



**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TEKSTİL ATIKLARI VE PAMUK LİNERİNDEN, KÂĞİT HAMURU VE
KÂĞİT ÜRETİM KOŞULLARININ BELİRLENMESİ**

VOLKAN KALIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
EYLÜL–2005**

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TEKSTİL ATIKLARI VE PAMUK LİNERİNDEN, KÂĞIT HAMURU VE
KÂĞIT ÜRETİM KOŞULLARININ BELİRLENMESİ**

VOLKAN KALIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

**Bu tez .../.../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliğiyle / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.**

.....
Yrd. Doç. Dr.
Remzi GEMCİ
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr.
Ahmet TUTUŞ
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr.
Yasemin KORKMAZ
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI
Enstitü Müdür Vekili

Bu çalışma KSÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2004/3-19

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmesinden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümlere tabiidir

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÖNSÖZ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
EK ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Kâğıt Endüstrisinde Kullanılması.....	2
1.3. Tekstil Atıklarının ve Pamuk Linterinin Kâğıt Endüstrisinde Kullanılmasının Avantajları.....	5
1.4. Pamuk Liflerinin Anatomik ve Kimyasal Yapısı.....	5
1.5. Linter.....	7
1.6. Ham Linterinin Elde Edilmesi.....	7
1.7. Ham Linterin Kalitesi.....	11
1.8. Ham Linterin Sınıf ve Tiplerinin Belirlenmesi.....	12
1.9. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Kullanım Alanları.....	13
1.10. Kağıt Üretiminde Kullanılan Pişirme Yöntemleri.....	15
1.10.1. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemi.....	15
1.10.2. Soda-Oksijen-Perborat Delignifikasyonunun Kimyası.....	16
1.10.3. Alkali Ortamda Oksijenin Selüloz ve Hemiselüloz Üzerine Etkisi..	18
1.10.4. Soda-Oksijen Pişirmesinde Selülozun Degradasyonu.....	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	21
3. MATERYAL VE METOT.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Araştırma Materyalinin Üretim Potansiyeli.....	23
3.1.2. Araştırma Materyalinin Seçimi.....	23
3.2. Metot.....	24
3.2.1. Fiziksel Ölçme Metotları.....	24
3.2.1.1. Rutubet Tayini.....	24
3.2.1.2. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Su Emme Yeteneği.....	25
3.2.1.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Değişik Morfolojik Kısımlarının, Fiziksel ve Optik Özelliklerinin Ölçülmesi	25
3.2.2. Kimyasal Analizlere Ait Metotlar.....	25
3.2.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinden Soda-Oksijen-Perborat Pişirme Yöntemiyle Kağıt Hamuru Üretiminde Uygulanan Deney Planı	26
3.2.4. Kağıt Hamuru ve Deneme Kağıtlarının Elde Edilmesinde Uygulanan Metotlar.....	27
3.2.5. Deneme Kağıtlarına Uygulanan Fiziksel ve Optik Testler	27
3.2.6. İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Rutubet Tayinine Ait Bulgular.....	29
4.2. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Su Emme Yeteneği.....	29

4.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Değişik Morfolojik Kısımlarına ve Fiziksel ve Optik Özelliklerine Ait Bulgular	29
4.4. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Kimyasal Analiz Sonuçları...	30
4.5. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemiyle Elde Edilen Kağıt Hamurlarından Yapılan Test Kağıtlarının Optik ve Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular.....	30
4.5.1. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemiyle Elde Edilen Kağıt Hamurlarının Bazı Kimyasal, Optik ve Fiziksel Özellikleri.....	31
4.6. Pişirme Değişkenlerinin Hamur Verimi Üzerine Etkisi.....	31
4.6.1. NaOH Oranının Hamur Verimi Üzerine Etkisi.....	31
4.6.2. Sıcaklığın Hamur Verimi Üzerine Etkisi.....	32
4.6.3. Oksijen Basıncının Hamur Verimi Üzerine Etkisi.....	33
4.7. Pişirme Değişkenlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi.....	34
4.7.1. NaOH Oranının Parlaklık Üzerine Etkisi.....	34
4.7.2. Sıcaklığın Parlaklık Üzerine Etkisi.....	35
4.7.3. Oksijen Basıncının Parlaklık Üzerine Etkisi.....	35
4.8. Pişirme Değişkenlerinin Sarılık Üzerine Etkisi.....	36
4.8.1. NaOH Oranının Sarılık Üzerine Etkisi.....	36
4.8.2. Sıcaklığın Sarılık Üzerine Etkisi.....	38
4.8.3. Oksijen Basıncının Sarılık Üzerine Etkisi.....	38
4.9. Pişirme Değişkenlerinin Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	39
4.9.1. NaOH Oranının Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	39
4.9.2. Sıcaklığın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	40
4.9.3. Oksijen Basıncının Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	41
4.10. Pişirme Değişkenlerinin Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi.....	41
4.10.1. NaOH Oranının Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi.....	41
4.10.2. Sıcaklığın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi.....	43
4.10.3. Oksijen Basıncının Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi.....	44
4.11. Pişirme Değişkenlerinin Patlama İndisi Üzerine Etkisi.....	44
4.11.1. NaOH Oranının Patlama İndisi Üzerine Etkisi.....	44
4.11.2. Sıcaklığın Patlama İndisi Üzerine Etkisi.....	45
4.11.3. Oksijen Basıncının Patlama İndisi Üzerine Etkisi.....	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	62

**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

**TEKSTİL ATIKLARI VE PAMUK LİNERİNDEN, KÂĞIT HAMURU VE
KÂĞIT ÜRETİM KOŞULLARININ BELİRLENMESİ**

Volkan KALIN

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Remzi GEMCİ

Yıl:2005, Sayfa:62

Jüri: Yrd. Doç. Dr. Remzi GEMCİ

: Doç. Dr. Ahmet TUTUŞ

: Yrd. Doç. Dr. Yasemin KORKMAZ

Bu çalışma kapsamında tekstil atıkları ve pamuk linteri karışımından yeni ve yüksek verimli bir yöntem olan soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamurları elde edilmiş ve bu hamurların kimyasal, fiziksel ve optik özellikler yönünden karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen verilere uygulanan istatistiksel testler sonucunda soda-oksijen-perborat pişirme yöntemi için optimum pişirme koşulları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Fiziksel özellikler bakımından

NaOH Oranı : % 8

Na₂BO₃ Oranı : % 5

MgSO₄ Oranı : % 0.5

Sıcaklık : 120°C

Süre : 60 dakika

O₂ Basıncı : 8 kg/cm²

Çöz/hammadde Oranı : 7/1

Optik özellikler bakımından

: % 12

: % 5

: % 0.5

: 160°C

: 60 dakika

: 8 kg/cm²

: 7/1

Tekstil atıkları ve pamuk linterlerinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıtlar çok iyi kâğıt formasyonu ve yüzey düzgünlüğü nedeniyle kaliteli baskı ve yazı kâğıtlarının üretiminde, çeşitli oranlarda sülfat veya sülfat hamurlarına katılarak temizlik kâğıdı yapımında, ağartılmış sülfat hamuruna katılarak sıvı ve yiyecek maddesi ambalajında kullanılan kartonların yapımında ve gazete kâğıdı hamuruna belirli oranlarda katılarak gazete kâğıdı üretiminde kullanılabilir.

Anahtar Kelime: Tekstil Atıkları, Linter, Kâğıt Hamuru, Kâğıt

**UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAS SUTCU IMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING**

MSc THESIS

ABSTRACT

DETERMINATION OF PULP AND PAPER PRODUCTION CONDITIONS FROM WASTE TEXTILES AND COTTON LINTERS

Volkan KALIN

Advisor: Assist. Prof. Dr. Remzi GEMCİ

Year:2005, Pages:62

**Jury: Assist. Prof. Dr. Remzi GEMCİ
: Assoc. Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ
: Assist. Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ**

In this study, the pulps were carried out from waste textiles and cotton linters mixing which is new and high productive method by soda-oxygen-perborate process. The compare point of view chemical, physical and optical properties of this pulps were carried out.

As a result at statistical analysis at the data obtained, optimum soda-oxygen-perborate pulping conditions of wastes textiles and cotton linters were found as indicated below.

<u>Point of view physical properties</u>		<u>Point of view optical properties</u>
NaOH ratio	: 8 %	: 12 %
Na ₂ BO ₃ ratio	: 5 %	: 5 %
MgSO ₄ ratio	: 0.5 %	: 0.5 %
Reaction temperature	: 120°C	: 160°C
Reaction time	: 60 min.	: 60 min.
O ₂ Pressure	: 8 kg/cm ²	: 8 kg/cm ²
liquor/raw material ratio	: 7/1	: 7/1

Papers by this process can be used in the production of high quality printing and writing papers due to its very good paper formation and surface smoothness. It can also be used in the production of tissue papers adding sulphate or sulfide pulps, and in the production of food board used in packing of liquid and food material mixing with bleached sulfate pulps and newsprint.

Key Words: Waste, Textile, Linter, Pulp, Paper

ÖNSÖZ

Memleketimizde yıllık odun hammaddesi artımının 18 milyon m³ olduğu ve bunun önemli bir kısmının yakacak olarak kullanıldığı, ayrıca kâğıt sektörünün hammadde bakımından odun işleyen diğer endüstri dallarının (kereste, yonga levha, lif levha, mobilya, kaplama v.b.) sıkı rekabeti ile karşı karşıya olduğu da dikkate alındığında, oduna alternatif hammadde kaynaklarının kâğıt sektöründe kullanımı artık ülkemiz içinde kaçınılmaz hale gelmiştir.

Ülkemizde, ortalama yıllık 2.5 milyon ton pamuk üretilmekte olup bunun yaklaşık 195 bin tonu ikinci kesim ham linter olarak elde edilmektedir. Bu mevcut atıkları kullanarak alternatif kâğıt hamuru ve kâğıt üretimi yöntemleri incelenmiştir.

Bu çalışmalar boyunca bana yol gösteren, yakın ilgisini esirgemeyen ve her türlü konuda yardımcı olan Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Remzi GEMCİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yakın ilgilerini esirgemeyen KSÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ahmet TUTUŞ'a ve araştırma görevlisi M. Sabri ERSOY'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez yazımı ve hammadde temini sırasında yardımlarını esirgemeyen Orman Mühendisi Şahin PALTA ve Has Dokuma mühendislerinden Abdullah Yaşar SOBACI 'ya ayrıca bana her konuda yakın ilgisini esirgemeyen Abdullah YETİM ve Abbas BİLGİ'ye teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan Annem, Babam, Kardeşlerim ve Arkadaşlarıma teşekkür ederim.

EYLÜL-2005
KAHRAMANMARAŞ

Volkan KALIN

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 1.1. Linterin sınıflandırılması.....	12
Çizelge 3.1. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşulları.....	26
Çizelge 4.1. Tekstil atığı (kirli meydan) ve linter selülozunun (II. kesim) rutubet tayinine ait bulgular.....	29
Çizelge 4.2. Tekstil atıkları ve linter selülozunun 100 °C’de, değişik sürelerdeki su emme oranları.....	29
Çizelge 4.3. Tekstil atığı ve linter selülozunun USTER HVI 900 test cihazından elde edilen sonuçları.....	30
Çizelge 4.4. Tekstil atıkları ve linter selülozunun kimyasal analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.5. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıt hamuru ve 50±3 SR ⁰ ’ deki kâğıtlara ait fiziksel ve optik özellikler.....	32
Çizelge 4.6. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının parlaklık üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.....	34
Çizelge 4.7. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının sarılık üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.8. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının kopma uzunluğu üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.9. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının yırtılma indisi üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.10. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının patlama indisi üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.....	44
Çizelge 5.1. Duncan testi sonuçlarına göre tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıtlar için en uygun pişirme koşulları.....	47
Çizelge 5.2. Yıllık bitkilerden soda-oksijen yöntemi ile ve tekstil atığı ve linter selülozu karışımından soda-oksijen-perborat yöntemi ile elde edilen kâğıt hamuru ve kâğıtlara ait bazı özellikler...	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 1.1. Pamuk tohumu ve üzerindeki liflerin şematik görünüşü.....	7
Şekil 1.2. Pamuk tohumu ve lifler çırpılma öncesi.....	8
Şekil 1.3. Pamuk tohumu ve kısa lifler çırpılma sonrası.....	8
Şekil 1.4. Pamuk tohumu ve kabuk lifleri ikinci kesim sonrası.....	8
Şekil 1.5. Lintergin (linter makinesi).....	9
Şekil 1.6. Linterin kesilmesi işlemi.....	10
Şekil 1.7. Moleküler oksijenin suya indirgenmesi.....	17
Şekil 1.8. Fenolik çekirdek üzerine oksijen başlangıç atağı.....	17
Şekil 1.9. Oksijen-Alkali yükseltgenmesiyle selülozda aldonik asit uç gruplarının meydana gelmesi.....	19
Şekil 1.10. Oksijen ve radikallerle selülozun oksidasyonu.....	20
Şekil 4.1. NaOH oranının hamur verimi üzerine etkisi.....	31
Şekil 4.2. Pişirme sıcaklığının hamur verimi üzerine etkisi.....	33
Şekil 4.3. Oksijen basıncının hamur verimi üzerine etkisi	33
Şekil 4.4. NaOH oranını parlaklık üzerine etkisi.....	35
Şekil 4.5. Sıcaklığın parlaklık üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.6. Oksijen basıncının parlaklık üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.7. NaOH oranının sarılık üzerine etkisi.....	37
Şekil 4.8. Sıcaklığın sarılık üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.9. Oksijen basıncının sarılık üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.10. NaOH oranının kopma uzunluğu üzerine etkisi.....	40
Şekil 4.11. Sıcaklığın kopma uzunluğu üzerine etkisi.....	40
Şekil 4.12. Oksijen basıncının kopma uzunluğu üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.13. NaOH oranının yırtılma indisi üzerine etkisi.....	42
Şekil 4.14. Sıcaklığın yırtılma indisi üzerine etkisi.....	43
Şekil 4.15. Oksijen basıncının yırtılma indisi üzerine etkisi.....	43
Şekil 4.16. NaOH oranının patlama indisi üzerine etkisi.....	45
Şekil 4.17. Sıcaklığın patlama indisi üzerine etkisi.....	46
Şekil 4.18. Oksijen basıncının patlama indisi üzerine etkisi.....	46

EK ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Ek Çizelge 1. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 1 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	52
Ek Çizelge 2. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 2 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	52
Ek Çizelge 3. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 3 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	53
Ek Çizelge 4. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 4 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	53
Ek Çizelge 5. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 5 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	54
Ek Çizelge 6. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 6 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	54
Ek Çizelge 7. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 7 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	55
Ek Çizelge 8. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 8 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	55
Ek Çizelge 9. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 9 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	56
Ek Çizelge 10. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 10 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	56
Ek Çizelge 11. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 11 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	57

Ek Çizelge 12. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 12 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	57
Ek Çizelge 13. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 13 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	58
Ek Çizelge 14. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 14 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	58
Ek Çizelge 15. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 15 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	59
Ek Çizelge 16. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 16 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	59
Ek Çizelge 17. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 17 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	60
Ek Çizelge 18. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 18 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘de fiziksel ve optik özellikleri.....	60

1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Ülkemizde kâğıt hamuru üretiminde kullanılmakta olan odun hammaddesi her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle kâğıt hamuru üretiminde tekstil atıkları ve pamuk linterinin odun hammaddesi yerine kullanılması en uygun çözüm yollarından bir tanesidir. Önemli pamuk üreticisi ülkeler içerisinde olan ülkemiz, tekstil atıkları ve pamuk linterleri yönünden de önemli bir potansiyele sahiptir.

Memleketimizde yıllık odun hammaddesi artımının 18 milyon m³ olduğu ve bunun önemli bir kısmının yakacak olarak kullanıldığı, ayrıca kâğıt sektörünün hammadde bakımından odun işleyen diğer endüstri dallarının (kereste, yonga levha, lif levha, mobilya, kaplama v.b.) sıkı rekabeti ile karşı karşıya olduğu da dikkate alındığında, oduna alternatif hammadde kaynaklarının kâğıt sektöründe kullanımı artık ülkemiz içinde kaçınılmaz hale gelmiştir.

Yıllık bitkilerden biri olan pamuktan elde edilen işlenmesi kolay, selüloz verimi yüksek ham linter önemli bir hammadde olarak gözükmektedir. Yağ fabrikalarında özel kesme metotları kullanarak linterler iki kesim sonucu pamuk çekirdeklerinden ayrıştırılır.

Linter hamur üretiminin % 30'unu oluşturan birinci kesimden elde edilen lifler genelde yatak ve döşemelik malzemelerde, geri kalan % 70'lik ikinci kesimden elde edilen lifler ise selüloz türevleri ve kâğıtçılıkta kullanılır (Dobo ve Kobe, 1957).

Linterden elde edilen hamurun bir avantajı ise pamuk linter hamurları pamuklu dokumalardan elde edilen hamurlara göre daha fazla alfa selüloz içerirler ayrıca daha açık renktedirler. Özellikle daha uzun liflerden oluştuğu için birinci kesim linterlerden elde edilen kâğıt daha sağlam olur.

Linter hamuru ısı, ışık ve zamanın geçmesiyle meydana gelen degradasyona karşı yüksek dirençli olduğundan sanat, para, emniyet ve arşiv kâğıtları %100 pamuk linter hamurundan yapılabilir.

Tekstil atıkları ve pamuk linterinin kâğıt endüstrisinde hammadde olarak kullanılmasının bazı avantajları şunlardır.

1. Tekstil atıkları ve pamuk linterinin kâğıt endüstrisinde değerlendirilmesi ikinci bir kullanım olup, ucuza mal olmaktadır.
2. Her yıl ürün alındığından sürekli potansiyele sahip bir hammadde kaynağıdır.
3. Kısa pişirme süresi ve düşük sıcaklıkta hamur üretimi yapmak mümkündür.
4. Pişirme ve ağartmada kullanılan kimyasal hammaddeler daha düşük oranlarda tutulabilir.
5. Çevre dostu kimyasallarla yüksek verimli kâğıt hamuru üretimi ve ağartılması mümkündür.
6. Tekstil atıklarının ve yağ fabrikalarında yan ürün olarak açığa çıkan pamuk linterlerinin temini kolaydır.

Maalesef tekstil atıkları ve linterlerin büyük bir kısmı en kötü kullanım olan ya yakılarak yok edilmekte ya da düşük fiyatlarla dış ülkelere pazarlanıp oralarda mamul maddeye dönüştürüldükten sonra ülkemize yüksek fiyatlarla geri dönmektedir.

Ülkemizde, ortalama yıllık 2,5 milyon ton pamuk üretilmekte olup bunun yaklaşık 195 bin tonu ikinci kesim ham linter olarak elde edilmektedir. Ayrıca 671.000 hektar pamuk ekili alandan 650.000 ton pamuk lifi elde edilmektedir.

Tekstil atıkları ve pamuk linter selülozu; yüksek saflık, % 99 α -selüloz oranı, düşük kül miktarı, kontrol edilebilen molekül ağırlığı ve polimerizasyon derecesi, düşük eksraktif oranı, iyi bir stabilite ve uzun süreli dayanma özelliği, üniform yoğunluk ve iyi parlaklık özelliklerinden dolayı kağıt hamuru ve kağıt üretimi için son derece elverişli bir hammadde kaynağıdır (Ward ve ark., 1965).

Bu çalışmada kullanılan sodyum perborat, karbonhidratların indirgen uç gruplarını soyulma reaksiyonuna karşı koruyarak kâğıt hamurunun verimini ve dolayısıyla kâğıdın fiziksel direnç özelliklerini ve optik özelliklerden hamurun beyazlığını artırır. Ayrıca, pişirme esnasında katalizör görevi görerek işlem sıcaklığını düşürür ve pişirme süresinin kısa tutulmasını sağlar.

Kâğıt endüstrisinde çevre problemlerinin gittikçe artan baskısı sonucu çevre dostu kimyasalların kâğıt hamurunda ve kâğıt üretiminde kullanılması gereği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, günümüzde yürütülen çalışmalar, mevcut teknolojilerin olumsuz yönlerinin ortadan kaldırılması, verimi yüksek, çevre kirliliği meydana getirmeyen, üretimde seçici kimyasalların kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır.

Bu çalışma kapsamında tekstil atıkları ve pamuk linteri karışımından yeni ve yüksek verimli bir yöntem olan soda-oksijen-perborat yöntemiyle kağıt hamurları elde edilmiş, bu hamurların kimyasal, fiziksel ve optik özellikler yönünden karşılaştırılması yapılmış ve soda-oksijen-perborat pişirme yöntemi için optimum pişirme koşulları belirlenmiştir.

1.2. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Kâğıt Endüstrisinde Kullanılması

Pamuk işleyen dokuma ve iplik fabrikalarından alınan pamuklu kırpıntıları ve atıklar uzun yıllar kâğıt yapımında hammadde olarak kullanılmıştır. Ancak 2. Dünya Savaşından sonra sentetik lif üretimi, tekstilde kullanılan boya ve diğer kimyasalların yapı ve özelliklerindeki hızlı değişim, pamuk işleyen tekstil fabrikalarının atıklarının kâğıt yapımına uygunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir (Dobo ve Kobe, 1957).

Dolayısıyla pamuk kırpıntılarını kâğıt yapımında kullanan fabrikalar hızla hammadde olarak tekstil atıkları ve pamuk linterine doğru yönelmişlerdir.

Tekstil sektöründeki işletmelerde, üretimde yeniden kullanılabilir ya da kullanılamaz, atıkların meydana geliş sebepleri karışık bir sorun olup çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler işletmelerde hammadde değişkenliği, işletme klima şartları değişkenliği, işletme üretim programına alınan sipariş miktarlarının değişkenliği (sipariş büyüklüğü azaldıkça ve sipariş türü arttıkça atık artış gösterir), yetersiz çalışma programları ve yetersiz kontrollerdir. İşletmelerde atık kontrolü adım adım ele alınmalı ve

optimum koşullar sağlanmalıdır. Atık türleri sınıflandırılmalıdır. Genellikle aynı özelliklerde olan (lif kalitesi, uzunluğu gibi) atıklar bir arada toplatılmalıdır. Aksi takdirde atığın değeri düşecektir. Atık sorununa çözüm getirebilmek için öncelikle çalışanların atık minimizasyonu konusunda eğitilmeleri ve dikkatli davranmaları gerekir (Bozkurt, 1983).

Tekstil atıkları üç ana grup altında toplanabilir. Birincisi suni ip fabrikalarından çıkan atıklar, ikincisi tekstil imalatı atıkları, üçüncüsü ise tüketicilerin tekstil atıklarıdır. Yılda yaklaşık 7500 ton tekstil imalatı atığı (bu miktarın yaklaşık 1200 tonu kirli meydandır) ve 500.000 ton evlerden atılan tekstil atığı oluşmaktadır (Ağdağ ve Kırımhan, 1999).

Tekstil atıkları hurdacılar tarafından toplanıp şekil ve tiplerine veya karışımlarına göre sınıflandırılır. Ardından bu atıklar tiftikleme makinesine atılırlar. Bazı tekstil atıklarından keçe ve temizlik aracı yapılabilir. İplik atıkları doğal hammaddelerle karıştırılarak prosese yeniden sokulabilir. Naylon, polyester gibi termoplastik lifler içeren tekstil atıkları eritme ve yumuşatma işlemiyle plastik kısım alındıktan sonra geri dönüştürülebilir.

Tekstil atıklarını ayırma işlemleri üç çeşittir: Sülfirik asit (ıslak işlem) veya hidrojen klorür (kuru işlem) yardımıyla kömürleşme işlemiyle selüloz liflerinin hayvansal liflerden ayrılması, sulandırılmış asit çözeltisinde hidroliz yoluyla polyester liflerinin ayrılması ve elektrostatik yolla polyester liflerinin ayrılmasıdır (Bridgwater ve Mumford, 1980).

Katı atıkların bir hammadde kaynağı olarak geri kazanma çabaları son yıllarda artan bir önem kazanmıştır. Termoset ve termoplastikler olarak iki grupta toplanabilen plastik atıklar geri kazanımda ekonomik değeri olan önemli bir atık grubunu oluştururlar. Geri kazanma teknolojileri; plastiklerin kendi orijinal şekilleriyle geri kazanılmaları, fiziksel ve/veya kimyasal özellikleri farklı yeni bir ürüne dönüştürülmeleri, hidroliz ve piroliz işlemlerine tabi tutulmaları ve yakılarak enerji sağlanması şeklinde dört ana grupta incelenebilir (Büyükgüngör, 1992).

Organize sanayi bölgelerindeki her tür endüstriyel tesisten atık kâğıt çıkmaktadır. En azından ambalaj atığı olarak kâğıt atığı oluşabilmektedir. Bazı büyük firmalarda oluşan atık kâğıt miktarı oldukça büyük olabilmektedir. Kâğıt atıkları düzenli depolama alanlarında uçuşarak kötü bir görünüm arz etmekte, depolama alanı hacmini daraltarak hem kullanılabilir alandan kayıba sebep olmakta hem de ekonomik olarak değerlendirilememektedir. Bu nedenle atık kâğıtlar hemen oluştuğu yerde geri dönüşüm prosesine girmelidir (Andersen, 1997).

Bu değişimden önce de pamuk linterleri yüksek emici (blotting) ve diğer bazı özel kâğıtların yapımında kullanılıyordu. Linter kâğıt hamurları kimyasal kâğıt hamuru üreticileri tarafından işleniyordu ve kimyasal linter diye isimlendiriliyordu. Bu hamurlar, rayon ve bazı selüloz türevleri üretiminde kullanılmak üzere çok sıkı bir standart altında belli viskozite ve kimyasal özellikte imal ediliyordu.

Pamuk linter hamurundaki lifler kuvvetli bir kâğıt yapmak için dövülemeyecek derecede saf halde bulunuyordu. Bu nedenle pamuklu dokuma kırpıntıları ve iplik artıklarını işleyen fabrikalar işlenmemiş ham pamuk linterleri alarak, bunları kuvvetli kâğıt

yapımında kullanılabilecek şekilde işleme yoluna gittiler. Şu anda pamuk hamurunun % 50'si pamuk linterlerinden elde edilir.

1950' den beri, pamuk linterinden elde edilen hamurların pamuk telef hamuru yerine pamuk içeren kâğıtların üretiminde geniş bir kullanıma sahip olduğu bilinmektedir. Bu kullanım pamuk linterinin ekonomik oluşu ve % 100 pamuk telef miktarındaki azalmalardan kaynaklanmıştır (Ward ve ark., 1965).

Pamuk linterinden elde edilen kâğıt hamuru ticari olarak mevcut olan selülozun en saf formu olarak bilinir. Bu kimyasal selüloza sahip liflerin özellikleri, kullanan yüksek kalitede ürünler için kâğıt, filtre ve kimya endüstrileri tarafından kullanılır. Pamuk linterleri gelişimi, büyümesi uzun yıllar alan diğer ürünlerden farklı olarak, yıllık üretilen yenilenebilir bir kaynak olarak göz önüne alındığında bu kalitedeki ham maddeler için pratik bir kaynaktır (Dobo ve Kobe, 1957).

Pamuk linterinden yapılan kâğıt tipleri aşağıda belirtilmiştir.

- % 25, 50 ve 100 oranında tekstil atığı ve pamuk linteri içeren hassas yazı kâğıtları
- Ticari rapor kâğıdı
- Sanat kâğıtları
- Teknik kâğıt
- Kart kutuları
- Endüstriyel filtre kâğıtları
- Kromotoğrafi ve elektroforez kâğıdı
- Kurutma kâğıdı
- Biyolojik membran filtrasyonu
- Kişisel bakım absorban kâğıdı
- Yüksek derecede su çeken kâğıtlar
- Vulkanize edilmiş lif ve parşömen kâğıdı
- Banknot ve emniyet kâğıdı
- Resim montaj levhaları
- Sosyal kâğıt
- Plastik lamine kâğıtları
- Otomobil hava ve yağ filtre kâğıtları
- İzolasyon kâğıdı
- Tıbbi diyaliz ortam kâğıdı
- Yiyecek ve içecek filtre kâğıdı
- Su çeken kâğıtlar
- Yünsü olmayan kumaşlar

Bütün dünyada odun hammaddesi her geçen gün azaldığı için ikame hammadde olarak pamuk linterinin kullanımı çok cazip hale gelmektedir.

Pamuk linter hamuru kimyasal olarak en saf selüloz olup fiziksel ve kimyasal özellikleri yüksek kâğıtların üretiminde kullanılabilir.

Pamuk linter selülozu % 99 α -selüloza sahip olup kimya endüstrisi için önemli bir kaynaktır (Ward ve ark., 1965).

Pamuk linter selülozu plastik ve kauçuk gibi yüksek bir polimerizasyon derecesi ve daha büyük moleküler homojenliğe sahiptir. Linter selülozu içerisinde selüloz olmayan maddeler az bir moleküler degradasyon veren mutedil kimyasal muamele ile uzaklaştırılabilir (Bigat ve Birecikli, 1976).

Odun ve buğday sapı selülozunun ekstrakte edilmesi pamuk linterine göre daha zordur. Çünkü bu materyallerde selüloz kimyasal olarak lignin, hemiselüloz ve diğer ekstraktif maddelere çok yakından bağlanmış olup ayrıştırılması pamuk linter selülozuna

göre daha zordur. Daha yoğun bir kimyasal proses bu ayırım için gereklidir ki bu da selüloz moleküllerinin daha çok degradasyonuna (bozulmasına) neden olur ve verim önemli oranda düşer.

1.3. Tekstil Atıklarının ve Pamuk Linterinin Kâğıt Endüstrisinde Kullanılmasının Avantajları

Pamuk linter hamurları, pamuklu dokumalardan elde edilen hamurlara göre daha fazla alfa selüloz içerirler ve daha açık renktedirler. Özellikle daha uzun liflerden oluştuğu için birinci kesim linterlerden elde edilen kâğıt daha sağlam olur. Linter liflerinin % 70 ila 90'ı gelişmiş liflerden, geri kalanı da lifleri çekirdeğe bağlayan lif köklerinden oluşur. Linter liflerinde hücre duvarı normal pamuk liflerindekienden daha kalındır.

Tekstil atıklarından ve pamuk linter selülozundan elde edilen ve kâğıt üretiminde kullanılan hamurun birçok avantajı olup aşağıda açıklanmıştır.

1. Yüksek fiziksel direnç, mükemmel yaşlanma ve sonradan sararmama özelliklerine sahiptir.
2. İyi renk tutumu ve yüksek sıcaklık direncine sahiptir
3. Yüksek ışık ve UV direnci, mümkün olduğunca geniş aralıklı serbestlik derecesi, yüksek parlaklık, yüksek oranda temizlik ve saflık gibi özelliklere sahiptir.

Ağartılmış pamuk linterleri düşük molekül fraksiyonları içerdikleri için, bunların karbonil C=O ve karboksil COOH grup içerdikleri düşük stabiliteye sahip renk degradasyonunun şekillendiği yerde kritik bir düzeyin altındadır. Linter hamuru ısı, ışık ve zamanın geçmesiyle meydana gelen degradasyona karşı yüksek dirençli olduğu belirlenmiştir. Böylece sanat, emniyet ve arşiv kâğıtları % 100 pamuk linter hamurundan yapılabilir (Ward ve ark., 1965).

Mekanik proses ile yüksek yoğunluk ve dirence sahip kâğıtları yapmak için iyi derecede fibrillenene ve hidratlanan lifler tercih edilir. Bu tip lifler filtre kâğıdı yapmak için elverişlidir.

1.4. Pamuk Liflerinin Anatomik ve Kimyasal Yapısı

Araştırmacılar tarafından pamuk liflerinin yapısı ile ilgili çalışmaların çoğu lif pamuğu dediğimiz iplik ve dokuma endüstrisinde kullanılan uzun lifleri içerisine almaktadır. Linter dediğimiz kısa liflerin yapısı hakkında da çalışmalar yapılmıştır. Sekonder çeper hariç tutulursa, sonuçlar geniş ölçüde her iki lif için de benzer yapı göstermektedir.

Pamuk liflerinin ana bileşeni selülozdur. Selüloz dışında proteinler, pektin maddeleri, yağlı ve mumlu maddeler, su ile inorganik maddeler pamuk liflerinin yapısını oluşturmaktadır.

Selüloz: Pamuk liflerinin %95'i selüloz moleküllerinden oluşmuştur. Elektromikroskop ile yapılan çalışmalarda lif hücre çeperinin fibriller bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Çok sayıda selüloz moleküllerinin birleşmesiyle elementer fibril denilen

yapı, elementer fibrillerin birleşmesiyle mikrofibril ve onların birleşmesi ile de makrofibril ya da fibriller oluşmaktadır. Hücre çeperindeki mikrofibrillerin dizilişi homojen olmayıp, bu farklılık primer çeper ve sekonder çeper tabakalarının ayırt edilmesine yardımcı olur. Primer çeperin ortalama %50'si, sekonder çeperin tamamı selüloz moleküllerinden oluşmaktadır (Harmancıoğlu ve Yazıcıoğlu, 1979).

Pamuk tohumu üst epidermis hücreleri bir sıralı tabaka halindedir. Pamuk bitkisinde çiçeklenme olduktan hemen sonra bu hücrelerden uzayarak lif halini alırlar. Araştırmacılar pamuk tohumu üzerindeki uzun liflerin (20-50mm) çiçeklenmeden 2-3 gün sonra, kısa liflerin ise 5-6 gün sonra oluşmaya başladığını tespit etmişlerdir. Liflerdeki uzama 13-20 günlük süre içerisinde hızlı bir gelişme göstererek türün özelliğine has lif uzunluklarına erişmektedir. Bundan sonraki gelişmelerde lifleri uzunluğu değişmediği gibi kalınlığında da değişme olmaz. Bu aşamadaki lifler ince bir çeper ve protoplazmadan oluşur. Bu çeper olgun bir lifte en dış tabakayı (primer çeperi) oluşturur. Olgunlaşmamış lifler içine her gün selüloz fibrillerinden oluşan yeni tabakalar eklenerek lifler normal şartlarda 40-45 günde gelişmesini tamamlarlar. Her gün eklenen selüloz fibrillerinden oluşan bu yapı sekonder çeperi oluşturur. Sekonder çeperdeki bu kalınlaşma lif kalınlığı değişmeden lifin iç kısmına doğru olur ve lümen gittikçe daralır. Pamuk bitkisinde çiçek tomurcuklarının görülmesinden itibaren çiçek açıp kozaların oluşması ve liflerin normal bir olgunluğa erişebilmesi için 70-80 günlük süre geçecektir (Doğmaz, 1994).

Lifler gelişimini tamamlayıp olgunlaşınca kozalar açılır. Kozanın karakteristik bükümlerini alırlar. Kısa liflerde bükümünün tam oluşmadığı, mikroskop altında yassı birer şerit halde görüldüğü tespit edilmiştir. Uzun liflerde ise çok sayıda aynı veya zıt yönlerde bükümler olduğu belirtilmektedir. Bu iki lifin enine kesitleri de farklı gözükmektedir. Kozalar içinde oluşan bu yapıya kütlü pamuk denmektedir.

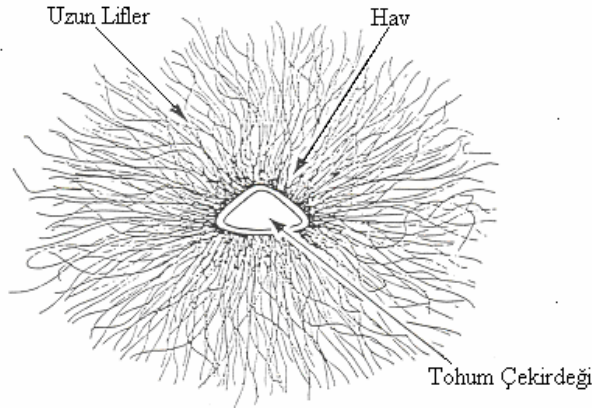
Pamuk kozaları elle ya da makine ile toplanır. Bundan sonraki işlem çiğit (tohum) ayırma işlemi, yani çiğit tanelerinin çırçır makinesiyle tüylerden ayrılması ve bunların balya haline getirilmesidir. Çırçırılama işlemi, Rollergin (merdaneli) veya Sawgin (testereli) çırçır makinelerinde yapılır. 100 kg toplanmış pamuk kozalarından aşağı yukarı 30-35 kg pamuk lifi çıkar (Yakartepe ve Yakartepe, 1994).

Pamukta şu çeşit lifler vardır

- Olgun lifler; normal gelişmiş lifler
- Yeşil lifler; bunlar tohum yüzeyi üstünde çok geç oluşan ya da çok erken toplanan kozalardaki olgunlaşmamış liflerdir.
- Ölü lifler; çok erken zamanda gelişemeyecek duruma gelmiş, ölmüş, sekonder çeperi çok ince olan lifler.
- Anormal gelişmiş lifler; görünüşleri muntazam olmayan liflerdir.
- Sakal lifleri; tohumun sivri ve dar olan alt kısmındaki kısa, oldukça geniş ve sert lifler

Pamuk liflerinin genişliği 12 ile 45 mikron arasında, uzunluğu 1 ile 6 cm arasında değişir. 1 cm' den küçük olan lifler linterdir. 1-2.5 cm aralıdakiler orta uzunlukta lifler, 3.5 cm 'den büyük olanlar uzun lifler olarak değerlendirilirler. Rengi doğal krem veya ten rengindedir (Yakartepe ve Yakartepe, 1994).

Şekil 1.1’de pamuk tohumu ve üzerindeki liflerin şematik görünümü verilmiştir



Şekil 1.1 Pamuk tohumu ve üzerindeki liflerin şematik görünüşü

1.5. Linter

Pamuk linteri ya da linter selülozu, pamuk bitkisinden elde edilen tohum lifleridir. Pamuk tohumu üzerinde yapısal olarak birbirinden belirgin şekilde ayrılan iki farklı tipte lif vardır. Bunlar literatürde lint, stable cotton, lif pamuk ve pamuk kelimeleriyle aynı anlamda kullanılan uzun lifler ile fuzz, hav, linters ve linter olarak geçen kısa liflerdir. Genellikle kısa liflerin pamuk tohumunu kaplar haldeki durumuna fuzz veya hav, tohum üzerinden kesilerek uzaklaştırılmış haline ise linters veya linter denmiştir. Pamuk tohumu yumurta şeklinde olup üzeri yoğun olarak farklı iki tipteki liflerle kaplıdır (Doğmaz, 1994).

1.6. Ham Linterin Elde Edilmesi

Kütlü pamuklar kozalardan toplandıktan sonra çırçır fabrikalarına gönderilir. Çırçır makinelerinde uzun lifler tohumdan ayrıştırılarak iplik eğirme fabrikalarında değerlendirilmek üzere gönderilir. Çırçır makineleri merdaneli (Rollergin) ve testereli (Sawgin) olmak üzere iki çeşittir. Uzun liflerin uzaklaştırılmasıyla geriye kalan üzeri havlarla kaplı tohumu çiğit denir.

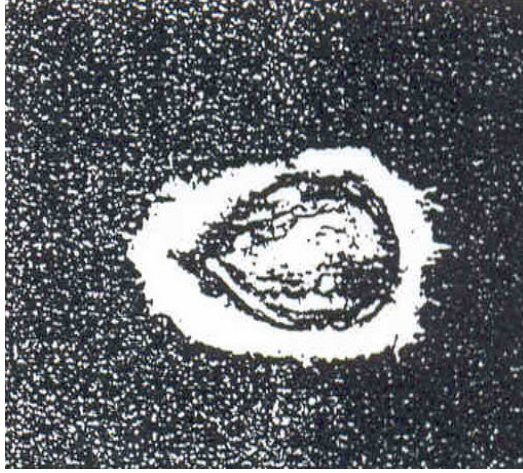
Çırçırılan tohumlar üzerinde bir kısımda uzun lif kalabilmektedir. Sawgin makinelerinde çırçırılan tohumlar üzerinde daha fazla hav kalır. Kütlü pamuktan çırçırılama sonrası ağırlıkça ortalama % 40 uzun lif, % 60 çiğit elde edilmektedir.

Çiğitlerin % 5’i bir yıl sonra tohumluk kullanmak için saklanır. Geriye kalan çiğitler yağ eldesinde değerlendirilmek için yağ fabrikalarına gönderilir. Çiğitler yağ çıkarma işlemi öncesinde linter makinelerinden geçirilir (Doğmaz, 1994).

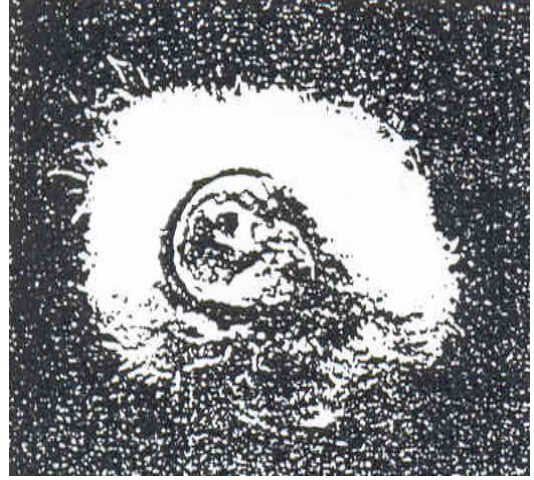
Şekil 1.2, Şekil 1.3. ,Şekil 1.4.’de pamuk tohumu ve liflerin çırçırılama öncesi, çırçırılama sonrası ve ikinci kesim sonrası görüntüleri verilmiştir



Şekil1.2. Pamuk tohumu ve lifler çırpılama öncesi



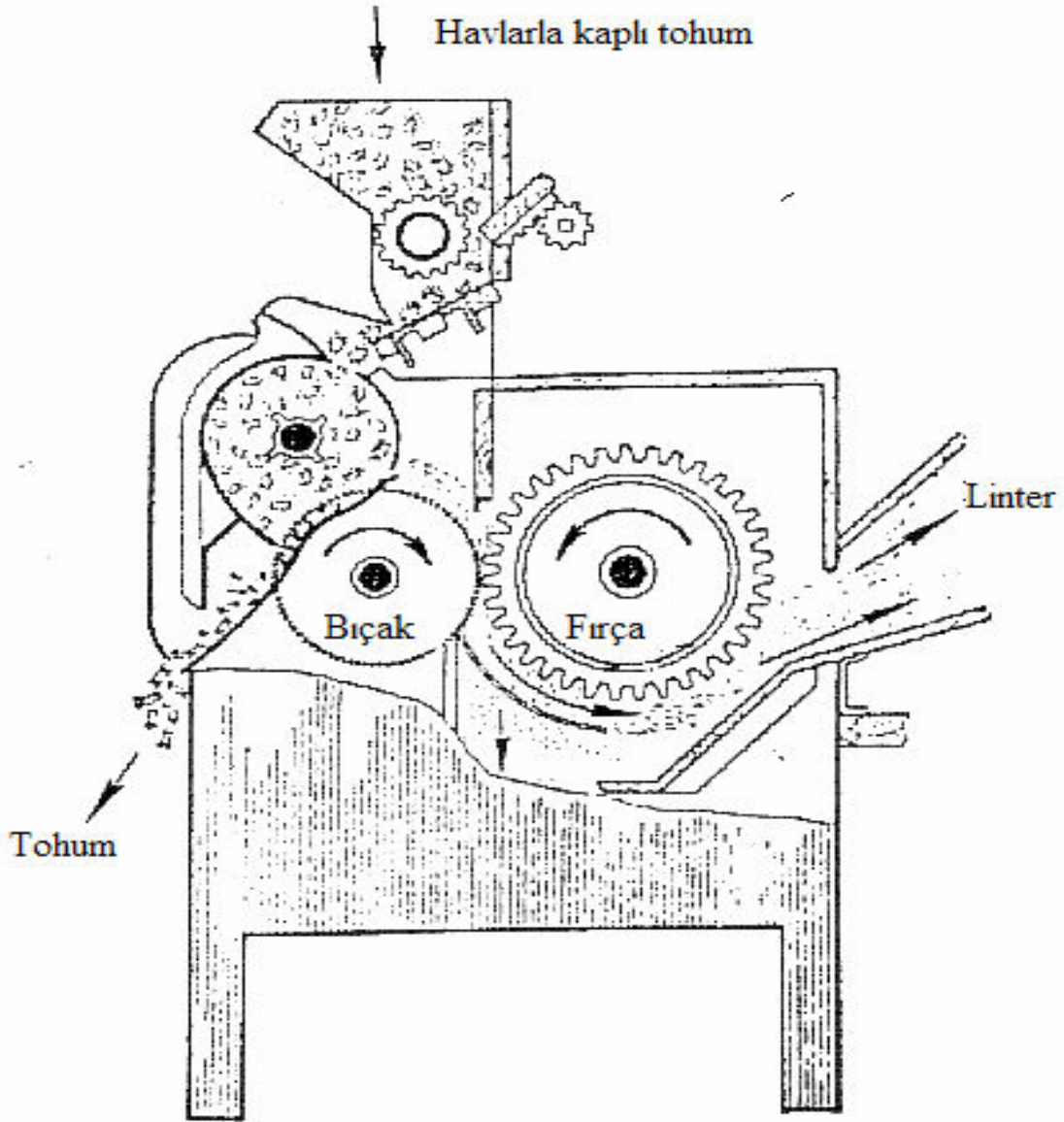
Şekil 1.3. Pamuk tohumu ve kısa lifler
çırpılama sonrası



Şekil 1.4. Pamuk tohumu ve kabuk
lifleri ikinci kesim sonrası

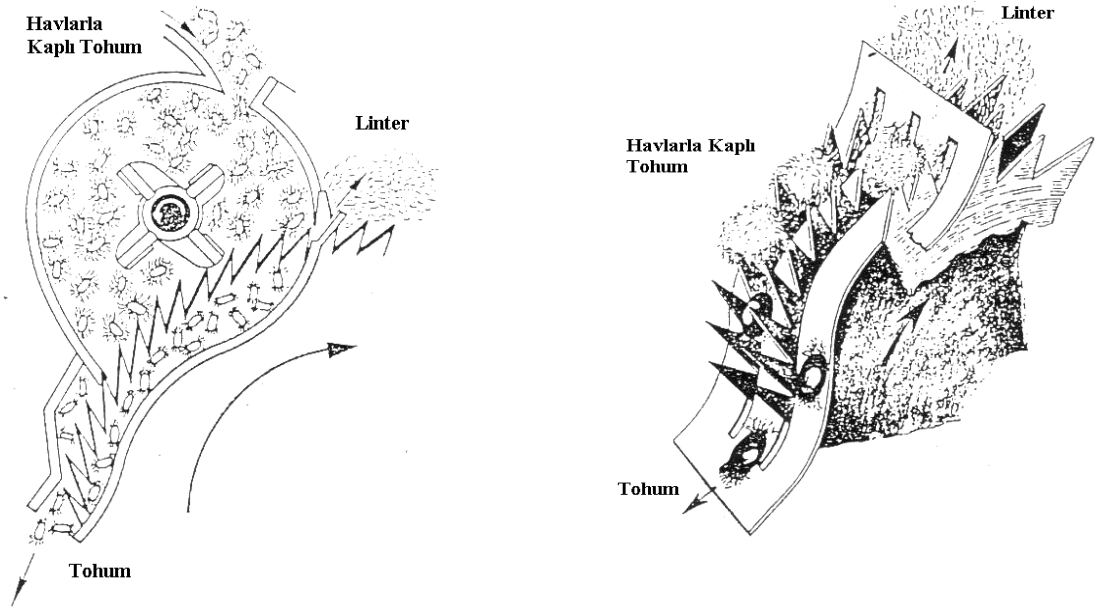
Linter ayırma makinelerine lintergin denilmektedir. Bu makineler testereli çırpır makinelere benzer şekilde dizayn edilmiştir. Lintergin makineleri, çelik parmaklıklardan oluşmuş çerçeveler arasından geçen bir silindir eksen üzerine yerleştirilmiş çok sayıda dairesel testereden ibarettir (Doğmaz, 1994).

Şekil 1.5’de yukarıda sözü edilen işlemlerin yapıldığı lintergin (linter makinesi) görülmektedir.



Şekil 1.5. Lintergin (linter makinesi)

Pamuk linterleri, çekirdeğe sıkıca bağlı olan lint lifleri ile kısa ve kıvrıkcık yapıda liflerden oluşur. Pamuk çekirdeğinin yağ yapımında kullanılabilmesi için pamuk linterlerinin özel metotlar ile çekirdekten ayrıştırılması gerekir. Pamuk linterleri çırpılama ile çekirdekten alınamadığı için daha özel kesme metotları kullanılır. Yağ fabrikasında gerçekleşen bu işlemde çekirdekler linter testeresinden geçirilir. Elde edilen linter liflerine fabrika ürünü denir. Bundan sonra çekirdeklerden bütün lifleri alabilmek için işlem birinci ve ikinci kesim adı altında tekrar edilir. Linter hamur üretiminin % 30'unu oluşturan birinci kesimden elde edilen lifler genelde yatak ve döşemelik malzemelerde kullanılır. Geri kalan % 70'lik ikinci kesimden elde edilen lifler ise selüloz türevleri ve kâğıtçılıkta kullanılır. Lif boyları açısından fabrika ürünü 3.5–5.0, birinci kesim 6–7 ve ikinci kesim ise 3 mm civarındadır. Şekil 1.6'da linterlerin kesim işlemi ile elde edilişi gösterilmiştir (Dobo ve Kobe, 1957).



Şekil 1.6. Linterin kesilmesi işlemi

Tohum üzerindeki havlar ya bir defada ya da ardı ardına iki kesim yapılarak uzaklaştırılır. Ardı ardına kesim safhaları 1. kesim ve 2. kesim olarak adlandırılır.

Birinci kesimde ortalama 2.5–6 mm, ikinci kesimde ise 2–3 mm lif boylarında linterler elde edilir. Birinci kesim linterler çığit ağırlığının yaklaşık % 4' ünü ikinci kesim linterler ise % 8' ini oluştururlar (Doğmaz, 1994).

İkinci kesim linterlerde ortalama olarak % 80–85 selüloz, % 1–1.5 kül, % 3 lignin, % 1 eterle ayrıştırılabilir madde (ether extractable) ve % 6 nem bulunur. İkinci kesim linterlerde linter testeresinden karışmış olan çekirdek ve çekirdek kabuğu parçacıkları bulunur. Pamuk linterleri, yıkama ve santrifüj yapılarak temizlenir ve istenmeyen maddelerden ayrıştırılır (Ward ve ark., 1965).

Çığitler depo denilen hazneden düzgün şekilde dairesel testerelere zıt yönde dönen yediriciye beslenir. Yedirici, çığitleri çelik parmaklı çerçevelerin üzerine iter. Testereler ile parmaklıklar arasındaki mesafe çığitlerin geçemeyeceği şekilde ayarlanmıştır. Parmaklıklar arasında aynı eksen etrafında dönen dairesel testereler çığit üzerindeki lifleri keserek parmaklıklardan içeri sürükler. Bu lifler testerelere zıt yönde dönen fırça ve hava cetleri yardımıyla testerelerden kurtarılır ve cleaner (temizleme) ünitesine gönderilir. Parmaklıklardan geçemeyen linteri alınmış tohumlar çerçeveler üzerinden kayarak bir olukta toplanıp ayrılırlar. Bu işlemler şekil 1.6'daki gibidir (Doğmaz, 1994).

Cleaner makineleri elekli veya ızgaralı şekilde olup, karıştırma ve sarsıklama esasına göre temizlik yapar. Linterler arasındaki yabancı maddeleri kurtarmak ve rutubetini azaltmak için sisteme aşağıdan yukarı hava verilir. Linterin ve cleaner makinelerinden geçirilen linterler sıkıştırılarak standart boyut ve ağırlıklarda balyalar haline getirilip ve üzeri kapalı ambarlarda depolanır. Yetkililerce sınıf ve tipleri belirlenen ham linterler, balya halinde satışa hazırlanmış olur.

Linteri ayrıştırılan tohum üzerine 2 mm den daha kısa kabuk lifleri kalmaktadır. Bu liflerin kesilip ayrıştırılmasıyla ekonomik olmayan ürün elde edileceğinden, ayrıca kesme işlemi yapılmaz. Yağ çıkarma işlemi öncesinde tohumlar kabuk kırıcılardan geçirilir, tohum kabukları kırılır ve çekirdekten kabuk ayrılır. Çekirdekler sıcaklık ve basınç altında preslenerek çığit ağırlığının % 15–18’ i oranında ham yağ elde edilir. Bu yağ işlenerek yenilebilir yağ, margarin ve sabun yapımında kullanılır. Tohum kabukları, kabuk lifleri ve presleme sonrası elde edilen küspe ise hayvan yemi, gübre, yakıt olarak değerlendirilmektedir (Doğmaz, 1994).

Özetlersek, kütlü pamukların rollergin veya sawgin makinelerinde çırçırılması ile elde edilen çığitlerin üzerindeki hav tabakasının lintergin makinelerinde kesilerek ayrıştırılmasıyla ham linter dediğimiz ürün elde edilmiş olur (Harmancıoğlu ve Yazıcıoğlu, 1979).

1.7. Ham Linterin Kalitesi

Ham linter kalitesinde selüloz miktarı, renk, lif uzunluğu ve selüloz dışındaki yabancı maddelerin oranı dikkate alınmaktadır. Ham linter içindeki safsızlıkları oluşturan maddeler; yağ ve mumlar, mineral maddeler, bitki parçacıkları, tohum kabuğu ve toz zerrecikleri olarak sayılabilir. Bu maddelerin ham linter içindeki oranının (lifen kimyasal yapısından gelenler hariç) azaltılması ile ham linter kalitesinin yükseltilmesi olanaklıdır (Doğmaz, 1994).

Çırçırılama makinelerinin tipi, çığitlerin linter eldesinden önceki depolama şartları, yağ fabrikalarındaki kesme ve temizleme safhaları ham linter kalitesini belirleyici etkenlerdir. Pamuk hasadından ham linterin satışa sunulmasına kadar ki süreçte, ürünlerin kuru ortamda ve uygun depolama şartlarında muhafaza edilmesi gerekmektedir. Rutubetli ortamda lifler uzun süre kalırsa, bunlarda mantar ve bakterilerin neden olduğu fermentasyon olayı başlar. Bu durumda liflerin yapısı ve rengi bozulmaya uğrayacaktır. Pamuk hasadı elle ya da makine ile yapılmaktadır. Elle hasat edilen pamuklardan elde edilen ham linter daha temizdir. Çırçırılama ve linter ayırma makinelerinin tipi ve ekipmanların kalitesi de linter kalitesini etkiler. Yağ fabrikalarında linter eldesinde çalışan personelin eğitimi ve deneyimi, tohumların makine içinde kalma süresi, kesme ve temizleme safhaları ham linter kalitesini belirleyici faktörlerdir. Uygun nitelikte ham linterin temini, yağ fabrikalarıyla yakın ilişkilerin kurulmasıyla sağlanabilecektir.

İkinci kesim ham linter ortalama %80 oranında selüloz içerir. Selüloz oranının %73’ün altına düşmesi istenmez. İkinci kesim ham linterlerin tipik kalite özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Doğmaz, 1994).

Selüloz	: % 74 min
Rutubet	: % 8 max
Yağ ve mum	: % 2 max
Pektin maddeleri	: % 1 max
Proteinler	: % 2 max
Kül	: % 2 max
Kum ve yabancı madde	: % 1 max
Tohum kabuğu	: %10 max
Toplam	: %100

1.8. Ham Linterin Sınıf ve Tiplerinin Belirlenmesi

Ham linterler kalite özelliklerine göre sınıflandırılır ve tipleri belirlenir. Çiğit üzerinden bir işlemle kesilerek ayrıştırılan ürüne basit kesim veya orta kesim linterler denir. Bu linterlerin ortalama lif uzunluğu 3.5–5.0 mm arasındadır. Eğer linterler art arda iki kesim işlemiyle elde edilirse, ilk ürüne birinci kesim linter, sonraki kesimde elde edilen ürüne ikinci kesim linter denmektedir. Birinci kesim linterlerin ortalama lif uzunluğu 3.5–7.0 mm, ikinci kesim linterlerin ortalama lif uzunluğu ise 2-3 mm olup, az da olsa daha uzun lifler de bulunabilmektedir.(Doğmaz, 1994).

Ham linterlerin sınıflandırılması kesme işlemlerine göre yapılmaktadır. Ham linter tiplerinin belirlenmesinde ise renk, saflık ve lif uzunlukları esas alınır. Türkiye’de ham linterin sınıf ve tipinin belirlenmesi “Pamukların Kontrolüne Dair Tüzük”ün 16. maddesine göre yapılmakta iken, 1988 yılında TSE tarafınca bu konuda standart çıkartılmıştır (Anonim, 1988). Buna göre ham linterlerin sınıf ve tiplerinin belirlenmesi pamuk eksperlerince yapılmaktadır. TS 5560’a göre ham linter sınıf ve tip özellikleri çizelge 1.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 1.1.Linterin sınıflandırılması

Sınıflar	Tipler	Renk	En çok bulunabilecek miktar (%)			
			Rutubet	Yabancı madde	Ham yağ	Kül
A	A1	Beyaz	12	10	2	2
	A2	Sarı lekeli	12	12	3	3
	A3	Gri	12	18	4	3
B	B1	Beyaz A1’e göre daha koyu	12	18	4	3
	B2	Sarı lekeli A2’ye göre daha koyu	12	18	4	4
C	A ve B sınıfına girmeyen linterlerdir.					

A Sınıfı Ham Linterler: Basit kesim ve birinci kesim ham linterler bu sınıfa girmektedir. Çiğit ağırlığının ortalama %3-5’ini oluşturur. Yastık, şilte, mobilya ve kâğıt yapımında değerlendirilir.

B Sınıfı Ham Linterler: İkinci kesim ham linterler olup, çiğit ağırlığının ortalama % 8’ini oluşturur. Selüloz türevleri ve kâğıt hamurların eldesinde kullanılmaktadır.

C Sınıfı Ham Linterler: A ve B sınıfına girmeyen, fiziksel ve renk özellikleri bozulmuş, içindeki yabancı madde oranı yüksek ve ekonomik değerini kaybetmiş ham linterler bu sınıftadır (Doğmaz, 1994).

Ham linter sınıf ve tip derecelendirmelerinin her yerde noksansız uygulanabilmesi için, “Tip Numune Kutuları” kullanılmaktadır. Bu standart kutulardaki örneklerle sınıf ve tipleri belirlenecek ham linterler karşılaştırılarak derecelendirilmektedir. Tip numune kutuları, T.C. Başbakanlık, Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, Dış Ticaret Standardizasyon Müdürlüğü, İhracat Müdürlüklerince hazırlanmaktadır. Bu standart

kutulardaki numuneler belirli süre sonra orijinal hallerini yitireceğinden, iki yıl arayla yenileri ile değiştirilmektedir.

Ülkemizde, ham linterlerin sıkıştırılarak balya şekline getirilmesinde ise “Pamukların Çırçırılma, Preslenme ve Depolanmasına Dair Tüzük” hükümleri uygulanmaktadır. Basınç altında hacmi küçültülen ve üzeri jüt ile sarılıp, çelik çemberle bağlanan ham linterler dikdörtgenler prizması şeklinde standart ağırlıkta balyalar haline getirilir. Yetkililerce sınıf ve tipleri belirlenen ham linter balyaları sargı malzemeleri üzerine, kontrolünün yapıldığını gösteren aşağıdaki ibareler konmaktadır.

- Firmanın adı ve bölgesi
- Sınıf ve tipi
- Ürün yılı
- Brüt ağırlık
- Kontrol merkezi ve kontrol mührü, balya seri numarası vs. gibi bilgilerin yazılımı ile ham linterler satışa hazırlanmış olur.

1.9. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Kullanım Alanları

Tekstil atıkları ve linter selülozu mekanik olarak kâğıt gibi materyallere veya karboksimetil selüloz gibi türevlere kimyasal olarak dönüştürülebilir. Bunları değerlendirme yerleri sayısız olup, günlük yaşamın birçok yerinde kullanılır

Pamuk linter hamurundan ilk olarak, yüksek kalitede selüloz türevleri elde etmek için başlangıç maddesi olarak kullanılmıştır. Kimyasal proseslerde pamuk lifleri kendi fiziksel özelliklerini kaybederler. Bu yüzden pamuk liflerinin son ürünlerdeki teşhisi mümkün görülmemektedir.

Pamuk linter hamurunun kimyasal hammadde olarak kullanımı 1900’lü yılların ilk dönemlerine kadar gitmektedir. Şimdi ve daha önce kimyasal pamuk hamurundan beklenen ideal karakteristikler aşağıdaki gibidir (Bay ve ark., 1979).

- Yüksek saflık
- % 99 α -selüloz oranı
- Düşük kül miktarı
- Kontrol edilebilen molekül ağırlığı ve polimerizasyon derecesi
- Düşük eksraktif oranı
- İyi bir stabilite ve uzun süreli dayanma özelliği
- Üniform yoğunluk
- İyi parlaklık

Linter selülozu için ilk uygulamalar rejenere selüloz üretiminde yapılmıştır. Bunun bir örneği etiketleme amacıyla sosis kaplamaları veya selofan olarak kullanım için viskoz prosesle yapılan selüloz filmidir. Filament formu daha iyi tekstil lifleri ve lastik teli olarak kullanılmak üzere rayon olarak bilinmektedir. Pamuk linter hamurunun büyük bir kısmı bu amaçlarda sıkça kullanılmıştır. Fakat bugün ekonomik nedenlerden dolayı odun hamuru primer hammadde kaynağıdır. Oysaki, kimyasal pamuk hamuru yüksek fiziksel özelliklerin gerekli olduğu yerlerde kullanılır (Ward ve ark., 1965).

Ayrıca, pamuk linter hamuru nitroselüloz, selüloz asetat, butinat ve selüloz asetat propinat gibi selüloz esterlerinin üretiminde kullanılmaktadır.

Sigara filtreleri ve tekstil endüstrisi için selüloz asetat liflerinin üretimi daha ekonomik olan odun esaslı hamurlara dayanmakla birlikte, Pamuk linter hamuru film ve plastik üretimi için yüksek kalitede asetat ürünlerinde kullanılmaktadır. Linterler saflıkları ve yüksek polimerleşme derecelerinden dolayı diğer selüloz hammaddelerinden daha üstündür. Bunlar istisnai mekanik özellikler, şeffaflık, renksizlik, ısı direnci ve ısı stabilizeliğine sahip olan yüksek verimde ürünler vermektedir (Dobo ve Kobe, 1957).

Pamuk linter hamurundan yapılan selüloz asetatlar fotoğraf filmi, x-ışını filmi, temiz levha koruyucuları, kabarcık ambalajı veya selofan tip olarak kullanmak amacıyla filmlere dönüştürülebilir. Kalıplama yoluyla üretilen gözlük çerçeveleri, diş fırçası sapları, plastik işaretleri, otomobil parçaları, düğme, mandal, mutfak eşyası panelleri, direksiyon, kaplamaları, arka ışık camları gibi ürünlerde selüloz asetat bileşiklerinden türetilen selüloz asetat plastikleri kullanılır.

Nitroselüloz nitrik asit ile esterleşme ile üretilir. Pamuk linter hamuru 1920'lerden beri nitroselüloz üretiminde kullanılmaktaydı. Bununla birlikte pamuk linter hamuru halen yüksek kalitede ürünler için kullanılmaktadır. Pamuk linterleri kendi saflıkları ve tahmin edilebilir moleküler reaksiyonlarından dolayı teknik avantajlar sunmaktadır

Düşük kalınlıkta daha yüksek elastik ve mekanik dirençlere sahip nitroselüloz vernikleri ve filmleri sadece pamuk linter hamurları ile yapılabilir. Bu vernikler mobilya, diğer odunsu ve metal nesneler, mimari kaplamalar, baskı mürekkepleri, tırnak ojeleri için kaplamalarda kullanılır.

Pamuk linter hamuru aynı zamanda jelatin dinamit, roket yakıtları için pervane (mikser) ve dumansız tozlar için çok yüksek kalite ve viskoziteye sahip nitroselüloz üretimi için kullanılır. Linter selülozunun esterleşmesi ile hidrokarbon solventler veya suda çözünebilen materyaller üretilir (Ward ve ark., 1965).

Bu proseste, selüloz ilk önce alkali selüloza dönüştürülür ve daha sonra alt grupların bazı formlarına sahip reaksiyonlar ile esterleştirilir. Bu proseste üretilen ortak ürünler metilselüloz, etilselüloz, etil hidroksi selüloz, karboksi metil selüloz, hidroksi etil selüloz ve hidroksipropil selüloz olmaktadır. Bu materyallerin çözünürlüğü alt grupların derecesi ve yapısıyla belirlenir.

Tekstil atıkları ve pamuk linter hamuru yüksek polimerizasyon derecesi, saflık, düşük mineral içeriği ve en yüksek kalitede eter ürünlerinin üretiminde kullanılır. Çok yüksek molekül ağırlığına sahip selüloz, tekstil atıkları ve pamuk linterleri ile yapılır. Bu yüksek molekül ağırlığına sahip hamur, suda çözündüğünde yüksek viskozite veren çok yüksek molekül ağırlığına sahip eter polimerlerini sonuçlandırır. Örneğin, suda karıştırılan yüksek viskoziteli selüloz eterleri dondurma ve yoğurtta bir kitle temin eden kalın jel gibi şurup üretmektedir.

Selüloz eterlerinin diğer örnekleri; solventte çözülebilir eter olan etil selülozu içerir plastikler ve kaplamalarda viskozite değiştiricisi olarak kullanılır. Metilselüloz, karboksi

metil selüloz ve hidroksi etil selüloz suda çözülebilir polimerler olup boyalar, duvar kâğıdı pastası, spachel ve birleştirme elemanları, petrol kuyusu açma çamuru, besin maddeleri, ilaç ve kozmetik preparatlar gibi materyallerde viskozite kontrol katkıları olarak kullanılır.

Selüloz ve türevleri için daha fazla uygulamalar gelecekte olabileceğinden dolayı, bu alandaki pamuk linterlerinin kullanımı katkı değerli ürünleri tespit etmek için hamur üreticilerinin kabiliyeti ile belirlenecektir. Bu da kalite tutarlılık ve uniformluk üzerine yapılacak olan yoğun çalışmayı içermektedir (Dobo ve Kobe, 1957).

1.10. Kâğıt Üretiminde Kullanılan Pişirme Yöntemleri

Kimyasal yöntemler genellikle kâğıt hamuru üretiminde en fazla uygulanan yöntemlerdir.

Pişirme yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir (Bostancı, 1987).

- Mekanik Yöntemler
- Kimyasal Yöntemler
 - Alkalen yöntemler
 - Asidik yöntem
- Yarı kimyasal Yöntemler

Bu araştırmamızda kimyasal yöntemlerden soda-oksijen-perborat kâğıt hamuru pişirme yöntemi kullanılmış ve yöntemle ilgili daha geniş bilgiler aşağıda verilmiştir.

1.10.1. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemi

Endüstriyel faaliyetlerin çevreye zarar vermeyecek şekilde düzenlenmesi; ormanların korunması, insanların gelecekte sağlıklı ve mutlu olacakları bir ortamda yaşayabilmesi için çevreye uygun teknolojilerin geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bugün borlu bileşikler; deterjan ve fiberglass üretiminde, tekstil ve cam endüstrisinde, tarımsal amaçlı gübrelerde, çimento ve seramik endüstrisinde büyük oranda kullanılmakla birlikte kâğıt hamuru üretimi ve ağartma endüstrisinde de kullanım oranı hızla artmaktadır.

Dünya bor tüketiminin yaklaşık %20'si sabun, deterjan ve ağartma kimyasalları olarak temizlik ürünlerinin üretimine yöneliktir. Bu endüstride kullanılan borun başlıca özellikleri (Özpeker, 2001).

- Güçlü bir beyazlatıcıdır.
- Lekeleri çözer.
- pH' ı dengeler, suyu yumuşatır ve yağları parçalar.
- Aktif oksijeni dengeler.
- Anti bakteriyeldir.

Yukarıdaki özellikleri sayesinde lifsel içerikli maddeleri az yıpratır ve renklerini soldurmaz. Düşük sıcaklıkta bile etkin sonuç verir. Çamaşırın yıkanma süresini düşürür ve

su tüketimini azaltır. Ayrıca, çamaşır ve ağartma makinelerindeki çeliğin aşınmasını ve matlaşmasını önler.

Kâğıt hamuru üretiminde kükürt ve klor kullanmayan yeni pişirme teknolojilerinin geliştirilmesi büyük ilgi görmektedir. İnce ve geçirgen yapısı nedeniyle tekstil fabrikası atıkları, linter selülozu ve çoğu yıllık bitkiler tek kademeli soda-oksijen-perborat yöntemine son derece uygun hammaddelerdir.

Soda-oksijen yöntemiyle buğday saplarından elde edilen kâğıt hamurlarının direnç özellikleri soda ve kraft yöntemleriyle elde edilen hamurlara yakın bulunmuştur. Bununla birlikte soda-oksijen hamurları oldukça açık renkli olup tek kademede hipoklorit veya klordioksit ile % 4–5 aktif klor kullanılarak % 85–86 parlaklık derecesine kadar ağartılabilmektedir (Eroğlu, 1980).

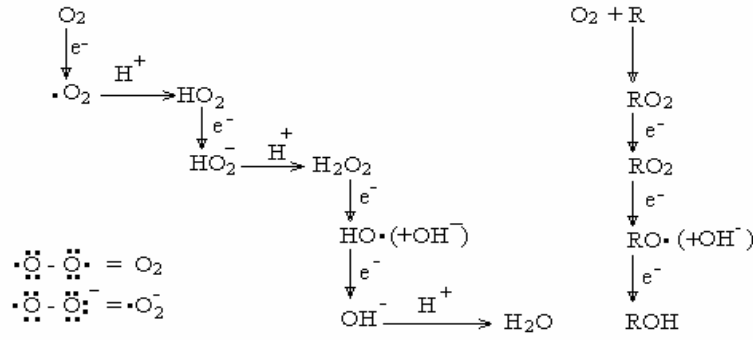
Pamuk saplarının soda-oksijen-borhidrür yöntemiyle pişirilmesinin geleneksel yöntemlere göre aşağıdaki avantajları sağladığı bildirilmiştir (Tutuş ve Alma, 2005).

1. Pişirme işleminde kükürtlü bileşikler kullanılmadığından kraft yönteminde görülen hava kirlenmesi olmadığı gibi su kirlenmesi de önemli ölçüde azaltılabilmektedir.
2. Pişirme süresi kısa olduğundan sürekli üretim yapan modern pişirme kazanlarını kullanımı mümkündür.
3. Pişirme ve ağartma işlemi bir arada gerçekleştiğinden elde edilen hamurların parlaklığı yüksek, ağartılmaları kolaydır.
4. Kraft(sülfat) ve soda yöntemlerinde genellikle 170 °C ve 1–3 saat sürede yapılmakta olan pişirme işlemi soda-oksijen-perborat yöntemiyle 120-140°C'de 40 dakikaya indirildiğinden önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
5. Soda-oksijen-borhidrür hamurları kolay dövülmekte olup, dövmede harcanan enerji miktarı azdır.
6. Oduna alternatif bir hammadde kaynağı olan tekstil fabrikası atıkları ve linter selülozu bu yöntemle değerlendirilmesi halinde odun temini yönünden ormanlarımıza yapılan aşırı baskılar azaltılacaktır.

1.10.2. Soda-Oksijen-Perborat Delignifikasyonunun Kimyası

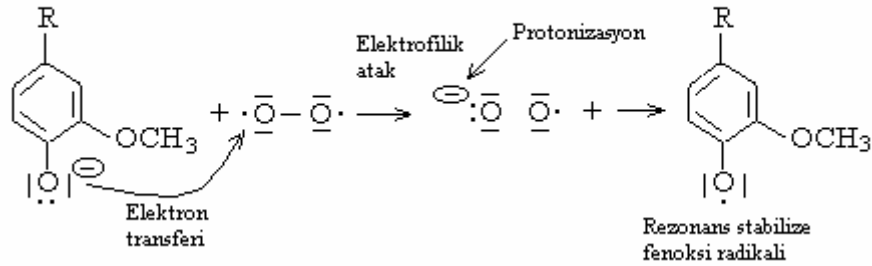
Oksijenin normal olarak çiftlenmemiş iki elektronu bulunmaktadır. Reaksiyonları sırasında dört ana devre ile suya indirgenir. Ara ürünler olarak meydana gelen peroksi ve hidroksi radikalleri oldukça güçlü ve spesifik oksitleyicilerdir. Moleküler oksijenin suya indirgenmesi Şekil 1.7'de gösterilmektedir (Eroğlu, 1981).

Sürekli elektron alımı sonucunda oksijenden, önce peroksi radikali, sonra hidrojen peroksit ara ürünleri ve son olarak da su meydana gelir. Bu bileşenler içerisinde O_2 , H_2O_2 , HO_2 gibi iyonik formda olanlar ılımlı oksitleyicilerdir. Fakat, $\cdot O_2$, $HO_2\cdot$ gibi radikaller kuvvetli oksitleyiciler olup selektif olarak yalnız lignini oksitlemeyip karbonhidratları da oksitlerler (Robert, 1974; Lachenal, 1976).



Şekil 1.7. Moleküler oksijenin suya indirgenmesi.

Ligninin, alkali ortamda çözünen oksijenle ilk reaksiyonu fenolat gruplarından itibaren başlar. Yüksek elektron yoğunluğu bulunan bölgeden oksijenle bir elektron transferi gerçekleşir. Böylece, meydana gelen peroksi radikali ya fenolat anyonu ile veya rezonans yoluyla stabilize olmuş fenoksi radikaliyle reaksiyona girerek peroksi bileşiklerini verirler. Şekil 1.8’de görüldüğü gibi bu bileşikler de yeniden düzenlenerek hidroksi radikallerine çevrilirler (Hafızoğlu, 1982; Minor, 1989).



Şekil 1.8. Fenolik çekirdek üzerine oksijen başlangıç atağı (Minor, 1989).

Alkali ortamda, ligninin bazı eter bağları hidrolize uğrayarak fenolik OH grupları meydana gelir. Daha sonra bu fenolik hidroksil gruplarının iyonlaşması sonucunda fenoksi radikalleri oluşur. Böylece lignin, oksidasyona ve degradasyona uğramaktadır. Fenoksi radikalleri rezonans yoluyla stabilize olmaktadır (Robert, 1974).

Sodyum perborat karbonhidratların indirgen uç gruplarını soyulma reaksiyonuna karşı koruyarak kâğıt hamurunun verimini ve dolayısıyla kâğıdın fiziksel direnç özelliklerini ve optik özelliklerden hamurun beyazlığını artırır. Ayrıca, pişirme esnasında katalizör görevi görerek işlem sıcaklığı ve pişirme süresinin kısa tutulmasını sağlar (Tutuş, 2004).

Sodyum perborat suda çözündüğünde perokside benzer şekilde perhidroksi iyonu oluşturur. Aktif oksijen kaynağı olan perboratlar selüloz için etkili bir ağartıcı olduğu ve çamaşır deterjanlarına ağartıcı olarak katıldığı bilinmektedir (Yılmaz, 2002). Sodyum perborat, termomekanik hamurun ağartılmasında başarılı bir şekilde kullanılabilir. %70 ISO parlaklığına ulaşmak için peroksit yerine perborat kullanıldığında yalnızca %6'lık bir maliyet artışı olduğu belirlenmiştir (Varennes ve ark., 1996).

Perboratlar (Sodyum perborat monohidrat ve perborat tetrahidrat) daha ucuz ve daha az toksin özelliklere sahip olduğu için kağıt hamurunun temizlenmesi ve ağartılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve ark., 1988).

Chupla ve çalışma arkadaşları sodyum ve potasyum perborat ile iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen hamurların ağartılması üzerine çalışmışlar potasyum perborat kullanımının peroksit parlaklık ve direnç özellikleri üzerinde daha olumlu etkiye bulunduğunu belirlemiştir (Meshcherova ve ark., 1982).

Kraft hamurunun oksijen delignifikasyonu kademelerinde sodyum perborat monohidrat(SPBMN) takviye edilmesi başlıklı çalışmada; sodyum perborat monohidrat takviyeli oksijen delignifikasyonuna uğratılan hamurlara ait verim, kapa, viskozite, parlaklık, delignifikasyon derecesi, bağıl bozunma ve pH değerleri tespit edilmiştir (Kırcı ve ark., 2004).

Reaksiyon ortamına ilave edilen sodyum perborat miktarının artırılması ile delignifikasyon gelişmiş ve kapa numarası düşmüştür. Hamur viskozitesi sodyum perborat oranındaki artışa paralel olarak azalmıştır. Peroksit ağartma işlemlerinde görüldüğü gibi perborat artışına bağlı olarak hamurun parlaklığı doğrusal olarak artmıştır.

Fenoksi radikalleri üzerine oksijen ve oksijenin indirgenme ürünlerinin etkisi sonucunda peroksitler meydana gelir. Oksijen, normal halde veya radikal halde zincirleme radikaller reaksiyon verebilmektedir.

Fenoksi ve peroksi radikalleriyle ilgili reaksiyonlar iyi anlaşılmamaktadır. Delignifikasyonu ve liflerin alkali ortamda çözünmesini sağlayan reaksiyon mekanizmaları hakkında öneriler aşağıdaki şekilde özetlenmektedir:

1. Lignin makromolekülünün parçalanması,
2. Lignin üzerinde meydana gelen asit grupları sonucu, ligninin hidroksil karakterinin artması,
3. Fenolik halkanın değişime uğraması ve parçalanması,
4. Fenolik halkanın kondenzasyonu, yan zincirlerin oksidasyonu ve fenolik halkanın demetoksilasyonu
5. Alkali ortamda kinonların degradasyonu (Robert, 1974; Lachenal, 1976).

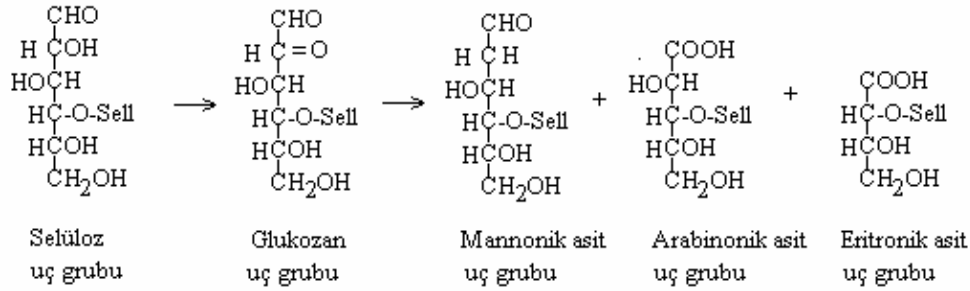
Oksijenin alkali ortamda, öncelikle lignini oksitlemesinin nedeni, ligninin daha kolay oksitlenebilen bir yapısı olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece, lignin mevcudiyetinde, selülozun oksitlenmesi azalmaktadır (Nikitin, 1966).

1.10.3. Alkali Ortamda Oksijenin Selüloz ve Hemiselüloz Üzerine Etkisi

Oksijen-alkali oksidasyonunda, polisakkaritlerin ana reaksiyonları üç gruba ayrılabilir. Soyulma reaksiyonları, uç grubun stabilizasyonu ve polisakkarit zincirinin kopmasıdır. Reaksiyon sırasında oksijenin faydası, uç aldehit grubunun, reaksiyonu sonucu aldonik asit uç grubuna dönüşerek stabilize olmasıdır. Soda-oksijen ortamında oksijen, polisakkaritlerin uç monomerleri üzerindeki indirgen grupları radikaller bir oksidasyonla oksitleyebilir. Oksijen, selülozun uç monomerleri üzerindeki aldehit ve karbonil

gruplarının hidrogenleriyle reaksiyona girerek glukozan grubu meydana getirir. Bu ara ürün daha ileri derecede yükseltgenerek hidroliz olur veya aldonik aside dönüşür. Glukozanın oksijenle doğrudan oksidasyonu sonucu arabinonik, eritronik asit ve mannonik asitler ara ürünleri meydana gelir. Bir miktar da glukonik, ribonik ve treonik asitler meydana gelmektedir (Singh ve Bjorn, 1979). Stabilizasyondan önce reaksiyon şartlarına göre 10 – 50 şeker birimi soyulma reaksiyonuyla ayrılmaktadır.

Şekil 1.9 'da oksijen-alkali yükseltgenmesinde selülozda aldonik asit uç gruplarının meydana gelmesi görülmektedir



Şekil 1.9. Oksijen-Alkali yükseltgenmesiyle selülozda aldonik asit uç gruplarının meydana gelmesi (Hafizoğlu, 1982).

Aldonik asitler sayesinde polisakkaritlerin, soyulma reaksiyonuna karşı dayanımı artsa da, arabinonik asitler 130 °C ' de degradasyona uğramakta, mannonik ve eritronik asitler de 150 °C 'nin altında stabil kalabilmektedir. Aldonik asitler soda-oksijen ağartma şartlarında stabil, oksijen alkali pişirme ortamında yüksek sıcaklıktan dolayı degradasyona uğrayabilirler. Alkole dönüşerek stabilize olan uç gruplar oksijenin etkisiyle kolayca oksitlenebilir (Tutuş, 1996).

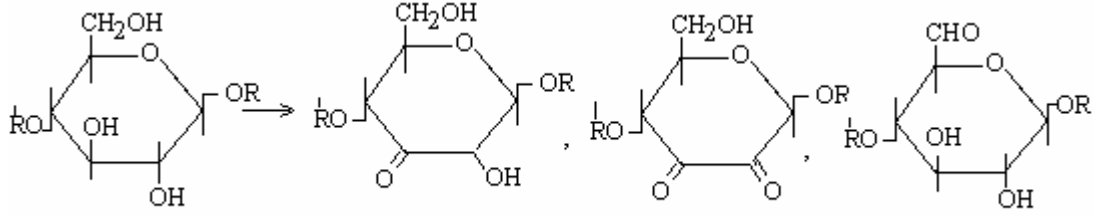
1.10.4. Soda-Oksijen Pişirmesinde Selülozun Degradasyonu

En zararlı polisakkarit reaksiyonu polisakkarit zincirinin kesilmesiyle ortaya çıkan depolimerizasyon reaksiyonudur. Asıl depolimerizasyon reaksiyonu, şeker birimindeki C₂- nin oksidasyonla karboksil grubuna yükseltgenmesidir. C₃- ' ün yükseltgenmesi de aynı sonucu doğurur. Çünkü keto grubu C₂- ile C₃- arasında dolaşmaktadır. Alkalen şartlar altında C₂- keto şeker grubu C₄- deki α -alkoksi eliminasyonuna karşı oldukça duyarlıdır. Böylece zincir koparak yeni indirgen uç grup meydana gelir. Oksitlenmiş şeker birimi ya bozunur ya da furanozidik bir aside dönüşür.

Delignifikasyon sırasında meydana gelen hidroperoksitler genel anlamda bir hidrojen peroksit türevleri olup, HOOH formülünde bir hidrojen atomunun yerini organik bir radikal alır. ROOH ve HOOH bizzat kuvvetli oksitleyiciler olup, bilhassa, odun içinde bulunan katalitik orandaki geçiş metalleri iyonlarının etkisiyle radikaller bileşikler halinde ayrışmaya elverişlidirler (Kırcı, 2000). Bu ayrışmada etkili olan katyonlar şunlardır: Cu⁺, Cu⁺², Fe⁺³, Fe⁺², Co⁺², Co⁺³.

Geçiş metalleri iyonları H₂O₂ ' yi ayrıştırmakta ve meydana gelen serbest hidroksi radikalleri selülozu degradasyona uğratmaktadır. Geçiş metalleri sudan, hammadde ve ekipmanlardan kaynaklanır. Hidroksi peroksitlerin ve geçiş metalleri iyonlarının

konsantrasyonu selüloz degradasyonu üzerine büyük bir etkiye sahiptir. Selülozun degradasyonu alkali oranı arttıkça artmakta, magnezyum iyonları ilavesiyle azalmaktadır (Lachenal, 1984). Şekil 1.10'da oksijen ve radikallerle selülozun oksidasyonu görülmektedir.



Şekil 1.10. Oksijen ve radikallerle selülozun oksidasyonu (Hafizoğlu, 1982).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ward ve ark. (1957), linter selülozunun özellikleri, kullanım yerleri başlıklı çalışmada pamuk linter hamurlarının % 96–98 oranında alfa selüloz bulundurması, düşük kappa numarası(kâğıt hamurundaki lignin miktarı), yüksek kupramonium (KMV) veya kuproetilendiamine (KEDV) viskosite değerleri ile karakterize edilir. Bu özelliklerinden dolayı bu hamurlar yüksek kalitede değerli ve dayanıklı kâğıtların yapımında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Dobo ve Kobe (1965), linter hamur üretiminin % 30'unu oluşturan birinci kesimden elde edilen lifler genelde yatak ve döşemelik malzemelerde kullanılır. Geri kalan % 70'lik İkinci kesimden elde edilen lifler ise selüloz türevleri ve kâğıtçılıkta kullanılır. Lif boyları açısından fabrika ürünü 3.5–5.0mm, birinci kesim 6-7mm ve ikinci kesim ise 3 mm civarında olduğunu belirtmiştir.

Huş (1969), Temming (1973) ve Hafızoğlu (1982), ağartılmış linter selülozunun endüstriyel olarak iki kullanım alanı belirtilmiş, bunlardan bir tanesi liflerin fiziksel ve mekanik fonksiyonlarından yararlanarak değişik tipte kâğıtların üretildiği kâğıt endüstrisi, diğeri ise daha ileri kimyasal işlemlerle farklı ürünlerin elde edildiği selüloz türevleridir. Ayrıca, bu çalışmada linter selülozunun endüstriyel uygulama alanları ve kullanım amaçları belirtilmiştir.

Markham (1988), horizontal tipi yıkayıcılar ve soda-oksijen ve soda yöntemleriyle pamuk linterlerinin pişirilmesi başlıklı çalışmada, 177–185 °C sıcaklık ve 20–60 dakika süre aralıklarında pişirme işlemleri gerçekleştirilmiş olup soda ve soda-oksijen yönteminde sıcaklık ve sürenin artışına paralel olarak hamur viskozitesinin de azaldığı tespit edilmiştir.

Doğmaz (1994), soda-oksijen yöntemi ile linter selülozu üretimi isimli yüksek lisans tez çalışmasında etkili olan değişkenlerden NaOH oranı, sıcaklık, süre ve oksijen basınçlarında değişiklikler yapılarak bunların selüloz kalitesi özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Soda-oksijen pişirmesi ile elde edilen linter selülozunun soda yöntemine göre daha yüksek beyazlıkta olduğu ve fiziksel özelliklerinde bir azalma olmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra ağartma işlemiyle tek kademedede EOP(Alkali-oksijen-peroksit) düşük maliyette yüksek beyazlıkta selülozlar üretilmiştir. Sülfürsüz bir pişirme ve klorsuz bir ağartma yapıldığından kirlilik problemi önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca bu çalışmada pamuk liflerinin yapısında lignin maddesinin bulunmaması ve selüloz oranının oldukça yüksek olmasından dolayı, pişirmede kullanılan NaOH oranı odun ve diğer bitkisel kaynaklı hammaddelerden selüloz üretimine göre daha düşük tutulmuştur. NaOH'ın tam kuru lintere oranları %6–8–10–12 olarak belirlenmiştir. NaOH oranı %6'dan %8'e çıkarıldığında beyazlık 7 birim artarak 56'dan 63'e çıkmıştır. NaOH oranı %10'a çıkarıldığında beyazlık 9 birim daha artarak 72'ye ulaşmıştır.%12 oranında ise beyazlık artışı yavaşlamış ve 1 birim artarak 73 de kaldığı belirtilmiştir.

Aybey (1996), Seka-dalaman müessesinde linters selülozu üretimi başlıklı çalışmada soda pişirme yöntemi kullanılmaktadır. NaOH oranı: %8–10, Na₂SO₃: % 0.15, Pişirme süresi: 60–120 dakika, sıcaklık: 160–165 °C aralıklarında gerçekleştirilmekte olup kullanılan kimyasal madde miktarları odun ve diğer bitkisel liflerle kâğıt hamuru üretim koşulları ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Kalın (2002), Kahramanmaraş bölgesinde yetişen pamukların çiğitlerinden elde edilen linterlerin özelliklerine bakılarak kâğıtta asıl istenilen karakteristikler göz önüne alınarak ekonomik koşullar, pazar payı ve fabrikadaki makine parkı ve yerleşim düzeni sağlandığı takdirde linterden kâğıt üretilebileceği vurgulanmıştır. Dünyadaki asıl kâğıt hammaddesi olan odunun giderek azalması ve linterin oduna oranla daha kolay temin edilmesi, bolluğu ve ayrıca özel amaçlı kullanımlara yatkınlığı sebebiyle ileride büyük oranda kâğıtçılıkta kullanabileceği belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1. 1. Araştırma Materyalinin Üretim Potansiyeli

Ana hammaddesi oduna dayalı kâğıt endüstrisinde lifsel yapıdaki yıllık bitkilerin hammadde olarak kullanılmasına on dokuzuncu yüzyılın başlarında geçilmiştir. Yıllık bitkilere olan bu talep özellikle ikinci dünya savaşından sonra, azalan orman varlığına karşın, son 40 –50 yıl içerisinde lignoselülozik yapıdaki bitkilerden kâğıt hamuru üretimine yönelik büyük ve küçük çaplı birçok fabrika kurulmuştur. Ülkemizde yıllık 195 bin ton ikinci kesim ham linter, 7500 ton tekstil imalat atığı (bunun yaklaşık 1200 tonu kirli meydana) oluşmaktadır.

Gelecekte kâğıt tüketimini karşılamaya yönelik yatırımlar içerisinde selüloz üreten tesisler kurulması zorunluluk arz edeceğinden hammadde olarak tekstil atıkları ve pamuk linteri kullanan fabrikalara öncelik tanımak ülkemiz ormanları üzerindeki baskının azaltılması açısından da faydalı olacaktır.

Türkiye'nin yaklaşık üç bölgesinde yıllık bitkilerin üretimi yapılmaktadır. Özellikle GAP bölgesinin devreye girmesi ile bu miktarda büyük bir artış görülmektedir. Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde, orman ürünleri sanayisi için yeni hammadde kaynaklarının tespit edilmesi sonucunda, yıllık bitkilere dayalı kâğıt sanayi tesisleri kurularak bu yörelerin sosyo-ekonomik kalkınmasına ve yeni iş ve işçi istihdam alanlarının açılmasına yardımcı olabilir (Tutuş, 2000).

3.1.2. Araştırma Materyalinin Seçimi

Ülkemizde selüloz ve kâğıt sanayisinde ham madde açığını kapatmada tekstil atıkları ve pamuk linterleri önemli bir rol oynayacağı göz ardı edilmemelidir. Bu güne kadar selüloz ve kâğıt endüstrisinde değerlendirilmeyen ve yakılan önemli miktarda tekstil atıkları ve pamuk linterlerinin ülke ekonomisine bir başka yönden de katkısı olabileceği araştırılmaya çalışılmıştır.

Akdeniz bölgesindeki pamuk üretiminin önemli bir kısmı Kahramanmaraş ilinde gerçekleştirildiğinden ve Kahramanmaraş Ticaret ve Sanayi Odası verilerine göre 100 adet büyük ve orta ölçekli tekstil fabrikası ve ayrıca 50 adet çırçır ve prese fabrikası olduğundan araştırma materyali seçimi için bu il tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmada kullanılan tekstil atıklarından kirli meydan Has Dokuma Fabrikası'ndan, ikinci kesim linter selülozu ise Çiğitaş Yağ A.Ş'den temin edilmiştir.

Tekstil atıkları cinsine göre değişik alanlarda kullanılır. Kirli meydan kanaviçe ile karıştırılarak jüt ipliği, halı tabanı yapımında kullanılmaktadır. Tarak altı telefleri 10, Hallaç altı telefleri 6, Şapka altı telefleri 12 numara iplik yapımında kullanılıyor. Ayrıca fabrikalardan alınan teleflerin bir kısmı yem sanayinde ve hamamlarda yakıt malzemesi olarak kullanılır.

Tekstil atıklarından kirli meydan ve pamuk tohumlarından ayıklanan ikinci kesim linter selülozunun kimyasal analizinde kullanılmak üzere makas yardımıyla küçük boyutlarda kesilmiş ve Villey değirmeninde(öğütücü) un haline getirilmiştir. Morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için alınan örnekler doğal halde olup içerisindeki kirleticiler temizlendikten sonra ölçümler yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Fiziksel Ölçme Metotları

3.2.1.1. Rutubet Tayini

Elde edilen tekstil atığı ve II. kesim linter ağzı kapalı poşet torba içinde hava almayacak şekilde 12 saat bekletilerek denge haline gelmesi sağlandı. Bundaki amaç higroskopik özelliğe sahip hammaddelerin kapalı ortam içinde sürekli olarak nem alış-verişini gerçekleştirip torba içinde nemin homojen olarak dağılarak tüm hammadde de aynı miktarda nemin absorblanmasını sağlamaktır. Bu sayede yapılacak nem ölçme testinde daha sağlıklı sonuç elde edilecektir.

Testimizde tekstil atığı ve II. Kesim linter selülozundan üçer tane 10'ar g numune alındı. Bu numuneler etüvde 103 ± 5 °C 'de 4 saat boyunca bekletildikten sonra tekrar hassas terazide tartıldı. Bulunan yeni değerlerin her tip için 3'e bölünerek ortalama tam kuru ağırlıkları bulundu. Aşağıdaki formüller kullanılarak elde edilen değerler bulgular ve tartışma bölümünde verilmiştir.

Yüzde Nem: Tekstil materyalinin absorpladığı su miktarının, nemli materyal ağırlığına oranıdır.

Mutlak Nem: Tekstil materyalindeki su miktarının kuru materyal ağırlığına oranıdır.(Başer, 1992).

G : Nemli materyalin ağırlığı
G' : Kuru materyalin ağırlığı
g : G- G'= Materyaldeki su miktarı
R : Yüzde nem
olarak alınır;

$$R = \frac{g}{G} \times 100 \quad (3.1)$$

Aynı mantıkla

Yüzde kuruluk: Materyaldeki kuru madde miktarının nemli materyal ağırlığına oranıdır.

K : Yüzde kuruluk olarak alınır;

$$K = \frac{G'}{G} \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.1.2. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Su Emme Yeteneği

Su emme yeteneğinin belirlenmesi için demetler haline getirilen örnekler 100 °C 'deki suya 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde bırakılmıştır. Her bir süre için kuru ağırlığı belli bir demet kullanılmıştır. Sürenin sonunda örnekler sudan çıkarılarak damlayan sular bezle uzaklaştırıldıktan sonra tartılarak örneğin ıslak ağırlığı bulunmuştur. Emilen su miktarının tam kuru ağırlığa oranı yüzde olarak hesap edilmiştir (Tutuş, 2000).

3.2.1.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Değişik Morfolojik Kısımlarının Fiziksel ve Optik Özelliklerinin Ölçülmesi

Ağırlık yönünden lif oranı ibreli ağaçlarda % 92–96, yapraklı ağaçlarda % 60–85, yıllık bitkilerde % 40–60 arasında olduğu halde tekstil atığı ve linter selülozunda bu oran %100 dür (İbrahim, 1975).

Rutubet tayini yapılan numuneler daha sonra Kahramanmaraş Ticaret Borsası'na götürülerek oradaki USTER HVI 900 test cihazında İncelik (Mic), Parlaklık (Rd), Sarılık (b), Beyazlık, Kirlilik (Leaf), Çepel Yüzdesi (Area), Çepel Sayısı (Count) gibi karakterlerine bakılmıştır.

Numunelerin incelik değeri belirlenmesinde aşağıdaki yol izlenildi.

10'ar gram tekstil atıkları ve pamuk linteri karışımı alındı. Alınan numune içinden hava geçen bölüme konulur. Hava basıncının, numune içerisinden geçen miktarına göre numunenin incelik değeri belirlendi. Bu işlem 3'er defa tekrarlandı. 3 deneyin ortalaması alındı. İstenilirse test miktarı artırılabilir.

Parlaklık (Rd), Sarılık(b),Kirlilik(leaf) Çepel Yüzdesi (Area), Çepel Sayısı (Count) gibi karakterlere bakılırken şu yol izlendi 20 gr numune, altında kamera olan ve iki taraftan ışık veren cam bölüme kondu. Ortalama olarak 2 defa ölçüm yapıldı. Yapılan testler sonucunda ortaya çıkan ortalama değeri yazıcıdan çıkarıldı. Bu değeri bulgular ve tartışma bölümünde çizelge 4.4 'de verilmiştir.

Elastikiyet, mukavemet gibi ölçümler numunelerimiz bu cihazda ölçüm yapacak kadar ölçüm uzunluğunda olmadığı için bu ölçümler yapılamadı.

Lifsel hücrelerin uzunluğu, genişliği, lümen ve çeper kalınlığı gibi özelliklerin bilinmesi o lifin elde edildiği ham maddenin kâğıt endüstrisinde değeriendirilip değeriendirilemeyeceği hakkında bilgi vermektedir.

3.2.2. Kimyasal Analizlere Ait Metotlar

Tekstil atıkları ve pamuk linterleri önce, elle çeşitli morfolojik kısımlara ayrılmış sonra TAPPI(Thechnical Association for the pulp, paper) 11 os-75 standardına göre laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülerek 40 ve 60 mesh'lik eleklerde elenmiştir. 60 mesh'lik (250 mikron) elek üzerinde kalan örnekler ağız kapalı cam kavanozlarda saklanarak aşağıdaki kimyasal analizlere tabi tutulmuştur:

1. Rutubet oranı: TAPPI T 264 om-88 (Anonim, 1992).
2. Holoselüloz oranı: Wise' nin klorit metodu (Wise, 1962).
3. Selüloz oranı: Kurschner - Hoffer metodu (Anonim, 1969).
4. Lignin oranı: TAPPI T 222 om-88.
5. Alfa selüloz oranı: TAPPI T 203 os-71.
6. Kül oranı: TAPPI T 211 om-85.
7. Alkol benzende çözünürlük oranı: TAPPI T 207 om-88.
8. Soğuk ve sıcak suda çözünürlük oranı: TAPPI T 207 om-88.

3.2.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinden Soda-Oksijen-Perborat Pişirme Yöntemiyle Kâğıt Hamuru Üretiminde Uygulanan Deney Planı

Çizelge 3.1. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşulları

Pişirme No	PIŞİRME KOŞULLARI		
	NaOH (%)	Sıcaklık (°C)	Oksijen Basıncı (kg/ cm ²)
1	8	120	6
2	10	120	6
3	12	120	6
4	8	120	8
5	10	120	8
6	12	120	8
7	8	140	6
8	10	140	6
9	12	140	6
10	8	140	8
11	10	140	8
12	12	140	8
13	8	160	6
14	10	160	6
15	12	160	6
16	8	160	8
17	10	160	8
18	12	160	8

Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı :%0.5 ve pişirme süresi 60 dakika ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

Tekstil atıkları ve pamuk linterleri içerisindeki istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması ve liflerin yağ, mum ve ligninden ayrıştırılıp temizlenmesi için pişirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Sözkonusu hammaddeler dikey sabit veya devamlı pişirme kazanlarında pişirilebilir. Soda-oksijen-perborat yöntemiyle tekstil atıkları ve pamuk linterinden laboratuvar ölçeğinde kağıt hamuru üretiminde uygulanacak deney planının tespitinde bu yöntemler ile daha önce yapılan çalışmalarda dikkate alınarak; NaOH oranı, oksijen basıncı ve pişirme sıcaklığı çizelge 3.1 'de görüldüğü gibi değiştirilerek 18 adet pişirme deneyi gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Kâğıt Hamuru ve Deneme Kâğıtlarının Elde Edilmesinde Uygulanan Metotlar

Tekstil atıklarının ve pamuk linterinin içersinde gözle görülebilen ve hammadde özelliğinde olmayan kirleticiler elle temizlenmiştir.

Pişirme işlemi 15 litre kapasiteli, elektrikle ısıtılan, 25 kg/cm² basınca dayanıklı, dakikada 4 devir yapabilen ve otomatik kontrol tablosu ile sıcaklığı termostatlı olarak kontrol edilebilen laboratuvar tipi döner kazanda yapılmıştır.

Pişirme sıcaklığı seyri kumanda tablosundan ayarlandıktan sonra kazan üzerindeki termometre ile de kontrol edilerek ± 2 °C hassasiyetle çalışmak mümkün olmaktadır. Doldurma ve boşaltma elle yapılmış olup her pişirmede tam kuru 400 gram tekstil atıkları ve pamuk linterinden kullanılmıştır.

Pişirme sonunda kazandan alınan siyah çözelti örneği üzerinde 20 °C 'de önce pH tayini yapılmıştır.

Pişen materyal ise 150 meshlik elek üzerinde bol su ile siyah çözelti uzaklaşınca kadar yıkanmıştır. Elenen kısım rutubet dağılımı homojen olacak şekilde % 20 – 25 kuru madde oranına kadar suyu uzaklaştırılıp, karıştırıldıktan sonra polietilen torbalara alınarak rutubetin dengelenmesi için 24 saat ağzı kapalı şekilde bekletilmiştir. Sonra hamurun rutubeti TAPPI T 210 cm–86 standart metoduna göre belirlenerek elenmiş verim tayini yapılmıştır. Elek üzerinde kalan pişmemiş kısımlar ise alınıp kurutulduktan sonra tam kuru tekstil atığı ve linter karışım ağırlığına oranlanarak elek artığı oranı tayin edilmiştir.

Deneme kâğıtlarının yapılması için hamurlar TAPPI T 200 om–89 standardına göre konsantrasyonu ayarlanarak Valley tipi hollanderde 50 SRO serbestlik derecesinde dövülmüştür.

Her dövme işleminde yeterli miktarda örnek alınarak TAPPI T 227 om–92 standardına göre Schopper-Riegler aletinde serbestlik dereceleri belirlenmiş, daha sonra Frank' ın Rapid-Köthen laboratuvar tipi deneme kâğıdı makinesinde Zellcheming Marlbat 100 standardına göre 70 + 3 g/cm³ gramajında beşer adet deneme kâğıdı yapılmıştır.

3.2.5. Deneme Kâğıtlarına Uygulanan Fiziksel ve Optik Testler

Alınan numunelerden yukarıda belirtilen yöntemlerle elde edilen deneme kâğıtları TAPPI T 402 om–88 standardına göre sıcaklığı 23 ± 1 ve bağıl nemi % 65 ± 1 olan klima odasında 24 saat kondisyonlandıktan sonra aşağıdaki testlere tabi tutulmuştur,

1. TAPPI T 410 om-88 standardına göre gramajı,
 2. TAPPI T 411 om-89 standardına göre kalınlık, yoğunluk ve hacimliliği,
 3. TAPPI T 412 om-90 standardına göre rutubeti,
 4. Elde edilen kâğıtların Elrepho 2000 cihazında parlaklık ve sarılık değerleri belirlenmiştir.

5. TAPPI T 220 om-88 standardına göre deneme kâğıtlarının kesimi,
 6. TAPPI T 494 om-88 standardına göre Frank aletinde, 100 mm uzunluğunda ve 15 mm genişliğinde hazırlanan kâğıt şeritler üzerinde kg cinsinden kopma direnci belirlenerek,

Kopma Uzunluğu = $1000 \times \text{Kopma Direnci} / (\text{Gramaj} \times 15)$ (3.3)
 formülünden km cinsinden,

7. TAPPI T 414 om-88 standardına göre Elmendorf aletinde 7 kat kâğıt üzerinden gram cinsinden yırtılma direnci bulunarak,

Yırtılma İndisi = $\text{Yırtılma Direnci} \times (16/7) \times 9.81/\text{gramaj}$ (3.4)
 formülünden mN.m²/g olarak hesaplanmıştır.

8. TAPPI T 403 om-91 standardına göre kg/cm² cinsinden patlama direnci belirlenerek,

Patlama İndisi = $1000 \times \text{Patlama Direnci} \times 0.0981 / \text{gramaj}$ (3.5)
 formülünden kPa.m²/g olarak hesaplanmıştır.

3.2.6. İstatistiksel Değerlendirmelerde Kullanılan Yöntemler

Bu çalışmada elde edilen deney sonuçlarının ortalama ve standart sapma hesaplamalarında kullanılan formüller (Kalıpsız, 1976). dan, varyans analizinde kullanılan formüller için (Batu, 1978).' dan yararlanılmıştır. Varyans analizinde kullanılan F tablo değeri ile Duncan testinde kullanılan q değerleri (Weber, 1978).' den alınmıştır.

Varyans analizinin uygulanması ile gruplar veya kademeler arasındaki farkların istatistiksel anlamda önemli bulunması durumunda Duncan testi uygulanmıştır. Bütün hesaplamalarda % 5 yanılma ihtimali esas alınmış olup, bulgular ilgili çizelgelerde 0 ve 5 rakamları ile gösterilmiştir. Burada 5 rakamı, gruplara ait ortalamalar arasındaki farkın % 5 yanılma ihtimali için önemli; ve 0 rakamı ise gruplar arasındaki farkın, % 5 yanılma ihtimali için önemli olmadığını göstermektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA**4.1. Rutubet Tayinine Ait Bulgular**

Has Dokuma tekstil fabrikasından alınan kirli meydan ve Çiğitaş A.Ş. den alınan II. kesim linter ağzı kapalı poşet torba içinde hava almayacak şekilde 12 saat bekletilerek denge haline gelmesi sağlandı formüllerin yardımıyla çizelge 4.1 'deki değerler elde edildi.

Çizelge 4.1. Tekstil atığı (kirli meydan) ve linter selülozunun (II. kesim) rutubet tayinine ait bulgular

	Kirli meydan	II. Kesim
YÜZDE KURULUK (%)	93.00	70.44
YÜZDE NEM (%)	7.00	29.56

4.2. Tekstil Atıkları ve Linter Selülozunun Su Emme Yeteneği

Tekstil atıkları ve linter selülozunun 100 °C de, değişik işlem sürelerinde tam kuru ağırlığa göre emebildikleri su miktarları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi Tekstil atıkları ve linter selülozu poroz yapıları nedeniyle ilk 5 dakikada emdikleri su miktarı 120 dakika içersinde emdikleri su miktarının % 41.67 'si kadardır. 5 dakikadan sonra sürenin uzamasıyla absorbe edilen su miktarı az oranda, fakat düzenli oranda artmaktadır.

Çizelge 4.2. Tekstil atıkları ve linter selülozunun 100 °C'de, değişik sürelerdeki su emme oranları.

Süre (dak.)	Tekstil atıklarının selülozunun su emme oranı	Linter selülozunun su emme oranı
5	504 ± 4.0	478 ± 2.0
10	557.2 ± 8.1	520.5 ± 3.1
15	593.9 ± 6.1	560.0 ± 5.0
20	604.4 ± 4.4	594.5 ± 4.0
30	624.7 ± 8.6	610.4 ± 4.1
40	633.6 ± 1.5	620.0 ± 2.5
50	665.8 ± 9.5	643.2 ± 7.1
60	687.5 ± 4.5	660.5 ± 3.5
90	700.3 ± 5.0	685.1 ± 2.0
120	714.1 ± 4.5	698.1 ± 1.0

4.3. Tekstil Atıkları ve Pamuk Linterinin Fiziksel ve Optik Özelliklerine Ait Bulgular

Rutubet tayini yapılan numuneler daha sonra Kahramanmaraş Ticaret Borsası'na götürülerek oradaki USTER HVI 900 test cihazında incelik, parlaklık, sarılık, kirlilik gibi karakterlerine bakılmıştır. Yapılan testler sonucunda ortaya çıkan ortalama değerler aşağıda çizelge 4.3. de özetlenmiştir.

Çizelge 4.3. Tekstil atığı ve linter selülozunun USTER HVI 900 test cihazından elde edilen sonuçları

ÖZELLİKLER	TEKSTİL ATIĞI (KİRLİ MEYDAN)	I. KESİM	II. KESİM	ZIMPARALI
İncelik (Mic)	2.41	7.03	6.14	5.69
Parlaklık (Rd)	51.31	83.85	80.55	79.95
Sarıklık (b)	9.30	4.55	4.90	6.3
Beyazlık	1	1	2	3
Renk Oranı (C.G.)*	83-1	31-2	41-1	31-2
Kirlilik (Leaf)	1	5	5	1
Çepel Yüzdesi (Area)	0.46	1.47	2.50	0.73
Çepel Sayısı (Count)	99	198	207	47

4.4. Tekstil atıkları ve Linter Selülozunun Kimyasal Analiz Sonuçları

%30 Selüloz oranından daha yüksek olan lignoselülozik yapıdaki hammaddeler kâğıt yapımına uygundur (Tutuş, 2000).

Tekstil atıkları ve linter selülozunun kimyasal analizleri daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış ve Çizelge 4,4’ de verilmiştir.

Bu sonuçlar tekstil atıkları ve linter selülozunun kâğıt üretimine oldukça uygun bir hammadde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4. Tekstil atıkları ve linter selülozunun kimyasal analiz sonuçları.

BİLEŞENLER	Tekstil atığı (Kirli meydan) Ortalama	Linter selülozu (II. Kesim) Ortalama
Holoselüloz	96.00	83.00
Selüloz	94.00	80.00
Hemiselüloz	2.00	3.00
Lignin	-	-
Kül	1	2
Silis	-	0.5
Alkol-Benzen çözünürlüğü	3.00	15
% 1 NaOH çözünürlüğü	24.21	36.04
Sıcak su çözünürlüğü	10.06	14.52
Soğuk su çözünürlüğü	4.71	7.25

4.5. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamurlarından Yapılan Test Kâğıtlarının Optik ve Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Tekstil atıkları ve pamuk linterinin soda-oksijen-perborat yöntemi ile ağartılması sonucunda elde edilen hamurlardan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR° serbestlik derecesinde

kağıdın optik özelliklerinden parlaklık ve sarılık değerleri, fiziksel özelliklerinden kopma uzunluğu, yırtılma indisi ve patlama indisine ait değerler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Ayrıca hamurlar üzerinde değişik koşullarda gerçekleştirilen 18 adet pişirme denemesine ait kağıtların fiziksel direnç özellikleri ile optik özelliklerine ait veriler ekler bölümünde sunulmuştur (Ek Çizelge 1- 18).

4.5.1. Soda-Oksijen-Perborat Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamurlarının Bazı Kimyasal, Optik ve Fiziksel Özellikleri

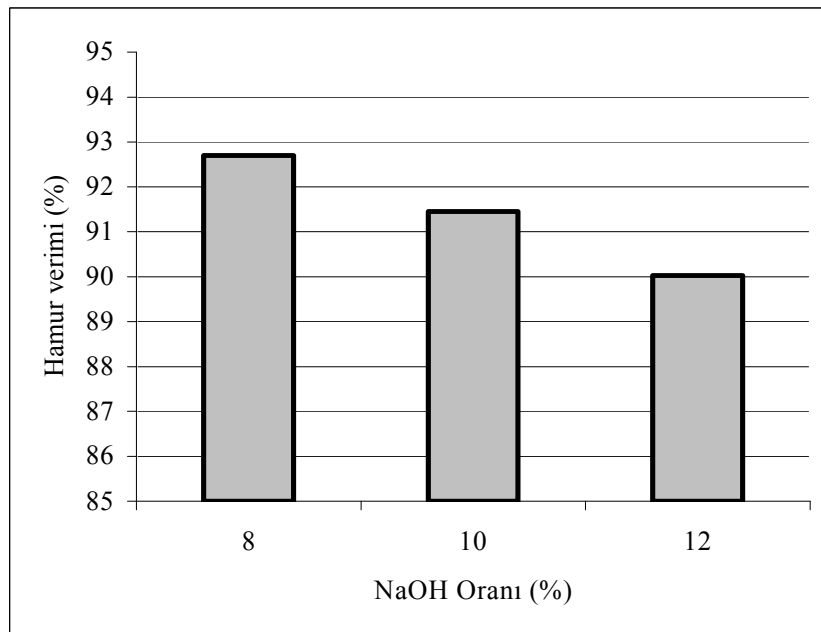
Ağartma değişkenlerinden NaOH oranı % 8, % 10 ve % 12, pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C; oksijen basıncı 6 ve 8 kg/ cm² olarak değiştirilerek 18 adet pişirme denemesi yapılmıştır. Bu denemelerde Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5, pişirme süresi 60 dakika ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır olup deneylere ait hamur verimleri çizelge 4.6’ da verilmiştir.

4.6. Pişirme Değişkenlerinin Hamur Verimi Üzerine Etkisi

4.6.1. NaOH Oranının Hamur Verimi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.5’de görüldüğü üzere NaOH oranı % 8’den % 12’ye kadar çıkarıldığında hamur verimi % 92.70’den % 90.03’e düşmektedir. Reaksiyon süresi 60 dak., pişirme sıcaklığı 120 °C, oksijen basıncı 6 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. NaOH % 8,10 ve 12 olarak değiştirilerek yapılan pişirme denemelerinden elde edilen verim değerlerindeki değişimler

Şekil 4.1.’ de verilmiştir. NaOH oranı artımı, selülozun kimyasal yapısında degradasyon meydana getirdiği için hamur verimi düşmüştür (Tutuş, 2000).



Şekil 4.1. NaOH oranının hamur verimi üzerine etkisi

4.6.2. Sıcaklığın Hamur Verimi Üzerine Etkisi

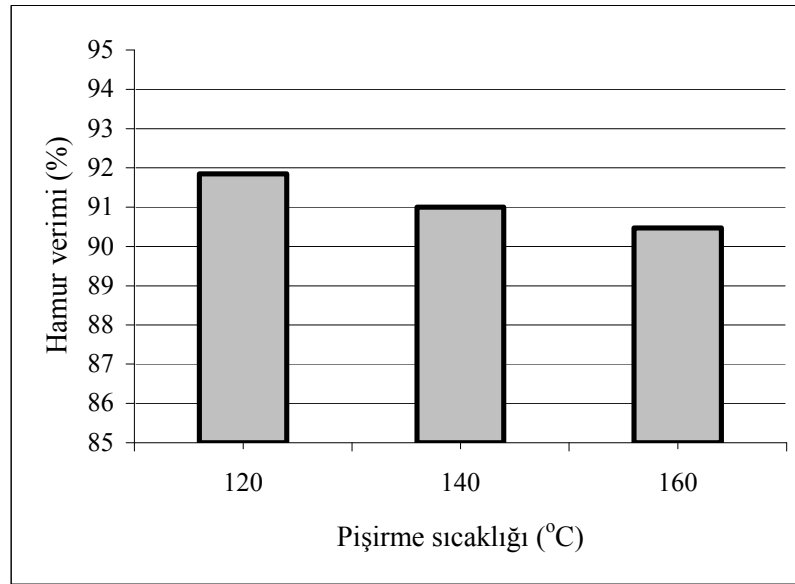
Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi pişirme sıcaklığı 120°C 'den 160°C 'ye çıkarıldığında hamur verimi %91.85'den %90.47'ye düşmektedir. Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %8, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

Çizelge 4.5. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kağıt hamuru ve 50±3 SR° deki kağıtlara ait fiziksel ve optik özellikler

Piş. No	PIŞİRME KOŞULLARI								
	NaOH Oranı (%)	Sıc.	Oksijen Basıncı (kg/c m ²)	Hamur Verimi (%)	Parl.	Sarılık	Kopma Uzunluğu (km)	Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	Patlama İndisi (KPa.m ² /g)
1	8	120	6	92.70	62.52	260.12	4.72	5.43	2.47
2	10	120	6	91.45	64.25	248.17	4.60	6.17	2.15
3	12	120	6	90.03	65.97	240.05	4.35	6.84	2.05
4	8	120	8	91.85	63.44	254.05	4.82	5.68	2.64
5	10	120	8	90.17	65.70	242.10	4.70	6.56	2.41
6	12	120	8	89.84	66.83	235.17	4.63	7.00	2.17
7	8	140	6	92.30	63.40	254.00	4.21	5.38	2.39
8	10	140	6	91.05	65.55	241.74	3.97	6.07	2.07
9	12	140	6	89.93	66.85	235.05	3.80	6.70	1.98
10	8	140	8	91.00	65.90	241.98	4.34	5.59	2.59
11	10	140	8	89.35	67.05	233.25	4.10	6.47	2.35
12	12	140	8	89.00	68.00	227.14	4.00	6.92	2.09
13	8	160	6	92.00	64.85	247.45	3.65	5.28	2.31
14	10	160	6	90.88	66.40	235.85	3.28	5.99	2.02
15	12	160	6	89.55	68.54	223.03	3.05	6.34	1.90
16	8	160	8	90.47	66.76	236.00	4.18	5.43	2.51
17	10	160	8	89.00	68.20	226.85	4.02	6.31	2.30
18	12	160	8	88.65	70.05	215.16	3.96	6.80	2.02

Piş. No: Pişirme No Parl. : Parlaklık (Elrepho %)
 Sıc. : Sıcaklık (°C) Sarılık : Sarılık (Elrepho %)

Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı :%0.5 ve pişirme süresi 60 dakika ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

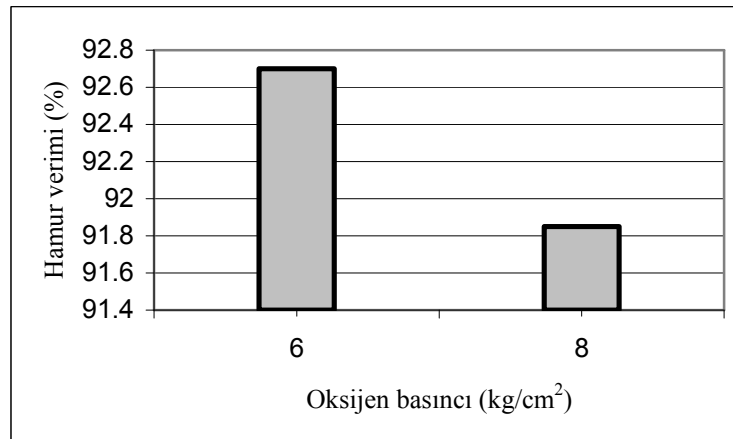


Şekil 4.2. Pişirme sıcaklığının hamur verimi üzerine etkisi

Pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan ve pişirme sıcaklığına bağlı olarak hamur veriminde ortaya çıkan değişme Şekil 4.2' de verilmiştir. Sıcaklığın artışı selülozun degradasyonu ile birlikte, polimer zincirindeki kısaltmalara neden olduğu için hamur verimi düşmüştür (Tutuş, 2000).

4.6.3. Oksijen Basıncının Hamur Verimi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde hamur verimi %92.70'den %91.85'e düşmüştür. Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda da olduğu gibi hamur verimi düşmektedir. Oksijen lignoselülozik materyallerde peeling (soyulma) reaksiyonu oluşturarak hamur verimini düşürmektedir (Tutuş, 2000).



Şekil 4.3. Oksijen basıncının hamur verimi üzerine etkisi

Çizelge 4.6. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının parlaklık üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
NaOH Oranı (%)	Vary. Kayn.	Karel. Topl.	Serb. Der.	Karel. Ort.	F	P Değeri			8	10	12
									66.76	68.20	70.05
	G.Ara G.İçi Genel	16.320	2	8.160	α :%5	0.000	8	66.76			
		0.641	6	0.107	76.358		10	68.20	5		
		16.961	8				12	70.05	5	5	
Pişirme Sıcaklığı									120	140	160
	G.Ara	4.585	2	2.292	α :%5	0.013			66.83	68.00	70.05
	G.İçi	1.399	6	0.233	9.831		120	66.83			
	Genel	5.984	8				140	68.00	5		
							160	70.05	5	0	
Oksijen Basıncı									6	8	
	G.Ara	3.420	1	3.420	α :%5	0.007			68.54	70.05	
	G.İçi	0.547	4	0.137	25.029		6	68.54			
	Genel	3.967	5				8	70.05	5		

G. Ara: Gruplar Arası, G. İçi: Gruplar İçi, Vary. Kayn.: Varyans Kaynağı, Karel.Topl.: Kareler Toplamı, Serb. Der.: Serbestlik Derecesi Karel. Ort.: Kareler Ortalaması P : P Değeri 5: 5 rakamı gruplara ait ortalamalar arasındaki farkın, % 5 yanılma ihtimali için önemli olduğunu gösterir. 0: 0 rakamı gruplar arasındaki farkın, % 5 yanılma ihtimali için önemli olmadığını göstermektedir

4.7. Pişirme Değişkenlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi

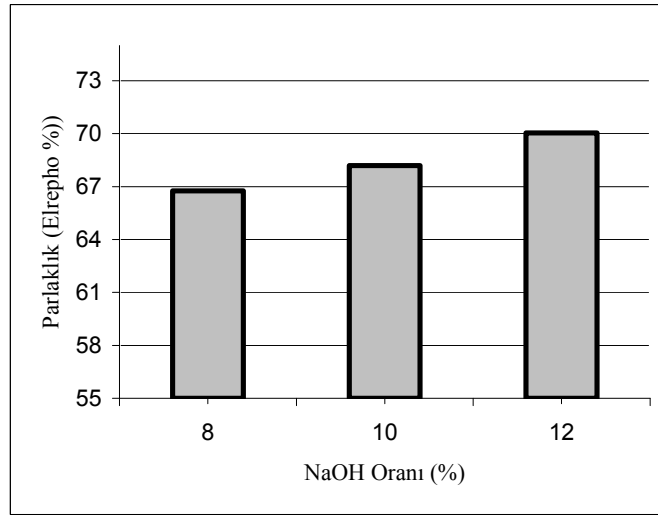
4.7.1. NaOH Oranının Parlaklık Üzerine Etkisi

Pişirme süresi 60 dakika, pişirme sıcaklığı 160 °C, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

NaOH oranı %8, %10 ve %12 şeklinde değiştirilerek yapılan pişirme denemelerine ait kağıtların parlaklıkları üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.6'da verilmiştir.

NaOH oranı% 8 alınarak yapılan pişirmede parlaklık 66.76 iken NaOH oranı %12 olarak alındığında parlaklık 70.05'e yükselmiştir. NaOH oranının artışına bağlı olarak parlaklık değerinde bir artış görülmektedir. NaOH oranına bağlı olarak parlaklıkta ortaya çıkan bu değişiklik şekil 4.4'de görülmektedir.

NaOH oranı artımı ile hammaddenin içindeki kirler, yabancı maddeler uzaklaştırıldığı için parlaklık artmıştır (Tutuş, 1996).



Şekil 4.4. NaOH oranının parlaklık üzerine etkisi

Çizelge 4.6'da görüleceği üzere, NaOH oranı kademeleri arasındaki fark % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Buna göre, ekonomiklik de dikkate alındığında en uygun NaOH oranı %10 olarak kabul edilebilir.

4.7.2. Sıcaklığın Parlaklık Üzerine Etkisi

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4 incelendiğinde, pişirme sıcaklığı arttıkça parlaklığın da arttığı görülmektedir. Dolayısıyla 120 °C' deki pişirme sıcaklığında parlaklık 66.83 iken; 160°C pişirme sıcaklığında 70.05'e çıkmıştır.

Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan pişirmelerde hamurdan elde edilen kağıtların parlaklıkları üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.6 'da verilmiştir.

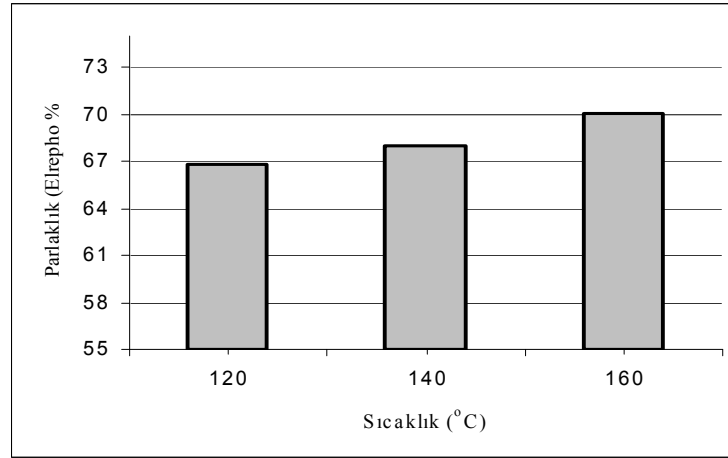
Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, pişirme sıcaklığı kademeleri arasındaki fark 120°C ile 140°C ve 120°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur.

Fakat 140°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmamıştır. En uygun pişirme sıcaklığı 140°C olarak kabul edilebilir.

4.7.3. Oksijen Basıncının Parlaklık Üzerine Etkisi

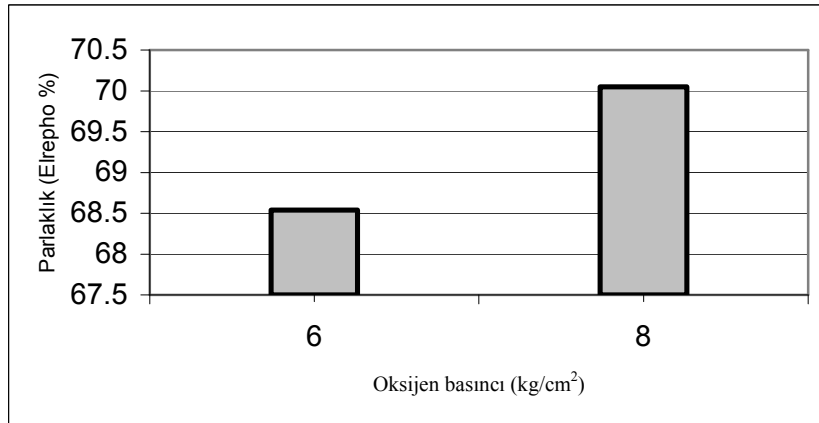
Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde parlaklık 68.54'den 70.05'e yükselmiştir. Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda incelendiğinde parlaklığın yükseldiği gözlenmektedir.

Piştirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, piştirme sıcaklığı 160°C, Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.



Şekil 4.5. Sıcaklığın parlaklık üzerine etkisi

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, oksijen basıncı kademeleri arasındaki fark 6 kg/cm², ile 8 kg/cm² arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Aktif oksijen doğal olarak lignoselülozik materyallerin parlaklığını artırır (Tutuş, 2000).



Şekil 4.6. Oksijen basıncının parlaklık üzerine etkisi

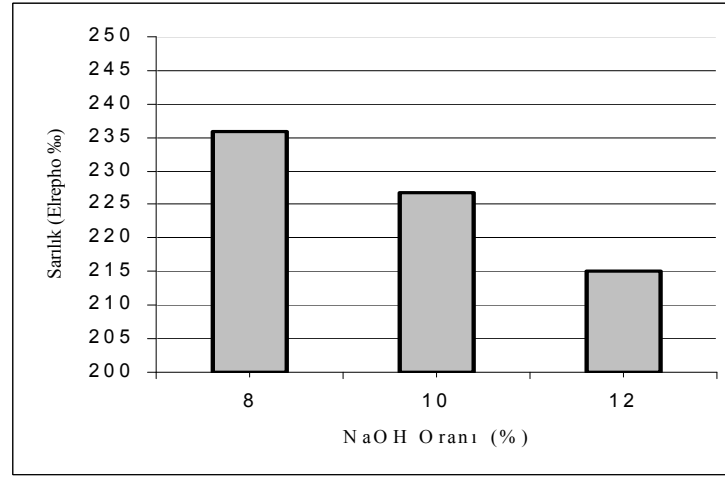
4.8. Piştirme Değişkenlerinin Sarılık Üzerine Etkisi

4.8.1. NaOH Oranının Sarılık Üzerine Etkisi

Piştirme süresi 60 dakika, piştirme sıcaklığı 160 °C, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. NaOH oranı %8, %10 ve %12 şeklinde değiştirilerek yapılan piştirme denemelerine ait üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.7 'de verilmiştir.

NaOH oranı% 8 alınarak yapılan pişirmede sarılık 236.00 iken NaOH oranı%12 olarak alındığında sarılık 215.16'ya düşmüştür. NaOH oranının artışına bağlı olarak sarılık değerinde bir düşüş görülmektedir. NaOH oranına bağlı olarak sarılıkta ortaya çıkan bu

değişiklik Şekil 4.7’de görülmektedir. NaOH oranına bağlı olarak parlaklık yükselmişti parlaklık ile sarılık değişkenleri ters orantılı olduğu için NaOH oranının artımına bağlı olarak sarılık azalır.



Şekil 4.7. NaOH oranının sarılık üzerine etkisi

Çizelge 4.7. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının sarılık üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

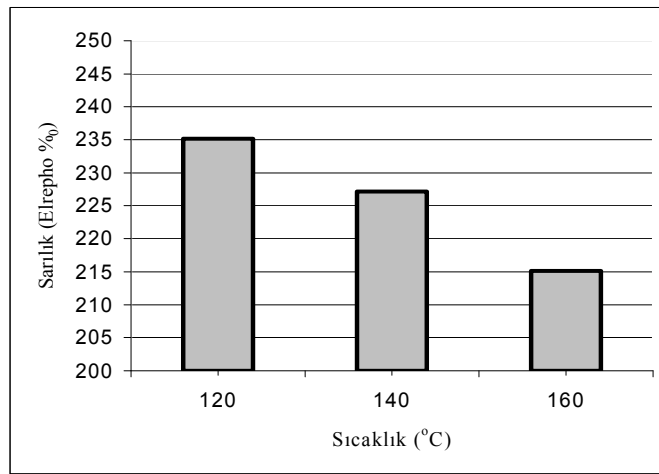
VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
NaOH Oranı (%)	Vary. Kayn.	Karel. Topl.	Serb. Der.	Karel. Ort.	F	P Değeri			8	10	12
									236.00	226.85	215.16
	G.Ara	654.686	2	327.342	α :%5	0.000	8	236.00			
	G.İçi	3.172	6	0.529	619.106		10	226.85	5		
	Genel	657.857	8				12	215.16	5	5	
Pişirme Sıcaklığı	G.Ara	228.753	2	114.376	α :%5	0.000			120	140	160
	G.İçi	0.200	6	0.033	3417.619				235.17	227.14	215.16
	Genel	228.953	8				120	235.17			
							140	227.14	5		
							160	215.16	5	5	
Oksijen	G.Ara	92.905	1	92.905	α :%5	0.000			6	8	
	G.İçi	0.005	4	0.001	74324.28				223.03	215.16	
	Genel	92.910	5				6	223.03			
							8	215.16	5		

Çizelge 4.7'de görüleceği üzere, NaOH oranı kademeleri arasındaki fark % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Buna göre, ekonomiklikte dikkate alındığında en uygun NaOH oranı %10 olarak kabul edilebilir

4.8.2. Sıcaklığın Sarılık Üzerine Etkisi

Çizelge 4.7 incelendiğinde, pişirme sıcaklığı arttıkça sarılığın azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla 120°C' deki pişirme sıcaklığında sarılık 235.17 iken; 160°C pişirme sıcaklığında 215.16 ya düşmüştür. Pişirme sıcaklığına bağlı olarak sarılıkta ortaya çıkan bu değişiklik Şekil 4.8'de görülmektedir.

Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan pişirmelerde hamurdan elde edilen kağıtların sarılıkları üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.7'de verilmiştir.

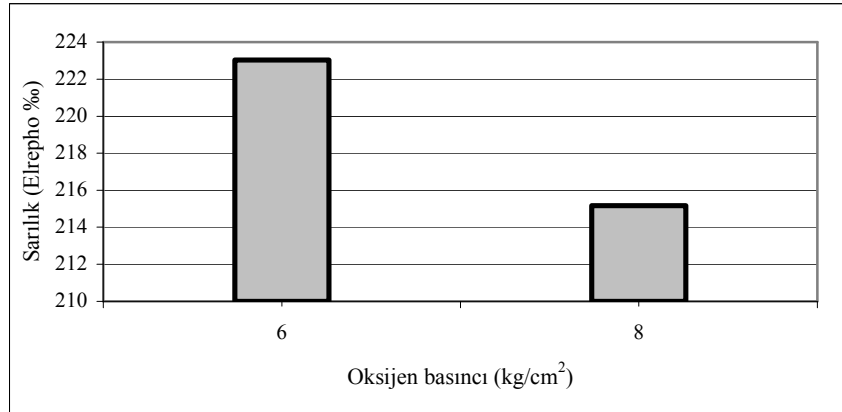


Şekil 4.8 Sıcaklığın sarılık üzerine etkisi

Çizelge 4.7'de, pişirme sıcaklığı kademeleri arasındaki fark % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur En uygun pişirme sıcaklığı 140°C olarak kabul edilebilir.

4.8.3. Oksijen Basıncının Sarılık Üzerine Etkisi

Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde sarılık 223.03'den 215.16' ya düşmüştür.



Şekil 4.9. Oksijen basıncının sarılık üzerine etkisi

Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda incelendiğinde sarılığın azaldığı gözlenmektedir. Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, pişirme sıcaklığı 160°C, Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, oksijen basıncı kademeleri arasındaki fark 6 kg/cm² ile 8 kg/cm² arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur

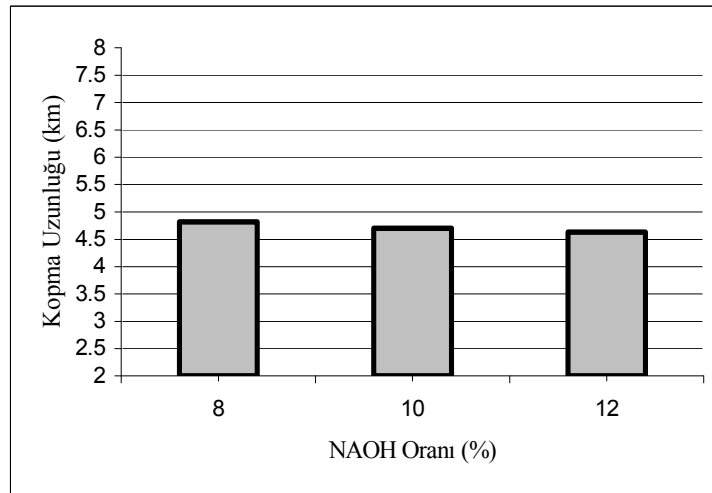
4.9. Pişirme Değişkenlerinin Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

4.9.1. NaOH Oranının Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Pişirme süresi 60 dakika, pişirme sıcaklığı 120°C, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. NaOH oranı %8, %10 ve %12 şeklinde değiştirilerek yapılan pişirme denemelerine ait kağıtların kopma uzunlukları üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.8'de verilmiştir. NaOH oranı %8 alınarak yapılan pişirmede kopma uzunluğu 4.82 iken NaOH oranı %12 olarak alındığında kopma uzunluğu 4.63'e düşmüştür. NaOH oranının artışına bağlı olarak kopma uzunluğu değerinde bir düşüş görülmektedir. NaOH oranına bağlı olarak kopma uzunluğunda ortaya çıkan bu değişiklik şekil 4.10'da görülmektedir.

Çizelge 4.8. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının kopma uzunluğu üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
NaOH Oranı (%)	Vary. Kayn.	Karel. Topl.	Serb. Der.	Karel. Ort.	F	P Değeri			8	10	12
									4.82	4.70	4.63
	G.Ara	0.055	2	0.028	α :%5	0.460	8	4.82			
	G.İçi	0.187	6	0.031	0.887		10	4.70	0		
	Genel	0.243	8				12	4.63	0	0	
Pişirme Sıcaklığı									120	140	160
	G.Ara	0.666	2	0.333	α :%5	0.008			4.82	4.34	4.18
	G.İçi	0.170	6	0.280	11.732		120	4.82			
	Genel	0.836	8				140	4.34	5		
							160	4.18	5	0	
Oksijen Basıncı									6	8	
	G.Ara	0.015	1	0.015	α :%5	0.620			4.72	4.82	
	G.İçi	0.208	4	0.052	0.289		6	4.72			
	Genel	0.223	5				8	4.82	0		

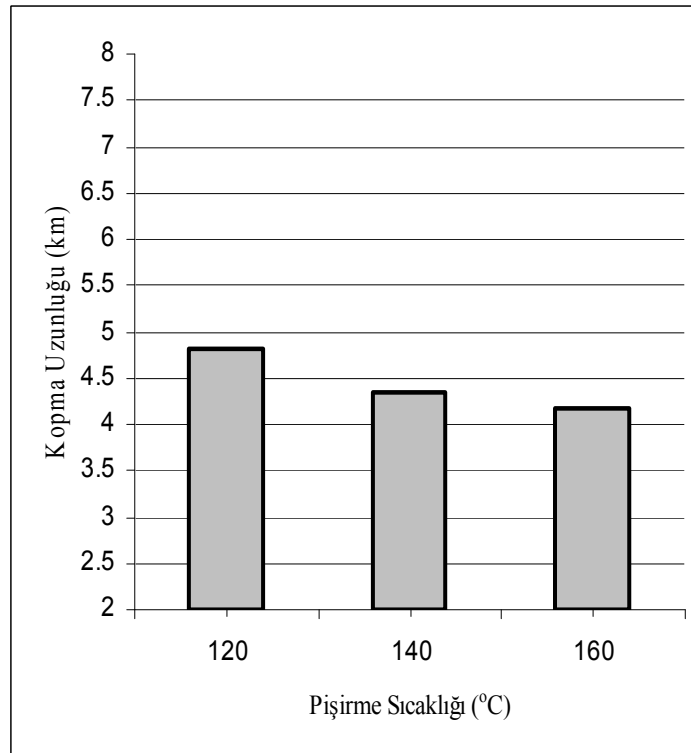


Şekil 4.10. NaOH oranının kopma uzunluğu üzerine etkisi.

Çizelge 4.8 'de görüleceği üzere, NaOH oranı kademeleri arasındaki fark %5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamıştır. Buna göre, ekonomiklikte dikkate alındığında en uygun NaOH oranı %10 olarak kabul edilebilir.

4.9.2. Sıcaklığın Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Çizelge 4.8 incelendiğinde, pişirme sıcaklığı arttıkça kopma uzunluğunun azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla 120°C' deki pişirme sıcaklığında kopma uzunluğu 4.82 iken; 160°C pişirme sıcaklığında 4.18'e düşmüştür. Pişirme sıcaklığına bağlı olarak kopma uzunluğunda ortaya çıkan bu değişiklik Şekil 4.11'de görülmektedir.



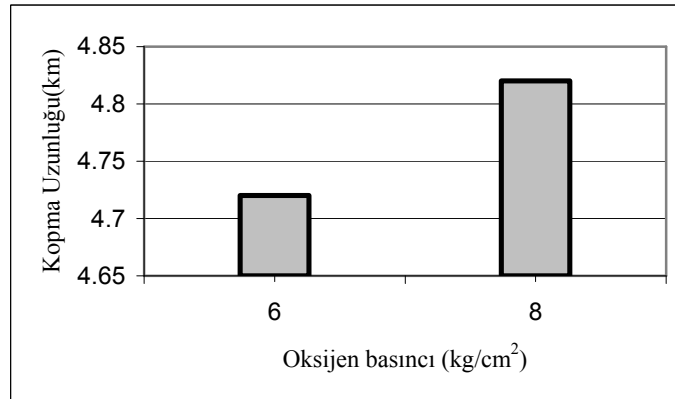
Şekil 4.11. Sıcaklığın kopma uzunluğu üzerine etkisi

Piştirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %8, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Piştirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan pişirmelerde hamurdan elde edilen kağıtların kopma uzunlukları üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.8 'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 'de görüldüğü gibi, piştirme sıcaklığı kademeleri arasındaki fark 120°C ile 140°C ve 120°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Fakat 140°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmamıştır. En uygun piştirme sıcaklığı 140°C olarak kabul edilebilir.

4.9.3. Oksijen Basıncının Kopma Uzunluğu Üzerine Etkisi

Çizelge 4.8 'de görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde kopma uzunluğu 4.72 'den 4.82 'ye yükselmiştir. Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda incelendiğinde kopma uzunluğunun yükseldiği gözlenmektedir. Piştirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %8, piştirme sıcaklığı 120°C, Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.



Şekil 4.12. Oksijen basıncının kopma uzunluğu üzerine etkisi

Çizelge 4.8 'de görüldüğü gibi, oksijen basıncı kademeleri arasındaki fark 6 kg/cm² ile 8 kg/cm² arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamıştır. Selülozun kimyasal yapısında meydana gelen deformasyonlar sebebiyle, belirgin olmayan miktarda düşüşler gözlenmiştir.

4.10. Piştirme Değişkenlerinin Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

4.10.1. NaOH Oranının Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

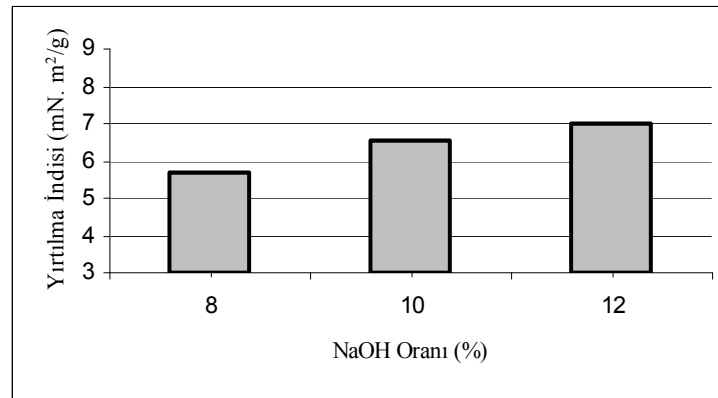
Piştirme süresi 60 dakika, piştirme sıcaklığı 120 °C, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. NaOH oranı %8, %10 ve %12 şeklinde değiştirilerek yapılan piştirme denemelerine ait kâğıtların yırtılma indisi üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.9 'da verilmiştir. NaOH oranı %8 alınarak yapılan pişirmede yırtılma indisi 5.68 iken NaOH oranı %12 olarak alındığında kopma uzunluğu

7.00'a yükselmiştir. NaOH oranının artışına bağlı olarak yırtılma indisi değerinde bir artış görülmektedir. NaOH oranına bağlı olarak yırtılma indisinde ortaya çıkan bu değişiklik Şekil 4.13 'de görülmektedir.

Çizelge 4.9. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının yırtılma indisi üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
NaOH Oranı (%)	Vary. Kayn.	Karel. Topl.	Serb. Der.	Karel. Ort.	F	P Değeri			8	10	12
									5.68	6.56	7.00
	G.Ara	2.71	2	1.355	α :%5	0.009	8	5.68			
	G.İçi	0.703	6	0.117	11.573		10	6.56	5		
	Genel	3.413	8				12	7.00	5	0	
Pişirme Sıcaklığı	G.Ara	0.399	2	0.200	α :%5	0.038			120	140	160
	G.İçi	0.202	6	0.034	5.923				6.84	6.70	6.34
	Genel	0.601	8				120	6.84			
							140	6.70	0		
							160	6.34	5	0	
Oksijen Basıncı	G.Ara	0.038	1	0.038	α :%5	0.463			6	8	
	G.İçi	0.233	4	0.058	0.659				6.84	7.00	
	Genel	0.272	5				6	6.84			
							8	7.00	0		

Çizelge 4.9 'da görüleceği üzere, NaOH oranı kademeleri arasındaki fark, %8 ile %10 ve %8 ile %12 arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Fakat %10 ile %12 arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmamıştır. En uygun NaOH oranı %10 olarak kabul edilebilir. NaOH selülozdaki peeling(soyulma) reaksiyonlarını önlediği için yırtılma indisi artmıştır.



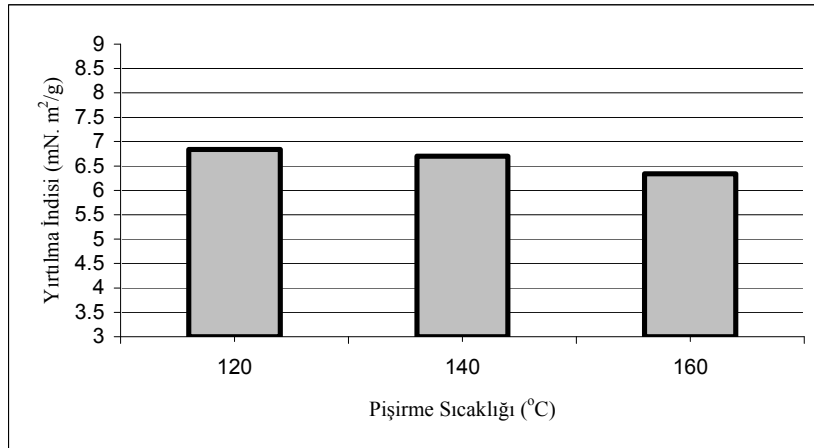
Şekil 4.13. NaOH oranının yırtılma indisi üzerine etkisi

4.10.2. Sıcaklığın Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

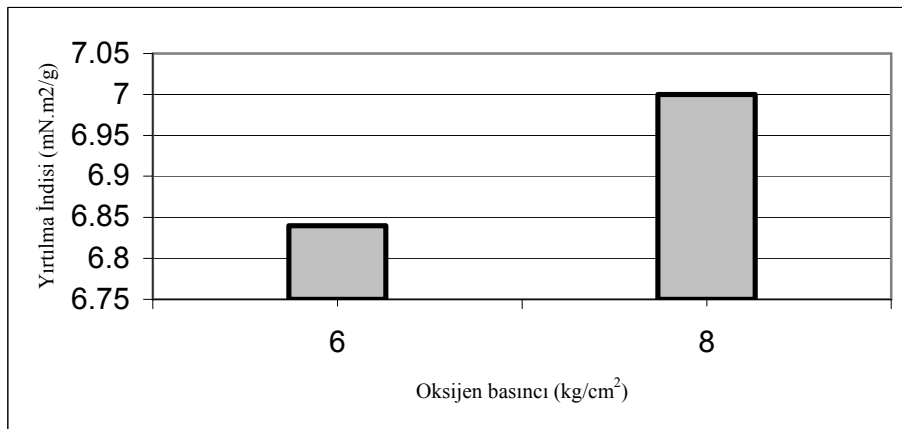
Çizelge 4.9 incelendiğinde, pişirme sıcaklığı arttıkça yırtılma indisinin azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla 120 °C 'deki pişirme sıcaklığında yırtılma indisi 6.84 iken; 160°C pişirme sıcaklığında 6.34'e düşmüştür. Pişirme sıcaklığına bağlı olarak yırtılma indisinde ortaya çıkan bu değişiklik şekil 4.14 'de görülmektedir.

Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, oksijen basıncı 6 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan pişirmelerde hamurdan elde edilen kâğıtların yırtılma indisi üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları çizelge 4.9 'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 'da görüldüğü gibi, pişirme sıcaklığı kademeleri arasındaki fark 120°C ile 140°C ve 140°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamış. Fakat 120°C ile 160°C sıcaklıkları arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur. En uygun pişirme sıcaklığı 140°C olarak kabul edilebilir.



Şekil 4.14. Sıcaklığın yırtılma indisi üzerine etkisi



Şekil 4.15. Oksijen basıncının yırtılma indisi üzerine etkisi

4.10.3. Oksijen Basıncının Yırtılma İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.9'da görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde yırtılma indisi 6.84 'den 7.00 'a yükselmiştir. Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda incelendiğinde yırtılma indisinin yükseldiği gözlenmektedir. Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %12, pişirme sıcaklığı 120°C, Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

Oksijen basıncı kademeleri arasındaki fark 6 kg/cm² ile 8 kg/cm² arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamıştır.

4.11. Pişirme Değişkenlerinin Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.10. NaOH oranı, pişirme sıcaklığı ve oksijen basıncının patlama indisi üzerine etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

VARYANS ANALİZİ							DUNCAN TESTİ				
NaOH Oranı (%)	Vary. Kayn.	Karel. Topl.	Serb. Der.	Karel. Ort.	F	P Değeri			8	10	12
									2.64	2.41	2.17
	G.Ara	0.331	2	0.166	α :%5	0.000	8	2.64			
	G.İçi	0.024	6	0.004	41.773		10	2.41	5		
	Genel	0.355	8				12	2.17	5	5	
Pişirme Sıcaklığı	G.Ara	0.026	2	0.013	α :%5	0.788			120	140	160
	G.İçi	0.312	6	0.052	0.248				2.64	2.59	2.51
	Genel	0.338	8				120	2.64			
							140	2.59	0		
							160	2.51	0	0	
Oksijen Basıncı	G.Ara	0.043	1	0.043	α :%5	0.317			6	8	
	G.İçi	0.133	4	0.033	1.306				2.47	2.64	
	Genel	0.176	5				6	2.47			
							8	2.64	0		

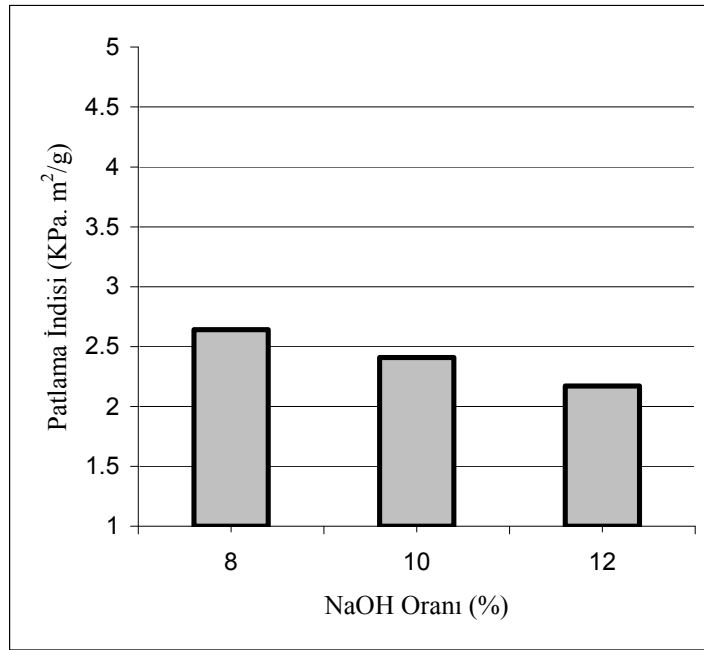
4.11.1. NaOH Oranının Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Pişirme süresi 60 dakika, pişirme sıcaklığı 120°C, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. NaOH oranı %8, %10 ve %12 şeklinde değiştirilerek yapılan pişirme denemelerine ait kâğıtların patlama indisi üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.10 'da verilmiştir.

NaOH oranı %8 alınarak yapılan pişirmede patlama indisi 2.64 iken NaOH oranı %12 olarak alındığında patlama indisi 2.17 'e düşmüştür NaOH oranının artışına bağlı olarak patlama indisi değerinde bir düşüş görülmektedir.

NaOH oranına bağlı olarak patlama indisinde ortaya çıkan bu değişiklik şekil 4.16 'da görülmektedir.

Çizelge 4.10 'da görüleceği üzere, NaOH oranı kademeleri arasındaki fark %5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmuştur. Buna göre, ekonomiklikte dikkate alındığında en uygun NaOH oranı %10 olarak kabul edilebilir. NaOH selülozda degradasyona sebebiyet verdiği için patlama indisini düşürmüştür.



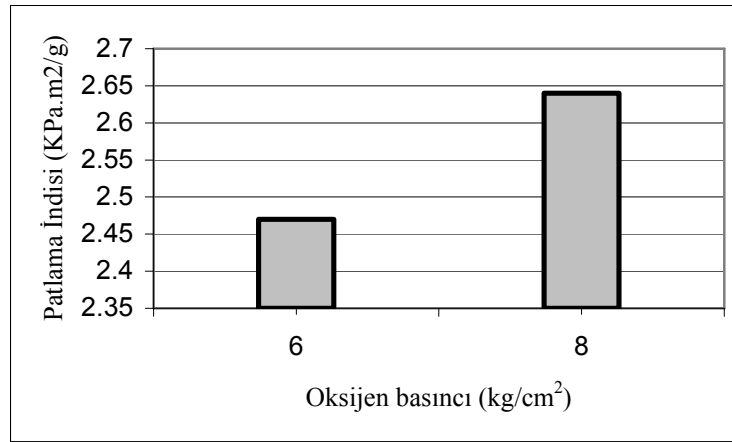
Şekil 4.16. NaOH oranının patlama indisi üzerine etkisi

4.11.2. Sıcaklığın Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.10 incelendiğinde, pişirme sıcaklığı arttıkça patlama indisinin azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla 120°C 'deki pişirme sıcaklığında patlama indisi 2.64 iken; 160°C pişirme sıcaklığında 2.51 'e düşmüştür. Pişirme sıcaklığına bağlı olarak patlama indisinde ortaya çıkan bu değişiklik Şekil 4.17 'de görülmektedir.

Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %8, oksijen basıncı 8 kg/cm², Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır. Pişirme sıcaklığı 120°C, 140°C ve 160°C olarak değiştirilerek yapılan pişirmelerde hamurdan elde edilen kâğıtların patlama indisi üzerinde gerçekleştirilen Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 4.10 'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 'da görüldüğü gibi, pişirme kademeleri arasındaki oran 120°C, 140°C ve 160°C sıcaklıkları arasındaki fark istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamış. En uygun pişirme sıcaklığı 140°C olarak kabul edilebilir

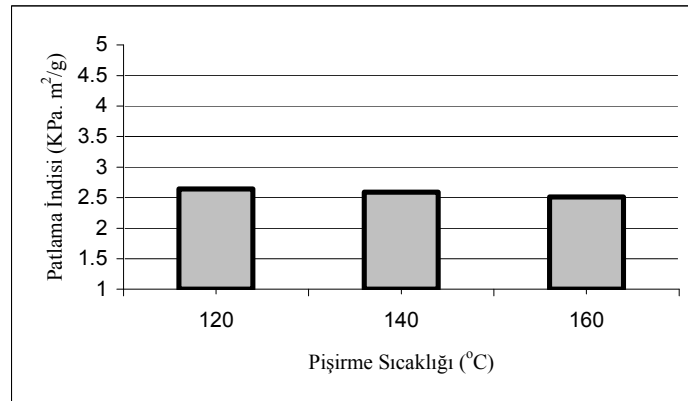


Şekil 4.17. Sıcaklığın patlama indisi üzerine etkisi

4.11.3. Oksijen Basıncının Patlama İndisi Üzerine Etkisi

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere oksijen basıncı 6 kg/cm² 'den 8 kg/cm² 'ye yükseltildiğinde patlama indisi 2.47 'den 2.64 'e yükselmiştir. Genel olarak oksijen basıncının artışı ile diğer araştırmalarda incelendiğinde patlama indisinin yükseldiği gözlenmektedir. Pişirme süresi 60 dakika, NaOH oranı %8, pişirme sıcaklığı 120°C, Na₂BO₃ oranı %5, MgSO₄ oranı %0.5 ve çözelti/hammadde oranı 7/1 olarak sabit alınmıştır.

Çizelge 4.10 'da görüldüğü gibi oksijen basıncı kademeleri arasındaki fark 6 kg/cm² ile 8 kg/cm² arasındaki oran istatistiksel anlamda % 5 yanılma olasılığı için belirgin bulunmamıştır.



Şekil 4.18. Oksijen basıncının patlama indisi üzerine etkisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde kâğıt endüstrisi odun hammaddesi yetersizliğinden dolayı bir darboğaz içerisinde. Önemli bir selüloz kaynağı olan tekstil fabrikası atıkları ve linter selülozu hammadde sorununun çözümünde önemli bir rol oynayacaktır.

Tekstil fabrikası atıkları ve linter selülozunun açık strüktürleri, ince yapısı ve oksijenin etkisine kolaylıkla cevap veren kimyasal yapısı ve düşük kül oranı nedeniyle soda-oksijen-perborat pişirme yöntemi için son derece uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir.

Günümüzde çevre kirliliğinin insan hayatındaki olumsuz etkileri giderek artan oranlarda hissedildiğinden kâğıt hamuru pişirme yöntemleri üzerinde ciddi baskılar oluşmaktadır. Bu yönüyle ele alındığında soda-oksijen-perborat pişirme yönteminde klorlu bileşikler kullanılmadığı için su ve hava kirlenmesi tamamen ortadan kalkmaktadır. Tekstil fabrikası atıkları ve linter selülozundan soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru üretiminde en uygun pişirme koşullarını belirlemek amacıyla pişirme değişkenlerinin hamur özellikleri üzerine etkileri bu kısımda topluca ele alınmış ve çizelge 5.1 'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1 'de, elde edilen kâğıtların optik ve fiziksel özelliklerden en yüksek değeri veren kademenin bir sonraki kademe ile arasında ortalamalar yönünden istatistiksel olarak bir fark varsa yalnızca birinci kademenin, fark yok ise ikinci kademenin de altı çizilmiştir. Bu plana göre 3 adet değişkenin toplam 5 adet fiziksel ve optik özellik yönünden en fazla sayıda en yüksek değeri veren kademesi pişirme işleminde en uygun kademe olarak alınmıştır. En uygun ikinci kademe ise hemen birinci kademenin altında yazılmıştır.

Çizelge 5.1. Duncan testi sonuçlarına göre tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıtlar için uygun pişirme koşulları.

Kimyasal ve Fiziksel Özellikler	PİŞİRME KOŞULLARI					
	NaOH Oranı (%)		Sıcaklık (°C)		Oksijen Basıncı (kg/cm ²)	
Parlaklık (% Elrepho)	<u>12</u>	<u>70.05</u>	<u>160</u>	<u>70.05</u>	<u>8</u>	<u>70.05</u>
	10	68.20	140	68.00	6	68.54
	8	66.76	120	66.83		
Sarılık (% Elrepho)	<u>12</u>	<u>215.16</u>	<u>160</u>	<u>215.16</u>	<u>8</u>	<u>215.16</u>
	10	226.85	140	227.14	6	223.03
	8	236.00	120	235.17		
Kopma Uzunluğu (km)	<u>8</u>	<u>4.82</u>	<u>120</u>	<u>4.82</u>	<u>8</u>	<u>4.82</u>
	<u>10</u>	<u>4.70</u>	140	4.34	<u>6</u>	<u>4.72</u>
	<u>12</u>	<u>4.63</u>	160	4.18		
Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	<u>12</u>	<u>7.00</u>	<u>120</u>	<u>6.84</u>	<u>8</u>	<u>7.00</u>
	<u>10</u>	<u>6.56</u>	<u>140</u>	<u>6.70</u>	<u>6</u>	<u>6.84</u>
	8	5.68	160	6.34		
Patlama İndisi (kPa.m ² /g)	<u>8</u>	<u>2.64</u>	<u>120</u>	<u>2.64</u>	<u>8</u>	<u>2.64</u>
	10	2.41	140	2.59	<u>6</u>	<u>2.47</u>
	12	2.17	<u>160</u>	<u>2.51</u>		
En Uygun Koşul	12		120		8	
	10		160		6	

Yukarıdaki değerlendirmelere göre, tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kağıtların fiziksel özellikler yönüyle en uygun pişirme 4 nolu, optik özellikler bakımından ise 18 nolu pişirme optimum pişirme koşulu olarak aşağıda gösterildiği gibi tespit edilmiştir.

Fiziksel özellikler bakımından		Optik özellikler bakımından	
NaOH Oranı	: % 8		: % 12
Na ₂ BO ₃ Oranı	: % 5		: % 5
MgSO ₄ Oranı	: % 0.5		: % 0.5
Sıcaklık	: 120 °C		: 160 °C
Süre	: 60 dakika		: 60 dakika
O ₂ Basıncı	: 8 kg/cm ²		: 8 kg/cm ²
Çöz/hammadde Oranı	: 7/1		: 7/1

Buğday (Tutuş ve Eroğlu, 2003). , pirinç (El Asmawy, 1977). , çavdar (Usta ve Eroğlu, 1987). , mısır (Tank ve ark; 1985). ve tütün saplarından (Fiala ve Nardi, 1983). soda-oksijen yöntemi ile tekstil atığı ve linter selülozu karışımından soda-oksijen-perborat yöntemi ile elde edilen kağıt hamuru ve kağıtlara ait bazı özellikler çizelge 5.2 'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Yıllık bitkilerden soda-oksijen yöntemi ile ve tekstil atığı ve linter selülozu karışımından soda-oksijen-perborat yöntemi ile elde edilen kâğıt hamuru ve kâğıtlara ait bazı özellikler

Hammadde	NaOH Oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Oksijen Basıncı (kg/cm ²)	Hamur Verimi (%)	Parlaklık (Elrepho %)	Kopma Uzunluğu (km)	Yırtılma İndisi (mN.m ² /g)	Patlama İndisi (KPa.m ² /g)
Buğday sapı	16	140	8	46.17	57.80	5.65	6.04	3.50
Pirinç sapı	12	100	5	56.70	-	3.50	4.40	1.80
Çavdar sapı	16	110	5	45.00	55.00	5.80	4.20	7.80
Mısır sapı	18	120	10	41.00	46.00	7.50	6.70	4.10
Tütün sapı	20	140	5	41.00	-	3.20	4.00	1.10
Tekstil atığı+ Linter selülozu	8-12	120-160	8	92.70	70.05	4.82	7.00	2.64

Çizelge 5.2 incelendiğinde tekstil atığı ve linter selülozu karışımından soda-oksijen-perborat yöntemi ile elde edilen kağıt hamurunun ve kağıtların hamur verimi, parlaklık ve yırtılma indisi gibi özellikleri, diğer yıllık bitkilerden soda-oksijen yöntemi ile üretilen kağıt hamurunun ve kağıtların aynı özelliklerinden oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir.

(Doğmaz, 1994). Soda-oksijen yöntemi ile linter selülozu üretimi isimli yüksek lisans tez çalışmasında etkili olan değişkenlerden NaOH oranı, sıcaklık, süre ve oksijen basınçlarında değişiklikler yapılarak bunların selüloz kalitesi özellikleri üzerine etkileri isimli çalışmada soda-oksijen pişirmesi ile elde edilen linter selülozunun soda yöntemine göre daha yüksek beyazlıkta olduğu ve fiziksel özelliklerinde bir azalma olmadığı tespit edilmiştir. Tekstil atıkları ve pamuk linterlerinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşullarının belirlenmesi isimli bu çalışmamızda elde edilen değerlere baktığımızda beyazlık değerinin yaklaşık aynı olduğu ancak hamur veriminin

soda-oksijen yöntemi ile yapılan çalışmaya göre %10 birimlik bir artış içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar dikkate alındığında aşağıdaki maddeler önerilebilir:

1. Tekstil atıkları ve pamuk linterlerinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıtlar çok iyi kâğıt formasyonu ve yüzey düzgünlüğü nedeniyle kaliteli baskı ve yazı kâğıtlarının üretiminde, çeşitli oranlarda sülfat veya sülfat hamurlarına katılarak temizlik kâğıdı yapımında, ağartılmış sülfat hamuruna katılarak sıvı ve yiyecek maddesi ambalajında kullanılan kartonların yapımında ve gazete kâğıdı hamuruna belirli oranlarda katılarak gazete kâğıdı üretiminde kullanılabilir.

2. Tekstil atıkları ve linter selülozunun kâğıt endüstrisinde değerlendirilmesiyle çevrenin ve ormanların korunmasına ve dolayısıyla ülke ekonomisine önemli katkı sağlanacaktır.

3. Soda-oksijen-perborat yöntemi ile optik özellikleri yüksek hamurlar üretildiğinden yüksek beyazlık ve düşük sarılıkta çok az masrafla her türlü kâğıt üretimi yapılabilecektir.

4. Maalesef tekstil atıkları ve linter selülozunun büyük bir kısmı en kötü kullanım olan ya yakılarak yok edilmekte ya da düşük fiyatlarla dış ülkelere pazarlanıp oralarda mamul maddeye dönüştürüldükten sonra ülkemize yüksek fiyatlarla geri dönmektedir. Bu çalışma ile ülkemizde verimli bir şekilde değerlendirilmeyen bu hammadde kaynağı, kâğıt endüstrisinde kullanılmak suretiyle ekonomiye katkı sağlanacaktır.

5. Tekstil atıkları ve linter selülozunun değerlendirilmesi ile ortaya çıkan katı madde artıklarının çevrede yapacakları kirlenme ve buna harcanacak temizlik masrafları da oldukça azalacaktır.

6. Bu yöntemle üretilen hamurların lif-lif bağ yapma özelliği artmış ve bu özelliği ile de temizlik kâğıdı üretiminde toz miktarlarının azalmasına neden olacaktır.

7. Soda-oksijen-perborat yöntemi ile düşük sıcaklık ve kısa süreli pişirmeler ile yüksek kalitede hamur ve kâğıt üretmek mümkün olacaktır.

8. Soda-oksijen-perborat yöntemi ile optik özellikleri yüksek hamurlar üretildiğinden yüksek beyazlık ve düşük sarılıkta çok az masrafla her türlü kâğıt üretimi yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- ANDERSEN, L. 1997. Outer Limits of Paper Recover And Recycling. Tappi Journal, s. 59–62.
- ANONİM, 1988. Türk Standartları Enstitüsü, TS ISO 5560/Mart
- ANONİM, 1992. Tappi Test Methods. Tappi Press, Atlanta
- AYBEY, İ. 1996. Seka Dalaman Müessesesinde Linters Selülozu Üretimi, Karadeniz Teknik Üni. Bitirme Çalışması, Trabzon, 40s.
- BAŞER, İ. 1992. Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 400:25-30.
- BATU, F. 1978. *Varyans Analizi*. KTÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Trabzon, 1(2): 234–254.
- BAY, Z., BİGAT, T.K., TAYFUN, F.O. 1979. SEKA Linters Selülozundan Sodyum Karboksimetilselüloz Üretimi. TÜBİTAK Kimya Araştırma Ünitesi, Gebze-Kocaeli
- BİGAT, T.K., BİRECİKLİ, Ü. 1976. SEKA Linters Selülozundan Selüloz Asetat Üretimi. TÜBİTAK Kimya Araştırma Ünitesi, Gebze-Kocaeli
- BOSTANCI, Ş. 1987. Kâğıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. KTÜ Yayınları, Trabzon, 114:25-40
- BOZKURT, Y. 1983. Tekstil Sektöründe Artık Sorunu ve Değerlendirme Olanakları. II. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 1–5 Haziran, İzmir.
- BRIDGWATER, A., MUMFORD, C. 1980 Waste Recycling and Pollution Control Handbook. Van Nostrand Reinhol Company, U.S.A
- BÜYÜKGÜNGÖR, H. 1992. Plastiklerin Geri Kazanılmasında Örnek Prosesler. Katı Atık ve Çevre Dergisi, 7:26–29.
- DOBO, E.J., KOBE, K.A. 1957. Tappi, 40(7):573.
- DOĞMAZ, Z. 1994. Soda-Oksijen Yöntemi ile Linters Selülozu Üretimi, İstanbul Üni. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- EL ASMAWY, A.E., FADL, M.H., SALEH, T.M., EL-MEADAWY, S.A. 1977. Soda Oxygen Pulping of Bagasse and Rice Straw. Tappi, 60(6):109-111
- EROĞLU, H. 1980. *O₂-NaOH Yöntemiyle Buğday (Triticum aestivum L.) Saplarından Kâğıt Hamuru Elde Etme Olanaklarının Araştırılması*. Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon.
- EROĞLU, H. 1981. Oksijen Alkali Yöntemiyle Odun Yongalarının Pişirilmesi ve kâğıt hamurlarının Ağartılması. KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, Trabzon, 2:314–315.
- FIALA, W., NARDİ, F. 1983. Oxygen Pulping of Nonwood Plant Fibers According to the NACO Process, Nonwood Fiber Progress Report, Tappi Pres, Atlanta, 14:77-86.
- HAFIZOĞLU, H. 1982. Orman Ürünleri Kimyası. KTÜ Orman Fakültesi, KTÜ Basımevi, Trabzon, 52:100–101.
- HARMANCIOĞLU, M., YAZICIOĞLU, G. 1979. Bitkisel Lifler. Ege Üniversitesi Müh. Mim Fakültesi Yayınları, İzmir, 3

- HUŞ, S. 1969. Orman Mahsülleri Kimyası. İstanbul Üni. Orman Fakültesi, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul, 150
- İBRAHİM, H. 1975. *Special Problems Involved in Stock Preparation and Papermaking When Utilizing Bleached Rice Straw Pulp In Fine Paper*. Nonwood Plant Fiber Pulping Conference, October, Tappi Press, Progress Report Virginia, 6:23-34.
- KALIN, B. 2002. Tekstil Atıklarının ve Pamuk Linterinin Kağıt Sanayinde Kullanılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. Lisans Tezi, Kahramanmaraş
- KALIPSIZ, A.K. 1976. *Bilimsel Araştırma Teknikleri*, İÜ. Orman Fakültesi, İstanbul, 216
- KIRCI, H. 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Yayınları, Trabzon, 63:162.
- KIRCI, H., PESMAN, E., KALYONCU, E. 2004. Kraft Hamurunun Oksijen Delignifikasyonu Kademesinin Sodyum Perborat Monohidrat ile Takviye Edilmesi. *II.Uluslararası Bor Sempozyumu*, 23-25 Eylül, Eskişehir, s. 339-343.
- LACHENAL, D. 1976. *Mecanismes Reactionels des Constituantts du Bois Au Cours des Cuissons Soude-Oxygene*. Synthese Bibliographique, Atip, 30(6):203-212.
- LACHENAL, D., WANG, S.J., SARKANEN, K.V. 1984. *Nonwood Plant Fiber Pulping Progress*. 14
- LIU, X., LEE, Z., TAI, D. 1988. *Studies on Dissolving Procedure in Alkaline Solution of Wheat-Straw Lignin*. *International Nonwood Fiber Pulping & Pmkg. Conference*, July, Beijing, Proceeding, 1:305-317.
- MARKHAM, L.D. 1988. Contionous Processing of Cotton Linters by Soda Cooking or Oxygen Cooking and Horizontal Belt Washing. *Tappi Nonwood Fiber*, 18
- MESHCHEROVA, N.A. 1982. *Khim Drey*, 3:36.
- MINÖR, J.L. 1989. *Oxygen Bleaching and Other Oxygen Delignification*. *China Paper*, 15(5):81-87.
- NIKITIN, N.I. 1966. *The Chemistry of Cellulose and Wood*, First Edition, İsrail Program For Scientific Translation, Jerusalem
- ÖZPEKER, Ö. 2001. Bor Yataklarının Değerlendirilmesi. Türkiye Bor Yatakları Workshop, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, s. 57-68
- ROBERT, A. 1974. O₂-NaOH des Pates Cellulosiques, *Revue Annual des Eleves Ingenieurs de L' EFP*. Grenoble Synthese Bibliographique, s. 13-20.
- 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.
- ŞENEL, M. 1967. Çukurovada Yetiştirilen ve Pamuk Araştırma Enstitüsünde Denemeleri Yapılan Pamuk Çeşitleri. İpek Matbaası, Adana.
- TANK, T., BOSTANCI, Ş., EROĞLU, H., ENERCAN, S. 1985. Tütün Saplarının Kağıt Yapımında Değerlendirilmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, 9:3
- TUTUŞ, A. 1996. Kimyasal Termomekanik Yöntemle Elde Edilen Kâğıt Hamurunun (CTMP) Hidrojen Peroksit ile Ağartılması. Karadeniz Teknik Üni. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon

- TUTUŞ, A. 2000. Comparison of Soda-Oxygen, Soda-Anthraquinone and Soda Pulping Wheat (*Triticum aestivum* L.) Straw with Respect to Silica problem and other aspects, PH. D. Thesis, Zonguldak Karaelmas University, Forest Product Engineering Dept., Zonguldak, Turkey
- TUTUŞ, A. 2004. Buğday Saplarından Soda-Oksijen-Antrakinon(SOAQ) Yöntemiyle Elde Edilen Hamurların Hidrojen Peroksit ve Sodyum Borhidrür ile Ağartılması. *II.Uluslararası Bor Sempozyumu*, 23-25 Eylül, Eskişehir, s. 345-350.
- TUTUŞ, A., ALMA, M.H. 2005. Bleaching of Wheat Straw SOAQ Pulps with Hydrogen Peroxide and Sodium Borohydride, I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Poster sunum, Ankara, s. 399-403.
- TUTUŞ, A., EROĞLU, H. 2003. Practical solution to the silica problem in straw pulping, March, Australia, 56(2)
- USTA, M., EROĞLU, H. 1987. *Soda-Oxygen Pulping of Rye Straw, Nonwood Plant Fiber Pulping Conference*, November Tappi Press, Progress Report Washington18:113-118
- VARENNES, S., DANEALU, C., PARENTEAU, M. 1996. Bleaching of Thermomechanical Pulp with Sodium Perborate. *Tappi Journal*, 79(3):245-250.
- WARD, K., VOELKER, M.H., MACLAURIN, D.J. 1965. *Tappi*,48(11):657.
- WEBER, E. 1978. *Grundriss der Biologischen Statistik*, 6. Auflage, Gustav fisher Verlag-Stuttgart.
- WISE, E.L., KARL, H.L. 1962. *Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology*. (C. Earl Libby, Mc Graw Hill editör). Book Co., New York, 1
- YAKARTEPE, M., YAKARTEPE, Z. 1994. *Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi. Tekstil Ansiklopedisi.T.K.A.M.*, İstanbul, 3
- YILMAZ, A. 2002. Her Derde Deva Hazinemiz Bor. *Tübitak Bilim Dergisi*,(Mayıs):38-48.

EKLER

Ek Çizelge 1. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 1 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	73.27	-
Rutubet %	8.15	
Kalınlık µm	176.33	0.28
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.40	-
Kopma Uzunluğu km	4.72	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.47	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.43	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	62.52	0.37
Sarılık (Elrepho) %0	260.12	0.88

Ek Çizelge 2. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 2 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	67.5	-
Rutubet %	7.85	
Kalınlık µm	174.70	0.29
Yoğunluk g/cm ³	0.38	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.59	-
Kopma Uzunluğu km	4.60	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.15	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.17	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	64.25	0.37
Sarılık (Elrepho) %0	248.17	0.88

Ek Çizelge 3. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 3 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	70.75	-
Rutubet %	7.94	
Kalınlık µm	173.07	0.24
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.44	-
Kopma Uzunluğu km	4.35	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.05	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.84	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	65.97	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	240.05	0.88

Ek Çizelge 4. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 4 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	71.0	-
Rutubet %	7.95	
Kalınlık µm	172.71	0.86
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.43	-
Kopma Uzunluğu km	4.82	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.64	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.68	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	63.44	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	254.05	0.88

Ek Çizelge 5. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 5 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	74.52	-
Rutubet %	8.40	
Kalınlık µm	175.40	0.24
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.35	-
Kopma Uzunluğu km	4.70	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.41	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.56	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	65.70	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	242.10	0.88

Ek Çizelge 6. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen 6 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	70.90	-
Rutubet %	7.90	
Kalınlık µm	171.81	0.21
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.42	-
Kopma Uzunluğu km	4.63	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.17	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	7.00	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	66.83	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	235.17	0.88

Ek Çizelge 7. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 7 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR° 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	68.8	-
Rutubet %	7.88	
Kalınlık µm	170.48	0.26
Yoğunluk g/cm ³	0.40	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.50	-
Kopma Uzunluğu km	4.21	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.39	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.38	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	63.40	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	254.00	0.88

Ek Çizelge 8. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 8 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR° 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	66.50	-
Rutubet %	7.80	
Kalınlık µm	172.71	0.20
Yoğunluk g/cm ³	0.38	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.59	-
Kopma Uzunluğu km	3.97	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.07	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.07	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	65.55	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	241.74	0.88

Ek Çizelge 9. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 9 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	72.40	-
Rutubet %	8.10	
Kalınlık μm	170.57	0.53
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.35	-
Kopma Uzunluğu km	3.80	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	1.98	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.70	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	66.85	0.37
Sarılık (Elrepho) %0	235.05	0.88

Ek Çizelge 10. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 10 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	72.35	-
Rutubet %	8.10	
Kalınlık μm	172.57	0.53
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.38	-
Kopma Uzunluğu km	4.34	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.59	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.59	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	65.90	0.37
Sarılık (Elrepho) %0	241.98	0.88

Ek Çizelge 11. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 11 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	70.50	-
Rutubet %	7.92	
Kalınlık µm	171.0	0.58
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.42	-
Kopma Uzunluğu km	4.10	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.35	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.47	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	67.05	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	233.25	0.88

Ek Çizelge 12. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 12 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	73.0	-
Rutubet %	8.12	
Kalınlık µm	173.84	0.67
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.38	-
Kopma Uzunluğu km	4.00	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.09	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.92	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	68.00	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	227.14	0.88

Ek Çizelge 13. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 13 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	71.50	-
Rutubet %	7.98	
Kalınlık µm	167.87	0.30
Yoğunluk g/cm ³	0.43	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.34	-
Kopma Uzunluğu km	3.65	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.31	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.28	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	64.85	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	247.45	0.88

Ek Çizelge 14. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 14 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	64.55	-
Rutubet %	7.60	
Kalınlık µm	158.06	0.34
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.44	-
Kopma Uzunluğu km	3.28	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.02	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.99	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	66.40	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	235.85	0.88

Ek Çizelge 15. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 15 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	68.10	-
Rutubet %	7.85	
Kalınlık µm	162.83	0.34
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.39	-
Kopma Uzunluğu km	3.05	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	1.90	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.34	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	68.54	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	223.03	0.88

Ek Çizelge 16. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 16 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR⁰ 'deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	70.20	-
Rutubet %	7.92	
Kalınlık µm	167.39	0.48
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.39	-
Kopma Uzunluğu km	4.18	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.51	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	5.43	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	66.76	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	236.00	0.88

Ek Çizelge 17. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 17 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘deki fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	69.60	-
Rutubet %	7.90	
Kalınlık µm	168.64	0.18
Yoğunluk g/cm ³	0.41	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.42	-
Kopma Uzunluğu km	4.02	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.30	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.31	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	68.20	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	226.85	0.88

Ek Çizelge 18. Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat elde edilen 18 nolu hamurdan yapılan kâğıtların 50 ± 3 SR^o ‘de fiziksel ve optik özellikleri

Fiziksel ve Optik Özellikler	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
	x	s
Dövme Süresi dak.	20	
Gramaj g/m ²	73.70	-
Rutubet %	8.14	
Kalınlık µm	177.07	0.21
Yoğunluk g/cm ³	0.42	-
Hacimlilik cm ³ /g	2.40	-
Kopma Uzunluğu km	3.96	0.04
Patlama İndisi kPa.m ² /g	2.02	0.22
Yırtılma İndisi mN.m ² /g	6.80	0.12
Parlaklık (Elrepho %)	70.05	0.37
Sarıklık (Elrepho) %0	215.16	0.88

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adana’da doğdu. Sırasıyla; Adana’da Cebesoy İlkokulu, Bilfen Lisesi Orta Bölümü’nü ve Özel Adana Fen Lisesi’ni bitirdi. 1998 yılında K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nü kazandı ve 2002 yılında mezun oldu. Halen K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans çalışmalarına devam etmektedir.