



BUĞDAY SAPLARINDAN MASERASYON YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN LİFLERİN NaOH YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN KÂĞIDIN LİFLERİ İLE MORFOLOJİK AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Ayhan GENÇER*¹, Burçin EKİCİ², Hüdaverdi EROĞLU¹

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100 Bartın

²Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 74100 Bartın

ÖZET

Lignoselülozik bir maddeden kâğıt hamuru üretimine geçmeden önce liflerinin morfolojik yönden incelenmesi gereklidir. Morfolojik ölçülere göre maddenin elverişli olup olmadığı hakkında ön fikir elde etmek maliyet bakımından önemlidir. Lifsel hammaddelerin morfolojik incelenmesi çeşitli yöntemlerle liflerin bireysel hale getirilmesinden sonra değerlendirilmektedir. Ancak, hamur üretimi ve eleme sırasında ve ayrıca kâğıt üretiminde lifler çeşitli elemelere tabi tutulduğundan kâğıda katılan liflerin morfolojik özellikleri hakkında tam bilgi elde edilememektedir. Bu çalışmada klorit yöntemi ile maserasyona tabi tutulmuş buğday saplarının morfolojik özellikleri belirlenerek kâğıt üretimine uygunluğu ortaya koyulmuştur. Daha sonra NaOH kullanılarak üretilen hamurlardan kâğıt üretilmiştir. Kâğıtlar su ortamında açılarak lifler yeniden bireysel hale getirilmiştir. Bu liflerden kalıcı preparatlar hazırlanmıştır. Yapılan ölçümlerden kâğıda katılan gerçek ölçüler bulunarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday Sapı, Lif Morfolojisi, Maserasyon Yöntemi, NaOH Yöntemi

COMPARISON OF MACERATED WHEAT STRAW FIBERS AND PAPER FIBERS PRODUCED BY USING NaOH METHOD IN TERMS OF FIBER MORPHOLOGY

ABSTRACT

It is necessary to investigate the fibers morphologically before producing pulp from any lignocellulosic material. In terms of costs, it is very important that whether the material is suitable or not from the aspect of morphologic measurements. The evaluation of the material is made after various investigation methods applied on individualized fibers. However, because of pulp production and screening and paper production procedures, it is very hard to determine all of the morphological properties of the fibers used. In this study, the morphological properties of what straw fibers macerated by using chlorite method were determined and the suitability for fiber production was pointed out. After that, paper was produced by using NaOH method from the pulp. The papers were kept in water and fibers were individualized again. Permanent preparations were made from those fibers. The actual fiber values were determined from the measurements and the results were compared.

Keywords: Wheat straw, Fiber Morphology, Macerating Method, NaOH Method

1. GİRİŞ

Odun dışı lifsel hammaddelerden kâğıt ve kâğıt hamuru üretimi çok eskiye dayanmaktadır. Bu hammaddelerden en yaygın kullanılanlar ekin saplarıdır. Ekin saplarının liflendirilmesi oduna göre daha kolaydır. Bu nedenle ilk yıllarda ekin saplarının kullanılması tamamen mevcut imkânlarla teknik olarak uygun hammadde arayışından kaynaklanmaktaydı. Bu yüzden hammaddenin teknik uygunluğu ön plana çıkmıştır. Teknolojik gelişmeler sonucunda, odun hammaddesinin kullanılması ile yıllık bitkilere olan talep azalmıştır. Bunun başlıca nedeni orman kaynaklarının bolluğu ve odunun belli alandan daha fazla lifsel hammadde vermesidir. Ancak, odun

* Yazışma yapılacak yazar: ayhangencer61@hotmail.com

Makale metni 15.01.2010 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 04.03.2010 tarihinde basım kararı alınmıştır.

hammadesine olan talebin artması, ölkeler arasındaki ekonomik rekabet, ölkelerin orman kaynakları veya coğrafi konumları gibi nedenlerden dolayı yıllık bitkilere olan talep artmıştır. Bugün hammadde kıtlığından dolayı yıllık bitkilerin kâğıt endüstrisinde yeniden hızlı bir şekilde aranılan hammadde olması ekonomik imkânlarla uygun hammadde arayışından kaynaklanmaktadır. Kâğıt ve kâğıt hamuru üretiminde ekin saplari arasında en yaygın kullanılan lifsel hammadde buğday sapıdır.

Lifler bireysel hale getirildiklerinde henüz silindirik formlarını korumaktadırlar. Lif çeperi kalın olup kâğıt üretimi sırasında kollapsa uğramayan lifler iki silindirin bir birine temas alanı kadar bir yapışma alanı sağlarlar. Ayrıca, kalın çeperli lifler dövmeye karşı olumsuz cevap verirler. Esneklik az olduğundan lif kesilmesi artar, saçaklanma azalır ve bunun sonucunda bağ oluşumu zayıflar. İnce çeperli lümen çapı geniş olan lifler kalın çeperli liflere göre daha esnektirler. Daha kolay kollapsa uğrayarak yan yana iki lif arasındaki temas alanının artmasına fırsat verirler. Bunun sonucunda bağ sayısı artarak kâğıtın direnç özellikleri artar (Suchland and Woodson, 1986).

Buğday sapı kısa ve narin lifli olması nedeni ile iyi formasyonlu, kapalı yüzeyli (deliksiz) ve baskı kalitesi yüksek kâğıtlar üretmeye uygundur (Wagberg et. al., 1990). Yazı ve baskı kağıdı üretiminde formasyon özellikleri bakımından yapraklı ağaç lifleri ile başa baş rekabet edebilir (Macleod, 1988).

Buğday dünyanın ana besin kaynağı olan bir ekindir. Çim familyasından *Triticum* türüne aittir. Kromozom sayılarına göre sınıflandırılır. *Triticum aestivum* (ekmeklik buğday) hegzobloid ($2n=6x AABBDD$)'dir (Lupton, 1987).

Buğday sapı morfolojik yönden oduna oranla çok daha heterojen bir maddedir. Sapın boğumlar arası iç kabuğu hücrelerinden elde edilen lifler oldukça uzun (ortalama 0,75-1,33mm) ve sivri uçlu, ince liflidir. Bununla birlikte liflere ek olarak buğday sapı, aynı zamanda öz, düğüm, kuru kısım ve epidermal hücrelerden, testere diğli hücrelerden ibaret, kısa ve lifsiz hücreleri de bünyesinde bulundurur. Bir karşılaştırma yapacak olursak, ladin odununun %96'sı lif olduğu halde, buğday sapı hücrelerinin %33-40 kadarı lifleri oluşturmaktadır (Eroğlu, 1980; Deniz, 1994).

Buğday sapı küçük hücrelerinin önemli bir kısmı pişirmede bireysel hale geçerek hamurun yıkanması ve elenmesi sırasında suyla uzaklaşmaktadır. Ayrıca, hangi lignoselülozik hammadde olursa olsun kâğıda dönüştürölme aşamalarında uzun liflerden kısa lif veya kırıntılar meydana gelmektedir. Kırıntı liflerin uzunluğu 2-20µm'ye kadar düşebilir. Bu değerler gerçek lif boyutları (ortalama 2000 µm) ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür (Gess, 1998). Bu durum verimi düşürmektedir. Fakat bu küçük hücrelerin hamurda kalması durumunda üretilecek kâğıtın direnç özelliklerini düşüreceğinden, hamurun kalitesinin iyileşmesi bakımından arzu edilir.

Kâğıt özelliklerini belirleyen en önemli faktör kullanılan hammaddenin lif morfolojisidir. Lif uzunluğu, lif genişliği, lif çeper kalınlığı ve lif kabalığının karmaşık ilişkileri kâğıt kalitesini belirler (Eroğlu, 2003).

2. MATERYAL VE METOT

Monokotil bitki gövdesinde ksilem ve floem arasında kambiyum bulunmaz. Genellikle gövdenin çevre kısımlarında iletim demetleri daha küçük, sayıları çok; gövde merkezine gidildikçe sayı azalır, irilikler artar (Vardar ve Seçmen, 1993). Buğday, arpa, yulaf, çavdar gibi monokotil bitkilerde internodlardan (boğumlar arası) alınan enine kesitlerde iletim demetleri iki daire şeklinde sıralanmıştır. Demetlerden küçükler, çevrede birinci daireyi, büyüklerde daha derin ikinci daireyi oluştururlar. İletim demetleri kapalı kolleteraldir ve etraflarında sklerenkimatik bir kın taşırlar. İki daire şeklinde gövdede sıralanan demetlerde epidermise yakın sürekli bir sklerenkima halkası da bulunur ve küçük demetler bu halka içerisinde yer alır. Buğdayda öz, nodlarda (boğum) mevcuttur fakat internodlarda erimiştir (Yentür, 1995).

Bu çalışmada buğday (*Triticum aestivum* L.) saplari kullanılmıştır. Araştırma materyali Bartın İl Müdürlüğu tarafından çiftçilere destek amacıyla dağıtılan tohumluk buğdaylardan biri olan 'Kızıltan 91' adlı ekmeklik türden üretilen saplardan alınmıştır. Bu tür Ankara ili Polatlı Tarım İşletmesi tarafından üretilmiştir.

Buğday saplarının depolanmasında rutubet içeriği %8-14 arasında olmalıdır. Rutubetin yüksek olması hammaddenin organik olarak yanmasına ve çürütmesine sebep olur. Depolanmış hammaddenin çürütmesini önlemek için sodyum pentaklorafenat ve boraks gibi koruyucu maddeler önerilebilir (Casey, 1966). Ülkemizde buğday hasadı Haziran ve Temmuz aylarında yapılmaktadır. Hasat döneminde ortalama rutubet %8 olduğundan iyi bir depolama ile koruyucu kullanmadan muhafaza edilebilirler.

Liflerin morfolojik özelliklerine ait ölçme yöntemleri

Buğday (*Triticum aestivum* L.) sapları maserasyon (klorit) yöntemi ile bireyselleştirilmiştir. Masere edilen liflerden daha sonra gliserin-jelâtin çözeltisi kullanılarak daimi preparatlar hazırlanmıştır. Lif morfolojisine ait ölçümler vizopan kullanılarak, lif uzunluğu için $\times 90$, lif genişliği, lümen çapı ve çeper kalınlığı için $\times 225$ büyütmesi kullanılmıştır.

Keçeleşme oranı

(Lif uzunluğu/Lif genişliği) formülünden yararlanılarak hesap edilmiştir. Lif uzunluğunun yukarıdaki oranı olumlu etkilemektedir. Çoğu iğne yapraklı ağaç odunlarında bu oran 100'ün üzerindedir. Yapraklı ağaç odunları ve yıllık bitkilerde nadiren 70'in üstüne çıkabilir (Kırcı, 2000).

Elastiklik katsayısı

(Lümen çapı $\times 100$ /lif genişliği) orantısından faydalanılarak hesaplanmıştır. Elastiklik katsayısına göre lifler 4 grup altında toplanmıştır (Kırcı, 2000):

1. Elastiklik katsayısı 75'den büyük olan çok esnek lifler
2. Elastiklik katsayısı 50-75 olan esnek lifler
3. Elastiklik katsayısı 30-50 olan rijit lifler
4. Elastiklik katsayısı 30'dan küçük olan çok rijit lifler
5. Katılık katsayısı

(Lif çeper kalınlığı $\times 100$ /lif genişliği) ifadesinden faydalanılarak hesap edilmiştir (Kırcı, 2000).

Runkel sınıflaması

(Lif çeper kalınlığı $\times 2$ /lümen çapı) formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Runkel'in sınıflandırmasına göre lifler 3 kategori altında sınıflandırılmışlardır (Kırcı, 2000):

1. Lif çeper kalınlığı $\times 2$ / lümen çapı >1 olan kalın çeperli lifler
2. Lif çeper kalınlığı $\times 2$ / lümen çapı $=1$ olan orta kalın çeperli lifler
3. Lif çeper kalınlığı $\times 2$ / lümen çapı <1 olan ince çeperli lifler

Kağıt hamuru üretimi tam kuru buğday sapı ağırlığına göre %16 NaOH kullanılarak döner pişirme kazanında gerçekleştirilmiştir. Pişirme kazanı 15 litre hacminde, elektrikle ısıtılan, 25 kg/cm² basınca dayanıklı ve 2 devir/dakika ile dönmektedir. Kazana 600 tam kuru gelecek şekilde hava kurusu buğday sapı yüklenmiştir. Çözelti/sap oranı 5/1'dir. Pişirme işlemi 120°C'de 30 dakikada gerçekleştirilmiştir. Kazan açıldıktan sonra siyah çözelti süzülerek pişen materyal 150 mesh elek üzerinde yıkanmıştır. Hamur disintegratörde liflere zarar gelmeyecek şekilde 20 dakika açılmıştır. Daha sonra yarık açıklığı 0.15mm olan sarsıntılı vakum eleğinde elenerek pişmeyen kısımlar ayrılmıştır. Deneme kağıtlarının yapılması için hamur TAPPI T 200 om-89 standardına göre konsantrasyonu ayarlanarak Valley tipi Hollanderde 10 dakika süreyle işleme tabi tutulmuş olup, serbestlik derecesi Scohopper-Reigler aletinde ölçülerek 19 SR° bulunmuştur. Bu serbestlik derecesinde Frank'ın Rapid-Köthen laboratuvar tipi deneme kağıdı makinesinde Zellcheming Marlplat 100 standardına göre 70 \pm 3 g/cm² gramajında deneme kağıtları üretilmiştir. Daha sonra bu kağıtlardan alınan örnekler bir erlende suda bekletilmeye alınmıştır. Liflere zarar vermeyecek şekilde bir disintegratörde yeniden açılmış filtre kağıdı ile vakum altında süzülerek alkol yardımı ile suyu uzaklaştırılarak gliserine alınmıştır. Kalıcı preparatlar hazırlanmasında safranin kullanılmıştır. Preparatlardan yapılan ölçümlerle kağıda katılan liflerin boyutları ölçülmüştür.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Buğday saplarının boğum arası, boğum ve yaprakların lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ölçülmüş ve çift çeper kalınlığı hesap edilerek Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Buğday saplarının boğum arası, boğum ve yaprakların lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ölçülmüş ve çift çeper kalınlığı

Ölçülen Özellik	Morfolojik Kısımlar	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Minimum Değer	Maksimum Değer
Lif Uzunluğu (mm)	Boğum Arası	1.12	0.44	39.12	0.90	1.90
	Boğum	0.64	0.30	46.35	0.30	1.10
	Yapraklar	1.50	0.55	37.11	0.70	2.20
Lif Genişliği (µm)	Boğum Arası	13.00	5.05	38.84	7.00	18.00
	Boğum	13.40	5.23	39.70	6.00	21.00
	Yapraklar	14.20	6.94	48.89	8.00	26.00
Lümen Çapı (µm)	Boğum Arası	4.00	3.12	78.02	1.90	9.40
	Boğum	4.08	3.87	94.90	2.20	11.00
	Yapraklar	3.80	3.02	79.00	1.70	9.00
Çift Çeper Kalınlığı (µm)	Boğum Arası	8.98	3.44	38.10	5.10	14.20
	Boğum	10.70	0.50	4.68	10.00	11.40
	Yapraklar	10.40	4.00	38.35	6.20	17.00

Tablodaki değerler maserasyon yöntemi ile elde edilen liflerin asgari bir zararla bireysel hale getirilmiş değerleridir. Ancak, kâğıt üretiminin aşamalarında liflerin boyutlarında birçok değişiklik meydana gelmektedir. Bu değişiklikler kullanılan yöntemle göre farklı olmakla beraber, genellikle hammaddenin pişirilmesinde, hamurun yıkanma ve elenmesinde ve dövme aşamalarında gerçekleşir.

Lif uzunluğu arttıkça kâğıdın içerisinde yan yana gelen iki lif arasındaki yapışma alanının artması kâğıdın yırtılma direnci de artış gösterir (Dadswell and Watson, 1962). Ancak, aşırı uzun lifler hamurda topaklaşmaya ve kümelenmeye meyillidir. Bunun sonucunda üretilen kâğıtlarda formasyon bozukluğu meydana gelir. Lif dağılımı homojen olmayan kâğıtların direnç özelliklerinde farklılıklar meydana gelir. Testler için alınan numuneler toplam üretimi temsil edemez. Hamurun dövülmesi sırasında lif boyutlarında kısalmalar meydana geldiğinden bu sorunların çözümü mümkündür. Buğday sapları kısa lifli olduğundan normal koşullarda topaklaşma ve lif kümelenmesi sorunu oluşturmaz.

Endüstriyel üretimde ekin saplarını morfolojik kısımlarına ayırarak kâğıt hamuru üretimi yapılmasının ekonomik değeri yoktur. Saplar tüm gövde uygun pişirme uzunluğunda boyutlandırılarak pişirme kazanına yüklenmektedir. Bu nedenle lif ölçümleri ayrıca tüm sapın maserasyonundan sonra ölçülmüştür.

Buğday saplarının boğum arası, boğum ve yaprakların lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ölçülmüş ve çift çeper kalınlığı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 Buğday saplarının boğum arası, boğum ve yaprakların lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ölçülmüş ve çift çeper kalınlığı

Ölçülen Özellik	Preparatlarda	Kâğıtlarda
Lif Uzunluğu (mm)	0.976	1.110
Lif Genişliği (µm)	11.06	14.70
Lümen Çapı (µm)	3.22	3.28
Çift Çeper Kalınlığı (µm)	7.78	11.85

Kâğıt üretimine tüm sap katıldığından kâğıtla preparat değerlerini karşılaştırmak için bu ölçüm gereklidir. Tablo 2’de görüldüğü gibi eleme ve kâğıt üretiminde kısa lifler elekten geçerek kâğıtlarda lif uzunluğu ortalamasının artışına neden olmuştur. Benzer şekilde lif genişliği küçük olan liflerde de olduğundan kâğıtlarda lif genişliği ortalaması daha yüksek çıkmıştır. Lif genişliği ile bağlantılı olarak preparatlardaki lümen çapı az da olsa kâğıttan

küçük çıkmıştır. Ancak, çift çeper kalınlığı ortalaması kağıtta preparatlardan oldukça yüksek çıkmıştır. Bunların sonucundan anlaşılacağı gibi preparatlardaki liflerle kağıttaki lifler birbirinden oldukça farklıdır.

Buğday saplarının bireyselleştirilme yöntemi ve lif-boyut ilişkileri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo3 Buğday saplarının bireyselleştirilme yöntemi ve lif-boyut ilişkileri

Lif-Boyut İlişkileri	Liflerin Bireyselleştirilmesi	
	Maserasyon (Klorit Yöntemi)	NaOH Pişirmesi
Keçeleşme Oranı	88.24	74.23
Elastiklik Katsayısı	29.65	21.20
Katılık Katsayısı	35.17	40.30
Runkel Sınıflandırması	2.37	3.68

Lif uzunluğunun artışı keçeleşme oranını olumlu yönde etkilemektedir. Çoğu iğne yapraklı ağaç odununun keçeleşme oranı 100’ün üzerinde iken; yapraklı ağaç odunu ve ekin sapı liflerinin keçeleşme oranı 70’in altında olduğu bildirilmiştir. Bu oranın 70’in altına düşmesi ile kâğıdın direnç özelliklerinin azalmaya başladığı kabul edilmektedir (Bostancı, 1987).

Çalışmada kullanılan hammaddenin esas kısmını temsil eden boğumlar arası kısımda keçeleşme oranı Tablo 1’deki verilere göre 86.15 bir değerle 70’in üzerindedir. Toplam sapın çok az bir kısmını temsil eden boğumlarda bu oranın 70’in çok altına düşmesi (47.40) tüm sap değerlerinin 70’in üzerinde kalmasına engel olmamıştır. Ayrıca, tüm sapa göre, az bir miktarda olsa yaprakların keçeleşme oranı 100’ün üzerinde olması sonuçlara olumlu etkide bulunmuştur. Bu sonuçlara göre buğday sapları Keçeleşme Oranı bakımından incelendiğinde direnç özellikleri iyi kâğıtlar vermeye uygundur.

Elastiklik oranı liflerin bireysel esnekliği ile ilgilidir. Tablo 1’deki verilere göre boğumlar arası kısımdan elde edilen liflerin elastiklik oranı 30.76’lık değerle rijit lifler grubuna girmektedir. Benzer şekilde boğumlardan elde edilen lifler de 30.22’lik değerle rijit lifler grubuna girmektedir. Yaprakların da elastiklik katsayısının 26.76’lık bir değerle 30’un altında kalması tüm sapın değerlerinin çok rijit lif grubuna girmesine neden olmuştur.

Katılık katsayısı oranının artması ile kâğıdın direnç özellikleri azalmaktadır. Buğday saplarının morfolojik yapısı incelendiğinde boğumlar arası kısım en uygun olup bunu yapraklar ve daha sonra boğumlar takip etmektedir. Buradan görüleceği gibi boğumlarda hücreler katılık katsayısı oranını arttırarak kâğıdın direnç özelliklerini düşürmektedir. Bu nedenle buğday sapının kısımlarından olan boğumların tüm sap içerisinde en elverişsiz kısım olduğunu söyleyebiliriz.

Bu sınıflama hammaddemiz Runkel oranı 1’den büyük olan lifler yani kalın çeperli lifler kategorisinde olup kâğıt yapımı sırasında preslemede yassılaşımları zordur. Bu bilgiler klorit yöntemi ile masere edilmiş buğday saplarının değerlendirilmesidir. Üretilen kâğıdın yeniden liflendirilmesi ile yapılan ölçümlere göre değerlendirilirken hamur yarık açıklığı 150 µm olan sarsıntılı vakum eleğinde elenerek pişmeyen kısımlar ayrılmıştır. Genel olarak lif uzunluğu arttıkça keçeleşme oranı da artar. Ancak, bu çalışmada ortalama lif uzunluğunun kâğıtta oldukça artmasına rağmen, keçeleşme oranının azalması yıkanma ve elenmeler sonucu ince lifler azaldığından ortama lif genişliğinin artmasından kaynaklanmıştır.

Kâğıt yapımı sırasında elastiklik katsayısı yüksek ince lifler eleklerden geçerek uzaklaştığından rijit lifler sınıfına yaklaşmıştır. Ancak, yine çok rijit lifler sınıfında yer almıştır. Katılık katsayısı ince liflerin elenmesi ile artış göstermiştir. Bu durum klorit yöntemi ile masere edilip ölçülen liflerden beklenen sağlamlık özellikleri NaOH ile pişirilerek elde edilen kâğıtlarda beklenenden daha düşük olacaktır.

Runkel sınıflandırmasına göre lifler yine kalın çeperli lifler sınıfına girmekte ancak bu oran klorit yöntemi liflerine göre neredeyse 1.5 kat artmıştır. Runkel sınıflandırması ile bu değerleri yorumlamak zorlaşmaktadır. Sonuç olarak daha sağlıklı bilgiler elde edebilmek için lif kalınlığı tayini de yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- o Bostancı, Ő., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, Ders Kitabı, Trabzon.
- o Casey, J.P. 1960, *Palp and Paper Chemistry an Chemical Thechnology*, Second Edition, Volume: I.
- o Dadswell, H.E. and Watson, A.J. 1962. Influence of the Morphology of Wood Pulp Fibers on Paper Properties , In: Bloam, F., ed. *Formation and Structure of Paper*. London: Technical Section of the British Paper and Board Makers Assocation.537-564. Vol:2.
- o Deniz, İ. 1994. Buğday (*Triticum aestivum L.*) Saplarının Ön Desilikasyonu ve Bu İşlemin O₂-NaOH Kağıt Hamurları Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 201 sayfa, Trabzon.
- o Erođlu, H. 1980. O₂-NaOH Yöntemiyle Buğday (*Triticum aestivum L.*) Saplarından Kağıt Hamuru Elde Etme Olanaklarının Araştırılması, Pişirilmesi ve Kağıt Hamurlarının Araştırılması, Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fakóltesi, Trabzon.
- o Eroğlu, H. 1986. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, Yayın No: 90/6, Ders Notları 623 sayfa, Trabzon.
- o Eroğlu, H. 2003. Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği, Ders Notları, Z.K.Ü. No:27, 144 sayfa
- o Gess, J.M. 1998. Retention of Fines and Fillers During Papermaking, TAPPI press, ISBN 0-89852-066-5, 357 pp.
- o Kırıcı, H. 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi, Ders Notları, K.T.Ü. No:63, 274 sayfa
- o Lupton, F.G.H.,1987. 'Wheat'. In: *Wheat Breeding*. Chapman and Hall Ltd. pp. 23-28.
- o Macleod, M., 1998. Nonwood Fibre: Number 2, and Trying Harder, *Tappi Journal* Vol. 71, No:8, pp. 50-54.
- o Montana, D, Farriol X., Salvado, J., Jollez, P., and Chornet, E. 1998. Application of Steam Explotion to the Fractionation and Rapid Vapor-Phaze Alkaline Pulping of Wheat Straw, , *Biomass and Bioenergy* Vol. 14, No:3, pp. 261-276, Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain. (*Metin içinde bulunamadı*).
- o Suchsland, O. and Woodson, E. 1986:*Fiberboard Manicacturing Practices in the United States*, United States, United Stated, Departmant of Agriculture, Agriculture Handbook No:640, U.S.A.
- o Sun, R. C., Lawther, J.M., and Banks, W.B. 1997. Physico-Chemical Characterization of Orgonosolve Lignins From Wheat Straw, *Cellulose Chemistry and Thecnology*, 31, pp,199-212. (*Metin içinde bulunamadı*).
- o Vardar, Y., Seçmen, Ö., 1993 *Bitki Morfolojisinde Temel Bilgiler*, Barış Yayınları, 164 sayfa, İzmir.
- o Wagberg, L., Zhao, X.P., Fineman, L., and Li, F.N., 1990. Effecets of Retention Aids on Retention and Dewatering of Wheat Straw Pulp. *TAPPI* Vol:73, No: 4177-182 pp.
- o Yentür, S., 1995. *Bitki Anatomisi*, İ.Ü.Fen Fakóltesi, Yayın No:227, ISBN 975-404-351-5, İstanbul.