



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Mürekkep Giderme İşleminin Lazer Baskılı Ofis Kâğıtlarındaki Organik ve Anorganik Madde Miktarları Üzerine Etkileri

Selim KARAHAN^{a,*}, Arif KARADEMİR^b, Engin GÜVENDİ^a

^aGümüşhane Üniversitesi Kürtün MYO, Ormancılık Bölümü, 29810 Kürtün-Gümüşhane, Türkiye,

^bBursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Osmangazi-Bursa, Türkiye

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: selimkarahan@ymail.com, selimkarahan@gumushane.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, ofis kâğıtları üzerinde mürekkep giderme işlemi yapılmıştır. Bu işlem için farklı oranlarda kimyasal ve enzimler katılmış ve bunların etkileri analiz edilmiştir. Bu amaçla sodyum hidroksit, hidrojen peroksit sodyum silikat ve oleik asit'de uygun dozlarda kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca ultrasonik enerjinin etkisinde ayrıca incelenmiştir. Araştırma sonunda ise işlem sonunda elde edilen hamur ve atık çamur üzerinde organik ve anorganik madde analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik madde, Anorganik madde, Mürekkep giderme, Ofis kağıdı

The Effects on Organic and Anorganic Substance Amounts in Laser Printed Office Papers of Deinking Process

ABSTRACT

In this study, deinking was made on office papers. The different level of chemicals and enzymes were added for this process and their effects were analysed. So sodium hydroxide, hydrogen peroxide, sodium silicate and oleic acid were used in prescribed doses. In the work, the effect of ultrasonic energy was also studied. In the end of study was also made organic and inorganic substances analyses on waste sludge and pulp obtained in the last of process.

Keywords: Organic substance, Anorganic substance, Deinking, Office Paper

I. GİRİŞ

MÜREKKEP giderme en basit tabiriyle atık kağıtların geri dönüşüm ile tekrardan kaliteli ve beyaz kağıt yapımında kullanılabilmesi için bu kağıtlardan mürekkep ve lifsel olmayan yabancı maddelerin uzaklaştırılması işlemlerine verilen addır. Bu işlem genel hatlarıyla iki basamaktan oluşmaktadır. İlki hamurlaştırma dediğimiz atık kâğıtların liflere ayrılması diğeri ise çözünen mürekkep ve lifsel olmayan yabancı cisimlerin sistemden (yüzdürme metodu) uzaklaştırılma işlemleridir [4]. Hamurlaştırma ile yeterince uzaklaşamayan mürekkep parçacıkları için ultrasonik enerjiden de faydalanılabilir. Bu enerji insan kulağının duyamayacağı kadar yüksek frekanslı ses dalgaları gönderip bu dalgalarının lifin yüzeyine çarparak, lifin mürekkepten uzaklaşmasına katkıda bulunmaktadır. Mürekkep uzaklaştırma işleminde, atık kâğıtlar içerisindeki mürekkep pigmentlerini uzaklaştırıp en yüksek verimle kâğıt yapımına uygun lifleri tekrar geri kazanılması istenmektedir. Geri kazanmak istenen liflerin organik, uzaklaştırılmak istenen mürekkep pigmentlerinin anorganik madde olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yüzdürme işlemi sonrası elde edilen hamur ve atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarının belirlenmesi, işlem verimliliğinin anlaşılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Ayrıca mürekkep uzaklaştırma sistemlerinde uzaklaştırılmak istenen mürekkep bileşeni, pigment olup genellikle karbon siyahı gibi anorganik maddelerden oluşmaktadır. Bu yüzden mürekkep giderme etkinliğini belirlemede temizlenen hamur ve atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarının tespiti oldukça önem taşımaktadır. Enzim teknolojisinin giderek gelişmesi, ürünlerin kullanım alanlarının çeşitliliği ve ekonomik değerinin çok yüksek olması nedeniyle biyoteknolojinin endüstriyel enzimler ile ilgili alanında yapılan çeşitli araştırmalar daha da önem kazanmıştır [7]. Enzim muamelesi ile lifler üzerindeki mürekkep parçacıkları sökülüp dağılmaya başlar [18]. Enzimler mürekkep - selüloz bağına kırabilir. Bu yüzden liflerden mürekkep parçacıklarının uzaklaşması kimyasallardan çok daha kolay olmaktadır. Enzimatik işlem ile kimyasal kullanımını azaltıp, doğal kaynakların daha iyi bir şekilde kullanımını sağlamaktadır [18]. Enzimlerin mürekkep giderme işlemleri sırasında kullanılması işlemlerinde, geleneksel mürekkep giderme yöntemlerinde kullanılan başta sodyum hidroksit olmak üzere, sodyum silikat ve hidrojen peroksit gibi kimyasal maddelerin kullanımlarını azaltıp dolayısıyla da bu kimyasallarının tüketimlerini önemli ölçüde düşüreceği için çevre kirliliği ile ilgili kaygıları giderme konusundaki beklentilerinin de karşılamaktadır [19]. Enzimlerin tekstil ve orman ürünleri sanayi için değerli olduğunu ve sonuçta hem maliyeti düşürecek hem de kaliteyi ucuza getirilip, ekonomik yapı iyileştirerek yeni bir ürün sağlamaktadır. Ayrıca kâğıt ve hamur endüstrileri gibi endüstrilerde yeni teknolojilere büyük paralar yatırıldığı hâlbuki bu yeni enzim teknoloji ile hemen hemen aynı teknolojiyi daha ucuza başarılabilceğini ve yeni teknolojilere geçmesini düşünenler için yatırım yapılabilecek bir alan olduğu görülmektedir [6]. Hemen hemen yapılan tüm enzim uygulama işlemlerinde olumlu gelişmeler gösterildiği ve enzimatik uygulamalar ile çevreye olumlu katkı sağlanmış, ayrıca geleneksel mürekkep giderme işlemlerinde geniş miktarlarda kullanılan NaOH, Na₂SO₃ ve H₂O₂ yerine enzimin daha iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir [9]. Ofis kağıtlarına flotasyon esaslı mürekkep giderme işleminde pulper içerisindeki ağartma işlemlerinde ortalama hamur verimleri % 81,50 olarak bulunmuştur [5]. Atık gazete ve mağazin kâğıtları üzerinde flotasyon esaslı mürekkep giderme işleminde pulper içerisindeki ağartma işlemlerinde ortalama hamur verimleri % 80 olarak bulunmuştur [8]. Mürekkep uzaklaştırma işlemlerinde uzaklaştırılmak istenen mürekkep bileşeni, pigment olup genellikle karbon siyahı gibi anorganik maddelerden oluşmaktadır. Bu yüzden mürekkep giderme etkinliğini belirlemede temizlenen hamur ve atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarının tespiti oldukça önem taşımaktadır.

II. DENEY

Bu çalışmada, ofis kâğıtları üzerine siyah lazer baskılar yapılmış ardından ise standart İNDEGE metoduna göre hamurlaştırma işlemleri uygulanmıştır. Hamurlaştırma işlemleri iki kademe yapılmıştır. Her kademe 103,11 g (Tam kuru) hamur kullanılmıştır. Hamurlaştırma işlemleri için belirlenen devir hızları, süreleri ve kesafetlerde yapılmıştır (Tablo 1). Bu işlemlerden sonra flotasyon (yüzdürme) metoduna göre mürekkep giderme işlemleri yapılmıştır. Yüzdürme işleminde % 1 kesafetteki sistem, ayarlanan sıcaklıkta ve belirlenen süre de çalıştırılmıştır. Yüzdürme işlemlerinin tümünde belirtilen parametreler ise hava basıncı 20 scfm (1 scfm = 0,0283 m³/dak hava'dır), 1450 devir/dak, süre 10 dak, kesafet % 1 ve sıcaklık 45 °C olarak ayarlanmıştır. Mürekkep giderme işleminde sırasıyla bazı kimyasallar ile enzimler kullanılmış ve ayrıca ultrasonik enerjiden de faydalanılmıştır. Çalışmada, ticari enzim olarak ksilanaz, β-gluktonaz, amilaz ve selülaz enzimleri kullanılmıştır. Araştırmada ayrıca kontrol amaçlı standart yüzdürme metoduna göre mürekkep giderme işlemi de yapılmıştır. Bu amaçla, sodyum hidroksit, hidrojen peroksit, sodyum silikat, oleik asit ve kalsiyum klorür INGEDE test metoduna göre önceden belirlenen oranlarda kullanılmıştır [1,2,3].

Tablo 1. Hamurlaştırma ile ilgili veriler

İşlem	Devir (devir/dk)	Kesafet (%)	Süre (dk)	Kağıt & Hamur Miktarı (g)	Kimyasal Madde
Ön bekletme (Islatma)	---	15	5	103,11	-
1. Hamurlaştırma	55;85;150	15	9 (3;3;3)	103,11	+
2. Hamurlaştırma	150	14	9	103,11	-

İnorganik madde tayinleri temel olarak iki ana grup altında yapılmıştır. Birinci grup, hamurlaştırma ve ardından uygulanan yüzdürme işlemi sonrası elde edilen kâğıt hamurlarının inorganik madde miktarı, ikinci grup ise yüzdürme işlemi sırasında uzaklaştırılan atık çamurun inorganik madde miktarı tayinidir. Yüzdürme işlemi sonrası elde edilen kâğıt hamuru ve atık çamurun inorganik madde miktarını belirlemek amacıyla Tappi 211 om-85 metodu kullanılmıştır. Tam kuru madde miktarı bilinen hamur örnekleri, ilk olarak porselen krozeler içerisinde etüvde kurutulmuş ardından çeker ocak altında alevsiz şekilde yakılmıştır. Yakma işleminden sonra, krozeler kül fırınına alınarak 575 ± 25°C sıcaklıkta 4 saat süre ile tüm organik maddelerin yanması sağlanmıştır (Şekil 1). Kroze içerisindeki kalıntı madde miktarı ise şekil 2'de belirtilen hassas terazi yardımıyla tartım sonucunda bulunarak kaydedilmiştir.

Hamur içerisindeki % inorganik madde miktarı ise belirtilen formül yardımıyla bulunmuştur (Eş. 1).

$$\text{İnorganik Madde Miktarı (\%)} = [B/A] \times 100 \quad (1)$$

A: Tam kuru hamur ağırlığı (g)

B: 575°C'de yakma işleminden sonraki kalıntı (g)

Yüzdürme ile mürekkep uzaklaştırma işleminin amacı, atık kâğıtlar içerisindeki mürekkep pigmentlerini uzaklaştırıp en yüksek verimle kâğıt yapımına uygun lifleri tekrar geri kazanmaktır. Geri kazanmak istenen liflerin organik, uzaklaştırılmak istenen mürekkep pigmentlerinin anorganik madde olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yüzdürme işlemi sonrası elde edilen hamur ve atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarının belirlenmesi, işlem verimliliğinin anlaşılabilmesi açısından oldukça önemlidir.



Şekil 1. Kül fırını



Şekil 2. Hassas terazi

Çalışmada belirtilen;

- Anorganik Madde Miktarı : Anorganik madde tayini, tam kuru ağırlığı belli örneğin 575 ± 25 °C sıcaklıktaki kül fırınında organik maddelerin tamamen yakılması sonucunda elde edilen kalıntının tartılması ile bulunmuştur.
- Organik Madde Miktarı : Organik madde tayini, tam kuru ağırlıktan kalıntı anorganik madde ağırlığının çıkarılması ile tespit edilmiştir.

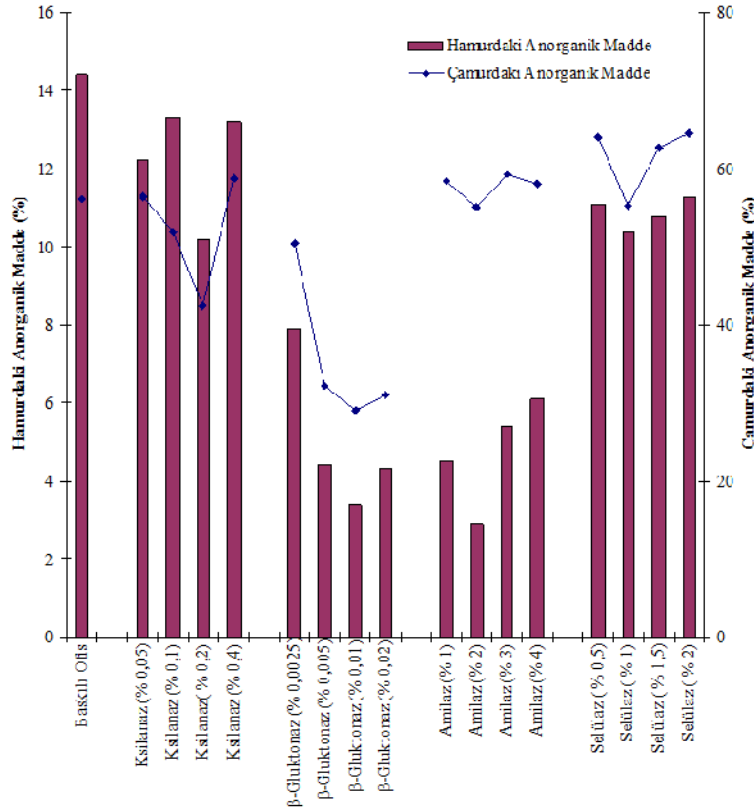
Çalışma sonunda el kağıdı üretimi [10] ve analizinde belirlenen TAPPI standartları takip edilmiştir.

- Çekme testi [14]
- Patlama testi [13]
- Kül tayini [11]
- Rutubet tayini [16]
- Hava geçirgenliği [17]
- Kalınlık değeri [15]
- Kondisyonlanma değeri [12]

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

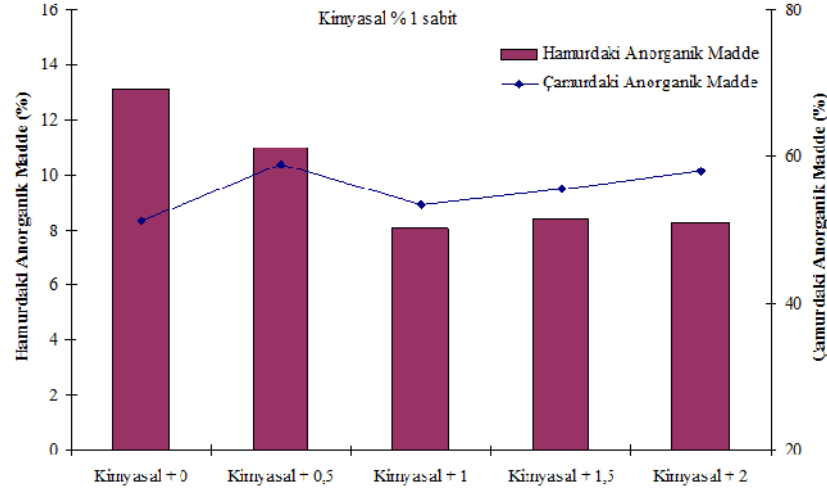
Bilindiği gibi mürekkep, taşıyıcı tabaka, pigment ve yardımcı kimyasallar olarak üç ana bileşenden oluşmaktadır. Mürekkep uzaklaştırma sistemlerinde uzaklaştırılmak istenen mürekkep bileşeni, pigment olup genellikle karbon siyahı gibi anorganik maddelerden oluşmaktadır. Bu yüzden mürekkep giderme etkinliğini belirlemede temizlenen hamur ve atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarının tespiti oldukça önem taşımaktadır. Hamur ve çamurun içerdiği anorganik maddeler, mürekkep pigmentleri olabileceği gibi ortamda bulunan dolgu maddelerinden de kaynaklanabilir. Ayrıca çamur miktarı ve içerdiği anorganik madde miktarından, çamurun içerdiği organik madde miktarı, dolayısı ile yüzdürme işleminin verimliliği hakkında önemli veriler sağlayan lif kayıpları

hesaplanabilir. Anorganik madde ile ilgili analizler şekillerde verilmiştir (Bkz. Şekil 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9). Optik değerlere genel olarak bakıldığında, yapılan yüksek derecedeki ağartma sayesinde kâğıt içerisindeki mürekkep kalıntıları büyük ölçüde uzaklaştırılmış bunun sonucunda da parlaklık ve beyazlık gibi ışığın yansımaya bağlı değerler yükselirken, uzaklaştırılan anorganik maddelerin etkisi ile ışığın absorbe ve opaklık değerlerinin düştüğü belirlenmiştir [5]. Pulper içerisinde yapılan ağartma proseslerine ait elde edilen kâğıt hamurları içerisinde bulunan anorganik madde miktarı ortalama % 7 civarındadır. Bu oranın baz kâğıtta % 16.67 civarında olduğu göz önüne alınırsa, toplam anorganik madde miktarının ortalama % 58 kadarının uzaklaştığı görülmektedir. Uzaklaşan bu anorganik madde miktarının büyük bir kısmı, flotasyon sırasında uzaklaşırken geriye kalan kısmı da atık suya karışarak uzaklaşmıştır. Polietilen torba içerisinde gerçekleştirilen son ağartma işlemine ait hamurlardaki anorganik madde ise ortalama % 3.82 civarındadır [5]. Flotasyon süresinin ilk 10 dakikasına kadar çamur içerisindeki anorganik madde oranı % 50 den başlayarak % 55 civarına kadar hızlı bir artış kaydederken sürenin uzaması ile birlikte çamur içerisindeki anorganik madde oranı yavaş yavaş azalmış, bunun yerini lif kırıntıları ve liflerden kaynaklanan organik maddeler doldurmaya başlamıştır. İlk ağartma proseslerine ait flotasyon çamuru ortalama % 53.80 civarında anorganik madde içerirken son ağartma proseslerine ait flotasyon çamuru ortalama % 43.28 civarında anorganik madde içermektedir. Bu durum, birinci flotasyon aşaması sırasında flotasyon hücresi içerisindeki anorganik yükünün ikinci flotasyon aşamasındaki anorganik yükünden daha fazla olması ile açıklanabilir. Diğer yandan flotasyon süresinin değişken olarak kullanıldığı diğer gruplara ait proses değişkenlerinin flotasyon çamuru içerisindeki anorganik-organik madde dengesini etkilemediği görülmektedir [5].



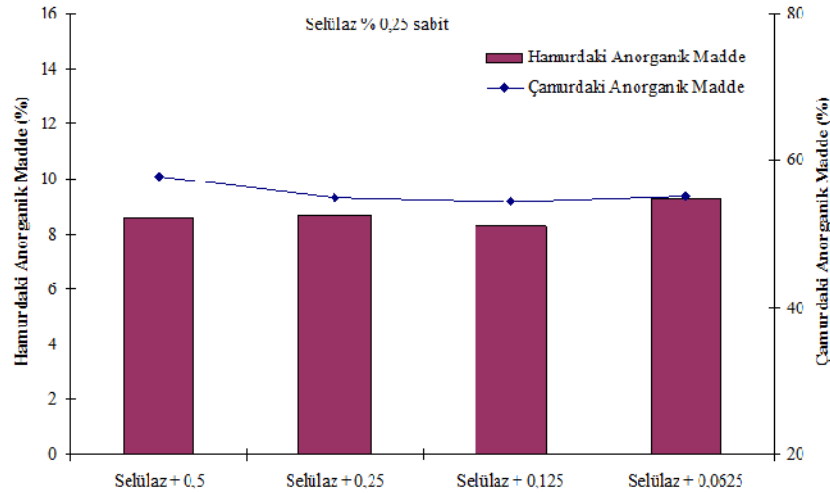
Şekil 3. Ksilanaz, β-gluktonaz, amilaz ve selüloz katılımlarının belli oranlarda artırılmasının anorganik madde üzerine etkisi

Enzimlerin anorganik madde üzerinde etkisine baktığımızda (Şekil 3), hamurdaki en fazla fazla inorganik madde selüloz (% 2 katılımda % 11,3) ve ksilanaz (% 0,1 katılımda % 13,3) enzimleriyle muamelelerde gözükmektedir. Muhtemelen selüloz ve ksilanaz enziminin amilaz ve β -glukonaz enzimine göre toneri daha ufak parçalara ayırarak bir kısmının hamura geçmesini sebep olmuştur. Flotasyon çamurundaki anorganik maddeye baktığımızda en fazla anorganik madde selüloz (% 2 katılımda % 64,6) ve amilaz (% 3 katılımda % 63) enzim ile muamelelerde olduğu gözükmektedir. Muhtemelen bu ise enzimlerin flotasyon çamur miktarlarına paralel olarak artmıştır.



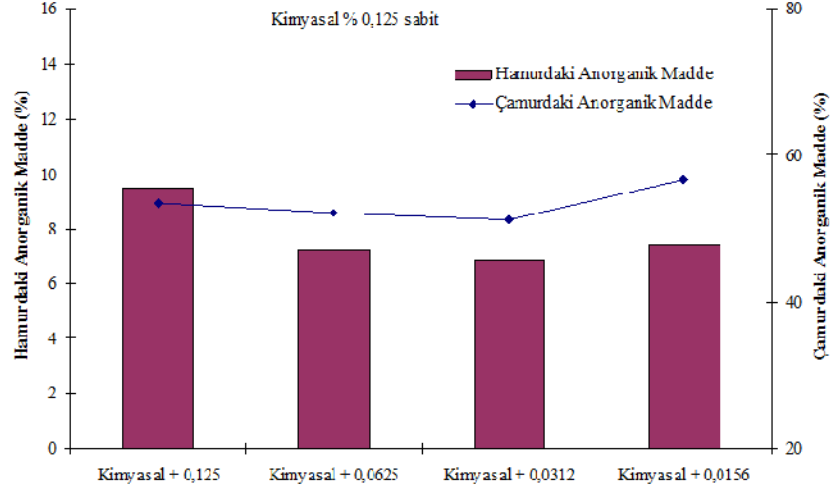
Şekil 4. Kimyasal katılımı sabit alınırken selüloz katılımının belli oranlarda artırılmasının (% 0,5; 1; 1,5; 2) anorganik madde üzerine etkisi

Kimyasal katılımı sabit alınırken selüloz katılımının belli oranlarda artırılmasının hamurdaki anorganik madde üzerine etkisine baktığımızda (Şekil 4), Flotasyon çamurundaki anorganik madde kimyasalsız işleme kıyasla yaklaşık aynı kalmış fakat hamurdaki anorganik madde miktarında azalmalar olmuştur. Muhtemelen bu ise kopan toner parçacıklarının flotasyon çamuruna geçişi artmıştır. Optimizasyona gidilerek belirlenmiş en iyi katılımdaki (kimyasal % 1 + selüloz % 0,5) hamurdaki ve flotasyon çamurundaki anorganik madde sırasıyla % 11 ve % 58,9 olarak bulunmuştur.



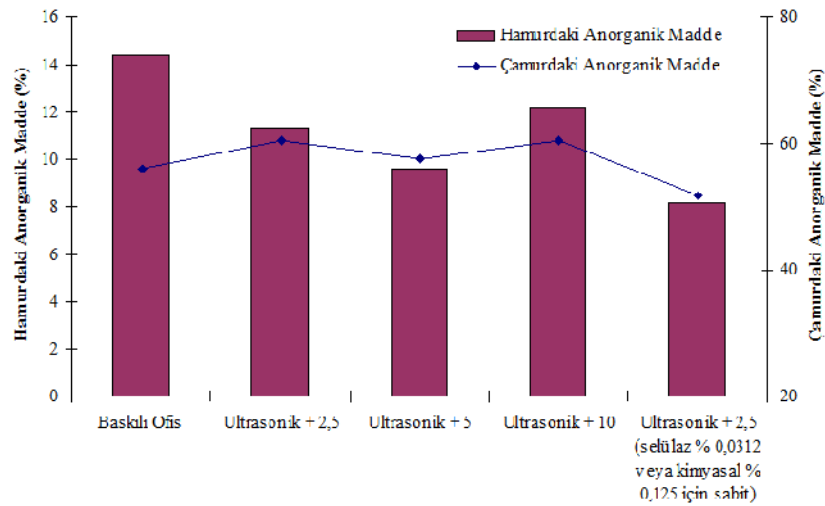
Şekil 5. Selüloz katılımı sabit alınırken kimyasal katılımının belli oranlarda azaltılmasının (% 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625) anorganik madde üzerine etkisi

Selüla katılımlının sabit kimyasal katılımlının ise belli oranlarda azaltılmasının anorganik madde üzerine etkisine bakıldığında (Şekil 5), flotasyon çamurundaki ve hamurdaki anorganik madde miktarında ufak tefek dalgalanmalar yaşanmıştır. Optimizasyona gidilme suretiyle belirlenmiş en iyi katılımdaki (selüla % 0,25 + kimyasal % 0,125) hamurdaki ve flotasyon çamurundaki anorganik madde miktarları sırasıyla % 8,3 ve % 54,4 olarak bulunmuştur.



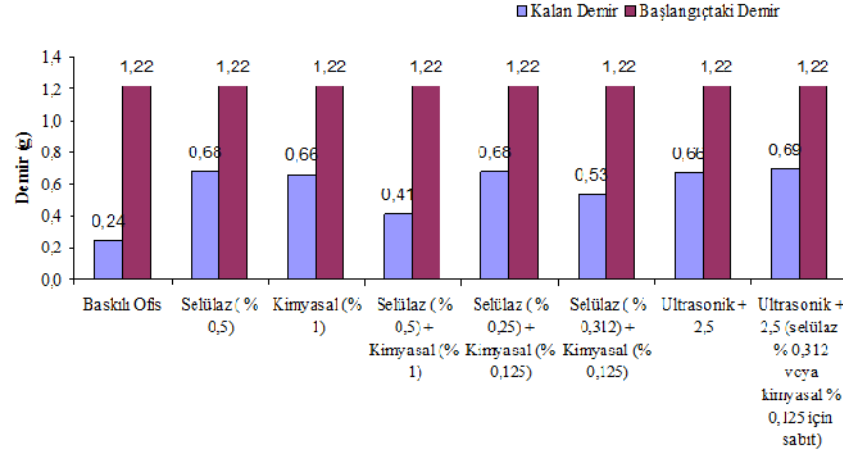
Şekil 6. Kimyasal katılımı sabit alınırken selüla katılımlının belli oranlarda azaltılmasının (% 0,125; 0,0625; 0,0312; 0,0156) anorganik madde üzerine etkisi

Kimyasal katılımlının sabit selüla katılımlının ise belli oranlarda azaltılmasının anorganik madde üzerine etkisine baktığımızda (Şekil 6), flotasyon çamurundaki anorganik madde miktarında ufak tefek dalgalanmalar yaşanmıştır. Hamurdaki anorganik madde miktarına baktığımızda ise miktarın biraz daha azaldığını görmekteyiz. Muhtemelen bu ise flotasyon çamurundaki toner tutunmasının arttığını göstermektedir. Optimizasyona gidilme suretiyle belirlenmiş en iyi katılımdaki (kimyasal % 0,125 + selüla % 0,0312) hamurdaki ve flotasyon çamurundaki anorganik madde sırasıyla % 6,8 ve % 51,2 olarak bulunmuştur.



Şekil 7. Ultrasonik işlem süresinin (dk 0; 2,5; 5; 10) anorganik madde üzerine etkisi

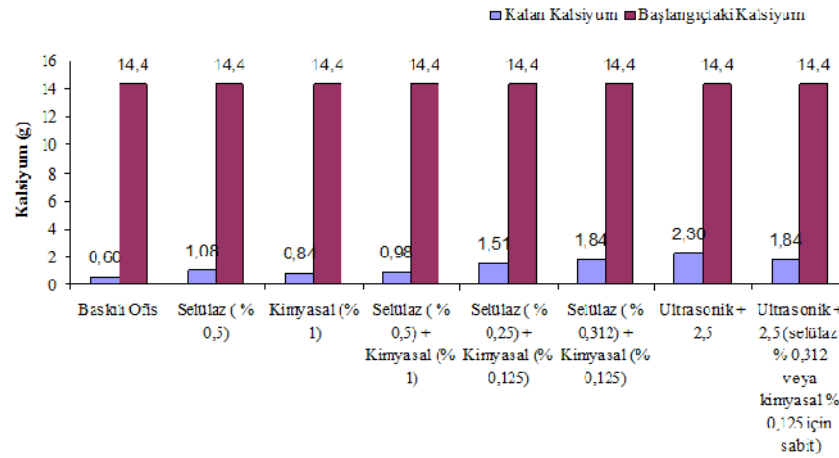
Ultrasonik işlem süresinin anorganik madde üzerindeki etkisine baktığımızda (Şekil 7), genel olarak hem hamur daki hem de flotasyon çamurundaki anorganik madde miktarında bir artış olmuştur. Optimizasyona gidilerek belirlenmiş en iyi katılımdaki (kimyasal % 0,125 + selüloz % 0,0312) hamurdaki ve flotasyon çamurundaki anorganik madde sırasıyla % 6,8 ve % 51,2 olarak bulunurken, bu katılıma 2,5 dk. Ultrasonik işlemden sonra bu değerler sırasıyla % 8,2 ve % 51,8 çıkmıştır.



Şekil 8. Belli oranlarda selüloz ve kimyasal katılımının flotasyon çamurundaki (Atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarındaki demir) demir miktarı üzerine etkisi

Belli oranlarda selüloz ve kimyasal katılımının flotasyon çamurundaki demir miktarı üzerine etkisine baktığımızda (Şekil 8), flotasyon çamurunda ölçülen en fazla demir miktarı 2,5 dk lık ultrasonik işlemde (kimyasal % 0,125 + selüloz % 0,0312) katkılı denemede 0,69 g olarak bulunmuştur.

En az demir miktarı ise ‘kimyasal % 1 + selüloz % 0,5’ katkılı denemede ise 0,41 g olarak bulunmuştur.



Şekil 9. Belli oranlarda selüloz ve kimyasal katılımının flotasyon çamurundaki (Atık çamurun içerdiği anorganik madde miktarındaki kalsiyum) kalsiyum miktarı üzerine etkisi

Belli oranlarda selüloz ve kimyasal katılımının flotasyon çamurundaki kalsiyum miktarı üzerine etkisine baktığımızda (Şekil 9), genel olarak hepsinde bir düşüş yaşanmıştır. Flotasyon çamurunda ölçülen en fazla kalsiyum miktarı ‘kimyasal % 0,125 + selüloz % 0,0312’ katkılı denemede 1,84 g olarak bulunurken, en az kalsiyum miktarı ise ‘kimyasal % 1 + selüloz % 0,5’ katkılı denemede ise

0,98 g olarak bulunmuştur. Burada ultrasonik işlemin birlikte kullanımının bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

IV. SONUÇ

Kimyasal katılımı sabit alınırken selüloz katılımının belli oranlarda artırılmasının hamurdaki inorganik madde üzerine etkisinde, flotasyon çamurundaki anorganik madde kimyasalsız işleme kıyasla yaklaşık aynı kalmış fakat hamurdaki anorganik madde miktarında azalmalar olmuştur. Muhtemelen bu durum kopan toner parçacıklarının flotasyon çamuruna geçişi artmıştır. Selüloz katılımının sabit kimyasal katılımının ise belli oranlarda azaltılmasının anorganik madde üzerine etkisine bakıldığında, flotasyon çamurundaki ve hamurdaki anorganik madde miktarında ufak tefek dalgalanmalar yaşanmıştır. Kimyasal katılımının sabit selüloz katılımının ise belli oranlarda azaltılmasının anorganik madde üzerine etkisine baktığımızda, flotasyon çamurundaki anorganik madde miktarında ufak tefek dalgalanmalar yaşanmıştır. Hamurdaki anorganik madde miktarına baktığımızda ise miktarın biraz daha azaldığını görmekteyiz. Muhtemelen bu ise flotasyon çamurundaki toner tutunmasının arttığını göstermektedir. Ultrasonik işlem süresinin anorganik madde üzerine etkisine baktığımızda, genel olarak hem hamur daki hem de flotasyon çamurundaki anorganik madde miktarında bir artış olmuştur.

Genel olarak ultrasen takviyesi ve enzim kullanımı ile oldukça başarılı, ekonomik ve çevresel açıdan daha az zararlı bir mürekkep giderme işlemi başarılmıştır. Konu hakkında daha detaylı çalışmalar yapılmasında fayda vardır. Genel olarak ulaşılan noktalar aşağıda sıralanmıştır;

- İNGEDE standardında önerilen kimyasal reçeteden daha aşağı inilmiştir (1/8)
- Enzimlerden Selüloz en iyi çalışmıştır
- Kimyasal ve enzim kombinesi iyi sonuçlar vermiştir
- Çamurların yaklaşık %55'i inorganiktir
- İşlemler sonucu çamur alımı kolaylaşmıştır
- Ultrasonik enerji daha fazla çalışmalıdır
- Enzim aktivasyon süresi düşürülmelidir
- Enzimleri kendi aralarında istenilen oranlarda istenildiği sayıda karıştırılarak kullanılabilir. Ama kimyasallarda böyle bir durum yok yada çok nadirdir.
- Enzimler kimyasallarla uyumludur.
- Enzim +4 °C'de depolanır. Aksi halde bozulur.
- İşlem gören enzimin geri kazanımı yok yada çok zordur.
- Ultrasonik işlem çevre dostu ve işlem süresi kısadır.
- Ultrasonik işlem seyreltik ve hareketli ortamda daha etkin çalışır.
- Ultrasonik işlemde belirlenen süreyi aşınca kırıntı miktarını artırır.

V. KAYNAKLAR

- [1] Ingede Test Method 1. 2007. Test Sheet Preparation from Deinked Pulp for Measurement of Optical Characteristics, *International Association of the Deinking Industry*.
- [2] Ingede Test Method 2. 2007. Measurement of Optical Characteristics of Pulp and Filtrates From Deinking Process, *International Association of the Deinking Industry*.
- [3] Ingede Test Method 11. 2007. Assessment of Print Product Recyclability -Deinkability Test, *International Association of the Deinking Industry*.
- [4] H. Kırıcı, Atık Kâğıt Geri Kazanma Teknolojisi, KTÜ Basımevi, Trabzon, (2000).

- [5] S. İmamoğlu, Atık Kâğıt Hamurlarının Formamaidin Sülfirik Asit (FAS) ile Ağartılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul-Türkiye, (2002).
- [6] W. Kenealy, G. Buschle-Diller, and X. Ren, Enzymatic Modification of Fibers for Textile and Forest Products Industries: *Modified Fibers with Medical and Specialty Applications (2006)* 191-208.
- [7] Ö.E. Kıran, U. Çömlekçioğlu, N. Dostbil, Bazı Mikrobiyal Enzimler ve Endüstrideki Kullanım Alanları: *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi* 9 (2006) 12-19.
- [8] E. Peşman, Atık Gazete ve Magazin Kâğıtlarının Mürekkep Uzaklaştırma ve Ağartma Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon-Türkiye, (2010).
- [9] P. Skals, A. Krabek, P. Nielsen, H. Wenzel, Environmental Assesment of Enzyme Assisted Processig in Pulp and Paper Industry: *Int LCA Case Studies*, 13 (2) (2008) 124-132.
- [10] Tappi T 205 sp-95, 1998. Forming Handsheets for physical Test of Pulp, Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [11] Tappi T 211 om-85, 1992. Ash in Wood and Pulp, Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 1.
- [12] Tappi T 402-om-88, 1992. Standart Conditioning and Testing Atmospheres for Paper, Board, Pulp Hand Sheets and Related Products. Tappi Test Methods, Tappi Pres, Atlanta, 2.
- [13] Tappi T 403 om-91, 1992. Bursting Strength of paper. Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [14] Tappi T 404 om-87, 1992. Tensile Breaking Strength and Elongation of Paper and Paperboard (using pendulum-type tester) Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [15] Tappi T 411 om-89, 1992. Thickness (Calipler) of Paper, Paperboard and Combined Board Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [16] Tappi T 412-om-90, 1992. Moisture in Paper and Paperboard. Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [17] Tappi T 547 om-12, 1992. Air Permeance of Paper and Paperboard, Tappi Test Methods, *Tappi Pres*, Atlanta, 2.
- [18] N. Yılgör, J. Cameron, A. Velpumadugu, K. Kumar, Enzymatic Deinking of Inkjet Printed Papers, *TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference*, Oktober 11-14, Memphis, Tennessee, (2009) 1-14.
- [19] N. Yılgör, Mürekkep Giderme Sürecinde Enzimlerin Kullanılması: *Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul Üniversitesi, 60 (1) (2010) 73-75.