



ÜRETİM PARAMETRELERİNİN KAĞIT HAMURU VERİMİ VE KAPPA NUMARASINA ETKİSİ

Ayhan GENÇER^a, Hüdaverdi EROĞLU^a, Fatih YAPICI^b

^aBartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın

^bKarabük Üniversitesi, Teknik Eğt. Fak. Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, 100. Yıl Mah. Karabük

ÖZET

Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) saplarından oksit ilaveli NaOH-O₂ yöntemiyle optimum kağıt hamuru verim ve Kappa numarasını belirlemek için 27 adet pişirme denemesi yapılmıştır. Yapılan pişirme denemeleri sonucunda ekonomiklik de göz önüne alındığında pişirme sıcaklığı 120⁰C, pişirme süresi 20 dakika, Al₂O₃ oranı %1, NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, O₂ basıncı 8 kg/cm² olduğu tespit edilmiştir.

Daha sonra bu pişirme koşullarında %0,05-%0,1 oranında antrakinin (AQ) ilave edilerek toplam hamur verimi ve kapa numarası üzerine etkisi belirlenmiştir. , %0,05 AQ kullanımında toplam verimde %5,89, %0,1 AQ kullanımında ise %8,27 verim artışı tespit edilmiştir. AQ ilavesinin Kappa numarasını azaltmada belirgin bir etkisi görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus), Soda-Oksijen, Soda- Antrakinin, Metal Oksitler

THE EFFECTS OF COOKING PARAMETERS ON THE YIELD AND KAPPA NUMBER

ABSTRACT

In this study, in order to figure out the optimum cooking conditions of Triticale straw (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) by oxygen added NaOH-O₂ method, with the help of previous studies and number of 27 experiments have been carried out. Firstly, optimum cooking conditions have been determined as 120⁰C as cooking temperature, 20 minutes cooking period, 1% Al₂O₃ ratio, 16% NaOH ratio, 5/1 solution-straw ratio and 8 kg/cm² oxygen pressure.

Moreover, anthraquinone (AQ) was added as 0.05-0.1% to those optimum cooking conditions obtained and two additional cooking experiments have been carried out. The aim of this is to find out the effect of AQ to screened yield. After the evaluation of test results, it has been concluded that total yield was increased with the 0.05% AQ added as 5.89%, and with 0.1% AQ added as 8.27%. It is determined that AQ addition did not affect the decrease of Kappa number significantly.

Key words: Triticale, (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) Soda-Oxygen, Soda- Anthquinone, Metal Oxides

1.GİRİŞ

Kağıt, bitkisel liflerin özel aletlerle dövülmesi sonucu liflerin keçeleşmesi, saçaklanması, su emerek şişmesi ve mekanik etkiler sonucu kesilmesinden sonra süzgeç üzerinde oluşturulan safihanın kurutulmasıyla hidrojen bağlarının oluşumu sonucu belirli bir sağlamlık kazanan düzgün safihadır (Eroğlu, 1990).

* Yazışma yapılacak yazar: ayhangencer61@hotmail.com

Makale metni 21.11.2011 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 16.12.2011 tarihinde basım kararı alınmıştır.

Kağıdın ilk olarak kendir lifleri, bambu gövdeleri ve ağaç kabuklarından Çin’de elde edildiği bilinmektedir (Alfred, 1943). Hatta daha sonra yapılan araştırmalar da ise dokunmuş kumaştan, çok eski tarihlerde bilinen ve kullanılan keçenin Türkler tarafından icat ve imal edilmiş olduğu; dolayısıyla lifli hücrelerin keçeleştirilmesiyle elde edilen kağıdın imalinde de Türklerin yol göstermiş olduğu saptanmıştır (Lewie, 1936).

Bitki liflerinin çoğundan kağıt yapılabilir. Fakat bu bitkilerin mevcut miktarları, elde edilecek kağıdın mahiyeti ve maliyeti göz önüne alınır, kağıt üretiminde hammadde olarak kullanılacak bitkilerin sayısının fazla olmadığı görülür. Değişik hammaddelerden elde edilen her lifin kendine has özelliği olup, lif sahip olduğu özelliğini kağıda vermektedir (Daniel, 1973).

Dünyada potansiyel üretim bakımından çok önemli bir yere sahip olan ve kağıt endüstrisinde değerlendirilebilecek en önemli hammaddelerden birisi tarımsal artıklardır (Cheng, 1993).

Tarımsal artıkların, toplanmasının ve taşınmasının ekonomik olmaması ve çoğu ülkede de odun hammaddesinin bol ve ucuz olması gibi nedenlerden dolayı kağıt endüstrisinde geniş ölçüde kullanılmamıştır (Atchison, 1973).

Düşük yoğunluklu ve gözenekli yapıya sahip olan tahıl saplarından kağıt hamuru yapımının tarihi 1800’lü yıllara kadar uzanmaktadır. Matthias Koop ve Montgolfier tahıl saplarından ağartılmış kağıt hamuru yapmayı denemişler ve böylelikle tahıl sapları, paçavradan sonra en çok kullanılan hammadde haline gelmiştir (MacDonalld, 1969).

Özellikle son yüzyılda orman kaynakları sınırlı olan ve tarıma dayalı ekonomiye sahip ülkelerde, tarımsal artıklar kağıt hamuru üretiminde artan oranda kullanılmaya başlanmış ve bunun sonucunda da yıllık bitkilerden kağıt hamuru üreten bir çok fabrika kurulmuştur (Atchison, 1989).

Tahıl sapları içerisinde kağıt hamuru yapımı için en uygun olanları çavdar ve buğday saplarıdır. Yulaf ve arpa saplarında yaprak, başak sapı ve kavuzlar gibi morfolojik kısımların yüksek oranda olması kağıt hamuru verimini düşürmekte ve kimyasal madde tüketimini de artırmaktadır. Pirinç sapları ise yüksek oranda silis içermesinden dolayı kullanılan kimyasal maddelerin geri kazanılmasında sorunlar oluşmakta dolayısıyla ekonomik olmamakta ve elde edilen hamurun serbestlik derecesi (SR°) çok düşük olmaktadır (Eroğlu, 1980).

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak gıda üretiminin de aynı oranda artması gerekmektedir. Ekilebilen arazilerin sınıra gelmiş olması, bilim adamlarını mevcut ürünlerle birim alandan daha fazla verim alabilmek, kıraç, verimsiz topraklarda ve değişik çevre stresleri altında kabul edilebilir verim veren yeni bitki türlerinin kazandırılması yolunda çalışmalara yöneltmiştir. Buğday ile çavdarın melezi olan Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) çalışmaların ilk ve başarılı ürünü olup, CIMMYT (Milletlerarası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi) Meksika’daki bilim adamlarının ortaklaşa sağlamış oldukları başarıdan doğan yeni bir üründür (Belhid, 1994).

Özellikle yıllık bitki saplarının gözenekli bir yapıya sahip olmaları nedeniyle NaOH-O₂ yöntemine uygundur. . Bu çalışmada kimyasal yapısı ve lif özellikleri hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmayan ve halk arasında Amerikan çavdarı olarak bilinen buğday ve çavdarın bir melezi olan Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) sapları kullanılmıştır. Kullanılan triticale saplarının bilinmeyen bu özelliklerinin belirlenmesine ve buğday, çavdar gibi diğer yıllık bitki saplarında olumlu sonuç veren oksit ilaveli NaOH-O₂ yöntemiyle değerlendirilmesi olanakları incelenmiş ve pişirme parametrelerinin kağıt hamuru verimine ve Kappa numarasına etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan triticale sapları Konya’dan temin edilmiştir.

2.1. MATERYAL

Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) sapsları içerisinde bulunan tane, yabancı ot ve diğer tahıl sapsları elle temizlendikten sonra sapslar kesici bir aletle ortalama 5–6 cm. uzunluğunda kesilerek parçalara ayrılmıştır. Denemelerde 15 litre kapasiteli, elektrikle ısıtılan, 25 kg/cm² basınca dayanıklı, dakikada 2 devir yapabilen laboratuvar tipi pişirme kazanı kullanılmıştır. Pişirme kazanında sıcaklık ayarı elle yapılıp kazanın üzerindeki termometrenin devamlı gözlem edilmesiyle $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik bir hassasiyetle çalışmak mümkün olmuştur. Pişirme kazanının doldurulması da boşaltılması da elle yapılmış olup, her pişirmede 600 g kuru Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) sapsları kullanılmıştır.

2.2. METOD

Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) sapslarından NaOH-O₂ yöntemiyle kağıt hamuru elde edilmesinde optimum pişirme koşullarını belirlemek amacıyla, literatür incelemesi yapılarak buğday ve çavdar sapslarının NaOH yöntemiyle değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan pişirme koşulları değerlendirilerek NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, O₂-basıncı 8 kg/cm² olarak sabit alınmış, bunun yanında pişirme sıcaklığı; 110°C, 120°C, 130°C, pişirme süresi; 20 dakika, 40 dakika, 60 dakika ve Al₂O₃ oranı ise %1, %2, %3 oranında alınarak 27 adet pişirme denemesi yapılmış ve yapılan pişirmelere ilişkin deney koşullarını gösteren değerler Tablo1'de verilmiştir.

Tablo1. Pişirme koşulları

| Sıra No | Sıcaklık (°C) | Pişirme Süresi (dak.) | Al ₂ O ₃ (%) | Max Basınc (kg/cm ²) | Antrakinon (%) | Sıra No | Sıcaklık (°C) | Pişirme Süresi (dak.) | Al ₂ O ₃ (%) | Max Basınc (kg/cm ²) | Antrakinon (%) |
|---------|---------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------|---------|---------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | 110 | 20 | 1 | 10.25 | - | 16 | 120 | 60 | 1 | 10.75 | - |
| 2 | 110 | 20 | 2 | 10.35 | - | 17 | 120 | 60 | 2 | 10.70 | - |
| 3 | 110 | 20 | 3 | 10.20 | - | 18 | 120 | 60 | 3 | 10.70 | - |
| 4 | 110 | 40 | 1 | 10.20 | - | 19 | 130 | 20 | 1 | 12.00 | - |
| 5 | 110 | 40 | 2 | 10.50 | - | 20 | 130 | 20 | 2 | 12.10 | - |
| 6 | 110 | 40 | 3 | 10.10 | - | 21 | 130 | 20 | 3 | 12.10 | - |
| 7 | 110 | 60 | 1 | 10.20 | - | 22 | 130 | 40 | 1 | 12.00 | - |
| 8 | 110 | 60 | 2 | 10.20 | - | 23 | 130 | 40 | 2 | 11.90 | - |
| 9 | 110 | 60 | 3 | 10.15 | - | 24 | 130 | 40 | 3 | 12.00 | - |
| 10 | 120 | 20 | 1 | 10.70 | - | 25 | 130 | 60 | 1 | 12.00 | - |
| 11 | 120 | 20 | 2 | 10.60 | - | 26 | 130 | 60 | 2 | 12.00 | - |
| 12 | 120 | 20 | 3 | 11.00 | - | 27 | 130 | 60 | 3 | 12.00 | - |
| 13 | 120 | 40 | 1 | 11.75 | - | 28 | 120 | 20 | 1 | 10.80 | 0,1 |
| 14 | 120 | 40 | 2 | 10.75 | - | 29 | 120 | 20 | 1 | 10.90 | 0,05 |
| 15 | 120 | 40 | 3 | 10.70 | - | | | | | | |
| 16 | 120 | 60 | 1 | 10.75 | - | | | | | | |

Kappa numarası, 1g tam kuru kağıt hamurunun belli şartlar altında tükettiği 0.1 N KMn O₄ çözeltisinin ml. olarak miktarıdır. Genel bir kural olarak, Kappa numarası ile 0.13 faktörünün çarpılması sonucu bulunan değer % olarak hamurda kalan lignine 'Klosan Ligninini' denir. Bu nedenle Kappa numarası kağıt hamurunda delignifikasyon hakkında fikir verir ve buda hamurun ağırlanabilirlik derecesi için iyi bir göstergedir. Kalıntı lignin çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım karbonhidratlardır. Kappa numarası tayininde TAPPI T os-85 standardı kullanılmıştır.

Bu çalışmada verim ve Kappa numaraları arasındaki farkı saptamak için çoklu varyans analizi kullanılmış, gruplar arasındaki fark Tukey testi ile saptanmıştır.

3. BULGULAR

Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) saplarından oksit ilaveli NaOH-O₂ yöntemiyle yapılan deneylerdeki pişirme şartları ve pişirmeler sonucunda elde edilen kağıt hamurların elek verimleri, elek artıkları ve kappa numaralarına ait değerler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Pişirme denemeleri sonucunda elde edilen hamurların ortalama elek verimleri ve Kappa numaraları

| P. No | Elenmiş Verim (%) | Elek Artığı (%) | Toplam Verim (%) | Kappa Numarası | Klosan Lignini | P. No | Elenmiş Verim (%) | Elek Artığı (%) | Toplam Verim (%) | Kappa Numarası | Klosan Lignini |
|-------|-------------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|
| 1 | 46,85 | 9,20 | 56,05 | 37,29 | 4,84 | 18 | 46,03 | 5,81 | 51,84 | 29,08 | 3,78 |
| 2 | 44,34 | 9,60 | 53,94 | 37,28 | 4,84 | 19 | 47,72 | 5,73 | 53,45 | 29,13 | 3,79 |
| 3 | 43,51 | 9,01 | 52,52 | 37,17 | 4,83 | 20 | 46,23 | 5,04 | 51,27 | 28,98 | 3,77 |
| 4 | 47,88 | 8,87 | 56,75 | 35,20 | 4,57 | 21 | 45,72 | 4,84 | 50,56 | 28,50 | 3,71 |
| 5 | 47,83 | 8,65 | 56,48 | 34,30 | 4,50 | 22 | 46,53 | 4,91 | 51,44 | 32,00 | 4,16 |
| 6 | 47,53 | 8,33 | 55,86 | 34,16 | 4,44 | 23 | 45,77 | 4,81 | 50,58 | 31,66 | 4,12 |
| 7 | 46,70 | 7,82 | 54,52 | 33,81 | 4,40 | 24 | 44,58 | 4,58 | 49,16 | 30,10 | 3,91 |
| 8 | 45,25 | 6,79 | 52,04 | 34,13 | 4,44 | 25 | 47,18 | 5,08 | 52,26 | 30,57 | 3,97 |
| 9 | 45,04 | 6,73 | 51,77 | 33,40 | 4,34 | 26 | 46,00 | 4,88 | 50,88 | 29,10 | 3,78 |
| 10 | 49,19 | 7,01 | 56,20 | 32,66 | 4,25 | 27 | 45,05 | 4,58 | 49,63 | 28,82 | 3,75 |
| 11 | 48,06 | 6,46 | 54,52 | 32,31 | 4,20 | *28 | 50,70 | 6,81 | 57,50 | 31,53 | 4,09 |
| 12 | 47,89 | 6,41 | 54,30 | 31,46 | 4,09 | **29 | 51,63 | 7,16 | 58,79 | 32,30 | 4,12 |
| 13 | 46,82 | 5,79 | 52,61 | 30,78 | 4,0 | * %0,05AQ ** %0,1AQ | | | | | |
| 14 | 45,88 | 5,50 | 51,38 | 30,60 | 3,98 | | | | | | |
| 15 | 44,92 | 5,36 | 50,28 | 29,87 | 3,88 | | | | | | |
| 16 | 47,88 | 6,64 | 54,52 | 29,21 | 3,80 | | | | | | |
| 17 | 47,26 | 6,29 | 53,55 | 29,30 | 3,81 | | | | | | |

3.1. Pişirme Parametrelerinin Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Triticale saplarından oksit ilaveli NaOH-O₂ yöntemiyle kağıt hamuru üretiminde Al₂O₃ oranı, pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi parametrelerinin elenmiş verime ve kappa numarası değerlerine etkileri ayrı olarak incelenmiştir. Üretilen kağıt hamurlarının verimi ve interaksiyonlarına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Triticale (*Triticosecale*, Wittm. ex A. Camus) saplarından NaOH-O₂ metoduyla yapılan farklı pişirme şartları, elek verimi ve elek artığı sonuçları

| Pişirme Süresi (dakika) | Al ₂ O ₃ Oranı (%) | Pişirme Sıcaklıkları(°C) | | | | | |
|-------------------------|--|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | 110 | | 120 | | 130 | |
| | | Elenmiş Verim (%) | Elek Artığı (%) | Elenmiş Verim (%) | Elek Artığı (%) | Elenmiş Verim (%) | Elek Artığı (%) |
| 20 | 1 | 46,85 | 9,2 | 49,19 | 7,01 | 47,72 | 5,73 |
| | 2 | 44,34 | 9,6 | 48,06 | 6,46 | 46,23 | 5,04 |
| | 3 | 43,51 | 9,01 | 47,89 | 6,41 | 45,72 | 4,84 |
| 40 | 1 | 47,88 | 8,87 | 46,82 | 6,79 | 46,53 | 4,91 |
| | 2 | 47,83 | 8,65 | 45,88 | 5,5 | 45,77 | 4,81 |
| | 3 | 47,53 | 8,33 | 44,92 | 5,36 | 44,58 | 4,58 |
| 60 | 1 | 46,7 | 7,82 | 47,88 | 6,64 | 47,18 | 5,08 |
| | 2 | 45,25 | 6,79 | 47,26 | 6,29 | 46,0 | 4,88 |
| | 3 | 45,04 | 6,73 | 46,03 | 5,81 | 45,05 | 4,58 |

Elde edilen kağıt hamuru verimi en yüksek 120°C pişirme sıcaklığı, 20 dak. pişirme süresi ve %1 Al₂O₃ oranı ile %49,19 olarak bulunmuştur. Tablo 1’den de görüleceği gibi en düşük kağıt hamuru veriminin ise %45,04 olduğu görülmüştür. Üretilen kağıt hamurlarının verimi ve interaksiyonlarına ait varyans analizi sonuçları Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Üretilen kağıt hamurlarının verimi ve interaksiyonlarına ait varyans analizi sonuçları.

| Varyasyon Kaynağı | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F-Oranı | P-Değeri |
|--|-----------------|---------------------|--------------------|---------|----------|
| A: Sıcaklık | 5.597 | 2 | 2.798 | 19.30 | *0.0009 |
| B: Süre | 0.628 | 2 | 0.314 | 2.17 | 0.1770 |
| C:Al ₂ O ₃ Oranı | 17.185 | 2 | 8.593 | 59.25 | *0.0000 |
| İnteraksiyonlar | | | | | |
| AB | 26.644 | 4 | 6.660 | 45.92 | *0.0000 |
| AC | 0.523 | 4 | 0.130 | 0.90 | 0.5055 |
| BC | 0.543 | 4 | 0.137 | 0.95 | 0.4850 |
| Hata | 1.160 | 8 | 0.145 | | |
| Genel | 52.289 | 26 | | | |

* P<0,05

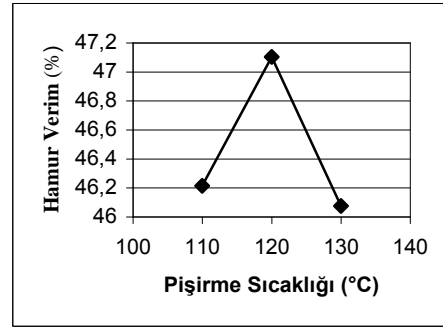
3.1.1 Pişirme Sıcaklığının Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Üretilen kağıtların %95 güven aralığında pişirme sıcaklığının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 5’te ve Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Pişirme sıcaklığının verime etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

| Sıcaklık (°C) | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|---------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| 130°C | 9 | 46.075 | X | |
| 110°C | 9 | 46.214 | X | |
| 120°C | 9 | 47.103 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 110°C-120°C | | | *-0,888 | 0.5121 |
| 110°C-130°C | | | 0,138 | 0.5121 |
| 120°C-130°C | | | *1,027 | 0.5121 |

*P<0, 05



Şekil 1. Pişirme sıcaklığının verime etkisi

Deneylerin tamamında sıcaklığın 110 °C’ den 120 °C’ ye çıkarılması durumunda elenmiş verimin arttığı ve maksimum değere ulaştığı ve burada oluşan farkın anlamlı olduğu görülmüştür. Sıcaklığın 120 °C’ den 130 °C’ ye çıkarılması halinde kağıt hamuru elenmiş veriminin azalığı gözlemlenmiş olup, azalmadaki farkında %95 güven aralığında önemli olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmada en uygun pişirme sıcaklığının 120°C olduğu saptanmıştır. Ekonomiklik de göz önüne alındığında bu sıcaklık kademesinin seçilmesi uygun olacaktır.

3.1.2 Pişirme Süresinin Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Üretilen kağıt hamurlarına %95 güven aralığında pişirme süresinin etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir. Yine Şekil 2’de pişirme süresinin elenmiş verim üzerine etkisi gösterilmiştir.

Tablo 6. Pişirme süresinin verime etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

| Süre (dakika) | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|---------------|--------------|----------|------------|---------|
| 60 | 9 | 46.154 | X | |
| 40 | 9 | 47.226 | X | |
| 20 | 9 | 46.612 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 20-40 | | | *0.614 | 0.5121 |
| 20-60 | | | 0.458 | 0.5121 |
| 40-60 | | | 1.072 | 0.5121 |

* P<0,05



Şekil 2. Pişirme süresinin elenmiş verime etkisi

Buğday saplarının ön desilikasyonu ve bunun soda oksijen kağıt hamuruna etkileri adlı yapılan bir çalışmada, diğer pişirme parametreleri sabit tutularak pişirme süreleri 20, 30, 40 ve 60 dakika olarak değiştirildiğinde elenmiş verimin %42.68, %42.8, 41.61 ve 40.22 olarak bulunduğu belirtilmiştir (Deniz, 1994).

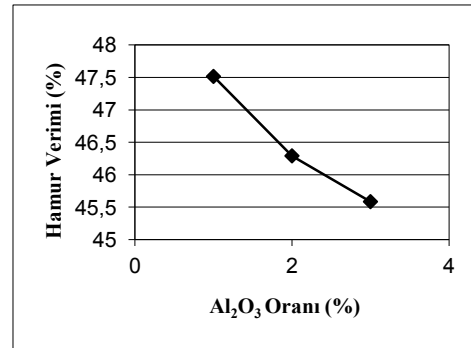
3.1.3 Al₂O₃'ün Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalarda Al₂O₃ oranının artırılması ile elenmiş verimin azaldığı görülmüştür. En yüksek hamur verimi, %1 oranında Al₂O₃ kullanılması ile elde edilmiştir. Al₂O₃ oranının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 7'de ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

Tablo 7. Al₂O₃ oranının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

| Al ₂ O ₃ | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|--------------------------------|--------------|----------|------------|---------|
| 3 | 9 | 45,585 | X | |
| 2 | 9 | 46,291 | X | |
| 1 | 9 | 47,516 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 1-2 | | | *1.225 | 0.5121 |
| 1-3 | | | *1.931 | 0.5121 |
| 2-3 | | | *0.705 | 0.5121 |

P<0,05

Şekil 3. Al₂O₃ oranının verime etkisi

3.2. Pişirme Parametrelerinin Kappa Numarası Üzerine Etkisi

Al₂O₃ oranı, pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi parametrelerinin kappa numarası üzerine etkilerinin birlikte incelendiği 27 adet pişirme denemesine ait kappa numarası sonuçları Tablo 8'de, üretilen kağıt hamurlarının kappa numarası ve interaksiyonlarına ait varyans analizi sonuçları ise Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Farklı pişirme şartları ve elde edilen kağıt hamurlarına ait Kappa numaraları

| Pişirme Süresi (dakika) | Al ₂ O ₃ (%) | Pişirme Sıcaklıkları (°C) | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------|
| | | 110 | 120 | 130 |
| 20 | 1 | 37.29 | 32.66 | 29.13 |
| | 2 | 37.28 | 32.31 | 28.98 |
| | 3 | 37.17 | 31.46 | 28.50 |
| 40 | 1 | 35.20 | 30.78 | 32,00 |
| | 2 | 34.30 | 30.60 | 31,66 |
| | 3 | 34.16 | 29.87 | 30,10 |
| 60 | 1 | 33.81 | 29.21 | 30,57 |
| | 2 | 34.13 | 29.30 | 29,10 |
| | 3 | 33.40 | 29,08 | 28,82 |

Tablo 9. Kappa numarası ve interaksiyonlarına ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F-Oranı | P-Değeri |
|--|-----------------|------------------------|-----------------------|---------|----------|
| A: Sıcaklık | 141.624 | 2 | 70.812 | 47.28 | *0.0000 |
| B: Süre | 14.186 | 2 | 7.093 | 4.74 | *0.0207 |
| C:Al ₂ O ₃ Oranı | 2.842 | 2 | 1.421 | 0.95 | 0.4040 |
| İnteraksiyonlar | | | | | |
| AB | 27.1576 | 4 | 6.789 | 32.27 | *0.0001 |
| AC | 0.708 | 4 | 0.177 | 0.84 | 0.5358 |
| BC | 0.404 | 4 | 0.1012 | 0.48 | 0.7490 |
| Hata | 1.689 | 8 | 0.210 | | |
| Genel | 188.608 | 26 | | | |

* P<0,05

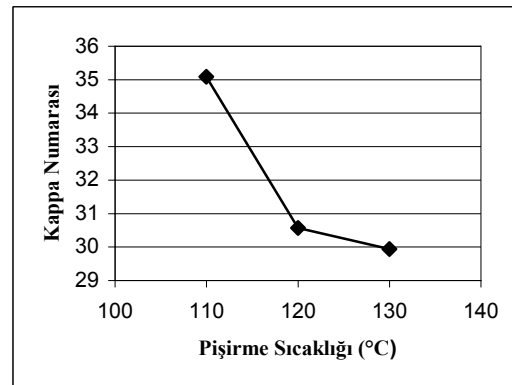
3.2.1 Pişirme Sıcaklığının Kappa Numarası Üzerine

Pişirme sıcaklığının Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir. Pişirme sıcaklığının 110°C' den 120°C ve 130°C' ye çıkarılması ile kağıt hamurunun kappa numarası azalmıştır. Bu azalmanın %95 güven düzeyinde önemli iken sıcaklığın 120°C' den 130°C' ye çıkarılması ile kağıt hamurunun kappa numarasında meydana gelen azalmanın önemli olmadığı görülmüştür. Pişirme sıcaklığının Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 10 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 10. Pişirme sıcaklığının Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

| Sıcaklık (°C) | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|---------------------|-----------------|----------|---------------|--------------------|
| 130°C | 9 | 29.94 | X | |
| 120°C | 9 | 30.568 | X | |
| 110°C | 9 | 35.082 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 110°C-120°C | | | *4.513 | 1.203 |
| 110°C-130°C | | | *5.142 | 1.203 |
| 120°C-130°C | | | 0.628 | 1.203 |

* P<0,05



Şekil 4. Pişirme sıcaklığının Kappa numarasına etkisi

Kappa numarasının azalmasıyla toplam verim ve elek artığında bir azalma, elenmiş verimde ise nispeten artış görülür. Ancak yüksek sıcaklık ve uzun pişirme sürelerinde alkali tüketimin artması sonucu hem elenmiş verimin düştüğü hem de Kappa numarasının arttığı görülmektedir. Denemelerde kullanılan pişirme sıcaklığın Kappa numarası üzerine etkisi grafik görülmektedir.

3.2.2. Pişirme Süresinin Kağıt Hamurunun Kappa Numarası Üzerine Etkisi

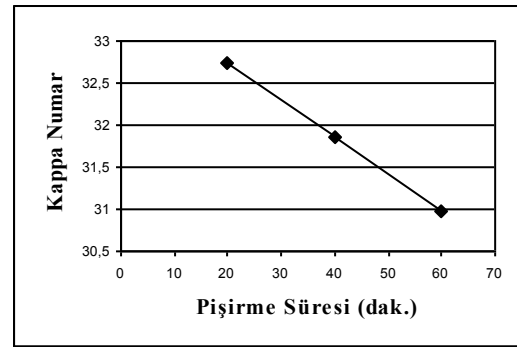
Pişirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ile Kappa numarası azalmış olup, bu azalmanın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Ancak pişirme süresinin 20 dakikadan 60 dakikaya çıkarılması ile meydana gelen azalmanın ise %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Yine pişirme süresinin 40 dakikadan 60 dakikaya çıkarılması ile oluşan farkında güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür.

Benzer bir çalışmada NaOH oranı %16, sıcaklık 120°C, oksijen basıncı 6 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit tutulup süresi 20, 40, 60 değiştirilmesi durumunda 20 dakikalık pişirme sonucunda elde edilen 23,68 olan Kappa değeri pişirme süresinin 60 dakikaya çıkarılması durumunda 18,8'e düştüğü tespit edildiği bildirilmiştir (Tutuş, 2000). Pişirme süresinin Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Tablo 11 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.

Tablo 11. Pişirme süresinin Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

| Süre (dakika) | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|---------------|--------------|----------|------------|---------|
| 60 | 9 | 30.977 | X | |
| 40 | 9 | 31.86 | XX | |
| 20 | 9 | 32.753 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 20-40 | | | 0.893 | 1.460 |
| 20-60 | | | *1.775 | 1.460 |
| 40-60 | | | 0.882 | 1.460 |

* P<0, 05



Şekil 5. Pişirme süresinin Kappa numarasına etkisi

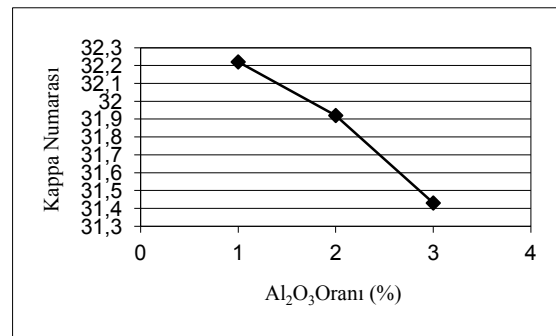
3.2.3 Al₂O₃ 'ün Kağıt Hamuru Kappa Numarası Üzerine Etkisi

Pişirmede kullanılan Al₂O₃ oranının artırılması ile hamurun Kappa numarası düşmektedir. Ancak, Kappa numaralarındaki bu azalma miktarından dolayı oluşan farkın güven aralığında anlamlı olmadığı görülmüştür. Kappa numarası açısından en uygun Al₂O₃ oranının %3 olarak bulunmuştur. Ancak, ekonomik elenmiş hamur veriminin de hesaba katılması gerekmektedir. Tablo 12 ve Şekil 6 gösterilmiştir.

Tablo 12. Al₂O₃ oranının Kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

| Al ₂ O ₃ | Deney Sayısı | Ortalama | Eş Gruplar | |
|--------------------------------|--------------|----------|------------|---------|
| 3 | 9 | 31.437 | X | |
| 2 | 9 | 31.928 | X | |
| 1 | 9 | 32.224 | X | |
| İnteraksiyon | | | Fark | ± Limit |
| 1-2 | | | 0.295 | 1.460 |
| 1-3 | | | 0.786 | 1.460 |
| 2-3 | | | 0.491 | 1.460 |

* P<0,05



Şekil 6. Al₂O₃ 'nin Kappa numarasına etkisi.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kağıt endüstrisinde hammadde olarak girdilerin büyük kısmını odun hammaddeleri oluşturmaktadır. Dünya genelindeki odun hammaddesi mevcudiyeti ise her geçen gün azalmaktadır. Hammadde olarak odunu kullanan diğer endüstri kollarında dikkate alınırca, kağıt endüstrisinin ileride hammadde sorunu ile karşı karşıya kalması kaçınılmaz olacaktır. Oluşabilecek bu hammadde sorununun çözümü için önerilen en önemli yol yıllık bitki saplarından yararlanma olacaktır. Özellikle ülkemizin bir tarım ülkesi olduğu göz önünde bulundurulacak olursa, kağıt endüstrisinde oluşacak hammadde sorununun çözümü için ülkemizde bulunan yıllık bitki potansiyeli çözümde önemli olacaktır.

Çalışmada ülkemizde üretimi yeni yaygınlaşan buğday ve çavdarın bir melezi olan *Triticale (Triticosecale, Wittm. ex A. Camus)* sapsları kullanılmıştır. *Triticale (Triticosecale, Wittmack)* sapslarından NaOH-O₂ yöntemiyle optimum pişirme koşullarının belirlenmesi için literatür incelemeleri yapılarak NaOH oranı %16, O₂ basıncı 8 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 5/1 oranında sabit, pişirme sıcaklığı; 110-120-130 °C, pişirme süresi; 20-40-60 dakika ve Al₂O₃ Oranı; %1- %2- %3 alınarak 27 adet pişirme denemesi yapılmıştır.

Yüksek sıcaklıkta oksijenin etkisiyle hemiselülozların daha fazla miktarda çözünmesinden dolayı elenmiş verim azalmaktadır. Yapılan pişirme denemelerinde elek verimleri dikkate alındığında, optimum pişirme koşulu olarak; pişirme sıcaklığı 120°C, pişirme süresi 20 dakika ve Al₂O₃ oranı %1 olduğu tespit edilmiş ve bu pişirme denemesinde elek verimi %49,19 olarak bulunmuştur. Daha sonra bu koşullarda %0,1-%0,05 oranında antrakininon ilave edilerek iki adet pişirme denemesi yapılmıştır. Pişirmede kullanılan antrakininonun Kappa numarasını azalttığı ve yine antrakininonun karbonhidratların çözünmesini engellemesinden dolayı kağıt hamurunun verimini ortalama %1,5-3 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma genel amaçlı üretim ön planda tutularak yapılmıştır. Özel amaçlı üretilecek kağıtlarda parametreler değiştirilerek daha belirgin sonuçların elde edileceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Eroğlu, H., 1990. "Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi" K.T.Ü. Orman Fakültesi, s.1, 593,
2. Alfred, A., 1943. "Papermaking" von Dard Hunter. Knopf. Inc.
3. Lewie, R., 1936. Generalstaatsarchivar İ.R. Dr. Viktor Thiel, Die Geschitliche Sendung des papiers. Wochenblatt für papierfabrikation. 1935 Sondernummer, Prof. Robert Lewie "Manuel d' Anthropologie Culfurelle" Paris 1936, s. 138,
4. Daniel, L.W., 1973. Selüloz ve Kağıt Teknoloji Kursu Ders Notları Ocak-Nisan, s. 12-16,
5. Cheng, Z., 1993. Recent Developments In China Pulp and Paper Research On Wheat Straw, Straw-A Valuable Raw Material, April, London, Pıra International, Paper, No. 18,
6. Atchison, J. E., 1973. Present statues and future potential for utulization of nonwood plant fibers-A Worldwide review, TAPPI, No:4, p. 69-89,
7. MacDonald, G. R., 1969. Pulp and Paper Manufacture ,Vol.:2, Mc Graw-Hill Book Company, New York, London, p. 542,
8. Atchison, J.E., 1989. New Developments in Non wood plant Fiber Pulping – A.Global Perspective ,Wood and Pulping Chemistry Symposium New Orleans TAPPI Proceedings May 1989 p. 451 – 472,
9. Eroğlu, H., 1980. O₂-NaOH Yöntemiyle Buğday (*Triticum aestivum L.*) Sapslarından Kağıt Hamuru Elde Etme Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Orman Fakültesi, 1980 p. 1-159, Trabzon.
10. Belhid, A., 1994. Nutritive and Economic value of triticale as afeed grain for poultry CIMMYT Economics Working Paper. p. 94-101. CIMMYT. Mexico. D.F.
11. Deniz, İ., 1994. Buğday (*Triticum aestivum L.*) Sapslarının Ön Desilikasyonu ve Bu İşlemin O₂-NaOH Kağıt Hamurları Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Trabzon.
12. Tutuş, A., 2000. Buğday (*Triticum aestivum L.*) Sapslarından Kağıt Hamuru Üretiminde Kullanılan Soda-Oksijen, Soda-Antrakininon ve Soda Yöntemlerinin Silis Problemi ve Diğer Yönlerden Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Z.K.Ü., Bartın Orman Fakültesi s.11-137.