırma valslerinde kullanılan kırıcı silindir parametrelerinin un miktarına etkilerinin deneysel olarak incelenmesi
- Wronkowska, M., 2016, Wet-milling of cereals, *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 572-580.

EKLER**Çizelge 5.1.** Top montaj tiplerine göre (1000 μ altı) toplam kırma oranı (%)

ÖĞ. ARALIĞI	S/S	S/D	D/S
1.0	35,6	41,1	38,6
1.4	20,3	26,0	24,3
1.8	10,3	10,4	10,5
2.0	7,4	7,6	7,9

Çizelge 5.2. Top montaj tiplerine göre unun ayrışması (%)

ÖĞ. ARALIĞI	S/S	S/D	D/S
1.0	6,9	6,1	6,4
1.4	4,5	3,8	4,0
1.8	2,2	1,6	1,7
2.0	1,5	1,3	1,25

Çizelge 5.3. Top montaj tiplerine göre undaki kül miktarı (%)

ÖĞ. ARALIĞI	S/S	S/D	D/S
1.0	0,48	0,51	0,53
1.4	0,43	0,45	0,48
1.8	0,40	0,43	0,44
2.0	0,37	0,39	0,41

Çizelge 5.4. Top montaj tiplerine göre kepek bulaşması (%)

ÖĞ. ARALIĞI	S/S	S/D	D/S
1.0	3,16	3,68	4,04
1.4	2,28	2,63	3,16
1.8	1,75	2,28	2,46
2.0	1,52	1,65	1,78

Çizelge 5.5. S/S top montaj şekline göre ayrışma (%)

ÖĞ. ARALIĞI	Top. Çıktı	Un Çıktısı	Kül
1.0	35,6	6,9	0,48
1.4	20,3	4,5	0,43
1.8	10,3	2,2	0,4
2.0	7,4	1,7	0,35

Çizelge 5.6. Vals topu yiv sayılarına göre (1000 μ altı) toplam bulaşma (%)

ÖĞ. ARALIĞI	4 yiv/cm	5.5 yiv/cm	6.5 yiv/cm
1.0	15,8	19,5	26,1
1.4	10,0	11,7	14,6
1.8	6,2	7,6	10,8
2.0	3,5	3,9	4,8

Çizelge 5.7. Vals topu yiv sıklığının un ayrışımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	4 yiv/cm	5.5 yiv/cm	6.5 yiv/cm
1.0	3,1	3,6	4,5
1.4	1,6	2,2	3,0
1.8	1,1	1,6	2,2
2.0	0,9	1,1	1,4

Çizelge 5.8. Vals topu yiv sıklığının unda kül miktarına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	4 yiv/cm	5.5 yiv/cm	6.5 yiv/cm
1.0	0,58	0,61	0,65
1.4	0,54	0,57	0,59
1.8	0,52	0,53	0,56
2.0	0,49	0,51	0,54

Çizelge 5.9. Vals topu yiv sıklığının unda kepek bulaşımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	4 yiv/cm	5.5 yiv/cm	6.5 yiv/cm
1.0	4,91	5,44	6,14
1.4	4,21	4,74	5,09
1.8	3,86	4,04	4,56
2.0	3,25	3,41	3,72

Çizelge 5.10. 4 yiv/cm sıklıkta yivlenmiş vals topunun öğütmeye etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	Top. Çıktı	Un Çıktısı	Kül
1.0	15,8	3,1	0,58
1.4	10,0	1,6	0,54
1.8	6,2	1,1	0,52
2.0	3,7	0,9	0,49

Çizelge 5.11. Yiv eğimlerinin un ayrışımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	%8	%10	%12
1.0	8,9	9,1	9,1
1.4	6,4	6,6	6,3
1.8	4,3	4,1	4,0
2.0	2,4	2,3	2,0

Çizelge 5.12. Kesme açılarının toplam ayrışmaya etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	30°/65°	35°/65°	40°/65°
1.0	41,6	39,2	36,6
1.4	26,6	23,4	20,3
1.8	17,1	16,5	15,3
2.0	11,1	10,9	10,5

Çizelge 5.13. Kesme açlarına göre un ayrışması (%)

ÖĞ. ARALIĞI	30°/65°	35°/65°	40°/65°
1.0	7,2	6,3	5,5
1.4	4,8	4,5	4,2
1.8	4,0	3,6	3,4
2.0	3,1	2,5	2,2

Çizelge 5.14. Yiv sırt açılarının irmik ayrışmasına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	35°/60°	35°/65°	35°/70°
1.0	59,3	41,6	26,1
1.4	38,4	26,1	14,6
1.8	24,2	21,1	10,8
2.0	14,1	13,5	8,7

Çizelge 5.15. Yiv sırt açılarının un ayrışmasına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	35°/60°	35°/65°	35°/70°
1.0	7,7	5,7	4,5
1.4	5,2	4,4	3,4
1.8	4,3	3,7	3,2
2.0	3,6	2,8	2,4

Çizelge 5.16. Farklı yük debilerinin un ayrışımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	200 kg/h	600 kg/h	1000 kg/h
1.0	9,2	9,0	8,8
1.4	7,2	7,5	7,4
1.8	5,2	5,8	6,4
2.0	4,2	4,8	5,4

Çizelge 5.17. Sık yivlenmiş (8 yiv/cm) toplara göre un ekst. (%)

ÖĞ. ARALIĞI	200 kg/h	600 kg/h
1.4	9,0	8,7
1.8	8,4	8,1
2.2	7,0	7,3
2.6	5,2	5,5

Çizelge 5.18. Seyrek yivlenmiş topların un ayrışımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	200 kg/cm	600 kg/cm
1.4	7,6	7,9
1.8	5,9	6,2
2.2	3,9	4,7
2.6	2,5	3,3

Çizelge 5.19. Farklı Çevrim oranlarının un ayrışımına etkisi (%)

ÖĞ. ARALIĞI	1/2,5	1/3,5	1/4,5
1.4	8,8	8,6	8,3
1.8	6,7	5,8	5,4
2.2	4,9	3,8	3,3
2.6	3,4	2,1	1,7