İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GERİ DÖNÜŞÜMLÜ KARTON ÜRETİMİNDE HAMUR YAPISINDAKİ LİPİDLİ BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Müh. Meral ŞEN

Anabilim Dalı : KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

ARALIK 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GERİ DÖNÜŞÜMLÜ KARTON ÜRETİMİNDE HAMUR YAPISINDAKİ LİPİDLİ BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kim. Müh. Meral ŞEN
(506001108)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 3 Aralık 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Aralık 2003

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Melek TÜTER
Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr . Güldem ÜSTÜN (İTÜ)
Yrd.Doç.Dr.Hakan BERMEK (İTÜ)

ARALIK 2003

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan değerli hocam Doç.Dr.Melek TÜTER'e ; bilgi ve desteğini hiç bir zaman esirgemeyen Prof.Dr. Güldem Üstün'e ve Doç.Dr Candan Tamerler Behar'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.
Tezim kısmen TÜBİTAK-TİDEB Destekli EUREKA "Fungal Enzimlerle Kuşe karton üretimi-E!2484" projesi kapsamında desteklenmiştir. Çalışmamda bu proje çerçevesinde hammaddelerimizi sağlayan Kartonsan A.Ş. firması genel müdürü Sayın Haluk İBER ve üretim müdürü Sayın Bülent KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.
Aynı laboratuarı paylaştığımız ve kendi aramızda çok iyi bir grup oluşturduğumuz sevgili arkadaşlarım ile her zaman yanımda hissettiğim Ersin Cavrar'a bana verdiği manevi desteğinin karşılığını asla ödeyemeyeceğimi bile bile yine de buradan teşekkür etmek isterim.
Ayrıca bana inandıkları, güvendikleri ve beni asla yalnız bırakmadıkları için aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2003 Kimya Mühendisi. Meral ŞEN

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ **v**
ŞEKİL LİSTESİ **vı**
ÖZET **vıı**
SUMMARY **vııı**

1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**

2. TEORİK KISIM **2**
2.1. Odun ve Yapısı 2
2.2. Lipidli Bileşenler 3
2.2.1. Yağlar ve Yağ Asitleri 3
2.2.2. Gliseridler 3
2.2.3. Ester Tipi Mumlar 4
2.2.4. Reçineler 4
2.2.4.1 Steroidler 5
2.2.4.2. Terpenler 5
2.3. Geri Dönüşümlü Kağıtlardan Karton Üretimi 5
2.3.1. Atık Kağıttan Hamur Hazırlamada Kullanılan Ekipmanlar 5
2.3.2. Karton Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler 7
2.4. Kartonun Oluşum Aşamaları 8
2.5. Atık Kağıttan Üretilen Kartonun Üretim İşlemleri 15
2.6. Karton Çeşitleri 17
2.7. Geri Döngülü Kağıttan Karton Üretiminde Karşılaşılan Problemler 18

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR **21**
3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler 21
3.2. Kağıt Hamuru Örneklerinin Nem Tayini 22
3.3. Kağıt Hamuru Örneklerinin Ekstraksiyonu 22
3.4. Lipidli Bileşenlerin İnce Yüzey Kromatografisi ile İncelenmesi 23
3.5. Lipidli Bileşenlerin Gaz Kromatografisi Yöntemi ile İncelenmesi 23

4. SONUÇLAR VE VARGILAR **26**
4.1. Kağıt Hamuru Örneklerinin Nem Tayini Sonuçları 26
4.2. Kağıt Hamuru Örneklerinin Lipidli Bileşenleri 26
4.3. Lipidli Bileşenlerin İnce Yüzey Kromatografisi Sonuçları 28
4.4. Lipidli Bileşenlerin Gaz Kromatografisi ile Yağ Asidi Bileşenlerinin Belirlenmesi 30

5. ÖNERİLER **32**

KAYNAKLAR **33**

ÖZGEÇMİŞ **35**

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1.	Gaz Kromatografisi Analiz Koşulları……	25
Tablo 4.1.	Üst Kat Pulper örneğinin aseton ekstraktının fraksiyon ve % bileşimleri…….....	26
Tablo 4.2.	Koruyucu Kat Pulper örneğinin aseton ekstraktının fraksiyon ve % bileşimleri…….....	27
Tablo 4.3.	Alt Kat Pulper örneğinin aseton ekstraktının fraksiyon ve % bileşimleri	27
Tablo 4.4.	Orta Kat Pulper örneğinin aseton ekstraktının fraksiyon ve % bileşimleri	28
Tablo 4.5.	Kartonun Orta Kat Pulper örneği ekstraktının İnce Yüzey Kromatografi plakasının besleme sırası.....…	31
Tablo 4.6.	(I) numaralı kısmı oluşturan serbest yağ asitlerinin yağ asidi bileşimleri (% ağırlık) …….....	31
Tablo 4.7.	(II) Numaralı kısmı oluşturan nötr gliseridlerin yağ asidi bileşimleri (%ağırlık) ……..	32

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	**:** Kartonun Oluşum Aşamaları.....	8
Şekil 2.2	**:** Kartonun Üst Kat ve Koruyucu Kat Hamur Hazırlanışının Akım Şeması	12
Şekil 2.3	**:** Kartonun Üst Kat ve Koruyucu Kat Hamur Hazırlanışının Akım Şeması.....	13
Şekil 2.4	**:** Kartonsan A.Ş firmasının Genel Akım Şeması.....	14
Şekil 2.5	**:** Kartonsan A.Ş firmasının Üretim Prosesinin Akım Şeması	17
Şekil 3.1	**:**Kağıt Hamuru Ekstraktının Lipidli Bileşenlerinin Belirlenmesi için uygulanan işlemler.....	24
Şekil 3.2	**:** Kartonun orta kat pulper örneği ekstraktının İnce Yüzey Kromatografi plakası.....	30

GERİ DÖNÜŞÜMLÜ KARTON ÜRETİMİNDE HAMUR YAPISINDAKİ LİPİDLİ BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

ÖZET

İnsan yaşamındaki vazgeçilmez ürünlerden olan ve pek çok alanda yaygın olarak kullanılan kağıdın; günümüzde kullanım oranı, bir ülkenin gelişmişlik seviyesini belirleyen ölçütlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Kağıdın temel hammaddesinin ağaç olması, teknolojik kirliliğin önemli boyutlara ulaşması ve çevre faktörünün büyük önem kazanması gibi sebepler, kağıt-karton üretim sektörlerini oldukça zor durumda bırakmıştır. Bu nedenden dolayı kağıt-karton üretiminde kullanılması gereken en ekonomik kaynak atık kağıtlardır. Karton üretimi sırasında atık kağıtların kullanımındaki en büyük sorun; geri dönüşüm sırasında, sorun yaratan ağaç ekstraktlarındaki triaçilgliserol, reçine ve yağ asidleri bileşimlerini içermeleridir.

Bu çalışmada karton üretiminde ham madde olarak atık kağıtların kullanıldığı Kartonsan A.Ş. firmasından temin edilen kağıt hamuru örneklerinin lipidli bileşenleri belirlenmiştir.

Kartonsan A.Ş firmasında üretilen karton dört ana hattan meydana gelmektedir. Yapılan çalışmada kartonun üst katını oluşturan Üst Kat Pulper örneğinin diğer katlardan daha fazla oranda serbest yağ ve reçine asitleri içerdiği saptanmıştır. En kirli atık kağıtların kullanıldığı ve üretim sırasında problem yaratan Alt ve Orta Kat Pulper örneklerinde ise yağ ve reçine asit değerleri % 10 civarında olup sterol ve diğer sabunlaşmayan madde miktarları % 70 olarak belirlenmiştir.

Gaz Kromatografisi analizlerinde bütün kağıt hamuru örneklerinin serbest yağ asidi içeriklerinde palmitik ve stearik asit yüzdelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

DETERMINING THE PULP STRUCTURED LIPIDIOUS COMPONENTS OF THE RECYCLED CARDBOARD PRODUCTION

SUMMARY

Paper is one of the most important products in the human life and it has a wide usage area. Its rate of usage is one of the criterions showing one population's development level.

Forests are the main raw material of the paper but on the other hand technological pollution has been inceasing rapidly in the latest years. So environmentally friendly actions become more important and this puts the paper production industry in a very hard situation. As a result, the most economic source for the paper production should be the waste paper sources. In the paper production, the main problem of using waste paper is that they contain triacilgliserol, resin and fatty acid compounds which exist in the wood extracts causing trouble.

Pulp samples are obtained from Kartonsan Inc. firm which use waste papers as raw material in the paper production. In this study, lipidious components of these samples are determined.

Cardboard, production of the Kartonsan Inc., consists of four main lines. In the study, it is determined that the upper layer pulper sample, which forms the upper layer of the cardboard, includes high amount of free fatty and recin acids more than the other layers. In the bottom and middle layer pulper samples, the most soiled waste papers are used. Due to this reason they cause problems during production. In these layers the fatty and resin acid vlues are about %10, while sterol and the other unsaponifiable substance amounts are %70.

For all the pulp samples, analyzed by Gas Chromatograph, it's determined that the percentages of palmitic and stearic acid are high.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada ve ülkemizde orman endüstrisinin önemli bir kolunu kağıt ve kağıt hamuru sanayi oluşturmaktadır. Bu sanayi de şu anda yaygın olarak uygulanan yöntemler kimyasal maddelerin kullanılmasını gerektirmekte, bu da maliyet artışına ve atık arıtma problemlerine neden olmaktadır. Bu nedenle geri döngülü kağıt kullanarak karton üretimi yapan Kartonsan tesislerinde üretilen karton, %80 ile %100 arasında değişen miktarlarda atık kağıt içermektedir. Atık kağıdın yeniden kullanılması beraberinde birçok sorun ve problemleri getirmektedir. Ağaçlarda kendini koruma mekanizması olarak varolan fakat kağıt üretiminde problem yaratan ağaç ekstraktları; reçine asitleri, serbest yağ asitleri, triaçilgliseroller, sterol vb. bileşiklerden oluşmaktadır. Bu karışım kağıt üretiminin bütün aşamalarında (ağartma, ayırma, presleme vb.) serbest kalmakta ve cihazların yüzeylerinde birikerek üretimin belli periyotlarda durmasına ve kağıt hamuru içinde birikip ürün kalitesini düşürmektedir [1].

Bu ekstraktların kimyasal yapıları, oluşum mekanizmaları, çeşitli analitik yöntemler ve kontrol teknikleri farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Kullanılan ağaç türlerinin bölgesel ve iklimsel farklılığına bağlı olarak bu maddelerin yapısal değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Geri döngülü kağıt kullanan sanayilerde de bu tip problemler yoğun olarak yaşanmaktadır. Kartonsan A.Ş firmasında ise sorun, geri kazanımlı kağıdın yapısından ortama taşınan mürekkep, yapışkan gibi maddelerden kaynaklanmaktadır [2].

Bu çalışmada, Kartonsan A.Ş. firmasından temin edilen kağıt hamurlarının önemli içeriği olan ve problem yaratabilen bileşiklerden olan lipidli bileşenlerin belirlenmesine çalışılmıştır. Önce bu konuda literatür araştırması yapılmış ve daha sonra uygun koşullarda lipidli bileşenleri belirlenmiştir.

2.TEORİK KISIM

2.1.Odun ve Yapısı

Selüloz üretiminde kullanılan ana hammaddeler odun, paçavra, saman kenevir, jüt, şeker kamışı, keten ve pamuktur. En önemli hammadde ise odundur ve iki grupta sınıflandırılır;

- Sert Odun; yapraklarını döken ağaçlardan elde edilen odun türüdür.
- Yumuşak Odun; kozalak veren ağaçlardan elde edilen odun türüdür.

Odun karmaşık yapılı polimerik bir maddedir. Odunun yapısında %40-60 selüloz, %17-32 lignin, yarı selülozlar (zamanla tamamlanacak selülozlar) ve diğer maddeler (reçineler, yağlar, nişasta, fenolik bileşikler, tanenler, mumlar anorganik asit ve tuzlar) bulunmaktadır.

Odunun hücre duvarları; Arabinoz, gulaktoz, mannoz, anhidrit gibi kısa zincirli polimerlerinin karışımı olan haloselüloz diye adlandırılan polisakkaridler ve ligninden meydana gelmiştir. Selüloz üretiminde kullanılan odun türleri; kayın, gürgen, çam, göknar, ladin, titrek kavak, hemlok çamı, kafur ağacı ve Okaliptus' tur [3].

Selüloz

Kağıdın hammaddesi selülozdur. Selüloz polimer özellikte, çizgisel makro molekül yapısında bir karbonhidrat molekülüdür. Bitki hücrelerinin çoğunda duvar dokularının ana kısmını teşkil eder. Selülozlar, suda çözünmezler. Selüloz molekülünün temel birimi $(C_6H_{10}O_5)_n$ anhidro glikozdur [4].

Lignin

Aromatik alkollerden oluşmuş C ve O köprü bağları ile bağlanmış karmaşık yapılı polimer olan lignin; odun içersinde selüloz liflerini bağlama görevi yapar.

Lignin odunun bünyesinde özellikle hücre çeperinde ve orta lamel kısmında bulunmaktadır. Ligninler, koyu renkli, aromatik, metoksil ve hidroksil grupları ile karakterize olan fenolik bir maddedir [5].

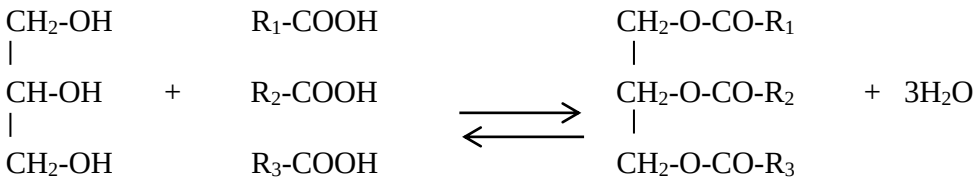
2.2. Lipidli Bileşikler

Lipidler, yüksek yağ asitlerini, bunların oluşturduğu doğal bileşikleri ve bunlarla kimyasal olarak bağlanan maddeleri kapsayan doğal bir madde grubudur. Lipidler suda çözünmeyen (hidrofobik), ancak eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünen maddelerdir. En önemli lipidli bileşenler yağlar, yağ asitleri, gliseridler, reçineler, reçine asitleri ve ester tipi mumlardır [6].

2.2.1 Yağlar ve Yağ Asitleri

En önemli sabunlaşabilen lipidler yağlar ve yağ asitleridir.

Yağlar bitki ve hayvanların genellikle iç yapılarında oluşan, biyolojik kökenli, kimyasal olarak homojen bir yapıya sahip olmayan ana komponenti triaçilgliserol olan karışımlardır. Triaçilgliseroller üç moleküllü yağ asitlerinin gliserinle yaptığı esterlerdir. Bu yapı aşağıda gösterildiği gibidir.



Yağlar suda çözünmezler ve yüksek sıcaklıkta bozunurlar. Triaçilgliserol molekülünün ağırlıkça % 94-96 sını yağ asitleri oluşturmaktadır.Yağ asitleri, yüksek karbon sayılı, düz zincirli alifatik monokarboksilik asitlerdir. Yağ asitleri doymuş yada doymamış olabilir. Doymuş yağ asitleri çifte bağ içermezler, doymamış yağ asitleri ise en az bir çift bağ içerirler [7].

Yağlar triaçilgliserolün yanı sıra başka maddeleride içerirler. Fakat bunlar triaçilgliserolden çok daha az miktardadır. Gliserid olmayan bu bileşikler, fosfatidler, steroller, antioksidanlar, vitaminler, pigmentler, yağ alkolleri, hidrokarbonlar ve serbest yağ asitleridir [8].

2.2.2 Açilgliseroller (Gliseridler)

Gliserin, tatlı, kıvamlı, bir alkoldür. Su ve etil alkolle her oranda karışabilir. Açilgliseroller gliserinin yağ asitleri ile vermiş oldukları esterlerdir. Gliserin üç hidroksilli bir alkol olduğundan üç tip açilgliserol vermektedir. Gliserinin bir hidroksil grubu bir yağ asidi ile esterleşirse monoaçilgliserol, gliserinin iki hidroksil grubu iki molekül yağ asidi ile esterleşirse diaçilgliserol ve gliserinin üç hidroksil grubu üç molekül yağ asidi ile birleşirse triaçilgliserol meydana gelir [6,7].

2.2.3 Ester Tipi Mumlar

Mumlar yüksek yağ asitlerinin bir hidroksilli yüksek alkollerle oluşturdukları esterlerdir. Bu asit ve alkollerin uzunluğu C_{16} –C_{30} olabilir. Mumların genel formülü basit esterlerin formülü, R-CO-O-$R^{/}$ gibidir ve genellikle esterlerin bir karışımıdır. Mumlarda yüksek molekül ağırlığına sahip doymuş hidrokarbonlar da bulunmaktadır. Suda hemen hiç çözünmezler, organik çözücülerde çok iyi çözünürler. Balmumu palmitik asidin C_{26}-C_{34} karbonlu yağ alkolleri ile verdiği esterlerin bir karışımıdır [5,7].

2.2.4. Reçineler

Reçineler sabunlaşmayan en önemli lipidlerdir. Doğal reçineler birçok ağaç türünde bulunmakta ve kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde zift, ıslaklık ve geçirgenlik problemlerine sebep olmaktadır. Bu problemleri azaltacak yöntemlerin araştırılmasında öncelikle ağaçtaki reçinenin özelliklerini belirlemek gerekmektedir. Sert ve yumuşak ağaçlar doğal reçine içermektedir. Fakat reçineler ortaya çıkma, içerik ve kimyasal bileşim içeriklerine göre farklılıklar göstermektedirler. Ayrıca reçinelerin içerik ve bileşimi, ağaç türleri arasında, aynı tür ağacın kendi türleri arasında veya tek bir ağacın içersinde bile oldukça değişiklikler göstermektedir. Reçinelerin önemli bileşenleri, reçine asitleri, serbest yağ asitleri, bunların gliserol ve diğer alkolik bileşikleri ile olan esterleri, steroller, alkoller, terpenler ve balmumlarıdır [5].

2.2.4.1 Steroidler

Steroidler reçinelerin en önemli bileşenleridir. Bu maddeler steran halkasına sahiptirler. Steroidler steran halkasının yan zincir, alkol, aldehit, keton, çift bağ şeklinde grup taşıyan türevleridir. Steroid çeşitlerinden en önemlisi de sterinlerdir.

Sterinler (steroller), ikincil alkollerdir. Genellikle C_{27}-C_{29} atomu sayısında karbon içermektedir. Fakat halka yapısı genellikle reçine asitlerinden, zincir kısmı ise bir izopentan veya izopentan benzeri birimden oluşmaktadır. Steroller, hayvansal ve bitkisel yağlarda küçük bileşenler olarak bulunurlar. Steroller hem serbest halde hem de esterler halinde bulunurlar. Steroller, hayvansal yağlarda kısmen yüksek yağ asitlerinin esterleri olarak bulunmaktadır. Odunun yapısındaki steroller ise serbest halde bulunmaktadır [5,6].

2.2.4.2 Terpenler

Terpenler 2-metil-1,3-bütadienin yani izoprenin polimerleridir. İzopren molekülünde bulunan çift bağlar konjugedir. Böyle konjuge çift bağ taşıyan maddeler büyük reaksiyon yeteneğine sahiptirler ve başka maddelerle kolayca birleşirler. Terpenlerin çoğunluğu hidrokarbondur ve diğer kalan kısmı ise alkol, eter, aldehit keton ve asittir. Terpenler tat vermede parfüm yapımında ve tıpta kullanılırlar [6].

2.3. Geri Dönüşümlü Kağıtlardan Karton Üretimi

Ülkemizin kağıt-karton sektöründe faaliyet gösteren en büyük özel kuruluşu Kartonsan; 1967 yılında; SEKA'nın karton üretimi açığını kapamak ve ihracat yapmak amacıyla kurulmuştur. Kartonsan yılda 150000 ton eski kağıttan kuşe karton üretmekte ve bu şekilde çevreye ve ekonomiye büyük bir katkı sağlamaktadır [8].

2.3.1. Atık Kağıttan Hamur Hazırlamada Kullanılan Ekipmanlar

Kullanılan hammadde; ürünü oluşturan eski ve atık kağıt, selüloz gibi temel girdiler ve kimyasal maddelerdir.

Aşağıda Kartonsan A.Ş firmasında karton üretimi arasında kullanılan cihazlar kendi özel adları ile anlatılmıştır.

Hidropulper: Atık kağıt ve selüloz hatlarında açık tank biçiminde diplerinde döner bıçaklar ve öğütücü bıçaklar bulunan su yardımıyla hamur açmaya yarayan ünitelerdir.

Halat Tutucu: Halat tutucu zamanla çalışan pulper de tel, sicim kordon, plastik parçası gibi maddelerin uzaklaştırılmasını sağlar. Halat hızı 40 m/saat, motor gücü 0,25 KW' tır.

Twinpulper: Pulperi temizlemek amacıyla kullanılan bir tertibattır. Genelde yabancı büyük maddeler pulper eleğinden geçemezler ve pulper içinde birikerek, kısa zamanda pulper elek deliklerinin tıkamasına yol açarlar. Bunu önlemek için pulperlerin sık sık açılıp temizlenmesi gerekir. Twinpulper'in bulunduğu sistemlerde ise pulperin sık sık açılarak temizlenmesi gereği ortadan kalkar.

Sorter Tronmel: Twinpulperden gelen atık kıvamlı hamuru (rejekt hamuru) temizleyerek su ile rejekti birbirinden ayırmaktadır.

Koyu Hamur Temizleyici: Hidropulper'den sonra olan ilk temizleme ekipmanıdır. İri ve özelliklede ağır yabancı maddelerin sürekli çalışması esasında koyu hamurdan uzaklaştırılmasını sağlar. Hamur içinde olan her türlü cıvata, tel, çakıl gibi özgül ağırlığı hamurdan daha ağır olan yabancı maddeleri temizler. Hatta kum gibi daha ince yabancı maddelerde hamurun kuru madde içeriği % 4-5 geçmediği taktirde burada tutulurlar.

Kum Tutucu: Filitrasyon ve yoğunluk farkı prensibine göre yüzücü, süzülebilir; parçaları, çeşitli süspansiyonlardan ayırır.

Rifaynerlar (Ayrıştırma): Hamurun basınç altında kendine özgü bıçak sistemi içersinden geçirilmesi suretiyle öğütülmesini sağlayan bölümdür.

Fiber Sorter: Eski hamurun yüksek kesafette %3-4 arasında kaba temizlenmesi işlemini gerçekleştirir.Yoğun bir temizleme işlemidir.

İnce Hamur Temizleyici: Hamurun içinde bulunan her türlü ve 0.05 mm irilikteki ince kumdan-kitap teline kadar çeşitli ağır parçaların temizlenmesini sağlar. Cihazdan geçen hamurun katı içeriği (kesafeti) %1'in altında olmaktadır.

Disk Filtre: Kademe sistemlerinde, ince temizlik yapabilmek için %0,5-1 katı madde içeriğine sahip hamuru %3-5 katı madde içeriğine sahip hamur haline getirmek için, hamurun suyunu filtre edecek koyulaştırma işlemi yapan cihazdır.

Çift Elekli Pres: Birlikte dönen iki elek arasından hamur geçerken suyu alınarak katı madde içeriği yükseltilir. Bir pompa yardımıyla çift elekli prese sevk edilen hamur mekanik olarak preslenir ve katı madde içeriği %28-30'a kadar yükseltilir.

Disperger (Dağıtıcılar): Çift elekli presten çıkan hamur içerisinde kalabilecek renkli partiküllerin ve bitümün çok küçük partiküller haline getirilerek homojen görünümlü bir hamur elde edildiği ekipmandır. Buna ilaveten iyi açılmamış elyaf demetleri yada mukavemetli elyaflar dispergerden geçerek çözünerek elyaflarına ayrılmazlar. Sıcak ortamda disperger elyafı işlerken özellikle mürekkep partikülleri gözle görülemeyecek duruma getirilir. Pişirme tankının işlevi için hamurun katı madde içeriği %28-30, hamur sıcaklığı 95 °C olmalıdır.

Dikey Sorter: Düğüm, küçük yabancı maddeler ve diğer yabancı maddeleri uzaklaştırır.

Sarsak Elek: Görevi, hamur süspansiyonu içinde bulunan lif demetlerini yabancı cisimleri ve rejektleri, sarsıntıları vasıtasıyla süspansiyondan ayırmaktadır.

Teksif Eleği: Teksif eleğinin amacı; hamuru pis suyundan ayırmak ve belli bir kuru madde içeriğine getirerek istenilen üniteye sevk etmektir [8].

2.3.2 Karton Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Reçine: Kartonun üst katının tutkallanmasında ve iç tutkallamada kullanılır. Kartonun üst katında yapılan tutkallanmayla düzgün ve kaliteli bir yüzey elde edilir.

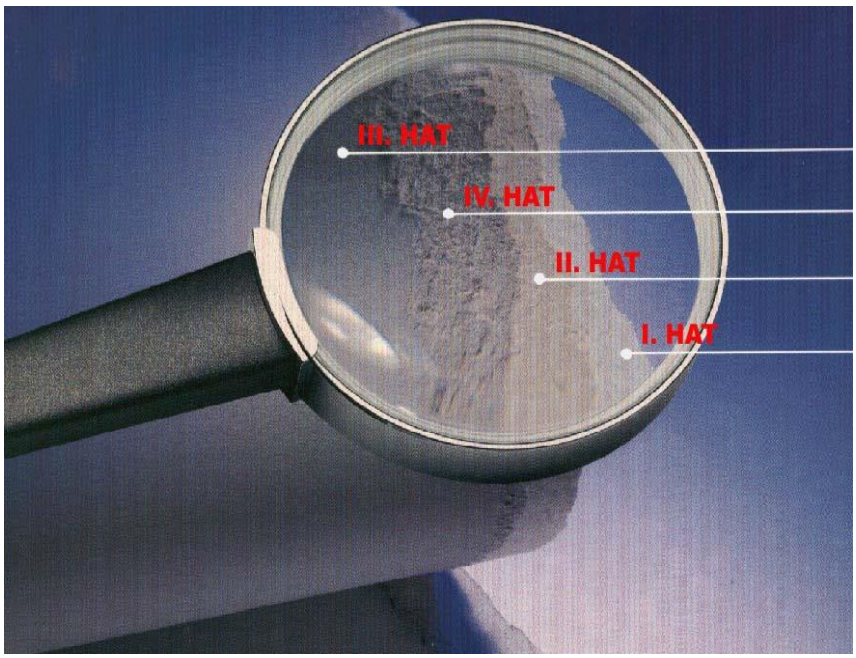
Şap: Tutkallamada reçinenin elyaf üzerine çöktürülmesinde kullanılır. Şapın etkisiyle reçinenin elyaflar üzerinde tutunması sağlanır.

Kaolin: Kartonun üst katında kullanılan selüloz hamurunda dolgu maddesi olarak kullanılır. Kullanım amacı; elyaflar arası boşlukları doldurarak iyi bir perdahlama sağlamaktadır. Sayfa da opaklığı arttırır, yumuşak ve kaygan özellik kazandırarak beyazlığı arttırır.

Nişasta: Dolgu maddesi görevi yapar, opaklığı arttırır, karton katları arasında bağ oluşturur ve tozlaşmayı önler [8,9].

2.4.Kartonun Oluşum Aşamaları

Karton, dört ayrı kattan kağıt hamurunun çeşitli kimyasallar yardımı ile bir araya gelmesinden oluşur. I. Hatta kısa ve uzun selüloz hazırlanmakta ve karton üretiminde üst katta kullanılmaktadır. II.Hat yüksek kesafet (katı madde içeriği) hattı olarak adlandırılır ve bu hatta birinci, ikinci ve üçüncü tip hamur işlenmektedir. Ancak genellikle birinci tip hamur kullanılmaktadır. Karton üretiminde üst katın altındaki kat koruyucu kattır. III.Hatta gazete kağıdı işlenmekte, işlenen gazete kağıdı karton üretiminde alt kat olarak kullanılmaktadır. IV. Hatta her türlü geri kazanılmış eski kağıtlar işlenmekte ve işlenen eski kağıtlar karton üretiminde orta katı oluşturmaktadır. Kartonsan A.Ş firmasının genel akım şeması Şekil 2.5'te verilmektedir. Kartonun kağıttan tek farkı $m^{2'}$ ye düşen ağırlığıdır. Kartonu oluşturan katmanlar Şekil 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Kartonun oluşum aşamaları

I.HAT : (Üst Kat)

Bu hatta selüloz hattı denilmekte ve % 80 oranında uzun elyaf ile % 20 kısa elyaf işlenerek oluşturulmaktadır. Şekil 2.2' de konveyörlere yüklenen selüloz, pulpere gelir ve pulperde % 4- 4.5 katı madde içeriğine sahip hamur haline getirilir. Elde edilen hamur koyu hamur temizleyiciye verilerek içindeki, hamurdan ağır maddeler (kum, tel, çakıl gibi) santrifüj yardımı ile çöktürülür ve temiz hamur yukarı çıkar. Alt kısımda biriken rejekt (sulu kağıt atığı) kanala verilir. Koyu hamur temizleyici

ekipmanından çıkan hamur düğüm açıcıya gider, pulperde açılamayan ve topaklanan elyaflar burada açılır. Düğüm açıcıdan çıkan hamur rifaynerlere gelerek burada istenilen öğütme derecesine kadar dövülür. Buradan çıkan hamur büte de depolanır, daha sonra gerekli katkı maddeleri eklenerek iyi bir karışım elde edildikten sonra makine bütesine verilir.

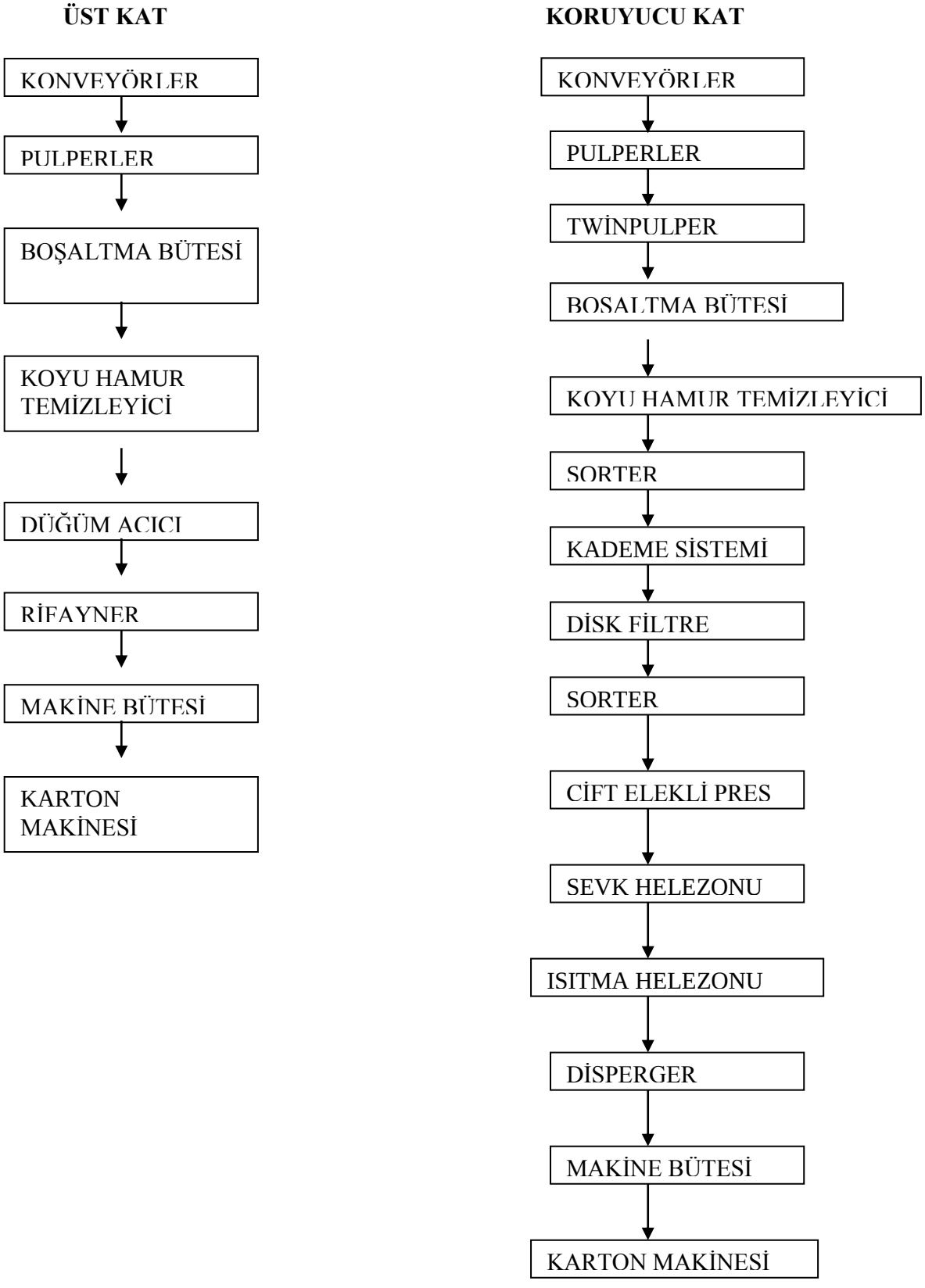
II.HAT (Koruyucu Kat)

Döküntü kağıt depolarına getirilen birinci, ikinci ve üçüncü tip kağıt hamuru döküntüleri, Şekil 2.2'deki akım şemasında görüldüğü gibi konveyörlerle hamur hazırlama ünitesine getirilir. Önce pulper içine belli oranlarda su konulup, daha sonra üzerine döküntü kağıtlar alınarak pulper çalıştırılır. Pulper içindeki hamur açma işlemi yaklaşık 10 dakika olup açma işlemi sonunda %12-13 katı içerikli hamur elde edilir. Açma işlemi tamamlandıktan sonra boşaltma işlemi başlar. Boşaltma işlemi hamurun kirlilik durumuna göre bir yada iki adımda gerçekleştirilir. Boşaltma işlemi ile birlikte seyreltme işlemi de başlar ve seyreltmenin amacı; pulper içersindeki %12-13 katı içerikli hamura akışkanlık kazandırmak ve twinpulper içindeki eleklerden kolay geçişi sağlamaktır. Seyreltme için pulper içine ve twinpulper girişine otomatik olarak çalışan ventiller yardımı ile belli miktar su alınarak katı madde içeriği % 4.5' lara düşürülür. Boşaltma işleminden sonra pulperin içi 20 saniyede yıkanır ve 15 saniyede boşaltılır. Twinpulperde % 4.5 kesafetle gelen hamur, içindeki kaba yabancı maddeler eleklerde ayıklanarak twinpulper yıkama işlemine tabi tutulur. Twinpulperden geçirilen hamur boşaltma bütesinde depolanır. Sisteme verilmesi gerektiğinde pompalar yardımı ile koyu hamur temizleyicilere verilir. Pompa yardımıyla basılan hamur sorter gövdesiyle sorter eleğinin arasına gelir. Temiz hamur sorter deliklerinden geçerek sorter eleğinin içine girer ve sorter eleği içersinde bulunan temizleme kanatları elek yüzeyine çok yakın mesafeden sıvazlayarak döner. Küçük parçalar ve yabancı maddeler akış ve yerçekimi etkisiyle aşağıya yönelir ve kirli hamur çıkışından geçerek sistemden uzaklaşır ve buradan kirli ve temiz hamur birbirinden ayrılır. Sortir eleklerinden temizlenen hamur % 0.94 kesafette temizleyicilere giderek hamur içindeki yabancı maddelerden arındırılmış olur. Temizleme aşamasından sonra disk filtrelere gelen hamurun kesafeti % 0,94 ten % 4' lere çıkarılır. Sayfa halindeki hamur karıştırıcı vasıtasıyla parçalanır ve % 4 kesafette hamur deposunda depolanır. Depodaki hamur, pompa yardımıyla sortir eleğe

gönderilerek 0.25 mm den büyük olan yabancı maddelerden temizlenip % 3.5 kesafette elde edilir. Çift elek preslerde, birlikte dönen iki elek arasından hamur geçerken suyu alınarak presleme bölgesinde mekanik olarak preslenir ve kesafet oranı % 28-30' lara kadar yükseltilir. Kesafeti % 28-30' lara kadar çıkarılan hamur safihası çift elekli preslerden sonra sevk helezonu ile hem parçalanır hem de ısıtıcı helezona sevk edilir. Isıtıcı helezonlarda 95°C deki buhar vasıtası ile hamur ısıtılır. Isıtıcı helezon içindeki spiral bıçaklar arasında hem parçalanan hem de sevk edilen hamur buharla tam olarak temas ettirilip doygun hale getirilir ve böylece buhar yardımıyla hamur içindeki boyar maddeler, yağlar, zift gibi mekanik işlemlerle ayrılmayan ve üretim aşamasında kağıda zarar verecek yada görüntüsünü bozacak maddeleri parçalayarak birbirinden uzaklaştırıp, hamur içinde homojen dağılımı sağlamaktadır. Isıtıcı helezondan çıkan hamur başka bir sevk helezonu yardımıyla dispergere aktarılır. Isıtıcı helozonda parçalanarak çok küçük partiküllere ayrılan maddeler, iyi açılmamış elyaflar yada lif demetleri dispergerden geçerken çözülerek elyaflarına ayrılır ve hamur içinde homojen olarak dağılırlar. Disperger işleminin istenilen düzeyde olması için kesafet % 28-30'larda ve hamur sıcaklığı da 95^0C civarında olmalıdır. Bu proses yardımı ile gözle görülebilir renkli partiküller, küçük partiküller haline dönüştürülerek, hamur içinde homojen olarak dağılması sağlanır. Dispergerden % 4 kesafette çıkan hamur bütede depolanır ve burada hamura istenilen oranlarda şap, reçine, kaolin ve isteğe göre nişasta katılarak makine bütesine gönderilir ve karton üretim hamuru koruyucu katı hazırlanmış olur.

III.HAT (Alt kat)

Bu hattı oluşturan hammadde % 100 gazete kağıdı olup, Şekil 2.3' te görüldüğü gibi konveyörler yardımı ile pulpere sevk edilerek % 4-4.5 kesafette hamur açılır. Pulperdeki halat tutucu sayesinde kağıt içersindeki tel ve ipler ayıklanır. Twinpulper temizleme sistemiyle kaba maddeler temizlenerek, temiz hamur boşaltma bütesine aktarılır. Buradan hamur pompa vasıtasıyla koyu hamur temizleme bölümüne gelerek burada sudan ağır olan yabancı maddeler temizlenir. Koyu hamur temizlemeden çıkan hamur fiber sortere gelerek özgül ağırlıkları sudan hafif olan kaba atıklar temizlenir ve burada temizlenmeyen kısımlar ise rejekt sorterde temizlenir. Fiber sorterin temizleyemediği hamur rejekt sortere gelerek burada temizlenir. Fiber sorterden ve rejekt sorterden temizlenerek çıkan hamurlar ara bütede stoklanır. Stoklanan hamur kademeli temizleyicilerden geçerek temizlenme aşaması



Şekil 2.2 Kartonun Üst ve Koruyucu Kat Hamurlarının Hazırlanış Akım Şeması

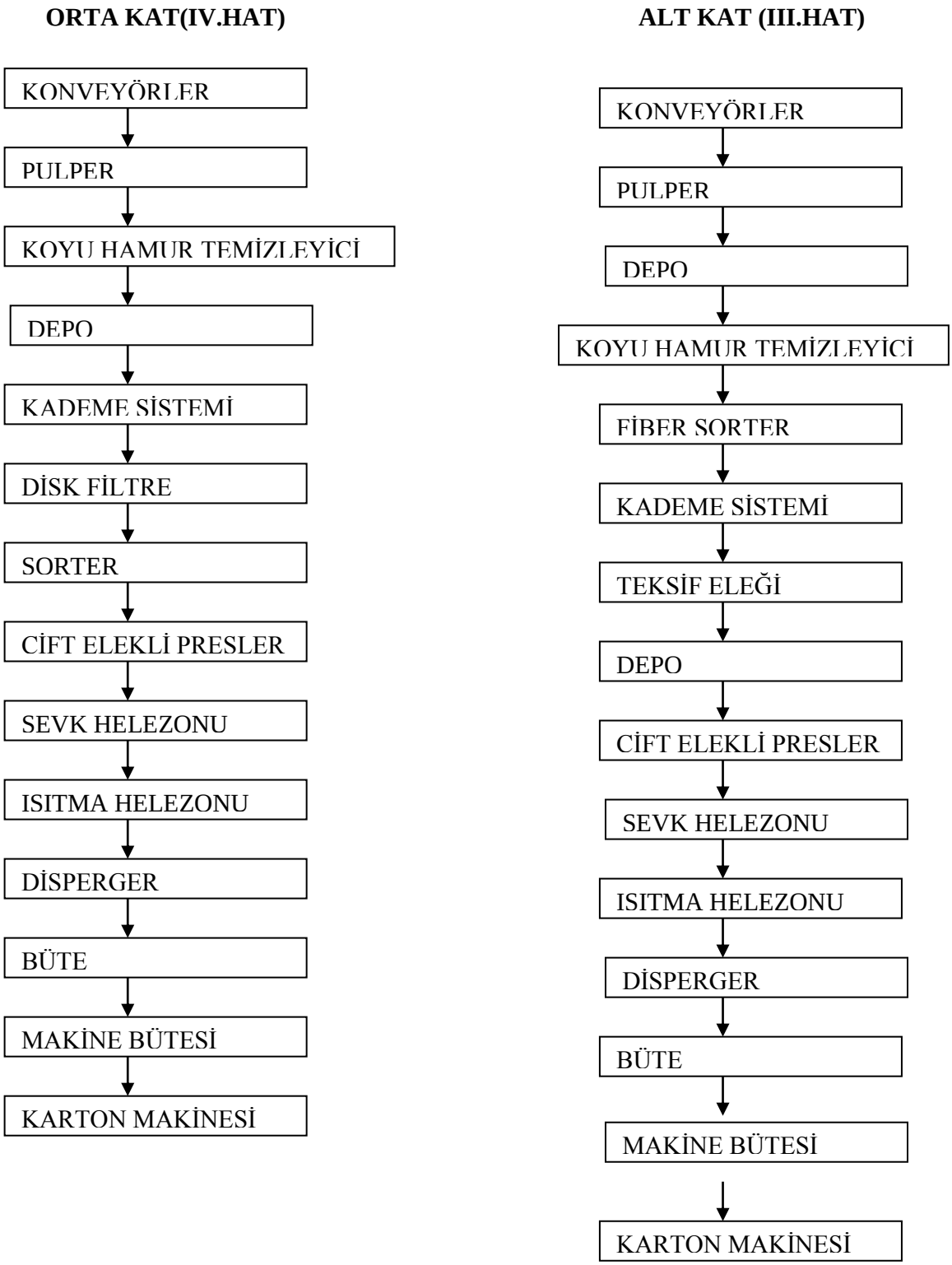
tamamlanır ve hamur içindeki suyun alınması için teksif eleklere gönderilerek kesafeti yükseltilen hamur bütelerde stoklanır. Büteden pompayla çift elekli prese gönderilerek kesafet oranı % 28-30 lara çıkarılan hamur sevk helezonu yardımıyla ısıtma helozonuna gelir ve burada hamura buhar verilerek ve 95°C' ye ısıtılarak hamur içindeki yağ ve zift gibi maddelerin hamur içinde homojen dağılması sağlanır. Böylece hamur da oluşan lekelerin gözle görülmesi engellenir. Çift elekli preslerde % 28-30 kesafetle çıkan hamur kesafeti disperger de fıskiye ve sevk suyu yardımı ile % 4' lere düşürülerek hamur, makine bütesinde stoklanır.

IV.HAT (Orta Kat)

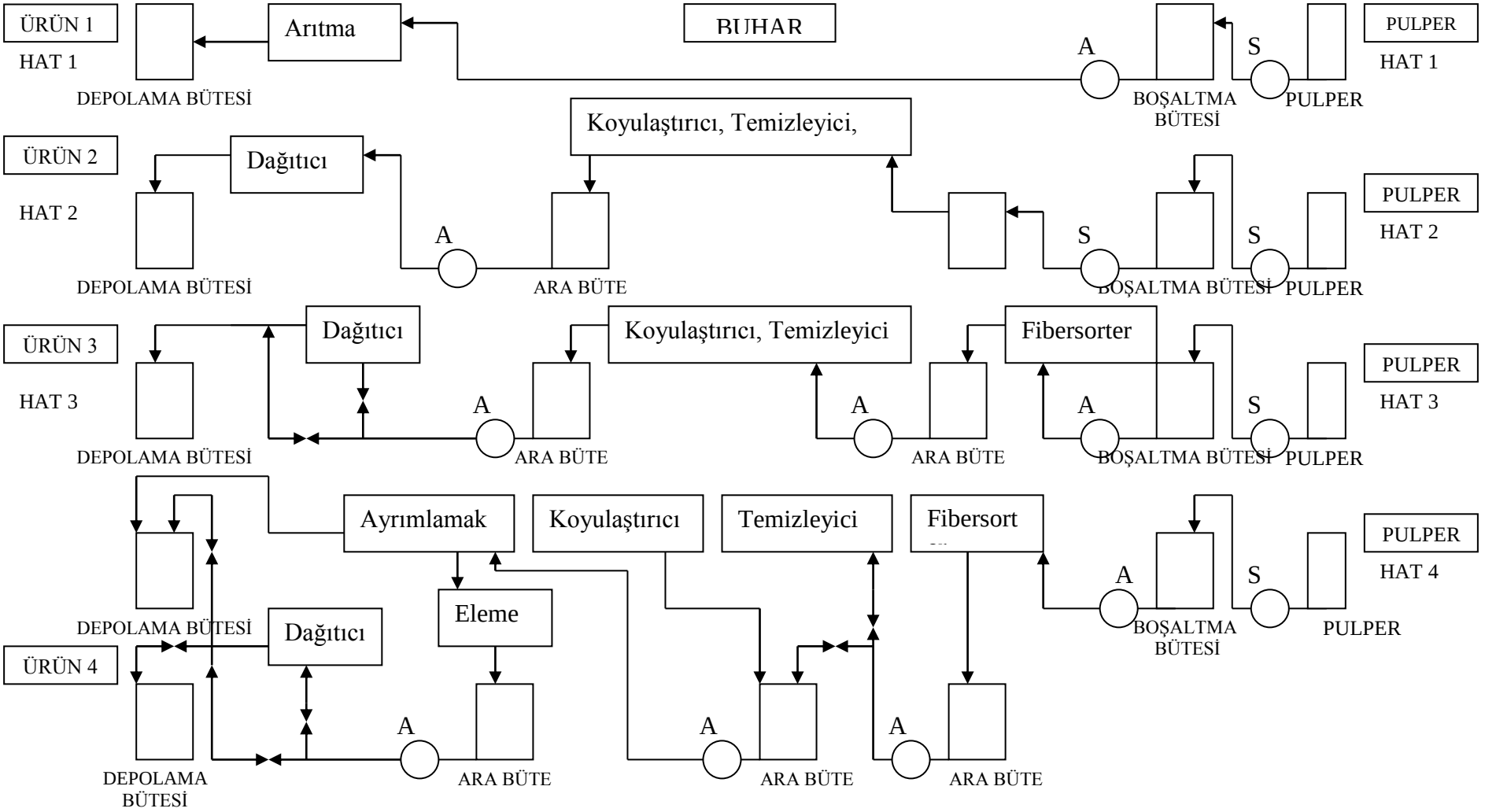
Bu hattın hammaddesi karışık kağıt-karton atıklarıdır. Bu hattın akım şeması Şekil 2.3' te verilmektedir. Konveyörler yardımı ile atık kağıtlar pulpere gelir. Pulperde açılan hamur büteye gelir ve buradan fiber sortere geçirilerek temizlenir ve tekrardan büteye aktarılır. Fiber sorterin temizleyemediği hafif ve ağır atıklar krom tanka toplanarak koyu hamur temizleyiciye ve buradan da ikinci bir fiber sortere gönderilir. İkinci fiber sorterin temiz hamuru ara büteye, sudan hafif yabancı maddeler ince bir hamur tabaka ile rejekt sortere gelir ve burada temizlenir. Temiz hamur büteye, rejekt ise kanala aktarılır. Büteden kademe sistemine kesafeti düşürülerek verilen hamur tekrar temizleyicilerde temizlenir ve disk filtrelerde koyulaştırılarak % 4-4.5 kesafetlerde bütede stoklanır. Pis hamur krom tankı içinde seyreltilir ve buradan sonra dikey sortere verilerek temizlenir. Temizlenen hamur büteye, rejekti ise ayrı bir sortere gelir. Temiz hamur çıkışı kademe sistemine, kirli hamur çıkışı ise krom tankına ve buradan da sarsak eleklere alınarak filtrat deposuna gönderilir. Filtrat suyu kademe sisteminin kesafet oranlarının ayarlanmasında kullanılır. Bütede toplanan hamurun çift elekli preste suyu alınarak kesafeti yükseltilir. Parçalama ve sevk işlemleri sevk helozonunda yapılır. Buradan sonra ısıtma helozonundan ve dispergerden geçirilen hamur makine bütesinde stoklanır [8].

Kartonun üst ve koruyucu kat hamurlarının hazırlanışının akım şeması Şekil 2.2' de, orta ve alt kat hamurlarının hazırlanışının akım şeması ise Şekil 2.3' de verilmiştir.

Kartonsan A.Ş firmasının geri döngülü karton üretim prosesinin akım şeması Şekil 2.4'de görülmektedir.



Şekil 2.3 Kartonun Orta ve Alt Kat Hamurlarının Hazırlanış Akım Şeması



Şekil 2.4 Kartonsan A.Ş firmasının genel akım şeması

2.5.Atık Kağıtlardan Üretilen Kartonun Üretim İşlemleri

Kartonu meydana getirecek olan dört kat hamur karton makinesine gelerek şu işlemlerden geçmektedir.

Yaş Kısım

Elek ve preslerden meydana gelen yaş kısımda önceden hazırlanmış olan kağıt hamurlarından I. Hat , II. Hat ve IV.Hat üretilecek karton çeşidine göre belli miktarlarda verilmeye başlanır. Eleğin girişindeki hamur kesafeti % 0.4-0.8 civarında iken uygulanan vakum ve hava basıncı sayesinde elek çıkışındaki hamurun kesafeti %10-12 civarındadır. Eleklerde baskı valsleri vardır. Bu valslerle hamurların sularının emilmesi sağlanır. Eleklerde bulunan keçeler sayesinde de yüzeylerindeki pürüzler giderilir eleklerde oluşan sayfalar alıcı keçe tarafından alınarak pres partisine aktarılır. Presler; vakum yardımıyla sayfanın ve alıcı keçenin kurumasını sağlar ve sayfayı sıkıştırarak lif-lif temas yüzeyini dolayısıyla hidrojen bağlarını oluşturmayı arttırarak ıslak sayfanın sağlamlığını arttırır. Bununla birlikte kurutma partisinde kopmalar meydana gelmez. Kurutmadan sonra temas yüzeyi arttığından kartonun sağlamlığı da artar.

Kurutma

Kurutma aşaması sekiz grup ve çok sayıda silindirden meydana gelmektedir. (1., 2., 3. ve 4. kurutma grupları gibi), bu kurutma grupları bir arada olup, her grupta kurutma silindirleri, kurutma elekleri, kurutma keçesi ve valsleri bulunmaktadır. Bu kurutma gruplarına giren karton sayfası % 39 kurulukta iken, çıkış sayfası ise % 65 kurulukta çıkar. Perdah kısmı ise, iki silindirden oluşmakta, alt perdah silindiri kurutma vazifesi yaparken, üst perdah silindiri ise perdahlama vazifesi yapmaktadır. Perdah silindirlerinde sıcaklık 110°C dir. Geri dönüşümlü kağıtlardan karton üretiminde perdah keçelerinin biraz daha vakumsuz olmaları küçük çaptaki düzgünlükleri yönünden yararlı olacaktır. Karton % 75-80 kurulukta perdahlama işlemini terk eder. 5. grup kurutmada; kurutma silindirleri, kurutma elekleri ve vantilatörler bulunur. Karton rutubetli çıktığında bu vantilatörler çalıştırılır. 6 ve 7. grup kurutma grupları bir arada olup, kurutma silindirlerinin yanı sıra krom silindiri mevcuttur. Burada sayfa, tutkal presten çıkışta yaş olacağından kurutma

silindirlerinde pas yapabileceğinden krom silindirler kullanılmaktadır. Tutkal preste kağıt yüzeyine nişasta ile tutkallama yapılır. Yedinci gruptan sonra karton kaplama kısmına gider. 8.Grup kurutma (Denkleme grubu) grubunda ise; kurutma silindirleri mevcut olmasına rağmen burada kurutma fonksiyonu yoktur. Kaplamadan sonra tüm banttaki rutubetin homojenize edilmesini sağlar ve kağıt-kartonda istenilen kıvrılmayı düzenler.

Kalenderleme

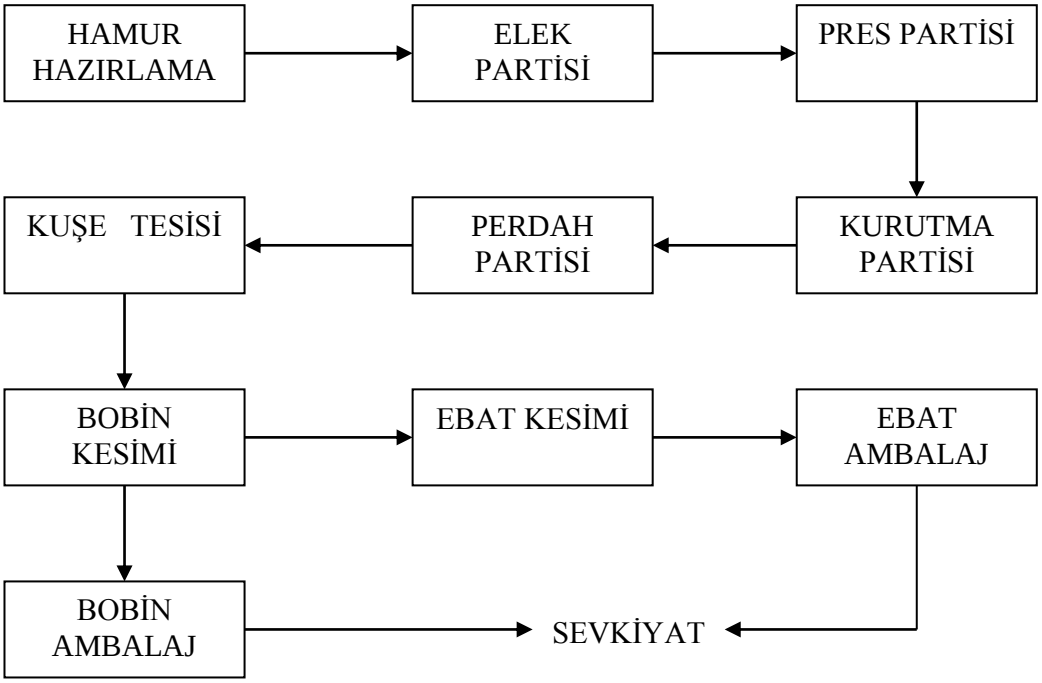
Sayfa kurutulduktan sonra üst üste bir dizi ağır valsler arasından geçirilir ve burada yüksek basınç altında kalenderlenir. Kalenderlemenin amacı, keçe ve elek izlerini düzeltip, karton liflerini yapıştırmak, sayfa yüzeyindeki dalgalanmaları gidererek yüzeyi düzgünleştirmektir. Diğer taraftan kalenderleme işlemi, sayfanın kalınlığını ayarlamak, profilini düzeltmek, sürtünerek yüzeye parlaklık vererek kaliteyi yükseltmek için kullanılmaktadır.

Kaplama

Kağıdın üst yüzeyine çeşitli yöntemlerle kaplama maddeleri uygulanmakta ve böylece kağıdın birçok özelliği geliştirilip iyileştirilmektedir. Kaplamanın amacı; kartonun mukavemetini ve kalitesini artırmak, kartonun su emme derecesini düşürmek, kartonun üst yüzeyini düzgün hale getirmek ve güzelleştirmekle beraber kartona yapılacak baskı işlerinin kaliteli olmasını sağlamaktır. Kaplama için üç temel malzemeye ihtiyaç vardır. Bunlar pigmentler, bağlayıcılar ve kaplamanın yapılacağı taban kağıdıdır.

Pigmentler; kaplama işleminin en önemli maddelerindendir. Pigmentler kaplama pigmentleri ve bağlayıcı pigmentler olmak üzere ikiye ayrılır. Kaplama pigmentlerinin görevi, kağıt yüzeyinin düzensiz olan kısımlarını doldurmak, baskı için düzgün bir yüzey meydana getirmek ve kaplanmamış olan sayfanın dış görünümünü iyileştirmektir. Pigment olarak; kaolin, $CaCO_3$, saten beyazı , TiO_2 kullanılabilir. Kaplama tekniğinde kullanılan pigmentlerin %90'nı kaolindir. Perdah ve baskı işlemi sırasında tozlaşma olmaması için ihtiyaç duyulan bağlayıcı madde miktarının mümkün olduğu kadar az olması istenir. Bağlayıcı maddeler, kağıt baskı işlemine girdiği zaman baskı mürekkebin emişini kontrol eder [6,16].

Kartonsan A.Ş. firmasının karton üretim prosesinin akım şeması Şekil 2.5' de verilmiştir.



Şekil 2.5 Kartonsan A.Ş. firmasının karton üretim prosesinin akım şeması

2.6. Karton Çeşitleri

Krome karton : Genellikle 250-450 gr/m^2 arası gramajlarda üretilirler. Üst tabakası beyazdır. Dolgu maddesi iyi ayarlanmış ve üst sıvama işlemi ile baskıya elverişli hale getirilmiştir. Orta ve alt tabakaları gri ve dayanıklı hamurlardan oluşmuştur. Hemen hemen tüm ambalaj gereksinimlerinde kullanılan karton cinsidir [10].

Bristol karton : Üst ve alt tabakaları kaliteli ve beyazlatılmış hamurlardan oluşur. Üst tabaka çok iyi sıvanmış ve kalenderlenmiştir. Alt tabaka ise daha az dolgu maddesi ile yapılmış olup bu tabakada üst dolgu ve sıvama yapılmamıştır.

Dosyalık kartonlar : Çeşitli renklerde ve özellikle ağartılmış kraft hamurlarından üretilirler. 200-250 gr/m^2 arası gramajlarda üretilen bu kartonlar dosya yapımında, defter kapaklarında, kartoteks işlerinde ve ekonomik olması istenilen bazı dış ambalajlarda kullanılırlar.

Gri Kartonlar : Atık kartonların yeniden liflendirilmesiyle oluşturulan mekanik hamurlardan üretilen kartonlardır. Bu kartonlar genellikle mukavva ve çanta yapımında kullanılırlar [3,8,9,10].

Mukavvalar ise çeşitli kartonların birbirlerine Sodyum Silikat ile yapıştırılmasıyla oluşturulan yüksek gramajlı malzemelerdir.

2.7. Geri Döngülü Karton Üretiminde Karşılaşılan Problemler

Kağıt endüstrisinde atık kağıdın yeniden kullanılması beraberinde birçok sorun ve problemleri getirmektedir. Ağaçlarda kendini koruma mekanizması olarak varolan fakat kağıt üretiminde problem yaratan ağaç ekstraktları; reçine asitleri, serbest yağ asitleri, yağ asidi triaçilgliserolleri, sterol vb. bileşiklerden oluşmaktadır. Kağıt-karton endüstrisinde üretim ve çevresel problemlere sebebiyet veren lipofilik parçacıkları oluşturan ağaç ekstraktlarını üretim aşamalarında (ağartma, ayırma, presleme vb.) uzaklaştırmak zordur ve üretimin belli periyotlarda durmasına ve kağıt hamuru içinde birikip ürün kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır [1].

Ağaç ekstraktlarının üretim ekipmanlarındaki birikimi kağıt endüstrisinde ciddi problemler oluşturmaktadır .Bu problemler düşük üretim seviyesine , ekipmanların yüksek bakım maliyetlerine, müdahalelerin maliyetli oluşuna ve artan kalite hatalarına sebebiyet vermektedir. Bazı ağaç türleriyle belirli hamur üretim prosedürlerini kullanmak, hamur ve kağıt üretim tesisleri ekipmanlarının çok çeşitli bölümlerinin yüzeylerini örtecek parçalar halinde ciddi tortulaşmaya yol açabilmekte ve bu tortular hamur içine karışabilmektedir. Kağıt üretim tesislerinin bazı bölümlerinde suyun tekrar kullanımı ve korunması konularındaki artan ihtiyaç ve çevre koruma gereklerini karşılamak için katkı maddeleri bileşimlerinin kontrolünün artması, zift konsantrasyonlarında artışa yol açmaktadır [11,15].

Zift, ağaç reçinesi, reçine asitleri, triaçilgliseroller, yağ asitleri, siteroller gibi maddelerin hidrofobik bileşenleri için ortaklaşa kullanılan organik tortulardır. Ziftin yapışkan özellikleri, ortamın ısısı değiştiğinde veya başka maddeler ile karıştığında hava oksitlenmesi yapmasına ve polimerleşmesine bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir [12,13].

Zift, kağıt hamuru ve geri döngülü karton üretiminde; işlem ekipman ve cihazlarının içinde veya üzerinde biriken tortulara, hamurun suyu emmesi sırasında ters etkilere,

kurutma silindirlerinde biriken yapışkan tortuların sebep olduğu yırtık ve deliklere, kağıdın renk atmasına ve hidrofobik lekeler gibi daha birçok problemlere sebep olmaktadır [14].

Kağıt hamuru üretiminde reçinenin yalnızca çok küçük bir miktarının bir kağıt hamuru üretim bölmesinde veya kağıt üretim tesisi ekipmanlarının kritik bölgeleri üzerinde birikmesi o bölgedeki ekipmanın verimliliğine ciddi zarar verebilir, hatta üretim kaybı ile birlikte kağıdın kalitesiz üretimine de sebep olabilmektedir. Bu da doğrudan veya etkilenen ekipmanın temizlenmesi yada değiştirilmesi sebebiyle üretimin durmasına neden olmaktadır. Zift problemleri ile mücadele edebilmek için ve reçine birikimini önleyebilmek amacıyla, odun tedariğinden kağıt üretim makinelerine kadar tüm üretim hattı boyunca ölçümler yapılması gerekmektedir. Zift kontrolü olarak bilinen bu ölçümler yıkama ve kimyasal çökertme yöntemleri ile elimine edilmelidir. Buna ek olarak, reçinelerin hidrofobik kolloidal sistemlerinin stabilizasyonu işlemlerinin de yapılması gerekmektedir [16].

Genel olarak, kağıt endüstrisinde ağaç kabuklarının soyulması, kütüklerin ve ağaç yongalarının fırınlanması, zift kontrol araçlarının (talk, dağıtıcı alum..vb) eklenmesi gibi çeşitli yöntemler ile hamur üretim işlemlerindeki zift tortu miktarları azaltılmaya çalışılmıştır [13,16].

Anlatılan çözüm yöntemlerine alternatif olarak; iki tip biyolojik uygulamadan, biri enzimlerle ve diğeri de mikro organizmalarla sunulmuş ve üretim tesislerinde denenmiştir. Nova Nordisk tarafından ticari olarak uygulanmakta olan enzimatik zift kontrol metodunda lipazlar, hamur lekelerinin içine karıştırılarak, triaçilgliseroller hidrolizlenmiştir [15,17].

Diğer bir uygulamada, renksiz mantar aşısı ağaç yongalarının üzerine püskürtülmüştür. Böylece ağaç üzerinde büyüyen bir mantar çeşidinin ağaç özelliklerinde herhangi bozulmaya sebep olmadan lipid oranını düşürdüğü saptanmıştır [18,19].

Fakat biyolojik uygulamanın etkinliğinin, karışık ağaç yongaları üzerinde değişkenlik gösterdiği ve fırınlama sırasında ısı değişikliklerinden etkilendiği belirlenmiştir.

Enzimatik zift kontrolünün kağıt dokusundaki hata miktarını azalttığı gibi kağıt üretimi makinelerindeki zift tortularının temizlenme sıklığını da azalttığı yapılan çalışmalardan elde edilen diğer bir sonuçtur [19,20].

Zift oluşumuna izin veren ekstraktlar homojen yapıdadır ve genellikle triaçilgliseroller, kağıt hamuru üretimi sırasında problemlere sebep olan en önemli bileşikler olarak değerlendirilmişlerdir. Enzimlerle yapılan analizler sonucunda ağaç reçinesi içersindeki triaçilgliserol miktarının neredeyse % 90 oranında azaldığı saptanmıştır [19,20,21].

3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışması kapsamında Kartonsan A.Ş. firmasından temin edilen geri döngülü karton üretiminde kullanılan ve kartonun her katını temsil eden kağıt hamurlarının içerdiği lipid bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla deneyler gerçekleştirilmiştir.

3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmalarda kullanılan kağıt hamuru örnekleri Kartonsan A.Ş. firmasından karton üretiminin değişik proses kademelerinden alınmış örneklerdir ve aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

I. Hat Üst Kat Pulper Örneği: Bu örnek % 80 uzun elyaflı ve % 20 kısa elyaflı selülozdan meydana gelmiştir. Hiç geri döngülü kağıt içermemektedir ve hiçbir temizleme işlemi yapılmamaktadır.

II.Hat Koruyucu Kat Pulper Örneği: Buradaki örnek birinci kalite kağıt hamurudur. Mürekkep giderme işlemine tabi tutulan hattır. Birinci kalite kağıtlar; ofis, evrak v.s. gibi mürekkep, tutkal ve yabancı madde firesi az olan kağıtların oluşturduğu kağıt hamuru hattıdır.

III. Hat Alt Kat Pulper Örneği: Bu hattaki atık kağıtların % 80 nini gazete kağıdı, geriye kalan % 20 sinide oluklu (uzun elyaf içeren) kağıtlar oluşturmaktadır.

IV. Hat Orta Kat Pulper Örneği: Bu hattan alınan kağıt hamuru örneklerini oluşturan atık kağıtlar tamamen karışık olup ve kirlilik oranı en yüksek kağıt hamuru hattıdır. Bu hat yoğun temizleme işlemine tabi tutulmaktadır.

Kullanılan diğer tüm kimyasal maddeler analitik saflıktadır.

3.2. Kağıt Hamuru Örneklerinin Nem Tayini

Bölüm 3.1 de tanımlanan kağıt hamuru örnekleri önce vakum altında süzülmüştür. Daha sonra oda sıcaklığında ($\sim 26\ ^{0}C$) 48 saat kurutulmuş ve örneklerin nem içerikleri belirlenmiştir. [22].

3.3 Kağıt Hamuru Örneklerinin Ekstraksiyonu

Kurutulan kağıt hamuru örneklerinin ekstraksiyonu soxhlet ekstraksiyonu cihazında gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon belirli miktarlarda tartılan kuru kağıt hamuru örneği ile çözücü olarak aseton kullanılarak 6 saat süre ile devam ettirilmiş ve kağıt hamuru ekstraklarının döner buharlaştırıcıda çözücüsü uzaklaştırılmıştır. Çözücüsü giderilen ve miktarı belirlenen kağıt hamuru ekstraktlarının içerdiği lipidli bileşenleri, Şekil 3.1 de akım şeması ile verilen yöntem takip edilerek belirlenmiştir [23].

Bu amaçla miktarı belli olan kağıt hamuru ekstraktı üzerine 125 mL petrol eteri ilave edilmiş ve karışım ayırma hunisine alınmıştır. Petrol eterinde çözünmeyen kısım, ekstraktın lignin v.s kısmını oluşturmaktadır ve miktarı ekstraksiyon balonu tartılarak belirlenmiştir. Petrol eterinde çözünen kısım içersinde ise lipidli bileşenler ve taninler bulunmaktadır. Lipidli bileşenleri ayırmak için ayırma hunisi içersinde bulunan karışım, 100 mL destile su ile iki kademede yıkanmış ve suda çözünen taninler karışımdan ayrılmıştır. Daha sonra ayırma hunisinde kalan ve içersinde lipidli bileşenlerin bulunduğu petrol eteri fazına %5' lik $NaCO_3$ çözeltisi ilave edilmiş ve faz ayrımı olana kadar beklenmiştir. Alt faz (**I. Faz**) yağ ve reçine asitlerinin sodyum tuzlarını, üst faz (**II.Faz**) ise nötr gliseridler, esterler ve sabunlaşmayan maddeleri içermemektedir. Ayırma hunisinden alınan alt faz (**I.Faz**) bir diğer ayırma hunisine alınarak üzerine 1-2 damla HCl ve daha sonra 20 mL petrol eteri ilave edilmiştir. Bu işlem sonucu NaCl tuzları ile yağ ve reçine asitlerinden oluşan iki faz elde edilmiştir. Yağ ve reçine asitlerinden oluşan üst faz 25 mL hacimli bir balona alınmış ve döner buharlaştırıcıda çözücüsü tamamen giderilene kadar buharlaştırma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra tartımı alınarak miktarı belirlenmiştir. Nötr gliseridler, esterler, steroller ve diğer sabunlaşmayan maddeleri içeren üst faz (**II.Faz**) 25mL' lik balona alınarak döner buharlaştırıcıda çözücüsü giderildikten sonra tartılarak miktarı belirlenmiştir. Daha sonra miktarı belli bu karışımın sabunlaşmayan madde miktarı belirlenmiştir [24].

Sabunlaşma reaksiyonu sonucu elde edilen sulu faz içersinde bulunan nötr gliseridler önce HCl ile asitlendirilmiş ve daha sonra hekzan ile ekstrakte edilerek alınmıştır.Döner buharlaştırıcıda çözücüsü giderildikten sonra tartımı alınarak miktarı belirlenmiştir. Yağ asidi bileşimi ise gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Sabunlaşma reaksiyonu sonucunda Dietil eter fazında kalan sabunlaşmayan

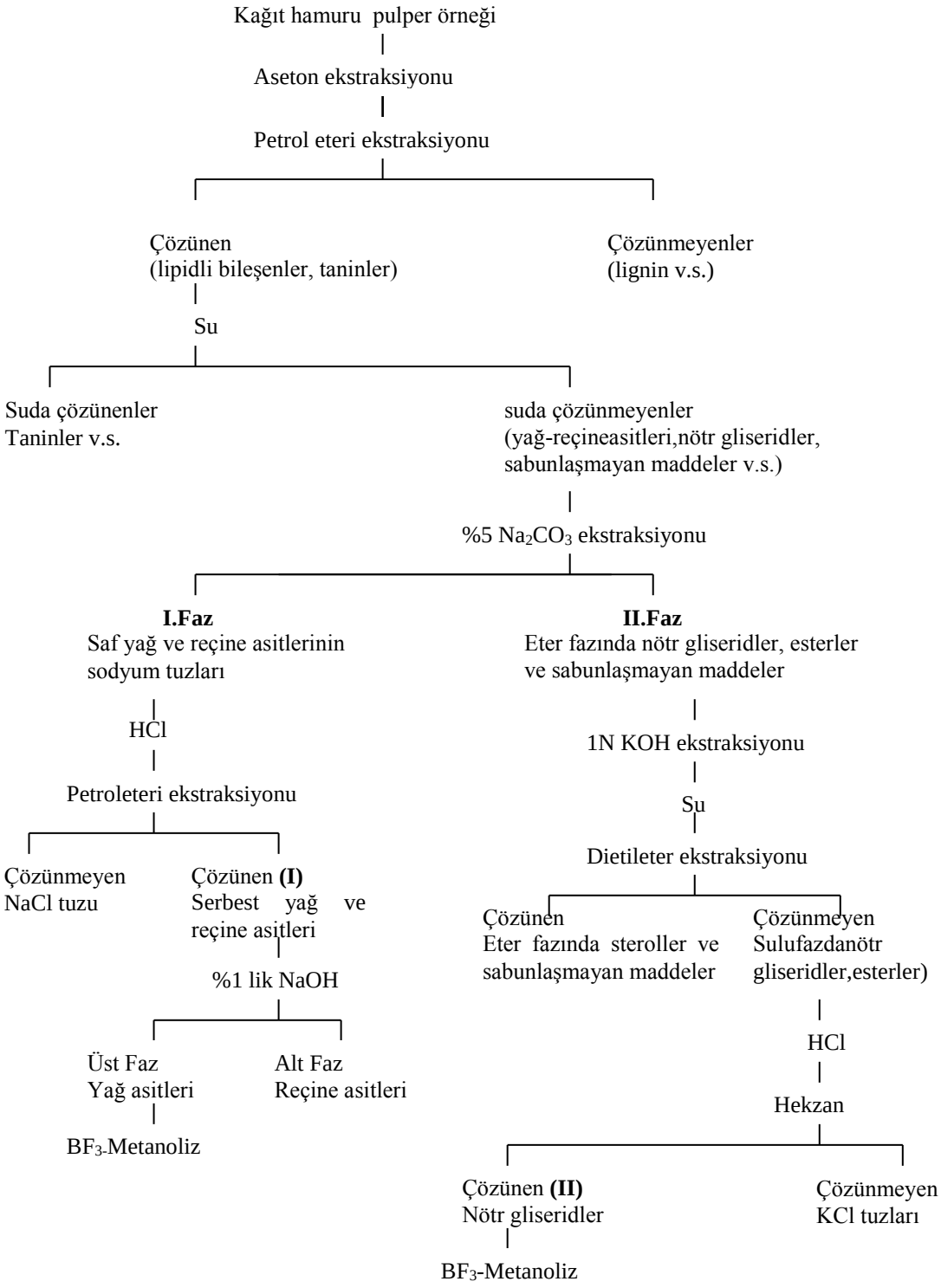
maddelerin miktarı ise karışımın çözücüsü giderildikten sonra tartılarak belirlenmiştir.

3.4. Lipidli Bileşenlerin İnce Yüzey Kromatografisi ile İncelenmesi

Aseton ekstraksiyonu sonucu elde edilen kağıt hamuru ekstraktlarının içeriği önce ince yüzey kromatografisi yöntemi kullanılarak tanımlanmaya çalışılmış daha sonra Bölüm 3.3 te anlatılan yöntemlerle miktarları belirlenmiştir. Çözücü sistemi olarak Toluen : Dietileter : Asetik Asit (hacmen 70: 30: 2) ile Petroleteri : Dietileter : Asetik Asit (hacmen 70:30:2) kullanılmıştır. Standart olarak oleik asit, diolein, ayçiçek asidik yağı ve β –sterol kullanılmıştır. Örnekler ve standartlar silika jel kaplı cam plaka üzerine enjekte edilerek çözücü tankında belirli bir seviyeye kadar yürütülmüş ve daha sonra plaka iyot tankında renklendirilerek kağıt hamuru ekstraktı içersinde bulunması muhtemel bileşikler tanımlanmıştır.

3.5 Lipidli Bileşenlerin Gaz Kromatografisi ile İncelenmesi

Şekil 3.1' de **(I)** numara ile gösterilen ve yağ asidi - reçine asitlerini içeren kısmın önce BF_3 yöntemine göre metil esterleri hazırlanmıştır [25]. Karışım üzerine daha sonra doygun tuz çözeltisi ilave edilerek faz ayrımı sağlanmıştır. Üst faz 25 mL hacimli balon içersine alınarak üzerine 4 mL %1' lik NaOH ilave edilmiştir. Bu şekilde yağ asitlerini içeren bir üst faz ile reçine asitlerinden oluşan alt faz elde edilmiştir. Reçine asitlerinin bulunduğu alt faz 25 mL lik balona alınmıştır. Yağ asitlerinin bulunduğu üst faz, içersinde 1 mL heptan ve bir miktar susuz Na_2SO_4 bulunan ağzı kapaklı deney tüpüne alınmıştır. Şekil 3.1'de **(II)** numara ile gösterilen ve nötr gliseridleri içeren kısmında BF_3 yöntemine göre metil esterleri hazırlanmıştır. Hazırlanan metil esterlerinin yağ asidi bileşimleri kapiler gaz kromatografisi (CGC) yöntemi ile belirlenmiştir. Bunun için Hewlett-Packard 5890 II (Hewlett-Packard, Waldron, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Uygulanan kromatografik analiz koşulları Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Kağıt Hamuru Ekstraktının Lipidli Bileşenlerinin Belirlenmesi için uygulanan işlemler

Tablo 3.1. Gaz Kromatografisi analiz koşulları

Dedektör Tipi	FID
Dedektör Sıcaklığı(^{o}C)	280
Enjektör Tipi	Dağıtmalı
Enjektör Sıcaklığı	250
Gaz Hızları (mL/dk)	
Taşıyıcı Gaz(N_2)	4,5
Hidrojen	30
Hava	400
Dağıtma oranı	88:1
Fırın Sıcaklığı (^{o}C)	170 (5 dk) 170-300 (10 ^{o}C/dk) 300 (10 dk)
Kolon Tipi	Kapiler kolon Ultra 1(2)

3.6. Reçine Asitlerinin Miktarının Belirlenmesi

Şekil 3.1' de **(I)** numara ile belirtilen ve BF_3 yöntemine göre elde edilen metil esterleri içersinde bulunan reçine asitleri, karışım üzerine %1'lik NaOH ilave edilerek alt faza alınmıştır. Ayırma hunisine alınan alt faz üzerine 1-2 damla HCl ve daha sonra 10 mL dietil eter ilave edilmiştir. Reçine asitlerinin bulunduğu çözücü fazı tartımı belli 25 mL' lik balona alınarak döner buharlaştırıcıda çözücüsü giderilmiştir. Daha sonra tartılarak miktarı belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR VE VARGILAR

4.1. Kağıt Hamuru Örneklerinin Nem Tayini Sonuçları

Yapılan nem tayinleri sonucunda tüm örneklerin eser miktarda nem içerdiği görülmüştür.

4.2 Kağıt Hamuru Örneklerinin Lipidli Bileşenleri

Bölüm 3.1'de I.Hat Üst Kat Pulper örneği olarak adlandırılan kağıt hamuru örneğinin Şekil 3.1' de verilen yöntemler sonucu elde edilen bileşimi ağırlık %' si olarak Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1 I.Hat Üst Kat Pulper Örneğinin Bileşimi (Kuru Kağıt Hamuru = 25.85 gr, Aseton ekstraktı = 0.191 gr)

Fraksiyon	Bileşim (% ağırlık)
Petrol eterinde çözünen	95.71
Petroleterinde çözünmeyen	4.29
nötr gliserid*	42.56
serbest yağ ve reçine asitleri*	30.63
steroller ve sabunlaşmayan maddeler*	23.96
kayıp	2.85

*petrol eterinde çözünen maddelerin bileşimleri

Tablo 4.1'den görüldüğü gibi I.Hattı temsil eden Üst Kat kağıt hamuru ekstraktifinin %95.71' lik yüzdesi petrol eterinde çözünmüştür. Üst Kat Pulper örneğinin lipidli bileşenlerinin büyük çoğunluğunu nötr gliseridler oluşturmaktadır. Lipidli bileşenlerin yüzdesini petrol eteri fazında çözünenler, lignin yüzdesi ise petrol eterinde çözünmeyenler olarak verilmiştir. % 80 uzun elyaflı ve %20 kısa elyaflı selülozdan oluşan bu hat karton üretimi sırasında herhangi bir problem oluşturmamaktadır. Bunun nedeni ise hiç atık içermemesidir.

Kartonsan A.Ş. karton fabrikası hammadde olarak atık kağıtların büyük çoğunluğunu Dönkesan A.Ş. fabrikasından temin etmektedir. Kartonun Koruyucu Katını meydana getiren ve II. Hattı temsil eden karuyucu kat pulper örneğinin hammaddesini, birinci

kalite ofset atık kağıtları oluşturmaktadır. Koruyucu kat pulper örneğinin içerdiği lipidli bileşenlerinin değerleri, ağırlık %'si olarak Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.2.II.Hat Koruyucu Kat Pulper Örneğinin Bileşimi (Kuru Kağıt Hamuru = 63.483 gr, Aseton Ekstraktı = 1.1702 gr)

Fraksiyon	Bileşim (% ağırlık)
Petrol eterinde çözünen	26.4
Petroleterinde çözünmeyen	73.6
nötr gliserid* serbest yağ reçine asitleri* steroller ve sabunlaşmayan maddeler* kayıp	6.6 3.1 24.3 64 2

*petrol eterinde çözünen maddelerin bileşimleri

Elde edilen koruyucu kat kağıt hamuru ekstraktifinin % 26.4' ü petrol eterinde çözünmüştür. Geriye kalan % 73.6' lık kısmı ise ligninleri ve diğer atık maddelerden oluşmaktadır. Bu hatta mürekkep giderme işlemi gerçekleştirildiğinden karton üretimi sırasında herhangi bir problem meydana gelmemektedir.

Kartonun Alt Katını meydana getiren aynı zamanda III.Hattı temsil eden, Alt kat pulper örneğinin hammaddesi, % 80 oluklu mukavva atıkları ile geriye kalan %20' si gazete atıklarından oluşmaktadır. Alt kat pulper örneğinin içerdiği lipidli bileşenlerin miktarları ağırlık %'si olarak Tablo 4.3' de verilmiştir.

Tablo 4.3. III.Hat Alt Kat pulper örneğinin bileşimi (Kuru Kağıt Hamuru miktarı = 65.97 gr Aseton ekstrakt miktarı = 1.1203 gr)

Fraksiyon	Bileşim (% ağırlık)
Petrol eterinde çözünen	66
Petroleterinde çözünmeyen	34
nötr gliserid* serbest yağ asitleri* reçine asitleri* steroller ve sabunlaşmayan maddeler*	10.7 5.2 4.9 79.2

*petrol eterinde çözünen maddelerin bileşimleri

Elde edilen ekstraktifin % 66 sı petrol eterinde çözünmüştür. Geriye kalan % 34' lük kısmı ise ligninleri ve diğer atık maddeleri göstermektedir. Bu hat, karton üretimi sırasında atık kağıtların içerdiği tel zımba, yapıştırıcı maddeler, mürekkep lekeleri, koruyucu plastik kaplama malzemeleri v.s maddelerden gelen etkileri azaltmak için yoğun bir temizleme işlemine tabi tutulmaktadır.

Kartonsan A.Ş karton fabrikasında üretilen kartonun orta katını oluşturan Orta Kat Pulper örneği harman yapısına sahiptir. Orta Kat Pulper örneği Şekil 2.1' de gösterilen kartonun oluşum aşamalarından IV. Hattı temsil etmektedir. Bu hattın hammadde bileşiminin %40'ını gazete kağıt atıkları, diğer %40'ını karışık (sır tutkallı, yoğun mürekkebe sahip olan) kağıt atıkları ve %20'sini oluklu kağıt atıkları oluşturmaktadır. Orta kat pulper örneğinin içerdiği lipidli bileşenlerin miktarları ağırlık %'si olarak Tablo 4.4' de verilmektedir.

Tablo 4.4. IV. Hat Orta Kat Pulper Örneğinin Bileşimi (Kuru Kağıt Hamuru miktarı = 63.621gr ,Aseton Ekstrakt miktarı = 0.779 gr)

Fraksiyon	Bileşim (% ağırlık)
Petrol eterinde çözünen	62.13
Petroleterinde çözünmeyen	37.84
nötr gliserid*	15.5
serbest yağ asitleri*	7.4
reçine asitleri*	9.4
steroller ve sabunlaşmayan maddeler*	67.7

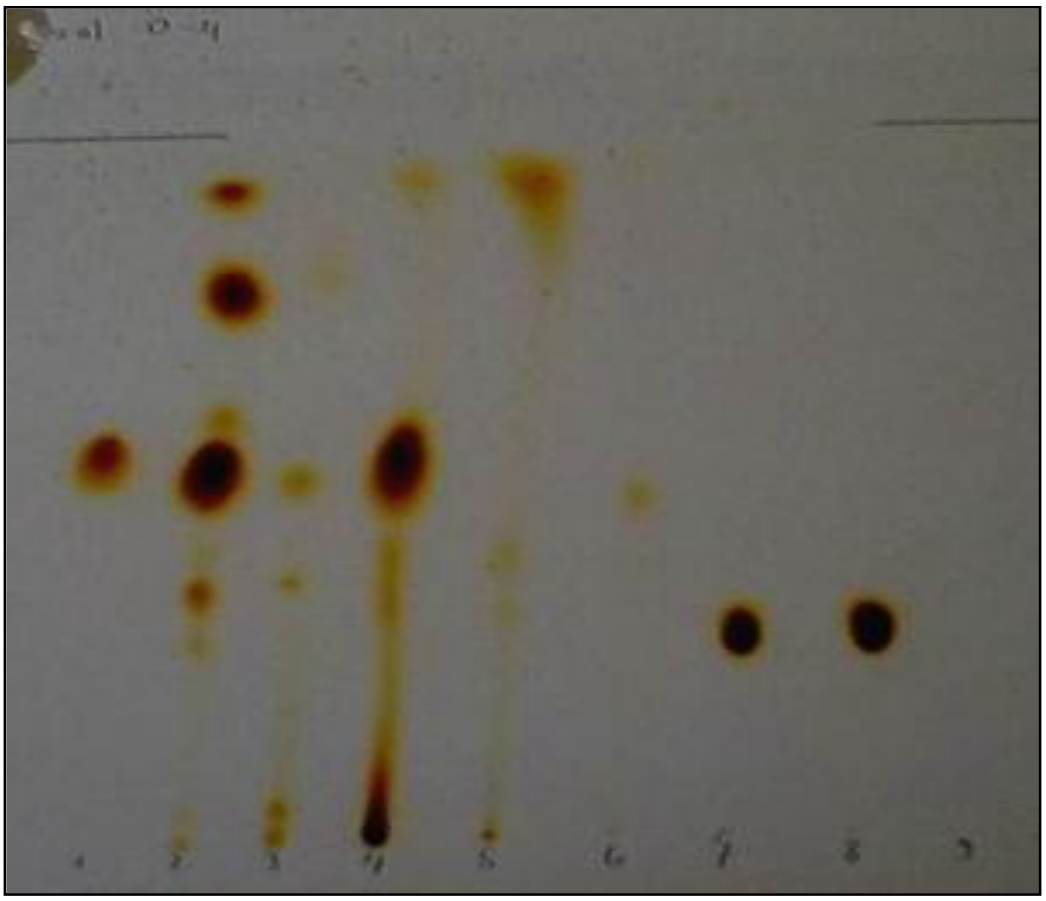
*petrol eterinde çözünen maddelerin bileşimleri

Elde edilen ekstraktifin % 62.13' ü petrol eterinde çözünmüştür. Geriye kalan % 37.84' lük kısmı ise ligninleri ve diğer atık maddeleri göstermektedir. Orta Kat pulper örneği ekstraktifinin lipidli bileşenlerinin büyük çoğunluğunu steroller ve diğer sabunlaşmayan maddelerin oluşturduğu görülmektedir. Bu pulper örneğinin deney çalışmaları sırasında oldukça fazla miktarda tanenleri içerdiği görülmüştür. Bunun nedeni ise tüm atık kağıtların harman şeklinde elde edilmesinden kaynaklanmış olması olarak düşünülmektedir. Bu hat, karton üretimi sırasında hacmen kirlilik oranı en yüksek hattır. Bu hatta; yoğun miktarda atık kağıtların içerdiği tel zımba, yapıştırıcı maddeler, koruyucu plastik kaplama malzemeler bulunmaktadır. Bu nedenle temizleme işlemine tabi tutulmamaktadır. Bunun nedeni, yapılacak temizlik işlemleri her ne yoğunlukta olursa olsun bu gözle görülen lekelerin giderilmesi söz konusu değildir. Amaç sadece bu lekelerin mümkün olduğunca homojen ve renk olarak dağılımının sağlanmasıdır.

4.3. Lipidli Bileşenlerin İnce Yüzey Kromatografisi Sonuçları

Kartonu oluşturan dört ayrı pulper örneklerinin yapısında bulunan lipidli bileşenlerden özellikle triaçilgliserol, yağ asitleri ve sterolleri içerip içermedikleri öncelikle İnce Yüzey Kromatografisi yöntemi ile belirlenmiştir. Orta kat pulper

örneği silikajel kaplı cam tabakalar üzerine enjekte edilerek örneğin içerdiği serbest yağ asitleri, steroller belirlenmeye çalışılmıştır.Sonuçlar Şekil 4.3' de verilmiştir. Orta Kat pulper örneğinin nötr gliserid içerdiği ancak sterol içermediği görülmüştür. Buda sterol ve gliserid kısımlarının birbirinden iyi şekilde ayrıldığını göstermektedir. Sterol fazı, plakada 5 numara ile gösterilmiştir. Ancak konsantrasyonu az olduğundan fotoğraf çıktısında belirgin pik elde edilememiştir.



Şekil 4.3 Kartonun Orta Kat Pulper örneği ekstraktının İnce Yüzey Kromatografi plakası

Tablo.4.5 Kartonun Orta Kat Pulper örneği ekstraktının İnce Yüzey Kromatografi plakasının besleme sırası

Besleme numarası	**Beslenen Örnek İsimleri**
1	Oleik asit standartı
2	Asidoil (%55' lik) standartı
3	Diolein standartı
4	Orta kat pulperi ekstraktının sulu fazı
5	Orta kat pulper ekstraktının eter fazı(sterol)
6	Orta kat pulper ekstraktının hekzan fazı (nötr gliseridler)
7	β-sterol standartı
8	β-sterol standartı

4.4 Lipidli Bileşenlerin Gaz Kromatografisi ile Yağ Asidi Bileşenlerinin Belirlenmesi

Şekil 3.1' de (**I**) numara ile belirtilen ve serbest yağ asitlerini içeren kısım ile (**II**) numara ile belirtilen ve nötr gliseridleri içeren kısımların metil esterleri hazırlanarak gaz kromatografisinde yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4.6 ve Tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.6. (I) numaralı kısmı oluşturan serbest yağ asitlerinin yağ asidi bileşimleri (% ağırlık)

Yağ asitleri	**Üst Kat Pulper Örneği**	**Koruyucu Kat Pulper Örneği**	**Alt kat Pulper Örneği**	**Orta kat Pulper Örneği**
10:0	0.73	-	2.68	-
12:0	1.21	-	-	-
14:0	-	-	-	-
16:0	10.41	20.66	21.48	24.87
18:0	7.26	21.49	22.15	24.35
18:1	37.29	9.92	12.75	13.98
18:2	27.36	-	-	-
20:0	1.69	8.26	5.37	5.18
22:0	3.87	9.09	8.72	9.33
24:0	6.54	16.53	9.39	5.18

Kağıt hamurlarından üst kat pulper örneği hariç, diğer kağıt hamurlarında palmitik ve stearik asit yüzdelerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Alt kat pulper örneği ile orta kat pulper örneğinin yağ asidi bileşimlerinin hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Üretimde III. ve IV. Hatlar için kullanılan

hammaddenin aynı olması bu iki hattın yağ asidi bileşimlerinin aynı olmasına sebep olmuş olabilir.

Nötr gliseridlerin yağ asidi bileşimi ağırlık %' si olarak Tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.7. (**II**) numaralı kısmı oluşturan nötr gliseridlerin yağ asidi bileşimleri (% ağırlık)

Yağ asitleri	**Üst Kat Pulper örneği**	**Koruyucu Kat pulper Örneği**	**Alt kat pulper örneği**	**Orta kat pulper örneği**
10:0	-	-	3.64	3.39
12:0	-	-	1.04	3.95
14:0	-	-	2.08	2.82
16:0	7.02	45.12	12.47	23.16
18:0		8.54	6.49	14.12
18:1	29.82	13.42	6.75	5.65
18:2	14.03	-	-	-
20:0	7.02		2.59	1.13
22:0	12.28	13.42	4.93	3.95
24:0	7.02	15.85	3.12	6.21

Tablodan Üst Kat Pulper Örneğinin doymamış yağ asitlerince zengin olduğu, diğer kat örneklerinin ise doymuş yağ asitlerince zengin olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6 ve 4.7 kıyaslandığında Üst Kat Pulper Örneğinin serbest yağ asitlerinin doymamış yağ asidi içeriği, aynı örneğin nötr gliseridler kısmının içerdiği doymamış yağ asidi içeriğinden daha yüksektir.

Koruyucu Kat Pulper Örneğinin serbest yağ asitleri kısmı % 20.66 palmitik asit içerirken nötr gliseridler kısmı % 45.12 palmitik asit içermektedir.

Alt Kat Pulper Örneğinin serbest yağ asitleri kısmı % 22.15 stearik asit içerirken nötr gliserid kısmı % 6.49 stearik asit içermektedir.Orta Kat Pulper Örneğinin serbest yağ asitleri kısmının stearik ve palmitik asit içeriği, nötr gliserid kısmının içeriğinden fazladır.

5.ÖNERİLER

Bu çalışmada lipidli bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntem yerine GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi) veya HPLC (Yüksek Basınçlı Likid Kromatografisi) yöntemlerinin kullanılması ile daha net ve kısa sürede sonuçlar alınabilecektir.

Karton üretimi sırasında ziftlerden kaynaklanan sorunlar yüzünden makine ve cihazların temizlenmesi için üretim prosesi belli aralıklarda durdurulmaktadır. Üretimin sürekli olarak gerçekleşmesi için sorun yaratan ziftli bileşiklerin belirlenmesi ve giderilmesi gerekmektedir. Bu kağıt hamuru örneklerinde bulunan ziftli bileşiklerden özellikle triaçilgliserollerin, yağ asitlerine parçalanması için hidrolize olmaları gerekmektedir. Euroka Projesi kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmanın devamı olarak lipidli bileşenlerin hidrolize edilebilmesi için farklı lipazlar kullanılarak kağıt hamuru örneklerinin bileşimlerindeki değişimler izlenebilir.

Enzimler hızla hamur lifleri tarafından emildiğinden tekrar kullanım amaçlı, geri kazanımı mümkün değildir. Fakat enzimin kolay emilme özelliği, düşük yoğunluktaki kağıt hamurlarına uygulanabilme imkanı vermektedir.

KAYNAKLAR

[1] Rio Del.C.J., Javier Romero, Ana Gutierrez, 2000.Analysis of Pitch Deposits produced in Kraft Pulp Mills Using a Totally Chlorine Free Bleaching Sequence, Journal of Chromotography A, vol 874, 235-245

[2] http://www.eureka.be

[3] Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 1990. Kağıt Sanayi Araştırma ve Uygulama Merkezi Kurulma Projesi, 1. Ara Raporu, Kağıt Sanayisine Bakış. İstanbul

[4] Prof.Dr.Gökmen, S., 2000. Endüstriyel Kimya Prosesleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü. İstanbul

[5] BROWNING,B.L.,1963.The Chemistry of Wood,New York,London. Chp-7.

[6] http://www. Veterinary.ankara.edu.tr

[7] Civelekoğlu ,H., Tolun, R. ve Arkadaşları, "Sınai Kimya Öğrenci Laboratuarı Çalışma Yönergeleri", 2. Baskı, İTÜ Kimya- Met. Fak. Ofset Atölyesi ,s. 104-112,1990

[8] Arıoğlu, G., "Kullanılmış Kızartma Yağının Çörekotu Tohumu Lipazı Kullanılarak Hidrolizlenmesi" , Lisans Tezi, İTÜ Kimya Müh. Bölümü, İstanbul,1992.

[9] Kaya B., 2000. Kartonsan Karton Üretim Sanayi A.Ş. Dökümanları. İzmit

[10] Prof.Dr.Özaslan, İ., 2001. Atık Kağıt Geri Dönüşümü ve Değerlendirme Olanakları, İstanbul Ticaret Odası. İstanbul

[11] http://www.matbaaturk.org/sayfalar/kağıtlar.html

[12] Jose, C., Del, Rio., 1998, Characterization of Organic Deposits Produced in the Kraft Pulping of Eucalyptus Globulus Wood, Journal of Chromotography A vol:823:PP=457-465

[13] http://www.BioMatNet /Item FAIR-CT95-0560,12/4/2002

[14] Tao Chen, Zhao Wang, Yong Gao, 1994. Wood Extractives and Pitch Problems: Analysis and Partial Removal by Biological Treatment, Journal Appita vol:47(b) pp: 463-466

[15] Pratima Bajpai, 1999. Application of Enzymes in the Pulp and Paper Industry, Biotechnology Program. India vol:15:PP=147-157

[16] Kent Kirk, T. and Thomas W. Jeffries, 1996. Roles for Microbiyal Enzymes in Pulp and Paper Processing, USA, (Chapter.1)

[17] Hıllıs,W.E.,1962.Wood Extractives and Their Significance to the Pulp and Paper Industry.NewYork and London,Chp:13

[18] ÇATALTAŞ İ., 1960. Kimyasal Proses Endüstrisi 2, pp:42-59

[19] Jose, C. Del, Rio., A. Gutierrez, 1999. "Application of Pyrolysis Gas Chromotography – Mass Spectrometry to the Analysis of Pitch Deposits and Synthetic Polymers in Pulp and Mills", 1999 vol:150-177, Journal of Analiticly Apllied Processes

[20] Y. Fujita, H. Awaji, H. Taneda, 1992, Enzymatic Pitch Control in the Papermaking Process, 5th International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry, Kyoto, Tokyo

[21] F. J. Gonzalez – Vila Gutierrez "Application of Analytical Pyrolysis and Pitch Deposits From a Pulp Mill, 1977 vol:40-41 (Makale FBE)

[22] PAQUOT,C. and HAUTFENNE, A.1987."Standard Metods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives" Oxford pp:157-161

[23] BROWNING, B.L.,1966,Vol-1, "Metods of Wood Chemistry",New York, London pp: 13

[24] PAQUOT,C. and HAUTFENNE, A.1987."Standard Metods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives" Oxford pp:157-161

[25] AOCS Ofisial Metod Ce 2-66,1992-1993.The American Chemis' Sosaity Champaign, Illinois.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında İstanbul'da doğdu. Şemseddin Sami İlköğretim İlkokulu, Ayhan Şahenk Ortaokulu ve Pertevniyal Lisesinde eğitimlerini tamamladı.1996 yılında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden ikincilikle mezun oldu. 2001 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Ana Bilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı Kimya Müh. Ana Bilim Dalında derslerini tamamlamış tez aşamasında yüksek lisans öğrencisidir.