

**SUSAM (*Sesamum indicum* L.), PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) VE HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) SAPLARINDA KARBONHİDRAT, LİGNİN MİKTARLARI VE BAZI LİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Samim YAŞAR<sup>1\*</sup> Bilgin GÜLLER<sup>1</sup> Hasan BAYDAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SDÜ Orman Fakültesi, Orm. End. Müh. Böl., 32260, ISPARTA

<sup>2</sup> SDÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Böl., 32260, ISPARTA

\*syasar@orman.sdu.edu.tr

**ÖZET**

Dünya çapında orman alanlarının azalması orman ürünleri endüstrisini oduna alternatif olabilecek nitelikteki hammaddelerin arayışına yöneltmiştir. Bu nedenle çalışmamızda, susam, pamuk ve haşhaş bitkilerine ait saplarda karbonhidrat kompozisyonu ve miktarları, lignin miktarları ile bazı lif özellikleri araştırılmıştır. Saplarda ramnoz (%0.59-0.87), ksiloz (%18.42-19.76), arabinoz (%1.49-1.57), mannoz (%1.11-1.77), glukoz (%44.05-45.98) ve galaktoz (%1.37-1.93) monosakkarit birimleri olarak saptanmıştır. Klason lignini miktarları %22.99 ile %23.64 arasında tespit edilmiştir. Lif uzunluğu değerleri 420 ile 3650 µm aralığında sıralanırken, lif genişlikleri ise saplarda 10 ile 60 µm aralığında yer almıştır. Elde edilen sonuçlar, geniş yapraklı ağaç türleriyle karşılaştırılabilir düzeyde olup, söz konusu zirai materyallerin orman ürünleri endüstrisine ait ilgili proseslerde kullanılabilirliğine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımsal atıklar, Karbonhidrat, Lignin, Lif özellikleri

**STUDIES ON CARBOHYDRATE, LIGNIN CONTENTS AND SOME FIBER PROPERTIES OF SESAME (*Sesamum indicum* L.), COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) AND POPPY (*Papaver somniferum* L.) STALKS**

**ABSTRACT**

Unprecedented forest resource degradation led to world-wide efforts to develop products from non-wood resources. For this reason, sesame, cotton and poppy stalks were investigated with regard to carbohydrate composition, carbohydrate content, lignin content and some fiber properties in this study. Rhamnose (0.59-0.87%), xylose (18.42-19.76%), arabinose (1.49-1.57%), mannose (1.11-1.77%), glucose (44.05-45.98%) and galactose (1.37-1.93%) were identified as monosaccharide units of the stalks. Klason lignin contents were determined between 22.99% and 23.64%. Fiber lengths values were measured between 420 and 3650 µm, whereas fiber widths were found between 10 and 60 µm. Results showed that properties of stalks are comparable to hardwood species and mentioned agricultural materials might be appropriate for some industrial processes of forest products.

**Keywords:** Agricultural residues, Carbohydrate, Lignin, Fiber properties

## 1. GİRİŞ

20. Yüzyılın ikinci yarısında özellikle dünya nüfusunun artmasıyla ve teknolojiye bağlı olarak orman ürünlerine olan talebin yükselmesiyle birlikte orman alanlarının azalması orman ürünleri endüstrisini oduna alternatif olabilecek nitelikteki hammaddelerin arayışına yöneltmiştir. 1990-2009 yılları arasında 20 yıllık periyodu içeren son ormancılık ana planı verileri göstermiştir ki, endüstriyel odun talebi tahmini olarak, 1990 yılında 13 milyon metreküptür. Bu miktarın 2009 yılında ise 22.5 milyon metreküpe ulaşacağı tahmin edilmektedir. Oysa ülkemizde toplam endüstriyel odun arzının kavak odunu dahil 10-16 milyon metreküp arasında değiştiği görülmektedir (Öner ve Aslan, 2002).

Ülkemizde IGEME (2004) verilerine göre yıllık 1.6 milyon ton kağıt üretilmesine karşın 2.8 milyon ton tüketim gerçekleşmektedir. Yıllık odun arzının talebe karşın azlığı (Öner ve Aslan, 2002) orman kaynaklı hammadde kullanılarak kağıt tüketim miktarı ile üretim miktarı arasındaki farkın kapatılamayacağını açıkça göstermektedir. Ayrıca kağıda olan talebin günden güne yükseldiği düşünüldüğünde bu farkın daha da artacağı açıkça görülebilmektedir. Söz konusu problemin çözülmesinde, kağıt hamuru dışalımı gerçekleştirilmekte ve/veya geniş plantasyonlarda yetiştirilen yabancı türlerden hammadde kaynağı olarak yararlanılmakta ya da selüloz ve kağıt üretimine uygun lif özelliklerine ve kimyasal kompozisyona sahip tarımsal atıklardan faydalanma yoluna gidilmektedir (Yaman ve Gencer, 2005).

Tarımsal atıkların miktarı açısından en önemli yeri endüstriyel bitkilerin üretimi tutmaktadır. Susam (*Sesamum indicum* L.), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) ve haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Türkiye’de yetiştirilen endüstriyel bitkiler arasında yer almaktadır. Susam bitkisi 2 m’ye kadar boylanabilmekte ve sapsapları 4, 6 veya 8 köşeli olabilmektedir. Sapsaplarındaki dallanma seyrek ekimlerde artış göstermekte ve 8 ile 11 arasında yan dallanma oluşmaktadır (Anonim, 2009). Oİ World Annual’in (2006) 2005 yılına ait verilerine göre Ülkemizde 48000 ha hasat alanında 23000 ton susam bitkisinin üretildiği belirtilmiştir. Pamuk Ülkemizde 2008 yılında Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 1820000 ton üretilmiştir (TÜİK, 2009). Üretilen pamuk bitkisindeki dal, gövde, yaprak, kök ve kabuk içeren pamuk sapının kütlege pamuğa oranı 6.6/1 olarak belirlenmiştir (Brown, 1938). Buna göre yılda yaklaşık olarak pamuk üretiminden 12012000 ton sap elde edilmektedir. Haşhaş en fazla Akdeniz iklim kuşağında yetişen bir yağ bitkisidir. 2002 yılı verilerine göre 50741 ha alandan 17530 ton ürün elde edilmiştir (ATİM, 2003). Haşhaş bitkisinden dekar başına 100 kg tohum elde edilirken, 500 kg haşhaş sapı sağlanmaktadır (Derinkök, 2008).

Tarımsal atıklar ya toplanarak arazide terk edilmekte, ya da yakıt olarak tüketilmektedir. Bunun yerine tarımsal atıkların endüstriyel hammadde olarak kullanılması daha ekonomik olacağından, çalışmamızda tarımsal atık teşkil eden susam, pamuk ve haşhaş sapsaplarında orman endüstrisi açısından önem arz eden lignoselülozik materyal niteliklerinden karbonhidrat ve lignin miktarları ile bazı lif özellikleri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda kullanılan bitkisel materyallerden, susam sapsarı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden, pamuk sapsarı Adana'nın Karaisalı İlçesi'nin Çakallı Köyü'nden ve haşhaş sapsarı Isparta'nın Gelendost İlçesi'nin Yenice Köyü'nden temin edilmiştir. Elde edilen susam, pamuk ve haşhaş sapsarı oda sıcaklığı koşullarında, yayılarak 6 hafta süreyle kurutulmuşlardır. Hava kurusu hale getirilen sapsarıdan lif uzunluğu ve genişliği analizlerinde kullanılmak üzere bir kısmı ayrılmış ve oda sıcaklığı koşullarında saklanılmaya devam edilmiştir. Diğer analizlerde kullanılacak sapsarılar 2-3 cm uzunluğunda parçalara bölünerek, Retsch SK 1 değirmeni ile öğütülüp 40-100 mesh'lik eleklerden geçirilmişlerdir. Büchi Extraction System B-811 cihazında örneklere öncelikle 2:1 oranında sikloheksan:etanol, daha sonra etanol ile ekstraksiyon işlemi uygulanmış ve materyaller ekstraktan arındırılmış hale getirilmiştir.

Asit hidrolizi işlemi için Dill ve arkadaşları (1984)'na ait asit hidrolizi yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. 1 g tam kuru maddeye denk gelecek şekilde tartılan örnekler öncelikle 20 ml % 72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile 30 °C'de 2 saat süreyle hidrolize edilmiş, daha sonra 360 ml'ye saf su ile tamamlanarak, P-Selecta otoklavda 120 °C'de 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Süzme işlemi sonucu, Klason lignini kalıntı olarak, polisakkarit birimleri (monosakkaritler) ise hidrolizat içerisinde elde edilmiştir. 105±2 °C'de kurutulan Klason lignini miktarı, ekstraktlanmış ve fırın kurusu materyal yüzdesi olarak tespit edilmiştir. Monomer yapıtaşlarına parçalanmış polisakkaritleri içeren asit hidrolizati, HPLC ile karbonhidrat analizinde kullanılmak üzere saklanmıştır.

Örneklerimize ait asit hidrolizatlarının pH derecesi HPLC analizleri öncesinde baryum hidroksit ile 7 düzeyine getirilmiştir. HPLC analizleri için SHIMADZU sistem ve RI (Refractive Index) dedektör kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi 20 µL olarak uygulanmıştır. Mobil faz olarak CH<sub>3</sub>CN:H<sub>2</sub>O (75/25, v/v) kullanılmış ve akış hızı dakikada 0.8 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Kromatografik ayırma Luna NH<sub>2</sub> kolonu (250x4,6 mm; id 5 µm) ile 20 °C'de yapılmıştır.

Jeffrey yönteminin (Jeffrey, 1917; Schmid, 1982) modifiye edilerek uygulanmasıyla çalışmamızda kullanılan materyallerde optimal liflendirme verimine ulaşılmıştır. Yönteme göre susam, haşhaş ve pamuk sapsarı liflere paralel yönde 2 cm uzunluğunda parçalara bölünmüş ve 0.5 mm kalınlıkta parçalara kesilmişlerdir. Bu şekilde hazırlanan örnekler deney tüpleri içerisine aktararak üzerleri örtülünceye kadar eşit miktarda %10'luk nitrik asit ve %10'luk kromik asit tüp içerisine ilave edilmiştir. Örnekler 6 saat süreyle 60 °C su banyosunda bekletildikten sonra 100 devir/dakika derecesinde 45 dakika süreyle çalkalanarak liflerin serbest hale getirilmesi sağlanmıştır. Daha sonra lifler saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işlemi vakum ünitesinde gerçekleştirilmiş ve 1 nolu whatman kağıdı kullanılmıştır. Yıkama işlemi bittikten sonra lifler ölçümler için etanol içerisinde saklanmıştır. Bir pens yardımı ile lifler saf su içerisine yayılarak preparatlar hazırlanmış daha sonra lif uzunluk ve genişlikleri için ölçümler ışık mikroskopunda oküler mikrometresi ve amaca uygun objektif kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Susam, haşhaş ve pamuk sapsarına ait mikroskop görüntüleri ışık mikroskobuna

bağlı dijital kamera ile preparatlardan elde edilmiş ve bilgisayar ortamına kaydedilmiştir.

Keçeleşme oranı, lif uzunluğunun lif genişliğine oranı olarak belirlenmiştir (Bozkurt, 1971; Göksel, 1984; Tank vd., 1990).

Elde edilen sonuçlar, SPSS for Windows programı kullanılarak Tanımlayıcı İstatistik Analizi, Basit Varyans Analizi (Anova Testi) ve Duncan Testi ile değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR

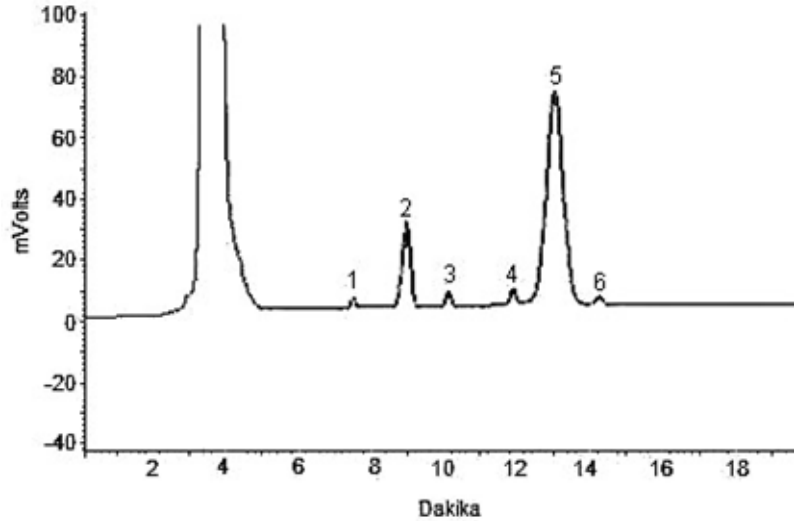
Ekstraktan arındırılmış susam, haşhaş ve pamuk örneklerine asit hidrolizi uygulanmış ve Klason lignini kalıntı olarak, monosakkarit birimleri ise hidrolizat içerisinde elde edilmiştir. Klason lignini miktarları, ekstraklanmış ve fırın kurusu materyal yüzdesi olarak Çizelge 1’de görüldüğü gibi % 22.99 ile % 23.64 arasında değişmektedir.

Çizelge 1. Susam, haşhaş ve pamuk saplarına ait Klason lignini miktarları (%)

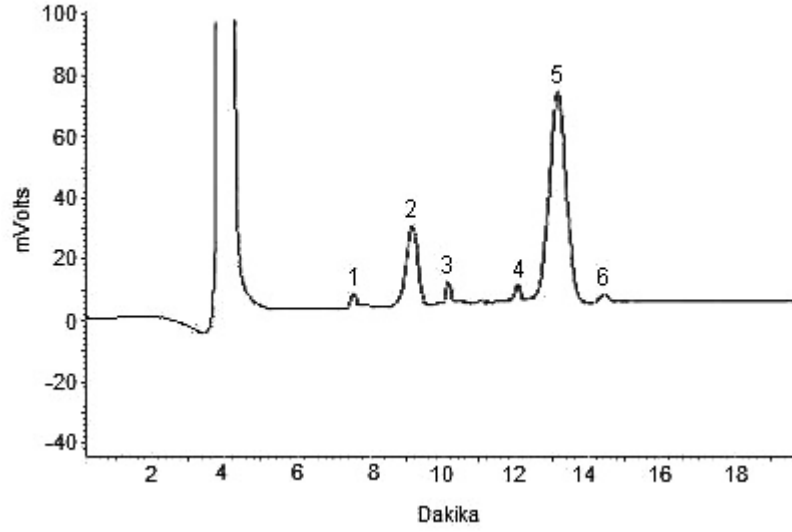
Sap	Klason Lignini <sup>N</sup>
Susam	23.64
Haşhaş	22.99
Pamuk	23.41

N: 3 Tekrarın Ortalaması

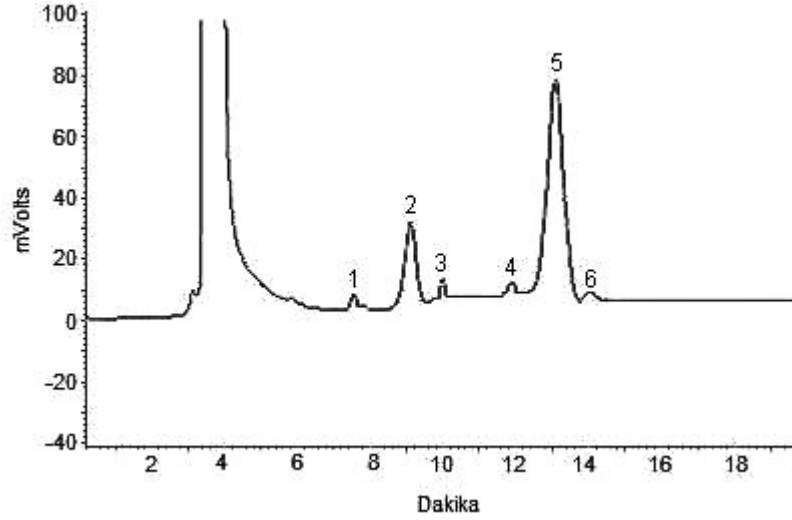
Susam (Şekil 1), haşhaş (Şekil 2) ve pamuk (Şekil 3) saplarına ait örneklerde HPLC analizi sonucunda monosakkarit birimi olarak ramnoz, ksiloz, arabinoz, mannoz, glukoz ve galaktoz tespit edilmiştir.



Şekil 1. Susam örneği HPLC kromatogramı (1:Ramnoz, 2:Ksiloz, 3:Arabinoz, 4:Mannoz, 5:Glukoz, 6:Galaktoz)



Şekil 2. Haşhaş örneği HPLC kromatogramı (1:Ramnoz, 2:Ksiloz, 3:Arabinoz, 4:Mannoz, 5:Glukoz, 6:Galaktoz)



Şekil 3. Pamuk örneği HPLC kromatogramı (1:Ramnoz, 2:Ksiloz, 3:Arabinoz, 4:Mannoz, 5:Glukoz, 6:Galaktoz)

Ekstraktan arındırılmış susam, haşhaş ve pamuk örneklerine asit hidrolizi uygulanması sonucu elde edilen monosakkarit birimlerinin miktarları HPLC ile ekstraktlanmış ve fırın kurusu materyal yüzdesi olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Susam, haşhaş ve pamuk saplarında ramnoz, ksiloz, arabinoz, mannoz, glukoz ve

SUSAM (*Sesamum indicum* L.), PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) VE HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) SAPLARINDA KARBONHİDRAT, LİGNİN MİKTARLARI VE BAZI LİF ÖZELLİKLERİ ...

galaktoz miktarlarının sırasıyla % 0.59-0.87, %18.42-19.76, %1.49-1.57, %1.11-1.77, %44.05-45.98 ve %1.37-1.93 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 2. Susam, haşhaş ve pamuk saplarına ait monosakkarit kompozisyonu (%)

Monosakkarit	Susam <sup>N</sup>	Haşhaş <sup>N</sup>	Pamuk <sup>N</sup>
Ramnoz	0.60	0.59	0.87
Ksiloz	18.97	19.76	18.42
Arabinoz	1.49	1.57	1.50
Mannoz	1.77	1.11	1.64
Glukoz	44.05	45.98	45.70
Galaktoz	1.93	1.37	1.87
Toplam	68.81	70.38	70.00

N: 3 Tekrarın Ortalaması

Susam, haşhaş ve pamuk sapı örneklerine ait lif uzunluk ve genişliklerinin ölçüm sonuçlarına tanımlayıcı istatistik analizleri yapılmış ve bu veriler ile bu verilerden elde edilen keçeleşme oranı değerleri Çizelge 3'te sunulmuştur. Lif uzunluğu değerleri, susamda 440-3650 µm, haşhaşda 550-3360 µm ve pamukta 420-3510 µm aralığında sıralanırken, lif genişlikleri örneklerde sırasıyla 10-30 µm, 10-60 µm ve 10-40 µm aralığında yer almaktadır.

Çizelge 3. Susam, haşhaş ve pamuk saplarına ait lif boyutları (µm) ve keçeleşme oranı değerleri

Lif Özelliği	Susam	Haşhaş	Pamuk
Lif Uzunluğu (min)	440	550	420
Lif Uzunluğu (max)	3650	3360	3510
Lif Uzunluğu (ortalama)	914.22	1377.67	1240
Lif Uzunluğu (standart sapma)	558.69	613.64	519.21
Lif Genişliği (min)	10	10	10
Lif Genişliği (max)	30	60	40
Lif Genişliği (ortalama)	19.78	26.94	16.56
Lif Genişliği (standart sapma)	4.74	10.54	5.98
Ölçüm Sayısı (N)	90	90	90
Keçeleşme Oranı	46.22	51.14	74.88

Susam, haşhaş ve pamuk örneklerine ait Klason lignini ve toplam monosakkarit (%) değerlerinden ayrı ayrı üç elemanlı gruplar oluşturacak şekilde veri kütükleri oluşturulmuş ve yüzdesel değerlerin ArcsinP1/2 dönüşümleri yapılmıştır. Öncelikle aritmetik ortalamaların kontrolü için Basit varyans analizi (Anova Testi) uygulanmıştır. Anova testi sonucunda istatistiksel açıdan farklılığın ortaya çıkması halinde de farklı grupların tespit edilebilmesi için Duncan testi kullanılmıştır.

Anova testi sonucunda, F=19.486 iken P<0.01 olup Klason lignini grupları, F=76.518 iken P<0.001 olup toplam monosakkarit grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık sergilemektedirler (Çizelge 4).

Örneklere ait Klason lignini gruplarının Duncan testi sonuçlarına göre, pamuk ve susam aritmetik ortalamalar açısından benzer bulunmuş ve haşhaştan farklılaşmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının Klason lignini ve toplam monosakkarit gruplarına ait Anova testi sonuçları

Bileşen	Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (P)
Klason Lignini	Gruplar arası	0.3	2	0.15	19.486**	0.002
	Gruplar içi	4.61E-02	6	7.69E-03		
	Toplam	0.346	8			
Toplam Monosakkarit	Gruplar arası	1.554	2	0.777	76.518***	0.000
	Gruplar içi	6.09E-02	6	1.02E-02		
	Toplam	1.615	8			

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

Çizelge 5. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının Klason lignini gruplarına ait Duncan testi sonuçları

Grup	N	1	2
Haşhaş	3	28.67	
Pamuk	3		28.95
Susam	3		29.11
Olasılık		1	0.073

Uygulanan Duncan testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından susam, haşhaş ve pamuk toplam monosakkarit grupları farklılık göstermektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının toplam monosakkarit gruplarına ait Duncan testi sonuçları

Grup	N	1	2	3
Susam	3	56.08		
Pamuk	3		56.82	
Haşhaş	3			57.06
Olasılık		1	1	1

Lif uzunluğu, lif genişliği ve keçeleşme oranı gruplarına uygulanan Anova testi sonucunda, gruplar sırasıyla F=15.96 ve P<0.001, F=45.115 ve P<0.001 ile F=34.57 ve P<0.001 değerleriyle aritmetik ortalamalar bakımından farklılık sunmaktadır (Çizelge 7).

SUSAM (*Sesamum indicum* L.), PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) VE HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) SAPLARINDA KARBONHİDRAT, LİGNİN MİKTARLARI VE BAZI LİF ÖZELLİKLERİ ...

Duncan testi sonucu aritmetik ortalamalar bakımından pamuk ile haşhaş lif uzunluğu grupları benzerlik göstermekte ve susam lif uzunluğu grubundan farklılaşmaktadır (Çizelge 8).

Susam, haşhaş ve pamuk lif genişliği gruplarının Duncan testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından benzerlik göstermedikleri Çizelge 9'da görülmektedir.

Çizelge 7. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının Lif uzunluğu, lif genişliği ve keçeleşme oranı gruplarına ait Anova testi sonuçları

Lif Özellikleri	Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (P)
Lif Uzunluğu	Gruplar arası	10195921	2	5097960	15.96***	0.000
	Gruplar içi	85286206	267	319424		
	Toplam	95482126	269			
Lif Genişliği	Gruplar arası	5090.185	2	2545.093	45.115***	0.000
	Gruplar içi	15062.5	267	56.414		
	Toplam	20152.69	269			
Keçeleşme Oranı	Gruplar arası	64160.44	2	32080.22	34.57***	0.000
	Gruplar içi	247769.6	267	927.976		
	Toplam	311930.1	269			

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

Çizelge 8. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının lif uzunluğu gruplarına ait Duncan testi sonuçları

Grup	N	1	2
Susam	90	914.22	
Pamuk	90		1240.00
Haşhaş	90		1377.67
Olasılık		1	0.102

Çizelge 9. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının lif genişliği gruplarına ait Duncan testi sonuçları

Grup	N	1	2	3
Pamuk	90	16.56		
Susam	90		19.78	
Haşhaş	90			26.94
Olasılık		1	1	1

Duncan testi sonuçlarına göre, susam ve haşhaş örneklerinde keçeleşme oranı grupları aritmetik ortalamalar bakımından benzerlik göstermekte ve pamuk keçeleşme oranı grubundan farklılık sergilemektedir (Çizelge 10).



Çizelge 10. Susam, haşhaş ve pamuk saplarının keçeleşme oranı gruplarına ait Duncan testi sonuçları

Grup	N	1	2
Susam	90	46.59	
Haşhaş	90	55.33	
Pamuk	90		82.77
Olasılık		0.054	1

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırma konusu olan susam, haşhaş ve pamuk bitkileri saplarına ait bulguların, geniş yapraklı ağaç türleri üzerine yapılan araştırmalardaki monosakkarit kompozisyonu ve miktarları (Fengel vd, 1979), Klason lignini miktarları (Fengel vd, 1979; Kosikova vd., 1999; Conner, 1984), lif uzunluğu (Panshin ve Zeeuw, 1970; Sarıbaş, 1989), lif genişliği (Berzin, 1966) ve keçeleşme oranı (Berzin, 1966; Sarıbaş, 1989) sonuçlarına yakın değerlere sahip oldukları görülmüştür.

Odundaki ligninin ve karbonhidratların hammadde olarak farklı kullanım olanakları bulunmaktadır.

Lignin, ağartılmamış hammaddede lif maddesi bileşeni olarak kullanılırken, ağartma ve şekerleştirme proseslerinden sonra enerji hammaddesi, polimer hammadde ve dönüşüm ürünleri hammaddesi olarak kullanılabilir (Wegener, 1982; Fengel ve Wegener, 1984). Susam, pamuk ve haşhaş saplarında tespit edilen lignin miktarları, söz konusu bitkilerin bu doğrultuda oduna alternatif olabileceklerini göstermektedir.

Selülozun hidrolizi ile yapıtaşı birimi olan glukoz ürün olarak elde edilmektedir. Glukoz asit uygulanması, hidrilleme ve fermantasyon işlemlerinin sonucunda önemli dönüşüm ürünlerini sunmaktadır (Wegener, 1982; Fengel ve Wegener, 1984). Susam, pamuk ve haşhaş saplarına ait bulgular, glukoz miktarlarının odunla karşılaştırılabilir değerlere sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle geniş yapraklı türlerle eşit düzeyde glukoz miktarları gösteren susam, pamuk ve haşhaş bu açıdan oduna alternatif hammadde olma özelliği sergilemektedirler.

Geniş yapraklı odunu polyozlarının hidrolizi ile ksiloz en önemli ürün olarak elde edilmektedir. Ksiloz, mayalandırma, hidrilleme ve asit uygulanmasıyla farklı ürünlere dönüştürülebilmektedir (Wegener, 1982; Fengel ve Wegener, 1984). Susam, pamuk ve haşhaş saplarının miktar olarak geniş yapraklı türler ile benzer düzeyde ksiloz potansiyeline sahip oldukları görülmüştür. Bu özellikleri itibarıyla de geniş yapraklı türlere alternatif hammadde olabilecekleri görülmektedir.

İğne yapraklı türlerde, lif boyunun uzun olması yan yana gelen iki lifin yapışma yüzeyinin artması ile elde edilen kağıdın yırtılma direncine (Dadswell ve Watson, 1962) ve liflerin uzun lif genişliklerinin daha dar olması elde edilen keçeleşme oranı ile üretilen kağıdın fiziksel direnç özelliklerine olumlu etkide bulunmaktadır (Dadswell ve Wardrop, 1960; Dinwoodie, 1965; Göksel, 1984), bununla birlikte

uzun liflerden üretilen kağıtların deforme olduğu bilinmektedir (Kırcı, 2000). Geniş yapraklı türler ise daha kolay pişirilebilmekte ve ağartılabilmektedir, ancak kısa lif özelliklerine sahiptirler. Türlerin karışımlarıyla yapılacak uygulamalarda, iğne yapraklı türlerin uzun lifleri üretilecek kağıdın yırtılma direncini artırırken, geniş yapraklı türlerin kısa lifleri kağıdın yoğun ve sert olmasına katkıda bulunacaktır (Tank, 1980). Susam, pamuk ve haşhaş saplarının karbonhidrat, lignin, lif uzunluk ve genişlikleri ile keçeleşme oranlarına ilişkin bulgular, selüloz ve kağıt üretiminde bu türlerin geniş yapraklı türlerle ve yine geniş yapraklı türlerle beraber iğne yapraklı türlerle karışımlar oluşturabileceklerine işaret etmektedir. Ancak, söz konusu bitkilerin geniş yapraklı türlerle karıştırılmalarıyla yada geniş yapraklı türlerle beraber iğne yapraklı türlerle karıştırılmalarıyla üretilecek kağıdın gerekli kalite özelliklerinin belirlenmesi ve istenen özellikleri sağlayacak karışım oranlarının saptanması ile bu özellikleri verebilecek en uygun üretim tekniğinin saptanabilmesi açısından, ileriki çalışmalarla bu araştırmaya konu olan bitkilerden kağıt üretimi gerçekleştirilmeli, bahsi geçen hususlar araştırılmalı ve bütünsel bir değerlendirme yapılmalıdır.

## 5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK TOVAG tarafından 104 O 423 nolu proje ile desteklenmiştir. Sağlamış oldukları destekten dolayı TÜBİTAK TOVAG'na teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- ATİM, 2003. Türkiye ve Afyon'da haşhaş üretim-tüketim analizi ve pazarlaması. Afyonkarahisar Tarım İl Müdürlüğü internet sayfası, URL: <http://www.afyontarim.gov.tr>, Erişim: 29 Şubat 2008.
- Anonim, 2009. Susam. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi internet sayfası, URL: [http://www.agri.ankara.edu.tr/ferops/1297\\_susam.doc](http://www.agri.ankara.edu.tr/ferops/1297_susam.doc), Erişim: 05 Mayıs 2009.
- Berzin, V., 1966. Chemical Composition of Wood. Paprican Research Note No: 61.
- Bozkurt, Y., 1971. Doğu ladini (*Picea orientalis* Link. Et Carr.) ile Toros karaçamı (*Pinus nigra caramanica* (Loud.) Rehd.)'dan birer ağaçta lif morfolojisi üzerine denemeler. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 21(1): 70-93.
- Brown, H.B., 1938. Cotton. McGraw-Hill Company Inc., New York, pp. 126-227.
- Conner, A.H., 1984. Knetic modelling of hardwood prehydrolysis, Part I: Xylan removal by water prehydrolysis. Wood Fiber Sci., 16: 268-277.
- Dadswell, H.E., Wardrop, A.B., 1960. Some aspects of wood anatomy in relation to pulping quality and to tree breeding. Appita 13: 161-172.
- Dadswell, H.E., Watson, A.J., 1962. Influence of Wood Pulp Fibers on Paper Properties. In: Bolam, F., (ed.), Formation and Structure of Paper. Vol:2, Technical Section of the British Paper and Board Markers Associations, London, pp: 537-564.
- Derinkök, M.C., 2008. Afyon 'Bir gizli elmas'. (<http://www.hafif.org/yazi>), Erişim: 29 Şubat 2008.
- Dill, I., Salnikow, J., Kraepelin, G., 1984. Hydroxyproline-rich protein material in wood and lignin of *Fagus sylvatica*. Appl. Environ. Microbiol., 48(6): 1259-1261.

## SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

- Dinwoodie, I.E., 1965. The relationship between fiber morphology and paper properties. *Tappi*, 48(8): 440-446.
- Fengel, D., Uçar, H., Wegener, G., 1979. Zur Isolierung und Charakterisierung der Polysaccharide des Buchenholzes (*Fagus sylvatica* L.). *Das Papier*, 33(6): 233-239.
- Fengel, D., Wegener, G., 1984. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York.
- Göksel, E., 1984. Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, Rektörlük No: 3204, Fakülte No: 364, Taş Matbaası, İstanbul.
- IGEME, 2004. Türkiye'nin Kağıt-Karton Sanayii ve Dünya Ticareti. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracat Geliştirme Etüd Merkezi (Arge-Info inceleme), Ankara.
- Jeffrey, E.C., 1917. *The Anatomy of Woody Plants*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon.
- Kosikova, B., Hricovini, M., Cosentino, C., 1999. Interaction of Lignin and Polysaccharides in Beech Wood During Drying Processes. *Wood Sci. Technol.*, 33: 373-380.
- Oil World Annual, 2006. Global Analysis All Major Oilseeds, Vol.1-up to 2005/06, Oils&Oilmeals, Supply, Demand and Price Outlook, ISTA Mielke GmbH, Langenberg 25, 21077 Hamburg, Germany.
- Öner, N., Aslan, S., 2002. Titrek kavak odununun teknoloji özellikleri ve kullanım yerleri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 135-146.
- Panshin, A., J., Zeeuw, C., 1970. *Textbook of Wood Technology*. McGraw-Hill Book Company, London.
- Sarıbaş, M., 1989. Türkiye'nin Euro-Siberien (Euxine) Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Kavakların Morfolojik (Dış Morfolojik, İç Morfolojik ve Palinolojik) Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enst., Tek. Bül. No. 148, İzmit, 152 s.
- Schmid, R., 1982. Sonication and other improvements on Jeffrey's technique for macerating wood. *Stain Technol.*, 57(5): 293-299.
- Tank, T., 1980. Lif ve Selüloz Teknolojisi-I. İÜ Orman Fakültesi, İstanbul.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin lif ve kağıt teknolojisi yönünden incelenmesi. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 40(1): 40-50.
- TÜİK, 2009. Türkiye İstatistik Kurumu. URL: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim: 17 Aralık 2009.
- Wegener, G., 1982. Die Rolle des Holzes als Chemierohstoff und Energieträger, Teil 2: Verwertungsmöglichkeiten für Cellulose, Polyosen und Lignin. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 40: 209-214.
- Yaman, B., Gencer, A., 2005. Trabzon koşullarında yetiştirilen kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson)'nin lif morfolojisi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 149-155.