

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi

Zehra Odabaş Serin^{a,*}, Nisa Ateş^a, Arif Cavunt^a

Özet: Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) yapraklarından elde edilen ürünler tıbbi alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaprakların değerlendirilmesinden sonra geri kalan biberiye sapları ise atıl olarak kalmaktadır. Bu çalışmada biberiye saplarının kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde değerlendirme potansiyelinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla sapların kimyasal ve morfolojik özellikleri ile lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan veriler (keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijidite katsayısı, mülhstep oranı ve F oranı) tespit edilmiş ve sonuçlar diğer lignoselülozik malzemelerle karşılaştırılmıştır. TAPPI standartlarına göre yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre biberiye sapı %63.6 holoselüloz, %36.4 α -selüloz, %26.9 lignin ve %1.9 kül içermektedir. Çözünürlükleri ise sırasıyla toluen-alkol-aseton %4.8, sıcak su %10.4, soğuk su %7.9 ve %1 NaOH %22.8'dir. Lif uzunluğu 0.36 mm, lif çapı 12.84 μ m, çeper kalınlığı 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m'dur. Morfolojik özelliklerden türetilen verilere göre keçeleşme katsayısı 27.77, elastiklik katsayısı 32.87, katılık katsayısı 33.57, runkel oranı 2.04, mülhstep oranı 89.20 ve F oranı %82.72'dir. Biberiye sapı holoselüloz, α -selüloz ve lignin bakımından yapraklı ağaç odun özelliği göstermektedir. Morfolojik özelliklerden türetilen verilere göre biberiye sapı, kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun bir hammadde olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Rosmarinus officinalis*, Biberiye, Lif morfolojisi, Kimyasal bileşen

Utilization of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) stalks in pulp and paper production

Abstract: The leaves of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) are used very common in the medicine. However, after the usage of leaves, stalks are useless. In this study, utilization of rosemary stalks in pulp and paper industry is analyzed. For this purpose, chemical and morphological properties were determined. Also, some derived values (slenderness ratio, flexibility coefficient, rigidity coefficient, mülhstep ratio and F ratio) were found from the fiber properties (fiber length, fiber diameter, cell wall thickness and lumen diameter). Results were compared with other lignocellulosic materials. The stalks composed of 63.6% holocellulose, 36.4% α -cellulose, 26.9% lignin and 1.9% ash. Solubility values were 4.8%, 10.4%, 7.9% and 22.8% as for toluene-alcohol-acetone mixture, hot water, cold water and 1% NaOH, respectively. Fiber length, fiber diameter, cell wall thickness and lumen diameter were found 0.36 mm, 12.84 μ m, 4.31 μ m and 4.22 μ m, respectively. The slenderness ratio, flexibility coefficient, rigidity coefficient, mülhstep ratio and F ratio were determined in the order of 27.7, 32.87, 33.57, 2.04, 89.20 and 82.72%. According to these results the stalks of rosemary showed similarities with hardwood species with respect to holocellulose, α -cellulose and lignin. However derived values indicated that the stalks of rosemary is not suitable for pulp and paper production.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, Rosemary, Fiber morphology, Chemical composition

1. Giriş

Gelişmiş ülkelerde kağıt çeşitliliği ve tüketiminin artması sonucu odun hammaddesine olan talepte giderek artmıştır. Orman kaynaklarının sınırlı olması oduna alternatif yeni hammadde kaynaklarının bulunması ve endüstride değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Kuşdili olarak bilinen biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Lamiaceae familyasına aittir. Her daim yeşil olan bu bitki Akdeniz bölgesine özgüdür. Gıda alanında baharat ve çay olarak tüketilirken kozmetik ve ilaç sektöründe de kullanılmaktadır (Hassan vd., 2013; Begum ve Ali, 2015).

Orman Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre 2000 - 2015 yılları arasında Türkiye'de biberiye üretim miktarı büyük dalgalanmalar göstermiştir. Şekil 1'de görüldüğü

üzere en yüksek üretim miktarı 599 ton ile 2001 yılında gerçekleşirken bu miktar 2011'de 50 ton, 2012'de 133 ton, 2014'de 172 ton ve 2015'de 278 ton olmuştur (OGM, 2015).

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda doğal ürünlere olan ilgi ve talep artmıştır. Bu nedenle biberiye üretiminin giderek artacağı düşünülmektedir. Ticari olarak biberiye yaprakları endüstride değerlendirilirken lignoselülozik yapı gösteren sapları maalesef atıl olarak kalmaktadır. Bu çalışmada atıl olan biberiye saplarının, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde hammadde olarak kullanıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Bu amaçla biberiye saplarının kimyasal ile morfolojik özellikleri belirlenmiş ve lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunan değerler (keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı,

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46040, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): zehra@ksu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.07.2017



Citation (Atf): Odabaş Serin, Z., Ateş, N., Cavunt, A., 2017. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(2): 155-159. DOI: [10.18182/tjf.310094](https://doi.org/10.18182/tjf.310094)

rijidite katsayısı, mülhstep oranı ve F oranı) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar çeşitli lignoselülozik malzemelerin özellikleriyle mukayese edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

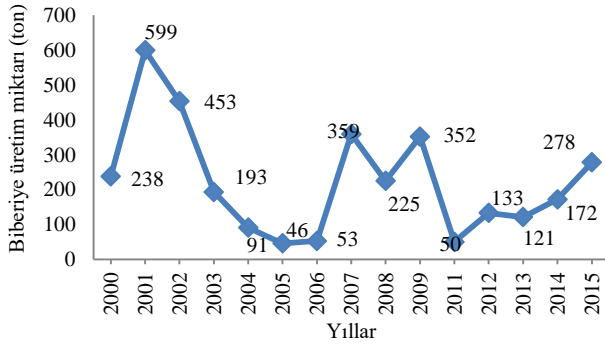
10 yıllık biberiye sapları 2016 yılı Nisan ayında Kahramanmaraş'tan (Türkiye) toplanmıştır. Laboratuvarında açık hava şartlarında kurumaya bırakılan saplar, yapraklarından temizlendikten sonra 3-4 cm uzunluğunda olacak şekilde küçültülmüştür.

Kimyasal analizler için örnekler TAPPI T-264 om- 07 standardına göre hazırlanmıştır. Wiley tipi bir öğütücüde öğütülen örnekler daha sonra eleme işlemine tabii tutulmuş ve 60 mesh üzerinde kalanlar cam bir kavanozda muhafaza edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal analizler

Biberiye saplarına uygulanan kimyasal analizler ve kullanılan standartlar Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de 2000 - 2015 yıllarına ait biberiye üretim miktarı (ton) (OGM, 2015)

Çizelge 1. Kimyasal analizler ve standartlar

Bileşen adı	Yöntem
Holoselüloz	Klorit yöntemi (Wise & Karl 1962)
α -selüloz	Rowell (2005)
Lignin	TAPPI T 222 om-02 (2002)
Toluen-alkol-aseton (4:1:1) çözünürlüğü (v/v)	TAPPI T 204 cm-97 (1997)
Sıcak su çözünürlüğü	TAPPI T 207 om-99 (1999)
Soğuk su çözünürlüğü	TAPPI T 207 om-99 (1999)
%1 NaOH çözünürlüğü	TAPPI T 212 om-12 (2012)
Kül miktarı	TAPPI T 211 om-02 (2002)

Bütün testler 3 kere tekrar edilerek ortalaması alınmış ve sonuçlar tam kuru odun ağırlığına göre rapor edilmiştir.

2.2.2. Morfolojik özellikler

Biberiye sapının morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Spearin ve Isenberg (1947) yöntemi kullanılmıştır. Kibrit çöpü ebatlarına getirilen biberiye sapları, sodyum klorit ve asetik asit kullanılarak maserasyon işlemine tabii tutulmuştur. Pipet yardımıyla bir damla örnek lam üzerine damlatıldıktan sonra Nikon eclipse 80i mikroskopunda lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı ve lif çeper kalınlığı ölçülmüştür. Lif uzunluğu 4x ve diğer özellikler ise (lif genişliği, lümen çapı ve çeper kalınlığı) 40x objektifi ile ölçülmüştür. Her bir özellik için rastgele 50 ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır.

Liflerin kağıtçılık açısından değerlendirilmesinde kullanılan keçeleşme oranı, elastikiyet katsayısı, rijidite katsayısı, runkel oranı, mülhstep oranı ve F faktörü aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Kırcı, 2006).

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif uzunluğu } (\mu\text{m}) / \text{Lif genişliği } (\mu\text{m})$$

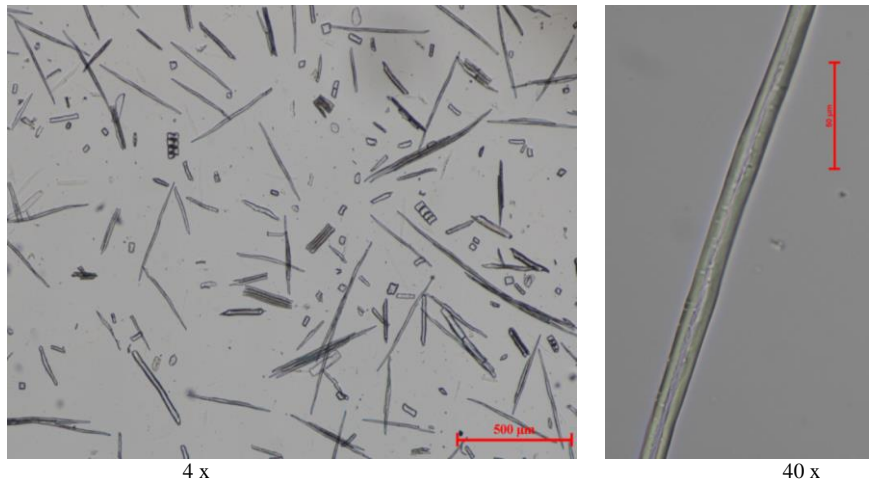
$$\text{Elastiklik katsayısı } (\%) = (\text{Lümen çapı} / \text{Lif genişliği}) \times 100$$

$$\text{Rijidite katsayısı } (\%) = (\text{Lif çeper kalınlığı} / \text{Lif genişliği}) \times 100$$

$$\text{Runkel oranı} = (\text{Lif çeper kalınlığı} \times 2) / \text{Lümen çapı}$$

$$\text{Mülhstep oranı} = 100 \times (\text{Lif genişliği}^2 - \text{Lümen çapı}^2) / \text{Lif genişliği}^2$$

$$\text{F oranı } (\%) = 100 \times (\text{Lif uzunluğu} / \text{Lif çeper kalınlığı})$$



Şekil 2. Maserasyon işlemine tabii tutulmuş biberiye saplarının mikroskopik görüntüleri

3. Bulgular ve tartışma

Biberiye örneklerine ait kimyasal, morfolojik analiz sonuçları ile morfolojik özelliklerden türetilen değerlere ait veriler sırasıyla Çizelge 2, 3 ve 4'de gösterilmiştir. Bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla çizelgelerde bazı tek ve çok yıllık bitki saplarının özelliklerine de yer verilmiştir. Çizelgede yer alan lavanta (*Lavandula pinnata* L.) ve oğul otu (*Melissa officinalis*) bitkileri biberiye gibi Ballıbabagiller familyasına aittir.

Odun ve odun dışı ürünlerin ana bileşenlerini holoselüloz, lignin ve ekstraktif maddeler oluşturmaktadır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere biberiye sapı holoselüloz (%63.6), α -selüloz (%36.4), lignin (%26.9) ve toluen-alkol-aseton çözünürlük (% 4.8) miktarı bakımından yapraklı ağaç (YA) odun özelliği göstermiştir. Kağıt sektöründe holoselüloz ve α -selüloz miktarının yüksek olması arzulan bir durumdur. Yüksek holoselüloz içeriği yüksek hamur verimi demektir (Ashori vd., 2011). Bunun yanı sıra lifler arası bağ artacağından elde edilen kağıtların özellikleri de olumlu olarak artacaktır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Biberiye sapının soğuk su (%7.9) ve sıcak su (%10.4) çözünürlüğü ile kül (%1.9) değerleri ise hem ıgne yapraklı (İYA) hem de yapraklı ağaç (YA) odun değerlerinden yüksek, buna karşın çizelgede verilen diğer lignoselülozik malzemelerden düşük bulunmuştur. Biberiye örneklerinin %1 NaOH (%22.8) çözünürlük sonucu ise YA'ların üst sınır aralığına (15-22%) yakın çıkarken diğer lignoselülozik

malzemelerden oldukça düşük bulunmuştur. Kağıt sektöründe ekstraktif madde miktarının yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Bilindiği üzere lignoselülozik bileşiklerdeki ekstraktif maddeler, hammaddenin rengi ve parlaklığı üzerinde etkilidir. Yüksek ekstraktif madde miktarına sahip bir hammaddeden üretilen kağıt hamuru, ağartma işlemi sırasında ilave masraflara sebep olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1989). Yüksek kül içeriği kağıt hamuru üretimini zorlaştırmaktadır (Ashori vd., 2011). Buna göre biberiye örneklerinin çizelgedeki diğer lignoselülozik malzemelerden daha düşük çözünürlük ve kül miktarına sahip olması kağıt sektörü için avantaj olmaktadır.

Kağıt özellikleri üzerinde kimyasal yapının olumlu etkisi bulunmaktadır. Ancak bu etki liflerin morfolojik özelliklerinden daha önemli değildir (Bozkurt ve Erdin, 1989). Buna göre Çizelge 3 irdelendiğinde biberiye lif uzunluğunun 0.36 mm ve lif genişliğinin de 12.84 μ m olduğu görülmektedir. Bu değerler hem YA (0.7 – 1.6 mm) hem de çizelgede yer alan diğer bitki sapı lif özelliklerinin çok altındadır. Biberiye sapının çeper kalınlığı ise 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m ölçülmüştür. Lif boyutları ile kağıt özelliklerinin arasında bir ilişki aranmasının çok doğru bir yaklaşım olmadığı bunun yerine lif boyutlarından (lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı ve lümen çapı) türetilen keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijitide katsayısı, mülhstep oranı ve F oranı ile kağıt özelliklerinin değerlendirilmesinin daha objektif bir yaklaşım olacağı bildirilmiştir (Kırcı, 2000).

Çizelge 2. Bazı lignoselülozik malzemelerin kimyasal bileşenleri

Hammadde	Holoselüloz (%)	α -selüloz (%)	Lignin (%)	Toluen-alkol-aseton çözünürlüğü (%)	Sıcak su çözünürlüğü (%)	Soğuk su çözünürlüğü (%)	% 1 NaOH çözünürlüğü (%)	Kül (%)	Kaynak
Biberiye sapı	63.6 (0.27)	36.4 (0.15)	26.9 (0.28)	4.8 (0.16)	10.4 (0.15)	7.9 (0.26)	22.8 (0.32)	1.9 (0.1)	
Lavanta sapı	-	32.7	32.04	8.25*	-	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	57.0 (1.4)	42.7 (1.8)	26.5 (4.3)	6.7 ¹ (0.8)	20.0 (1.4)	-	68.9 (7.5)	9.5 (2.6)	Ashori vd., 2011
Dallı darı sapı	-	41.4	-	-	-	-	-	-	Ververis, 2004
Pamuk sapı	75.6	39.8	18.2	6.1	15.3	11.7	30.9	2.52	Tutuş vd., 2010
Kanola sapı	72.1	39.9	20.6	2.8*	8.6	7.5	29.1	5.8	Tofanica vd., 2011
Tütün sapı	67.6	37.5	17.5	6.5*	19.1	-	42.9	7.3	Tank vd., 1985
İYA	70-81	40-45	24 -32	1 - 8	1-6	1-4	8-14	<1	Tutuş vd., 2010
YA	63-90	36-49	21-25	1 - 7	1-8	1-5	15-22	<1	Tutuş vd., 2010

* = Alkol- benzen, ¹ = Etil alkol-diklorometan çözünürlüğü, Standart sapmalar parantez içerisinde verilmiştir, İYA=İgne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Çizelge 3. Bazı lignoselülozik malzemelerin morfolojik özellikleri

Hammadde	Lif uzunluğu (mm)	Lif genişliği (μ m)	Lif çeper kalınlığı (μ m)	Lümen çapı (μ m)	Kaynak
Biberiye sapı	0.36 (44.8)	12.84 (0.69)	4.31 (0.66)	4.22 (0.71)	
Lavanta sapı	0.54	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	0.55 (0.11)	16.38 (3.57)	3.96 (0.85)	-	Ashori vd., 2011
Buğday sapı	0.74	13.20	4.59	4.02	Deniz vd., 2004
Kanola sapı	1.198 (0.26)	13.10 (3.34)	2.25 (0.47)	8.60 (2.82)	Tofanica vd., 2011
Pamuk sapı	0.81	24.98	4.12	16.75	Tutuş vd., 2010
İYA	2.7 - 4.6	32 - 43	-	-	Atchison (1987)
YA	0.7 - 1.6	20 - 40	-	-	Atchison (1987)

Standart sapmalar parantez içerisinde verilmiştir, İYA=İgne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Çizelge 4. Bazı lignoselülozik malzemelerin morfolojik özelliklerden türetilen değerler

Hammadde	Keçeleşme oranı	Türetilmiş değerler					Kaynak
		Elastiklik katsayısı	Rijitide katsayısı	Runkel oranı	Mühlstep oranı	F oranı (%)	
Biberiye sapı	27.77	32.87	33.57	2.04	89.20	82.72	
Lavanta sapı	43	-	-	-	-	-	Yan-xing vd., 2011
Melisa sapı	35.6 (11.1)	-	-	-	-	-	Ashori vd., 2011
Tütün sapı	38.97	69.9	-	-	-	-	Deqing vd., 2016
Kanola sapı	91	0.64	18	0.58	57.69	555	Tofanica vd., 2011
Dallı darı sapı	87.7	44.2	-	1.5	-	-	Ververis, 2004
İYA	95-120	75	-	0.35	-	-	Smook 1997
YA	55-75	55-70	-	0.4-0.7	-	-	Smook 1997

İYA=İğne yapraklı ağaç, YA=Yapraklı ağaç

Kağıt hamuru liflerinin morfolojik özellikleri bu liflerden üretilecek kağıt safihalarının fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Young, 1981). Bu nedenle morfolojik özelliklerden türetilen değerlerin bilinmesi elde edilecek kağıtların direnç özellikleri hakkında bize önbilgiler vermektedir. Çizelge 4’de biberiye sapının keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, rijitide katsayısı, runkel oranı, mühlstep oranı ve F oranı verilmiştir. Keçeleşme oranı YA’da 55-75 aralığında iken bu oran lavanta sapında 43 ve melisa sapında 35.6 olduğu bildirilmiştir. Keçeleşme oranının 70’in altına düşmesi ile birlikte kağıt direnç özelliklerinin de azalmaya başladığı kabul edilmektedir (Kırcı, 2000). Buna göre biberiye sapından elde edilecek kağıtların yırtılma direnci düşük olacaktır.

Lümen çapının lif genişliğine oranlanması ile hesaplanan elastiklik katsayısı ile çekme direnci arasında pozitif bir ilişki bulunduğu ve bu katsayı yükseldikçe çekme direncinin arttığı bildirilmiştir (Kırcı, 2000). Çizelge 4’de görüldüğü üzere bu değer İYA 75 ve YA 55-70 aralığındadır. Bu değer biberiye sapında 32.87 olarak tespit edilmiştir. Bilindiği üzere lifler elastiklik katsayılarına göre 4 kategoriye ayrılmaktadır: Elastiklik katsayısı 75’den büyük olan çok esnek lifler (I. grup), 50-75 arasında olan esnek lifler (II. grup), 30-50 arasında olan rijit lifler (III. grup) ve 30’dan küçük olan çok rijit lifler (IV. grup). Bu sınıflandırmaya göre biberiye sapı lifleri, rijit lif (III. grup) yapısına sahip olup kağıt sektöründe arzu edilmemektedir. Çünkü bu tür lifler, kalın çeperli-dar lümenli olup çok az yassılaşıma (çökme) göstermekte, lif yüzey temas alanı az olduğundan lifler arası bağlarda zayıf olmaktadır. Bundan dolayı bu kategoride yer alan liflerin, liflevha, rijit karton ve mukavva yapımına uygun olduğu bildirilmektedir (Kırcı, 2000).

Rijitide katsayısının büyüklüğü, kağıdın fiziksel direnç niteliklerinin özellikle patlama, kopma (Bostancı, 1980) ve katlama direnci üzerine olumsuz etkisi vardır (Tofanica vd., 2011). Çizelgeden görüldüğü üzere bu değer biberiye sapında 33.57’dir. Bir mukayese yapıldığında bu değer orman endüstri sanayisinde yaygın olarak kullanılan kayın’da (*Fagus orientalis*) 26 ve karaçam’da (*Pinus nigra*) 14’dür (Akgül ve Tozluoğlu, 2009).

Runkel oranı 1’den küçük olan lifler esnek lif kategorisinde yer almaktadır. Bu kategorideki lifler kağıt üretilirken presleme sırasında kolayca yassılaştığından lifler arası bağlantı da daha kuvvetli olmaktadır. Bundan dolayı bu tür lifler, “kağıt yapımına uygun lifler” grubunda yer almaktadır. Biberiye sapında bu değer 2.04 olduğu görülmektedir. Bu değer İYA (0.35) ve YA (0.4 - 0.7) değerlerinin çok üzerindedir. Buna göre runkel sınıflandırmasına göre biberiye sapı lifleri, “kağıt yapımına en az uygun lifler” kategorisinde yer almaktadır.

Kağıt üretimi sırasında ince çeperli lifler kolayca ezildiğinden (yassılaşımda) elde edilen kağıtların hem yoğunluğu hem de direnç özellikleri pozitif olarak artmaktadır (Casey, 1961). Bu nedenle mühlstep oranının düşük olması arzu edilmektedir.

Mühlstep oran sınıflamasına göre lifler aşağıda sırasıyla verildiği üzere 3’e ayrılmaktadır (Simionescu vd. 1964):

1. Mühlstep oranı 30’dan az olan lifler: kurdela şekilli lifler (ribbon-shaped fibers); ince çeperli ve geniş lümenli; keçeleşme özellikleri iyi olan lifler.
2. Mühlstep oranı 31-80 arasında olan lifler: ara formlara sahip silindirik lifler.
3. Mühlstep oranı 81’den büyük olan lifler: çubuk şekilli lifler (rod-shaped fibers). Bu kategorideki liflerin çeper kalınlığı fazla lümen genişliği azdır.

Birinci grupta yer alan lifler kağıt üretimine en uygun lifleri ifade ederken 3. gruptakiler en az uygun olanları işaret etmektedir (Tofanica vd., 2011). Bu sınıflandırmaya göre biberiye sapları 89.20’lik bir oran ile 3. grupta yani kağıtçılık açısından arzu edilmeyen bir kategoride yer almaktadır.

Yüksek F oranı (%) değeri bu liflerden elde edilecek kağıtların elastikiyetlerinin iyi olacağını göstermektedir (Bostancı, 1987). Çizelge 4’de görüldüğü üzere biberiye sapının F oranı 82.71’dir. Bu değer karaçam’da 586.38 (İstek vd., 2008), kızılçam’da 606.7 (Bektaş, vd. 1999) ve kanola sapında 555 (Tofanica vd., 2011) tespit edilmiştir. Buna göre biberiye liflerinin F oran değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Biberiye sapının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun tespiti için biberiye örneklerinin kimyasal ve morfolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre biberiye sapı holoselüloz, α -selüloz ve lignin içeriği bakımından YA özelliği göstermiştir.

Bunun yanı sıra biberiye sapı genel olarak tek ve çok yıllık bitkilerden daha az ekstraktif madde (toluen-alkol-aseton, sıcak su, soğuk su ve %1 NaOH çözünürlüğü) ve kül içermekte olup bu durum kağıtçılık sektörü için avantajdır. Ancak morfolojik özelliklere (lif uzunluğu 0.36 mm, çeper kalınlığı 4.31 μ m ve lümen çapı 4.22 μ m) ve bunlardan türetilen değerlere göre biberiye sapı kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygun bir hammadde değildir. Ancak kompozit üretimi gibi başka alanlarda değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus orientalis* L.) and pine (*Pinus nigra* A.) plantations. Trends in Applied Sciences Research 4: 116–125.
- Ashori, A., Hamzeh, Y., Amani, F., 2011. Lemon Balm (*Melissa officinalis*) Stalk: Chemical composition and fiber morphology. J Polym Environ, 19: 297-300. DOI 10.1007/s10924-010-0279-8.
- Atchison, J. E., 1987. Data on non-wood plant fibers. In *The secondary fibers and non-wood pulping*, 3rd ed., ed. F. Hamilton, Chap. 3. Atlanta, GA: TAPPI Press.
- Begum, A. ve Ali, S.S. (2015). Pharmacognostical standardization of aerial parts of *Rosmarinus officinalis* var. *albus*, Int J Pharm Bio Sci, 6(2), 498-513.
- Bektaş, İ., Tutuş, A., Eroğlu, H., 1999. A study of the suitability of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) for pulp and paper manufacture. Tr J Agric For 23(3): 589-597.
- Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. KTÜ Orman Fak., Yay.No. 114 / 13, Trabzon.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1989. Odunsu lifler ve tanımı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 39(4).
- Casey, J.P., 1961. Pulp and paper chemistry and chemical technology. Vol. 2. Second Edition. Wiley Interscience Publisher Inc., New York, 581-1249p.
- Deniz, İ., Kırıcı, H., Ateş, S., 2004. Optimization of wheat straw triticum drum kraft pulping. Ind. Crop. Prod.,19: 237-243.
- Deqing, Z., Ya, D., Guanglin, F., Jie, Y., Lanlan, T., Jun, L., 2016. Chemical composition, fiber morphology and biological structure of tobacco stalks. Product Technology, Vol. 49: 80-86. DOI 0.16135/j.issn1002-0861.20160413
- Hassan, F.A.S., Bazaid,S., Ali, E.F., 2013. Effect of deficit irrigation on growth, yield and volatile oil content on *Rosmarinus officinalis* L. plant. Journal of Medicinal Plants Studies, 1(3): 12-21.
- İstek, A., Eroğlu, H., Gülsoy, S.K., 2008. Fiber and paper properties changes in relation to age of black pine. Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty 8 (1): 61-66.
- Kırıcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:63, Trabzon, Türkiye.
- Kırıcı, H., 2006. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.
- OGM, 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri 2015. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler>, Erişim: 15.04.2017.
- Rowell, R.M., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Taylor & Francis Group, CRC Press, USA.
- Simionescu, C. I., M. Grigora,S., Cernătescu-Asandei, A., 1964. Chemistry of wood in R.P.R. Bucharest. Academy of Popular Republic of Romania Publishing House, Romania.
- Smook, G.A., 1997. Handbook for pulp and paper technologists. Angus Wilde Publications, Vancouver.
- Spearin, W.E., Isenberg I.H., 1947. Maceration of woody tissue with acetic acid and sodium chlorite. Science, 105: 214.
- Tank, T., Bostancı, Ş., Eroğlu, H., Enercan, S., 1985. Tütün saplarının kağıt yapımında değerlendirilmesi. Doğa Bilim Dergisi, D2, 9: 3.
- TAPPI T 204 cm-97, 1997. Solvent extractives of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 207 cm-99, 1999. Water solubility of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 211om-02, 2002. Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525 °C. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 212om-12, 2012. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA
- TAPPI T 222 om-02, 2002. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. Tappi Press, Atlanta, GA.
- TAPPI T 264 om-07, 2007. Preparation of wood for chemical analysis. Tappi Press, Atlanta, GA.
- Tofanica, B.M., Cappelletto, E., Gavrilesco, D., Mueller, K., 2011. Properties of Rapeseed (*Brassica napus*) stalks fibers. Journal of Natural Fibers, 8: 241-262. DOI: 10.1080/15440478.2011.626189
- Tutuş, A., Ezici, A.C., Ateş, S., 2010. Chemical, morphological and anatomical properties and evaluation of cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.) in pulp industry. Scientific Research and Essays Vol. 5(12): 1553-1560.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P., Santas, R., 2004. Fibers dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crops and Products., 19: 245-254. doi:10.1016/j.indcrop.2003.10.006
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology. In: Earl, C.L. (Ed.) Vol. 1: Pulp, McGraw Hill-Book Co., New York.
- Yan-xing, Z., Jun, Y., Jian, X., Sheng-long, W., Hong, W., 2011. Analysis of chemical components and morphology of the stem fiber of *Lavandula pinnata* L. Paper Science & Technology, 2011-04.
- Young, J.H., 1981. Fiber preparation and approach flow in pulp and paper. In: "Chemistry and Chemical Technology" (Casey JP eds): Interscience publishers, New York.