



Karaçam odunundan kâğıt hamuru üretiminde yonga genişliğinin hamur verimi ve kâğıt özelliklerine etkisi

Ayhan GENÇER^{1*}, Ceyda HATIL, Gülşah ALTUNIŞIK BÜLBÜL

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN

Öz

Bu çalışmada karaçam (*Pinus nigra* Arn.) odunundan Kraft yöntemiyle kâğıt hamuru ve deneme kâğıtları üretilmiştir. Yonga genişliğinin hamur verimine etkisini incelemek için pişirme sıcaklığı, süresi ve kimyasal madde miktarı sabit tutulup, yonga boyu ve kalınlığı belli bir ortalama da sabit alınarak, farklı boyuttaki eleklerde elenen yongalardan elde edilen 3 farklı yonga genişliğinde 3 adet pişirme yapılmıştır. Yonga genişliği küçüldükçe hamur verimi ve elek artığı azalmıştır. En yüksek elenmiş verim (%53.60) 17.5mm'lik elekten geçip 8.5mm'lik elekte kalan yongalardan elde edilen hamurda elde edilmiştir. Yonga genişliği arttıkça elek artığı artmıştır. En geniş yongalarda elek artığı en yüksek hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pinus nigra* odunu, yonga genişliği, Kraft yöntemi, hamur verimi

The Effect of the Chip Width on Pulp Yield and Paper Characteristics in the Production of Paper from European Black Pine Wood

Abstract

In this study, paper pulp and test papers were produced with the European blackpine (*Pinus nigra* Arn.) Kraft method. In order to investigate the effect of chip width on the yield of pulp, the cooking temperature, duration and chemical amount were kept constant and chip size and thickness were fixed in a certain average, and 3 different chip widths were made in 3 chip widths obtained from sieve chips in different size sieves. The chip width is reduced and the yield of pulp and reject are decreased. The highest sieved yield (53.60%) was obtained from the 17.5 mm sieve and from the remaining chips from the 8.5 mm sieve. As the chip width increased, the reject increased. The reject increase is the highest calculated on the widest chips.

Keywords: *Pinus nigra* wood, chip width, Kraft method, pulp yield

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ayhan GENÇER (Dr.); Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın-Türkiye. Tel: +90 (378) 223 5096, Fax: +90 (378) 223 5062, E-mail: avhangencer61@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-0758-5131

Geliş (Received) : 11.12.2017
Kabul (Accepted) : 15.12.2017
Basım (Published) : 16.04.2018

1. Giriş

Kimyasal yöntemlerle kaliteli kağıt hamuru elde etmek için pişirme çözeltilisinin en kısa sürede lignoselülozik hammadde içerisine homojen olarak nüfuz ettirilmesi şarttır. Bu amaçla ilk akla gelen yol, pişirmede kullanılan hammaddenin boyutlarını küçültmektir. Kağıt hamuru üretiminde, odunun boyutlarını küçültülme için yongalama yapılmaktadır. Herhangi bir hammaddeden kağıt hamuru ve kağıt üretirken verim ve kaliteyi etkileyen faktörlerden biri de yonga kalitesidir. Yonga kalitesi; yongaların çürüksüz olması, aşırı tozlu, kirli olmaması ve ölçülerinin homojen olmasıdır. Yongalama işleminin doğru yapılması hamur kalitesini olumlu etkiler. Genel olarak incelendiğinde yongalama makinelerinin herhangi bir standardı yoktur. Fabrikalar yöntemlerine uygun yongalayıcıları satın almakta, tasarlamakta veya mevcudu geliştirmektedirler. Endüstriyel üretimde yongaların büyük çoğunluğu istenilen boyutta olmakla beraber, bıçakların körelmesi ile boyut farklılıkları artmaktadır. Yongalar kazana yüklenmeden önce elendiğinden yonga boyutu kontrol edilmektedir. Genel olarak 500 g yonga elendiğinde 350 g istenen boyutta yonga elde edilirse yongalama işleminin yolunda olduğu kabul edilir. Bu miktar toplam yonganın %70'ine tekabül etmektedir (Bostancı 1987). Hangi tip yongalayıcı kullanılırsa kullanılsın elde edilen yongalarda boyut farklılıkları olmaktadır. Bu nedenle el ile yapılan yongalar yongalama makineleri ile yapılan yongalardan daha kalitelidir (Kırcı 2000).

Pişirme işleminden önce yonga standart elekler yardımıyla elenerek ortalama bir yonga boyutu altında toplanır. Ancak, boyut olarak birbirine yakın olsalar da yongalar arasında önemli şekil farklılıkları olmaktadır. Pişirme işlemi sırasında yonga boyutuna bağlı olarak farklılıklar meydana gelebilir. İnce yongalar aşırı pişmekte, kalın yongaların ise iç kısımları pişmemiş kalabilmektedir. Bu durumda hamur kalitesi ve verimi düşmektedir. Endüstriyel boyutta bu durum kaçınılmazdır.

Herhangi bir zorlama olmadan lif doyunluk noktası altındaki rutubet değerlerinde yongalar üzerine pişirme çözeltilisinin ilavesi ile liflerin doğal yapısından kaynaklan kapiler yüklenme sayesinde bir penetrasyon gerçekleşmektedir. Bu durum odunun anatomik yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Kağıt hamuru üretiminde pişirme çözeltilisinin yongaya difüzyonu ile ilgili bir çok deneysel ve teorik çalışma mevcuttur. Bunların çoğunluğu yonga boyutları ve geometrisi ile ilgilidir. Gustafson vd. (1983) net sonuçlar veren gerçek laboratuvar çalışmalarının sonuçları ile geliştirdikleri teorik modellemenin sonuçlarının bezer olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre uzun pişirme sürelerinde yonga kalınlığının çözelti difüzyonunda etkili olmadığını, ancak kısa süreli pişirmelerde kalın yongaların ortasında yüksek oranda lignin ve düşük alkali mevcut olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun hamur verimini ve kalitesini olumsuz etkilediği sonucuna varmışlardır. Koch (1972) kağıt hamuru üretiminde kullanılan güney çamında yonga boyutunun küçülmesinin hamurun homojenliğini arttırdığını belirtmiştir. Ancak, yonga boyutlarının çok küçülmesi pişirme çözeltilisinin selülozu daha şiddetli degrade edeceği belirtilmiştir (Bostancı 1987). Genel olarak ele alındığında yonga boyu kısalıdıkça kağıdın sağlamlığı azalmaktadır. Alkali pişirmeler göz önüne alındığında yonga kalınlığı yonga boyundan daha önemlidir. Ancak, güçlü alkali pişirmelerde yongalar oldukça fazla şiştiğinden difüzyon özellikleri iyileşerek boyut farkı ortadan kalkmaktadır. Kimyasal yöntemlerle kağıt hamuru üretiminde genel olarak yonga boyu ve genişliği 15-25 mm, yonga kalınlığı ise 2-5 mm olarak tercih edilmektedir Rydholm (1965). Kraft ve Soda gibi güçlü alkali pişirme şartlarında kimyasal difüzyon asit ve zayıf alkali pişirmelerden daha yüksektir. Rydholm (1965) titrek kavak yongalarında difüzyonun boyuna yönde pH değişimi ile değişmediğini, ancak radyal ve teğet yönlerde pH'nın 12,8'den 13,5'e yükselmesi ile önemli bir artış gösterdiğini belirtmiştir. Bu nedenlerle, çalışmamızda yonga boyu ve kalınlığı sabit alınarak, değişik genişliklerdeki yongalardan elde edilen kağıt hamuru verimi irdelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmamızda karaçam (*Pinus nigra* Arn.) odunu kullanılmıştır. Silindirik formunda 3 cm boyuna kesilen disklerin yongalanması el yardımı ile bisküvi formunda yapılmıştır. Yonga boyu sabit, kalınlığı belli değerler arasında bütün pişirmelerde aynıdır. Farklı eleklerden geçecek yongaları ayırabilmek için bisküvi formundaki yongalar elle kırılmıştır. Daha sonra eleme işlemi ile yongalar 3 gruba ayrılmıştır. Yongalar 30 mm elekten kalanlar kaba, 30 mm'lik elekten geçip 17.5 mm'lik elekten kalanlar III. grup, 17.5 mm'lik elekten geçen 8.5 mm'lik elekten kalan II. grup, 8.5 mm'lik elekten geçip 4.5 mm'lik elekten kalanlar I. grup ve 4.5 mm'lik elekten geçenler ince olarak sınıflandırılmıştır. Kaba ve ince yongalar değerlendirilmeye alınmamıştır.

Kağıt hamuru üretiminde Kraft yöntemi kullanılmıştır. Pişirme işlemi laboratuvar tipi, elektrikle ısıtılan, döner kazan kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hava kurusu yongalarda rutubet tayini yapıldıktan sonra her pişirme için kazana tam kuru ağırlığı 700 g olan yonga, %18 NaOH ve %10 Na₂S yonga/çözelti oranı 1/5 olacak şekilde yüklenmiştir. Karaçam yongalarından Kraft yöntemi ile kağıt hamuru üretiminde pişirme sıcaklığının 170 °C, toplam pişirme süresinin 150 dakika tutulmasının uygun olduğunu belirtilmektedir (Gülsoy ve Eroğlu (2011);

İstek ve Gönteki, 2009). Bu çalışmalar dikkate alınarak pişirme işlemi 170 ± 2 °C, maksimum pişirme sıcaklığa ulaşma süresi 90 dakika ve maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 60 dakika olmak üzere toplam 150 dakika sürede pişirme yapılmıştır. Her pişirme işleminden sonra kazan vanası 10 dakika açık bırakılarak kazandaki buhar tahliye edilmiştir. Elek üzerine boşaltılan her bir hamur 20 dakika sabit süreyle yıkanmıştır. Eşit olarak 5 parçaya bölünen her bir hamur, açıcıda 5 dakika sabit sürede açılmıştır. Elde edilen hamurlar yıkandıktan sonra TAPPI T 275 sp-02 standardına göre Somerville tipi sarsıntılı vakum eleğinde elenerek elek artığı ayrılmıştır. Daha sonra yıkanıp süzdürülen hamurlar el ile sıkılarak rutubet tayini yapılmak üzere polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir. Tam kuru yonga ağırlığına göre hamur verimi TAPPI 412 om-02 (2002) standardına göre % olarak hesaplanmıştır. Elenen hamurlar TAPPI T 200 sp-01 standardına göre Hollander'de 25 °SR'e kadar dövülmüştür. Hamurların serbestlik derecesi Schopper Riegler cihazında ISO 5267-1 standardına göre belirlenmiştir. Dövülmüş hamurlardan ISO 5269-2 standardına göre 75 ± 2 g/m² gramajlı 10'ar adet deneme kâğıdı yapılmıştır. Deneme kâğıtları TAPPI T 402 sp-03 standardına göre 23 ± 2 °C sıcaklık ve 50 ± 2 bağıl nemde 24 saat kondisyonlandıktan sonra Tablo 2'de gösterilen standartlara göre bazı fiziksel, optik ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik testlerinde kullanılan yöntemler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik testlerinde kullanılan yöntemler.

Deney	Kullanılan yöntem
Opaklık	TAPPI T 519 om-02
Parlaklık	TAPPI T 525 om-02
Yırtılma indisi	TAPPI T 414 om-98
Kopma indisi	TAPPI T 494 om-01
Patlama indisi	TAPPI T 403 om-02

3. Bulgular ve Tartışma

En yüksek elenmiş verim (%53.60) 17.5 mm'lik elekten geçip 8.5 mm'lik elekte kalan yongalardan pişirilen hamurda elde edilmiştir. Yonga boyutları küçüldükçe hamur verimi azalmıştır. Bu durumun yonga boyutu küçüldükçe pişirme çözeltisinin selülozu daha şiddetli degrade edeceğinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Bostancı 1987). Yonga genişliği küçüldükçe elek artığının azalması bu durumu desteklemektedir. Elek artığı en geniş yongalarda en yüksek hesaplanmıştır. Bu durum, yonga genişliği arttıkça pişirme çözeltisinin yonga içerisine penetrasyonun zorlaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda pişmemiş yonga Yonga genişliği arttıkça elek artığının artması Bundan dolayı Değişik genişlikteki yongaların Kraft yöntemi ile pişirilmesinden elde edilen hamurların elenmiş verimi ve elek artığı Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2 değişik genişliklerdeki yongalardan elde edilen kağıt hamurlarının elenmiş verimi ve elek artığı

Yonga genişliği (mm)/ Pişirme No	Elenmiş verim (%)	Elek artığı (%)
4.55 < Yonga genişliği < 8.5/ (I)	50.50	0.14
8.5 < Yonga genişliği < 17.5/ (II)	53.60	1.20
17.5 < yonga genişliği < 30/ (III)	47.60	1.53

Buna göre karaçam odunundan Kraft yöntemiyle kağıt hamuru üretiminde hamur verimini arttırmak için yonga genişliğinde ideal ölçünün 17.5 mm'lik elekten geçip 8.5 mm'lik ' de kalan yonga boyutu olduğu söylenebilir. Tablo 3'de değişik genişliklerdeki yongalardan elde edilen kağıt hamurlarından elde edilen kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik özellikleri elenmiş verimi ve elek artığı verilmiştir.

Tablo 3 değişik genişliklerdeki yongalardan elde edilen kağıt hamurlarından elde edilen kâğıtların bazı fiziksel, optik ve mekanik özellikleri elenmiş verimi ve elek artığı

Hamur No	Kalınlık (µm)	Parlaklık (%)	Opaklık (%)	Kopma indisi (N.m/g)	Patlama indisi (kPa.m ² /g)	Yırtılma indisi (mN.m ² /g)
I	114	20.20	97.20	93.50	4.42	7.70
II	107	19.45	97.25	92.85	3.56	6.50
III	114	18.93	98.48	89.45	4.08	6.92

Elde edilen kağıtların parlaklık değerleri incelendiğinde yonga genişliği azaldıkça parlaklığın arttığı görülmektedir. Bu durum yonga genişliği azaldıkça delignifikasyonun artmasından kaynaklanabilir. Yonga genişliğinin artması ile kağıtların opaklık değerinin arttığı belirlenmiştir. Opaklığın artması delignifikasyonun azalmasından kaynaklanabilir. Ancak, opaklık ve parlaklık değerlerindeki bu değişimlerin kesinlikle delignifikasyon derecesinden kaynaklandığını söyleyebilmek için hamurda kalan ligninin tespit edilmesi gerektiği kanaatindeyiz.

Kaynaklar

1. **Bostancı Ş (1987)**. Kağıt Hamuru Üretim ve Ağartma Teknolojisi. K.T.Ü. Basimevi, Trabzon.
2. **Gülsoy SK, Eroğlu H (2011)**. Influence of Sodium Borohydride on Kraft Pulping of European Black Pine as a Digester Additive, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 50, 2441-2444.
3. **Gustafson RR, Sleicher CA, McKean WT, Finlayson BA (1983)**. Theoretical Model of the Kraft Pulping Process, *Ind. Eng. Chem. Process Dev.*, 22 (1): 87-96.
4. **Istek A, Gonteki E (2009)**. Utilization of Sodium Borohydride (NaBH₄) in Kraft Pulping Process, *Journal of Environmental Biology*, 30 (6) 951-953.
5. **ISO 5269-2 (2013)**. Pulp preparation of laboratory sheets for physical testing. Part 2: Rapid-Köthem method. International Organization for Standardization, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland.
6. **ISO 5267-1 (2012)**. Pulp- Determination of Drainability Part I: Schopper Reigler Method. International Organization for Standardization, 1214 Vernier, Geneva, Switzerland.
7. **Kırcı H (2000)**. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın, No: 72, Trabzon.
8. **Koch P (1972)**. Utilization of the Southern Pines, U.S. Department of Agriculture Forest Service, No. 420, 1663 sayfa
9. **Rydholm SA (1965)**. Pulping Process, Interscience Publishers, a division of John Wiley&Sons, Inc. 1269 sayfa
10. **TAPPI T275 sp-02 (2002)**. Screening of pulp (Somerville-type equipment). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
11. **TAPPI T200 sp-01 (2001)**. Laboratory beating of pulp (Valley beater method). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
12. **TAPPI T 402 sp-03 (2003)**. Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related Products. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
13. **TAPPI 411 om-97 (1997)**. Thickness (caliper) of paper, paperboard, and combined board. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
14. **TAPPI 411 om-97 (1997)**. Thickness (caliper) of paper, paperboard, and combined board. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
15. **TAPPI 412 om-02 (2002)**. Moisture in pulp, paper and paperboard. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
16. **TAPPI 414 om-98 (1998)**. Internal tearing resistance of paper (Elmendorf-type method). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
17. **TAPPI 403 om-02 (2002)**. Bursting strength of paper. TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
18. **TAPPI T494 om-01 (2001)**. Tensile Properties of Paper and Paperboard (Using Constant Rate of Elongation Apparatus). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
19. **TAPPI T519 om-02 (2002)**. Diffuse Opacity of Paper (d/0 paper backing). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.
20. **TAPPI T525 om-02 (2002)**. Diffuse Brightness of Pulp (d/0). TAPPI Standarts, 15 Technology Parkway South, Suite 115, Peachtree Corners, GA 30092.