

## ATIK KAĞIT GERİ KAZANIM SİSTEMLERİNİN MODİFİKASYONU

İbrahim BULDUK<sup>1</sup>, Veli Kemal CEYLAN<sup>2</sup>

1 AKÜ, Uşak Mühendislik Fakültesi Seramik Mühendisliği Bölümü, AFYON  
2 AKÜ, Uşak Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, UŞAK

### ÖZET

Gerek selüloz tesisi yatırım ve işletim maliyetlerinin yüksek olması gerekse çevre bilincinin güçlenmesi kâğıt sanayiini atık kâğıtların hammadde olarak tekrar kullanılmasına yöneltmiştir.

Bu çalışmanın amacı atık gazete kâğıdının değişik yöntemlerle mürekkebini uzaklaştırıp beyaz kâğıt elde etmektir. Deneyler iki basamakta gerçekleştirilmiştir. Ön denemelerle belirlenen şartlar ve kimyasal madde konsantrasyonları kullanılarak liflerine indirgenmiş kâğıdın mürekkebi 3 yöntem kullanılarak giderilmiştir. Bu yöntemler; Yıkama, Yıkamalı-Flotasyon ve Yıkamalı-İki kademeli flotasyondur.

Mürekkep giderme deneylerinde yıkama yöntemiyle parlaklığı 62.0 olan zayıf bir sonuç elde edilmiştir. Yıkama işlemine ilaveten yapılan bir alkali flotasyon ile 70.6 parlaklık değerine ulaşılmıştır. Atık kâğıtların klasik alkali flotasyonuna ilaveten yapılan zayıf asit flotasyonu beyazlık derecesini daha da iyileştirmiş ve 73.10 parlaklık değerine ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık , Kağıt , Geri kazanım

### MODIFICATION OF WASTE PAPER RECYCLING SYSTEMS

#### ABSTRACT

Both high establishment and operation costs of cellulose plants and the environmental awareness have inclined to use waste paper in the paper industry.

The aim of this study is to obtain white paper from deinking of waste newspaper by using different methods. The waste newspapers had been decreased to it's fiber by using preliminary tests by pulper deinking agents.

The inks of newspaper are removed by using three different methods: Washing, Washing-Flotation and Washing-Two steps flotation.

The values of brightness were as 60.0, 70.6, 73.1 respectively. These all results showed that waste newspaper can be recycled to use again in the paper industry.

**Keywords:** Waste, Paper, Recycling

## 1. GİRİŞ

Kullanım alanlarının çoğalması ile tüketimi her geçen gün artan kağıdın ana hammadde ağaçlar ve lif verebilen bitkilerdir. 1 ton kağıt üretebilmek için ortalama 3 m<sup>3</sup>, diğer bir deyişle 17 ağacın kesilmesine ihtiyaç vardır. 1997 yılı için kağıt üretimimizin 1.5 ton olduğu düşünülürse, bu denli vazgeçilmez bir ihtiyaç olan kağıt üretiminin orman kaynakları açısından ne kadar olumsuz etkilere yol açtığı açıkça görülebilir. Özellikle ülkemizde ormanların oldukça sınırlı hatta yetersiz oluşu kağıt üretimini daha da büyük bir problem haline getirmektedir.

Bu sorun sadece ülkemiz için geçerli değildir. Diğer pek çok ülkede de kağıt üretiminin ormanları tehdit etmesi, yeni hammadde arayışlarına yol açmıştır. En büyük, ucuz ve kolay değerlendirilebilen hammadde potansiyeli olarak atık kağıtlar görülmüş ve değerlendirme çalışmalarına başlanmıştır.

Ülkemiz için türlere göre kağıt tüketimine bakıldığında toplam tüketimin %19 unu gazete kağıtlarının oluşturduğu görülmektedir. Bu oran göz önüne alındığında gazete kağıtları atık kağıtların değerlendirilmesi açısından oldukça büyük bir potansiyel olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

**Deneyde Kullanılan Malzemeler:** Ağartma işlemlerinde tek hücreli 2 lt. hacminde AEG-WEDAG (Almanya) Flotasyon cihazı kullanılmıştır. Parlaklık ve sarılık değerlerinin ölçülmesinde ELROPHO 2000 DATA COLOUR (İsviçre) cihazı kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal maddeler ise; Sodyum hidroksit Merck(Almanya), Hidrojen peroksit Merck(Almanya), Sodyum silikat Merck(Almanya), Sülfürik asit Merck(Almanya), Dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) Fluka(İsviçre), Hekza desil trimetil

amonyum klorür Fluka (İsviçre), Oleik asit Teknik, Sabun Hacı Şakir granül sabundur.

**DeneySEL MetOD:** Basım için üretilecek kâğıtların yazı yazılacak düzeyde temiz ve doku yapısının yazı yazılmaya uygun olması gereklidir. Atık kâğıtların liflerindeki mürekkebin giderilmesi aşağıdaki safhaları içermektedir.

- Hamur haline getirme
- Mürekkep giderme

**Hamur Haline Getirme:** Hamur haline getirme işlemi, düşük veya yüksek konsantrasyonda kesikli veya sürekli çalışan pulperlerde gerçekleştirilir. Kesikli sistemde; konsantrasyon, sıcaklık, kimyasalların konsantrasyonu, hamur açma süresi daha iyi kontrol altında tutulabilir. Genelde pulperde sıcaklık 60-80°C arasındadır[2]. Hamurun açılmasını ve mürekkebin ayrışmasını sağlayacak kimyasallar burada eklenir.

Hamurlaştırıcıdaki konsantrasyon, sıcaklık, zaman ve kimyasalların miktarı, atık kâğıt kalitesine, müteakip işleme prosesine ve üretilecek kâğıdın cinsine göre optimize edilir. Kâğıtta bulunan mürekkebin büyük bölümü kâğıdın hamur hale getirilmesi ile giderilmektedir. Buna ek olarak yapılan işlemler, hamurun karıştırılarak içermiş olduğu su bileşiminin devamlı atılması ve aynı işlemin bir döngü içinde uygulanması şeklinde yürütülmektedir.

Hamurlaştırıcıda optimum şartların belirlenmesine yönelik 13 deney yapılmıştır. Bu deneylerin sonucunda hamurlaştırıcıda sıcaklığı 60-80 0C arasında kimyasal madde konsantrasyonun da %4 kâğıt, % 1 NaOH, % 2 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, % 1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, % 0.5 Yağ asidi, % 0.2 DTPA olması gerektiği sonucuna varılmıştır[2].

**Mürekkep Giderme:** Kâğıdın kütlesi üzerinden genellikle % 0.5 - 2 kadar mürekkep bulunur. Mürekkep gidermenin ana amacı istenen beyazlıkta ve çıplak gözle görülebilen mürekkep lekeleri içermeyen kâğıt üretilmesidir ki bu da 40 µm'dan büyük mürekkep partiküllerinin hamurdan tamamen uzaklaştırılması gereğini doğurmaktadır. Beyazlığın yükseltilebilmesi için daha küçük partiküllerinde ortamdan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

Mürekkep giderme işleminin ilk aşaması pulperde gerçekleşir, burada mürekkep elyaftan daha sonraki temizleme aşamaları için uygun şekil ve boyutta uzaklaştırılmalı ve tekrar elyafın üstüne yapışması önlenmelidir. Bu

da ancak özel kimyasalların kullanımı ile gerçekleşir. Bunlar, sudkostik, hidrojen peroksit, sodyum silikat, çelat yapıcılar ve yüzey aktif maddelerdir. Sudkostik ortam pH ını yükseltir ve ortamdaki bağlayıcıları yumuşatıp sabunlaştırarak pigmentin açığa çıkmasını sağlar. Hidrojen peroksit beyazlığı yükseltir. Çelat yapıcı maddeler ise ağır metal iyonları ve diğer kationları tutarak hidrojen peroksidin olumsuz yönde etkilenmesini önlerler. Sodyum silikat ise mürekkepleri yumuşatır. Ortamı karalı hale getirir[4]. Elyaftan ayrılmış olan mürekkepler yıkama veya flotasyon yöntemleri ile hamurdan uzaklaştırılır[3].

**Yıkama Yöntemi:** Yıkama işlemi; mürekkep, dolgu ve diğer kirlilikleri hamurun su ile yıkanması sonucu uzaklaştırılmasıdır. Yıkama etkinliği doğrudan doğruya partikül boyutuna bağlıdır ve dağılabilen mürekkepler (ofset, tipo baskı) ile dolgu maddelerinin uzaklaştırılması için uygundur.

Bu yöntemle 10-15  $\mu\text{m}$ 'dan küçük partikülleri uzaklaştırmak mümkündür. Ancak etkin olduğu partikül boyutu 05-5  $\mu\text{m}$  arasındadır[1].

İşlemin ana prensibi hamurun teksif edilmesi ve tekrar sulandırılarak suyun uzaklaştırılmasıdır. Yıkama işleminde su tüketimini minimuma indirmek için ters akışlı kapalı devreli sistemler geliştirilmiştir. Dolgunun büyük bir kısmı, ölü elyaflar yıkanan mürekkeple birlikte uzaklaştırıldığından kalan temiz hamur elyaf ağırlığıdır ve elde edilen kâğıt kalitelidir.

**Flotasyon Yöntemi:** Flotasyon işlemi mürekkep partiküllerinin seyreltik atık kâğıt hamurundan yüzdürülerek uzaklaştırıldığı bir kimyasal mekanik sistemidir. Yıkama yönteminde mürekkep partiküllerinin lif dokudan ayrılabilmesi için olabildiğince küçük olması gerekir. Fakat flotasyon yönteminde mürekkep partiküllerinin hava kabarcıkları ile yüzeydeki köpüklere taşınıp uzaklaştırılabilmesi için (belirli bir limite kadar) büyük olmaları gerekmektedir. Dağılmış mürekkep partikülleri, sudaki kalsiyum iyonları ile etkileşerek toplayıcı görevi yapan sabun molekülleri yardımı ile hava kabarcıklarının üzerinde birikirler. Mürekkepleri taşıyan hava kabarcıkları yüzeye doğru yükselerek köpük tabakasını oluştururlar. Köpük bir savak ya da vakum vasıtası ile ortamdan uzaklaştırılır. Flotasyon yönteminde mürekkeplerin yüzey aktif kimyasallar ile su itici özelliği giderilir. Mürekkep toplayıcısı olarak klasik yağ asidi sabunlarının yanı sıra iyonik olmayan yüzey aktif maddelerde kullanılmaktadır. Flotasyon yönteminde mürekkep giderme işleminin etkinliği partikül boyutuna bağlıdır. Verimin en yüksek olduğu partikül aralığı 5-15  $\mu\text{m}$  dir[1]. Ancak iri

mürekkep partiküllerinin uzaklaştırılmasında yüzdürme yıkamadan daha etkindir.

**Yıkama Ve Flotasyon Yönteminin Birlikte Kullanıldığı Bileşik Yöntem:** Farklı baskı özelliği gösteren atık kâğıtların mürekkeplerinin giderilmesinde yıkama ve flotasyon işlemlerinin her ikisini de içeren bileşik yöntemin kullanılması uygundur. Bu sistemler diğerlerinden daha pahalı olmakla birlikte her iki sistemin avantajlarına da sahiptirler. Bileşik yöntemin kullanılabilceği atık kâğıtlara örnek olarak lazer baskılı büro atıkları ve ofset baskı posterler verilebilir. Lazer baskıdan kaynaklanan iri partiküller flotasyon ile uzaklaştırılırken yüzdürmenin etkin olamadığı ofset mürekkep partiküllerinin giderilmesi yıkama işlemi ile sağlanır.

**Mürekkep Giderme Proseslerinde Yeni Uygulamalar:** Dünyada yeni mürekkep giderme teknikleri konusunda araştırmalar sürdürülmektedir. Almanya'da yapılan bir araştırmada atık kâğıdın mürekkebinin önce alkali ortam daha sonra asidik ortamda giderilmesi ile geleneksel sistemlerden daha fazla beyazlık elde edildiği gözlenmiştir. Bu tez çalışmasına da esas teşkil eden bu iki makale Das Papier de yayınlanmıştır. Bileşik yöntemle mürekkep giderme üzerine ülkemizde de 3 adet yüksek lisans tezi yayınlanmıştır. Ancak tüm bu çalışmalar hamurlaştırma-yıkama-alkali flotasyon safhalarını içermektedir. Das Papier de yayınlanan makalelerdeki çalışmalarda yağ bazlı ofset türü mürekkepler klasik alkali yöntemle giderilmekte, flexo türü mürekkeplerin daha küçük parçalara ayrılmasına imkan verilmeden alkali olmayan ortamda sistemden uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Su bazlı boyaların asidik ortamda çözünürlüğü çok azaldığı için bu boyaların flotasyonu nötr noktasının altında yüzey aktif maddelerle yapılmalıdır. Ofset ve flexo tabanda yapılan baskı karışımları alkali flotasyon ve onu takiben asidik flotasyon ile çıkartılabilir. Klasik işlemlere göre basılmış atık kâğıt türünde de zayıf asitte yapılan sonradan flotasyonda beyazlamada iyi sonuç vermektedir[3,4].

### 3. SONUÇLAR

Pulper 'de optimum şartları belirlemek için 13 deney yapılmıştır. Deney sonuçları göstermiştir ki pulperde sıcaklık 60-80 °C arasında olmalı kimyasal madde konsantrasyonu % 4 Kâğıt, % 1 NaOH, % 2 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, % 1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, % 0.5 yağ asidi, % 0.2 DTPA olmalıdır.

Mürekkep giderme deneyleri için üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar; yıkama, yıkamalı flotasyon ve yıkamalı iki kademeli flotasyondur.

Tablo 1. Elde edilen değerler

Mürekkep Giderme Prosesi	Parlaklık	Sarılık
Yıkama Prosesi	62.0	16.5
Yıkamalı Flotasyon Prosesi	70.6	17.0
Yık. iki Kad. Flotasyon Prosesi	73.1	14.32

Kâğıt hamurunun yıkama prosesi sonucunda parlaklığı 62.0 iken ilave bir alkali flotasyon safhası ile parlaklık 70.6 ya yükselmiştir. İki kademeli alkali-asidik flotasyon yönteminde parlaklık da belirgin bir iyileşme görülmektedir. Geleneksel basılmış atık kâğıtların klasik alkali flotasyona ilaveten zayıf asit flotasyonu beyazlık derecesini iyileştirmek için uygun bir yoldur.

#### 4. KAYNAKLAR

1. Scarlet T., "Printing ink Formulations end Their Effect On Deinking", Pulping Conference Proceedings, s 38 (1981)
2. Süss, H. U., Schumacher, W., Nimmerfroh, N., Hopf, B., Reinold, A., "Two Stage, Alkaline-Acidic Flotation, A Process to Eliminate Diffucult Removabele Printing İnks From Waste Paper Pulp.", Das Papier, (3) 89-96 (1991)
3. Bassemir, R.W., "The Chemical Nature Of Modern Printing İnks and Dainking". Proceeding, Tappi Anual Meeting, (1982)
4. DE Ceuster, J., "Paper Technology and İndustry", s 123, (1981)
5. Carr, W., "The State of the art of deinking Difficult İnks" İn : Tappi Pulping Conferance, 1990, Bd. 1. Atlanta, GA: Tappi: pr., s. 111-121. (1990)
6. Lıphârd, M., Scherck, B., Honfeck, K. "İnterfacial Studies and Aplication Tests on the Flotation Of Printing İnks and Fillers İn", Tappi Pulping Conferance, BD. 2. Atlanta, GA: Tappi Pr., s. 965-973. (1990)