

**OKSİT İLAVELİ SODA-OKSİJEN YÖNTEMİYLE AMERİKAN
ÇAVDARI (*TRITICALE*) SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ÜRETİM
KOŞULLARININ BELİRLENMESİ**

Fatih YAPICI

139960

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Mühendislik Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

-139960-

BARTIN

2003

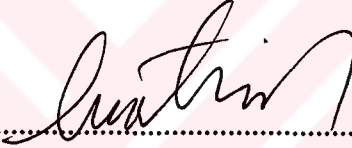
**TEZ YÖNETİM KURULU
PRÖJELERİ MERKEZİ**

KABUL :

Fatih YAPICI tarafından hazırlanan “Oksit İlaveli Soda-Oksijen Yöntemiyle Amerikan Çavdarı (*Triticale*) Saplarından Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi” başlıklı bu tez çalışması jürimiz tarafından değerlendirilerek, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : 

Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU

Üye : 

Yrd. Doç. Dr. Abdullah İSTEK

Üye : 

Yrd. Doç. Dr. Ahmet TUTUŞ

ONAY :

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

21.10.2003



Prof. Dr. Ethem KİŞİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Mühendislik Tezi

OKSİT İLAVELİ SODA-OKSİJEN YÖNTEMİYLE AMERİKAN ÇAVDARI (*TRITİCALE*) SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ÜRETİM KOŞULLARININ BELİRLENMESİ

Fatih YAPICI

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU

Temmuz 2003, 183 sayfa

Triticale saplarından oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle optimum pişirme koşullarının belirlenmesi için literatür incelemeleri yapılarak NaOH oranı %16, O_2 basıncı 8 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 5/1, Pişirme sıcaklığı 110-120-130°C, Pişirme süresi 20-40-60 dak., Al_2O_3 Oranı %1-%2-%3, oranında sabit alınarak iki dizi deney yapılmıştır.

Yukarıda ifade edilen şartlarda pişirmede etkili olan bu üç etmenin tüm kombinasyonlarını kapsayan 27 adet pişirme denemesi yapılmıştır. Yapılan pişirme denemeleri sonucunda, pişirme parametrelerinin elenmiş verime, kapa numarasına, deneme kağıtlarının kopma uzunluğuna, patlama indisine, yırtılma indisine, çekme enerji absorpsiyonuna, % gerilmesine, beyazlık ve baskı opaklığına olan etkileri incelenerek meydana gelen farklılığın istatistiksel anlamda anlamlı olup olmadığını ortaya koymak için Tukey testi yapılmıştır.

ÖZET (devam ediyor)

Sonuçlara göre ilk optimum pişirme koşulu olarak; pişirme sıcaklığı 120°C, pişirme süresi 20 dak, Al₂O₃ oranı %1, NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, oksijen basıncı 8 kg/cm² olduğu bulunmuştur. İkinci olarak ise, belirlenen optimum koşullarda %0,05-%0,1 oranında antrakinon ilave edilerek iki adet pişirme denemesi yapılmış ve antrakinonun elek verimine, deneme kağıtlarının fiziksel ve optik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak, antrakinon ilavesiyle oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemi için optimum pişirme koşullarının aşağıdaki belirtilen şartlarda olduğu görülmüştür.

Pişirme sıcaklığı: 120°C.

Pişirme süresi: 20 dak.

Al₂O₃ oranı: %1.

NaOH oranı: %16.

Çözelti/sap oranı: 5/1.

Oksijen basıncı: 8 kg/cm².

Antrakinon oranı: %0,1

Ayrıca, çalışmada *Triticale* saplarının ana kimyasal bileşimleri, çözünürlüğü ve lif morfolojisi araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Triticale*, Soda-Oksijen, Soda-Antrakinon, Metal Oksitler (Al₂O₃)

Bilim Kodu: 502. 06. 01

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

DETERMINATION OF PULPING PRODUCTION CONDITIONS OF AMERICAN SECALE (*TRITICALE*) STRAWS WITH OXIDE ADDED SODA-OXYGEN METHOD

Fatih YAPICI

Zonguldak Karaelmas University

Graduate School and Applied Sciences

Department of Forest Industry Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU

July 2003, 183 pages

In this study, in order to figure out the optimum cooking conditions of Triticale straws by oxygen added O_2 -NaOH method, with the help of literature search ve two types of experiments have been carried out. And NaOH ratio has been chosen as 16%, O_2 pressure as 8 kg/cm² and solution-straw ratio as 5 to 1, cooking temperatures as 110-120-130°C, cooking periods as 20-40-60 minutes, Al_2O_3 ratios as 1%-2%-3%

According to the conditions mentioned above, 27 different cooking experiments covering those three parameters have been done. The effects of those cooking parameters to screened yield, kappa number, breaking length, burst index, tear index, internal bond strength, tension strength, brightness and printing opacity have been investigated and Tukey statistical analysis has been done whether those differences were statistically meaningful or not.

ABSTRACT (Continued)

Firstly, as according to the results, optimum cooking conditions have been determined as; for cooking temperature as 120 °C, cooking period as 20 minutes, Al₂O₃ ratio as 1%, NaOH ratio as 16%, Solution-straw ratio as 5/1 and oxygen pressure as 8 kg/cm².

Secondly, anthraquinone was added as 0.05-0.1% to those optimum cooking conditions obtained and two cooking experiments have been carried out. The aim of this is to find out the effect of anthraquinone to screened yield and physical and optical characteristics of experimental papers.

Consequently, optimum cooking conditions of oxygen added O₂-NaOH method with anthraquinone addition have been determined as fallows;

Cooking temperature: 120 °C

Cooking period: 20 minutes

Al₂O₃ ratio: 1%

NaOH ratio: 16%

Solution-straw ratio: 5/1

Oxygen pressure: 8kg/cm²

Anthraquinone ratio: 0.1%

In addition to in this study, main chemical composition, solubility and fiber morphology of *Triticale* have been investigated.

Key Words: *Triticale*, Soda-Oxygen, Soda-Anthquinone, Metal oxide (Al₂O₃)

Science Code: 502. 06. 01

TEŞEKKÜR

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne ‘Yüksek Lisans Tezi’ olarak sunulmak amacı ile hazırlanmış olan bu çalışmada serin iklim tahıllarından doğal bir cins olmayan, buğday ve çavdarın melezlemesi sonucu oluşan, adaptasyon ve tane kalitesi bakımından daha çok çavdara benzeyen, halk arasında Amerikan çavdarı olarak bilinen, *Triticale* saplarından O₂-NaOH yöntemiyle kağıt hamuru üretimi olanakları araştırılmıştır.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında her zaman değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Hüdaverdi EROĞLU’na çok teşekkür ederim. Bu tezin hazırlanmasında ortaya çıkan sorunların çözümünde gerekli tüm kolaylığı gösteren, değerli tavsiye ve uyarılarından her zaman faydalandığım, bilimsel desteğini esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Abdullah İSTEK’e, yine tezin hazırlanmasında gerekli kimyasal maddelerin sağlanması konusunda yardımcı olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet TUTUŞ’a, özellikle istatistiksel çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ’e, yine her zaman bilimsel desteğinden faydalandığım sayın hocam Arş. Gör. Ayhan GENCER’e teşekkür etmeyi yerine getirilmesi elzem bir borç bilirim.

Tezin hazırlanmasında gerekli materyalin ve kimyasal maddelerin sağlanması konusunda yardımcı olan, sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Rıfat KARAKURT’a, çalışmalarım süresince yardımcı olan Arş. Gör. Sezgin Koray GÜLSOY’a, Arş. Gör. Kenan MELEMEZ’e, Arş. Gör. Hüseyin ŞENSOY’a yine çalışmalarım için laboratuvar desteğini sunan SEKA- Çaycuma işletmesi kalite sağlama bölümü çalışanlarına teşekkür ederim. Özellikle daima her konuda yanımda olan ve beni destekleyen aileme şükranlarım sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxvi
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI	8
1.3 YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ELDE EDİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	8
1.3.1 Yıllık Bitki Saplarından Kesintili Üretim Sistemi İle Kağıt Hamuru Üretim Yöntemleri	9
1.3.1.1 Kireç Kaymağı İle Muamele	9
1.3.1.2 Soda Yöntemi	10
1.3.1.3 Sülfat (Kraft) Yöntemi	11
1.3.1.4 NSSC (Nötral Sülfat Yarı Kimyasal Kağıt Hamur Üretimi) Yöntemi	12
1.3.2 Yıllık Bitki Saplarından Kesintisiz Üretim Sistemi İle Kağıt Hamuru Üretim Yöntemleri	14
1.3.2.1 Pandia Yöntemi	14
1.3.2.2 Pomilio Yöntemi	15
1.3.2.3 Kimyasal Mekanik Yöntemler	15

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

1.4 YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN ALKALİ YÖNTEMLERLE KAĞIT HAMURU ÜRETİMİNDE KİMYASAL MADDELERİN GERİ KAZANILMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR	16
1.4.1 Siyah Çözeltilerin Buharlaştırılmasındaki Karşılaşılan Sorunlar.....	17
1.4.2 Soda Kazanında Silikatlardan Dolayı Karşılaşılan Sorunlar	18
1.4.3 Kostikleştirme Kademesinde Karşılaşılan Sorunlar	19
1.4.4 Kireç Çamurunun Yakılmasında Karşılaşılan Sorunlar	20
1.5 OKSİJEN-ALKALİ YÖNTEMİYLE ODUN YONGALARININ PİŞİRİLMESİ VE KAĞIT HAMURLARININ AĞARTILMASI ..	20
1.5.1 Tek Kademeli Oksijen-Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi	22
1.5.2 Ara Defibrasyon Kademesi İle İki Kademe Oksijen- Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi	23
1.6 OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE DELİGNİFİKASYONUN KİMYASAL MEKANİZMASI	25
1.7 OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE SELÜLOZUN DEGRADASYONU	27
1.8 OKSİJEN-ALKALİ YÖNTEMİ İLE ESMER KAĞIT HAMURLARININ AĞARTILMASI	27
1.9 KORUYUCU MADDELERİN OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE AĞARTMADAKİ ROLÜ	29
1.10 ALKALİ ORTAMDA OKSİJENİN SELÜLOZ VE HEMİSELÜLOZLAR ÜZERİNE ETKİSİ	29
1.11 OKSİJEN – ALKALİ YÖNTEMİYLE YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ELDE EDİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	30

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD	36
2.1. MATERYAL	36
2.1.1 <i>Triticale</i> Hakkında Genel Bilgiler	36
2.1.1.1 Ekim Alanı ve Üretimi	36
2.1.1.2 Verim ve Adaptasyonu	38
2.1.1.3 Kullanım Alanları	38
2.2. METOD	39
2.2.1 Örnek Üzerinde Yapılan Fiziksel Ve Morfolojik Ölçmelerle İlgili Yöntemler	39
2.2.1.1 <i>Triticale</i> Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Oranları	39
2.2.1.2 <i>Triticale</i> Saplarının Hacim-Yoğunluk Değerleri	40
2.2.1.3 <i>Triticale</i> Saplarının Su Emme Yeteneği	40
2.2.1.4 <i>Triticale</i> Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Lif Oranları	42
2.2.1.5 Lif Morfolojisine Ait Ölçme Metodları	42
2.2.1.6 Lif Boyut İlişkilerinin Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler	43
2.2.2 Kimyasal Analizlere Ait Yöntemler	45
2.2.2.1 Holoselüloz Oranının Belirlenmesi	45
2.2.2.2 Selüloz Oranının Belirlenmesi	46
2.2.2.3 Lignin Oranının Belirlenmesi	47
2.2.2.4 Kül Oranının Belirlenmesi	48
2.2.3 Çözünürlük Deneylerine Ait Yöntemler	48
2.2.3.1 Soğuk Su Çözünürlüğünün Belirlenmesi	48
2.2.3.2 Sıcak Su Çözünürlüğünün Belirlenmesi	48

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.3.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğünün Belirlenmesi	49
2.2.3.4 Alkol-Benzen Çözünürlüğünün Belirlenmesi	49
2.2.4 <i>Triticale</i> Saplarının Pişirilmesinde Uygulanan Deney Planı	49
2.2.5 Kağıt Hamuru ve Deneme Kağıtlarının Elde Edilmesinde Uygulanan Metotlar.....	51
2.2.6 Kappa Numarasını Tayini.....	52
2.2.7 Deneme Kağıtlarına Uygulanan Fiziksel ve Optik Testler...	53
2.2.8 İstatistik Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler.....	53
 BÖLÜM 3 BULGULAR	 54
3.1 <i>TRİTİCALE</i> SAPLARI ÜZERİNDE YAPILAN FİZİKSEL VE MORFOLOJİK ÖLÇMELERLE İLGİLİ SONUÇLAR.....	54
3.1.1 <i>Tritikale</i> Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Oranları	54
3.1.2 <i>Triticale</i> Saplarının Hacim-Yoğunluk Değerleri	55
3.1.3 <i>Triticale</i> Saplarının Su Emme Oranı	56
3.1.4 <i>Triticale</i> Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Lif Oranları	57
3.2 LİF MORFOLOJİSİNE AİT ÖLÇME SONUÇLARI	59
3.2.1 Lif Uzunluğu.....	59
3.2.2 Lif Genişliği.....	61
3.2.3 Lümen Genişliği.....	62
3.2.4 Çift Çeper Kalınlığı.....	63
3.3 <i>TRİTİCALE</i> SAPLARINDAN ELDE EDİLEN 5'NOLU HAMURA AİT 22SR°, 32SR° VE 53SR° DEĞERLERİNDEKİ KAĞIT HAMURU ÜZERİNDE YAPILAN LİF MORFOLOJİSİNE AİT ÖLÇÜM SONUÇLARI	65
3.3.1 Lif Uzunluğu.....	65

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.3.2 Lif Genişliği	66
3.3.3 Lümen Genişliği	67
3.3.4 Çift Çeper Kalınlığı	69
3.4 LİF BOYUTLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER	70
3.4.1 Keçeleşme Oranı	70
3.4.2 Elastikiyet Katsayısı	70
3.4.3 Katılık Katsayısı	71
3.4.4 Runkel Sınıflaması	71
3.5 KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI	72
3.5.1 Holoselüloz Oranı	72
3.5.2 Selüloz Oranı	74
3.5.3 Lignin Oranı	76
3.5.4 Kül Oranı	77
3.6 ÇÖZÜNÜRLÜK DENEYLERİ SONUÇLARI	79
3.6.1 Soğuk Su Çözünürlüğü	79
3.6.2 Sıcak Su Çözünürlüğü	81
3.6.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü	82
3.6.4. Alkol-Benzen Çözünürlüğü	84
3.7 <i>TRİTİCALE</i> SAPLARINDAN OKSİT İLAVELİ O ₂ -NAOH YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN KAĞIT HAMURLARININ VERİM VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	85
3.8 PİŞİRME PARAMETRELERİNİN ELENMİŞ VERİM ÜZERİNE ETKİSİ	88
3.8.1 Pişirme Sıcaklığının Elenmiş Verim Üzerine Etkisi	89
3.8.2 Pişirme Süresinin Elenmiş Verim Üzerine Etkisi	90
3.8.3 Al ₂ O ₃ 'ün Elenmiş Verim Üzerine Etkisi	91
3.9 PİŞİRME PARAMETRELERİNİN KAPPA NUMARASI ÜZERİNE ETKİSİ	93
3.9.1 Pişirme Sıcaklığının Kappa Numarası Üzerine	94

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.9.2 Pişirme Süresinin Kağıt Hamurunun Kappa Numarası Üzerine Etkisi	95
3.9.3 Al_2O_3 'ün Kağıt Hamuru Kappa Numarası Üzerine Etkisi ..	96
3.10 TRITICALE SAPLARINDAN O_2 -NAOH YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN DENEME KAĞITLARININ FİZİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PİŞİRME PARAMETRELERİNİN ETKİSİ	97
3.10.1 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	98
3.10.1.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi	99
3.10.1.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi	100
3.10.1.3. Al_2O_3 'ün Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi	101
3.10.2 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi	102
3.10.2.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi	103
3.10.2.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi	104
3.10.2.3 Al_2O_3 'ün Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi	106
3.10.3 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi	107
3.10.3.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi	108
3.10.3.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi	109

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.10.3.3 Al_2O_3 'ün Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi	110
3.10.4 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi	111
3.10.4.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi ...	112
3.10.4.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi ...	114
3.10.4.3 Al_2O_3 'ün Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi	115
3.10.5 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Gerilmesi Üzerine Etkisi	116
3.10.5.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın %Gerilmesi Üzerine Etkisi	117
3.10.5.2 Pişirme Süresinin Kağıdın %Gerilmesi Üzerine Etkisi ...	118
3.10.5.3 Al_2O_3 'ün Kağıdın Gerilmesi Üzerine Etkisi	119
3.10.6 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Beyazlık Değerine Etkisi	120
3.10.6.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Beyazlık Değerine Etkisi	121
3.10.6.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Beyazlık Değerine Etkisi	122
3.10.6.3 Al_2O_3 Oranının Kağıdın Beyazlık Değerine Etkisi	123
3.10.7 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi	124
3.10.7.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi	125

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.10.7.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi	127
3.10.7.3 Al_2O_3 'ün Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi	128
3.11 OKSİT İLAVELİ SODA ATRAKİNON YÖNTEMİYLE YAPILAN PİŞİRMELERİNDEN ELDE EDİLEN KAĞIT HAMURLARININ VERİM VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	130
3.12 <i>TRITICALE</i> SAPLARINDAN OKSİT İLAVELİ SODA ANTRAKİNON YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN DENEME KAĞITLARININ FİZİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİ	130
3.12.1 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi	131
3.12.2 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi	132
3.12.3 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının Patlama İndisi Üzerine Etkisi	134
3.12.4 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının Çekme Enerji Absorpsiyonu (İç Bağlanma Enerjisi) Üzerine Etkisi	136
3.12.5 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının kağıtların % Gerilmesi Üzerine Etkisi	137
3.12.6 Pişirme Kullanılan Antrakinin Miktarının Deneme Kağıtlarının Beyazlık Değeri Üzerine Etkisi	139
BÖLÜM IV SONUÇ VE ÖNERİLER	141
KAYNAKLAR	145
ÖZGEÇMİŞ	152
EKLER DİZİNİ.....	153

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Ara defibrasyon kademesi ile iki kademeli oksijen-alkali pişirme işlemi .	25
3.1 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü I	56
3.2 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü II	57
3.3 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü III	57
3.4 Pişirme sıcaklığının elenmiş verim üzerine etkisi	90
3.5 Pişirme süresinin elenmiş verim üzerine etkisi	91
3.6 Al_2O_3 oranının elenmiş verim üzerine etkisi	92
3.7 Pişirme sıcaklığının kağıt hamuru kappa numarası üzerine etkisi	94
3.8 Pişirme süresinin kappa numarasına etkisi	96
3.9 Al_2O_3 oranının kappa numarasına etkisi	97
3.10 Pişirme sıcaklığının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi	100
3.11 Pişirme süresinin kağıdın kopma uzunluğuna etkisi	101
3.12 Pişirme kullanılan Al_2O_3 oranının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi	102
3.13 Pişirme sıcaklığının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi	104
3.14 Pişirme süresinin kağıdın patlama indisi üzerine etkisi	106
3.15 Al_2O_3 Oranının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi	107
3.16 Pişirme sıcaklığının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi	109
3.17 Pişirme süresinin kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi	110
3.18 Al_2O_3 Oranının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi	111
3.19 Pişirme sıcaklığının çekme enerji absorpsiyonu üzerine etkisi	113
3.20 Pişirme süresinin kağıdın çekme enerji absorpsiyonu üzerine etkisi	114
3.21 Al_2O_3 oranının çekme enerji absorpsiyonuna etkisi	115
3.22 Pişirme sıcaklığının kağıdın % gerilme değeri üzerine etkisi	117
3.23 Pişirme süresinin kağıdın % gerilme değeri üzerine etkisi	118
3.24 Al_2O_3 oranının % gerilme değeri üzerine etkisi	119
3.25 Pişirme sıcaklığının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi	121

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.26 Pişirme süresinin kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi	123
3.27 Al ₂ O ₃ oranının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi	124
3.28 Pişirme sıcaklığının kağıdın baskı opaklığı üzerine etkisi	126
3.29 Pişirme süresinin kağıdın kağıdın baskı opaklığı üzerine etkisi	127
3.30 Al ₂ O ₃ oranının kağıdın baskı opaklığı üzerine etkisi	128
3.31 Antrakinon oranının kopma uzunluğuna etkisi	131
3.32 Pişirmede kullanılan antrakinon oranının yırtılma indisi üzerine etkisi ..	133
3.33 Pişirmede kullanılan antrakinon oranının patlama indisine etkisi	134
3.34 Pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının ÇEA değerlerine olan etkisi	136
3.35 Pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının % gerilme değerlerine etkisi	137
3.36 Pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının beyazlık değeri üzerine etkisi	139

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No:</u>	<u>Savfa</u>
1.1 Kağıt imalının bazı ülkelere göre yayılması	2
1.2 Kağıt imalatında kullanılan çeşitli liflerin ortalama boyları ve genişlikleri	5
1.3 Dünya genelindeki tarımsal artıkların tahmini miktarları	6
1.4 Soda yöntemi ile aynı şartlarda farklı bitki saplarından elde edilmiş hamurun özellikleri	11
1.5 Na ₂ SO ₃ Yüzdesinin değişmesiyle hamur verimi arasındaki ilişki	14
2.1 Ziraat yetiştirme çiftliklerindeki buğday, arpa, çavdar ve <i>Triticale</i> 2002 yılı üretim miktarları	36
2.2 <i>Triticale</i> saplarının oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle pişirilmesinde uygulanan deney planı	50
3.1 <i>Triticale</i> sapları ile çeşitli yıllık bitki saplarına ait morfolojik kısımların tüm sap ağırlığına oranları (%)	53
3.2. <i>Triticale</i> sapları ile literatürlerde rastlanan çeşitli yıllık bitki saplarının hacim-yoğunluk oranları (%)	54
3.3 <i>Triticale</i> saplarının 100 °C' de değişik sürelerde, emebildikleri su oranları (%)	55
3.4 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarından ölçülen ortalama lif uzunlukları, lif genişlikleri, lümen genişlikleri, çift çeper kalınlıkları ve standart sapmaları	58
3.5 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lif uzunlukları (mikron)	59
3.6 Lif uzunlukları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	59
3.7 Lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar	59
3.8 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lif genişlikleri (mikron)	60

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.9 Lif genişliği ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	60
3.10 Lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar	61
3.11 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lümen genişlikleri (mikron)	61
3.12 Lümen genişliği ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	62
3.13 Ölçülen lümen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar	62
3.14 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama çift çeper kalınlıkları (mikron)	63
3.15 Çift çeper kalınlığı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.....	63
3.16 Ölçülen çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar	63
3.17 Ortalama lif uzunlukları (mikron)	64
3.18 Kağıt hamurlarının lif uzunlukları ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları	65
3.19 Lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar	65
3.20 Ortalama lif genişlikleri (mikron)	65
3.21 Lif genişlikleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	66
3.22 Lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar	66
3.23 Ortalama lümen genişlikleri (mikron)	67
3.24 Lümen genişlikleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	67
3.25 Lümen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar	67
3.26 Ortalama çift çeper kalınlıkları (mikron)	68
3.27 22SR°, 32SR° ve 53SR° değerlerindeki çift çeper kalınlıkları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	68

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.28 Çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar, mikron	69
3.29 <i>Triticale</i> saplarının değişik morfolojik kısımlarının lif boyut ilişkileri	69
3.30 Değişik bazı ağaç türleri ile bazı yıllık bitki saplarındaki lif boyut ilişkileri	71
3.31 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının kimyasal analiz sonuçları	72
3.32 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama holoselüloz oranları (%).....	72
3.33 %Holoselüloz oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	73
3.34 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama holoselüloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar	73
3.35 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama selüloz oranları (%).....	74
3.36 %Selüloz oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	74
3.37 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama selüloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar.....	75
3.38 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama lignin oranları (%)	76
3.39 % Lignin oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	76
3.40 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama lignin oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar.....	77
3.41 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama kül oranları (%).....	77
3.42 Kül oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	78
3.43 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama kül oranlarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait	

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
sonuçlar	78
3.44 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının soğuk su çözünürlükleri	79
3.45 Soğuk su çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	79
3.46 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının soğuk su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar	80
3.47 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının sıcak su çözünürlükleri (%).....	81
3.48 %Sıcak su çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları ..	81
3.49 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının sıcak su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar	82
3.50 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının %1 NaOH çözünürlükleri (%).....	82
3.51 %1 NaOH Çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları..	83
3.52 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının %1 NaOH çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar	83
3.53 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının alkol benzen çözünürlükleri %	84
3.54 Alkol-benzen çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.....	84
3.55 <i>Triticale</i> saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının ortalama alkol benzen çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar.....	85
3.56 <i>Triticale</i> saplarından oksit ilaveli O ₂ -NaOH pişirmeleri sonucunda elde edilen hamurların elek verimleri, elek artıkları, toplam verimleri ve kappa numaraları	86

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.57 <i>Triticale</i> saplarından oksit ilaveli O ₂ -NaOH ve soda- antrakinon pişirmeleri sonucunda elde edilen siyah çözelti analizleri.....	87
3.58 <i>Triticale</i> saplarından O ₂ -NaOH metoduyla yapılan farklı pişirme şartları, % elek verimi ve % elek artığı sonuçları.....	88
3.59 Üretilen kağıt hamurlarının verimi ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.....	89
3.60 % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar.....	89
3.61 % 95 Güven aralığında pişirme süresinin etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	90
3.62 % 95 Güven aralığında Al ₂ O ₃ oranının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.....	92
3.63 Oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle farklı pişirme şartlarında elde edilen kağıt hamurlarına ait kappa numaraları	93
3.64 Üretilen kağıt hamurlarının kappa numarası ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	93
3.65 % 95 Güven aralığında pişirme sıcaklığının kappa numarasına etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar	94
3.66 % 95 güven aralığında pişirme süresinin kappa numarasına etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar	95
3.67 Üretilen kağıtların % 95 güven aralığında Al ₂ O ₃ oranının kappa numarasına etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar	96
3.68 Oksit ilaveli O ₂ -NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki kopma uzunlukları(km).	98
3.69 50 SR°'de üretilen kağıtların kopma uzunluğu ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	99
3.70 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında sıcaklığın kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.	99
3.71 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında pişirme süresinin kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	100

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.72 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında Al_2O_3 oranının kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	102
3.73 O_2 -NaOH Yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki patlama indisleri ($kPam^2/g$)	103
3.74 50 SR°'de Üretilen kağıtların patlama indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	103
3.75 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığının patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	104
3.76 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında pişirme süresinin patlama indisine etkisini gösteren Tukey Testine ait sonuçlar	105
3.77 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında Al_2O_3 oranının patlama indisine etkisini gösteren Tukey Testine ait sonuçlar	106
3.78 Oksit ilaveli O_2 -NaOH Yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki yırtılma indisi değerleri (mNm^2/g).	108
3.79 50 SR°'de üretilen kağıtların yırtılma indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.	108
3.80 % 95 güven aralığında yırtılma indisi değerlerine pişirme sıcaklığının etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar	109
3.81 % 95 güven aralığında pişirme süresinin yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.	110
3.82 % 95 güven aralığında Al_2O_3 oranının yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.	111
3.83 Oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki ÇEA değerleri	112
3.84 50 SR°'de üretilen kağıtların ÇEA değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	112
3.85 % 95 güven aralığında sıcaklığın kağıtların ÇEA değerlerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	113
3.86 % 95 güven aralığında pişirme süresinin kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	114

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.87 % 95 güven aralığında pişirmede kullanılan Al_2O_3 'ün kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	115
3.88 Oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki gerilme değerleri (%).....	116
3.89 50 SR°'de kağıtların gerilme değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	116
3.90 % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığın kağıtların % gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	117
3.91 % 95 güven aralığında pişirme süresinin, kağıtların % gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	118
3.92 Al_2O_3 oranının kağıtların % gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	119
3.93 Oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki beyazlık değerleri	120
3.94 50 SR°'de üretilen kağıtların beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	120
3.95 % 95 güven aralığında sıcaklığın beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	121
3.96 % 95 güven aralığında pişirme süresinin beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	122
3.97 Üretilen kağıtlara % 95 güven aralığında pişirmede kullanılan Al_2O_3 oranının beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar .	123
3.98 Oksit ilaveli O_2 - NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki baskı opaklığı değerleri (%).....	124
3.99 50 SR°'de üretilen kağıtların baskı opaklığı değeri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	125
3.100 % 95 güven aralığında sıcaklığın baskı opaklığı değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	125
3.101 % 95 güven aralığında pişirme süresinin baskı opaklığı değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	126

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.102 % 95 güven aralığında Al ₂ O ₃ oranının baskı opaklığı etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	127
3.103 Optimum pişirme koşullarının belirlenmesi için yapılan puanlama sistemine ait bulgular	128
3.104 <i>Triticale</i> saplarından oksit ilaveli soda antrakinon yöntemiyle elde edilen kağıt hamurlarının verimi ve bazı kimyasal özellikleri	129
3.105 50 SR°'de kopma uzunluğu ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	130
3.106 % 95 güven aralığında antrakinonun kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	130
3.107 Yırtılma indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	132
3.108 % 95 güven aralığında antrakinonun yırtılma indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	132
3.109 Patlama indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	133
3.110 % 95 güven aralığında antrakinonun patlama indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	134
3.111 Deneme kağıtlarının ÇEA değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	135
3.112 % 95 güven aralığında antrakinonun ÇEA değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	135
3.113 Deneme kağıtlarının % gerilme değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	137
3.114 % 95 güven aralığında antrakinonun %gerilme değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	137
3.115 Kağıtların beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları	138
3.116 % 95 güven aralığında antrakinonun beyazlık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar	138
3.117 Optimum koşullarda denem kağıtlarında yapılan fiziksel ve optik testlere ait sonuçlar.....	144

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- DP** : Polimerizasyon Derecesi
N : Örnek sayısı
SR° : Schopper Derecesi
SEKA : Türkiye Selüloz ve Kağıt Fabrikaları
dak : Dakika
d : Hacim–yoğunluk değeri,
m₀ : Tam kuru ağırlık (g)
v : yaş hacim (cm³)

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

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

Kağıt imalinin ilk olarak 105 yılında Çin de saray nazırlarından olan T-Sai Lun tarafından kendir lifleri, bambu gövdeleri ve ağaç kabuklarından elde edildiği bilinmektedir. T-Sai Lun hammadde olarak kullandığı kendir, bambu ve ağaç kabuklarını kaynattıktan sonra elde etmiş olduğu lifleri gergin bir kendir kumaş üzerine döktü ve böylelikle oluşan ince tabakayı güneşte kuruttu. Sonuç olarak bu dünyada üretilen ilk kağıt idi. Daha sonra kağıt yapımı diğer ülkelere yayıldı (Kürkçüoğlu, 1989).

Semerkan'tlı Türklerin 751 yılında Çinlilerle yaptığı savaşta esir aldıkları iki Çinli kağıtçıdan kağıt yapım sırrını öğrendikleri bildirilmektedir. Oysa 751 yılından çok daha önceleri Türklerin ipek kozası artıklarını tokmaklayarak elde ettikleri elyaftan yazı safihasını imal ettikleri bir tarih gerçeğidir (Paşa, 1863; Kutay, 1990).

Yapılan son 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 Türklerin yol

göstermiş olduğu bildirilmektedir (Lewie, 1936). Çizelge 1.1’de kağıt imalinin bazı ülkelere göre yayılması gösterilmiştir.

Çizelge 1.1 Kağıt imalinin bazı ülkelere göre yayılması (Kürkçüoğlu, 1989).

Ülke	Geleneklere Göre En Erken Tarih	Kağıt İmalatının Kabul Edilmiş Başlangıç Tarihi
Çin	-	105
Kore	-	384
Japonya	-	610
Semerkant	-	751
Suriye,Bağdat	-	793
Suriye, Damaskus	-	795
Mısır, Kahire	-	900
Fas	-	1100
İspanya	1129	1150
Fransa	1160	1189
İtalya	1270	1276
Almanya	1320	1390
Belçika	-	1405
İsviçre	1350	1411
Hindistan,Kaşmir	670	1420-1470
Polonya	-	1491
İngiltere	1460	1488
Avusturya	1357	1498
İsveç	-	1532
Danimarka	1535	1540
Macaristan	-	1546
Finlandiya	-	1560
Rusya	-	1567
Hollanda	1323	1586
Endonezya	-	1680
Kuzey Amerika	1690	1694
Kanada	-	1803

Ülkemizde modern anlamda kurulan ilk kağıt fabrikasının dolayısıyla da Türkiye de modern anlamda kağıtçılığın temeli 14 Ağustos 1934 tarihinde İzmit’te atılmıştır. 18 Nisan 1936’da ilk deneme kağıdı üretilmiş ve 6 Kasım 1936’da Türk sanayi ve kültür hayatında çığır açan kağıt fabrikası ticari işletmeye açılmıştır (Kurtcebe, 2002).

Kağıt, çok çeşitli kullanım alanıyla günlük yaşantımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bir ülkedeki kağıt kullanım oranı, aynı zamanda o ülkenin gelişmişlik derecesini belirlemede önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır (Eroğlu, 1990).

Günümüzde ve gelecekte kağıt endüstrisi şu üç ana sorunla karşı karşıyadır ki bunları şöyle sıralayabiliriz (TAPPI, 1976; Marton et al., 1976; EROĞLU, 1980).

1. Hammadde temini.
2. Enerji tüketiminin azaltılması, rasyonel kullanımı ve daha değişik enerji kaynaklarından yararlanma.
3. Çevre kirlenmesinin en aza indirilmesi ve az kirleten tekniklerin geliştirilmesidir

Bu sorunlar içerisinde hiç şüphesiz ki en önemlisi hammadde temini olup, bu sorunun çözülmesi için alınması gereken tedbirleri ise aşağıda belirtildiği gibi iki gruba ayırabiliriz (Marton et al., 1976; EROĞLU, 1980).

1. Boş alanlar ağaçlandırılarak odun hammaddesi üretiminin artırılması, hızlı yetişen türler geliştirilerek kağıtlık odunun daha kısa sürede elde edilmesi,
2. Tüm ağaç (gövde,gök dal gibi.) kullanımı olup son yıllarda bu konuda yoğun çalışmalar yapılmaktadır.Ayrıca eski kağıtların geri kullanma oranının artırılması da hiç şüphesiz hammadde sorununun çözümüne yardımcı olacaktır.

Dünya da potansiyel üretim bakımından çok önemli bir yere sahip olan ve kağıt endüstrisinde değerlendirilebilecek en önemli hammaddelerden birisi de hiç kuşkusuz ki tarımsal artıklardır (Cheng, 1993).

Son zamanlara kadar tarımsal artıklar, toplanmasının ve taşınmasının ekonomik olmaması, çoğu ülkede odun hammaddesinin bol ve ucuz olması gibi nedenlerden dolayı kağıt endüstrisinde geniş ölçüde kullanılmamıştır (Atchison, 1973).

Tarımsal artıkların geniş ölçüde kullanılmamasının bir diğer nedeni ise, bu maddelerin yüksek oranda silikatlar içermesinden dolayıdır. Çünkü silikatlar kimyasalların geri kazanılmasında birçok probleme neden olmaktadır. Böyle olmasına rağmen geniş orman kaynaklarına sahip olmayan ülkeler kağıt üretimi için oranı azda olsa tarımsal artıkları kullanmaktadırlar (C.Pu and S.Hu., 1990).

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

Kağıt -karton üretimi için yıllık bitkilerin kullanımının artmasının esas nedenlerini şöyle sıralamak mümkündür (Atchison, 1989; Tutuş, 2000).

1. Orman kaynaklarının sınırlı olması ve kağıt sektörü için yeterli hammaddeyi sağlayamaması,
2. Önemli oranda tarımsal kaynaklı hammadde potansiyelinin mevcut oluşu,
3. Gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışına bağlı olarak kültürel ve endüstriyel kağıt talebin hızlı bir şekilde artışıdır.

Yıllık bitkileri elde edildikleri kaynaklara göre dört gruba ayırabiliriz (Hurter, 1988). Bunlar;

1. Otsu bitkilerin gövde lifleri (otlar, ekin sapları, kamışlar vb.)
2. Kabuk lifleri (keten, kenevir, hint keneviri vb.)
3. Yaprak lifleri (abaca, sisal keneviri vb.)
4. Tohum kılları (pamuk vb.)

Düşük yoğunluklu ve gözenekli yapıya sahip olan tahıl saplarından kağıt hamuru yapımının tarihi 1800'li 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 (Mc Donald, 1969; Eroğlu, 1980).

Daha sonra kağıt teknolojisi hızlı bir şekilde gelişmiş ve böylelikle kağıt hamuru üretiminde yıllık bitkilerin payı 1970'li yıllardan sonra hızlı bir artış göstermiştir. 1975'de kağıt hamuru üretiminde yıllık bitkilerin kullanılma oranı %6.8 iken bu oran 1985 de %8.1'lere çıkmıştır (Atchison, 1989).

Bitki liflerinin çoğundan kağıt yapılabilir. Fakat bu bitkilerin mevcut miktarları, elde edilecek kağıdın mahiyeti ve maliyeti göz önüne alınırsa, kağıt imalatında hammadde olarak kullanılabilecek bitkilerin sayısının fazla olmadığı görülür (Daniel, 1973).

Çizelge 1.2 Kağıt imalatında kullanılan çeşitli liflerin ortalama boyları ve genişlikleri (Daniel, 1973).

Hammadde Adı	Boy (mm.)	Genişlik (mikron.)
Pamuk	25	25
Keten	32	20
Kendir	25	25
Jüt	2,5	18
Manila	6,0	24
Yeni Zelanda kendiri	6,0	13
Sisal	3,0	21
Esparto	0,5-2,5	10
Saman	1,0	15
Şeker kamışı (Bagasse)	3,0	30
Bambu	2,0	15
İğne Yapraklı Ağaçlar	5,0	35
Yapraklı Ağaçlar		
- Kavak	1,2	28
- Kayın	1,17	25
- Okaliptüs	1,0	15

Çizelge 1.2'de görüleceği gibi her lifin kendine has özelliği olup, lif bu özelliğini kağıda vermektedir. Örneğin; kağıdın mukavemetli olması isteniyorsa pamuk, keten, kendir veya iğne yapraklı ağaçlar gibi uzun lifli bitkiler kullanılmalıdır. Kağıtta hacimlilik isteniyorsa kolaylıkla öğütülemeyen (Esparto veya Okaliptüs lifi) lifli bitkiler kullanılmalıdır. Ancak, liflerin bu özellikleri çeşitli işlemlere tabi tutularak değiştirilebilir (Daniel, 1973). Çizelge 1.2'de kağıt imalatında kullanılan çeşitli liflerin ortalama boyları ve genişlikleri verilmiştir.

Bugün bir çok Avrupa ülkesinde enerji ve kağıt hamuru üretimi için en uygun kaynakların bulunması yönünde araştırmalar yapılmaktadır (Hulton, 1997). Kuzey Amerika'da kağıt hamuru ve kağıt üreticilerinin yapmış oldukları araştırmalar göstermiştir ki hammadde olarak tüketilen lif miktarı 1998'de 300 milyon ton civarında iken 2010 yılında bunun 425 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (Pavilainen, 1997). Dünya genelindeki tarımsal artıkların tahmini miktarları Çizelge 1.3'de verilmiştir.

Çizelge 1.3 Dünya genelindeki tarımsal artıkların tahmini miktarları (Atchison, 1998).

Hammadde Türü	Mevcut var olan miktar (x kuru ağırlık milyon ton)
Buğday	600
Pirinç	360
Arpa	195
Yulaf	55
Çavdar	40
Çim	3
Keten	2
Şeker kamışı	10.2
Saz(kamış)	30
Bambu	30
Pamuk sapları	68
Pamuk lifleri	18.3
Mısır	750
Papirüs	5
Abaca	0.08
Yaprak lifleri(sisal,maguey)	0.5
Kenaf / Kendir	13.7
Sorghum stalks	152
Toplam	2.432.780.000

Ülkemizde yıllık odun hammaddesi artımının 20 milyon m³ olduğunu ve bununda büyük bir çoğunluğunun yakacak olarak kullanıldığı bilinen bir gerçektir. Ayrıca

kağıt sektörünün diğer orman endüstri (kereste, yonga levha, lif levha, mobilya vb.) kolları ile sıkı rekabette olduğu dikkate alınacak olursa oduna alternatif hammadde kaynaklarının kağıt sektöründe kullanımının ülkemiz için kaçınılmaz olduğu bir gerçektir.

Türkiye’de tahıl üretici önemli ülkelerden biri olup çeşitli kaynaklardan verilen bilgilere göre Türkiye’nin 1996 yılında odunsu olmayan materyallerin tahmini potansiyel değeri 45-50 milyon ton civarındadır Bu potansiyelin kullanılması Türkiye’nin gelecekte kağıt karton ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynayacaktır (Eroğlu, 1999).

Tahıl sapsapları içerisinde kağıt hamuru yapımı için en uygun olanları çavdar ve buğday sapsaplarıdır. Çünkü, yulaf ve arpa sapsaplarında yaprak, başak sapı ve kavuzlar gibi morfolojik kısımların yüksek oranda olması kağıt hamuru verimini düşürmekte ve kimyasal madde tüketimini de artırmaktadır. Pirinç sapsapları 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).

Ülkemizde bilindiği gibi yıllık bitki sapsaplarının büyük bir kısmı hayvan yemi olarak kullanılmakta ve yine bun yıllık bitki sapsaplarının büyük bir çoğunluğu araziler üzerinde yakılarak yok edilmektedir. Bu kullanılmayan yıllık bitki sapsaplarının kağıt endüstrisine hammadde olarak kazandırmak amacıyla araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır.

Özellikle yıllık bitki sapsaplarının gözenekli bir yapıya sahip olmasından dolayı oksit ilaveli oksijen-alkali yöntemiyle kağıt hamuru üretimine uygun düşmektedir. Çünkü yıllık bitkilerin gözenekli yapısına O₂ difüzyonu daha kolay olmakta ve böylelikle yıllık bitki sapsaplarının daha kısa sürede ve daha düşük sıcaklıkta pişmesi mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada kimyasal yapısı ve lif özellikleri hakkında literatürlerde yeterli bilgi bulunmayan ve halk arasında Amerikan çavdarı olarak bilinen, buğday ve çavdarın bir melezi olan *Triticale* sapsapları ile kullanılmıştır. Kullanılan *Triticale*

saplarının bilinmeyen özelliklerinin belirlenmesi, buğday, çavdar gibi diğer yıllık bitki saplarında olumlu sonuç veren oksit ilaveli oksijen-alkali yöntemiyle kağıt hamuru üretim olanakları araştırılmıştır.

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada, Avrupa'da (özellikle Polonya), Kanada, ABD ve Meksika Milletlerarası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi (CIMMYT)'daki bilim adamları tarafından, buğday ve çavdara alternatif bir ürün olarak geliştirilen *Triticale* sapları kullanılmıştır. *Triticale* bir buday ve çavdar melezi olan yeni bir üründür. Ülkemizde genelde halk arasında Amerikan çavdarı, Rus çavdarı veya *BUDAR*, *BUÇAV* olarak adlandırılan *Triticale*'nin kimyasal bileşimi ve lif morfolojisi araştırılarak, buğday ve çavdarda olumlu sonuçlar veren oksijen ilaveli oksijen-alkali yöntemi ile değişik koşullarda pişirmeler yapılarak optimum koşullar araştırılmıştır. Yine pişirmeler sonucunda elde edilen kağıt hamuru verimi ve özellikleri araştırılarak, elde edilen bu kağıt hamurlarından deneme kağıtları yapılarak deneme kağıtlarının fiziksel ve optik özellikleri araştırılmıştır.

1.3 YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ELDE EDİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Yıllık bitkiler çoğunlukla düşük yoğunluklu ve gözenekli yapılı olmasından dolayı odundan farklı bir özellik göstermektedir. Bundan dolayıdır ki yıllık bitkilerden kağıt hamuru üretimi, odun kullanarak kağıt hamuru üreten teknolojiye çok daha farklıdır (Tutuş, 2000).

Tahıl saplarından kağıt hamuru üretiminin tarihçesi 1800'lü yıllara kadar uzanmakta olup, bilim adamları tahıl saplarından ağartılmış kağıt hamuru üretimini denemişlerdir. Daha sonraları ise, açık kaplarda tahıl saplarını kireç kaymağı ile muamele ederek pişirilmesi sağlanmış ve böylelikle tahıl sapları paçavradan sonra kağıt yapımında en çok kullanılan bir hammadde haline gelmiştir (McDonald, 1969).

edilen kağıt hamuru kırılğan ve zayıftır. Kullanılan kireç kağıt hamurundan tamamen ayrılmadığı ve kireç dolgu görevi yaptığından dolayı verim %100 gibi yüksektir (Vilars, 1978; Eroğlu, 1980).

Kapalı bir kap içerisinde kireç kaymağı kullanarak kağıt hamuru elde etmek mümkündür. Bunun için tam kuru sapa oranla %7-10 kireç kaymağı, 130-140 °C sıcaklıkta 3-5 saat pişirme süresi yeterli olmaktadır. Bu tür pişirmelerde fabrika atık sularının tarımsal amaçlı sulamalarda değerlendirilebileceği rapor edilmektedir (Jeyasingam, 1987; Kırıcı, 2000).

1.3.1.2 Soda Yöntemi

Yıllık bitkilerden kağıt hamuru üretmek amacıyla kurulan fabrikaların çoğunda soda ve sülfat yöntemi tercih edilmektedir. Bunun nedeni, gerek pişirmede kullanılan kimyasalların geri kazanılabilmesi gerekse ısının etkili bir şekilde kullanılmasının mümkün olmasındandır. Soda yönteminin en önemli sakıncası ise fabrika atık sularının neden olduğu çevre kirlenmelerini önlemek amacıyla pahalı bir yatırım olan geri kazanma ünitesinin kurulma zorunluluğudur. Ayrıca hammadde olarak kullanılan yıllık bitkilerin bünyesinde doğal olarak bulunan silis ve silikatların geri kazanma ünitesinde problemlere neden olduğu da bilinen bir gerçektir (Kırıcı, 2000).

Soda ve Sülfat yönteminden başka yöntemlerle çalışan fabrikalarda geri kazanma ünitesi olmadığından fabrika atık suları doğrudan çevreye atılmaktadır. Buda çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Bunun yanında kullanılan kimyasal maddelerin geri kazanılmaması da bu yöntemleri ekonomik olmaktan çıkarmaktadır. Oysa Soda ve Sülfat yöntemlerinde kullanılan kimyasal maddeler geri kazanılıp çevre kirlenmesi minimuma indirilmektedir.

Soda yönteminde geri kazanma daha basit olup yapılan işlemlerin kontrolü ise daha kolaydır. Sülfat yönteminde sodyum sülfür (Na_2S) maddesi kullanıldığından pişirme ve geri kazanma aşamasında oluşan merkaptanlar ve hidrojen sülfür (H_2S) atmosfere bırakılmasıyla hoş olmayan bir koku oluşturmaktadır. Ayrıca Sülfat

yönteminde kullanılan kimyasalların aşındırıcılığı daha fazla olup, bu da başlangıç yatırım maliyetlerini artırmaktadır. Genelde Sülfat yönteminde verim biraz daha yüksek, elde edilen kağıdın sağlamlığı daha iyidir. Fakat bazı hallerde soda yönteminin daha iyi hamur vermekte ve de daha az ağartma maddesi kullanılarak yüksek beyazlık derecelerine ulaşılabilir (Misra, 1972; Eroğlu, 1980).

Soda yöntemi ile yıllık bitki saplarından ağartılabilir kimyasal hamur üretebilmek için %10-15 NaOH gerekli iken; yarı kimyasal kağıt hamuru elde etmek için %6-10 NaOH yeterli olmaktadır. Yine burada sıcaklığın 165-170 °C ve sürenin de 2 saat yeterli olduğu belirtilmektedir (Rydholm, 1965; Eroğlu, 1980). Çizelge 1.4'de soda yöntemi ile %12 NaOH, sap/çözelti 1/8, pişirme süresi 2 saat, basınç 100p.s.i şartlarında farklı bitki saplarından elde edilmiş hamurun özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1.4 Soda yöntemi farklı bitki saplarından elde edilmiş hamurun özellikleri (Casey, 1966).

Ham madde	Hamur verimi (%)	Elenmiş verim (%)	Artık (%)	Lignin (%)	Permanganat Numarası	Kül (%)
Buğday	53.8	34.5	11	5.1	17.7	2.9
Arpa	46.1	29.4	5.1	5.4	16.7	4.3
Çavdar	53.1	33.6	5.8	3.8	14.7	2.8
Yulaf	52.4	39.1	2.7	3.9	13.1	2.7
Pirinç	48.2	35.7	2.2	3.7	10.6	15.8

1.3.1.3 Sülfat (Kraft) Yöntemi

Sülfat yönteminde kimyasal madde olarak NaOH ve Na₂S kullanılır. Bu maddelerin oranı yarı kimyasal kağıt hamuru için %6-10 iken, kimyasal hamur eldesi için ise %10-15 arasında alınmaktadır. Maksimum sıcaklık 165-170°C ve bu sıcaklıkta pişirme süresi 2 saattir. Endüstriyel uygulamalarda sap/çözelti oranı 1/3-1/3,5 arasındadır (Rydholm, 1965; Eroğlu, 1980).

Sülfat yönteminde yıllık bitki sapları kullanıldığı takdirde, tam kuru sapa oranla

%10-12 NaOH ve %2 Na₂S, yine elde edilmek istenen hamurun özelliğine göre 150-170°C sıcaklıkta, 2,5-4 saat pişirme süresi yeterli olmaktadır. Yukarıdaki şartlar 1/2-1/3 sap/çözelti oranında uygulandığı takdirde %35-40 oranında hamur verimi elde edildiği saptanmıştır (Jeyasingam, 1987; Kırıcı, 2000).

Sülfat yöntemi ile %15 oranında toplam kimyasal madde kullanılarak 100-140-170°C gibi değişik sıcaklıklarda pişirmeler yapılmış ve sıcaklık değişmesinin lignin ve karbonhidratlar üzerine etkisi incelenmiştir. Deneme sonuçları göstermiştir ki ligninin çözünmesi sıcaklığa bağlı olup ilk 60 dakikadan sonra çözünmenin artışı gözlenmiştir. Fakat süre uzadıkça karbonhidratların çözünmesi devam etmiştir. Diğer taraftan sıcaklığın artması kağıdın kopma uzunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir (Marton et al., 1955; Eroğlu, 1980).

Piştirme çözeltisine katılan Na₂S'ün delignifikasyonu hızlandırdığı, selülozun degradasyonunu önlediği, piştirme süresini kısalttığı ve böylelikle daha iyi nitelikte hamurun elde edilmesine yardımcı olduğu belirtilmektedir. Diğer taraftan Na₂S'ün elde edilmesinde kullanılan Na₂SO₄'ün buharlaştırılan siyah çözelti içerisine katılmasıyla yanma sırasında oluşan atıkların erime noktalarını da düşürdüğü belirtilmektedir (Bostancı, 1987). Sülfat yöntemi piştirme süresinin kısalığı, hamur veriminin yüksek ve sağlam oluşu, elde edilen hamurun yüksek parlaklık derecelerine kadar ağartılabilmesi, kullanılan kimyasal maddelerin geri kazanımın kolay olması, tall-oil ve terebentin yağı gibi değerli ürünlerin elde edilmesi gibi avantajları vardır. Ancak bunun yanında sülfat yöntemi ile çalışan fabrikaların yatırım maliyetlerinin yüksek olması, atık gazların kötü koku yayması ve havayı kirletmesi, elde edilen hamurun koyu renkli olması ve sülfat hamurlarının dövülme kabiliyetinin düşük olması gibi dezavantajları vardır (Bostancı, 1987).

1.3.1.4 NSSC (Nötralsülfat Yarı Kimyasal Kağıt Hamur Üretim) Yöntemi

NSSC yöntemi çok geniş kullanım alanına sahip yarı kimyasal kağıt hamuru üretim yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan esas delignifikasyon maddesi Na₂SO₃ olup bunun yanında kullanılan NaOH, Na₂CO₃ gibi kimyasal maddeler, tampon

görevi yapan maddeler olup verimi ve parlaklığı artırmaktadır. Tamponlayıcı madde olarak daha çok Na_2CO_3 kullanılmaktadır. Çünkü Na_2CO_3 hamurun parlaklığını artırmakta ve daha açık renkli hamur vermektedir (Casey, 1966).

NSSC yönteminde verim yüksek olup, ağartma için tüketilen kimyasal madde miktarı ise soda ve sülfat yöntemine göre daha azdır. Beyazlık derecesi soda ve sülfat yöntemleri ile elde edilen kağıt hamurlarından %5-10 daha yüksektir. Ancak bu yöntemde kimyasal madde olarak kullanılan Na_2SO_3 maddesi NaOH ve Na_2SO_4 gibi kimyasal maddeler daha pahalıdır (Misra, 1971; Eroğlu, 1980).

NSSC yöntemiyle yıllık bitki saplarından kağıt hamuru üretmek için tam kuru sapa oranla %8-12 Na_2SO_3 ve tamponlayıcı madde olarak ta %3-4 NaOH veya Na_2CO_3 kullanılarak 160-170°C sıcaklıkta, 3-4 saat süre yapılan pişirme denemelerinden %35-40 verimde ağartılmış hamurun elde edildiği belirtilmektedir (Jeyasingam, 1987; Kırıcı, 2000).

Tam kuru sapa oranla %7.9-13.7 oranında değişen Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{SO}_3+\text{NaHCO}_3$ yada $\text{Na}_2\text{SO}_3+\text{NaOH}$ kullanılarak 2 saat süre ile 170C'de, çözelti/sap oranı 7/1 alınarak yapılan pişirme denemelerinin sonuçları göstermiştir ki, kullanılan kimyasal madde miktarı arttıkça ağartmada daha az klor harcandığı saptanmıştır.

NSSC hamurunun alkali hamurdan daha az lignin içerdiği ve pentozan kaybının daha az olduğu belirtilmektedir. Ancak hamurun direnç özellikleri alkali hamurundan daha düşüktür (Aronowsky et al, 1948; Eroğlu,1980).

NSSC yönteminde Na_2SO_3 yüzdesinin değişmesi verileri doğrudan etkilemektedir. Kullanılan Na_2SO_3 yüzdesinin artması ile daha fazla lignin çözüneceği için verim azalmaktadır. Bu arada ligninle birlikte bir kısım hemiselülozlarda çözünmeye uğrarlarsa da büyük bir çoğunluğu hamur içerisinde kalmaktadır. Çizelge 1.5'de tam kuru odun ağırlığına oranla kullanılan Na_2SO_3 yüzdesinin değişmesi ile hamur verimi arasındaki ilişki verilmiştir.

Çizelge 1.5 Na₂SO₃ Yüzdesinin değişmesiyle hamur verimi arasındaki ilişki (Casey, 1966).

Na ₂ SO ₃ (%)	Verim (%)
14-18	70
12-16	75
10-14	80
8-12	85

1.3.2 Yıllık Bitki Saplarından Kesintisiz Üretim Sistemi İle Kağıt Hamuru Üretim Yöntemleri

1.3.2.1 Pandia Yöntemi

Genel olarak pandia yöntemi düşük kaliteli oluklu mukavvanın iç kısmında kullanılabilecek hamur veya ağartılabilir kraft hamuru üretiminde kullanılır. Pandia pişirme kazanının yapısı, horizontal tüplerden ve onun içinde bulunan vidalı taşıyıcılardan ibarettir. Kapasiteleri pişirme tüplerine bağlı olarak değişir (Casey, 1966).

Genel olarak tipik bir pandia tipi pişirme kazanı aşağıda belirtildiği gibi üç kısımdan oluşmaktadır (Jeyasingam, 1987; Kırıcı 2000).

1. Emprenye işlevini gören bir vidalı besleyici
2. Pişirme işleminin yapıldığı yatay tüpler
3. Alt kısımda hamur boşaltmaya yarayan döner boşaltıcı.

Pandia yönteminde hammadde ilk olarak emprenye ediciye gönderilerek yumuşatılması için bir miktar pişirme çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra vidalı taşıyıcılar ile pişirme kazanına verilir. Hammadde vidalı taşıyıcılar ile sıkıştırılarak pişirme işleminde asıl reaksiyonun gerçekleştiği ikinci tüpe verilir. Burada vidalı taşıyıcıların karıştırma hareketi ile buharın taşıdığı ısı ve kimyasal maddeler hammadde içerisine homojen olarak yayılır. Pandia kazanında soda

yöntemi kullanılarak yapılan deneme pişirmelerinde sap/çözeltili: 1/3 oranında, %10 NaOH ile 8-10 dakika pişirme süresiyle samandan %50 hamur verimi elde edildiği belirtilmiştir (Jeyasingam, 1987; Kırıcı 2000).

1.3.2.2 Pomilio Yöntemi

Pomilio yöntemi sürekli çalışan çok kademeli bir yöntem olup zayıf kostik soda çözeltisi ve klor kullanılır. Genelde uygulama 4 kademedir oluşmaktadır. Bunları şöyle sıralayabiliriz (Casey, 1966; Eroğlu, 1980).

1. Yıllık bitki sapları 115-130 °C gibi düşük sıcaklıklarda kısa süreli zayıf NaOH çözeltisi ile muamele edilir.
2. Ön pişirme işleminden sonra yıkanan lifsel maddeler Cl₂ gazı ile soğuk muamele edilir.
3. Cl₂ gazı ile muameleden sonra yıkanan lifsel maddeler oda sıcaklığında tekrardan zayıf NaOH çözeltisi ile muamele edilirler.
4. Şayet elde edilen hamurun daha açık renkli olması isteniyorsa son olarak lifsel maddeler hipoklorit ile muamele edilir.

Bu yöntemde elde edilen hamurun verimi, saman kullanıldığında kaba hamurla için %60-65 iken, ağartılmış hamurla için ise %40-45 civarındadır. Bu yöntemde maliyet kullanılan NaCl miktarına ve elektrik enerjisi gereksinimine bağlı olarak değişir. Bir ton kağıt hamuru üretimi için 600 kg NaCl ve 1100kw.saat/ton elektrik enerjisi gereklidir. Bu yüzdendir ki Pomilio yöntemi elektrik enerjisinin ucuz ve bol olduğu ülkeler için daha uygundur. Yöntemde geri kazanma uygulanmadığından çevre kirlетici etkisi ve kimyasal madde tüketimi fazladır (Casey, 1966; Eroğlu, 1980).

1.3.2.3 Kimyasal Mekanik Yöntemler

Yıllık bitki saplarının hacimce fazla yer kaplamaları nedeniyle kazan daha küçük bir kapasiteyle çalışmak zorunda kalmaktadır. Yıllık bitki saplarından daha

ekonomik bir şekilde kağıt hamuru üretilmesi için kimyasal mekanik yöntem geliştirilmiştir (Casey, 1966).

Kimyasal mekanik yöntemlerde pişirme kimyasal maddesi olarak NaOH veya NaOH+Na₂SO₃ karışımı kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde yıllık bitki sapları uzunluğuna kesildikten sonra bantlar vasıtasıyla taşınarak hidropulper verilmektedir. Hidropulperde pişirme çözeltisi ile karışan saplar pulper tarafından sağlanan mekanik hareketlerle daha kolay açılmakta ve böylece delignifikasyonun hızlanmasına yardımcı olmaktadır. Kimyasal mekanik yöntemlerde pişirmenin derecesi sıcaklığa, kimyasal madde oranına, konsantrasyona ve hidropulperin mekanik hareket miktarına bağlıdır.

Kimyasal mekanik yöntemlerde genel olarak pişirme şartları tam kuru sap miktarına oranla %5-6 NaOH , %10 konsantrasyonda ve 95-98°C sıcaklıkta 40-60 dakika pişirme süresi sonucunda %70-80 hamur verimi elde edildiği belirtilmektedir. Kimyasal mekanik yöntemlerle üretilen hamur çoğunlukla oluklu mukavva yapımında kullanılmaktadır (Jeyasingam, 1987; Aronovsky et al., 1948; Kırcı, 2000).

1.4 YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN ALKALİ YÖNTEMLERLE KAĞIT HAMURU ÜRETİMİNDE KİMYASAL MADDELERİN GERİ KAZANILMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Yıllık bitki saplarından, sülfat ve soda yöntemiyle yapılan pişirme sonucu elde edilen siyah çözeltinin viskozitesi yüksek ve silis oranı oldukça fazladır. Tarımsal artıklardan elde edilen siyah çözeltilerin silis oranı buğdayda %4-8, pirinçte % 16-30, kamışta %2-8 arasında değişmektedir. Pirinçte silis oranının çok yüksek olmasından dolayı kullanılan kimyasal maddelerin geri kazanılması çok güç olmakta ve endüstriyel olarak uygulanmamaktadır. Geri kazanma sırasındaki desilifikasyon işlemi iki türlü olarak yapılmaktadır (Misra, 1972; Eroğlu, 1980).

1. Seyreltik siyah çözelti içerisindeki silisin buharlaşmadan önce ayrılması

2. Yeşil çözelti içinde desilifikasyon işlemi yapılmasıdır.

Siyah çözelti içindeki silisin giderilmesi tüm geri kazanma işlemi boyunca oluşacak sorunları azaltır. Oysa yeşil çözelti içindeki silisin giderilmesi buharlaştırma ünitesindeki sorunları ortadan kaldırmaz. Çünkü silis buharlaştırıcı tüplerinde % 50 inorganik ve % 10 organik maddelerden oluşan bir tabaka oluşturur ki bu da buharlaştırma birimlerini 4-8 hafta içinde çalışmaz hale getirir. Ayrıca yeşil çözelti içinde bulunan silis, kostikleştirme sırasında kireç kaymağının süzülme ve çökelme yeteneğini azaltır ve de sodyum hidroksit kaybına neden olur. Kirecin yeniden yakılması biriken silis nedeniyle yapılamaz hale gelir. Kireç fırınında silisle birleşen kalsiyum, delikleri tıkayarak camsı taneler oluşturur. Elde edilen kirecin kalsiyum oksit oranı düşük olup kostikleşme için uygun değildir (Sadawarte et al., 1977; Eroğlu, 1980).

1.4.1 Siyah Çözeltinin Buharlaştırılmasında Karşılaşılan Sorunlar

Siyah çözelti, buharlaştırıcılarda belli bir konsantrasyona kadar buharlaştırılır. Daha sonra ise soda kazanında yakılarak buhar ve fabrikanın ihtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmı sağlanmaktadır.

Yıllık bitki saplarının pişirilmesi sonucu elde edilen siyah çözeltinin geri kazanma sisteminde, içermiş olduğu silis bileşiklerinden dolayı zararlı etkisi olmaktadır. Sistemdeki buharlaştırıcılar, çözelti içerisindeki silis bileşiklerinden dolayı kabuk bağlamakta ve kısa zamanda çalışamaz hale gelmektedir.

Tahıl saplarının pişirilmesinde çözelti/sap oranının yüksek olmasından dolayı çözeltideki katı madde miktarı düşüktür. Oysa desilifikasyon için belli oranda katı madde siyah çözelti içinde bulunmalıdır. Çözeltideki serbest alkali miktarı, buğday sapı siyah çözeltisinde yıkayıcılardan sonra 3-4 g/lt., şeker kamışı siyah çözeltisinde 4-6 g/lt. ve katı madde miktarı ise %13.5 oranında bulunur (Misra, 1972; Tutuş, 2000).

Geri kazanmada siyah çözeltinin sıcak tüp yüzeyleriyle uzun zaman temasta bulunması sonucu çözeltideki organik maddeler yanarak siyah çözeltinin özellikleri değişir ve tüplerde kabuk bağlanmalar olur (Rydholm, 1965; Tutuş, 2000).

Buharlaştırıcılardaki ısıtıcı yüzeylerinin hem iç hem de dış taraflarında tabakalaşma görülür. Buharlaştırıcı tüplerin yüzeyi, korozyon yapan sülfür bileşenleriyle kaplanırken, çözelti tarafı yüksek yoğunluk ve sıcaklık nedeniyle tabakalaşmaya uğramaktadır (Hough, 1985; Tutuş, 2000).

Genel olarak kabuk bağlanma, organik katıların ve inorganik silikatların yüksek konsantrasyonda ve yüksek sıcaklıklarda çökmesiyle meydana gelir. Bu tabakalaşmayı önlemek için çözelti içinde optimum oranda serbest alkali bulundurmak veya siyah çözelti içindeki organik/inorganik oranını 1.5-1.65 arasında tutuma gereklidir. Siyah çözeltiye katılacak aktif alkali, kostik veya yeşil çözelti yada bunların karışımının siyah çözeltiye katılmasıyla sağlanır. Bu işlemler tabakalaşmayı 4-5 ay geciktirdiği belirtilmektedir (Panda, 1989; Tutuş 2000).

Ayrıca, buharlaştırıcı tüplerindeki silika tabakası, sodyum asit sülfat çözeltisiyle iki saat kaynatmayla uzaklaştırılabilir. Daha sonra bu işlemi takiben mekanik temizleme uygulanır. Ancak mekanik temizleme tüp yüzeylerinin pürüzlenmesine, oluşacak korozyonun hızlanmasına, zayıf ve çatlak noktaların meydana gelerek çözelti sızmasına sebep olmaktadır (Veeramani, 1977; Tutuş 2000).

1.4.2 Soda Kazanında Silikatlardan Dolayı Karşılaşılan Sorunlar

Geri kazanma sisteminde, soda kazanın asıl görevi konsantre siyah çözeltideki katıların yakılmasıyla inorganik maddelerin geri kazanılmasıdır. Tahıl sapı siyah çözeltisi %40 konsantrasyonda çok kademeli buharlaştırıcılardan çıktıktan sonra direkt temaslı buharlaştırıcılarda çözeltinin konsantrasyonu %32-65'e kadar çıkartılır. Daha sonra soda kazanına gönderilerek termokimyasal bir reaksiyonla

yakılır. Siyah çözeltilerin silisli karakteri nedeniyle baca gazlarıyla taşınan sodyum karbonat külleri fırın duvarlarında ısıtıcı tüp yüzeylerinde toplanarak aşırı sıcaklık nedeniyle kısa sürede sertleşerek fırın kapasitesinin düşürürler (Panda, 1989; Tutuş, 2000).

Tahıl sapı ile pişirme yapılarak elde edilmiş siyah çözeltilerde viskozite ve silis bileşenleri yüksek değerde olduğundan dolayı çözeltiler, yanma için istenen %62-65 katı madde konsantrasyonuna çıkartılamaz. Bunun sonucu olarak da düşük konsantrasyondaki siyah çözeltilerin yakılması için ilave fuel oil kullanılır. Oysa hammadde olarak odun kullanan fabrikaların siyah çözeltileri %70-80 konsantrasyona kadar ekonomik ve problemsiz olarak buharlaştırılabilmektedir (Söderhejelm, 1988; Tutuş, 2000).

Siyah çözeltiler içindeki kompleks organik bileşiklerin termal etki sonucunda degradasyonla buharlaşarak yanabilen gazlara dönüştürülmesine “piroliz” denir. Burada siyah çözeltilerdeki tüm sülfür H_2S ’e dönüşerek gaz fazına geçmektedir.

Buğday saplarından 1 ton ağırlanabilir soda hamuru üretiminde açığa çıkan siyah çözeltilerden elde edilen tam kuru katı verimi 1,3-1,4 ton iken, oduna dayalı pişirmelerden elde edilen her bir ton kağıt hamuru üretimi siyah çözeltilerden elde edilen kuru katı miktarı 1,5 tondur. Yıllık bitkilerde bu oranın düşük olması, pişirmelerde daha az kimyasal maddenin kullanımı sonucu daha az organik madde çözünmesinden kaynaklanmaktadır (Tomlinson and Richter, 1974; Tutuş, 2000).

1.4.3 Kostikleştirme Kademesinde Karşılaşılan Sorunlar

Geri kazanma sisteminde silis bileşiklerinden kaynaklanan biride kostikleştirme sırasında beyaz çözeltilerin süzülme zorluğu ile kireç çamurun tekrar yakılması işlemindeki verim düşüklüğüdür (Tutuş, 2000).

Bir odun hamuru fabrikasında yeşil çözeltilerin yüksek oranda silika içeriği nedeniyle, söndürme ve kostikleştirmenin yüksek sıcaklıkta yapılması, hem

yüksek kostikleştirme etkinliği hem de reaksiyon dengesinin optimumunda tutmak için gereklidir. Sıcaklık, kireç kalitesi ve kirecin yakılması için etkili birer değişkenlerdir (Lindberg and Ulumgren, 1986; Leonard and Blackwell, 1991; Tutuş, 2000).

Kostikleştirme ile, sodyum karbonat sönmüş kireç ilavesiyle oluşan reaksiyon sonucu sodyum hidroksite dönüştürülür. SiO_2 , yeşil çözeltide bulunduğundan kireçle kalsiyum silikat şeklinde birleşir (Veeramani, 1977; Tutuş, 2000).

1.4.4 Kireç Çamurunun Yakılmasında Karşılaşılan Sorunlar

Hammadde olarak yıllık bitki saplarını işleyen bir soda hamuru fabrikasında, toplam silikanın %90 kullanılan bitkiden, %6-10 kullanılan kireçten kaynaklanmaktadır. Yine bulunan toplam silikanın %25'i sistem içerisinde kalmaktadır (Tandon et al., 1989; Tutuş, 2000).

Kireç çamurunda yüksek oranda silisyum dioksit bulunmasından dolayı tekrar yakılması ekonomik olmamaktadır. SiO_2 , CO ile CaSiO_3 şeklinde birleşerek kirecin üzerini camsı bir şekilde kaplamaktadır (Khartan, 1993; Tutuş, 2000).

1.5 OKSİJEN-ALKALİ YÖNTEMİYLE ODUN YONGALARININ PİŞİRİLMESİ VE KAĞIT HAMURLARININ AĞARTILMASI

Oksijen doğal olarak bol miktarda bulunan ucuz bir oksidasyon maddesidir. Araştırmacılar oksijen gazıyla 100°C'de, 10 bar oksijen basıncında kuru lif ağırlığına oranla %7-8 NaOH kullanarak bisülfite kağıt hamurunu 90 fotovolt parlaklık derecesinde ağartmayı başarmışlardır. Ancak, ağartma sonucunda kağıt hamurunun direnç özellikleri kabul edilemeyecek kadar düştüğünden endüstriyel uygulama şansı olmamıştır (Nikitin and Akim, 1956-1958; Eroğlu, 1980).

Daha sonra yapılan çalışmalar sonucunda, kuru lif ağırlığına oranla % 0,2-0,3 kadar magnezyum tuzları gibi koruyucu maddeler katılmasıyla delignifikasyon

oranı aynı kaldığı halde, kağıt hamurunun direnç özelliklerinin etkili bir şekilde korunabildiği tespit edilmiştir. Bunu sonucunda 1970'lerden itibaren esmer kağıt hamurlarının oksijenle ağartılması "*SAPOXAL YÖNTEMİ*" olarak endüstriyel uygulamada yerini almıştır (Eroğlu, 1980).

Çevre kirlenmesinin artışı ve bunun paralelinde çevre kirlenmesine karşı aşırı tepkilerinin yaşandığı günümüzde, kağıt hamuru üretiminde kükürt ve klor kullanmayan yeni teknolojilerin geliştirilmesi kağıt endüstrisinde büyük ilgi görmektedir. Bu amaçla en çok üzerinde çalışılan yöntemler oksijen-alkali, nitrik asit, klor dioksit ve soda yöntemidir. Alkali pişirmelerde çözelti içine %0,1-1 oranında antrakinon katılması halinde, delignifikasyon hızı artmaktadır. Yine antrakinon karbonhidratların indirgen gruplarını aldonik asit haline çevirerek, onları soyulma reaksiyonlarına karşı dayanıklı kıldığı belirtilmektedir (Obst et al., 1979; Simart et al., 1979; Ghosh et al, 1978; Basta and Bamvelson, 1979; Eroğlu, 1980).

Antrakinon lignini degradasyonunu artırmakta, karbonhidratları stabilize etmekte ve verimi %2,5-3,5 arasında artırmaktadır (Ruoho and Sjöström, 1978; Lachenal et al. 1979; Eroğlu, 1980).

Endüstriyel uygulama olanağı en fazla olanı oksijen-alkali yöntemidir. Ancak bu yöntemle odun yongalarının pişirilmesinde bazı sorunlar arz etmektedir. Oksijenin çözünürlüğü oldukça zayıftır. Çözünen oksijen odun yongalarına temas etmesiyle odun yongasının dış yüzeyinde tüketilmekte ve iç kısımlarında nüfusu yeterli olmamaktadır. Sonuç olarak yongaların dış kısmı aşırı pişerek degradasyona uğramakta, iç kısımlar ise pişmeden kalmaktadır. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için önerilen en önemli çözüm yolları şunlardır (Eroğlu, 1980).

1. Oksijenin yongalarının içine difüzyonunu kolaylaştırmak için yonga kalınlığını 1-2 mm. arasında tutarak tek kademeli oksijen-alkali pişirmesi yapmak.
2. Ara defibrasyon kademesi ile birlikte 2 kademeli oksijen-alkali pişirmesi
3. Hammaddenin önce termomekanik yöntemlerle liflendirilmesi ve elde edilen termomekanik hamurun, ikinci kademedeki oksijen-alkaliyle pişirilmesi.

1.5.1 Tek Kademeli Oksijen-Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi

Tek kademeli oksijen-alkali pişirmelerinde elde edilen hamurun nitelikleri üzerinde etkili olan faktörleri şöyle sıralayabiliriz. Bunlardan sıcaklığın yongalar üzerinde etkisi zamana bağlı olarak değişmektedir (Bostancı, 1987). Bunları,

1. Pişirme sıcaklığı ve süresi
2. Oksijen basıncı
3. Oksijen miktarı ve alkali konsantrasyonu olarak sıralamak mümkündür.

Odun yongalarının tek kademeli oksijen-alkali yöntemiyle pişirilmesinde bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlar oksijen çözünürlüğünün az olmasından dolayı çözeltinin yongaların içine nüfuz edememesinden kaynaklanmaktadır. Bu olumsuzluğu gidermek için çok yüksek oksijen basıncı ve alkali oranı gerekmektedir. Buda karbonhidratları degradasyona uğratmaktadır. Ayrıca kullanılan oksijen ve alkali tüketime de fazla olmaktadır. Sonuçta elde edilen kağıdın direnç özellikleri, kraft hamurundan daha düşük olmaktadır (Eroğlu, 1980; Bostancı, 1983)

Tek kademeli oksijen-alkali yöntemiyle odun yongalarının homojen olarak pişirilmesi için yonga kalınlığının 2mm'nin altında olması gerekmektedir (Martin, 1977; Botancı ve Eroğlu, 1978).

Pişirmede odun yongalarının kalınlığının yanında kullanılan hammaddenin hacim-yoğunluk değeri de önemli bir etkidir. Hacim-yoğunluk değeri 0.22 g/cm^3 'ün altına düşerse çözeltini yongaya nüfuzu büyük oranda artmaktadır (Eroğlu, 1980).

Yıllık bitki saplarının gözenekli ve gözenekli yapıda olmasından dolayı çözeltinin sapa nüfuzu daha kolay ve etkili olmakta, yani çözeltinin difüzyonunda hiçbir sorun oluşmamaktadır. Tek kademeli oksijen-alkali pişirmesinde pH önemli bir faktör olup ortalama pH değeri 9.5 civarında olması gerekmektedir.

Yapılan denemeler göstermiştir ki tek kademeli oksijen-alkali yönteminde uygulanması gereken ortalama pişirme koşulu; Sıcaklık 120-150, NaOH oranı:%15-25, Pişirme süresi 7-8 saat olarak belirlenmiş ve belirtilen şartlarda %50-55 verim elde edildiği belirtilmiştir (Eroğlu, 1981).

1.5.2 Ara Defibrasyon Kademesi İle İki Kademede Oksijen-Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi

Tek kademeli O₂-NaOH yönteminin sakıncalarının ortadan kaldırarak çözünmüş oksijenin liflere nüfuzunu artırmak amacıyla geliştirilen çözüm yollarından biri iki kademeli oksijen-alkali yöntemidir.

1. Birinci kademe: Ağaç türüne ve kuru yonga ağırlığına göre %15-22 oranında NaOH kullanılarak 170°C de pişirilerek %50'den fazla verim elde edilir. Birinci kademenin verimi artıkça kağıdın direnç özellikleri düşmekte verim azaldıkça sağlamlık artmaktadır. Şayet verim %60'dan fazla ise oksijen-alkali delignifikasyonu pek başarılı olmamaktadır Birinci kademede uygulanan optimum pişirme koşulları aşağıda verilmiştir (Choudens et.al.,1974; Bostancı ve Eroğlu, 1978).

Maksimum sıcaklıkta pişirme süresi: 30-90 dakika
Çözeltili/Yonga oranı:..... 4/1
Maksimum sıcaklık:..... 170°C
Maksimum sıcaklığa çıkış süresi: 120 dakika
Kuru odun ağırlığına oranla kullanılan NaOH miktarı:..... %15-22
Verim: %50-60

2. İkinci kademe: %6-10 oranında NaOH kullanılarak, 110-120°C'de alkali ortamda oksijen ile delignifikasyon işlemi yapılır. İkinci kademede uygulanabilecek optimum işlem koşulları aşağıda verilmiştir (Choudens et al., 1974; Eroğlu, 1981).

Maksimum sıcaklıkta pişirme süresi:.....30-90 dakika

Kuru kağıt hamuru ağırlığına oranla kullanılan NaOH miktarı:.....%4

O₂ -Basıncı:.....5-25 atm.

Birinci ve ikinci kademede en etkili etmen alkali oranı olup, bu oran arttıkça delignifikasyon oranı artmakta, fakat verim ve selülozun polimerizasyon derecesi (DP) düşmektedir. Ara defibrasyon işleminde bir diskli defibratör yardımı ile liflendirme yapılır.

İki kademeli oksijen-alkali yönteminin kraft yöntemine göre bazı avantaj ve dezavantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Eroğlu, 1980; Eroğlu, 1981; Bostancı, 1983).

Avantajları;

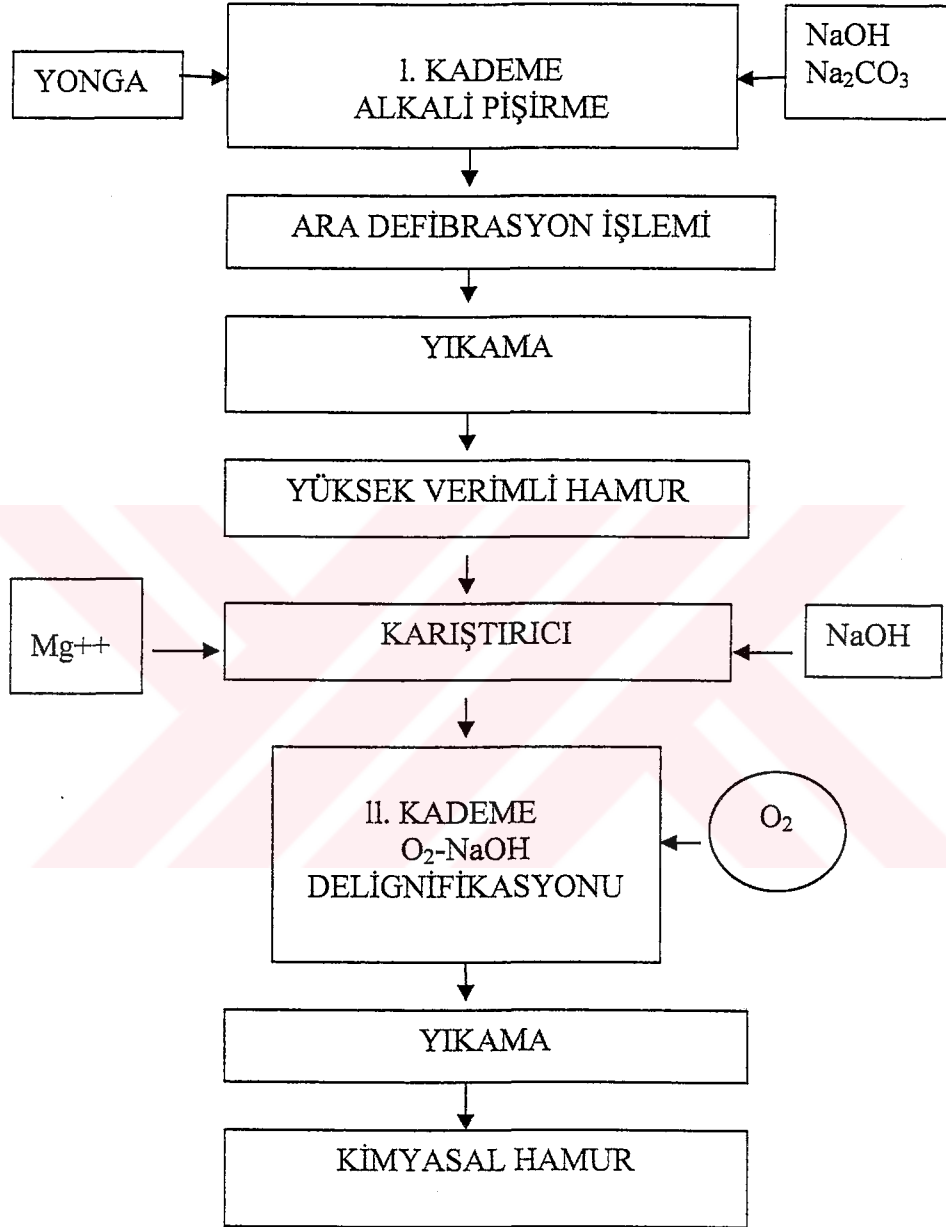
1. Kimyasal madde tüketimi azdır
2. Hava kirlenmesi yoktur
3. Elde edilen hamur açık renkli olup ağartılması ve dövülmesi daha kolay olmaktadır.
4. Aynı delignifikasyon oranında verim daha yüksektir.

Sakıncaları;

1. Hamur fazla oksitlenmeye uğramaktadır.
2. Oksijen ve enerji tüketimim fazladır.
3. Basınç altında çalışması daha zordur.
4. Ara defibrasyon işlemi direnç özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yöntemde kullanılan oksijen basıncı arttıkça delignifikasyon hızı ve oranı artmakta, fakat verim ve DP fazla etkilenmemektedir. Ayrıca sıcaklığın artırılması da delignifikasyon oranını artırmaktadır. Bunun yanında diğer tüm koşullar aynı kalmak şartıyla çözelti/yonga oranının artırılması da delignifikasyon oranını artırmakta fakat selülozun degradasyonuna neden olmaktadır (Bostancı ve Eroğlu, 1978; Eroğlu 1980; Bostancı 1983).

Ara defibrasyon kademesi ile iki kademeli oksijen-alkali yöntemiyle odun yongalarının pişirilmesi işleminin kademeleri Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Ara defibrasyon kademesi ile iki kademeli oksijen-alkali pişirme işlemi

1.6 OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE DELİGNİFİKASYONUN KİMYASAL MEKANİZMASI

Piştirme işlemindeki reaksiyonlarda oksijen suya indirgenmektedir. Yani oksijen gaz fazından sıvı fazına geçmektedir. Burada esas delignifikasyon çözünmüş oksijen tarafından yapılmaktadır. Yani çözünmüş oksijen alkali ortamda kuvvetli bir oksitleyici olup, liflere transferi düzenli ve homojen olmalıdır. Delignifikasyon mekanizmasında en önemli rolü oynayan gruplar ligninin fenolik-OH gruplarıdır (Eroğlu, 1981).

Alkali ortam;

1. Ligninin bazı eter bağlarını hidroliz ile serbest fenolik-OH grupları haline getirmektedir.
2. Fenolik-OH gruplarını iyonlaştırarak oksitlenmesini kolaylaştırmaktır.

Sistemde ligninin, alkali ortamda çözünen oksijenle ilk reaksiyonu fenolat gruplarından başlamaktadır (Hafizoğlu, 1982).

Oksijenin alkali ortamda, öncelikli olarak ligninin oksitlemesinin nedeni, ligninin daha kolay oksitlenebilen bir yapıda olmasından dolayıdır. Böylelikle selülozun oksitlenmesi azalmaktadır (Nikitin, 1966; Tutuş, 2000).

Alkali ortamdaki delignifikasyon ve ligninin çözünmesini sağlayan reaksiyonların tipi hakkındaki görüşler aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Eroğlu, 1981).

1. Ligninin makromolekülünün parçalanması
2. Ligninin üzerinde oluşan asit grupları nedeniyle ligninin hidrofil özelliğinin artması
3. Fenolik halkaların parçalanması
4. Fenolik halkaların yan zincirlerinin oksidasyonu
5. Kinonların parçalanması

1.7 OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE SELÜLOZUN DEGRADASYONU

En zararlı polisakkarit reaksiyonu polisakkarit zincirinin koparılmasıyla ortaya çıkan depolimerizasyon reaksiyonudur. Asıl depolimerizasyon reaksiyonu şeker birimindeki C₂-nin oksidasyonla karbonila yükseltgenmesinden kaynaklanır. C₃-ün yükseltgenmesinden de aynı sonuç sağlanır, çünkü keto grubu C₂ ile C₃ arasında dolaşmaktadır. Alkalen koşullarda C₂-keto şeker birimi C₄-deki β-alkoksi eliminasyonuna karşı oldukça duyarlıdır. Sonuçta zincir koparak yeni indirgen uç grup oluşur. Oksitlenmiş olan şeker birimi de ya bozunur yada furanozidik bir aside dönüşür. Zincir kesilmesi reaksiyonunun ağır metaller (özellikle bakır, kobalt ve demir) katalize etmektedir. Çok miktardaki metal iyonları katalizör rolü oynamaktadır. Oksijen-alkali ağartmasında magnezyum tuzları önleyici olarak kullanılır (Lachenal, 1984; Tutuş, 2000).

Ortamda bulunan hidroksil peroksitlerin ve geçiş metalleri iyonlarının konsantrasyonu selülozun degradasyonunda büyük bir etkiye sahip olup selülozun degradasyonu alkali oranının artmasıyla artarken, magnezyum iyonlarının ilavesiyle de azalmaktadır (Lachenal, 1984; Tutuş, 2000).

1.8 OKSİJEN-ALKALİ YÖNTEMİ İLE ESMER KAĞIT HAMURLARININ AĞARTILMASI

Doğada bol miktarda, ucuz ve temiz bir oksidasyon maddesi olan oksijenin, delignifikasyon maddesi olarak kullanılması uzun yıllar boyunca bir çok araştırmacının gerçekleştirmek istediği rüyası olmuştur. İlk olarak oksijenin delignifikasyon maddesi olarak kullanılması 1956 yıllarına dayanmaktadır. Sovyet araştırmacıları olan Nikitin ve Akim gaz oksijenle, %7-8 NaOH, 10 atmosfer basınç altında ve 100°C'de bisülfite kağıt hamurunu 90 fotovolt beyazlığa kadar ağartmayı başarmışlardır. Ancak elde edilen kağıt hamurunun direnç özellikleri kabul edilemeyecek derecede düşmüştür (Nikitin and Akim, 1956-1958; Eroğlu, 1981).

Kağıt hamurunun ağartılmasında klor kullanımının amacı delignifikasyonu tamamlayarak hamur içinde kalan kalıntı lignini uzaklaştırmaktır. Klorlama sonucu oluşan artık sular seyreltik olduğundan siyah çözeltilere katılarak geri kazanma yapılmamakta, sonuçta oluşan bu artık sular nehirlerle ve denizlere bırakılarak sular kirletilmektedir. Oksijen-alkali ağartmasında ise oluşan artık sularda NaOH oranı yüksek olduğundan geri kazanma uygulanabilmektedir (Eroğlu, 1981; Robert, 1974).

Oksijen-alkali yöntemiyle ortalama ağartma koşulları şöyledir (Eroğlu, 1981; Robert, 1974).

Sıcaklık: 100-120°C

Uygulanan süre: 30-60 dak.

NaOH oranı: %4-8

Mg oranı: %0,1-0,3

Konsantrasyon: %20-30

Oksijen basıncı: 6-10 bar

Ağartma sırasında oksijen ilk 30-40 dakikada hızlı bir şekilde tüketilmekte daha sonra ise yavaşlamaktadır. Oksijen tüketimi ortamın pH derecesine bağlı olarak değişmektedir. İşlemde delignifikasyon oranı arttıkça selülozun degradasyonunda artmaktadır. Onun içindir ki, selülozun degradasyonunu azaltmak için oksijen tüketimi azaltılmaktadır. Oksijen-alkali ile ağartmanın bazı avantaj ve sakıncalarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Eroğlu, 1980).

Avantajları;

1. Oksijenle ağartma yüksek konsantrasyonda yapıldığından ağartma artık suları siyah çözeltilere katılarak geri kazanma devresine sokulabilmektedir. Fabrika artık sularında klorlu reçineler olmadığından zehirlilik azalmaktadır.
2. Ağartmada su ve klor tüketimi azalmaktadır.
3. İbrelili ağaç hamurlarının ağartılmasında karşılaşılan ziftlenme sorunu ortadan kalkmaktadır.
4. Ağartılan hamurların beyazlığı daha stabil olup hamurun direnç özellikleri düşmemektedir.

5. Elde edilen kağıt hamuru daha beyaz ve daha temizdir.

Sakıncaları;

1. Teknik olarak oksijenle ağartma klorla ağartmadan daha zordur.
2. Oksijen tüketimi fazladır.
3. Enerji tüketimi fazladır.

1.9 KORUYUCU MADDELERİN OKSİJEN-ALKALİ PİŞİRMESİNDE AĞARTMADAKİ ROLÜ

Oksijen gazı ile yapılan pişirmelerde, pişirmede kullanılan odun ve diğer maddelerin bünyesinde bulunan yada sistem içerisinde oluşan bakır, demir, nikel gibi ağır metal iyonları metal oksitleri oluşturarak karbonhidratları parçalayıcı bir etki yapmaktadırlar. Hem bunu önlemek hem de metal iyonlarını stabil halde tutmak için çeşitli engelleyiciler kullanılmaktadır (Bostancı, 1983).

Bunların en önemlisi selüloz makromolekülünün magnezyum tuzları veya silikatlar yardımıyla korunmasıdır. Magnezyum tuzları geçiş metal iyonlarını katalizleyerek serbest radikal reaksiyonlarının etkisini kaldırmaktadır. Buradaki oluşan degradasyonda tek etkili etken oksijen olmayıp, odun içindeki metal iyonları tarafından katalizlenen ve ligninin oksitlenmesinden meydana gelen radikaller de selülozun oksitlenmesinde ve depolimerizasyonda etkilidirler. Koruyucu madde olarak kullanılan başlıca bileşikler şunlardır. Magnezyum tuzları: $MgCO_3$, $MgSiO_3$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, KI ;; Alkali Silikatlar: Na_2SiO_3 vs. gibi (Eroğlu, 1981).

1.10 ALKALİ ORTAMDA OKSİJENİN SELÜLOZ VE HEMİSELÜLOZLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Alkalilerin etkisiyle özellikle de yüksek sıcaklıklarda bazı reaksiyonlar meydana gelmektedir. Burada oksijen-alkali oksidasyonunda polisakkaritlerin reaksiyonlarını üç temel grupta toplayabiliriz. Bunlar; soyulma reaksiyonu, uç grubun stabilizasyonu ve polisakkarit zincirinin kopmasıdır.

Alkalen koşullarda polisakkaritlerin en belirgin reaksiyonu, daha düşük sıcaklıklarda başlayan soyulma reaksiyodur. Soyulma reaksiyonunda uçtaki glikoz birimi alkalen koşullarda fruktoz tipine izomerize olur. Bu da β -alkoksi eliminasyonuyla koparak ayrılır.

Reaksiyon sırasında oksijenin faydası, uç aldehit grubunun, reaksiyon sonucu aldonik asit uç grubuna dönüşerek stabilize olmasıdır. Oksijen, selülozun uç monomerleri üzerindeki aldehit ve karbonil gruplarının hidrojenleriyle reaksiyona girerek glukozan grubunu meydana getirir. Daha sonra oluşan bu glukozan grubu yükseltgenerek hidroliz olur yada aldonik aside dönüşür. Glukozanın oksijenle oksidasyonu sonucu mannonik, arabinonik ve eritronik asitler oluşur. Aynı zamanda bir miktar glukonik, ribonik ve treonik asitler meydana gelmektedir (Singh and Bjorn, 1979; Tutuş, 2000).

1.11 OKSİJEN-ALKALİ YÖNTEMİYLE YILLIK BİTKİ SAPLARINDAN KAĞIT HAMURU ELDE EDİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

%30-%40 oranında Na_2CO_3 , sıcaklık 130-150°C, pişirme süresi 2 saat, oksijen basıncı 5-10 bar ve çözelti/sap oranı 5/1 ve 10/1 alınarak buğday saplarından oksijen alkali yöntemi ile 16 adet pişirme yapılmıştır.

Pişirme denemeleri sonucunda Na_2CO_3 ile çözelti/sap oranının kağıdın özelliklerini çok etkilemediği, pişirme süresinin ise kağıdın özelliklerine az etki ettiği, fakat sıcaklık ve oksijen basıncının artmasının kağıdın özelliklerini ters yönde etkilediği belirtilmiştir. Elde edilen deneme kağıdının en iyi fiziksel özelliklerinin ise yüksek karbonat oranı, düşük oksijen basıncı ve kısa pişirme süresi ile elde edildiği belirtilmiştir.

Denemeler sonucunda elde edilen kağıt hamurlarının kappa numaraları 6-43, parlaklık dereceleri 26-53 elrepho, kopma uzunluklarının 6100-7500 m., patlama indisi 37 ile 50, yırtılma indisinin ise 41 ile 50 arasında olduğu tespit edilmiştir (Lachenal et.al. 1977, s.133; Eroğlu 1980).

NaOH oranı %10-12, oksijen basıncı 5-10 kg/cm², 100-120°C sıcaklıkta pirinç saplarından pişirme denemeleri yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur (El-Ashmawy et.al.,1977; Eroğlu, 1980).

Denemeler sonucunda optimum direnç özelliklerinin %12 NaOH, 100°C ve 5 kg/cm² oksijen basıncı ile elde edildiği belirtilmiştir. Kağıt hamurlarının lignin oranı %2,9-7,8, verim %56,2-68,9 arasında bulunmuştur. Elde edilen kağıtlarının kopma uzunlukları 2800-3800 m. arasında, patlama indisinin 18,5-32,5, yırtılma indislerinin ise 43-80 arasında değiştiği tespit edilmiştir (El-Ashmawy et.al., 1977; Eroğlu, 1980).

Oksijen-alkali yöntemiyle buğday saplarının pişirilmesinde en uygun koşulların ortaya çıkarılması amacıyla iki dizi deney düzenlenerek pişirme koşullarının kağıt hamurunun elenmiş verimi ve elde edilen kağıdın fiziksel ve optik özelliklerine olan etkileri incelenmeye çalışılmış ve ilk olarak oksijen basıncı 5 kg/cm², çözelti/sap oranı 7/1 olarak sabit tutulup, diğer koşullardan NaOH oranı %8, %12, %16, sıcaklık 120°C, 140°C, 160°C, pişirme süreleri 40 dakika, 80 dakika, 120 dakika olmak üzere 3 kademeli olarak değiştirilerek 27 adet ön pişirme denemesi yapılmıştır. Daha sonra, pişirme koşullarının her birinin verim ve kağıt özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla pişirme sıcaklığı, pişirme süresi, NaOH oranı, oksijen basıncı ve çözelti/sap oranı koşullarından 4'ü belirli bir düzeyde sabit tutularak bir tanesi 3 veya 4 kademeli olarak değiştirilerek araştırma yapılmıştır (Eroğlu, 1980).

Yapılan denemelerin sonucuna en uygun pişirme koşulu olarak; NaOH Oranı: %16-20, pişirme süresi 40 dakika, pişirme sıcaklığı 120°C-105°C, oksijen basıncı: 5kg/cm² ve çözelti/sap oranı: 7/1 dir (Eroğlu, 1980).

Yapılan denemeler sonucunda en önemli etkili faktörün NaOH oranı ve pişirme sıcaklığı olduğu anlaşılmıştır. NaOH oranının %8-12 oranında kullanılması halinde pişirmenin yeterli olduğu, ancak NaOH oranının %20'nin üzerinde kullanılması durumunda ise liflerin degradasyona uğradığı gözlenmiştir (Eroğlu, 1980).

En uygun sıcaklık derecelerinin ise 120°C-105°C olup, 140°C ve 160°C'lerde etkili degradasyonun gerçekleştiği, siyah çözelti pH'nın ortamda oluşan organik asitler nedeniyle düşmesi sonucu liflerin çökmesiyle lifler arası bağ oluşumunun zayıflamasından dolayı elde edilen kağıdın fiziksel ve optik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; NaOH oranı %16, Pişirme sıcaklığı 120°C, pişirme süresi 40 dakika, Oksijen basıncı 5kg/cm², çözelti/sap oranı 7/1 alınarak elde edilen kağıt hamurunun verimi %44.8 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kağıtların kopma uzunluğu 6270 m, patlama indisinin 39,58, parlaklık değerinin %64,37 Eel, yırtılma indisinin 63,30 olarak bulunmuştur (Eroğlu, 1980).

Ay çiçek saplarından oksijen-alkali yöntemiyle değerlendirilmesi üzerine yapılan 9 adet pişirme sonucunda en uygun pişirme koşullarında NaOH oranı % 15, pişirme sıcaklığının 120°C, pişirme süresinin 60 dakika O₂ 5kg/cm², koruyucu olarakta %1,5 Na₂SiO₂ ve çözelti/sap oranının 5/1 olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen kağıt hamurlarının lignin oranı % 16,8-25,5, toplam verimin %30,2-47,8 arasında olduğu bulunmuştur. 50 SR'deki (serbestlik derecesi) deneme kağıtlarının bazı fiziksel özellikleri ise kopma uzunluğu 2,5 km.-4,3 km., patlama indisi 7,5-16,2, yırtılma indisi 27,6-37,5 olarak bulunmuştur (Bostancı, 1980).

Buğday saplarının oksijen-alkali yöntemiyle değerlendirilmesi üzerine NACO yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde, başlıca kimyasal madde olarak Na₂CO₃ ve alkali koşullarda oksijen gazı kullanılmıştır. Pişirme sıcaklığı 130°C-145°C, pişirme süresi 60-120 dakika, oksijen basıncı 6-8 bar, Na₂CO₃ oranı %20 ile %25, NaOH oranı %5 ile 10, MgCO₃ %1 alınarak yürütülen çalışmalar sonucunda buğday saplarından NACO pilot fabrikası için sürekli kağıt hamuru üretiminde pişirme koşulunun pişirme sıcaklığı 135°C, oksijen basıncı: 8 bar, Na₂CO₃ oranı %23,3, NaOH oranı %5-7, MgCO₃ oranı %1 olduğu belirtilmiştir (Fiala et al., 1983).

Bu koşullardan NaOH oranı %5 olarak alınması durumunda elde edilen kağıt hamurunun kappa numarası 22, parlaklık %46, kopma uzunluğu 5200 m., yırtılma

6554m., patlama indisleri 3,55, yırtılma indisleri 6,10, parlaklık %69,6 ve opaklık değeri ise %83 olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Deniz, 1994).

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada soda yöntemiyle en optimum pişirme koşulu olarak, NaOH oranı: %16, pişirme süresi olarak 40-60 dak., pişirme sıcaklığı: 120-140°C ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Yine bu şartlarda elde edilen kağıt hamurlarının verimi %44,50-%44,70 kappa numaraları 19,32-22,80 deneme kağıtlarının kopma uzunluğu değerleri 6,98-7,41 km., patlama indisi değerleri 5,16-5,40, yırtılma indislerinin 3,90-4,14, parlaklığın 48,4-49,2 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tutuş, 2000).

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada soda-oksijen oksit ilaveli yöntemlerle en optimum pişirme koşulu olarak, NaOH oranı: %16, Al₂O₃ oranı: %1-%2, pişirme süresi olarak 40 dak., pişirme sıcaklığı: 140°C, oksijen basıncı 8kg/cm², ve çözelti/sap oranı 5/1 alınarak bulunduğu rapor edilmiştir. Yine bu şartlarda elde edilen kağıt hamurlarının verimi %42,86-%45,68, kappa numaraları 16,6-17,9, deneme kağıtlarının kopma uzunluğu değerleri 5,18-5,54 km., patlama indisi değerleri 3,10-3,32, yırtılma indislerinin 5,58-5,92, parlaklığın 59,2-63 ve en uygun metal oksit oranının ise %1-2 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tutuş, 2000).

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada soda-antrakinon oksit ilaveli yöntemlerle en optimum pişirme koşulu olarak, NaOH oranı %16, Al₂O₃ oranı: %1-%2, pişirme süresi olarak 40 dak., pişirme sıcaklığı 140°C ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Yine bu şartlarda elde edilen kağıt hamurlarının verimi %44,38-%46,18, kappa numaraları 16,1-18,1 deneme

kağıtlarının kopma uzunluğu değerleri 8,56-8,74 km., patlama indisi değerleri 4,86-5,10 yırtılma indislerinin 3,50-3,62, parlaklığın 53,8-54,0 ve en uygun metal oksit oranının ise %1-2 ve en uygun antrakinon oranının %0,1 olduğu tespit edilmiştir (Tutuş, 2000).



BÖLÜM 2

MATERYAL ve METOD

2.1 MATERYAL

2.1.1 *Triticale* Hakkında Genel Bilgiler

Hızlı bir şekilde artan dünya nüfusunun 2000 yılların başında 6 milyarın üstüne çıkacağı tahmin edilmektedir. Dünya nüfusundaki bu artışa paralel olarak gıda üretiminin de aynı oranda artırılması gerekmektedir. Ekilebilen arazilerin sınıra gelmiş olması, bilim adamlarını mevcut ürünlerle birim alandan daha fazla verim alabilmek, kıraç, verimsiz topraklar da ve değişik çevre stresleri altında kabul edilebilir verim veren yeni bitki türlerinin kazandırılması yolunda çalışmalar yapmışlardır. Bir "buğday x çavdar" melezi olan *Triticale* bu çalışmaların ilk ve başarılı ürünü olup; *Triticale* Avrupa da (özellikle Polonya), Kanada, ABD ve CIMMYT-(Milletlerarası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi) Meksika'daki bilim adamlarının ortaklaşa sağlamış oldukları başarıdan doğan yeni bir üründür (Belhid, 1994).

Bir buğday (*Triticum spp.* L) ve çavdar (*Secale cereale* L.) melezi olan *Triticale*, bir serin iklim tahılıdır. Son 25 yıldır dünyada yapılan *Triticale* tarımı, *Triticale*'nin buğdayın verim potansiyeline ve çavdarın dayanıklılığına sahip olduğunu göstermektedir. Kısaca, *Triticale* buğday ve çavdarın yetişebildiği tüm çevrelerde başarı ile yetiştirilmektedir. Optimum yetiştirme ortamlarında *Triticale*'nin verim potansiyeli aynı şartlardaki buğdayın verim potansiyeline erişmiştir (Bağcı et al., 1993).

2.1.1.1 Ekim Alanı ve Üretimi

Triticale yeni bir tür olmasına rağmen dünyada giderek artan bir ekim alanına sahiptir. Ekim alanı ve üretim miktarları bir çok ülkede henüz resmi istatistiklere

girmemiş olup, bugün büyük bir kısmı gelişmiş ülkelerde olmak üzere, 2,9 milyon hektardan fazla bir alanda *Triticale* ekimi yapılmaktadır (Varaughese et al., 1996).

Ülkemiz için henüz yeni bir tür olmasıyla beraber ülkemizin çok farklı bölgelerindeki çiftçilerimiz tarafından kabul görmüş ve hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Büyüme tabiatlarına göre *Triticale* genotiplerinin çift amaçlı bir uygulamaya tepkileri farklı olmaktadır. Yazlık, alternatif ve kışlık *Triticale*’lerin otlatma, ot, tane ve silaj olarak kullanılmaları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde giderek artmaktadır. Çift amaç için alternatif *Triticale* genotiplerinin yetiştirilmesinin daha uygun olduğu bildirilmektedir. Ülkemizde % 3 civarında olan yem bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Çünkü, ülkemizde ciddi boyutlarda bir yem açığı mevcuttur. Bu amaçla tarım alanlarının verimli şekilde kullanımı gerçekleştirilirken, aynı zamanda gıda ve yem üretiminin artırılması için gerekli çalışmaların yürütülmesi gereklidir. Ülkemizde *Triticale* tarımının yaygınlaşması ile, az yağış alan, verimsiz, kıraç, tuzlu, asitli ve hastalık sorunları olan yerleri daha iyi değerlendirilmesi ile bu gibi yerlerin ülke ekonomisine katkısı artırılabilir (Bağcı, 2000).

Çizelge 2.1 Ziraat yetiştirme çiftliklerindeki buğday, arpa, çavdar ve *Triticale* 2002 yılı üretim miktarları (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı)

Cinsi	Ekim (Da)	Hasat (Da)	Üretim (Kg)	Verim (Kg/Da)
Buğday Toplam	1,051,011	1,043,601	314,666,060	301,527,410
Arpa Toplam	93,618	91,108	28,826,900	316,402,510
Çavdar Toplam	5,900	5,870	1,353,650	230,603
Triticale Toplam	1,096	1,066	191,65	886,03

Çizelge 2.1’de Bitkisel üretim özel ihtisas komisyonu raporu, tahıl ve baklagil alt komisyonu raporuna göre, 2002 yılında ülkemizdeki ziraat yetiştirme çiftliklerinde ekilen buğday, arpa, çavdar ve *Triticale* ekim ve üretim miktarları verilmiştir (sekizinci beş yıllık kalkınma planı).

2.1.1.2 Verim ve Adaptasyonu

İlk yıllarıyla kıyaslandığı zaman *Triticale* de önemli gelişmelerin sağlandığı görülmektedir. Kışlık ve yazlık *Triticale*'lerin genetik olarak verim potansiyellerinin artırılmasında önemli gelişmeler kaydedilmiştir. İlk yıllarda *triticale*'nin önemli problemlerinden olan hastalıklara hassasiyet, uzun bitki boyu, başak kısırlığı, düşük hektolitre ağırlığı, kışa hassasiyet ve geç olgunlaşma gibi önemli agronomik karakterler olumlu yönde geliştirilmiştir.

Triticale canlı ve cansız stres şartlarına karşı buğday ve arpadan daha fazla dayanıklıdır. Marjinal alanlar (asitli veya alkali topraklar), iz elementler noksanlığı (bakır, çinko ve magnezyum) veya iz element fazlalığı (bor) ve kuraklık stresi için ıslah çalışmaları, dünyadaki bir çok yazlık ve kışlık *Triticale* geliştirme programlarının ana konularını oluşturmaktadır. Konya bölgesinde verimi sınırlandıran önemli faktörlerden biri olan topraktaki Zn eksikliğinden *Triticale*, buğday, arpa ve yulafa göre daha az etkilendiği bildirilmiştir (Bağcı, 2000).

Yapılan bir çalışmada Zn Dayanıklılık İndeksi çavdar, arpa, ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve yulaf için sırasıyla %85, 65, 58, 38 ve 35 iken bu değer *Triticale* için 75 olmuştur (Torun et al., 1998).

Triticale ekim alanlarının artmasıyla buğday ve çavdar hastalık ve zararlıları *Triticale* üzerinde potansiyel bir epidemi problemi olarak kabul edilmektedir. Yapılan bir çalışmada, Konya bölgesinde en yaygın kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenleri olan *Fusarium culmorum*, *Drechslera sorokiniana*, ve *Rhizoctonia cerealis* 'e karşı *Triticale* çeşidinin, *Tatlıcak 97*, aynı denemede kullanılan buğday ve arpa çeşitlerinden daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Singh and Saari, 1991).

2.1.1.3 Kullanım Alanları

Triticale üretiminin çoğu dane yemi, ot veya iki amaçlı (ot ve dane) olarak büyükbaş ve küçükbaşların özellikle kanatlıların beslenmesinde kullanılmaktadır. *Triticale* rasyonlarda diğer dane tahılların ikamesinde veya

özellikle protein kaynağı olarak diğer tahıllarla ikame edilebilmektedir. *Triticale*'nin ilk yıllarda öğütme ve pişirme özelliklerinin düşük olmasından dolayı insan gıdası olarak kullanılması sınırlı olmuştur. Son yıllarda sağlanan gelişmeler ile *Triticale* insan gıdalarının üretiminde tek başına kullanılabildiği gibi özellikle kaliteli buğday unu ile değişik oranlarda karıştırılarak pasta, bisküvi, ekmek ve makarna yapımında kullanılabilmektedir (Elgün et al., 1996).

2.2 METOD

2.2.1 Örnek Üzerinde Yapılan Fiziksel Ve Morfolojik Ölçmelerle İlgili Yöntemler

2.2.1.1 *Triticale* Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Oranları

Diğer yıllık bitkilerde olduğu gibi *Triticale* sapları; boğum arası, boğum, yaprak, başak eksen, kavuz ve kılçık olmak üzere 6 farklı morfolojik kısımdan oluşur. Fakat yapılan çalışmada kılçık fiziksel ve morfolojik ölçümlerde kullanılmamıştır. Kağıt hamuru üretiminde morfolojik açıdan farklı olan yukarıdaki belirttiğimiz kısımların tüm saptaki oranlarının bilinmesi faydalı olacaktır. Özellikle kağıt hamuru üretimi sırasında daha kolay pişmesi ve liflere daha kolay ayrılması ile dikkati çeken boğum arası ve pişirme sırasında tam olarak pişmeyen dolayısıyla da elek artıklarının artmasına neden olan boğum, yapraklar ve başak ekseninin ağırlık oranlarının bilinmesi gereklidir. Ayrıca farklı olan bu morfolojik kısımların kimyasal bileşenleri ve lif uzunlukları da farklılık göstermektedir.

Triticale saplarının bu değişik morfolojik kısımlarının oranlarının belirlemede tarladan daha önce biçer-döverle biçilmiş olan saplar kullanılmıştır. Bunun içinde 10'ar adet belirli uzunlukta sap alınmış ve bunların ağırlıkları belirlenerek, bu sapı oluşturan morfolojik kısımlar elle ayrılmıştır. Daha sonra ayrılan her kısım $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ de kurutularak tam kuru ağırlık oranları bulunmuş ve değişik kısımların oranları, her kısmın ağırlık değerlerinin tüm sapa ayrı ayrı oranlanmasıyla belirlenmiştir.

2.2.1.2 *Triticale* Saplarının Hacim-Yoğunluk Değerleri

Triticale saplarının tam kuru ağırlığın lif doygunluğu, rutubet derecesindeki yaş hacmine bölünmesiyle elde edilir. Bu değer (g/cm^3) olarak ifade edilir. Hacim-yoğunluk değeri, kağıt hamuru üretimi için kullanılan hammaddenin birim hacminden elde edilecek lif miktarını belirlemede kullanılır. Dolayısıyla herhangi bir hammaddenin kağıt hamuru üretimi için uygun olup olmadığının belirlenmesinde önemli kriterlerden biridir (Huş et al.,1975).

Hacim-yoğunluk değerinin belirlenmesinde genel olarak iki yöntem kullanılır. Birinci yöntem Amerika ve Kanada da uygulanan bir yöntem olup odun örneklerinin fırın kurusu ağırlıkları ve lif doygunluğu ağırlığındaki hacimleri esas alınmaktadır. Avrupa'da uygulanan yöntemde ise fırın kurusu ağırlığın tam kuru haldeki ağırlığa oranlanmasıyla bulunur (Casey, 1966; Tank, 1978; Eroğlu, 1980).

Bu çalışmada hacim yoğunluk değerlerini belirlemek için Amerikan standardı uygulanmıştır. Konya'nın Kulu ilçesinden alınan *Triticale* saplarından oluşturulan yaklaşık 5 gr. ağırlığındaki örnekler ortasından ince bir iplikle bağlanarak demet haline getirilmiştir. Önce yaş hacimleri bulunmak üzere suda lif doygunluğu haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Lif doygunluğundaki rutubet derecesine gelmiş olan demetlerden damlayan sular bir bez yardımıyla alınmıştır. Bunu takiben hassas bir terazi üzerinde bulunan bir beher içindeki suya daldırılarak belirlenen ağırlık farkından faydalanmak suretiyle yaş hacim bulunmuştur. Daha sonra örnekler etüvde değişmez ağırlık elde edilinceye kadar $105\pm 2^\circ\text{C}$ kurutulularak tam kuru ağırlık elde edilmiştir. Kullanılan her örnek için 10 adet ölçme yapıp ortalama değerleri alınmıştır. Hacim-yoğunluk değeri $d = m/v$ (g/cm^3) olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.3 *Triticale* Saplarının Su Emme Yeteneği

Yıllık bitki sapları morfolojik ve anatomik yapıları yönünden odundan tamamen farklı bir yapı gösterirler. Pişirmenin ilk safhasında, buğday saplarının kimyasal maddeleri absorbe edecek olan yüzey alanı odun yongalarınınkinden daha

büyüktür. Absorpsiyon hızı büyük ölçüde pişirme sıcaklığına ve kimyasal maddelerinin oranına bağlı olarak değişir (Eroğlu, 1980).

Lifin su almasının üç şekilde olduğu düşünülmektedir (Daniel, 1973).

1. Adsorpsiyon
2. Absorpsiyon
3. Kapılar yolla su alma

1. Adsorpsiyon; Selülozun suyu alması ilk defa bu yolla olmaktadır. Adsorbe edilmiş su, normalde bağlı su olarak kabul edilir. Adsorpsiyon olayı ilerledikçe, selüloz yüzeyine su molekülleri kat kat olarak bağlanabilirler. Böylece selüloz moleküllerini birbirine bağlayan bağların kuvveti yavaş yavaş azalır ve selüloz molekülleri birbirinden ayrılmaya başlar. Bütün bunlar, adsorpsiyon olayının sona erdiği zamana kadar devam eder. Bu durumda adsorpsiyonun son kademelerinde selüloz moleküllerinin çok zayıf bağlarla birbirine bağlandığı ve durumun yavaş yavaş absorpsiyon'a dönüştüğü görülür. Absorpsiyonun hangi noktada başladığını kesin bir çizgiyle ayırmak mümkün değildir.

2. Absorpsiyon; Adsorpsiyon dan sonra, lifin su alması devam eder. Fakat alınan su serbest haldeki su olup, molekül zincirleri arasında absorbe edilmiş bir halde bulunur.

3. Kapılar Su; Lif su içersine konulduğunda su almaya devam eder ki bu miktar ağırlık olarak %200 oranını bile geçebilir. İşte bu fazla miktardaki su kılcal kuvvetler tarafından lif içerisinde tutulurlar. Kılcal yolla tutulan suyun miktarı lifin lümen boşluğu hacmine, çeper kalınlığına gibi etkenlere bağlıdır. Bu çalışmada, su emme yeteneğini belirlemek amacıyla 100°C 'de 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde *Triticale* saplarının emebildiği su miktarı % olarak belirlenmiştir. Su emme yeteneğini belirlemek için daha önce hazırlanan örnekler 100°C deki suya belirtilen sürelerde bırakılıp süre sonunda çıkarılıp damlayan suları bir bezle sildikten sonra tartılmıştır. Numunelerde emilen su miktarının tam kuru ağırlığa oranı bulunarak % olarak hesaplanmıştır. İşlem her süre kademesi için üç defa tekrarlanmıştır.

2.2.1.4 Triticale Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Lif Oranları

Genel olarak bitkilerdeki lif oranları; İğne yapraklı ağaçlarda %92–96, yapraklı ağaçlarda %60–80 arasında iken, yıllık bitkilerde bu oran %40–60 arasında değişmektedir (İbrahim, 1975; Eroğlu, 1980).

2.2.1.5 Lif Morfolojisine Ait Ölçme Metodları

Kağıt sanayiinde kullanılan herhangi bir hammaddeyi kağıt hamuru üretiminde kullanılıp kullanılmayacağı; kullanılacak olan o hammaddeyi oluşturan hücrelerden lifsel bir yapı gösterenlerinin hücre boyları, çeper kalınlıkları, lümen genişliklerinin ölçülmesi ve bunların ileride belirtilecek olan formüllerle birbirlerine oranlanması ile elde edilen bilgilere dayanılarak kararlaştırılabilir.

Lif Morfolojisine ait çalışmada öncelikli olarak boğum arası, boğum, yaprak, kavuz ve başak eksenine ait örnekler hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan bu örnekler mesarasyon işlemine tabi tutularak hücrelerin birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Bunun için örnekler sodyum klorit (NaClO_2) ve asetik asit (CH_3COOH)'li ortamda 78°C kaynatılmıştır. Asetik asitli ortamda NaClO_2 ile muamele edilen kısımların lifleri ligninin çözünmesiyle serbest hale geçer. Daha sonra örneklerden gerekli ölçümlerin yapılabilmesi için gliserin-jelatin çözeltisi kullanılarak daimi preperatlar hazırlanarak gerekli ölçümler yapılmıştır.

Hazırlanan preperatlardan *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımları üzerinden lif uzunlukları için x10, lif genişliği, lümen genişliği ve çift çeper kalınlığı için x40 büyütme objektifleri kullanılmıştır.

Ayrıca oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle 5' nolu pişirme denemesinden elde edilen kağıt hamurlarından 22SR°, 32SR° ve 53SR°'de lif uzunluğu, lümen genişliği ve çift çeper kalınlıklarına ait ölçmeler yapılarak kağıt hamurların dövülmesi ile lif boyutlarında meydana gelen değişimlere bakılmıştır.

2.2.1.6 Lif Boyut İlişkilerinin Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler

- **Keçeleşme Oranı**

Lif uzunluğu/Lif genişliği anlamına gelen bu oran kağıdın sağlamlığını etkileyen önemli kriterlerden biridir. Özellikle de yırtılma direnci üzerinde etkili olmaktadır (Huş et.al., 1975). Keçeleşme oranında lif uzunluğu orantıyı dolayısıyla keçeleşme oranını olumlu yönde etkilediğinden uzun liflere sahip hammaddelerden elde edilecek kağıtların keçeleşmeleri daha iyi olacağı aşikardır. Ancak fazla uzun liflerin kağıt yapımında tek başına kullanılması durumunda hamur süspansiyonunda yumaklanmalar oluşarak formasyon bozulmaktadır (Bostancı, 1987).

Genellikle iğne yapraklı ağaçlarda keçeleşme oranı 75–90 arasında iken yapraklı ağaçlarda ise 50 dolaylarındadır. Lif boyut ilişkilerinin belirlenmesinde sadece bu oran göz önünde tutularak karar vermek yanlıştır. Kağıdın mukavemet, yırtılma, çekme dirençlerinde lif uzunluğunun yanında, lif çeper kalınlığı ve lümen çapına da etkili olmaktadır. Bunun için lif boyut ilişkilerinin belirlenmesinde sadece bu orana göre değil aynı zamanda kimyasal yapılarının da bilinmesi gereklidir (Eroğlu, 1980).

- **Elastikiyet Katsayısı**

Elastikiyet katsayısı, (lümen çapı X100)/lif genişliği formülüyle hesaplanıp formülü bulucusunun soyadına atfen “*Istas katsayısı*” da denilmektedir. Bulunan değerlere göre liflerin elastikiyet katsayılarını 4 grupta toplamak mümkündür.

Elastikiyet katsayısı 75’ den büyük olan lifler ; bu grup içerisine çoğunlukla ince çeperli geniş lümen boşluklarına sahip ve yoğunlukları $0,5 \text{ g/cm}^3$ ‘den düşük lifler girmektedir. Böyle lifler kağıt yapımı sırasında daha kolay ezilerek kendi aralarında daha sıkı bir bağlantı yaptıklarından dolayı fiziksel nitelikleri yüksek kağıtlar vermektedir.

Elastikiyet katsayısı 50–75 arası olan lifler ; $0,50-0,70 \text{ g/ cm}^3$ arasında orta yoğunluğa sahip odunlardan elde edilen lifler bu gruba girmektedir. Liflerin lümen boşluğu az, çeper kalınlıkları fazla olup ezilmeleri güçtür. Dolayısıyla fiziksel direnç nitelikleri zayıf kağıtlar verir.

Elastikiyet katsayısı 30'dan küçük olan lifler ; $0,80\text{g/cm}^3$ ' den daha fazla yoğunluğa sahip odunlardan elde edilen lifler bu gruba girer. Bu tür lifler kağıt yapımından çok liflevha yapımı için daha uygundur (İstas et.al, 1954; Bostancı, 1987).

- **Katılık Katsayısı (Rijidite)**

Lif çeper kalınlığı/lif çapı formülüyle ifade edilir. Katılık katsayısının artması ile kağıdın fiziksel direnç niteliklerinden özelliklerinden yırtılma, patlama ve kopma dirençleri düşmektedir. Yani lif özellikleri bakımından elastikiyet katsayısının aksi yönde etki yapmaktadır (Tank, 1980).

- **Runkel Sınıflaması**

(2 X lif çeper kalınlığı)/lümen çapı ile formülize edilip;

(2 X lif çeper kalınlığı)/lümen çapı > 1 olanlar, kalın çeperli lifler

(2 X lif çeper kalınlığı)/lümen çapı = 1 olanlar, orta kalınlıktaki çeperli lifler

(2 X lif çeper kalınlığı)/lümen çapı < 1 olanlar, ince çeperli lifler olarak sınıflandırılmaktadır.

Yukarıdaki oranın 1'den küçüklüğü ölçüsünde daha sağlam selüloz elde edilmektedir. Yani ince çeperli lifler patlama ve kopma direncini artırırken kalın çeperli lifler ise yırtılma direncini artırmaktadır (Haywood, 1950; Eroğlu, 1980).

- **Lif Kabalığı**

100 m uzunluğundaki lifin miligram ağırlığını ifade edip decigrex (DG) olarak adlandırılır. Lif kabalığı TAPPI-T 204'e göre birkaç miligram (mg) boyanmış lif

alınarak ıslak sağlam filtre kağıdı üzerinde 200 cm³ alanda TAPPI deneme kağıdı makinesi üzerinde kağıt yapılır ve ızgara grafik üzerinde çizgilerle çakışan lifler sayılarak ölçülür (Eroğlu, 2003).

2.2.2 Kimyasal Analizlere Ait Yöntemler

Kağıt yapımında kullanılacak hammaddenin kimyasal bileşenlerinin bilinmesi hiç kuşkusuz ki elde edilecek kağıt hamuru hakkında bilgi edinmede önemli bir kriterdir. Selüloz oranının düşük veya yüksek olması verim üzerine, lignin oranının düşük veya yüksek olması pişirme şartları üzerine, hemiselülozların oranı ve çeşidi ise hamurun sağlamlığı ve dövülme nitelikleri üzerinde etkili olmaktadır.

Ayrıca kül oranının yüksek olması pişirme yada geri kazanma sırasında bazı sorunlara neden olmaktadır. Tahıl sapları, ağaç kabuğu gibi kül oranı yüksek olan bir madde olup, kimyasal analizlerinde gerçek kimyasal madde oranını belirlemek için kül düzelmesi yapmak gerekmektedir (Browning, 1967; Eroğlu, 1980).

Belirtmiş olduğumuz nedenlerden dolayı, selüloz, lignin ve holoselüloz oranlarının belirlenmesinde kül düzeltmesi yapılmıştır.

Triticale sapları önce, elle çeşitli kısımlara ayrıldıktan sonra TAPPI T 11 os-75 standardına göre laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütüldükten sonra 40 ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan örnekler alınarak kimyasal analizler için kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan *Triticale* saplarından holoselüloz tayini, selüloz tayini, lignin tayini, Soğuk su çözünürlüğü, Sıcak su çözünürlüğü, % 1'lik NaOH çözünürlüğü, Alkol-Benzen çözünürlüğü ve Kül tayini deneyleri yapılmıştır.

2.2.2.1 Holoselüloz Oranının Belirlenmesi

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları tarafından geliştirilen klorit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin sebebi, kolay

uygulanmasının yanında klorlama ve ClO_2 yöntemine göre, ligninle birlikte uzaklaştırılan karbonhidrat miktarının daha az oluşudur. Klorit yönteminin uygulanması durumunda %2-4 oranında lignin karbonhidratlarla birlikte kalmaktadır. Karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olamayacağı için mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır (Browning, 1967).

Klorit yönteminin çavdar saplarına uygulanmasında, 5 g hava kurusu örnek alınarak, içerisinde 160 ml. saf su bulunan 250 ml.'lik erlenmayere konduktan sonra, 1,5 g NaClO_2 ve 10 damla (0,5 ml.) buzlu asetik asitle damlatılmıştır. Bir termostat yardımıyla sıcaklığı $78-80^\circ\text{C}$ ' ye ayarlanan su banyosunda erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılarak 1 saat süreyle su banyosunda tutulmuştur. Örnek konulan erlenmayer reaksiyon süresince arada bir karıştırılmıştır. Her 1 saatte yeniden 1,5 g NaClO_2 ve 10 damla (0,5 ml.) buzlu asetik asit ilave edilerek bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Asetik asit ortamın pH'ını 4 dolayında tutup ClO_2 lignini oksitleyerek klorolignin halinde çözerek karbonhidratlardan ayırmaktadır (Wise ve Karz, 1962).

2.2.2.2 Selüloz Oranının Belirlenmesi

Kullanılan selüloz tayini yöntemleri delignifikasyon işleminin temel almakta olup, uygulanan işlemler sayesinde delignifiye lignin ve hemiselülozlar uzaklaştırılmaktadır. Bazı selüloz tayini yöntemleri Cross-Bevan tarafından geliştirilen klorlama yöntemi, Norman, Jenkins ve Bonett tarafından geliştirilip modifiye edilen hipoklorit yöntemi ve Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemleridir. Bu çalışma sırasında Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin uygulanması kolay ve çabuk olup, Cross ve Bevan yöntemine yakın değerler bulunmaktadır.

Nitrik asit yöntemine göre selüloz tayininde alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış yaklaşık 2 g örnek tartılarak bir cam balona konulmuştur. Üzerine 10 ml. 40°Be 'lik HNO_3 ile, 40 ml. %96'lık etil alkol karışımı ilave edilmiş ve bir soğutucu altında bir saat süreyle kaynatılmıştır. Bir saatlik kaynatma işleminden

sonra kroze yardımıyla cam balon içerisindeki kimyasal madde karışımı süzülerek daha sonra tekrar üzerine 10 ml. HNO_3 ile 40 ml. etil alkolden oluşan 50 ml'lik yeni karışım kroze üzerinde kalan örneklerde yıkayarak tekrar cam balona konulmuştur. Örnekler yeniden bir saat süreyle kaynatılmış ve işlem üç defa tekrarlanmıştır. Krozeden süzülüp yıkama işleminden sonra $103\pm 2^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak tartılmış, elde edilen sonuç tam kuru ağırlığa oranla yüzde olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.3 Lignin Oranın Belirlenmesi

Lignin, odunun ve yıllık bitkilerin asli bileşenlerinden fenilpropan birimlerinden oluşmuş, aromatik ve amorf yapılı doğal bir polimerdir. Lignin amorf ve hidrofobik yapıda olmasından dolayı lifler arası hidrojen bağlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla kimyasal yolla kağıt hamuru elde edilmesinde istenmeyen ve uzaklaştırılması gereken bir maddedir.

Bitkisel maddelerdeki lignin oranının belirlenmesinde bir çok yöntem kullanılmaktadır. Bunların en çok tercih edileni %72 lik sülfirik asit (Klason lignini) yöntemidir. Belirlenmiş koşullarda sülfirik asit karbonhidratları hidrolizleyerek çözer ve sonuçta, aside dayanıklı olan lignin kalıntı olarak elde edilir (Rydholm, 1965).

Lignin tayini için önceden alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu örneklerden 1 gr alınarak bir behere aktarılmıştır. Üzerine %72'lik H_2SO_4 'den 15 ml dökülerek $12-15^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda beherdeki örnek yıkanarak bir litrelik erlene konulmuştur. Asit konsantrasyonu %3 olacak şekilde erlendeki sıvı destile su ile seyrettilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süreyle kaynatılmıştır. Bu işlemten sonra kalıntı krozeden süzülerek, sıcak saf su ile birlikte yıkanmıştır. Bu şekilde elde edilen en son kalıntı $103\pm 2^\circ\text{C}$ 'de kurutularak, başlangıçta kullanılan örnek ağırlığına oranla hesaplanmıştır.

Lignin deneyi için uygulanan işlemler TAPPI T 211 om-88 standart metoda göre uygulanmıştır.

2.2.2.4 Kül Oranının Belirlenmesi

TAPPI T 221 standardına göre 2 g tam kuru örnek daha önce 600°C’de fırında tam kuru hale getirilerek darası alınmış porselen kaba konularak indirekt ısıtmalı bir sistemde (ultrosan cihazı) tüm karbon uzaklaşmaya kadar yakılır. Daha sonra örnek 575±25°C’deki fırına yerleştirilerek tamamen beyazlaşmaya kadar veya siyah partiküller kayboluncaya kadar (3-10 saat) bekletilir. Bu sürenin sonunda porselen kaptaki numune fırından çıkarılarak desikatörde soğutulur ve numunenin kül oranı başlangıçtaki ağırlığa oranla % olarak hesaplanır.

2.2.3 Çözünürlük Deneylerine Ait Yöntemler

2.2.3.1 Soğuk Su Çözünürlüğünün Belirlenmesi

TAPPI T 207 om-88 standardına uygun olarak 23±2°C’ de 300 ml destile su içerisine konulan 2 g hava kurusu örnek zaman zaman karıştırmak suretiyle 48 saat süreyle bekletilmiş; bu sürenin sonunda numune, daha önceden darası alınmış krozedden süzülerek destile su ile yıkanmıştır. Örnekler daha sonra 103±2 °C’de değişmez ağırlığa kadar kurutularak tartılmıştır. Soğuk suda çözünen madde miktarı tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.2.3.2 Sıcak Su Çözünürlüğünün Belirlenmesi

Sıcak suda çözünürlük TAPPI T 207 om-88 standart yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre daha önceden rutubeti belirlenmiş 2 g hava kurusu örnek 200 ml’lik bir erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer bir soğutucu altında 3 saat süreyle kaynayan su banyosunda tutulmuş, bu sürenin sonunda bir krozedden süzülüp sıcak su ile yıkanarak 103±2°C’de kurutulmuş, ardından desikatörde soğutularak tartılmıştır. Çözünen madde miktarı tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak tespit edilmiştir.

2.2.3.3 %1'lik NaOH Çözünürlüğünün Belirlenmesi

Bu yöntem, örneklerin 100°C'de seyreltik alkaliye dayanıklılığını belirler. %1'lik NaOH'da çözünürlüğün en önemli uygulaması, alınan odun örneğinde varolan mantar çürüklüğünün, derecesini yani degradasyona uğramış selüloz miktarının belirlenmesidir (Eroğlu, 1980).

%1'lik NaOH çözünürlüğü deneyinde 0,1 gr hassasiyetle tartılan 2 gr örnek 200 ml'lik erlenmayer içerisine konulduktan sonra üzerine bir pipetle %1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı küçük bir erlenle kapatılarak 100 °C'deki su banyosuna konmuş ve bir saat süre su banyosu içerisinde bekletilmiştir. Bu bekleme süresinin 10, 15, ve 25. dakikalarında üç defa karıştırılmış; bu sürenin sonunda erlenmayerdeki kalıntı darası alınmış krozedan süzölmüştür. Daha sonra da %10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra kroze ve içindekiler 103±2°C'de kurutulmuş ve bir desikatörde soğutulularak tartılmıştır.

Bütün bu işlemler TAPPI T 212 om-88 standardına göre yapılmış olup, kuru örnek ağırlığındaki azalmadan faydalanılarak çözünen madde miktarı % olarak hesaplanmıştır

2.2.3.4 Alkol-Benzen Çözünürlüğünün Belirlenmesi

Bu deney örnek bünyesinde bulunan yağ, mumsu ve tanen gibi maddelerin miktarını belirlemek için yapılmıştır. TAPPI T204 om-88 standardına göre deney yapacağımız maddemiz sokselet cihazında 1 kısım alkol ve 2 kısım benzen karışımı ile 6 saat ekstraksiyona tabi tutularak gerçekleştirilmiştir. Örnekten ekstrakte edilen kısım tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.2.4 *Triticale* Saplarının Pişirilmesinde Uygulanan Deney Planı

Triticale saplarından oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle kağıt hamuru elde edilmesinde optimum pişirme koşullarını belirlemek amacıyla, literatür incelemesi yapılarak buğday ve çavdar saplarının O₂-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 alınmıştır. Bunun yanında pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve Al₂O₃ oranı ise 3 kademeli olarak aşağıdaki gibi değiştirilmiştir.

Sıcaklık Kademeleri:.....110°C, 120°C, 130°C

Maksimum Sıcaklıkta Pişirme Süresi:.....20 dakika, 40 dakika, 60 dakika

Al₂O₃ Oranı:.....%1, %2, %3

İlk olarak yukarıda belirtilen bu üç etmenin kademelerinin tüm kombinasyonlarını kapsayan 3 x 3 x 3 = 27 adet pişirme denemesi düzenlenmiştir (1, 2, ..., 27 no'lu pişirme denemeleri). Pişirme sıcaklığının etkisini belirlemek amacıyla NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, O₂-basıncı 8 kg/cm², Al₂O₃ %1, pişirme süresi 20 dakika sabit tutulup, sıcaklık kademeleri 110°C, 120°C ve 130°C olarak değiştirilmiştir. (1, 10, 19 no'lu pişirme denemeleri).

Pişirme süresinin etkisini belirlemek amacıyla NaOH oranı % 16, çözelti/sap oranı 5/1, O₂-basıncı 8 kg/cm², Al₂O₃ %1, sıcaklık 110°C olarak sabit tutulup pişirme süresi 20 dakika, 40 dakika ve 60 dakika olarak değiştirilmiştir. (1, 4, 7 no'lu pişirme denemeleri). Al₂O₃ oranının etkisini belirlemek amacıyla NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, O₂-basıncı 8 kg/cm², Al₂O₃ %1, sıcaklık 110°C, pişirme süresi 20 dakika olarak sabit tutulup, Al₂O₃ oranı %1, %2, %3 kademelerinde değiştirilmiştir. (1, 2, 3 no'lu pişirme denemeleri).

Yapılan pişirme denemeleri sonucunda verim baz alındığında 10'nolu pişirmeye ait pişirme şartları optimum olarak seçilmiş ve bu pişirme koşulu üzerinde %0,05-%0,1 oranında antrakinon ilave edilerek 2 adet pişirme yapılmıştır (28 ve 29 no'lu pişirme denemeleri). Daha sonra elde edilen deneme kağıtlarının fiziksel ve optik özellikleri karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki çizelge 2.2'de 29 adet değişik koşullarda yapılan pişirmelere ilişkin deney koşullarını gösteren değerler verilmiştir. Tüm pişirmelerde, NaOH oranı %16, Oksijen Basıncı 8 kg/cm² ve Çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit alınmıştır. Yine tüm pişirmelerde ön ısıtma süresi 30 dak. olarak alınmış ve basıncın dışarı çıkartılmasında bekletme yapılmamıştır.

Çizelge 2.2 *Triticale* saplarının oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle pişirilmesinde uygulanan deney planı

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

2.2.5 Kağıt Hamuru ve Deneme Kağıtlarının Elde Edilmesinde Uygulanan Metotlar

Triticale sapları içerisinde bulunan tane, yabancı ot ve diğer tahıl sapları elle temizlendikten sonra saplar kesici bir aletle ortalama 5–6 cm. uzunluğunda kesilerek parçalara ayrılmıştır.

Denemelerde kullanılan piştirme kazanı 15 litre kapasiteli, elektrikle ısıtılan, 25

kg/cm² basınca dayanıklı, dakikada 2 devir yapabilen (64 saniyede) laboratuvar tipi pişirme kazanı kullanılmıştır. Pişirme kazanında sıcaklık ayarı elle yapıp 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* sapları kullanılmıştır.

Sonuçta elde edilen kağıt hamurlarından deneme kağıtları yapılmıştır. Pişirme kazanın boşaltılmasından sonra alınan artık su örneği üzerinde 20°C 'de pH tayini, bome tayini, dansimetre tayini ve 0.1 N.HCl ile nötralizasyon yapılarak, pH metre yardımıyla alkali tüketim miktarı bulunmuştur. Pişirme sonucunda elde edilen hamurlar önce 150 mesh'lik elek üzerine konularak bol su ile artık suyu giderilinceye kadar yıkanmıştır. Daha sonra temizlenen hamurlar laboratuvar tipi bir karıştırıcıda belli bir konsantrasyonda 20 dakika süreyle açılarak, yarık açıklığı 0.15mm. olan sarsıntılı vakum eleğinde elenerek pişmeyen kısımlar ayrılmıştır. Ayrılan pişmeyen kısımlar alınarak kurutulup tartılmış ve tam kuru sap ağırlığına oranlanarak elek artığı miktarı, yani hamurun artık miktarı belirlenmiştir. Elenen kısım suyunu bırakması için elle sıkılmış ve karıştırıldıktan sonra polietilen torbalara alınarak rutubetin dengelenmesi için 24 saat ağzı kapalı bir şekilde bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda her kağıt hamuru örneği için 3'er adet tesadüfi örnek alınarak hamurun rutubet oranları belirlenerek elenmiş verim tayini yapılmıştır.

Deneme kağıtlarının yapılması için hamurların TAPPI T 200 om-89 standardına göre konsantrasyonu ayarlanarak Valley tipi hollanderde 20SR^o, 35SR^o ve 50SR^o serbestlik derecelerine kadar dövülmüştür. Her dövme kademesinden yeterli miktarda örnek alınarak TAPPI 277 om-92 standardına göre Schopper-Riegler aletinde serbestlik dereceleri belirlenmiş ve $70 \pm 3 \text{ g/cm}^3$ gramajında 15'er adet deneme kağıdı yapılmıştır.

2.2.6 Kappa Numarasını Tayini

Kappa numarası, 1 gram 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 Klosan ligninini vermektedir. Bu nedenle kappa numarası kağıt hamurunda delignifikasyon hakkında fikir verir ki buda hamurun ağartılabilirlik derecesi için iyi bir göstergedir. Kalıntı lignin çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım karbonhidratlardır(Rydholm, 1965; Tank, 1978; Eroğlu, 1980).

Kappa numarası tayininde TAPPI T os-85 standardı kullanılmıştır.

2.2.7 Deneme Kağıtlarına Uygulanan Fiziksel ve Optik Testler

Triticale saplarından yukarıda belirtilmiş olan yöntemlerle elde edilen deneme kağıtları SEKA çaycuma kalite sağlama bölümü laboratuvarında 24 saat bekletildikten sonra aşağıda belirtilen testlere tabi tutulmuş ve elde edilen değerlere sıcaklık ve bağıl nem düzeltilmesi yapılmıştır.

1.Numune alma:	TAPPI	T-400	o s-75
2.Gramaj Tayini:	TAPPI	T-410	o s-68
3.Rutubet Tayini:	TAPPI	T-412	o s-69
4.Kalınlık:	TAPPI	T-411	o s-76
5.kopma Uzunluğu:	TAPPI	T-494	o s-75
6.Patlama Direnci :	TAPPI	T-403	os-76
7.Yırtılma: :	TAPPI	T-414	om-84

Kağıtların opaklık ve parlaklık değerleri Minolta CM-2600d Spectrophometer aleti yardımıyla tespit edilmiştir.

2.2.8 İstatistik Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler

Çalışmada "Statgraphics 3.1" paket proğramı kullanılarak Tukey testi yapılmıştır. Tukey testi ile sonuçlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ortaya konmuştur.

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 *TRITICALE* SAPLARI ÜZERİNDE YAPILAN FİZİKSEL VE MORFOLOJİK ÖLÇMELERLE İLGİLİ SONUÇLAR

3.1.1 *Triticale* Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Oranları

Çizelge 3.1'de çalışmada kullanılan *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının tüm sap ağırlığına oranları ile literatürlerde rastlanan bazı diğer yıllık bitki saplarının değişik morfolojik kısımlarının oranları gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 *Triticale* sapları ile çeşitli yıllık bitki saplarına ait morfolojik kısımların tüm sap ağırlığına oranları (%)

Morfolojik Kısımlar	Yıllık bitkinin cinsi				
	<i>Triticale</i>	Buğday	Çavdar	Pirinç (Fransa)	Arpa
Boğum Arası	62.5±2.1	54.1±1,3	60.5±2.7	52.8	58.8
Boğum	5.6±1.5	4.2±0,2	5.9±1,1	6.6	1.8
Başak	17.8±2.3	-	-	-	-
Yapraklar	14.7±1.7	16.9±0.3	16.9±1.5	32.6	36.4
Başak Ekseni	-	10.7±0.6	4.9±1.4	5.5	1.1
Kavuzlar	-	14.4±1.1	11.7±1.7	2.7	1.9
Kaynaklar	Yapıcı	Eroğlu 1980	Usta 1985	Zadeh 1970	Ernst et al. 1960

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının oranları biçer döverle biçilmiş saplar üzerinde yapıldığından literatürde verişmiş olan değerlerden farklılık göstermektedir. Bu farklılığın sebebi biçer döverin sapları toprak seviyesinden aşağı yukarı 20–30 cm. yukarıdan biçmesi, böylelikle toprak

üzerinde kalan kısımda daha çok boğum arasının bulunması ve biçme sırasında yaprakların büyük bir kısmının kırılarak saptan ayrılmasıdır. Bunun yanında *Triticale* türünün yapısı, yetiştirme ortamı koşulları, gübre kullanım miktarına göre de bu oranların değişeceği bir diğer husustur.

Çeşitli morfolojik kısımların verdikleri kağıt hamuru kalitesi birbirinden farklıdır. Örneğin boğum arası ve yapraklar kolaylıkla pişerek liflere ayrılırken, boğumlar yalnızca yumuşamakta ve yoğunlukla da elek artığı olarak ayrılmaktadır (Eroğlu, 1980).

3.1.2 *Triticale* Saplarının Hacim-Yoğunluk Değerleri

Genel olarak kağıt hamuru odunlarının hacim yoğunluk değerleri kullanılan ağaç türüne bağlı olarak 0.3–0.6 g/cm³ arasında değişir. Hacim–yoğunluk değeri aynı ağaç türü içinde dahi; ağacın yaşına, yetiştirme yerine, yıllık halka özelliklerine ve özden uzaklığına göre değişebilir (Rydholm, 1965; Hale, 1969; Bostancı, 1987).

Hacim–yoğunluk değeri yüksek olan hammadde birim hacimde daha fazla madde içerecektir. Dolayısıyla elde edilecek kağıt hamuru o oranda fazla olacaktır. Ancak hacim-yoğunluk değerinin artmasıyla kuşkusuz ki pişirme zorlaşacaktır. Diğer taraftan, hacim–yoğunluk değeri düşük olan hammaddeler birim hacimde daha az kağıt hamuru vermelerine karşın pişirilmeleri daha kolay olmakta ve daha açık renkli kağıt hamurları vermektedirler.

Çizelge 3.2 *Triticale* sapları ile literatürlerde rastlanan çeşitli yıllık bitki saplarının hacim-yoğunluk oranları (%)

Yıllık Bitki Türü	N	Hacim-Yoğunluk Değeri (g/cm ³)	Ortalamanın Hatası (g/cm ³)	Varyasyon (%)	Kaynaklar
<i>Triticale</i>	10	0.178±0.003	0.008	4.23	Yapıcı
Buğday	10	0.193±0.006	0.00015	1.91	Tutuş 2000
Çavdar	10	0.139±0.002	0.009	6.53	Usta 1985

Çizelge 3.2’de çalışmada kullanılan *Triticale* saplarının hacim-yoğunluk oranları ile literatürlerde rastlanan diğer bazı yıllık bitki saplarının hacim-yoğunluk oranları verilmiştir.

O₂-NaOH yöntemiyle pişirmede hacim-yoğunluk çözünmüş oksijenin hammadde içerisine nüfuzu açısından çok önemlidir. Bir hammaddenin hacim-yoğunluk değeri azaldıkça kullanılan oksijenin hammadde içerisine difüzyonu artmaktadır. Hacim-yoğunluk değerinin 0.22g/cm³ ün altında olması durumunda bu artış birkaç kat artmaktadır (Huang et.al., 1977; Eroğlu, 1980)

Yukarıdaki tablodan görüleceği gibi *Triticale* saplarının hacim-yoğunluk değeri 0.22g/cm³ altındadır. Dolayısıyla çözünmüş pişirme işleminde oksijenin *Triticale* saplarına nüfuzu çok kolay ve hızlı olacaktır. Bu özellik *Triticale* saplarının tek oksit ilaveli oksijen-alkali yöntemiyle kağıt hamuru elde edilmesini mümkün kılmaktadır.

3.1.3 *Triticale* Saplarının Su Emme Oranı

Triticale saplarının 100 °C’de, değişik sürelerde tam kuru sap ağırlığına oranla emebildikleri su miktarları aşağıdaki Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 *Triticale* saplarının 100 °C’ de değişik sürelerde, emebildikleri su oranları (%)

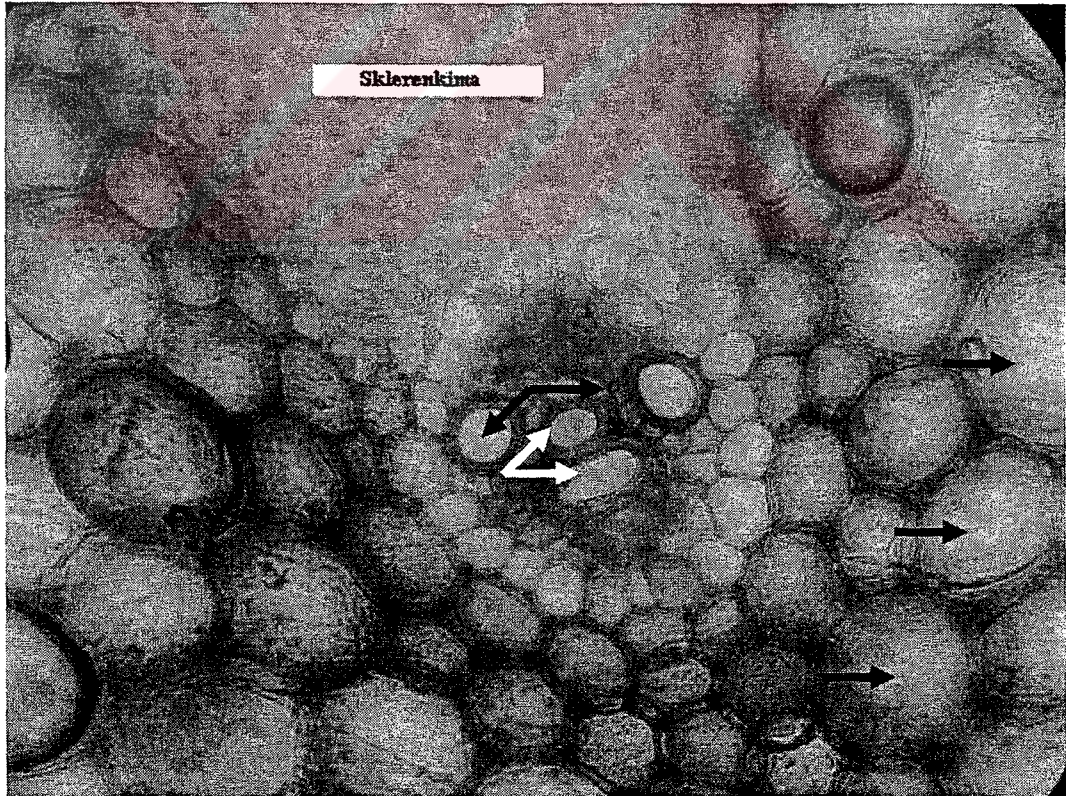
Süre (dak)	Su emme oranı (%)	Süre (dak)	Su emme oranı (%)
5	247,48±4,11	30	320,54±7,32
10	278,89±6,35	45	327,19±9,12
15	294,42±11,2	60	338,81±3,64
20	301,96±8,24	90	349,16±12,45
25	311,63±7,63	120	359,97±14,02

Yukarıdaki Çizelge 3.3’de görüleceği gibi, *Triticale* sapları açık strüktürü ve ince yapısı nedeniyle ilk 5 dakikada 120 dakikada absorbe etmiş olduğu suyun %68’ini emdiği görülmüştür. İlk 5 dakikadan sonra süre arttıkça absorbe edilen su miktarının arttığı görülmüştür.

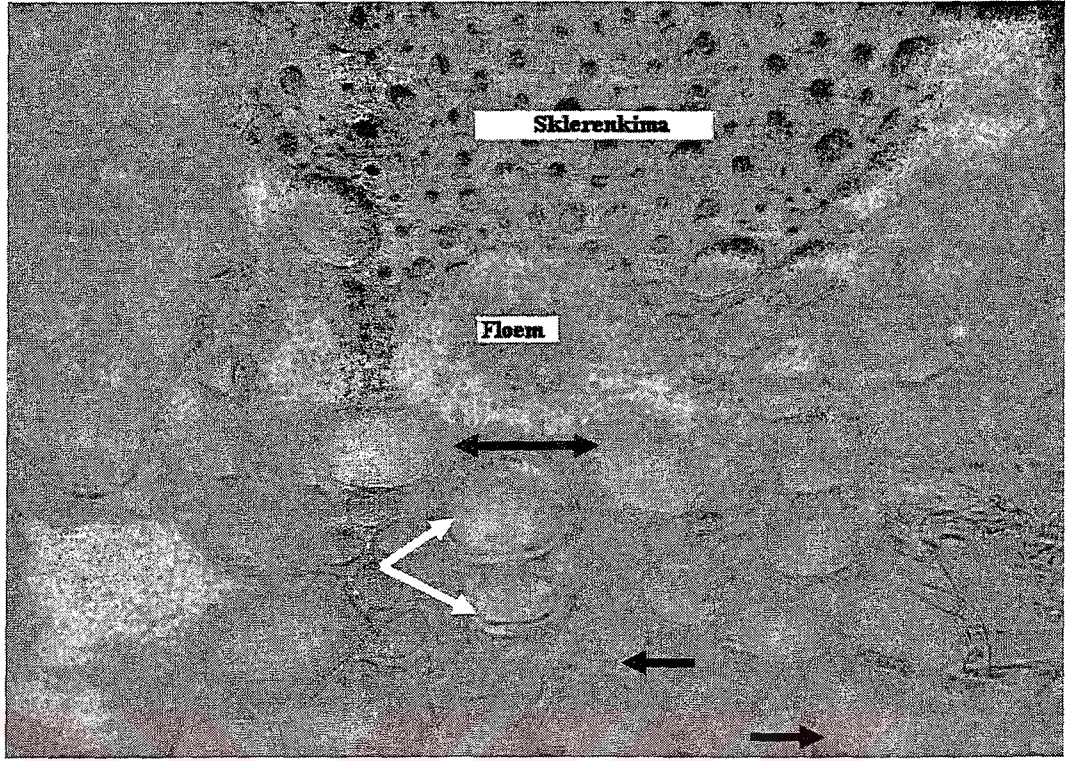
Kağıtçılıkta kullanılan hammaddeye pişirme çözeltisinin kısa sürede absorbe olması, pişirmenin o oranda kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmesi bakımından önemlidir. Alkalilerin odun ve yıllık bitki saplarının yapısını şişirme özelliği vardır. Alkalilerin bu özelliğinden dolayı, alkali pişirme çözeltisinin saplar tarafından absorpsiyonu normal suya oranla çok daha hızlı olacaktır. Bu durum *Triticale* saplarının kısa sürede, düşük sıcaklıkta homojen bir pişirme için uygun bir hammadde olduğunu göstermektedir.

3.1.4 *Triticale* Saplarının Çeşitli Morfolojik Kısımlarının Lif Oranları

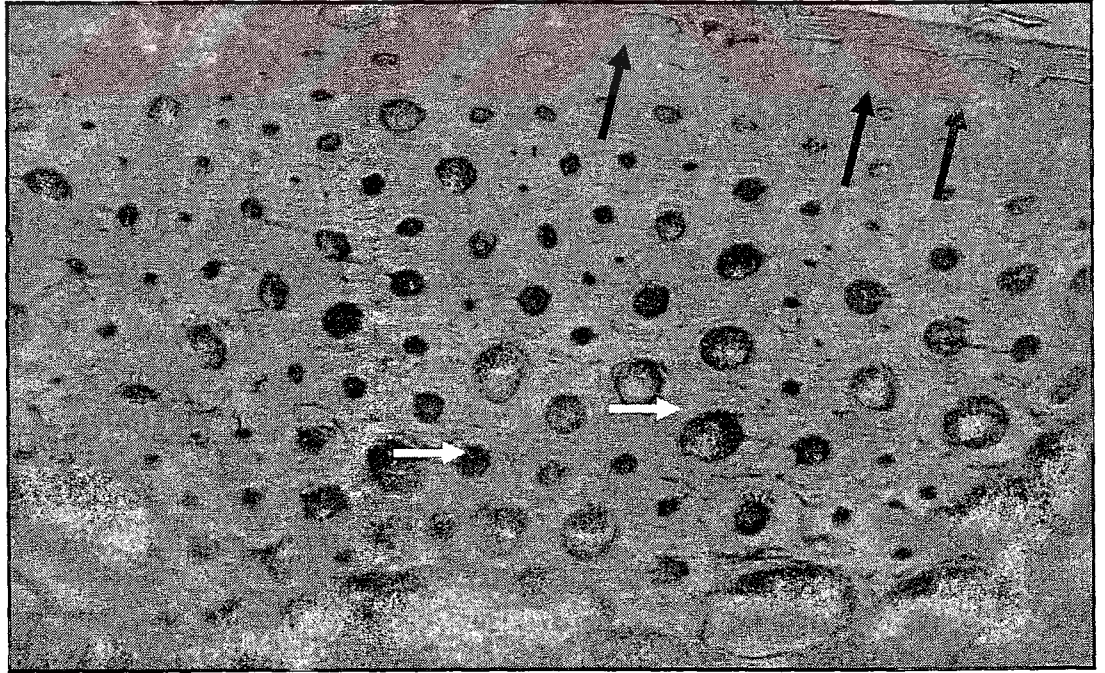
Genel olarak bitkilerdeki lif oranları, iğne yapraklı ağaçlarda %92–96, yapraklı ağaçlarda %60–80 arasında iken, yıllık bitkilerde bu oran %40–60 arasında değişmektedir (İbrahim, 1975; Eroğlu, 1980). Aşağıda şekillerde, çalışmada kullanılan *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarındaki hücreler görülmektedir.



Şekil 3.1 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü I. (trahe hücreleri (siyah bitişik oklar), protoksilem lakunası (beyaz bitişik oklar), paranşim hücreleri (siyah sağ oklar)).



Şekil 3.2 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü II (trahe hücreleri (iki taraflı ok), protoksilem lakunası (beyaz oklar), parانشim hücresi (siyah sağ ok), sklerenkima (siyah sol ok)).



Şekil 3.3 Boğumdan alınan enine kesit üzerindeki hücrelerin görünüşü III (epidermis hücreleri (siyah oklar), sklerenkima lifleri (beyaz oklar)).

3.2 LİF MORFOLOJİSİNE AİT ÖLÇME SONUÇLARI

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarından ölçülen ortalı lif uzunlukları, lif genişlikleri, lümen genişlikleri, çift çeper kalınlıklar ve standart sapmaları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarından ölçülen ortalı lif uzunlukları, lif genişlikleri, lümen genişlikleri, çift çeper kalınlıklar ve standart sapmaları

	Morfolojik kısım			
	Boğum arası	Boğum	Başak	Yaprak
Lif Uzunluğu (µm)	648±86,77	621±147,35	776±137,14	1349,6±274,48
Lif Genişliği (µm)	17,5±3,09	12,34±2,34	12,75±1,99	16,39±4,68
Lümen Genişliği (µm)	5,16±1,85	4,55±2,19	5,06±2,4	6,88±3,33
Çift Çeper Kalınlığı (µm)	10,62±3,26	8,9±1,94	8,39±1,58	9,0±1,93

3.2.1 Lif Uzunluğu

Lifler, genel olarak içi boş ve uzun bir boru şeklindedirler. Liflerin boyları, çapları, çeper kalınlıkları ve esneklikleri farklı olup, kimyasal yapıları da pişirme metotlarına göre çeşitli değişikliklere uğramaktadır.

KLEMM, lifleri uzunlukları yönünden 3 gruba ayırmıştır. Buna göre uzunluğu 2-3 mm. arasında olanlara uzun lifler, 1-2 mm. arasında olanlara orta uzunlukta lifler; 0,1-1 mm. arasında olanları ise kısa lifler olarak sınıflandırmıştır (Casey, 1961).

Lif uzunluğu, kağıt hamurun ve elde edilecek kağıdın sağlamlığını etkileyen en önemli kriterlerden birisidir. Lif uzunluğunun artması yırtılma direncini olumlu yönde etkilemektedir. *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarından ölçülen ortalama lif uzunlukları, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.5’de, ortalama lif uzunlukları ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.6’da, ölçülen lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lif uzunlukları (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Boğum Arası	100	648,0	86,77	460,0	810
Başak	100	776,0	137,14	450,0	1000
Boğum	100	621,4	147,35	320,0	930
Yaprak	100	1349,6	274,48	800,0	1950
Toplam		846,25			

Çizelge 3.5’de görüldüğü gibi *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarına ait lif uzunlukları birbirinden farklılık göstermektedir. Burada en uzun lifin yapraklarda, en kısa lifin ise boğumda olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.6 Lif uzunlukları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	1,7483	2	5,8277	188,91	0,0000*
Grup içi	6,0463	196	30848		
Genel	2,3529	199			

* P<0,01

Çizelge 3.7 Lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Lif Uzunluğu	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum	100	621,4	X	
Boğum Arası	100	648,0	X	
Başak	100	766,0	X	
Yaprak	100	1349,6	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
B. Arası -Başak			-118,0*	91,022
B. Arası -Boğum			26,6	91,022
B. Arası-Yaprak			-701,6*	91,022
Başak- Boğum			144,6*	91,022
Başak-Yaprak			-583,6*	91,022
Boğum-Yaprak			-728,2*	91,022

* P<0,05

Çizelge 3.7’de görüldüğü gibi; boğum arası-başak, boğum arası-yaprak, başak-boğum, başak-yaprak ve boğum-yaprak arasındaki farkın %95 güven aralığında

önemli iken, boğum arası-boğum da oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

3.2.2 Lif Genişliği

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lif genişlikleri, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.8’de, lif genişlikleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.9’da, ölçülen lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.8 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lif genişlikleri (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Boğum Arası	50	17,507	3,091	12,65	22,77
Başak	50	12,751	1,997	7,59	15,18
Boğum	50	12,346	2,346	7,59	17,71
Yaprak	50	16,394	4,683	10,12	25,3
Toplam		14,749			

Çizelge 3.8 de görüldüğü gibi en geniş lifin 17,50 mikron ile boğum arasında, en dar lifin 12,34 mikron ile boğumda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.9 Lif genişliği ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	502,023	3	167,341	16,33	0,0000*
Grup içi	983,69	96	10,246		
Genel	1485,71	99			

* P<0,01

Çizelge 3.10 Ölçülen lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Lif Genişliği	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum	50	12,346	X	
Başak	50	12,751	X	
Yaprak	50	16,394	X	
Boğum Arası	50	17,507	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
B. Arası -Başak			4,756*	2,367
B. Arası -Boğum			5,161*	2,367
B. Arası-Yaprak			1,113	2,367
Başak- Boğum			0,404	2,367
Başak-Yaprak			-3,643*	2,367
Boğum-Yaprak			-4,048*	2,367

* P<0,05

Çizelge 3.10 da görüldüğü gibi boğum arası-başak, boğum arası-boğum, başak-yaprak ve boğum-yaprak arasındaki fark %95 güven aralığında önemli, boğum arası-yaprak ve başak-boğum arasındaki farkın ise %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür

3.2.3 Lümen Genişliği

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lümen genişlikleri, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmalarına ait değerler Çizelge 3.11’de, ölçülen ortalama lümen genişlikleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.12’de, ölçülen lümen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama lümen genişlikleri (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Boğum Arası	50	5,16	1,85	2,53	7,59
Başak	50	5,06	2,42	2,53	10,12
Boğum	50	4,55	2,19	2,54	10,13
Yaprak	50	6,88	3,38	2,54	15,18
Toplam		5,41			

Çizelge 3.11’de görüldüğü gibi en geniş lümenin yaprakta daha sonra boğum arasında, en dar lümeninde ise boğum da olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.12 Lümen genişliği ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	77,066	3	25,688	4,01	0,0097*
Grup içi	614,486	96	6,400		
Genel	691,553	99			

* P<0,01

Çizelge 3.13 Ölçülen lümen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Lümen Genişliği	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum	25	4,55	X	
Başak	25	5,06	XX	
Yaprak	25	5,16	XX	
Boğum Arası	25	6,88	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
B. Arası -Başak			0,101	1,87
B. Arası -Boğum			0,607	1,87
B. Arası-Yaprak			-1,720	1,87
Başak- Boğum			0,506	1,87
Başak-Yaprak			-1,821	1,87
Boğum-Yaprak			-2,327*	1,87

* P<0,05

Çizelge 3.13’de görüldüğü gibi sadece boğum-yaprak arasındaki farkın %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

3.2.4 Çift Çeper Kalınlığı

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama çift çeper kalınlıkları, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 4.14’de, ölçülen ortalama çift çeper kalınlıkları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15’de, ölçülen çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığındaki farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.14 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen ortalama çift çeper kalınlıkları (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Boğum Arası	50	10,62	3,26	9,98	11,26
Başak	50	8,39	1,58	7,76	9,03
Boğum	50	8,90	1,94	8,26	9,54
Yaprak	50	9,00	1,93	8,36	9,64
Toplam		9,23			

Çizelge 3.14’de görüldüğü gibi *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında ölçülen çift çeper kalınlıkları birbirinden farklı olup en düşük 8,39 mikron ile başakta, en büyük çift çeper kalınlığının ise 10,62 mikron ile boğum arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.15 Çift çeper kalınlığı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	69,83	3	23,27	4,49	0,0054*
Grup içi	498,24	96	5,19		
Genel	568,08	99			

* P<0,01

Çizelge 3.16 Ölçülen çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Çift Çeper Kalınlığı	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Başak	25	8,39	X	
Boğum	25	8,90	X	
Yaprak	25	9,00	XX	
Boğum Arası	25	10,62	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
B. Arası -Başak			2,22*	1,68
B. Arası -Boğum			1,72*	1,68
B. Arası-Yaprak			1,61	1,68
Başak- Boğum			-0,50	1,68
Başak-Yaprak			-0,60	1,68
Boğum-Yaprak			-0,10	1,68

* P<0,05

Çizelge 3.16’da görüldüğü gibi sadece başak-boğum arası ve boğum arası-boğum da ki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, diğerleri arasındaki farkın ise önemli olmadığı görülmüştür.

3.3 TRİTİCALE SAPLARINDAN 5’NOLU PİŞİRME DENEMESİ SONUCU ELDE EDİLEN HAMURA AİT 22SR°, 32SR° VE 53SR° DEĞERLERİNDEKİ KAĞIT HAMURU ÜZERİNDE YAPILAN LİF MORFOLOJİSİNE AİT ÖLÇÜM SONUÇLARI

3.3.1 Lif Uzunluğu

Triticale saplarından elde edilen 5 no’lu pişirme denemesine ait 22SR°, 32SR° ve 53SR° değerlerindeki kağıt hamuru üzerinde yapılan ortalama lif uzunlukları, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.17’de, ölçülen lif uzunlukları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.18’de, ölçülen lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise 3.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.17 Ortalama lif uzunlukları (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
22SR°	100	1031,4	241,15	933,25	1069,55
32SR°	100	653,6	82,99	615,45	691,74
53SR°	100	559,4	114,43	521,25	597,54
Toplam		748,13			

Çizelge 3.17’de görüldüğü gibi 22SR° de 1031,4 mikron olan lif uzunluğu dövme ile 53SR° de 559,4 mikrona düşmüştür. Sonuç olarak ortalama lif uzunlukları dövme ile azalmıştır.

Çizelge 3.18 Kağıt hamurlarının lif uzunlukları ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	4,667	2	2,333	84,37	0,0000*
Grup içi	4,149	150	27661,4		
Genel	8,817	152			

* P<0,01

Çizelge 3.19 Lif uzunluklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Lif Uzunluğu	N	Ortalama	Eş Gruplar	
53SR°	100	559,4	X	
32SR°	100	653,6	X	
22SR°	100	10311	X	
İnteraksiyon			Fark	± Limit
22SR°-32SR°			337,8*	76,29
22SR°-53SR°			472,0*	76,29
32SR°-53SR°			94,2*	76,29

* P<0,05

Çizelge 3.19’da görüldüğü gibi kağıt hamurunun dövülmesi sonucu lif uzunlukları azalmış olup, 22SR°-32SR°, 22SR°-53SR° ve 32SR°-53SR° değerleri arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür.

3.3.2 Lif Genişliği

Çizelge 3.20 Ortalama lif genişlikleri (mikron)

Morfolojik Kum	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
22SR°	50	14,16	2,42	13,12	15,20
32SR°	50	15,78	3,81	14,74	16,82
53SR°	50	15,67	2,81	14,63	16,71
Toplam		15,21			

Triticale saplarından elde edilen 5’ nolu pişirme denemesine ait 22SR°, 32SR° ve 53SR° değerlerindeki kağıt hamuru üzerinde yapılan ortalama lif genişlikleri,

minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.20’de, ölçülen lif genişlikleri ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.21’de, ölçülen lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.20’de görüldüğü gibi kağıt hamurlarının dövülmesi sonucu lif genişliğinin arttığı, ancak hamurun dövülmesi işlemine devam edilmesi durumunda tekrar lif genişliğinin azaldığı görülmüştür.

Çizelge 3.21 Lif genişlikleri ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	40,91	2	20,45	2,17	0,1220
Grup içi	679,94	72	9,44		
Genel	720,86	74			

Çizelge 3.22 Lif genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Lif Uzunluğu	N	Ortalama	Eş Gruplar	
53SR°	50	14,16	X	
32SR°	50	15,67	X	
22SR°	50	15,78	X	
İnteraksiyon			Fark	± Limit
22SR°-32SR°			-1,61	2,08
22SR°-53SR°			-1,50	2,08
32SR°-53SR°			0,11	2,08

Çizelge 3.22’de görüldüğü gibi kağıt hamurunun dövülmesi sonucu lif genişliklerinde artmanın olduğu görülmüştür. Bu artma ile oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

3.3.3 Lümen Genişliği

Triticale saplarından elde edilen 5’ nolu pişirme denemesine ait 22SR°, 32SR° ve 53SR° değerlerindeki kağıt hamuru üzerinde yapılan ortalama lümen genişlikleri, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.23’de, ölçülen

lūmen genişlikleri ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.24’de, lūmen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.23 Ortalama lūmen genişlikleri (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
22 SR°	50	3,33	1,18	2,67	4,00
32 SR°	50	4,45	2,55	3,78	5,11
53 SR°	50	4,02	1,79	3,35	4,68
Toplam		3,93			

Çizelge 3.23’de görüldüğü gibi dövme sonucu lūmen genişliğinin arttığı ancak fazla dövülmesi sonucu tekrar azaldığı görülmüştür.

Çizelge 3.24 Lūmen genişlikleri ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	15,76	2	7,88	2,04	0,1371
Grup içi	277,79	72	3,85		
Genel	293,55	74			

Çizelge 3.25 Lūmen genişliklerinin %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Lūmen Genişliği	N	Ortalama	Eş Gruplar	
22 SR°	25	3,33	X	
53 SR°	25	4,02	X	
32 SR°	25	4,45	X	
İnteraksiyon			Fark	± Limit
22 SR°-32 SR°			-1,11	1,32
22 SR°-53 SR°			-0,68	1,32
32 SR°-53 SR°			0,42	1,32

Çizelge 3.25’de görüldüğü gibi kağıt hamurunun dövülmesi sonucu lūmen genişlikleri artmıştır. Ancak dövme sonucu lūmen genişliklerinin artması ile oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı saptanmıştır.

3.3.4 Çift Çeper Kalınlığı

Triticale saplarından elde edilen 5 no'lu pişirme denemesine ait 22SR°, 32SR° ve 53SR° değerlerindeki kağıt hamuru üzerinde yapılan ölçümlerle elde edilen ortalama çift çeper kalınlıkları Çizelge 3.26'da, ölçülen çift çeper kalınlıkları ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.27'de, çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.28'de verilmiştir. Kağıt hamurlarının dövülmesi ile çift çeper kalınlıklarının nispeten azaldığı daha sonra tekrar arttığı görülmektedir.

Çizelge 3.26 Ortalama çift çeper kalınlıkları (mikron)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
22 SR°	50	11,33	2,32	10,56	12,10
32 SR°	50	10,52	1,57	9,75	11,29
53 SR°	50	11,71	2,75	10,94	12,49
Toplam		11,19			

Çizelge 3.27 Çift çeper kalınlıkları ve etkileşimine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	18,36	2	9,18	1,78	0,1764
Grup içi	371,96	72	5,16		
Genel	390,32	74			

Çizelge 3.28 Çift çeper kalınlıklarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar (mikron)

Çift Çeper Kalınlığı	N	Ortalama	Eş Gruplar	
32SR°	25	10,52	X	
22SR°	25	11,33	X	
53SR°	25	11,71	X	
İnteraksiyon			Fark	± Limit
22SR°-32SR°			1,012	1,49
22SR°-53SR°			0,101	1,49
32SR°-53SR°			-0,910	1,49

Çizelge 3.28’de görüldüğü gibi kağıt hamurlarının dövülmesi ile çift çeper kalınlıklarında oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

3.4 LİF BOYUTLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Triticale saplarının değişik morfolojik kısımlarına ait lif boyut ilişkileri Çizelge 3.29’da verilmiştir.

Çizelge 3.29 *Triticale* saplarının değişik morfolojik kısımlarının lif boyut ilişkileri

İlişkiler	Morfolojik Kısımlar			
	Boğum Arası	Boğum	Yaprak	Başak
Keçeleşme Oranı	37,03	50,35	82,34	60,86
Elastiklik Katsayısı	29,48	36,87	41,97	39,68
Katılık Katsayısı	30,34	36,06	32,54	27,47
Runkel Sınıflaması	2,06>1	1,95>1	1,64>1	1,30>1

3.4.1 Keçeleşme Oranı

Keçeleşme oranının yüksekliği kağıt sağlamlığını olumlu yönde etkilemektedir. Genellikle bu oran ibrelilerde 70-90 arasında iken yapraklılarda 40-60 arasındadır (İbrahim, 1975; Eroğlu, 1980). *Triticale* saplarının keçeleşme oranı çeşitli morfolojik kısımlara göre değişmektedir. Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi keçeleşme oranı başak ve yaprakta en yüksek değeri gösterirken; diğer morfolojik kısımlarda bu oran nispeten daha düşüktür. Tüm sapta keçeleşme oranının ağırlıklı ortalaması 57,92 olarak bulunmuştur.

3.4.2 Elastikiyet Katsayısı

Triticale sapı liflerinin elastikiyet katsayıları çeşitli morfolojik kısımlarına göre değişikliklik göstermektedir. Çizelge 4.29’da görüldü gibi en fazla yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Tüm sapta elastikiyet katsayısı ağırlıklı ortalaması 36,70 olarak

bulunmuştur. Dolayısıyla *Triticale* saplarının lifleri kalın çeperli, dar lümenli ve yassılaştırması zor olan lif karakteri gösterir.

3.4.3 Katılık Katsayısı

Triticale saplarının katılık katsayısı çeşitli morfolojik kısımlara göre değişmekte olup tüm sapta ortalama katılık katsayısı 31,21 dolayında olduğu tespit edilmiştir.

3.4.4 Runkel Sınıflaması

Runkel'in sınıflamasına göre *Triticale* saplarındaki liflerin ağırlıklı ortalama değeri 1,70 civarında olup, 1 den büyük olduğu için Runkel'in sınıflamasına göre kalın çeperli lifler grubuna girmektedir. Aşağıdaki Çizelge 3.29'da literatürlerde rastlanan bazı ağaç türleri ile bazı bitki saplarının lif boyut ilişkileri verilmiştir.

Çizelge 3.30 Değişik bazı ağaç türleri ile bazı yıllık bitki saplarındaki lif boyut ilişkileri

Ağaç ve yıllık bitki türü	Keçeleşme Oranı (%)	Elastiklik Katsayısı	Katılık Katsayısı	Runkel'in Sınıflaması	Kaynaklar
Ökalyptüs					
Genç	52,08	45,20	27,66	1,22	Huş et al. 1975
Yaşlı	59,59	47,60	26,20	1,10	
Doğu Kayını	59,70	27	37	2,87	Tank 1978
Doğu Gürgeni	72,3	41	42	1,41	Tank 1978
Doğu Ladini					
10 cm çapında	119,46	66,92	16,24	0,48	Bostancı 1978
50 cm çapında	130,70	69,15	15,44	0,45	
Doğu Çınarı	68,3	45,13	27,4	1,25	Tank 1980
Sarıçam	78,3	60,02	19,97	0,66	Akkayan 1983
Buğday Sapı	100	33,33	31,31	0,65	İstek 1999
Çavdar Sapı	77,56	28,57	32,73	2,29	Usta 1985
Ayçiçek Sapı	58,21	70,54	14,80	-	Bostancı 1980
Pamuk sapı	38,76	71,97	14,80	0,41	Gencer 1998

3.5 KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımları üzerinde yapılan ortalama kimyasal analiz sonuç değerleri, çözünürlük sonuçları ve standart sapmalarına ait değerler Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının kimyasal analiz sonuçları (%)

	Deney Adı	Tüm Sap	Boğum Arası	Boğum	Yaprak	Başak
Analiz Oranları (%)	Selüloz	49,27	51,25	43,98	48,58	45,17
	Lignin	16,96	16,06	14,73	16,06	19,4
	Holoseküloz	73,78	75,57	75,68	71,98	72,26
	Kül	3,53	3,14	6,3	8,52	7,6
Çözünürlük Sonuçları (%)	Sıcak Su	15,96	13,94	23,52	16,13	17,54
	Soğuk Su	14,23	12,85	22,39	12,13	12,96
	%1’lik NaOH	42,68	42,09	48,40	47,47	47,76
	Alkol-Benzen	9,24	8,36	9,58	11,95	8,33

3.5.1 Holoseküloz Oranı

Wise’in klorit yöntemine göre asitte çözünmeyen lignin düzeltmesi yapılmış *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan minimum, maksimum, ortalama holoseküloz oranları ve standar sapmaları Çizelge 4.32’de, holoseküloz oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33’de, ortalama holoseküloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 4.34’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.32 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama holoselüloz oranları (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	72,26	0,40	71,85	72,66
Boğum	3	75,68	0,27	75,47	76,0
B. Arası	3	75,57	0,33	75,23	75,89
Yaprak	3	71,98	0,73	71,55	72,84
Tüm Sap		73,78	0,58	73,20	74,36
Toplam:		73,85			

Triticale çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan holoselüloz oranları birbirinden farklı olup, en yüksek holoselüloz oranı boğumda, en düşük holoselüloz oranının ise başakta olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.33 %Holoselüloz oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	36,97	4	9,243668	747,9	0,0000*
Grup içi	2,46	10	0,724		
Genel	39,44	14			

*P<0,01

Çizelge 3.33'de görüldüğü gibi başak-boğum, başak-boğum arası, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, boğum arası-yaprak, boğum arası-tüm sap ve yaprak-tüm sap arası farkının %95 güven aralığında önemli iken, başak-yaprak ve boğum-boğum arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.34 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama holoselüloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar

Holoselüloz Oranı (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Yaprak	3	71,98	X	
Başak	3	72,26	X	
Tüm Sap	3	73,78	X	
Boğum Arası	3	75,57	X	
Boğum	3	75,68	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak-Boğum			-3,42*	1,33
Başak-B.Arası-			-3,30*	1,33
Başak-Yaprak			0,27	1,33
Başak-Tüm Sap			-1,52*	1,33
Boğum-B.Arası-			0,11	1,33
Boğum-Yaprak			3,7*	1,33
Boğum-Tüm Sap			1,9*	1,33
B.Arası-Yaprak			3,58*	1,33
B.Arası-Tüm Sap			1,78*	1,33
Yaprak-Tüm Sap			-1,8*	1,33

* P<0,05

3.5.2 Selüloz Oranı

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama selüloz oranları, minimum ve maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.35’de, selüloz oranları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.36’da, ortalama selüloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.37’de verilmiştir.

Çizelge 3.35 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama selüloz oranları (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	45,17	0,40	44,73	45,52
Boğum	3	43,98	0,15	43,87	44,16
B. Arası	3	51,25	0,52	50,68	51,70
Yaprak	3	48,58	0,50	48,03	49,01
Tüm Sap	3	49,27	0,49	48,74	49,72
Toplam:		47,65			

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarındaki selüloz oranları Çizelge 3.35’de görüldüğü gibi, en yüksek selüloz oranı değerinin %51,25 ile boğum arasında, en düşük selüloz oranının ise %43,98 ile boğumda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.36 %Selüloz oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	108,20	4	27,05	141,45	0,0000*
Grup içi	1,91	10	0,19		
Genel	110,11	14			

*P<0,01

Çizelge 3.37 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama selüloz oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar

Selüloz Oranı (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
	3	43,98	X	
Boğum	3	45,17	X	
Boğum Arası	3	45,58	X	
Yaprak	3	49,27	X	
Tüm Sap	3	51,25	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			1,18*	
Başak- B.Arası-			-6,08*	
Başak- Yaprak			-3,41*	
Başak-Tüm Sap			-4,10*	
Boğum- B.Arası-			-7,26*	
Boğum-Yaprak			-4,60*	
Boğum-Tüm Sap			-5,29*	
B.Arası-Yaprak			2,66*	
B.Arası-Tüm Sap			1,97*	
Yaprak-Tüm Sap			-0,68	

* P<0,05

Çizelge 3.37’ de görüldüğü gibi başak-boğum, başak-boğum arası, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, boğum arası-yaprak, boğum arası-tüm sap, başak-

yaprak ve boğum-boğum arası farkının %95 güven aralığında önemli olduğu, ancak yaprak-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

3.5.3 Lignin Oranı

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama lignin oranları, minimum, maksimum miktarları ve standart sapmaları Çizelge 3,38’de, lignin oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3,39’da, ortalama lignin oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3,40’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.38 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama lignin oranları (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	19,4	0,38	18,98	19,73
Boğum	3	14,73	0,41	14,27	15,07
B. Arası	3	16,06	0,14	15,92	16,21
Yaprak	3	16,06	0,68	15,27	16,49
Tüm Sap		16,96	0,51	16,42	17,45
Toplam:		16,64			

%72 lik sülfürik asitte çözünmeyen lignin oranları ve kül hariç lignin oranları Çizelge 3.38’de gösterilmiş olup, en yüksek lignin oranının %19,4 ile başakta bulunmuştur.

Çizelge 3.39 %Lignin oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	36,6	4	9,01	41,70	0,0000*
Grup içi	2,16	10	0,21		
Genel	38,22	14			

* P<0,01

TE. FÜRDÜKÖÇETİM KURULU
DENEYİMLER MERKEZİ

Çizelge 3.40’da görüldüğü gibi başak-boğum, başak-boğum arası, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, başak-yaprak ve boğum-boğum arası farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, ancak boğum arası-yaprak, yaprak-tüm sap ve boğum arası-tüm sap arasındaki farkın ise %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.40 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama lignin oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Lignin Oranı (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
	3	14,73	X	
Boğum	3	16,06	X	
Boğum Arası	3	16,06	X	
Yaprak	3	16,96	X	
Tüm Sap	3	19,4	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			4,66*	1,24
Başak- B.Arası-			3,33*	1,24
Başak-Yaprak			3,33*	1,24
Başak-Tüm Sap			2,43*	1,24
Boğum- B.Arası-			-1,33*	1,24
Boğum-Yaprak			-1,33*	1,24
Boğum-Tüm Sap			-2,23*	1,24
B.Arası-Yaprak			0,1	1,24
B.Arası-Tüm Sap			-0,9	1,24
Yaprak-Tüm Sap			-0,9	1,24

* P<0,05

3.5.4 Kül Oranı

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama kül oranları, minimum ve maksimum değerleriyle standart sapmaları Çizelge 3.41’da, kül oranları ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.42’de, ortalama kül oranlarının %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.43’de verilmiştir.

Çizelge 3.41 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama kül oranları (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	7,60	0,18	7,42	7,78
Boğum	3	6,3	0,38	5,98	6,63
B. Arası	3	3,14	0,16	3,01	3,33
Yaprak	3	8,52	0,17	8,34	8,68
Tüm Sap		3,53	0,25	3,25	3,72
Toplam:		5,82			

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında belirlenen kül oranları Çizelge 3.41’de verilmiş olup, en yüksek kül oranına %8,52 ile yapraklarda en az kül oranının ise %3,14 ile boğum arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.42 Kül oranı ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	69,32	4	17,33	286,54	0,0000*
Grup içi	0,60	10	0,6		
Genel	69,93	14			

* P<0,01

Çizelge 3.43’de görüldüğü gibi başak-boğum, başak-boğum arası, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, başak-yaprak, boğum-boğum arası, boğum arası-yaprak ve yaprak-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, ancak boğum arası-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.43 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında bulunan ortalama kül oranlarının %95 güven aralığında farklılıkları gösteren tukey testine ait sonuçlar

Kül Oranı (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum Arası	3	3,14	X	
Tüm Sap	3	3,53	X	
Boğum	3	6,3	X	
Başak	3	7,6	X	
Yaprak	3	8,52	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			1,30*	0,66
Başak- B.Arası-			4,46*	0,66
Başak-Yaprak			0,92*	0,66
Başak-Tüm Sap			4,07*	0,66
Boğum- B.Arası-			3,15*	0,66
Boğum-Yaprak			-2,22*	0,66
Boğum-Tüm Sap			2,76*	0,66
B.Arası-Yaprak			-5,38*	0,66
B.Arası-Tüm Sap			-0,39	0,66
Yaprak-Tüm Sap			-4,99*	0,66

* P<0,05

3.6 ÇÖZÜNÜRLÜK DENEYLERİ SONUÇLARI

3.6.1 Soğuk Su Çözünürlüğü

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının soğuk su çözünürlükleri, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.44'de, soğuk su çözünürlükleri ve etkileşimlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.45'de, soğuk su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.46'de verilmiştir.

Çizelge 3.44 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının soğuk su çözünürlükleri (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	12,96	0,73	12,21	13,67
Boğum	3	22,39	0,24	22,18	22,67
B. Arası	3	12,85	0,41	12,4	13,21
Yaprak	3	12,13	0,16	11,97	12,3
Tüm Sap		14,23	0,29	14,02	14,57
Toplam:		14,91			

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının ortalama soğuk su çözünürlükleri birbirinden farklıdır. Çizelge 3.44’de görüldüğü gibi, en yüksek soğuk su çözünürlüğü %22,39 ile boğumda, en düşük soğuk su çözünürlüğünün ise %12,13 ile yaprakta olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.45 Soğuk su çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	216,75	4	54,18	307,29	0,0000*
Grup içi	1,76	10	0,17		
Genel	218,51	14			

* P<0,01

Aşağıdaki Çizelge 3.46’da görüldüğü gibi başak-boğum, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, başak-yaprak ve boğum- boğum arası, yaprak-tüm sap ve boğum arası-tüm sap arasındaki farkın ise %95 güven aralığında önemli olduğu, ancak başak-boğum arası boğum arası-yaprak arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.46 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının soğuk su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar

Soğuk Su Çözünürlüğü (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Yaprak	3	12,13	X	
Boğum Arası	3	12,85	X	
Başak	3	12,96	X	
Tüm Sap	3	14,23	X	
Boğum	3	22,39	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			-9,43*	1,12
Başak- B.Arası-			0,10	1,12
Başak-Yaprak			0,83	1,12
Başak-Tüm Sap			-1,27*	1,12
Boğum- B.Arası-			9,54*	1,12
Boğum-Yaprak			10,26*	1,12
Boğum-Tüm Sap			8,16*	1,12
B.Arası-Yaprak			0,72	1,12
B.Arası-Tüm Sap			-1,38*	1,12
Yaprak-Tüm Sap			-2,10*	1,12

* P<0,05

3.6.2 Sıcak Su Çözünürlüğü

Triticale sapslarının çeşitli morfolojik kısımlarının ortalama sıcak su çözünürlükleri ve standart sapmaları Çizelge 3.47’de, sıcak su çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi Çizelge 3.48’de, sıcak su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.49’da verilmiştir.

Çizelge 3.47 *Triticale* sapslarının çeşitli morfolojik kısımlarının sıcak su çözünürlükleri (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	17,54	0,44	17,04	12,87
Boğum	3	23,52	0,29	23,18	23,74
B. Arası	3	13,94	0,40	13,49	14,28
Yaprak	3	16,13	0,26	15,82	16,3
Tüm Sap	3	15,96	0,42	15,48	16,24
Toplam:		17,42			

Triticale sapslarının çeşitli morfolojik kısımlarında sıcak su çözünürlükleri Çizelge 3.47 da verilmiş olup, en yüksek sıcak su çözünürlüğü %23,52 ile boğumda, en düşük sıcak su çözünürlüğünün ise %15,96 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.48 %Sıcak su çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	159,22	4	39,80	283,93	0,0000*
Grup içi	1,40	10	0,14		
Genel	160,62	14			

* P<0,01

Aşağıdaki Çizelge 3.49’da görüldüğü gibi başak-boğum, başak-tüm sap, boğum-yaprak, boğum-tüm sap, başak-yaprak, boğum-boğum arası, boğum arası-tüm sap, başak-boğum arası ve boğum arası-yaprak arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, sadece yaprak-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.49 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının sıcak su çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar

Sıcak Su Çözünürlüğü (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum Arası	3	13,94	X	
Tüm Sap	3	15,96	X	
Yaprak	3	16,13	X	
Başak	3	17,54	X	
Boğum	3	23,52	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			-5,97*	1,0
Başak- B.Arası-			3,59*	1,0
Başak-Yaprak			1,41*	1,0
Başak-Tüm Sap			1,58*	1,0
Boğum- B.Arası-			9,57*	1,0
Boğum-Yaprak			7,39*	1,0
Boğum-Tüm Sap			7,55*	1,0
B.Arası-Yaprak			-2,18*	1,0
B.Arası-Tüm Sap			-2,01*	1,0
Yaprak-Tüm Sap			0,16	1,0

*P<0,05

3.6.3 % 1'lik NaOH Çözünürlüğü

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının minimum, maksimum, ortalama %1 NaOH çözünürlükleri ve standart sapmaları Çizelge 3.50'de, %1 NaOH çözünürlükleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.51'de, %1 NaOH çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.52'de verilmiştir.

Çizelge 3.50 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının %1 NaOH çözünürlükleri (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	47,76	0,52	47,16	48,1
Boğum	3	48,40	0,24	48,16	48,64
B. Arası	3	42,09	0,27	41,86	42,4
Yaprak	3	47,47	0,30	47,24	47,82
Tüm Sap		42,68	0,32	42,31	42,89
Toplam:		45,68			

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının %1 NaOH çözünürlükleri Çizelge 3.50 de verilmiş olup, en yüksek %1 NaOH çözünürlüğü %48,40 ile boğumda, yine en düşük %1 NaOH çözünürlüğünün ise %42,09 ile boğum arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.51 NaOH Çözünürlüğü (%1) ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	110,52	4	27,63	229	0,0000*
Grup içi	1,20	10	0,12		
Genel	111,73	14			

* P<0,01

Burada, başak-boğum arası, başak-tüm sap, boğum- boğum arası, boğum-tüm sap, boğum arası-yaprak ve yaprak-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, başak-boğum, başak-yaprak ve boğum arası-tüm sap arasındaki farkın ise %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.52 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının %1 NaOH çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren tukey testine ait sonuçlar

%1 NaOH Çözünürlüğü (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Boğum Arası	3	42,09	X	
Tüm Sap	3	42,68	X	
Yaprak	3	47,47	X	
Başak	3	47,76	X	
Boğum	3	48,40	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			-0,64	0,93
Başak- B.Arası-			5,66*	0,93
Başak-Yaprak			0,28	0,93
Başak-Tüm Sap			5,08*	0,93
Boğum- B.Arası-			6,31*	0,93
Boğum-Yaprak			0,93	0,93
Boğum-Tüm Sap			5,72*	0,93
B.Arası-Yaprak			-5,38*	0,93
B.Arası-Tüm Sap			-0,58	0,93
Yaprak-Tüm Sap			4,79*	0,93

* P<0,05

3.6.4. Alkol-Benzen Çözünürlüğü

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının minimum, maksimum, ortalama alkol benzen çözünürlükleri ve standart sapmaları Çizelge 3.53’de, alkol benzen çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları 3.54’de, ortalama alkol benzen çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise 3.55’de verilmiştir.

Çizelge 3.53 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının alkol benzen çözünürlükleri (%)

Morfolojik Kısım	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Başak	3	8,33	0,09	8,23	8,42
Boğum	3	9,58	0,21	9,34	9,73
B. Arası	3	8,36	0,18	8,19	8,56
Yaprak	3	11,95	0,06	11,89	12,02
Tüm Sap		9,24	0,09	9,17	9,35
Toplam:		9,49			

Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarında alkol benzen çözünürlükleri Çizelge 3.53’de verildiği gibi en yüksek alkol benzen çözünürlüğünün %11,95 ile yapraklarda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.54 Alkol-benzen çözünürlüğü ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	26,15	4	6,53	323,38	0,0000*
Grup içi	0,20	10	0,02		
Genel	26,35	14			

* P<0,01

Çizelge 3.55’de görüldüğü gibi başak-boğum, başak-yaprak, başak-tüm sap, boğum-boğum arası, boğum-yaprak, boğum arası-yaprak, boğum arası-tüm sap, yaprak-tüm sap arasındaki farkın %95 güven aralığında önemli olduğu, fakat başak-boğum arası ve boğum-tüm sap ve arasındaki farkın ise %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.55 *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının ortalama alkol benzen çözünürlüklerinin %95 güven aralığında farklılıklarını gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Alkol Benzen Çözünürlüğü (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Başak	3	8,33	X	
Boğum Arası	3	8,36	X	
Tüm Sap	3	9,24	X	
Boğum	3	9,58	X	
Yaprak	3	11,95	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
Başak- Boğum			-1,24*	
Başak- B.Arası-			-0,02	
Başak-Yaprak			-3,61*	
Başak-Tüm Sap			-0,91*	
Boğum- B.Arası-			1,21*	
Boğum-Yaprak			-2,37*	
Boğum-Tüm Sap			0,33	
B.Arası-Yaprak			-3,58*	
B.Arası-Tüm Sap			-0,88*	
Yaprak-Tüm Sap			2,70*	

* P<0,05

3.7 TRİTİCALE SAPLARINDAN OKSİT İLAVELİ OKSİJEN ALKALİ YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN KAĞIT HAMURLARININ VERİM VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Triticale saplarından oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle yapılan pişirme denemeleri şartları, elde edilen hamurların elek verimleri, elek artıkları, toplam verimleri ve kappalar numaralarına ait bulgular Çizelge 3.55’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.56’da görüldüğü gibi değişik koşullarda 27 adet ön deneme pişirmesi yapılmıştır. Bu pişirmelerde sadece elek verimleri dikkate alındığında, optimum pişirme koşulları olarak; pişirme sıcaklığının 120°C, pişirme süresinin 20 dakika ve Al₂O₃ oranının %1 olarak alındığı 10’numlu pişirme denemesi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.56 *Triticale* saplarından oksit ilaveli oksijen alkali pişirmeleri sonucunda elde edilen hamurların elek verimleri, elek artıkları, toplam verimleri, kappa numaraları ve hamurda kalan klosan lignin miktarları

P. No	Pişirme Şartları	Elennmiş Verim(%)	Elek Artığı (%)	Toplam Verim(%)	Kappa Numarası	Klosan Lignini
1	110°C-20dak.-%1Al ₂ O ₃	46,85	9,20	56,05	37,29	4,84
2	110°C-20dak.-%2Al ₂ O ₃	44,34	9,60	53,94	37,28	4,84
3	110°C-20dak.-%3Al ₂ O ₃	43,51	9,01	52,52	37,17	4,83
4	110°C-40dak.-%1Al ₂ O ₃	47,88	8,87	56,75	35,20	4,57
5	110°C-40dak.-%2Al ₂ O ₃	47,83	8,65	56,48	34,30	4,50
6	110°C-40dak.-%3Al ₂ O ₃	47,53	8,33	55,86	34,16	4,44
7	110°C-60dak.-%1Al ₂ O ₃	46,70	7,82	54,52	33,81	4,40
8	110°C-60dak.-%2Al ₂ O ₃	45,25	6,79	52,04	34,13	4,44
9	110°C-60dak.-%3Al ₂ O ₃	45,04	6,73	51,77	33,40	4,34
10	120°C-20dak.-%1Al ₂ O ₃	49,19	7,01	56,20	32,66	4,25
11	120°C-20dak.-%2Al ₂ O ₃	48,06	6,46	54,52	32,31	4,20
12	120°C-20dak.-%3Al ₂ O ₃	47,89	6,41	54,30	31,46	4,09
13	120°C-40dak.-%1Al ₂ O ₃	46,82	5,79	52,61	30,78	4,0
14	120°C-40dak.-%2Al ₂ O ₃	45,88	5,50	51,38	30,60	3,98
15	120°C-40dak.-%3Al ₂ O ₃	44,92	5,36	50,28	29,87	3,88
16	120°C-60dak.-%1Al ₂ O ₃	47,88	6,64	54,52	29,21	3,80
17	120°C-60dak.-%2Al ₂ O ₃	47,26	6,29	53,55	29,30	3,81
18	120°C-60dak.-%3Al ₂ O ₃	46,03	5,81	51,84	29,08	3,78
19	130°C-20dak.-%1Al ₂ O ₃	47,72	5,73	53,45	29,13	3,79
20	130°C-20dak.-%2Al ₂ O ₃	46,23	5,04	51,27	28,98	3,77
21	130°C-20dak.-%3Al ₂ O ₃	45,72	4,84	50,56	28,50	3,71
22	130°C-40dak.-%1Al ₂ O ₃	46,53	4,91	51,44	32,00	4,16
23	130°C-40dak.-%2Al ₂ O ₃	45,77	4,81	50,58	31,66	4,12
24	130°C-40dak.-%3Al ₂ O ₃	44,58	4,58	49,16	30,10	3,91
25	130°C-60dak.-%1Al ₂ O ₃	47,18	5,08	52,26	30,57	3,97
26	130°C-60dak.-%2Al ₂ O ₃	46,00	4,88	50,88	29,10	3,78
27	130°C-60dak.-%3Al ₂ O ₃	45,05	4,58	49,63	28,82	3,75
*28	120°C-20dak.-%1Al ₂ O ₃	50,70	6,81	57,50	31,53	4,09
**29	120°C-20dak.-%1Al ₂ O ₃	51,63	7,16	58,79	32,30	4,12

* %0,05Antrakininon

** %0,1Antrakininon

Daha sonra bu koşullarda %0,05-%0,1oranında antrakininon ilavesi ile 2 adet pişirme denemesi yapılarak, antrakininonun verime ve elde edilen deneme kağıtlarının fiziksel ve optik özelliklerine olan etkileri belirlenmiştir.

Triticale saplarından oksit ilaveli oksijen alkali pişirmeleri sonucunda elde edilen hamurların elek verimleri, elek artıkları, toplam verimleri, kappa numaraları ve kağıt hamurlarında kalan klosan lignin miktarları Çizelge 3.56'da, pişirme denemeleri sonucunda elde edilen siyah çözelti analizine ait bulgular ise Çizelge 3.57'de verilmiştir.

Çizelge 3.57 *Triticale* saplarından oksit ilaveli oksijen alkali pişirmeleri sonucunda elde edilen siyah çözelti analizine ait bulgular

P. No	Siyah Çözelti Analizleri (%)						
	Na ₂ CO ₃	Borne	Dansite	Anorganik Madde	Organik Madde	P _H	NaOH (g/l)
1	13,33	8	1,054	34,53	65,47	12,4	4,0
2	12,71	7,7	1,053	39,21	60,79	12,4	4,3
3	12,09	7,9	1,054	27,29	72,71	12,5	4,3
4	13,13	7,8	1,053	34,57	65,43	12,2	3,7
5	13,64	7,6	1,052	21,26	78,74	12,3	3,1
6	14,26	8,1	1,055	25,18	74,82	12,4	4,3
7	12,71	8,2	1,056	31,23	68,77	11,8	5,0
8	14,71	8,1	1,054	31,59	68,41	12,0	4,0
9	12,09	8	1,056	26,02	73,98	12,1	4,3
10	12,71	8	1,056	24,35	75,65	12,0	2,8
11	13,33	7,9	1,056	26,30	73,70	11,9	3,4
12	13,95	7,8	1,056	27,62	72,38	12,1	3,7
13	13,33	8	1,056	20,20	79,80	11,5	3,4
14	14,26	8,1	1,054	22,49	77,51	11,3	3,1
15	14,26	7,8	,056	23,60	76,40	11,8	2,8
16	13,33	8	1,056	25,38	76,52	10,8	4,0
17	14,57	8,2	1,059	23,48	76,52	11,8	2,5
18	14,26	7,9	1,056	24,30	75,70	11,1	2,5
19	13,33	8,5	1,060	27,21	72,79	11,1	3,1
20	14,57	8	1,058	26,34	73,66	10,6	3,7
21	14,26	8,2	1,057	27,16	72,84	11,0	4,7
22	13,95	7,9	1,056	25,88	74,12	10,8	3,1
23	13,64	8,5	1,058	27,98	72,02	10,5	3,1
24	13,33	8	1,056	26,79	73,21	10,4	2,8
25	14,57	8,2	1,058	20,79	79,21	10,6	2,2
26	13,33	8,1	1,060	23,57	76,43	10,4	3,4
27	14,88	8,5	1,054	28,78	71,22	11,0	3,1
28	12,08	7,7	1,053	33,82	66,17	12,19	4
29	12,40	7,6	1,054	30,95	69,09	12,09	4

Tüm pişirme denemelerinde; NaOH oranı %16, ön O₂ basıncı 8 kg/cm², çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit alınmıştır.

Triticale saplarından oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle kağıt hamuru üretiminde pişirme parametrelerinin elenmiş verim ve kappa numarasına etkileri ayrı incelenerek belirlenmiştir.

3.8 PİŞİRME PARAMETRELERİNİN ELENMİŞ VERİM ÜZERİNE ETKİSİ

Pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve Al₂O₃ oranı parametrelerinin etkilerini incelemek için elenmiş verim ve elek artığı ve toplam verime ait sonuçlar Çizelge 3.58'de, üretilen kağıt hamurlarının verimi ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.59'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.58 *Triticale* saplarından oksit ilaveli O₂-NaOH metoduyla yapılan farklı pişirme şartları, elek verimleri, elek artıkları ve toplam verimleri (%)

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

*Pişirmeler sonucu elde edilen en yüksek elek verimi

Elde edilen kağıt hamuru verimi en yüksek 120°C pişirme sıcaklığı, 20 dak. pişirme süresi ve %1 Al₂O₃ oranı ile %49,19 olarak bulunmuştur. Yine yukarıdaki Çizelgeden de görüleceği gibi en düşük kağıt hamuru veriminin ise %45,04 olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.59 Üretilen kağıt hamurlarının verimi ve etkileşimlerine 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*
Etkileşimler					
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<0,01

3.8.1 Pişirme Sıcaklığının Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

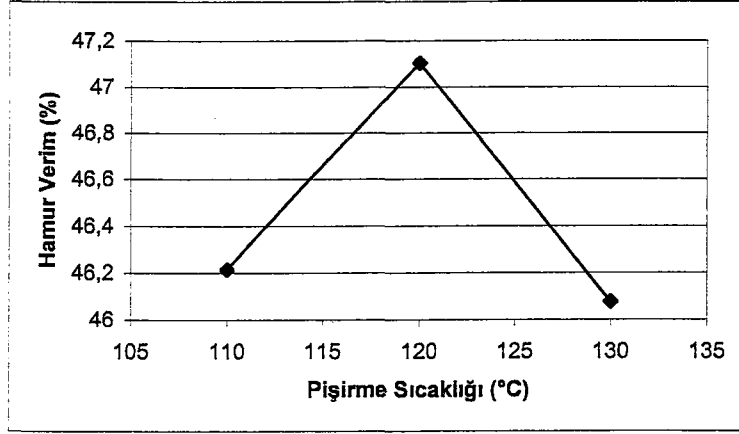
Üretilen deneme kağıtların % 95 güven aralığında, pişirme sıcaklığının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.60'da verilmiştir.

Çizelge 3.60 Kağıt hamuru verimine % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığının etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar.

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	9	46.075	X	
110°C	9	46.214	X	
120°C	9	47.103	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-0,888*	0.512
110°C-130°C			0,138	0.512
120°C-130°C			1,027*	0.512

* P<0,05

Pişirme denemelerinde sıcaklığın 110°C' den 120°C 'ye çıkarılması durumunda elenmiş verimin arttığı ve maksimum değere ulaştığı ve burada oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Sıcaklığın 120°C' den 130°C' ye çıkarılması halinde kağıt hamuru elenmiş veriminin azalığı gözlemlenmiş olup, yine bu azalmadaki farkında %95 güven aralığında önemli olduğu bulunmuştur. Şekil 3.4'de pişirme sıcaklığının elenmiş verim üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Pişirme sıcaklığının kağıt hamuru elenmiş verimine etkisi

Sıcaklık artışı ile elenmiş verim azalmaktadır. Bunun nedeni yüksek sıcaklıkta oksijenin etkisiyle hemiselülozların daha fazla miktarda çözünmesinden ileri gelmektedir (Eroğlu, 1980).

Yapılan çalışmada en uygun elenmiş verimin pişirme sıcaklığının 120°C alınması durumunda elde edileceği saptanmıştır. (*10' nolu pişirme denemesi) Ekonomiklik de göz önüne alındığında bu sıcaklık kademesinin seçilmesi uygun olacaktır.

3.8.2 Pişirme Süresinin Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Çizelge 3.61'de üretilen kağıt hamuru verimlerine % 95 güven aralığında pişirme süresinin etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar gösterilmiştir.

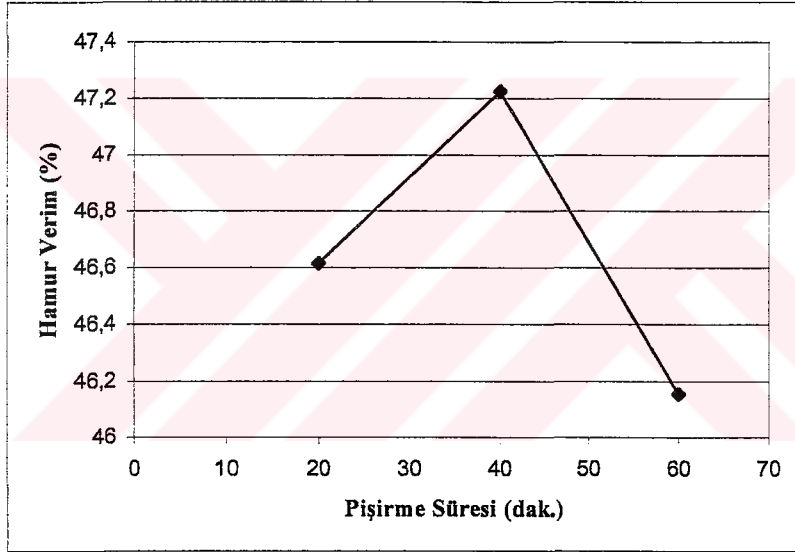
Çizelge 3.61 Kağıt hamur verimine % 95 güven aralığında pişirme süresinin etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
60	9	46.154	X	
40	9	47.226	X	
20	9	46.612	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			0.614*	0.512
20-60			0.458	0.512
40-60			1.072	0.512

* P<0,05

Piştirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya arttırılması ile elenmiş verimin artarak maksimum değere ulaştığı ve oluşan farkında %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Ancak piştirme süresinin 40 dakikadan 60 dakikaya artmasıyla elenmiş verimde düşüşün olduğu belirlenmiş olup, burada oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Buğday saplarının ön desilikasyonu ve bunun soda oksijen kağıt hamuruna etkileri adlı yapılan bir çalışmada, diğer piştirme parametreleri sabit tutularak piştirme süreleri 20, 30, 40 ve 60 dakika arak değiştirildiğinde elenmiş verimin %42.68, %42.8, 41.61 ve 40.22 olarak bulunduğu belirtilmiştir (Deniz, 1994). Şekil 3.5’de piştirme süresinin elenmiş verim üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Piştirme süresinin elenmiş verim üzerine etkisi.

3.8.3 Al_2O_3 'ün Elenmiş Verim Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmalarda Al_2O_3 oranının arttırılması ile elenmiş verimin azaldığı ve bu azalmadan dolayı oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu saptanmıştır. Piştirme denemeleri sonucunda en yüksek hamur veriminin %1 oranında Al_2O_3 kullanılması ile elde edileceği saptanmıştır.

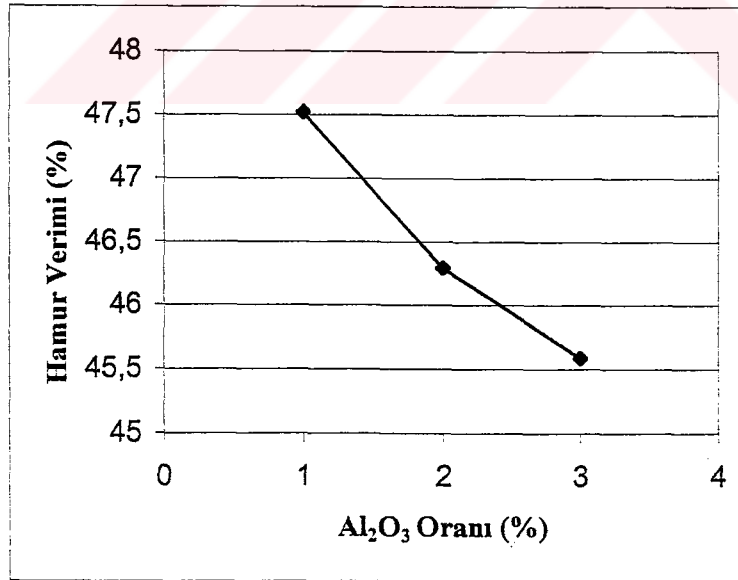
Çizelge 3.62’de % 95 güven aralığında Al_2O_3 oranının kağıt hamuru verimine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.62 Kağıt hamuru verimine %95 güven aralığında Al_2O_3 oranının etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar.

Al_2O_3	N	Ortalama	Eş Gruplar	
3	9	45,585	X	
2	9	46,291	X	
1	9	47,516	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			1.225*	0.5121
1-3			1.931*	0.5121
2-3			0.705*	0.5121

* $P < 0,05$

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada, NaOH %16, sıcaklık $140^{\circ}C$, pişirme süresi 40 dakika, oksijen basıncı 8 kg/cm^2 ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit alınmış, Al_2O_3 oranı %1, %2, %3 olarak değiştirilmiş ve elde edilen elenmiş hamur verimi değerlerinin %45.68, %43.94, 42.86 olarak bulunduğu belirtilmiştir (Tutuş, 2000). Şekil 3.6'da Al_2O_3 oranının hamur verimi üzerine etkisi verilmiştir.



Şekil 3.6. Pişirmede kullanılan Al_2O_3 oranının elenmiş verim üzerine etkisi.

3.9 PİŞİRME PARAMETRELERİNİN KAPPA NUMARASI ÜZERİNE ETKİSİ

27 adet pişirme denemesine ait kappa numarası sonuçları Çizelge 3.63’de, üretilen kağıt hamurlarının kappa numarası ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları ise 3.64’de verilmiştir.

Çizelge 3.63 Oksit ilaveli oksije alkali metoduyla farklı pişirme şartlarında 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

Çizelge 3.64 Üretilen kağıt hamurlarının kappa numarası ve etkileşimlerine 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
Etkileşimler					
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

** P<0,01

3.9.1 Pişirme Sıcaklığının Kappa Numarası Üzerine Etkisi

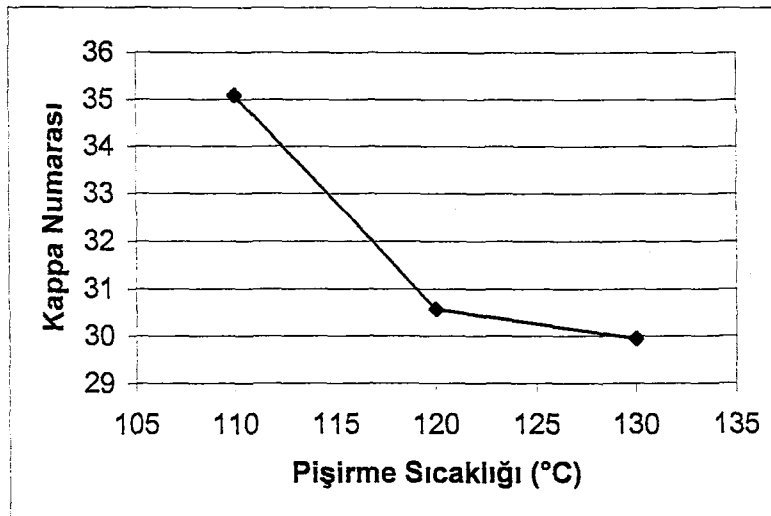
Çizelge 3.65’de üretilen kağıt hamurları kappa numaralarına %95 güven aralığında pişirme sıcaklığının etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.65 Kappa numaralarına % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığının etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	9	29.94	X	
120°C	9	30.568	X	
110°C	9	35.082	X	
Etkileşim			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

Pişirme sıcaklığının 110°C’ den 120°C ve 130°C’ ye çıkarılması ile kağıt hamurunun kappa numarası azalmıştır. Bu azalmanın %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Sıcaklığın 120°C’ den 130°C’ ye çıkarılması ile kağıt hamurunun kappa numarası yine azalmıştır. Ancak bu azalmanın %95 güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Şekil 3.7’de pişirme sıcaklığın kappa numarası üzerine etkisi görülmektedir.



Şekil 3.7. Pişirme sıcaklığının kappa numarası üzerine 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.

3.9.2 Pişirme Süresinin Kağıt Hamurunun Kappa Numarası Üzerine Etkisi

Çizelge 3.66'da % 95 güven aralığında pişirme süresinin kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testi ait sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.66 pişirme süresinin (% 95 güven aralığında) kappa numarasına etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar

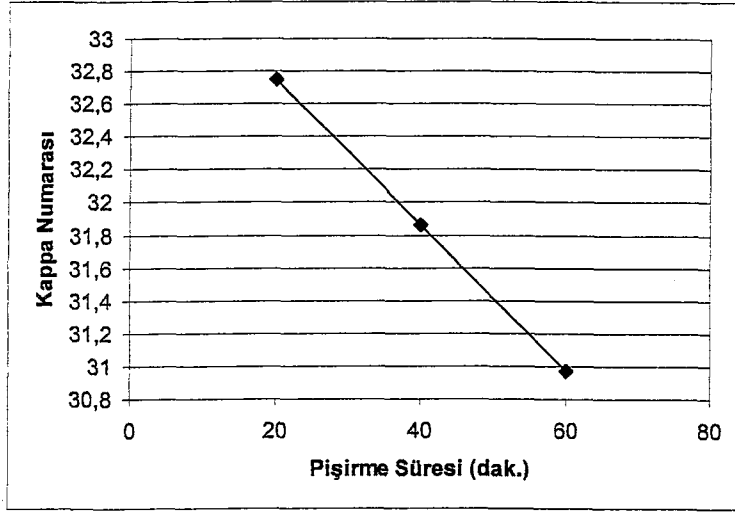
Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
60	9	30.977	X	
40	9	31.86	XX	
20	9	32.753	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			0.893	1.460
20-60			1.775*	1.460
40-60			0.882	1.460

* P<0,05

Çizelge 3.66'da görüleceği gibi 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 saptanmıştır. Yine pişirme süresinin 40 dakikadan 60 dakikaya çıkarılması ile oluşan farkında %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür.

Pişirme süresinin kappa numarası üzerine etkisi belirlemek için NaOH oranı %16, pişirme sıcaklığı 120°C, oksijen basıncı 6 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 5/1 alınarak sabit tutulup, süre 20, 40, 60 dakika olarak değiştirilmiş ve kappa numaraları 23,68, 20,15 ve 18,80 olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Tutuş, 2000). Benzer bir soda-oksijen çalışmasında, 120°C'de %12 NaOH ile 40 dakika pişirme ile elde edilen kağıt hamurunun kappa numarası 53,9, 80 dakikadaki kappa numarası 41,6

iken 120 dakikadaki kappa numarası 40,2 olarak rapor edilmiştir (Eroğlu, 1983). Aşağıdaki Şekil3.8’de pişirme süresinin kappa numarasına etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Pişirme süresinin kappa numarasına etkisi

3.9.3 Al₂O₃’ün Kağıt Hamuru Kappa Numarası Üzerine Etkisi

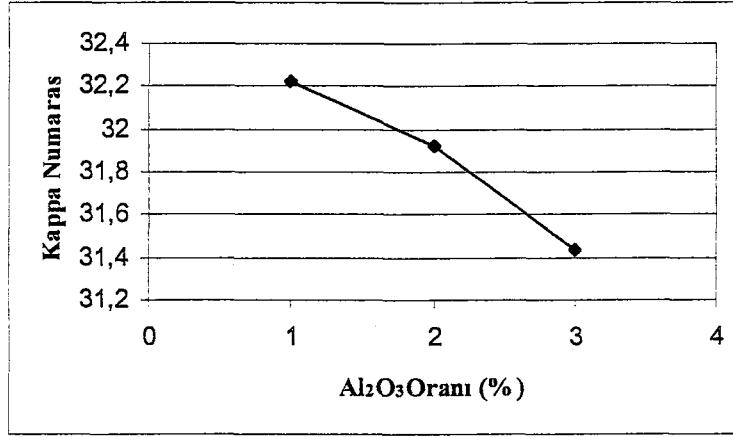
Çizelge 3.67’de % 95 güven aralığında Al₂O₃ oranının üretilen kağıt hamurlarının kappa numarasına etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.67 Al₂O₃ oranının % 95 güven aralığında kağıt hamurlarının kappa numarasına etkisini gösteren tukey testine ait sonuçlar

Al ₂ O ₃	N	Ortalama	Eş Gruplar	
3	9	31.437	X	
2	9	31.928	X	
1	9	32.224	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0.295	1.460
1-3			0.786	1.460
2-3			0.491	1.460

Pişirmede kullanılan Al₂O₃ oranının artırılması ile hamurun kappa numarası düşmektedir. Ancak kappa numaralarındaki bu azalma miktarından dolayı oluşan farkın % 95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Kappa numarası açısından en uygun Al₂O₃ oranının %3 olduğu görülür. Ancak ekonomiklik, elenmiş hamur verimi ve elde edilen kağıtların diğer özelliklerinin de hesaba

katılması gerekmektedir. Şekil 3.9'da Al_2O_3 oranının kappa numarasına etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Al_2O_3 oranının kappa numarasına etkisi.

3.10 TRITICALE SAPLARINDAN OKSİT İLAVELİ O_2 -NaOH YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN DENEME KAĞITLARININ FİZİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PİŞİRME PARAMETRELERİNİN ETKİSİ

Triticale saplarından oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle elde edile kağıtların fiziksel ve optik özelliklerini değerlendirmek için 50SR° serbestlik derecesinde üretilen kağıtlar esas alınmıştır. Fiziksel özelliklerden kopma uzunluğu, patlama indisi, yırtılma indisi, çekme enerji absorpsiyon değerleri, %gerilmeleri; optik özelliklerden beyazlık ve baskı opaklığı değerleri ayrı ayrı irdelenerek istatistik analizler yardımı ile en uygun parametreler belirlenmiştir.

Triticale saplarının oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle değişik koşullarda pişirilmesiyle elde edilen toplam 29 adet kağıt hamuru standartlara uygun olarak 20, 35 ve 50SR° serbestlik derecelerine kadar hollanderde dövülmüştür.

Her Schopper kademesine ait kağıtların ortalama gramajları, rutubetleri, kalınlıkları, dövme süreleri, dövme dereceleri, kopma uzunlukları, patlama indisleri, yırtılma indisleri, hava geçirgenlikleri beyazlıkları ve baskı opaklığı değerleri ve standart sapmaları ek çizelgeler bölümünde ayrı ayrı verilmiştir.

3.10.1 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Piştirme sıcaklığı, piştirme süresi ve Al_2O_3 oranı gibi piştirme parametrelerinin değiştirilerek yapılan 27 adet piştirme denemesi sonucu elde edilen kağıt hamurlarından yapılan deneme kağıtlarına ait kopma uzunlukları Çizelge 3.68’de verilmiştir.

Çizelge 3.68 Oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°deki kopma uzunlukları (km).

Piştirme Süresi (dakika)	Al_2O_3 (%)	Piştirme Sıcaklıkları(°C)		
		110	120	130
20	1	9,7490	9,3162	8,5955
	2	9,5697	9,8471	9,5098
	3	8,7592	9,2793	8,2613
40	1	9,1002	10,0803*	9,6136
	2	9,2672	9,2582	9,7762
	3	8,4683	8,8231	8,9778
60	1	9,7180	8,9941	9,4691
	2	9,8921	9,0104	8,5898
	3	8,6800	8,8009	8,6597

*Denemeler sonucunda elde edilen maksimum kopma uzunluğu

Çizelge 3.69 Üretilen kağıtların 50 SR°de kopma uzunluğu ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	2,29703	2	1,14851	2,29	0,1057
B: Süre	2,39026	2	1,19513	2,39	0,0967
C: Al_2O_3 Oranı	9,38102	2	4,69051	9,37	0,0002**
Etkileşimler					
AB	5,74355	4	1,43589	2,87	0,0265*
AC	0,907076	4	0,226769	0,45	0,7699
BC	5,53677	4	1,38419	2,77	0,0311*
ABC	4,55998	8	0,569997	1,14	0,3434
Hata	54,0541	108	0,500501		
Genel	84,8697	134			

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

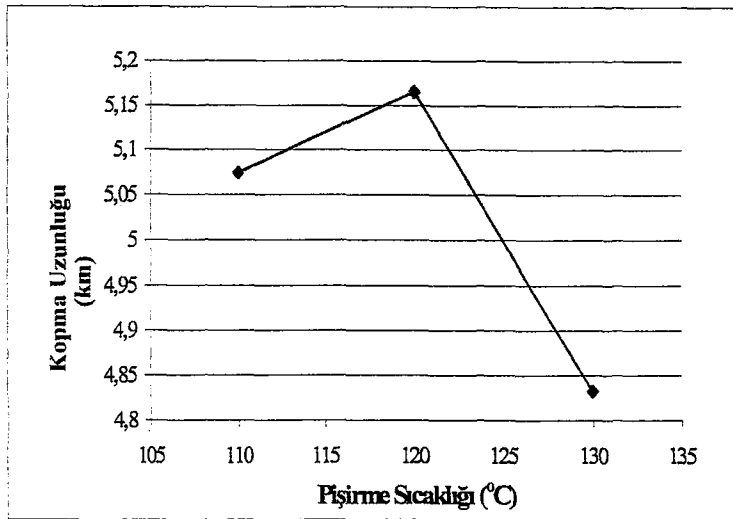
3.10.1.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Pişirme sıcaklığın %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.70’de verilmiştir.

Çizelge 3.70 Pişirme sıcaklığın %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
110°C	45	8,956	X	
130°C	45	9,050	X	
120°C	45	9,267	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-0,311	0,354
110°C-130°C			-0,094	0,354
120°C-130°C			0,217	0,354

Pişirme sıcaklığının 110°C’den 120°C’ye çıkarılması ile kağıdın kopma uzunluğu artmış ve maksimum değere ulaşmıştır. Ancak, bu artışın %95 güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Sıcaklığın 120°C’den 130°C’ye çıkarılması ile kopma uzunluğu azalmış olup, yine bu azalmadaki farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Şekil 3.10’da pişirme sıcaklığının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Pişirme sıcaklığının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada, NaOH oranı %16, süre 40 dak., oksijen basıncı 6 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit tutulup, sıcaklık değerleri 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilmiştir. Bu 3 pişirmeye ait kağıtların kopma uzunlukları 6,61 km, 6,46 km, 6,30 km olduğu belirtilmiştir (Tutuş, 2000).

3.10.1.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

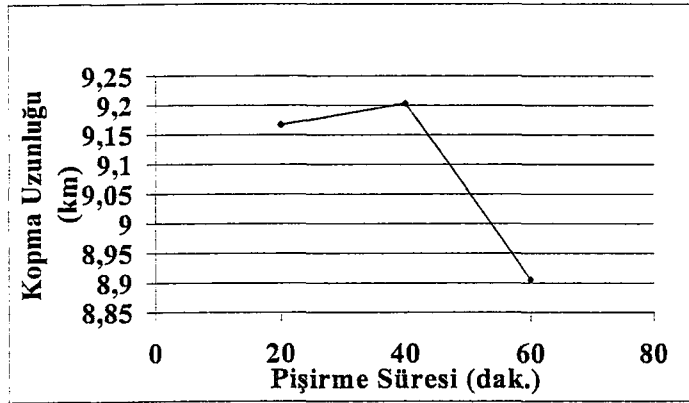
Pişirme süresinin %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.71’de verilmiştir.

Çizelge 3.71 Pişirme süresinin %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
60	45	8,904	X	
20	45	9,166	X	
40	45	9,203	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			-0,036	0,354
20-60			0,262	0,354
40-60			0,298	0,354

Pişirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ile kağıdın kopma uzunluğu artmış ve maksimum değere ulaşmıştır. Bu artışın %95 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmektedir. Sürenin 40 dakikadan 60 dakikaya çıkarılması ile kopma uzunluğu azalmıştır. Yine bu azalma ile oluşan farkında %95 önem düzeyinde önemli olmadığı saptanmıştır.

Çavdar saplarına uygulanan soda-oksijen çalışmasında NaOH oranı %16, sıcaklık 120°C, oksijen basıncı 5kg/cm², çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit tutulmuş ve pişirme süresi 30, 45 ve 60 dakika olarak değiştirilmiş ve bu şartlarda elde edilen kağıtların kopma uzunluklarının 7,8 km., 7,9km., 7,3km. olduğu bildirilmiştir (Usta, 1985). Şekil 3.11’de pişirme süresinin kağıdın kopma uzunluğuna etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Pişirme süresinin kağıdın kopma uzunluğuna etkisi

3.10.1.3. Al_2O_3 'ün Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Al_2O_3 oranı %1 olarak alındığında kopma uzunluğunun en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Al_2O_3 oranının %2'ye çıkarılması ile kopma uzunluğu azalmıştır. Yine Al_2O_3 oranının %2'dan %3'e çıkarılması ile kağıdın kopma uzunluğu daha da azalmıştır. Al_2O_3 oranının değiştirilmesinin %5 önem düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Al_2O_3 oranının %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.72'de verilmiştir.

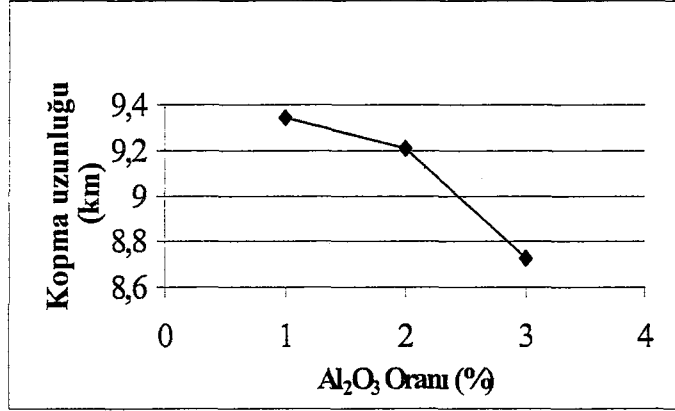
Çizelge 3.72 Al_2O_3 oranının %95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Al_2O_3	N	Ortalama	Eş Gruplar	
3	45	8,726	X	
2	45	9,207	X	
1	45	9,340	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0,133	0,354
1-3			0,613*	0,354
2-3			0,48*	0,354

* $P < 0,05$

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada, NaOH oranı %16, süre 60 dak., ve

             5/1 olarak sabit tutulup, Al_2O_3 değerleri %1, %2, %3 olarak artırılmış ve bu artışa bağlı olarak kopma uzunluğu değerleri 6,54, 6,32, 6,18 km. olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Tutuş, 2000). şekil 3.12’de pişirme kullanılan Al_2O_3 oranının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi g  sterilmiştir.



şekil 3.12. Pişirme kullanılan Al_2O_3 oranının kağıdın kopma uzunluğuna etkisi

3.10.2 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Patlama İndisi  zerine Etkisi

Pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve Al_2O_3 oranı gibi pişirme parametrelerinin değiştirilerek yapılan 27 adet pişirmeye ait deneme kağıtlarında belirlenen patlama indisleri  izelge 3.73’de, 50 SR’deki patlama indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları  izelge 3.74’de verilmiştir.

Çizelge 3.73 Oksit ilaveli O_2 -NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR’deki patlama indisleri ($kPam^2/g$).

Pişirme Süresi (dakika)	Al_2O_3 Oranı (%)	Pişirme Sıcaklıkları (�C)		
		110	120	130
20	1	5,543	5,833	5,084
	2	5,646	5,566	5,658
	3	5,180	5,573	4,976
40	1	5,689	5,763	5,757
	2	5,725	5,407	5,554
	3	5,564	5,356	5,230
60	1	6,303*	5,922	5,510
	2	5,514	5,743	5,972
	3	5,331	5,473	5,301

*Deneme kağıtlarından elde edilen en yüksek patlama indisi değeri

Çizelge 3.74 Üretilen kağıtların 50 SR°'de patlama indisi değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	1,164	2	0,582	9,70	0,0001**
B: Süre	0,689	2	0,344	5,74	0,0043**
C:Al ₂ O ₃ Oranı	4,449	2	2,224	37,06	0,0000**
Etkileşimler					
AB	0,765	4	0,191	3,19	0,0162*
AC	2,087	4	0,521	8,69	0,0000**
BC	0,309	4	0,077	1,29	0,2782
ABC	2,051	8	0,256	4,27	0,0002**
Hata	6,483	108	0,060		
Genel	18,001	134			

* P<0,05

** P<0,01

3.10.2.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 3.75'de 50 SR°'de üretilen kağıtların, % 95 güven aralığında pişirme sıcaklığının patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar gösterilmiştir.

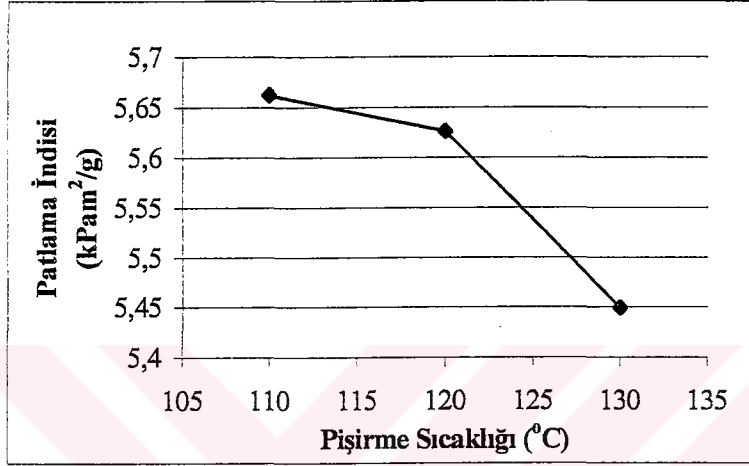
Çizelge 3.75 Pişirme sıcaklığının %95 güven aralığında patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	45	5,449	X	
120°C	45	5,626	X	
110°C	45	5,662	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			0,035	0,122
110°C-130°C			0,212*	0,122
120°C-130°C			0,176*	0,122

* P<0,05

Pişirme sıcaklığının 110°C'den 120°C'ye çıkarılması ile kağıdın patlama indisi değerleri azalmıştır. Ancak, bu azalmanın %95 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Sıcaklığın 130°C' ye çıkartılması ile patlama indisi değeri yine azalmış olup bu azalmanın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür.

Yapılan desilikasyonsuz buğday samanlarına uygulana bir oksijen-alkali pişirmesinde, NaOH oranı%16, süre 40dak., oksijen basıncı 5kg/cm² ve çözelti/sap oranı7/1 olarak sabit alınıp sıcaklık 105, 120, 140 ve 160°C olarak artırılması ile elde edilen kağıt örneklerinin patlama indisi değerleri sırasıyla 3,8, 3,9, 2,4 ve 2,5 olarak belirlenmiştir (Eroğlu, 1983). Şekil 3.13’de pişirme sıcaklığının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Pişirme sıcaklığının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi

Göl kamışından soda-Oksijen yöntemiyle kağıt hamuru üretim koşullarının belirlenmesi adlı çalışmada ise, diğer pişirme parametreleri sabit kalmak şartıyla sıcaklık, 110, 120, 130°C olarak artırılmış ve elde edilen kağıtların patlama indisi değerlerinin 2,44, 2,82 ve 2,53 (kPam²/g) olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Kırcı, 1996).

3.10.2.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi

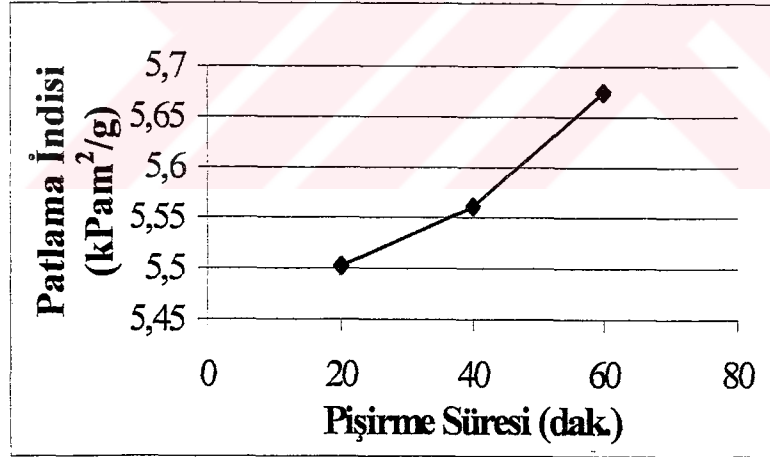
50 SR°’de üretilen kağıtların, % 95 güven aralığında pişirme süresinin patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.75’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.76 Pişirme süresinin %95 güven aralığında patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
20	45	5,502	X	
40	45	5,561	XX	
60	45	5,674	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			-0,058	0,122
20-60			-0,172*	0,122
40-60			-0,113	0,122

* $P < 0,05$

Piştirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ile kağıdın patlama indisi artmıştır. Bu farkın %5 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmektedir. Sürenin 60 dakikaya çıkarılması ile patlama indisi daha da artarak maksimum değere ulaşmıştır. Fakat artışın %5 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmektedir. Şekil 3.14’de piştirme süresinin kağıdın patlama indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Piştirme süresinin kağıdın patlama indisi üzerine etkisi

Pirinç saplarının kullanıldığı bir soda-oksijen çalışmasında 130C piştirme sıcaklığında piştirme süreleri 30, 40 ve 60dakika olarak artırılmış, sonuçta kağıtların patlama indisi değerlerinin sırasıyla 3,5,-3,9 ve 4,0 (kPam²/g) olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Rao et al.,1987; Tutuş, 2000).

3.10.2.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 3.77'de 50 SR°'de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında,pişirmede kullanılan Al₂O₃ oranının patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 3.77 Al₂O₃ oranının % 95 güven aralığında patlama indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

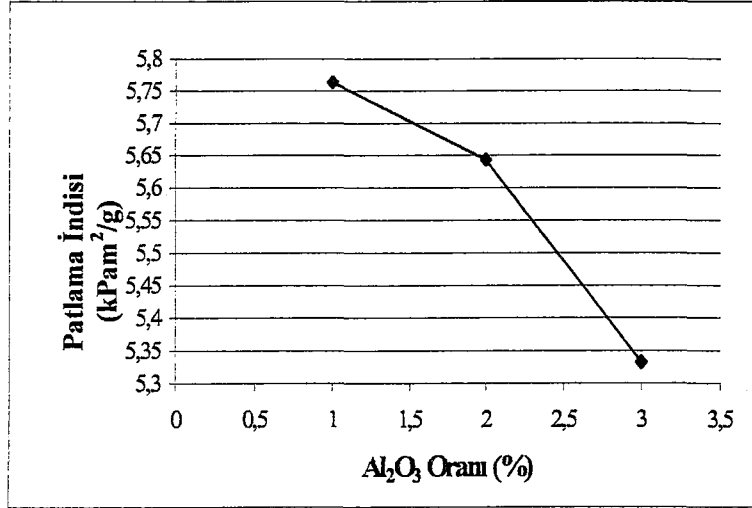
Al ₂ O ₃ (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
3	45	5,332	X	
2	45	5,643	X	
1	45	5,763	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0,1198	0,122
1-3			0,4308*	0,122
2-3			0,3110*	0,122

* P<0,05

Al₂O₃ oranının %1'den %2'ya çıkarılması ile patlama indisinde azalma olmuştur. Ancak bunun %5 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmektedir. Al₂O₃'ün %2'dan %3'e çıkarılması ile kağıdın patlama indisi değeri daha da azalma olmuştur. Bu azalmanın ise %5 önem düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Al₂O₃ oranının artırılması ile patlama indisinde azalmanın olduğu görülmüştür.

Buğday saplarından kağıt hamuru üretiminde kullanılan soda-oksijen, soda-antrakinon ve soda yöntemlerinin silis problemi ve diğer yönlerden karşılaştırılması üzerine yapılan bir çalışmada, pişirmede kullanılan Al₂O₃ oranının patlama indisi üzerine etkisini belirlemek için, NaOH oranı%16, sıcaklık 140°C, süre 60dak. ve çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit tutulup, Al₂O₃ değerleri %1, %2, %3 olarak artırılmış ve bu artışa bağlı olarak patlama indisi değerleri sırasıyla 8,84, 4,68, 4,50 (kPam²/g) olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Tutuş, 2000).

Şekil 3.15'de pişirme kullanılan Al₂O₃ oranının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.15 Al₂O₃ Oranının kağıdın patlama indisi üzerine etkisi

3.10.3 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

Piştirme parametrelerinin değiştirilmesi ile yapılan 27 adet pişirmeye ait deney kağıtlarından belirlenmiş olan yırtılma indisi değerleri Çizelge 3.78’de, yırtılma indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 3.79’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.78 Oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°’deki yırtılma indisi değerleri (mNm²/g)

Piştirme Süresi (dakika)	Al ₂ O ₃ Oranı (%)	Piştirme Sıcaklıkları (°C)		
		110	120	130
20	1	5,83	6,12*	5,25
	2	6,01	6,24	5,59
	3	4,62	4,39	4,30
40	1	5,96	5,18	5,20
	2	6,10	5,37	5,48
	3	4,01	3,75	3,49
60	1	5,03	5,47	5,75
	2	5,81	5,52	6,04
	3	4,47	4,49	4,24

*Denemelerde yırtılma indisi en yüksek olan değer

Çizelge 3.79 Üretilen kağıtların 50 SR°'de yırtılma indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	2,667	2	1,333	5,44	0,0056**
B: Süre	1,874	2	0,937	3,83	0,0248*
C:Al ₂ O ₃ Oranı	4,440	2	2,220	9,06	0,0002**
Etkileşimler					
AB	2,426	4	0,606	2,48	0,0485*
AC	1,315	4	0,328	1,34	0,2593
BC	9,024	4	2,256	9,21	0,0000**
ABC	4,922	8	0,615	2,51	0,0153*
Hata	26,466	108	0,245		
Genel	53,138	134			

* P<0,05

** P<0,01

3.10.3.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

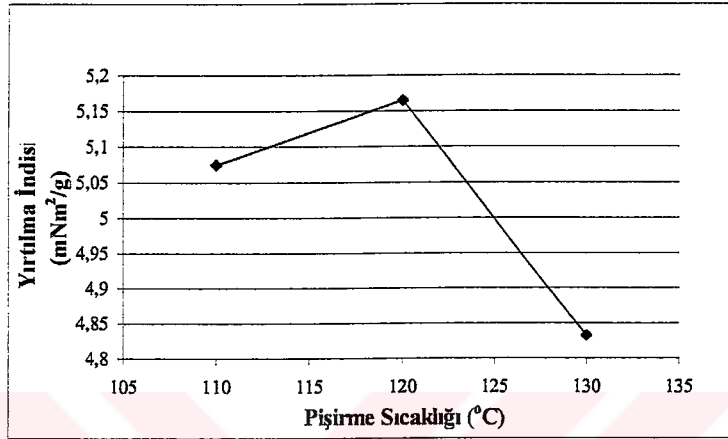
50 SR°'de üretilen kağıtların %95 güven aralığında yırtılma indisi değerine pişirme sıcaklığının etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.80'de verilmiştir.

Çizelge 3.80 Pişirme sıcaklığının %95 güven aralığında yırtılma indisi değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	45	4,832	X	
120°C	45	5,165	X	
110°C	45	5,074	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			0,333*	0,248
110°C-130°C			0,091	0,248
120°C-130°C			0,242*	0,248

*P<0,05

Piştirme sıcaklığının 110°C'den 120°C'ye çıkarılması ile kağıdın yırtılma indisi değerleri artmıştır. Bu artmadan dolayı oluşan farkın %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Piştirme sıcaklığının 120°C'den 130°C'ye çıkarılmasıyla kağıdın yırtılma indisinin azaldığı görülmüş ve bundan dolayı oluşanda farkın %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Şekil 3.16'da piştirme sıcaklığının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.16 Piştirme sıcaklığının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi

3.10.3.2 Piştirme Süresinin Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

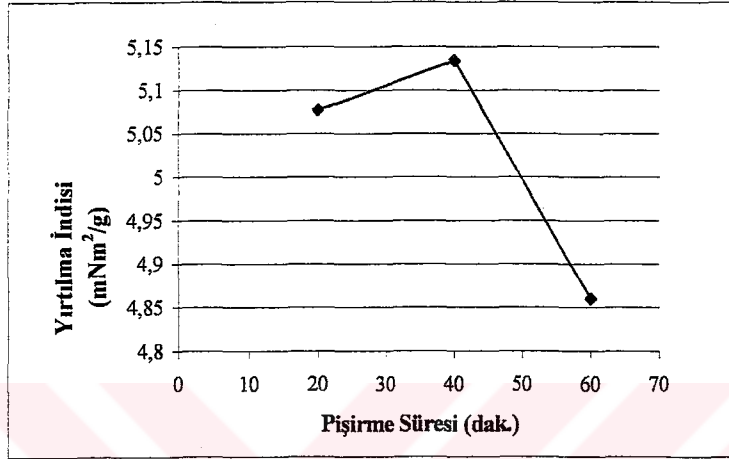
Çizelge 3.81'de 50 SR°'de üretilen kağıtların, % 95 güven aralığında piştirme süresinin yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 3.81 Piştirme süresinin % 95 güven aralığında yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar.

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
60	45	4,860	X	
20	45	5,077	XX	
40	45	5,134	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			-0,057	0,248
20-60			0,216	0,248
40-60			0,273*	0,248

* P<0,05

Piştirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ile kağıdın yırtılma indisi artmıştır. Ancak farkın %5 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Piştirme süresinin 20 dakikadan 60 dakikaya çıkarılmasıyla kağıtların yırtılma indisi değerinin azaldığı görülmüş olup, farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.17’de piştirme süresinin kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.17 Piştirme süresinin kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi

3.10.3.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

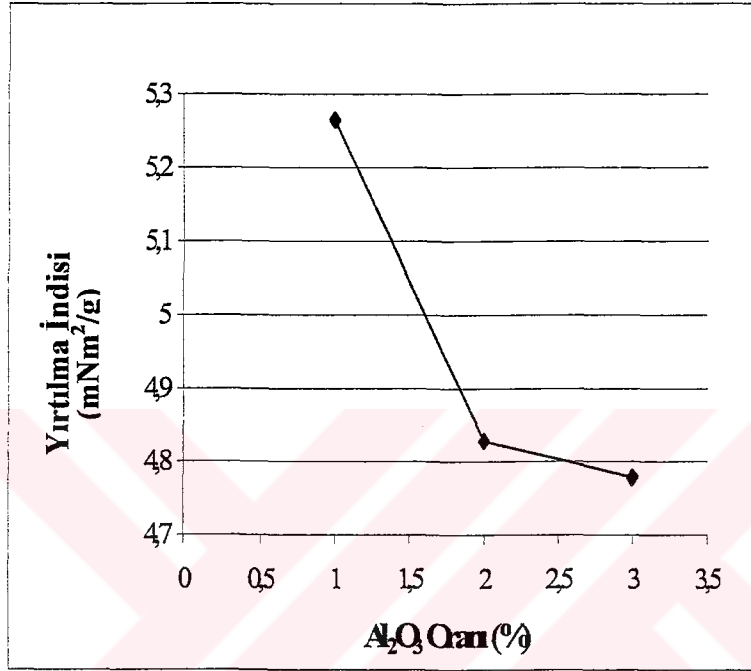
Çizelge 3.81’de 50 SR°’de üretilen kağıtların % 95 güven aralığında Al₂O₃ oranının yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 3.82 Al₂O₃ oranının %95 güven aralığında yırtılma indisine etkisini gösteren Tukey Testine ait sonuçlar.

Al ₂ O ₃ (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
2	45	4,828	X	
3	45	4,778	X	
1	45	5,265	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0,437*	0,248
1-3			0,286*	0,248
2-3			-0,150	0,248

*P<0,05

Al_2O_3 oranının %1 alınması durumunda yırtılma indisi en yüksek değerdedir. Fakat Al_2O_3 oranının %1 'den %2 ve %3'e çıkarılması ile kağıdın yırtılma indisinde düşüş olduğu görülmüş olup, oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.18'de pişirmede kullanılan Al_2O_3 oranının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Al_2O_3 Oranının kağıdın yırtılma indisi üzerine etkisi

3.10.4 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi

Pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve Al_2O_3 oranı gibi pişirme parametrelerinin değiştirilerek yapılan 27 adet pişirmeye ait deney kağıtlarında belirlenen ÇEA değerleri Çizelge 3.83'de, 50 SR°'de üretilen kağıtların çekme enerji absorpsiyonu değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.84'de gösterildiği gibidir. Çizelge 3.83'de görüleceği gibi deneme kağıtlarının çekme enerji absorpsiyonları 75 ile 106 (J/m²) arasında değişmektedir.

Çizelge 3.83 Oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki ÇEA değerleri (J/m²)

Pişirme Süresi (dakika)	Al ₂ O ₃ (%)	Pişirme Sıcaklıkları(°C)		
		110	120	130
20	1	106,60	102,27	77,99
	2	99,50	89,70	91,83
	3	98,08	94,82	85,90
40	1	98,80	102,35	87,43
	2	77,91	75,01	100,77
	3	71,82	87,96	81,63
60	1	99,91	106,83*	89,55
	2	85,52	77,07	76,63
	3	85,33	94,27	95,16

*Denemelerde elde edilen en yüksek ÇEA değeri

Çizelge 3.84 Üretilen kağıtların 50 SR°'de çekme enerji absorpsiyonu değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	549,457	2	274,728	1,61	0,2048
B: Süre	785,071	2	392,536	2,30	0,1053
C:Al ₂ O ₃ Oranı	3314,16	2	1657,08	9,71	0,0001**
Etkileşimler					
AB	1593,81	4	398,452	2,33	0,0602
AC	4151,94	4	1037,98	6,08	0,0002**
BC	1835,93	4	458,981	2,69	0,0350*
ABC	1213,67	8	151,709	0,89	0,5288
Hata	18440,3	108	170,744		
Genel	31884,4	134			

* P<0,05

** P<0,01

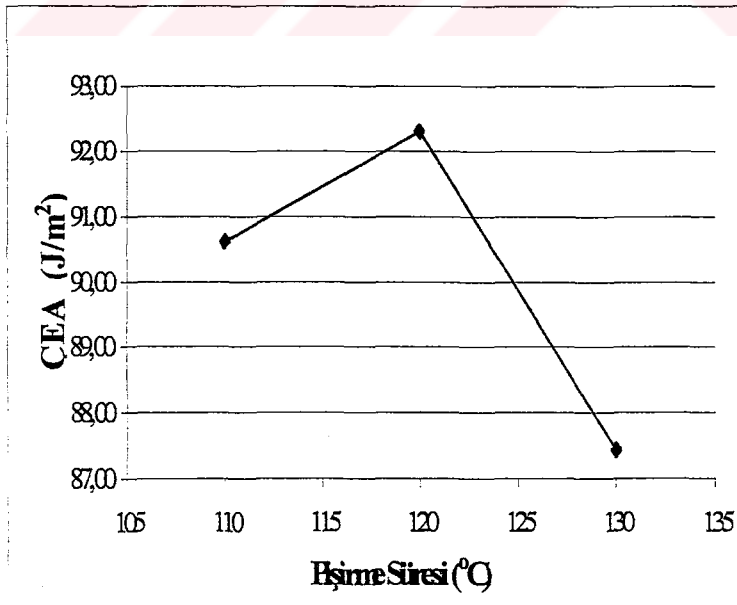
3.10.4.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi

Yapılan pişirme denemelerinde elde edilen kağıtlara pişirme sıcaklığının % 95 güven aralığında çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.85'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.85 Pişirme sıcaklığının %95 güven aralığında kağıtların çekme enerji absorpsiyonu değerlerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	45	87,433	X	
110°C	45	90,609	X	
120°C	45	92,299	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-1,6904	6,5466
110°C-130°C			3,1762	6,5466
120°C-130°C			4,8666	6,5466

Sıcaklığın 110°C'den 120°C'ye ile kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna değerleri artmış ve maksimum değere ulaşmıştır. Sıcaklığın 130°C'ye çıkartılması üzerine kağıtların çekme enerji absorpsiyonu değerleri azalmıştır. Her iki durumda da farkın % 95 güven aralığında önemli bulunmadığı görülmüştür. Şekil 3.19'da pişirme sıcaklığının kağıdın çekme enerji absorpsiyonuna etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Pişirme sıcaklığının çekme enerji absorpsiyonu üzerine etkisi

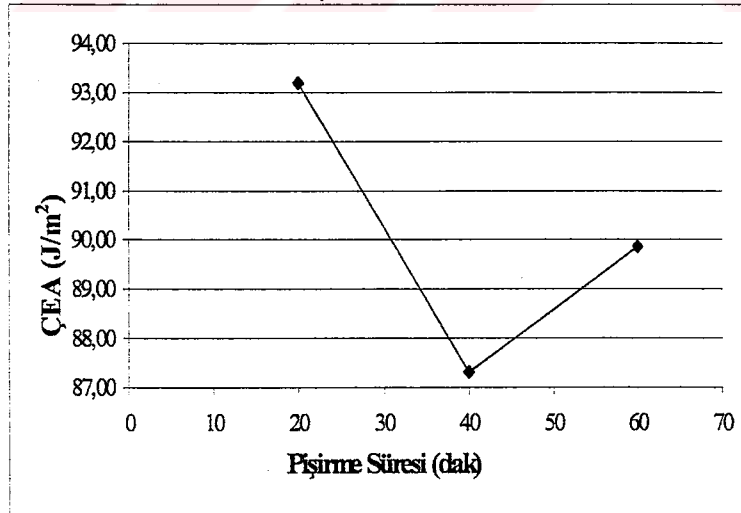
3.10.4.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi

% 95 güven aralığında pişirme süresinin kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.86’da verilmiştir.

Çizelge 3.86 Pişirme süresinin % 95 güven aralığında kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre(dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
40	45	87,299	X	
60	45	89,854	X	
20	45	93,188	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			5,889	6,546
20-60			3,334	6,546
40-60			-2,555	6,546

Pişirme süresinin 20 dakika alınması durumunda kağıtların sağlamlık değerleri maksimum olup, pişirme süresinin 40 dakikaya ve 60 dakikaya çıkarılması ile sağlamlık değeri azalmış ancak %95 güven düzeyinde farkın önemli olmadığı görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.20’de pişirme süresinin kağıdın sağlamlık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Pişirme süresinin kağıdın çekme enerji absorpsiyonu değeri üzerine etkisi

3.10.4.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Çekme Enerji Absorpsiyonu (ÇEA) Üzerine Etkisi

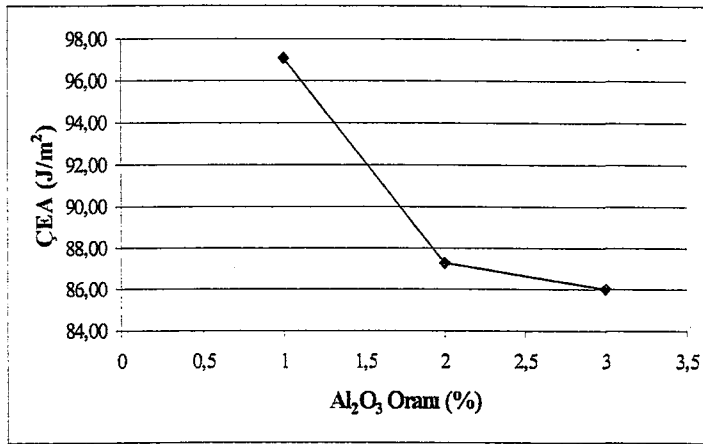
Pişırmada kullanılan Al₂O₃'ün %95 güven aralığında kağıtların çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.87'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.87 Pişırmada kullanılan Al₂O₃'ün % 95 güven aralığında deneme kağıtlarının çekme enerji absorpsiyonuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Al ₂ O ₃ (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
3	45	85,994	X	
2	45	87,264	X	
1	45	97,082	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			9,818*	6,546
1-3			11,087*	6,546
2-3			-1,269	6,546

* P<0,05

Al₂O₃ oranı %1 alınması durumunda çekme enerji absorpsiyonu en yüksektir. %2'ye ve %3'e çıkarılması ile kağıtların sağlamlık değerleri azalmıştır. Bu düşüş %95 güven düzeyinde önemlidir. Aşağıdaki Şekil 3.21'de pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının çekme enerji absorpsiyonu üzerine etkisi gösterilmiştir



Şekil 3.21. Al₂O₃ Oranının çekme enerji absorpsiyonuna etkisi

3.10.5 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın %Gerilmesi Üzerine Etkisi

27 adet pişirmeye ait deneme kağıtlarında belirlenen %gerilme değerleri Çizelge 3.88’de, 50SR°’deki kağıtların gerilme değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 3.89’da verilmiştir.

Çizelge 3.88 Oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50SR°’deki gerilme değerleri (%)

Pişirme Süresi (dakika)	Al ₂ O ₃ (%)	Pişirme Sıcaklıkları(°C)		
		110	120	130
20	1	2,43	2,21	1,90
	2	2,33	1,96	2,41
	3	2,39	2,40*	2,33
40	1	2,16	2,14	1,93
	2	1,88	1,90	2,34
	3	1,83	2,25	1,96
60	1	2,22	2,37	2,00
	2	2,05	1,82	1,87
	3	2,02	2,39	2,30

*Denemeler sonucunda elde edilen en yüksek çekme enerji absorpsiyonu değeri

Çizelge 3.89 Üretilen kağıtların 50 SR°’de %gerilme değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	0,2455	2	0,1227	2,28	0,1068
B: Süre	0,4494	2	0,2247	4,18	0,0178*
C:Al ₂ O ₃ Oranı	0,8918	2	0,4459	8,29	0,0004**
Etkileşimler					
AB	0,7479	4	0,1869	3,48	0,0103
AC	1,4698	4	0,3674	6,83	0,0001**
BC	0,4735	4	0,1183	2,20	0,0736
ABC	0,5514	8	0,0689	1,28	0,2604
Hata	5,8068	108	0,0537		
Genel	10,636	134			

* P<0,05

** P<0,01

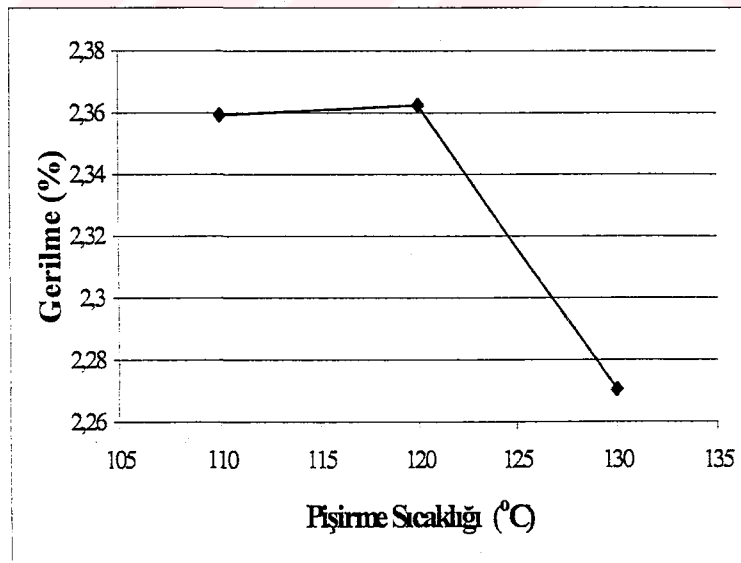
3.10.5.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın %Gerilmesi Üzerine Etkisi

Piştirme sıcaklığın % 95 güven aralığında kağıtların % gerilme değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.90'da verilmiştir.

Çizelge 3.90 Piştirme sıcaklığın %95 güven aralığında kağıtların %gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
130°C	45	2,270	X	
110°C	45	2,359	X	
120°C	45	2,362	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-0,003	0,116
110°C-130°C			0,088	0,116
120°C-130°C			0,092	0,116

Sıcaklığın 110°C'den 120°C'ye çıkarılması ile deneme kağıtlarının % gerilme değerleri artmış ve maksimum değere ulaşmıştır.Fakat farkın % 95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Sıcaklığın 130C°'ye yükseltilmesiyle kağıtların % gerilme değerleri azalmış olup, yine burada oluşan farkında % 95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.22'de piştirme sıcaklığının kağıdın % gerilme değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Piştirme sıcaklığının kağıdın %gerilme değeri üzerine etkisi

3.10.5.2 Pişirme Süresinin Kağıdın %Gerilmesi Üzerine Etkisi

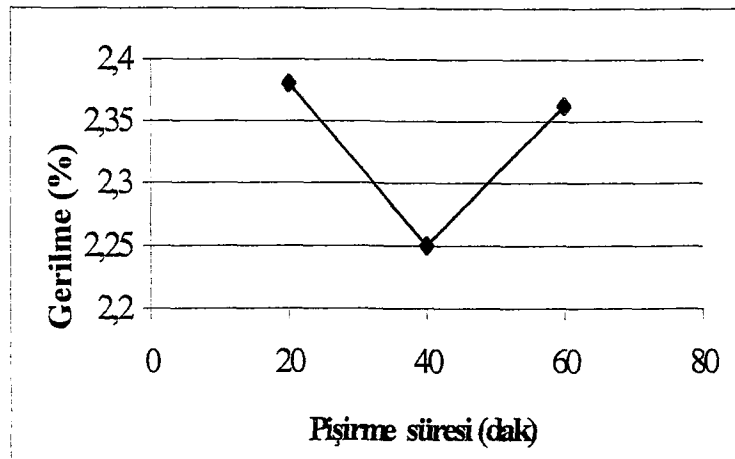
Piştirme süresinin % 95 güven aralığında kağıtların % gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.91’de verilmiştir

Çizelge 3.91 Piştirme süresinin % 95 güven aralığında kağıtların %gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre(dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
40	45	2,249	X	
60	45	2,362	XX	
20	45	2,379	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			0,130*	0,116
20-60			0,017	0,116
40-60			-0,112	0,116

* P<0,05

Piştirme süresinin 20 dakika olarak alınması durumunda kağıtların %gerilme değerleri maksimum olup, sürenin 40 dakikaya çıkarılması ile % gerilme değeri azalmıştır.Bu azalmanın %95 güven düzeyinde önemli olduğu örülmüştür. Sürenin 60 dakikaya çıkarılmasıyla da kağıtların % gerilme değerleri azalmış ancak bu azalmanın %95 güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Şekil 3.23’de piştirme süresinin kağıdın %gerilme değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.23. Piştirme süresinin kağıdın gerilme değeri üzerine etkisi

3.10.5.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Gerilmesi Üzerine Etkisi

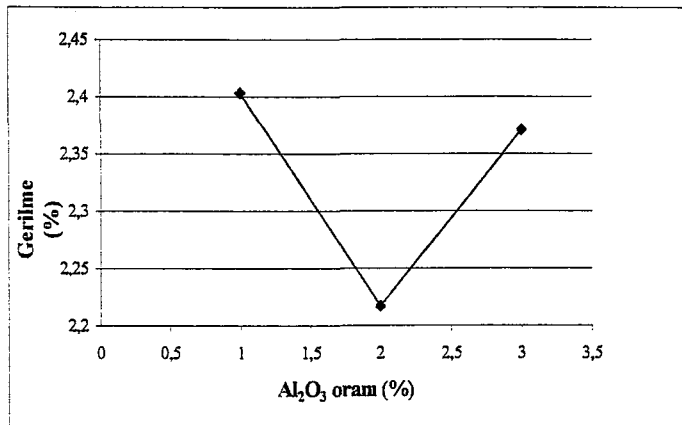
Pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının % 95 güven aralığında kağıtların %gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.92'de verilmiştir.

Çizelge 3.92 Pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının kağıtların %gerilme değerleri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Al ₂ O ₃ (%)9	N	Ortalama	Eş Gruplar	
2	45	2,217	X	
3	45	2,371	X	
1	45	2,403	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0,185*	0,116
1-3			0,031	0,116
2-3			-0,154*	0,116

* P<0,05

Al₂O₃ oranının %1 alınması durumunda, deneme kağıtlarındaki %gerilme değerlerinin en yüksek değerde olduğu görülmüştür. Al₂O₃ oranının %2'ye ve %3'e çıkarılması ile kağıtların gerilme değerlerinin azaldığı görülmüş olup, bu düşüşün %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.24' de pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının %gerilme değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Al₂O₃ Oranının %gerilme değeri üzerine etkisi

3.10.6 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Beyazlık Değeri Üzerine Etkisi

Pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve Al_2O_3 oranı gibi pişirme parametrelerinin değiştirilmesiyle yapılan 27 adet pişirmeye ait deneme kağıtlarında belirlenen beyazlık değerleri Çizelge 3.93’de, beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.94’de verilmiştir.

Çizelge 3.93 Oksit ilaveli oksijen alkali yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°’deki beyazlık değerleri (%MgO)

Pişirme Süresi (dakika)	Al_2O_3 Oranı (%)	Pişirme Sıcaklıkları (°C)		
		110	120	130
20	1	27,2	29,5	28,212
	2	30,2	27,9	27,40
	3	28,1	29,39	29,49
40	1	29,0	26,84	27,58
	2	28,7	27,27	28,35
	3	28,9	30,91*	28,59
60	1	29,3	28,33	27,97
	2	25,5	28,94	28,69
	3	27,8	29,82	29,64

*Deneme kağıtları üzerinde yapılan ölçüm sonucu elde edilen en yüksek beyazlık değeri

Çizelge 3.94 Üretilen kağıtların 50 SR°’de beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	8,8233	2	4,4116	19,28	0,0000*
B: Süre	0,8490	2	0,4245	1,86	0,1614
C: Al_2O_3 Oranı	27,124	2	13,562	59,27	0,0000*
Etkileşimler					
AB	17,2255	4	4,3063	18,82	0,0000*
AC	17,754	4	4,4384	19,40	0,0000*
BC	11,4015	4	2,8503	12,46	0,0000*
ABC	79,441	8	9,9301	43,39	0,0000*
Hata	24,7139	108	0,2288		
Genel	187,332	134			

* P<0,01

3.10.6.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Beyazlığı Üzerine Etkisi

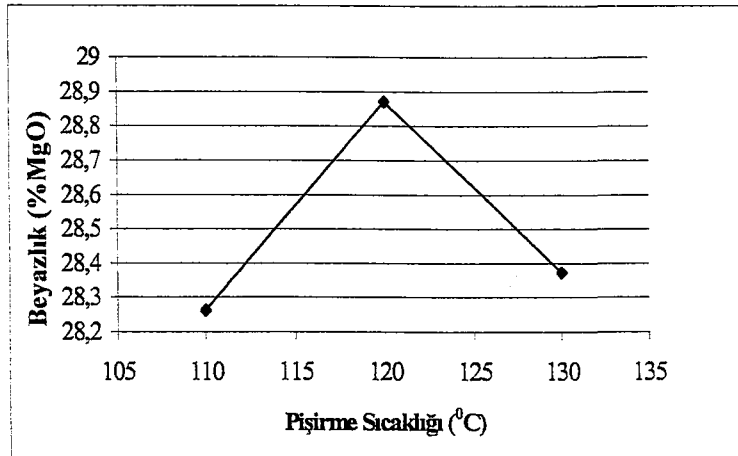
Piştirme sıcaklığının % 95 güven aralığında denem kağıtlarının beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.95’de verilmiştir.

Çizelge 3.95 Piştirme sıcaklığının %95 güven aralığında beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar .

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
110°C	45	28,261	X	
130°C	45	28,372	X	
120°C	45	28,869	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-0,578*	0,239
110°C-130°C			-0,080	0,239
120°C-130°C			0,497*	0,239

* $P < 0,05$

Sıcaklığın 110°C’den 120°C’ye çıkarılması ile beyazlık değeri artmış ve maksimum değere ulaşmıştır. Fark % 95 güven aralığında önemlidir. Ancak sıcaklık 120°C den 130°C’ ye çıkarılması ile beyazlık değeri azalmıştır. Yine bu azalmanın da %95 güven düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Aşağıdaki Şekil 3.25’de piştirme sıcaklığının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.25. Piştirme sıcaklığının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi

Benzer bir soda-oksijen çalışmasında, NaOH %16, pişirme süresi 120dak., oksijen basıncı 5kg/cm², çözelti/sap oranı7/1 olmak üzere sabit tutulup, sıcaklık dereceleri 105°C, 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirildiğinde elde edilen beyazlık değerlerinin 66,37, 66,40, 49,00 ve 47,82 olarak bulunduğu tespit edildiği rapor edilmiştir (Eroğlu, 1980).

Bir ön desilikasyonlu soda-oksijen çalışmasında ise, tüm pişirme şartları sabit tutularak, sıcaklık dereceleri 100°C, 110°C, 120°C ve 130°C olarak değiştirildiğinde elde edilen kağıt hamurlarının beyazlık değerlerinin sırasıyla 66,15, 67,57, 69,60 ve 69,70 (%BaSO₄) bulunduğu belirtilmiştir (Deniz, 1994).

Litertürler den de anlaşıldığı üzere, sıcaklığın fazla yükseltilmesiyle beyazlık değeri azalmaktadır. Bunun nedeni, yüksek sıcaklıklarda daha fazla oranda çözünmüş bulunan ligninin lifler üzerine çökmesinden kaynaklanmaktadır (Eroğlu, 1983).

3.10.6.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Beyazlığı Üzerine Etkisi

Üretilen kağıtlarda % 95 güven aralığında pişirme süresinin beyazlık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.96’de verilmiştir

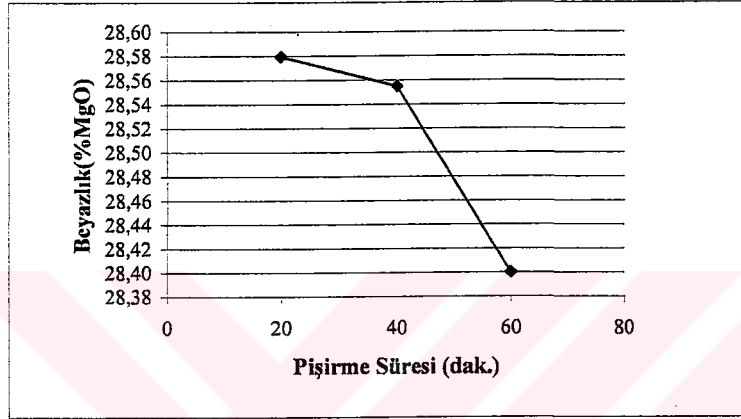
Çizelge 3.96 Pişirme süresinin %95 güven aralığında beyazlık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
60	45	28,412	X	
40	45	28,554	X	
20	45	28,579	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			0,0244	0,239
20-60			0,1791	0,239
40-60			0,1546	0,239

Pişirme süresinin 20 dakikadan 40 dakikaya çıkarılması ile beyazlık değeri azalmıştır.Fark %95 güven düzeyinde önemli değildir. Sürenin 60 dakikaya

çıkarılmasıyla da yine beyazlık değeri azalmıştır. Ancak oluşan farkın %95 güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür.

Benzer bir soda-oksijen çalışmasında, diğer tüm pişirme parametreleri sabit tutulup sabit tutulup, pişirme süreleri, 40,80,120 dakika olarak değiştirilmiş ve elde edilen beyazlık değerlerinin 64,37, 63,72 ve 66,40 olarak tespit edildiği rapor edilmiştir (Eroğlu, 1980). Şekil 3.26’da pişirme süresinin kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.26. Pişirme süresinin kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi

3.10.6.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Beyazlığı Üzerine Etkisi

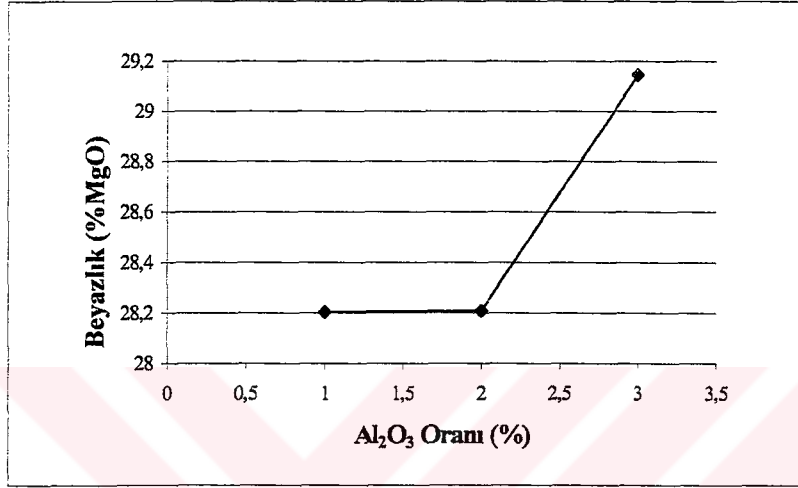
Pişirmede kullanılan Al₂O₃ oranının %95 güven aralığında beyazlık değerine etkisini Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.97’de verilmiştir.

Çizelge 3.97 Pişirmeden kullanılan Al₂O₃ oranının %95 güven aralığında beyazlık değerine etkisini Tukey testine ait sonuçlar

Al ₂ O ₃ (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
2	45	28,207	X	
1	45	28,201	X	
3	45	29,145	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			0,014	0,239
1-3			-0,943*	0,239
2-3			-0,958*	0,239

* P<0,05

Al_2O_3 oranının %1'den %2'ye çıkarılması ile kağıtların beyazlığı artmıştır. Ancak bu artışın %95 önem düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Al_2O_3 oranının %3'e artırılması ile beyazlık değeri daha da artarak maksimum değere ulaşmış olup, bu artışla kağıtların beyazlık değerlerinde oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu bulunmuştur. Şekil 3.27'de pişirmede kullanılan Al_2O_3 oranının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.27. Al_2O_3 oranının kağıdın beyazlık değeri üzerine etkisi

3.10.7 Pişirme Parametrelerinin Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi

Değişik pişirme koşullarında yapılan 27 adet pişirmeye ait deneme kağıtlarından belirlenen baskı opaklık değerleri Çizelge 3.98'de, baskı opaklığı değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları 3.99'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.98 Oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemiyle elde edilen deneme kağıtlarının 50 SR°'deki baskı opaklık değerleri(%)

Pişirme Süresi (dakika)	Al ₂ O ₃ (%)	Pişirme Sıcaklıkları (°C)		
		110	120	130
20	1	98,64	98,62	98,19
	2	98,60	97,94	97,51
	3	97,99	98,61	99,01*
40	1	98,11	98,28	98,44
	2	98,46	98,13	98,55
	3	98,05	98,83	97,61
60	1	98,18	98,37	98,05
	2	97,97	98,23	98,53
	3	97,90	98,57	98,33

*Deneme kağıtlarında ölçülen maksimum baskı opaklığı değeri

Çizelge 3.99 Üretilen kağıtların opaklık değeri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: Sıcaklık	2,4464	2	1,2232	1,05	0,3531
B: Süre	1,6262	2	0,8131	0,70	0,4994
C: Al ₂ O ₃ Oranı	1,4030	2	0,7015	0,60	0,5491
Etkileşimler					
AB	1,9144	4	0,4786	0,41	0,8002
AC	6,3280	4	1,582	1,36	0,2528
BC	9,7456	4	2,4364	2,09	0,0866
ABC	23,8627	8	2,9828	2,56	0,0134*
Hata	125,672	108	1,1636		
Genel	172,998	134			

* P<0,05

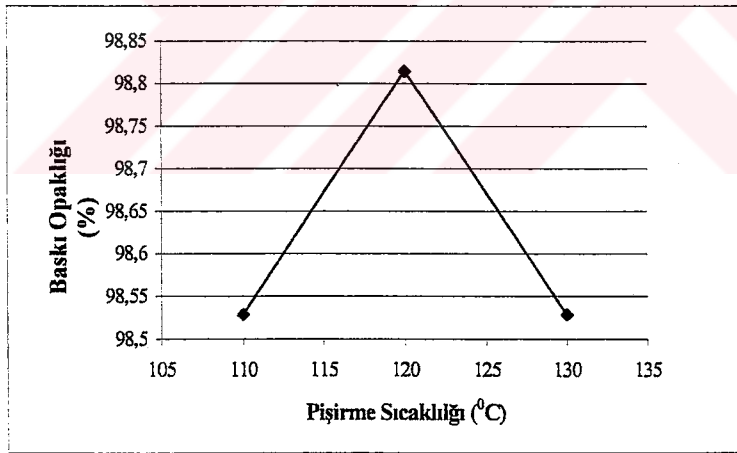
3.10.7.1 Pişirme Sıcaklığının Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi

% 95 güven aralığında sıcaklığın baskı opaklık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.100'de verilmiştir.

Çizelge 3.100 Sıcaklığın %95 güven aralığında opaklık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar verilmiştir

Sıcaklık(°C)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
110°C	45	98,528	X	
130°C	45	98,528	X	
120°C	45	98,814	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
110°C-120°C			-0,285	0,450
110°C-130°C			-0,000	0,450
120°C-130°C			0,285	0,450

Sıcaklığın 110°C'den 120°C'ye çıkarılması durumunda opaklık değeri artarak maksimum değerine ulaşmıştır. Fakat sıcaklığın 120°C den 130°C'ye çıkarılması ile opaklık değerinin tekrar düştüğü görülmüştür. Ancak fark % 95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Şekil 3.28'de pişirme sıcaklığının kağıdın baskı opaklığı değeri üzerine etkisi gösterilmiştir



Şekil 3.28. Sıcaklığının kağıdın opaklığına etkisi

3.10.7.2 Pişirme Süresinin Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi

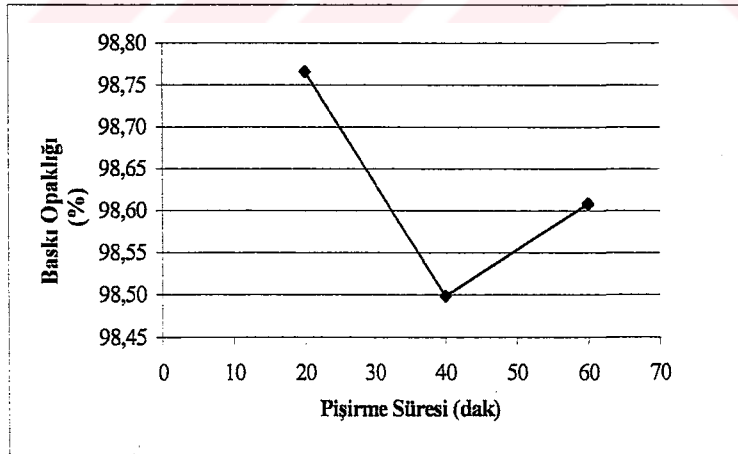
Piştirme süresinin % 95 güven aralığında opaklık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.101’de verilmiştir.

Çizelge 3.101 Piştirme süresinin %95 güven aralığında opaklık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre(dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
40	45	98,498	X	
60	45	98,607	X	
20	45	98,765	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
20-40			0,267	0,540
20-60			0,157	0,540
40-60			-0,109	0,540

* P<0,05

Piştirme süresinin 20 dakika alınması durumunda opaklık değeri maksimum olmuş, piştirme süresinin 40 ,60 dakikaya çıkarılması ile opaklık değerinin azaldığı görülmüştür.Ancak, %95 güven düzeyinde farkın önemli olmadığı görülmüştür Aşağıdaki Şekil 3.29’da piştirme süresinin kağıdın opaklık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.29. Piştirme süresinin kağıdın baskı opaklığına etkisi

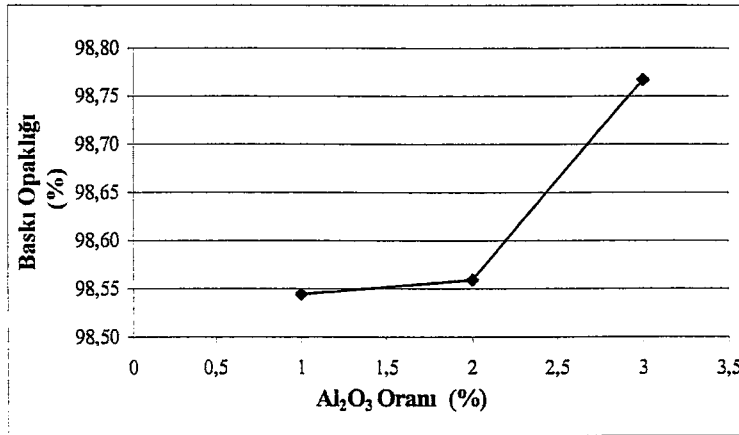
3.10.7.3 Al₂O₃'ün Kağıdın Baskı Opaklığı Üzerine Etkisi

Pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının % 95 güven aralığında baskı opaklık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.102'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 3.102 Pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının % 95 güven aralığında opaklık değerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Al ₂ O ₃ (%)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
1	45	98,544	X	
2	45	98,559	X	
3	45	98,767	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
1-2			-0,015	0,678
1-3			-0,223	0,678
2-3			-0,208	0,678

Al₂O₃ oranının %1 den %2 ve%3 arttırılması ile elde edilen deneme kağıdı numunelerinin opaklık değerlerinin arttığı görülmüştür. Ancak bu değişimle oluşan farkın %95 güven düzeyinde önemli olmadığı görülmüştür. Şekil 3.30'da pişırmada kullanılan Al₂O₃ oranının baskı opaklık değeri üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.30. Al₂O₃ oranının baskı opaklığı üzerine etkisi

Triticale saplarından soda oksijen yöntemiyle optimum koşulların belirlenmesi amacıyla 27 adet pişirme yapılmıştır. Pişirmeler sonucunda elde edilen elek verim değerleri, kappa numaralarına bakılmış ve elde edilen deneme kağıtları üzerinde fiziksel ve optik testleri yapılmıştır.

Çizelge 3.103 Optimum pişirme koşullarının belirlenmesi için yapılan puanlama sistemi

	Pişirme Parametreleri								
	Pişirme Sıcaklığı (°C)			Pişirme Süresi (dak.)			Al ₂ O ₃ Oranı (%)		
	110	120	130	20	40	60	1	2	3
Verim (%)		*		*			*		
Kopma uzunluğu(km)		*			*		*		
Patlama indisi (kPam ² /g)	*					*	*		
Yırtılma indisi (mNm ² /g)		*		*				*	
ÇEA (J/m ²)		*				*	*		
Gerilme (%)		*		*					*
Beyazlık (%MgO)		*			*				*
Baskı Opaklığı (%)			*	*					*

Yüksek değerlerin elde edildiği pişirme parametreleri belirlenerek puanlamaya tabi tutularak optimum pişirme koşulları belirlenmiştir. Optimum pişirme koşullarının belirlenmesi için yapılan puanlama sistemine ait bulgular Çizelge 3.103'de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi oksit ilaveli oksijen alkali pişirmesinde optimum pişirme koşulunun; pişirme sıcaklığı 120°C, pişirme süresi 20 dak. ve Al₂O₃ Oranı %1 olduğu belirlenmiştir.

Daha sonra belirlenmiş olan optimum pişirme koşullarında %0,05-%0,1 oranında antrakinin ilavesiyle 2 adet pişirme denemesi yapılarak, antrakinin'un elek verimine ve elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özellikleri üzerine olan etkileri ayrı ayrı incelenerek belirlenmiştir.

3.11 OKSİT İLAVELİ SODA ATRAKİNON YÖNTEMİYLE YAPILAN PİŞİRMELERİNDEN ELDE EDİLEN KAĞIT HAMURLARININ VERİM VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Triticale saplarından oksit ilaveli soda antrakinon yöntemiyle NaOH %16, sıcaklık 120°C, Al₂O₃ 1, oksijen basıncı 8kg/cm², pişirme süresi 20 dak., çözelti/sap oranı 5/1 pişirme şartlarında elde edilen kağıt hamurlarının elek verimleri, elek artığı miktarları ve kappa numaraları ait bulgular Çizelge 104'de verilmiştir.

Çizelge 3.104 *Triticale* saplarından oksit ilaveli soda antrakinon yöntemiyle elde edilen kağıt hamurlarının verimi ve bazı kimyasal özellikleri

P. No	Elennmiş Verim(%)	Elek Artığı(%)	Toplam Verim(%)	Kappa Numarası
10	49,19	7,01	56,20	31,66
*28	50,70	6,81	57,50	31,53
**29	51,63	7,16	58,79	32,30

*%0,05 Antrakinon,

**%0,1 Antrakinon

Çizelge 104 de görüldüğü gibi pişirmede kullanılan antrakinon oranının artmasıyla elek veriminde artmanın olduğu görülmektedir.

3.12 *TRİTİCALE* SAPLARINDAN OKSİT İLAVELİ SODA ANTRAKİNON YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN DENEME KAĞITLARININ FİZİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİ

Oksit ilaveli soda-antrakinon yöntemiyle *Triticale* saplarından elde edilen hamurların serbestlik dereceleri ve bu farklı serbestlik derecelerinde yapılan test kağıtlarına ait kopma uzunluğu, patlama indisi, yırtılma indisi, beyazlık baskı opaklığı, gramaj, rutubet, kalınlık, %gerilme, hava geçirgenliği ve çekme enerjisi absorpsiyonuna ait bulgular ek Çizelgeler bölümünde gösterilmiştir.

3.12.1 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının Kağıdın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Triticale saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR°'de kopma uzunluğu ve Etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.105 de, 50 SR°'de üretilen kağıtların %95 güven aralığında antrakinonun kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise Çizelge 3.106'da verilmiştir.

Çizelge 3.105 Kopma uzunluğu ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	4,476	2	2,238	25,43	0,0000*
Grup içi	2,376	27	0,088		
Genel	6,853	29			

* P<0,01

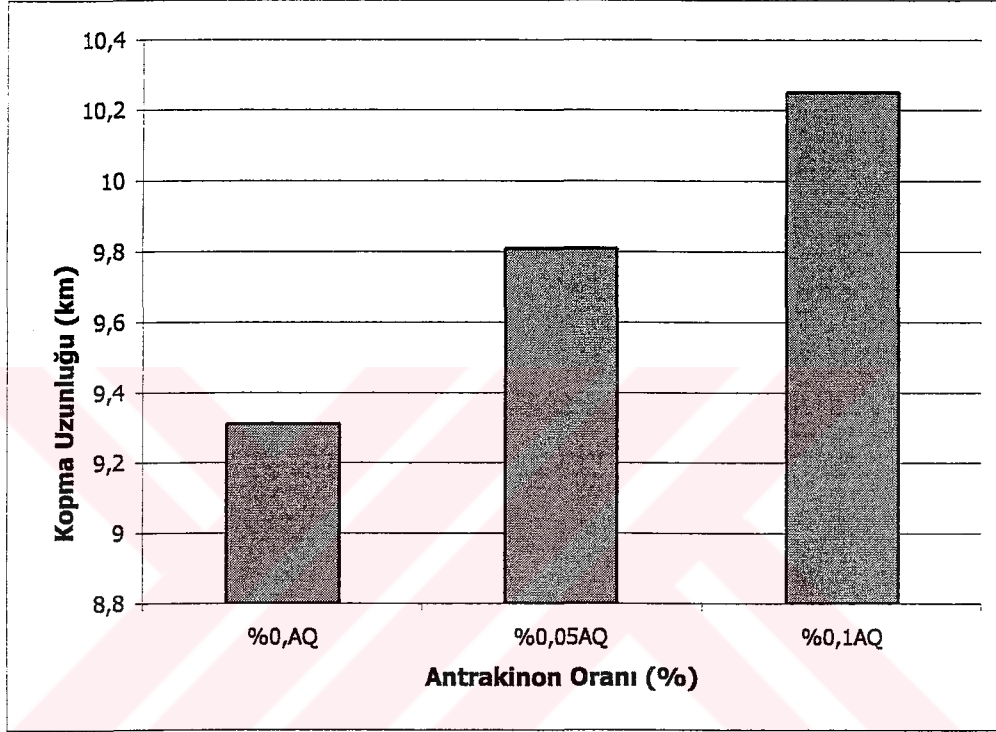
Çizelge 3.106 Antrakinonun % 95 güven aralığında kopma uzunluğuna etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
Kontrol (10'nolu pişirme)	10	9,31	X	
%0,05AQ	10	9,810	X	
%0,1AQ	10	10,250	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			0,440*	0,329
%0,1AQ-Kontrol			0,945*	0,329
%0,05AQ-Kontrol			0,504*	0,329

* P<0,05

Çizelge 3.106'da görüldüğü gibi pişirmede %0,05 oranında antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının kopma uzunluğu değerleri artmıştır. Bu artma

sonucu oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Yine pişirmede kullanılan antrakinon oranının %0,05’den %0,1 artırılması ile deneme kağıtlarının kopma uzunluğunda bir miktar daha artma olup, yine burada oluşan farkında %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Aşağıdaki şekil 3.31 de pişirmede kullanılan antrakinon oranının kopma uzunluğuna etkisi gösterilmiştir.



şekil 3.31. Antrakinon oranının kopma uzunluğuna etkisi

3.12.2 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının Yırılma İndisi zerine Etkisi

Triticale saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR°’de yırtılma indisleri ve ekileşimlerine ait varyans analizi sonuçları izelge 3.107 de, 95. güven aralığında antrakinonun yırtılma indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise izelge 108’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.107 Yırtılma indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	2,215	2	1,107	14,05	0,0001*
Grup içi	2,128	27	0,078		
Genel	4,344	29			

* P<0,01

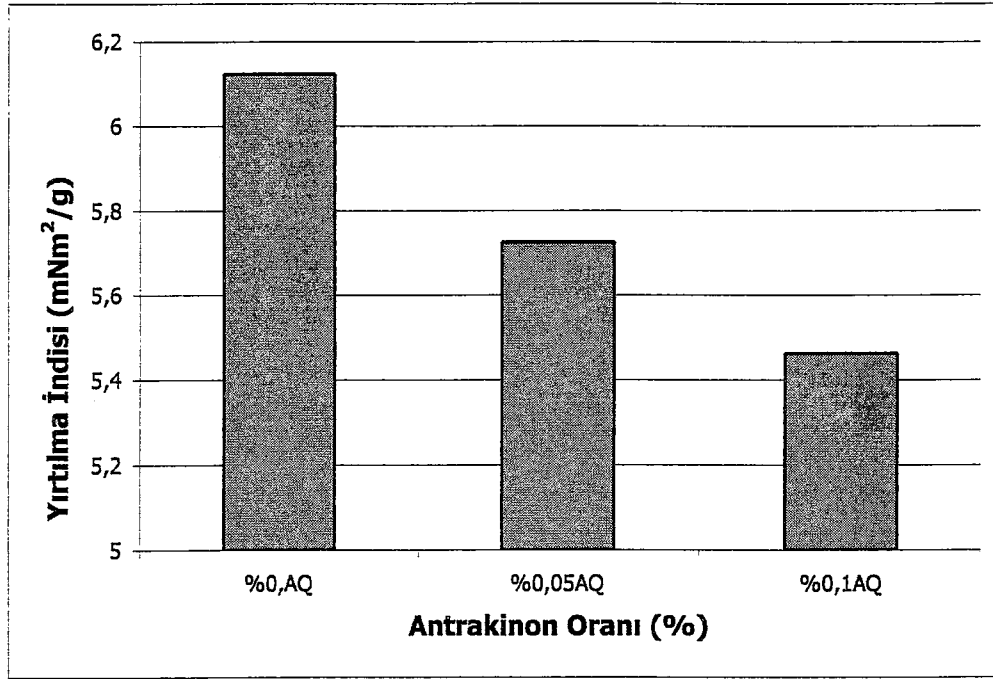
Çizelge 3.108 Antrakinonun yırtılma indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar (%95 güven aralığında)

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
%0,1AQ	10	5,461	X	
%0,05AQ	10	5,726	X	
Kontrol (10' nolu pişirme)	10	6,122	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			-0,265	0,311
%0,1AQ-Kontrol			-0,661*	0,311
%0,05AQ-Kontrol			-0,396*	0,311

* P<0,05

Çizelge 3.108'de görüldüğü gibi pişirmede %0,05 oranında antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının yırtılma indisleri azalmıştır ve bu azalma sonucu oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Antrakinon oranının %0,1 çıkarılması ile deneme kağıtlarının yırtılma indisi değerlerinde yine azalma olmuş olup, yine buradaki farkında %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür.

Şekil 3.32'de pişirmede kullanılan antrakinon oranının yırtılma indisi üzerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.32. Pişirmede kullanılan antrakinon oranının yırtılma indisi üzerine etkisi

3.12.3 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR°'de patlama indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.109'da, %95 güven aralığında antrakinonun patlama indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.110'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.109 Patlama indisleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oran	P-Değeri
Gruplar arası	4,729	2	2,364	34,93	0,0000*
Grup içi	1,828	27	0,067		
Genel	6,557	29			

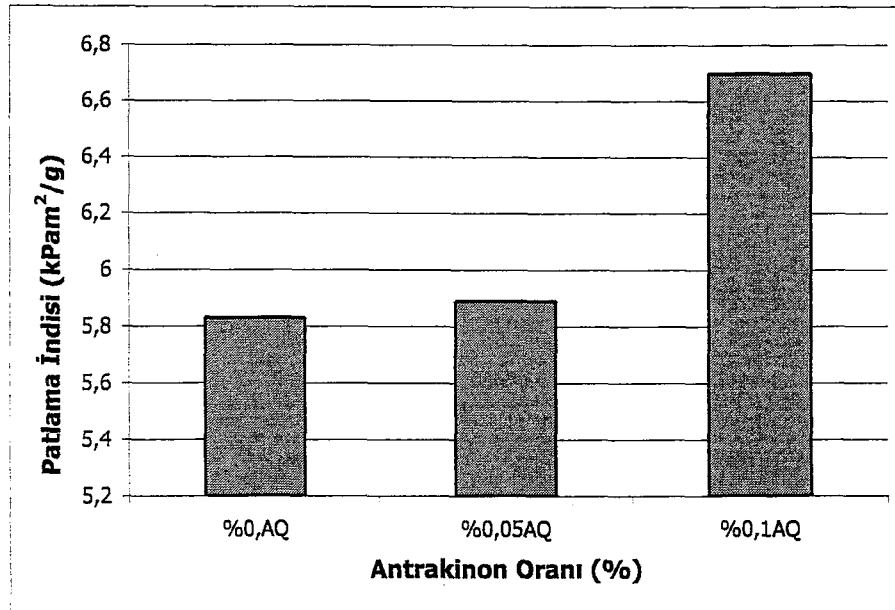
* P<0,01

Çizelge 3.110 Antrakinonun patlama indisi üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar (%95 güven aralığında)

Süre (dakika)	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar	
%0,1AQ	10	6,702	X	
%0,05AQ	10	5,896	X	
Kontrol (10'nolu pişirme)	10	5,833	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			-0,808*	0,288
%0,1AQ-Kontrol			-0,872*	0,288
%0,05AQ-Kontrol			-0,063	0,288

* $P < 0,05$

Çizelge 3.110'da görüldüğü gibi pişirmede %0,05 oranında antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının patlama indisleri artmış fakat bu artma ile oluşan farkın %95 güven aralığında önemli olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte antrakinon oranının %0,05 den %0,1 çıkarılması ile oluşan farkın ise %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Şekil 3.33'de pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının patlama indisine olan etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.33 Pişirmede kullanılan antrakinon oranının patlama indisine etkisi

3.12.4 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının Çekme Enerji Absorpsiyonu (İç Bağlanma Enerjisi) Üzerine Etkisi

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR°'de ÇEA değerleri ve Etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.111'da, % 95 güven aralığında antrakinonun ÇEA değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.112'de verilmiştir.

Çizelge 3.111 Deneme kağıtlarının çekme enerji absorpsiyonu değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	1251,24	2	625,622	6,27	0,0058*
Grup içi	2691,94	27	99,701		
Genel	3943,19	29			

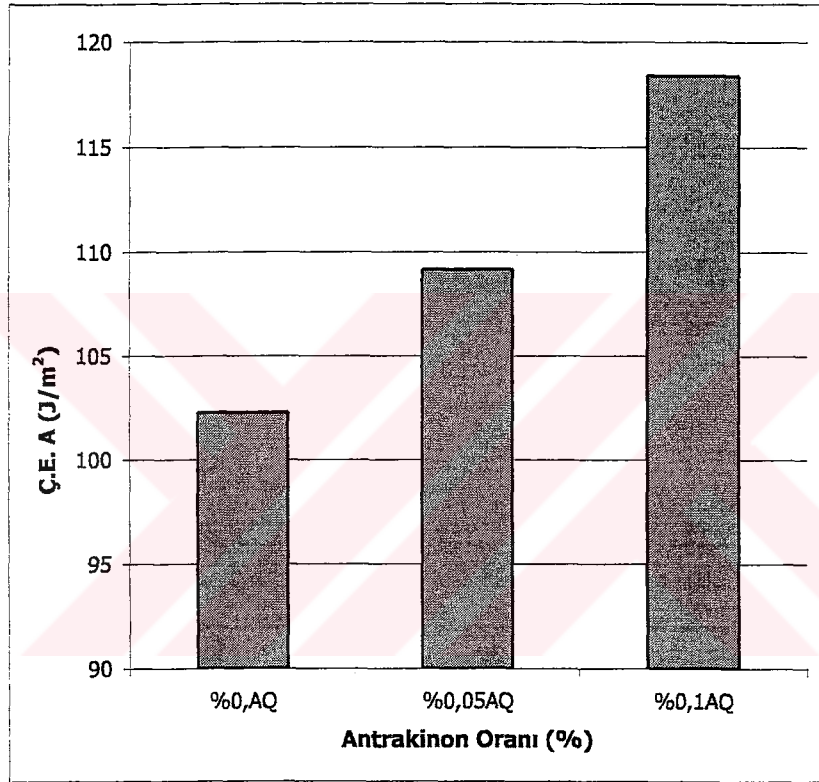
* P<0,01

Çizelge 3.112 Antrakinonun çekme enerji absorpsiyonu değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar (% 95 güven aralığında)

Süre (dakika)	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar	
%0,1AQ	10	118,40	X	
%0,05AQ	10	109,14	XX	
Kontrol (10'nolu pişirme)	10	102,27	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			-8,904	11,074
%0,1AQ-Kontrol			-15,775*	11,074
%0,05AQ-Kontrol			-6,870	11,074

* P<0,05

Çizelge 3.112’de görüldüğü gibi pişirmelerde antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının ÇEA değerleri artmıştır. %0,05 oranında antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarındaki ÇEA değerlerinde meydana gelen artmanın %95 güven aralığında önemli olmadığı, ancak antrakinonun %0,1 oranında kullanılması ile oluşan farkın ise %95 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür. Şekil 3.34’de pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının ÇEA değerlerine olan etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.34 Antrakinon oranının ÇEA değerlerine olan etkisi

3.12.5 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının kağıtların %Gerilmesi Üzerine Etkisi

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR^o’de %Gerilme değerleri ve Etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.113’de, % 95 güven

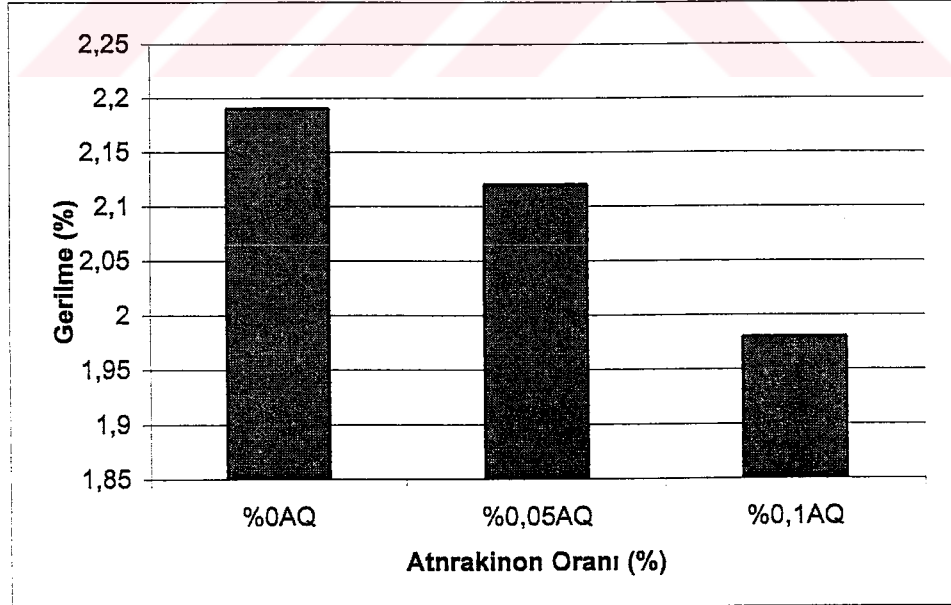
aralığında antrakinonun %gerilme değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar Çizelge 3.114’de verilmiştir.

Çizelge 3.113 Deneme kağıtlarının % gerilme değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
Gruplar arası	2576,27	2	1288,14	1,000	0,3822
Grup içi	34884,1	27	1292,0		
Genel	37460	29			

Çizelge 3.114 Antrakinonun %gerilme değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar (%95 güven aralığında)

Süre (dakika)	Deney Sayısı	Ortalama	Eş Gruplar	
%0,1AQ	10	2,09	X	
%0,05AQ	10	2,12	X	
Kontrol (10’ nolu pişirme)	10	2,19	X	
Etkileşim			Fark	± Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			-0,008	0,158
%0,1AQ- Kontrol			-0,078	0,158
%0,05AQ-Kontrol			-0,07	0,158



Şekil 3.35 Pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının % gerilme değerlerine etkisi

Pişirmelerde antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının % gerilme değerleri azalmıştır.Meydana gelen azalmaların %95 güven arlığında önemli olmadığı görülmüştür. şekil 3.35’de pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının % gerilme değerlerine olan etkisi gösterilmiştir.

3.12.6 Pişirme Kullanılan Antrakinon Miktarının Deneme Kağıtlarının Beyazlık Değeri  zerine Etkisi

Çalışmada kullanılan *Triticale* saplarından soda-atrakinon oksit ilavesiyle yapılan pişirmeler sonucu elde edilen kağıtların 50 SR’de beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları  izelge 3.115’de, %95 güven aralığında antrakinonun beyazlık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar ise  izelge 3.116’da gösterildiği üzeredir.

Çizelge 3.115 Beyazlık değerleri ve etkileşimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oran	P-Değeri
Gruplar arası	7,768	2	3,884	16,88	0,0000*
Grup içi	6,212	27	0,230		
Genel	13,981	29			

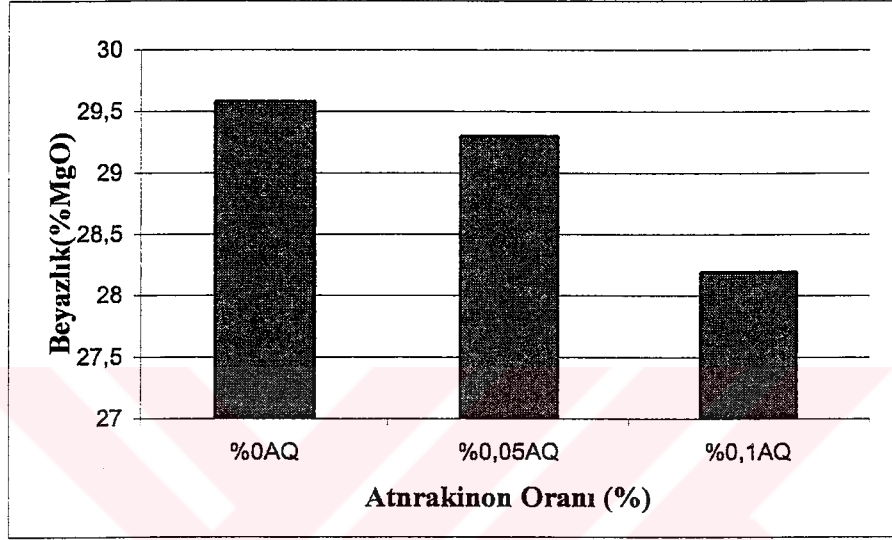
*P<0,01

Çizelge 3.116 Antrakinonun beyazlık değeri üzerine etkisini gösteren Tukey testine ait sonuçlar (%95 güven aralığında)

Süre (dakika)	N	Ortalama	Eş Gruplar	
%0,1AQ	10	28,19	X	
%0,05AQ	10	29,30	X	
Kontrol (10’nolu pişirme)	10	29,58	X	
Etkileşim			Fark	� Limit
%0,1AQ-%0,05AQ			-0,914*	0,532
%0,1AQ- Kontrol			-1,191*	0,532
%0,05AQ-Kontrol			-0,277	0,532

* P<0,05

Pişirmelerde %0,05 oranında antrakinon kullanılması ile deneme kağıtlarının beyazlık değeri azalmış olup, meydana gelen azalmanın %95 güven aralıında önemli olmadığı görülmüştür. Ancak antrakinonun %0,1 oranında kullanılması ile oluşan farkın %95 güven aralıında önemli olduğu görülmüştür. şekil 3.36'da pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının beyazlık değeriine olan etkisi gösterilmiştir.



şekil 3.36 Pişirmelerde kullanılan antrakinon oranının deneme kağıtlarının beyazlık değeriine üzerine etkisi

BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kağıt endüstrisinde hammadde olarak girdilerin büyük kısmını odun hammaddeleri oluşturmaktadır. Dünya genelindeki odun hammaddesi mevcudiyeti her geçen gün gittikçe azalmaktadır. Ayrıca, hammadde olarak odunu kullanan diğer endüstri kolları da dikkate alınırsa, kağıt endüstrisinin ileride hammadde sorunu ile karşı karşıya kalması kaçınılmazdır. Oluşacak bu hammadde sorununun çözümü için önerilen en önemli yol yıllık bitki saplarından yararlanma olacaktır. Oysa, günümüzde kağıt endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilecek tarımsal artıkların büyük bir kısmı henüz kullanılmamaktadır. Özellikle ülkemizin bir tarım ülkesi olduğu göz önünde bulundurulacak olursa, kağıt endüstrisinde oluşacak hammadde sorununun çözümü için, Türkiye'nin büyük miktarda yıllık bitki potansiyeline sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Diğer taraftan, son yıllarda çevre kirlenmesi ve korunması öneminin artması, kağıt hamuru üretiminde, kükürtsüz üretim yöntemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Çalışmada kullanılan, *Triticale* sapları ince ve gözenekli bir yapıya sahip olmasından dolayı alüminyum sülfat O_2 -NaOH kağıt hamuru üretmeye uygun düşmektedir. Çünkü, ince ve gözenekli yapıya oksijenin difüzyonu daha hızlı ve kolay olmaktadır. Dolayısıyla, *Triticale* saplarının düşük sıcaklıkta ve kısa sürede pişmesi mümkün olmaktadır.

Yapılan lif ölçümleri sonunda *Triticale* saplarının çeşitli morfolojik kısımlarındaki lif uzunlukları, lif genişlikleri, lümen genişlikleri ve çift çeper kalınlıklarının birbirinden farklı olduğu görülmüştür. *Triticale* sapı örneğinin lif uzunluklarının 621,4 mikron ile 1349,6 mikron arasında değiştiği ve ortalama 846,25 mikron olduğu; lif genişliklerinin 12,34 mikron ile 17,50 mikron arasında değiştiği ve ortalama 14,74 mikron olduğu; lümen genişliklerinin 4,55 mikron ile 6,88 mikron arasında değiştiği ve ortalama 5,41 mikron olduğu; çift çeper kalınlıklarının ise

8,39 mikron ile 10,62 mikron arasında değiştiği ve ortalamasının 9,23 mikron olduğu tespit edilmiştir. Yine elde edilen kağıt hamuru üzerinde yapılan lif olętirmeleri sonucu lif uzunluklarının dövme ile kısaldığı, lif ve lümen genişliklerinin dövme ile nispeten arttığı grlmştir.

Yapılan kimyasal analizler sonucunda Triticale saplarının çeşitli morfolojik kısımlarının kimyasal bileşenlerinin birbirinden farklı olduğu grlmştir. Yapılan kimyasal analiz sonuğlarına göre Triticale saplarındaki ortalama holoselüloz oranı %73,85, selüloz oranı %49,65, lignin oranı %16,64, kül oranı %5,82 olarak bulunmuştur. Yine yapılan çözünürlük deneyleri sonucunda ortalama soğuk su çözünürlüğü %14,91, sıcak su çözünürlüğü %17,42, %1'lik NaOH znrlğ %45,68 ve alkol-benzen çözünürlüğünün ise %9,49 olduğu bulunmuştur.

Triticale saplarından oksit ilaveli O₂-NaOH 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 alınarak iki dizi deney yapılmıştır.

İlk olarak aşağıda belirtilen pişirme şartları parametreleri; pişirme sıcaklığı 110-120-130°C, Pişirme süresi 20-40-60 dak., Al₂O₃ Oranı %1-%2-%3 seçilmiştir.

Yukarıda belirtilen şartlarda pişirmede etkili olan bu üç etmenin tüm kombinasyonlarını kapsayan 3x3x3=27 adet pişirme denemesi yapılmıştır (1,2,3,.....27 no'lu pişirmeler). Yapılan pişirme denemelerinde, pişirme parametrelerinin elenmiş verime, kapa numarasına, deneme kağıtlarının kopma uzunluğuna, patlama indisine, yırtılma indisine, çekme enerji absorpsiyonuna, %gerilmesine, beyazlığına ve baskı opaklığına olan etkileri incelenerek pişirme parametrelerinin değişmesi ile meydana gelen farklılığın istatistiksel anlamda anlamlı olup olmadığını ortaya koymak için Tukey testi yapılmıştır.

Yapılan testler sonucunda optimum pişirme koşullarının pişirme sıcaklığı 120°C, pişirme süresi 20 dak., Al₂O₃ oranı %1, NaOH oranı %16, çözelti/sap oranı 5/1, oksijen basıncı 8 kg/cm² olarak belirlenmiştir

Yapılan pişirme denemelerinde ikinci olarak yukarıda belirtilen optimum koşullarda %0,05-%0,1 oranında antrakinon ilave edilerek iki adet pişirme denemesi yapılmış ve antrakinonun elek verimine, elde edilen deneme kağıtlarının fiziksel ve optik özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Son iki adet pişirme denemesinde kullanılan antrakinonun elek verimini artırdığı ve deneme kağıtlarının fiziksel özelliklerinin bir çoğunu olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Sonuç olarak, *Triticale* saplarından oksit ilaveli soda antrakinon yöntemi için optimum pişirme koşullarının aşağıdaki belirtilen şartlarda olduğu saptanmıştır.

Pişirme sıcaklığı: 120°C.

Pişirme süresi: 20 dak.

Al₂O₃ oranı: %1.

NaOH oranı: %16.

Çözelti/sap oranı: 5/1.

Oksijen basıncı: 8 kg/cm².

Antrakinon oranı: %0,1

Yukarıda belirtilmiş olan optimum pişirme koşullarına son şeklin verilmesi; üretim amacı ve işletme koşulları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilebilir.

Buğday saplarının O₂-NaOH yöntemiyle değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda en uygun pişirme koşullarının (Eroğlu, 1980). NaOH oranı : %16-20, Pişirme sıcaklığı 105-120°C, Pişirme süresi 40 dak, O₂ basıncı 5-10 kg/cm² ve çözelti/sap oranı 7/1 olduğu belirtilmiştir.

Görüldüğü gibi *Triticale* saplarından oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemi ile kağıt hamuru üretimi için ortaya konan şartlar, buğday sapları için ortaya konan pişirme şartlarından daha ılımlıdır.

Triticale saplarından optimum pişirme koşullarında elde edilen deneme kağıtları üzerinde yapılan fiziksel ve optik testlere ait bulgular Çizelge 3.117'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.117 Optimum koşullarda deneme kağıtlarında yapı fiziksel ve optik testlere ait sonuçlar

Pişirme Koşulları ve Kağıt hamuru Verimleri							Fiziksel ve Optik Testler							
NaOH (%)	Sıcaklık (°C)	Pişirme Süresi (dak.)	Al ₂ O ₃	Elenmiş Verim (%)	Elek Artığı (%)	Toplam Verim (%)	Kapa Numarası	Kopma Uzunluğu(km)	Patlama İndisi(kPam ² /g)	Yırtılma İndisi (mNm ² /g)	ÇEA (J/m ²)	Gerilme (%)	Beyazlık(%MgO)	Baskı Opaklığı(%)
16	120	20	1	51,63	7,16	58,79	32,30	10,25	6,72	5,46	118,40	2,09	28,19	98,73

*Tüm pişirme denemelerinde oksijen basıncı 8 kg/cm², çözelti/sap oranı 5/1 olarak sabit alınmıştır.

Sonuçta *Triticale* saplarının oksit ilaveli O₂-NaOH yöntemiyle pişirmeye uygun olduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen kağıt hamurları ağartılmadan çeşitli kağıt yapımında kullanılabileceği gibi ağartılarak kaliteli yazı ve baskı kağıdı yapımında da kullanılabileceği bu çalışmayla ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- Aranowsky, S.I., Ernst, A.J., Sutcliffe, H.M., Nelson, G.H., (1948)** *Agricultural Residue Pulps, Comparison of Pulping Processes*, Paper Trade Journal, Vol.:126, No:26, pp.289-294.
- Aronowsky, S. I. (1953)** *Recent Advances in Pulping Straw in the United States*, TAPPI, Vol.:36, pp. 167A-171A.
- Atchison, J.E. (1973)** *Present Status and Future Potential for Utilization of Nonwood Plant Fibers- A Worldwide Review*, TAPPI, No:4, pp.69-89.
- Atchison, J.E. (1988)** *Update on Global Use of Non-wood Plant Fiber and Some Prospects for Their Greater Use in the United States*, 1988 TAPPI North American Non-wood fiber Symposium Proceedings, pp. 13-42.
- Atchison, J. E. (1988)** *Worldwide Capacities for Nonwood Plant Fiber Pulping Increasing Faster than Wood Pulping Capacities*, TAPPI pulping conference.
- 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 pp. 451-472
- Atchison, J.E. (1998)** *Progress in the Global Use of Non-wood Plant Fibers and Prospects for Their Greater Use in the Future*, Inpaper International, Apr-Jun 1998, pp.21.
- Bağcı, S.A. (2000)** *Konya Şartlarında Çinko Uygulamasının Farklı Tahıl Türlerinde Verim ve Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. s.28-47
- Bağcı, S.A. ve Ekiz, H. (1993)** *Triticale'nin İnsan ve Hayvan Beslenmesindeki Önemi*, Konya'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 12-14 Mayıs 1993, s 135-151, Konya.
- Belnid, A. (1994)** *Nutritive and Economic Value of Triticale as A Feed Grain for Poultry*, CIMMYT Economics Working Paper, pp. 94-101. CIMMYT. Mexico. D.F.

Kaynaklar (devam ediyor)

- Bostancı Ş., Eroğlu, H.** (1978) *Kağıt Hamuru Üretiminde ve Ağartmada Geliştirilen Yeni Bir Yöntem: O_2 -NaOH*, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:1, Sayı:1,s.17-39.
- Bostancı Ş.**(1983) *Lif Teknolojisi Ders Notları*, K.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:67.
- Bostancı, Ş.** (1987) *Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi*, K.Ü. Orman Fakültesi, No:14, s.245-258.
- Casey J.P.** (1966) *Pulp and Paper*,Vol.:1, Interscience Publishers, Inc., New York, pp.409
- 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. “Das Buch vom Popier”, Armin Kenke, Insel – Verlag.
- Daniel, L.W.** (1973) *Selüloz ve Kağıt Teknoloji Kursu Ders Notları*, Ocak-Nisan, s 12-16.
- Deniz, İ.**, (1994) *Buğday (Triticum aestivum L.) Saplarının Ön Desilikasyonu ve Bu İşlemin O_2 -NaOH Kağıt Hamurları Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, K.T.Ü Trabzon., s.69-117
- El-Ashmawy, A.E., Fadl, M.H., Saleh, T.M., El-Meadawy, S.A.** (1977) *Soda-Oxygen Pulping of Bagasse and Rice Straw*, Tappi, Vol: 60, pp. 109-111.
- Elgün, A., Türker, S., Bağcı, S.A.** (1996) *Paçal Yapısında Triticale'nin Yumuşak Buğday Yerine Kullanılması*, Un Mamülleri Dünyası, 4-10.
- Ernst, A.J. , Fouad, Y. , Clark, T.F.** (1960) *Rice Straw for Bleached Papers*, TAPPI, Vol.: 43, No: 1, pp. 49-53.
- Eroğlu, H.** (1980) *O_2 -NaOH Yöntemiyle Buğday (Triticum aestivum L.) Saplarından Kağıt Hamuru Elde Etme Olanaklarının Araştırılması*, Doktora Tezi, K.T.Ü Orman Fakültesi, s 1-159, Trabzon.
- Eroğlu H.** (1981) *Oksijen-Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi ve Kağıt Hamurlarının Ağartılması*, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:4, Sayı:2, s 314-334.

- Eroğlu, H.** (1983) *Soda – Oxygen Pulping of Wheat Straw, Nonwood Plant Fiber Pulping Conferance*, October, TAPPI Press, Progress Report No. 14, Houston, pp. 99–106.
- Eroğlu, H.** (1990) *Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi*, K.T.Ü. Orman Fakültesi, s.1- 593.
- Eroğlu, H.** (1999) *Türkiye 'de Kağıt Endüstrisi*, Inpaper International, Jan.-Mar., p.5.
- Figueiredo, R.** (1983) *Cost Competitiveness of Brazilian Pulp Export Industry*, PPI Market Pulp 3 Conference .
- Hafızoğlu, H.** (1982) *Orman Ürünleri Kimyası*, KTÜ Orman Fakültesi, KTÜ Basımevi, Fakülte Yayın No. 52, Trabzon.
- Hale, J. D.** (1969) *Structural and Physical Properties of Pulpwood in Pulp and Paper Manufacture*, Macdonald editor, Vol. : 1, pp. 132, Mc Graw-Hill Book Company, New York
- Hough, G.** (1985) *Chemical Recovery in the Alkaline Pulping Processes*, First Edition, TAPPI Press, Washington.
- Huang, H. I., Sarkanem, K. V. Johansen N. L.** (1977) *Diffusion of Dissolved Oxygen Liquid Saturated Douglas Fir Sapwood*, Wood Science and Technology, 11, pp 225-236.
- Hulton, T.** (1997) *Cellulose Chem. Technol.*, TAPPI Journal, pp. 66
- Hurter, A.M.** (1988) *Utilization of Annual and Agricultural Residues for the Production of Pulp and Paper*, Pulping Conferance, 1988. New Orleans, TAPPI Proceedings, pp139 – 160.v
- Hurter, R. W.,** (1997) “Agricultural Residues”, TAPPI Non – wood Fibers Short Course Notes
- Huş, S.** (1958) *Odun Kimyası Laboratuar Tatbikatı*, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 65, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul, 96 s.
- İbrahim, H. , Fouad Y.** (1973) *Industrial Experience in the Utilisation of Rice Straw in the Pulp and Paper Industries*, TAPPI, Nonwood plant fiber pulping, Progres report No: 4, pp 37-43.

Kaynaklar (devam ediyor)

- İbrahim, H.** (1975) *Special Problems Involved in Stock Preparation and Papermaking When Utilizing Bleached Rice Straw Pulp in Fine Paper*, TAPPI, Nonwood plant fiber pulping, Progress report No: 6, pp. 23-34.
- Jeyasingam, J.T.** (1987) *Critical Analysis of Straw Pulping Methods World Wide*, Non-Wood Plant Fiber Pulping Conference, Nov.:1987, Washington, TAPPI Press Progress Report, No:18, pp.103-112.
- Judt, M.** (2001) *Nonwoody Plant Fibre Pulps*, Inpaper International, October-December, pp.1-3.
- Kaldor A.F.** (1988) *An Australian Kenaf Pulp Mill Based on the Ankaf Method of Separation of the Bast and Core Fibers*, TAPPI Pulping Conference.
- Khaitan, M. K.** (1993) *A New Process For Chemical and Energy Recovery From Agro – Based Black Liquors*, Paperex – 93, International Conference on Pulp and Paper Industry, December, New Delhi, pp. 79 – 132.
- Kırcı, H.** (2000) *Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları*, K.T.Ü. Yayın No:63, s.260-266. ,Trabzon.
- Kurtcebe, G.** (2002) *SEKA'nın Kuruluşu*, Seka Dergisi, Ocak 2002, s. 2.
- Kutay, C.** (1990) *Türklüğün Kaderinde Kağıthane*, Seka Dergisi Ocak - Şubat 1990, s.6-7.
- Kürkçüoğlu, M.** (1989) *Kağıdın Geçmişi ile İlgili Sorulara Cevaplar*, Seka Dergisi Kasım – Aralık 1989, s. 20 – 21.
- Lachenal, D. , De Choudens, C., Monzie, P.** (1979) *Cuisson Soude Anthraquinone, cas de bois feuillus*, ATIP, Vol. : 33, No: 5, pp. 213-220.
- Leonard, A. L., Blackwell, B.** (1991) *Lime Mud Recycling Improves The Performance of Kraft Recausticizing*, Tappi, Vol. 74, No. 10 pp. 123-129.
- 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 Culfirelle” Paris 1936, pp. 138.
- Lindberg, H., Ulmgren, P.** (1986) *The Chemistry of The Causticizing Reaction Effects On The Operation Of The Causticizing*, Department In A Kraft Mill, Tappi, Vol. 69, No. pp. 126-130.

Kaynaklar (devam ediyor)

- MacDonald, G.R.** (1969) *Pulp and Paper Manufacture* ,Vol.:2, Mc Graw-Hill Book Company, New York,London, pp. 542.
- Martin, M. L.** (1977) Critical chip thickness in oxygen pulping of wood, TAPPI, Vol. : 60, No: 2, p. 128-129.
- Marton, R., Lengyel P., Koltai G.** (1955) *Considerations Theoriques Sur la Chimie de Divrs Cuiissons de Pailles: Sulfate, Monosulfite, Bisulfite*, ATIP, No:4/5, pp.120-128.
- Marton, R., Amidon T.E., Koeppicus, R.** (1976) *Origine of Some Problems in Whole Tree Pulping*, TAPPI,Vol.:59, No:12, pp.107-112.
- Misra, D.K.** (1971) *Comparative Study of Bagassa and Wheat Straw for Pulp and Papermaking*, TAPPI, Nonwood plant fiber, Progress report , No:2, pp.31-50.
- Misra, D. K.**(1972) *Installation and Operation of Chemical Recovery System in Soda Pulp Mills Utilizing Wheat Straw and Bagasse as Raw Material*, TAPPI, Nonwood plant fiber pulping, Progres report, No:3, pp.119-175.
- Nikitin,V.M., Akim G.L.** (1956-1958) Trudy Leningrad Leso Tech., Akad. İms. M. Kirova, No:75, pp.145.
- Nikitin, V.M., Akim G.L., Shchekolev V. P.** (1960) Trudy Leningrad Leso Tech., Akad. İms. M. Kirova, No:85, pp.3.
- Nikitin, N. I.** (1966) *The Chemistry of Cellulose and Wood*, Frist Edition, İsrail Program For Scientific Translation, Jerusalem.
- Paavilainen, L.** (1997) *Non-wood Fibres In Paper and Board Grages-Europen Perspective*, 1997 TAPPI Non – wood Fiber Symposium Proceedings, pp. 13 – 42.
- Pai, P.A.** (1988) *Sesbania Aculeata – A Potantial Fibrous Raw Material*, TAPPI Pulping Conference.
- Panda, A.** (1989) *Operational Problems in Pulping Chemical Recovery Plants of Silica Rich Fibrous Raw Materials and Earlier Desilication Work Carried Out In India*, International Seminar and Workshop on Desilication, December, Cochin, Proceedings of The International Seminar, pp.23-25.
- Paşa, Z** (1863) *Endülüs Tarihi*, Cilt II, s. 53.

Kaynaklar (devam ediyor)

- Pfeiffer, W.H.** (1992) *Triticale Improvement Strategies at CIMMYT: Exploiting Adaptive Patterns and End-use Orientation*. In: Proceedings, 7 th Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa.
- Pu, C., Hu, S.** (1990), *Pulp and Paper*, Canada, 91, 163
- Rao, N.J., A. K., Kumar, N., Arota, A. K., Mehrotra, A.** (1990) *Soda-Oxygen Delignification of Rice Straw*, Pulping Conference, Tappi Press, New Delhi, pp. 499-505.
- Rdyholm, S.A.** (1965) *Pulping Processes*, Interscience publishers, New York, pp.1266.
- Robert, A.B.** (1974) *O₂-NaOH des Pates Cellulosiques*, Revue Annual des Eleves Ingenieurs de L'EFPP. Grenoble Synthese Bibliographique, pp. 13-20.
- Rowell, R.M., Cook, C.** (1998) *Types and Amounts of Nonwood Fibers Available in the U.S.*, TAPPI North American Nonwood Fiber Symposium, pp. 43 – 47.
- Ruoho, K.S., Sjöström E.** (1978) *Improved Stabilisation of Carbohydrates by the Oxygen-quinone System*, TAPPI, Vol. : 61, No: 8, pp. 87-88.
- Sadawarte, N.I., Prasad, A.K., Laad, V.V., Ray, B., Srivastava, K.B., Khanolkar, V.D., Dharwadkar A.R.** (1977) *Study on Desilication of Bamboo Kraft Green Liquor*, Nonwood plant fiber pulping, TAPPI, Progress report, No:8, pp.23-32.
- Sholon, E.J.**, (1978) *Kenaf for Paper Pulp in the Tropics*, TAPPI Nonwood plant Fiber Pulping Series No. 9.
- Singh, R.P., Bjorn, C.D., Rudra, P.S.** (1979) *Oxygen Bleaching*, In. Ed, The Bleaching of Pulp, Second Edition, Technical Association of The pulp and Paper Industry, Inc, Atlanta.
- Singh, R.P., Sari, E.E.** (1991) *Biotic Stresses in Triticale*. In: Proceedings of the International Triticale Symposium. CIMMYT, Mexico, DF.
- Söderhejelm, L.** (1988) *Characterization of Kraft Pulp Liquor With Respect to Evaporation and Combustion*, Ph. D. Thesis, Helsinki University of Technology, Laboratory of Pulping Technology, Helsinki.
- Tandon, R., Gupta, A., Kulkarni, A.G., Panda, A.** (1989) *Properties of Black Liquors From Pulping of Nonwood Raw Materials*, International Seminar and Workshop on Desilication, December, Cochin, Proceedings of the International Seminar, pp. 23-25.

Kaynaklar (devam ediyor)

- TAPPI** (1976) Whole-tree pulping,TAPPI ,: Vol.:59, No:7, pp.60-85
- Tomlinson, C.R., Richter, F.H.** (1974) *The Alkali Recovery System*, In. Ed. Mcdonals, R.G., *The Pulping of Wood*, Third Edition, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Torun, B., Çakmak, Ö., Özbek, H. Çakmak, İ.** (1998) *Çinko Eksikliği Koşullarında Yetiştirilen Değişik Tahıl Türlerinin ve Çeşitlerinin Çinko Eksikliğine Karşı Duyarlılığın Belirlenmesi*, s 363-369. I.Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Tuset, A.** (1987) *Potential for Expansion: Chile*, PPI Market Pulp S Conference Brussels,
- Tutus, A.,** (2000) *Buğday (Triticum aestivum L.)Saplarından Kağıt Hamuru Üretiminde Kullanılan Soda-Oksijen, Soda-Antrakinin ve Soda Yöntemlerinin Silis Problemi ve Diğer Yönlerden Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Z.K.Ü.Bartın Orman Fakültesi s.11-137.
- Usta M.**(1985) *Soda-Oksijen Yöntemiyle Çavdar (Secale cereale L.) Saplarından Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi*, K.T.Ü., s 71-125, Trabzon.
- Varaughese G.,** (1996) Pfeiffer, Wall., and Peua, R.J. 1996. Triticale A.successful alternative cop. Reprinted from Cereal Foods World July. vol, 41, Nos. 6 -7.
- Veremani, H.** (1977) *Significance of Silica During Pulping Chemical Recovery In Bamboo Kraft Paper Mills*, Nonwood Plant Fiber Pulping Conference, November, Washington, Tappi Press, Progress Report No 8, pp. 13-22.
- Vilars, J.** (1978) Cours de Formation Papetiere, Pates,CTP,Grenoble, pp.165.
- Zadeh, Y. N.** (1971) *Sur L'aptutede Papetie're de la Paille de Riz'd Iran, Epuration Biologique des Esux Re'siduaires de Cuisson*, These de docteur ingenieur, U.S.M.G.,Grenoble pp.117.

www.ekutup.dpt.gov.tr/bitkiure/tahil/oik6

ÖZGEÇMİŞ

Fatih YAPICI, 1978 yılında Tokat'ın Yeşilyurt ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Yeşilyurt'ta tamamladı. 1995 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Lisesi'nden mezun olduktan sonra 1997 yılında Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2000 yılında adı geçen bölümden başarıyla mezun oldu. 2000 yılında Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladı. Halen yüksek lisansa devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.



EKLER DİZİNİ

- EK I. 1 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK II. 2 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK III. 3 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK IV. 4 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK V. 5 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK VI. 6 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtları fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK VII. 7 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtları fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK VIII. 8 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK IX. 9 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK X. 10 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XI. 11 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XII. 12 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XIII. 13 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

EKLER DİZİNİ (devam ediyor)

- EK XIV. 14 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XV. 15 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XVI. 16 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XVII. 17 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XVIII. 18 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi
- EK XXIX. 29 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi



EK I. 1 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		34 SR°		53 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69,8	-	69,9	-	69,9	-
Rutubet (%)	8,9	-	10,8	-	8,6	-
Kalınlık (mikron)	148	5,94	138	2,68	127	2,73
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	21,6	5,77	49,12	4,65	228	56,26
Patlama indisi (kpam ² /g)	4,03	0,10	5,38	0,20	5,54	0,17
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,12	0,44	6,97	0,40	5,83	0,47
Kopma Uzunluğu (km)	6,60	0,40	8,37	0,35	9,74	1,09
Gerilme (%)	1,93	0,20	2,34	0,30	2,43	0,25
ÇEA (j/m ²)	56,43	16,29	86,67	8,20	106,6	12,79
Baskı Opaklığı (%)	99,99	0,97	98,73	0,33	98,64	0,52
Beyazlık (%MgO)	31,5	0,40	30,6	0,38	27,2	0,11

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, pişirme süresi: 20 dakika, Al₂O₃:%1,

O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,35 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK II. 2 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		33 SR°		52 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	7,5	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69,6	-	70,6	-	69	-
Rutubet (%)	8,84	-	8,16	-	7,83	-
Kalınlık (mikron)	172	4,87	161	4,18	144	5,77
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	17,2	2,28	69,4	12,28	104,6	15,42
Patlama indisi (kpam ² /g)	4,27	0,29	5,19	0,10	5,64	0,16
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,79	1,4	7,07	0,56	5,99	0,23
Kopma Uzunluğu (km)	6,16	068	7,96	0,49	6,56	0,83
Gerilme (%)	1,47	019	2,25	0,18	2,33	0,27
ÇEA (j/m ²)	37,37	5,10	93,99	18,42	99,50	19,81
Baskı Opaklığı (%)	98,87	0,73	98,70	0,72	98,60	0,39
Beyazlık (%MgO)	32,25	0,19	32,08	0,7	30,20	0,16

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, pişirme süresi: 20 dakika, Al₂O₃:%2,

O₂ Ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,35 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK III. 3 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		34 SR°		51 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	70,2	-	69,8	-	69,3	-
Rutubet (%)	8,96	-	8,21	-	8,02	-
Kalınlık (mikron)	161	1,78	152	5,59	147	4,87
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	19	5,47	29,6	4,44	106,8	45,20
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,27	0,30	5,13	0,31	5,18	0,41
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,83	0,34	7,01	0,40	5,62	0,94
Kopma Uzunluğu (km)	7,14	0,75	8,22	1,06	8,75	0,95
Gerilme (%)	1,82	0,33	2,30	0,20	2,39	0,29
ÇEA (j/m ²)	62,88	16,98	96,84	8,88	98,08	8,74
Baskı Opaklığı (%)	98,95	0,45	98,14	1,75	97,99	1,57
Beyazlık (%MgO)	32,6	0,29	32,1	0,39	28,1	0,24

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p. süresi: 20 dakika, Al₂O₃:%3, O₂ Ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,20 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK IV. 4 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		35 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69	-	69,7	-	70	-
Rutubet (%)	7,34	-	8,25	-	8,23	-
Kalınlık (mikron)	179	4,18	160	5,0	147	2,16
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	13,4	3,04	22,2	3,83	63,6	7,09
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,16	0,22	5,19	0,13	5,68	0,27
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,68	0,37	6,87	0,83	5,11	0,80
Kopma Uzunluğu (km)	6,04	0,50	8,16	1,14	9,10	1,0
Gerilme (%)	2,04	0,53	2,14	0,22	2,16	0,20
ÇEA (j/m ²)	50,46	29,9	85,08	23,42	98,80	19,14
Baskı Opaklığı (%)	99,66	2,26	98,55	0,48	98,11	0,73
Beyazlık (%MgO)	32,1	0,38	32,0	0,10	29,0	0,40

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃:%1, O₂ Ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,20 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK V. 5 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		32 SR°		53 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	69,2	-	70,2	-	69,5	-
Rutubet (%)	8,01	-	7,83	-	7,40	-
Kalınlık (mikron)	151	4,18	144	4,17	130	5,0
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	18,8	0,83	56	14,94	222	44,12
Patlama indisi (kpam ² /g)	4,53	0,40	5,12	0,28	5,72	0,29
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,52	0,75	6,88	0,40	5,42	0,33
Kopma Uzunluğu (km)	6,06	0,30	8,71	0,35	9,26	0,27
Gerilme (%)	1,37	0,19	2,34	0,23	1,88	0,10
ÇEA (j/m ²)	36,17	5,76	96,76	14,13	77,91	5,19
Baskı Opaklığı (%)	99,12	0,30	98,60	0,50	98,46	1,43
Beyazlık (%MgO)	32,30	0,21	31,90	1,07	28,70	0,36

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı:%2, O₂ Ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,50 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK VI. 6 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtları fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	21 SR°		34 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	69,8	-	70,4	-	69,5	-
Rutubet (%)	8,16	-	8,41	-	8,49	-
Kalınlık (mikron)	167	5,43	144	2,50	130	3,60
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	14,2	3,34	41,2	12,15	73,6	19,9
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,17	0,13	4,96	0,14	5,54	0,36
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,96	0,74	7,10	0,44	5,02	0,16
Kopma Uzunluğu (km)	7,41	0,30	8,79	0,88	8,47	0,61
Gerilme (%)	1,94	0,20	2,15	0,12	1,83	0,22
ÇEA(j/m ²)	66,09	1,48	89,16	16,03	71,82	14,36
Baskı Opaklığı (%)	98,80	0,10	98,20	1,0	98,05	0,72
Beyazlık (%MgO)	33,70	0,33	32,0	0,65	28,90	0,73

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı: %3, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,10 kg/cm², sap/çözelti:1/5

EK VII. 7 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtları fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	20 SR°		35 SR°		52 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	10		20	-
Gramaj (g/m ²)	70	-	69,2	-	69	-
Rutubet (%)	8,13	-	8,17	-	8,65	-
Kalınlık (mikron)	169	4,38	153	2,73	138	2,30
Hava Geçirgenliği (sn/100cc)	14	1,22	73,4	11,10	133,6	37,10
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,48	0,11	5,21	0,30	6,30	0,38
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,82	0,65	6,10	0,28	5,74	0,37
Kopma Uzunluğu (km)	8,66	0,83	9,67	0,73	9,72	0,40
Gerilme (%)	2,0	0,1	2,21	0,15	2,22	0,06
ÇEA (j/m ²)	78,75	7,37	98,80	12,67	99,91	7,94
Baskı Opaklığı (%)	99,04	2,71	98,50	0,35	98,18	0,92
Beyazlık (%MgO)	34,4	0,34	31,9	0,30	29,3	0,21

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı: %1, O₂ Ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,10 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK VIII. 8 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	20 SR°		36 SR°		56 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	10	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	70,4	-	70,14	-	69,74	-
Rutubet (%)	8,25	-	8,53	-	8,44	-
Kalınlık (mikron)	152		143		132	
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	10,6	2,30	64,2	9,57	110,6	15,10
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,75	0,69	5,04	0,46	5,51	0,24
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,32	0,89	6,53	0,53	5,65	0,40
Kopma Uzunluğu (km)	7,61	0,77	8,71	1,12	8,41	1,37
Gerilme (%)	2,16	0,25	2,20	0,22	2,05	0,27
ÇEA (j/m ²)	62,81	16,04	92,61	20,09	85,52	11,67
Baskı Opaklığı (%)	99,01	1,50	98,70	1,70	97,97	3,53
Beyazlık (%MgO)	33,6	0,18	30,7	0,17	25,5	0,67

NaOH: %16, sıcaklık: 110°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı:%2, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10.20 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK IX. 9 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		34 SR°		56 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	70,4	-	69,8	-	70	-
Rutubet (%)	7,77	-	7,91	-	7,87	-
Kalınlık (mikron)	160	7,9	153	2,73	134	3,11
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	13,4	3,36	29,8	5,54	53,6	14,08
Patlama İndisi (kpam ² /g)	3,75	0,4	4,78	0,24	5,33	0,45
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,03	0,44	6,82	0,63	5,47	0,31
Kopma Uzunluğu (km)	6,80	0,8	8,45	0,34	8,68	0,55
Gerilme (%)	1,85	0,26	2,27	0,1	2,02	0,15
ÇEA(j/m ²)	65,30	17,16	89,39	6,06	85,33	10,14
Baskı Opaklığı (%)	99,65	0,68	98,08	0,7	97,90	0,87
Beyazlık (%MgO)	33,23	0,25	32,7	0,71	27,8	0,42

NaOH: %16, sıcaklık: 110 °C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı: %3, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı:10,15 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK X. 10 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		32 SR°		52 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	70	-	69	-	70,6	-
Rutubet (%)	7,87	-	7,24	-	7,80	-
Kalınlık (mikron)	174	8,21	163	6,04	154	4,41
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	8,4	1,67	49,2	8,31	68	4,69
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,85	0,13	5,74	0,14	5,83	0,21
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,78	0,73	6,89	0,72	6,12	0,14
Kopma Uzunluğu (km)	8,42	0,57	8,99	1,39	9,32	0,47
Gerilme (%)	2,14	0,12	2,16	0,17	2,21	0,18
ÇEA (j/m ²)	83,73	9,08	86,78	15,09	102,27	15,81
Baskı Opaklığı (%)	99,01	0,30	98,9	0,64	98,62	0,78
Beyazlık (%MgO)	34,8	0,42	33,2	0,72	29,5	0,90

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı: %1, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,70 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XI. 11 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		35 SR°		56 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69	-	70,2	-	69,8	-
Rutubet (%)	8,17	-	7,83	-	7,87	-
Kalınlık (mikron)	158	5,7	147	5,44	137	2,77
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12,4	2,70	69,4	4,47	151,2	22,35
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,62	0,18	5,38	0,11	5,57	0,12
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,30	0,33	6,43	0,26	5,55	0,23
Kopma Uzunluğu (km)	8,22	0,35	9,27	0,58	9,85	0,49
Gerilme (%)	2,10	0,1	2,47	0,18	1,96	0,13
ÇEA(j/m ²)	79,47	6,2	106,61	12,41	89,70	11,43
Baskı Opaklığı (%)	99,37	0,5	98,17	0,9	97,94	1,41
Beyazlık (%MgO)	33,41	0,1	33,3	0,17	27,9	0,26

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı: %2, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,60 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XII. 12 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		35 SR°		53 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	23	-
Gramaj (g/m ²)	70,2	-	70,6	-	69,8	-
Rutubet (%)	8,06	-	7,51	-	7,04	-
Kalınlık (mikron)	163	2,5	153	3,8	146	4,21
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	16,6	2,40	29,6	11,11	77,6	10,50
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,46	0,37	5,19	0,19	5,57	0,15
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,13	0,36	6,24	0,31	5,39	0,44
Kopma Uzunluğu (km)	8,36	0,58	8,24	0,42	9,28	0,60
Gerilme (%)	2,17	0,18	2,32	0,13	2,40	0,45
ÇEA (j/m ²)	87,64	15,26	92,40	7,92	94,82	10,67
Baskı Opaklığı (%)	99,79	0,6	98,78	0,41	98,61	1,43
Beyazlık (%MgO)	35,0	0,25	32,81	0,27	29,39	0,2

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı: %3, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 11,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XIII. 13 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		36 SR°		59 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	23	-
Gramaj (g/m ²)	69,6	-	69,8	-	71	-
Rutubet (%)	8,54	-	9,05	-	8,84	-
Kalınlık (mikron)	153	4,47	141	3,2	131	2,19
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	13,2	3,89	22,2	7,07	130	20
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,63	0,25	5,74	0,13	5,76	0,22
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,17	0,66	6,67	0,55	5,60	0,25
Kopma Uzunluğu (km)	8,26	0,78	9,78	0,87	10,08	1,23
Gerilme (%)	2,16	0,14	2,32	0,18	2,14	0,26
ÇEA(j/m ²)	83,88	11,19	104,1	13,24	102	24,34
Baskı Opaklığı (%)	99,10	0,46	98,47	0,67	98,28	0,68
Beyazlık (%MgO)	33,64	0,34	31,65	0,21	26,84	0,19

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı: %1, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 11,75 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XIV. 14 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	21 SR°		38 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69,	-	70,2	-	68,8	-
Rutubet (%)	8,70	-	7,62	-	7,34	-
Kalınlık (mikron)	153		137		126	
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12,2	2,86	56	1,14	120	8,67
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,64	0,10	4,97	0,13	5,41	0,16
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,25	0,60	5,92	0,44	5,97	0,38
Kopma Uzunluğu (km)	8,38	0,98	8,49	0,30	9,26	0,40
Gerilme (%)	2,11	0,16	2,12	0,26	1,90	0,34
ÇEA (j/m ²)	81,31	14,35	84,72	10,52	75,01	8,49
Baskı Opaklığı (%)	99,43	0,19	98,36	1,25	98,13	1,17
Beyazlık (%MgO)	35,34	0,89	32,52	0,29	27,27	0,94

NaOH: %16, sıcaklık:120°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı: % 2, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı:10.75 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XV. 15 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		34 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	70,4	-	69,4	-	70,2	-
Rutubet (%)	8,17	-	8,06	-	7,44	-
Kalınlık (mikron)	165	7,07	153	3,50	146	1,51
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12,2	1,78	41,2	7,40	131,4	12,72
Patlama İndisi (kpam ² /g)	3,87	0,24	4,60	0,16	5,36	0,11
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,18	0,43	6,37	0,33	5,75	0,27
Kopma Uzunluğu (km)	7,10	0,28	7,87	0,34	8,82	0,41
Gerilme (%)	2,13	0,10	2,24	0,11	2,25	0,20
ÇEA (j/m ²)	72,53	5,41	87,75	6,34	87,96	7,55
Baskı Opaklığı (%)	99,05	0,9	99,02	0,45	98,83	0,55
Beyazlık (%MgO)	32,21	0,53	31,3	0,34	30,91	0,30

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı: %3, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,70 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XVI. 16 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		33 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	11	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	69	-	70	-	69,2	-
Rutubet (%)	7,03	-	8,57	-	8,22	-
Kalınlık (mikron)	155	5,0	135	3,64	132	4,58
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	16,2	3,03	73,4	5,31	119,2	7,69
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,73	0,53	5,24	0,27	5,92	0,14
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,70	0,33	6,87	0,53	5,79	0,16
Kopma Uzunluğu (km)	7,77	0,87	8,11	1,17	8,99	1,08
Gerilme (%)	1,76	0,38	2,16	0,26	2,37	0,17
ÇEA (j/m ²)	65,89	8,79	82,22	19,82	106,83	10,13
Baskı Opaklığı (%)	99,57	0,59	98,39	1,37	98,37	0,64
Beyazlık (%MgO)	32,53	0,34	32,34	0,63	28,33	0,55

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı: %1, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,75 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XVII. 17 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		37 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	13	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	69	-	70	-	70	-
Rutubet (%)	7,04	-	8,29	-	7,62	-
Kalınlık (mikron)	167	2,5	156	5,43	141	2,58
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12,4	4,5	64,2	5,26	76,2	17,32
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,47	0,06	5,29	0,17	5,74	0,19
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,49	0,32	6,68	0,75	5,48	0,31
Kopma Uzunluğu (km)	6,74	0,67	8,78	0,95	9,01	0,42
Gerilme (%)	2,28	0,23	2,04	0,15	1,82	0,1
ÇEA (j/m ²)	80,18	16	84,15	15,57	77,07	3,41
Baskı Opaklığı (%)	99,22	0,18	98,44	0,38	98,23	1,14
Beyazlık (%MgO)	34,47	0,14	33,44	0,44	28,94	0,69

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı :%2, O₂ ön basıncı : 8 kg/cm², max. O₂ basıncı:10,70 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XVIII. 18 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		35 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	11	-	23	-
Gramaj (g/m ²)	70,7	-	69,4	-	69,5	-
Rutubet (%)	7,28	-	8,64	-	8,37	-
Kalınlık (mikron)	160	2,60	147	2,12	139	2,30
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12	1,58	29,8	2	104,4	34,93
Patlama İndisi (kpam ² /g)	3,63	0,48	4,95	0,14	5,47	0,19
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,48	0,28	6,52	0,58	5,49	1,05
Kopma Uzunluğu (km)	6,36	1,43	8,45	0,92	8,80	0,66
Gerilme (%)	1,77	0,41	2,37	0,17	2,39	0,14
ÇEA (j/m ²)	54,92	16,91	92,67	9,60	94,27	7,63
Baskı Opaklığı (%)	98,84	0,6	98,59	0,2	98,57	1,12
Beyazlık (%MgO)	33,46	0,49	32,97	0,42	29,82	0,30

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı:%3, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,70 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK. XIX. 19 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		37 SR°		51 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	12	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	69,8	-	69,6	-	704	-
Rutubet (%)	7,11	-	7,08	-	8,45	-
Kalınlık (mikron)	162	2,73	149	6,50	134	5,47
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12,4	2,60	42,8	9,69	45,4	14,16
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,50	0,17	5,21	0,14	5,08	0,05
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,73	0,72	6,91	0,45	5,38	0,56
Kopma Uzunluğu (km)	7,90	1,17	8,51	0,55	8,60	0,71
Gerilme (%)	2,28	0,13	2,42	0,15	1,90	0,29
ÇEA (j/m ²)	86,42	16,96	93,05	11,14	77,99	18,24
Baskı Opaklığı (%)	98,34	0,36	98,81	0,59	98,18	0,85
Beyazlık (%MgO)	35,09	0,86	31,83	0,31	28,21	0,31

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı:%1, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 12,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XX. 20 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		34 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	10	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	69,6	-	68,9	-	0	-
Rutubet (%)	8,25	-	6,48	-	7,91	-
Kalınlık (mikron)	151	4,18	143	2,73	126	2,64
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12	3,49	42	1,78	108	16,96
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,53	0,21	4,86	0,16	5,66	0,27
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,80	0,28	6,92	0,53	5,39	0,19
Kopma Uzunluğu (km)	8,05	0,91	8,40	0,87	9,51	0,78
Gerilme (%)	2,19	0,12	2,34	0,28	2,41	0,30
ÇEA (j/m ²)	85,0	10,45	88,14	15,75	91,83	23,43
Baskı Opaklığı (%)	99,50	0,41	98,97	0,77	97,51	0,95
Beyazlık (%MgO)	34,07	0,21	29,91	0,59	27,40	0,30

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı:%2, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 12,10 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXI. 21 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		34 SR°		51 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	11	-	20	-
Gramaj (g/m ²)	70,7	-	69,2	-	69	-
Rutubet (%)	8,06	-	8,57	-	8,45	-
Kalınlık (mikron)	169	2,64	160	2,94	145	4,12
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	10	2,82	44	2,64	48,4	3,57
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,24	0,19	4,45	0,21	4,98	0,14
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,25	0,47	6,59	0,51	5,30	0,81
Kopma Uzunluğu (km)	6,50	1,49	7,87	0,73	8,26	0,68
Gerilme (%)	1,93	0,73	2,26	0,22	2,33	0,27
ÇEA (j/m ²)	73,40	20,47	80,81	15,67	85,90	9,24
Baskı Opaklığı (%)	99,13	0,54	99,04	072	99,01	0,80
Beyazlık (%MgO)	33,19	0,57	32,98	1,01	29,49	0,21

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı:%3, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 12,10 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXII. 22 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		36 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	8	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	69	-	71	-	70	-
Rutubet (%)	8,57	-	8,46	-	8,26	-
Kalınlık (mikron)	149	2,61	139	3,20	119	3,40
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	10	1,92	36	12,7	125	19,21
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,81	0,10	5,56	0,20	5,76	0,13
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,06	0,18	6,48	0,23	5,88	0,70
Kopma Uzunluğu (km)	8,19	0,33	9,43	0,60	9,61	0,59
Gerilme (%)	2,22	0,14	2,54	0,12	1,93	0,15
ÇEA (j/m ²)	87,66	5,64	115,50	10,72	87,43	11,81
Baskı Opaklığı (%)	99,03	1,2	98,93	0,77	98,44	0,57
Beyazlık (%MgO)	34,45	0,29	32,19	0,20	27,58	0,88

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı:%1, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 12,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXIII. 23 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	22 SR°		35 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	11	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	69,7	-	70,2	-	70	-
Rutubet (%)	7,51	-	7,01	-	7,04	-
Kalınlık (mikron)	143	2,5	126	4,21	115	4,92
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	10	1,78	48	10,63	86	7,29
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,71	0,24	5,31	0,27	5,55	0,21
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,91	0,22	6,01	0,50	5,93	0,42
Kopma Uzunluğu (km)	7,92	0,52	8,88	0,50	9,78	0,54
Gerilme (%)	2,18	0,05	2,21	0,18	2,34	0,31
ÇEA (j/m ²)	80,27	5,06	92,40	13,56	100,77	11,05
Baskı Opaklığı (%)	99,17	0,68	99,04	0,56	98,55	0,82
Beyazlık (%MgO)	34,04	0,40	31,16	0,80	28,35	0,20

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı:%2, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 11,90 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXIV. 24 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		37 SR°		52 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	11	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	68,8	-	69,1	-	70,0	-
Rutubet (%)	7,51	-	7,01	-	7,04	-
Kalınlık (mikron)	169	2,60	162	2,5	150	4,9
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	8	1,5	40	4,81	60	10,5
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,16	0,29	5,16	0,13	5,23	0,18
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,20	0,52	6,48	0,23	5,49	0,16
Kopma Uzunluğu (km)	7,63	0,39	8,59	0,47	8,98	0,37
Gerilme (%)	2,30	0,11	2,40	0,12	1,96	0,12
ÇEA (j/m ²)	82,62	6,59	97,37	11,21	81,63	6,08
Baskı Opaklığı (%)	99,20	0,69	99,03	0,72	97,61	0,12
Beyazlık (%MgO)	34,32	0,25	31,78	0,40	28,59	0,41

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 40 dakika, Al₂O₃ oranı:%3, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 12,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXIV. 25 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	21 SR°		37 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	13	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	70	-	69	-	71	-
Rutubet (%)	7,55	-	7,27	-	8,02	-
Kalınlık (mikron)	170	4,66	163	3,46	149	4,18
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12	4,14	32	5,93	76,4	25,23
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,61	0,14	5,31	0,11	5,51	0,12
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,88	0,77	6,59	0,78	5,53	0,20
Kopma Uzunluğu (km)	8,43	0,6	8,58	0,87	9,47	0,21
Gerilme (%)	2,17	0,1	2,29	0,12	2,00	0,15
ÇEA (j/m ²)	87,18	7,51	93,01	13,60	89,55	7,91
Baskı Opaklığı (%)	98,55	0,11	98,15	0,65	98,05	0,71
Beyazlık (%MgO)	33,79	0,31	31,66	0,48	27,97	0,41

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı:%1, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı :12,00 kg/ cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXVI. 26 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		37 SR°		54 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	13	-	21	-
Gramaj (g/m ²)	68	-	68,1	-	69	-
Rutubet (%)	6,94	-	7,73	-	7,87	-
Kalınlık (mikron)	177	2,73	163	2,16	149	2,61
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	8	1,73	34,8	4,14	48	9,05
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,45	0,44	4,84	0,18	5,97	0,34
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,01	0,66	6,14	0,64	5,75	0,20
Kopma Uzunluğu (km)	7,06	0,69	7,96	0,65	8,59	0,42
Gerilme (%)	2,12	0,30	2,38	0,26	1,87	0,18
ÇEA (j/m ²)	77,71	16,22	96,80	5,38	76,63	14,66
Baskı Opaklığı (%)	98,96	0,41	98,64	0,99	98,53	0,67
Beyazlık (%MgO)	32,66	0,37	33,32	0,35	28,69	0,18

NaOH: %16, sıcaklık: 130°C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı:%2, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı:12,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXVII. 27 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	23 SR°		33 SR°		57 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	10	-	23	-
Gramaj (g/m ²)	69,4	-	70,0	-	69	-
Rutubet (%)	7,83	-	8,65	-	7,11	-
Kalınlık (mikron)	178	5,94	167	2,12	158	2,44
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	9	3,43	49	3,34	76	21,06
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,00	0,33	4,55	0,25	5,30	0,23
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	6,35	0,72	6,73	1,02	5,24	0,43
Kopma Uzunluğu (km)	7,07	0,49	7,72	0,35	8,66	0,63
Gerilme (%)	2,11	0,24	2,59	0,25	2,30	0,38
ÇEA (j/m ²)	71,54	8,71	96,71	11,27	95,16	7,14
Baskı Opaklığı (%)	98,75	1,08	98,53	0,49	98,33	1,41
Beyazlık (%MgO)	34,12	0,23	33,71	0,31	29,67	0,27

NaOH: %16, sıcaklık: 130 °C, p.süresi: 60 dakika, Al₂O₃ oranı:%3, O₂ ön basıncı : 8 kg cm², max. O₂ basıncı: 12,00 kg/cm², sap/çözelti: 1/5

EK XXVIII. 28 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		34 SR°		58 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayırılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	9	-	23	-
Gramaj (g/m ²)	70,72	-	69,8	-	69,2	-
Rutubet (%)	8,33	-	8,25	-	8,17	-
Kalınlık (mikron)	161	5,47	148	2,12	141	1,41
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12	1,22	36	1,67	99,2	9,01
Patlama İndisi (kpam ² /g)	3,64	0,27	4,56	0,16	5,02	0,13
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,49	0,28	5,93	0,60	5,34	0,50
Kopma Uzunluğu (km)	8,55	0,69	8,90	0,12	9,60	0,39
Gerilme (%)	1,84	0,18	2,20	0,19	1,98	0,33
ÇEA (j/m ²)	60,46	12,33	84,76	13,60	89,90	15,80
Baskı Opaklığı (%)	99,08	0,38	98,93	0,64	98,47	0,78
Beyazlık (%MgO)	34,16	0,61	32,57	0,24	29,29	0,38

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı:%1, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı :10.80 kg/cm², sap/çözelti: 1/5,Antraknon:%0.05

EK XXIX. 29 No'lu kağıt hamurundan elde edilen deneme kağıtların fiziksel ve optik özelliklerinin dövme kademelerine göre değişimi

Fiziksel ve Optik Özellikler	Dövme Kademeleri					
	24 SR°		35 SR°		55 SR°	
	Aritmetik Ortalama ve Standart Ayrılışlar					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Dövme Süresi (dak.)	0	-	10	-	22	-
Gramaj (g/m ²)	69,2	-	69,4	-	70,6	-
Rutubet (%)	8,02	-	7,94	-	7,04	-
Kalınlık (mikron)	158,6	4,72	146	4,18	135	3,53
Hava Geçirgenliği (sn/100cc.)	12	0,8	61	2,23	87	20,12
Patlama İndisi (kpam ² /g)	4,39	0,07	4,75	0,30	5,20	0,32
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	5,64	0,37	6,23	0,43	5,51	0,26
Kopma Uzunluğu (km)	8,67	0,42	9,18	0,44	9,9	0,39
Gerilme (%)	1,96	0,14	2,33	0,18	2,12	0,1
ÇEA (j/m ²)	61,44	8,73	96,58	12,81	88,13	10,77
Baskı Opaklığı (%)	99,12	0,46	98,86	0,54	98,62	0,86
Beyazlık (%MgO)	32,4	0,45	31,99	0,60	28,47	0,37

NaOH: %16, sıcaklık: 120°C, p.süresi: 20 dakika, Al₂O₃ oranı:%1, Antrakinon:%0,1, O₂ ön basıncı: 8 kg/cm², max. O₂ basıncı: 10,90 kg/cm², sap/çözelti: 1/5