

PAMUK SAPLARININ SELÜLOZ VE KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE KULLANIM OLANAKLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Y. Doç. Dr. Erol GÖKSEL¹

Kısa Özet

Bu araştırma ile, ülke tarımında büyük önemi olan pamuk bitkisinin sapsapları selüloz ve kağıt endüstrisinde uygun bir hammadde olup olmadığı araştırılmıştır. Ülkemizde odun hammaddesine dayalı olarak faaliyet gösteren bu endüstri, ülke orman kaynaklarını aşırı derecede zorlama durumuna gelmiş bulunmaktadır.

Ülkemizde bu güne kadar kağıt endüstrisinde değerlendirilmeyen ve yakılan pamuk sapsapları, uygun pişirme koşullarında lif hamuru haline getirilmiş ve deneme kağıtları yapılmıştır. Ayrıca lif boyut ölçümleri ve sapsapların kimyasal analizleri de yapılarak hammadde hakkında tam bir fikir elde edilmiştir. Uygulanan pişirme yöntemlerinden en uygununun Kraft Yöntemi olduğu araştırma sonucu olarak belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Hammaddesini orman kaynaklarından sağlayan çeşitli orman sanayi kolları arasında özellikle selüloz ve kağıt endüstrisi, odun hammaddesine büyük ölçüde gereksinim duyan bir sanayi kuruluşudur. Nitekim ülkemizde son yıllarda kağıt sanayi kuruluşları sayıları ve kapasiteleri bakımından hızlı bir artış göstermekte ve sadece SEKA tesislerinde üretilen kağıt ve karton için her yıl 2,5-3 milyon m³ kullanmak suretiyle, aşırı sınırlı olan ve buna ilave olarak da ağaç malzeme kullanan diğer sanayi kollarının da gereksinimini karşılama durumunda bulunan orman kaynakları, aşırı derecede zorlanma durumuna gelmiş bulunmaktadır.

Orman varlığı bakımından fakir olan ülkelerde de görülen bu durum, bir taraftan ağaçlandırmalar yoluyla hızlı gelişen ağaç türleri yetiştirmek suretiyle kağıt sanayinin gereksinimi karşılama çaba gösterilirken, diğer taraftan ülke ekolojik koşullarında en elverişli bir şekilde yetişmekte olan tarım bitkilerinin artıklarını bu alanda değerlendirmek üzere girişimlerde bulunmaya başlanmıştır.

Ülkemizin bir tarım ülkesi olduğu gözönüne alındığında selüloz ve kağıt sanayisinde tarım artıklarının kullanılabilirliği söz konusu edilebilir. Bu tarım artıkları arasında Ayçiçeği, Tütün, Pamuk, Buğday, Arpa, Patates, Yulaf, Haşhaş, Susam ve Pirinç sapsapları önemli birer hammadde kaynaklarıdır.

Ülke tarımında önemli bir yeri bulunan Pamuk, Anadolu'da İ.S. 6. yüzyılda ekilmeye başlanmıştır. Hindistan yoluyla Anadolu'ya giren pamuk Selçuklu ve Osmanlı Türkleri zamanında gerek ekim alanı ve gerekse dokuma endüstrisi olarak gelişmiş, Sivas, Konya ve Bursa önemli merkezler olmuşlardır. Yine Osmanlı devrinde 1860'lardan sonra pamuk ekimini özendirici bir dizi tedbir alınmış, Mısır ve Amerika'dan pamuk tohumları getirilerek değerlendirilmiştir.

Cumhuriyet döneminde 1924 yılında Adana'da, 1934 yılında Nazilli'de Pamuk Araştırma Enstitüleri kurulmuş, Pamuk Islah Kanunu, ıslah edilmiş pamuk tohumu üretilmesi ile ilgili kanunlar çıkarılmış, bilimsel araştırmalarla ülkemizde bu konuda gelişmeler kaydedilmiştir.

1980 yılına göre (Cotton World Statistics 1980 October) Dünyada pamuk ekiliş alanlarının büyüklüğü bakımından Türkiye 7. durumdadır. Yine 1980 yılında ülkemizde 671.7 bin hektarda pamuk ekilmiş, 500.000 ton pamuk üretilmiştir. Yine hektardan alınan lif verimi bakımından da Türkiye 779 kg/ha. olarak Dünyada başta gelen ülkelerden biridir.

Ülkemizde 1966 anketine göre Çukurova'da 114.673, Ege Bölgesi'nde 84.633, Antalya'da 9.920 ve diğer illerde 22.390, toplam olarak 231.619 pamuk çiftçisi bulunduğu saptanmıştır. Bugün ise 300.000 den fazla ailenin geçimini pamuktan sağladığı söylenebilir. DPT kaynaklarına göre 1975 yılında ülkemizde gerçekleşen tarım ürünleri değerleri bakımından pamuk 45.343 milyon TL. ile ikinci sırayı almıştır.

Ülke ekonomisi açısından önemi açıklanmaya çalışılan pamuk tarımı ve kullanış alanları bilimsel açıdan çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu araştırmalarda esas olan pamuk bitkisinin meyvası olan pamuk lifleridir. Planlanan bu araştırmada ise araştırma konusu pamuk bitkisinin gövdesidir.

671.000 hektar ekili alandan 500.000 ton pamuk lifi elde edildiğini bildiğimiz bu ürünümüz gövde olarak da 750 bin ton ürün vermektedir.

Ülkemizde selüloz ve kağıt sanayisinde hammadde açığını kapatmada pamuk sapsaplarının önemli bir rolü olacağı yadsınamaz. Bugüne kadar selüloz ve kağıt sanayisinde değerlendirilmemiş bulunan bu hammadde, araştırmada ele alınarak ülke ekonomisine bir başka yönden de katkısı olabileceği araştırılmaya çalışılmıştır.

2. MATERYEL VE YÖNTEM

Tarım artıklarının ve yıllık bitkilerin lifli madde verimi özellikle iki önemli faktöre sıkı sıkıya bağlıdır. Bu faktörler a) toplama zamanı b) depolama zamanıdır.

Yıllık bitkilerin selüloz oranları, bitkinin büyümesinin durduğu ve olgunlaştığı zamanda maksimuma ulaşır. Kimi samanlar, kamışlar v.b. bitkilerde bu durum yaprakların yeşil renginin sararması ile de anlaşılabilir. İki üç aylık bir periyottan sonra çürüme nedeniyle selüloz oranı düşmeye başlar. Bu nedenle toplanmanın tam vaktinde yapılması lazımdır.

Araştırmaya konu olan pamuk sapsapları Adana ve Antalya yörelerinden toplanmıştır. Ülkemizde pamuk tarımı kuru ve sulı tarım olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Kuru tarım Adana yöresinde kimi alanlarda yapılmakta olup, Antalya yöresinde terkedilmiş durumdadır.

¹ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı.

Yine ülkemizde pamuk çeşidi olarak Coker 100 A/2, Nazilli 66 - 100, Deltapine 15/21, Caroline Queen (201) ve Çukurova 1518 ekilmektedir.

Araştırmada Çukurova'dan alınan örneklerden kuru koşullarda Deltapine 15/21, sulu koşullarda Deltapine 15/21 ve Çukurova 1518 çeşitlerinden alınmıştır.

Antalya'dan alınan örnekler de Çukurova 15/18 ve Deltapine 15/21 dir ve ekim sulu koşullarda yapılmıştır.

Selüloz pişirmelerinde ve fiziksel direnç özelliklerinin saptanmasında bölgelerden alınan örnekler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bunun nedeni bölgeler arasında bir farklılığın olup olmadığının araştırılmasıdır.

Kimyasal Analiz ve Yöntemler :

Kimyasal analizlerde kullanılan pamuk sapsarı önce mekanik yollarla yongalanıp Wiley Değirmeninde öğütülmüştür. Bu materyal TAPPI T 11 M - 45 yöntemi-ne göre 40 - 60 mesh tane büyüklüğüne gelecek şekilde elekten geçirilmiş ağzı kapalı cam kavanozlarda dış etkilerden korunmuştur. Örneklerin kuru madde miktarları, kurutma dolabında $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ kurutulmak suretiyle bulunmuştur. Araştırmada kullanılan örnekler üzerindeki kimyasal analiz işlemleri TAPPI Yöntemleri uygulanarak yapılmıştır.

Kül Miktarı :

Eldeki örnekler üzerinde kül miktarını saptamak amacıyla TAPPI T15m - 55 Yöntemi uygulanmış, örnekler $580 - 600^{\circ}\text{C}$ de oksidasyona sokulmuş ve kül miktarları yüzde oranı olarak her örnek için ayrı ayrı saptanmıştır.

Yan Bileşiklerin Ekstraksiyonu :

Bitkilerde selülozun dışında temel bileşikler olarak lignin ve hemiselüloz bulunmakta, bunların dışında değişik oranlarda yağ ve reçine asitleri, kimi nötral maddeler, fenolik bileşenler, mum, tanen, boyar maddeler, reçine, nişasta ve şeker gibi yan bileşikler bulunmaktadır. Odundaki lignin ve hemiselüloz oranlarının saptanmasında bu yan bileşenlerin odun bünyesinden uzaklaştırılması gerekmektedir. Organik çözücülerle yapılan ekstraksiyon yardımı ile geniş bir kesit içindeki maddeleri uzaklaştırmak olanağı bulunmaktadır. Ayrıca kimi organik çözücülerde çözünen yan bileşikler aynı zamanda suda da çözünürler.

Buna göre yan bileşiklerin ekstraksiyonu için eter, alkol - benzen, % 1 lik NaOH ve sıcak su çözücü olarak kullanılmış ve bunlarda çözünen miktarlar her örnek için ayrı ayrı saptanmıştır.

Eterde Çözünürlük :

Yan bileşiklerden bitki bünyesinde bulunan yağ mum ve benzeri maddelerin yüzde oranları eterde çözündürülmek suretiyle belirlenmiştir. Bunun için örnekler sokslet ekstraksiyon cihazında dört saat süreli ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuş ve sadece tam kuru odunun yüzdesi olarak eterde çözünen maddeler % 0.1 duyarlılıkta hesaplanmıştır. Bu işlemler için TAPPI T 5m - 54 Yöntemi uygulanmıştır.

Alkol - Benzende Çözünürlük :

Yan bileşiklerden olan mum, yağ, reçine ve eterde çözünmeyen odun zamkı gibi maddelerin yüzde oranlarının saptanması amacıyla alkol - benzen'de çözünürlük işlemleri uygulanmıştır. TAPPI T6m - 54 yöntemiyle yapılan bu işlemlerde 1 hacim % 95'lik alkol, 2 hacim benzen olarak hazırlanan çözücüyle, sokslet ekstraksiyon cihazında dört saatlik ekstraksiyon işlemine sokulmuş, çözünebilen madde oranları yüzde olarak saptanmıştır.

% 1 lik NaOH'de Çözünürlük :

Seyreltik alkalide çözünürlük işlemlerinde, bitkinin sıcak seyreltik alkali çözeltisine karşı dayanılabilirliğini saptamak amacıyla başvurulmuştur. Her örneğe ilişkin odun talaşları 100 ml'lik ve % 1 lik NaOH çözeltisi içine konularak bir saat süreli sıcak su banyosuna sokulmuştur. Bu su banyosunda $97 - 100^{\circ}\text{C}$ de alkalinin odun talaşını etkilemesi sağlanmış, sonuçta yıkamp kurutulularak işlem görmemiş aynı miktardaki örneklerle aradaki fark yüzde olarak belirlenmiştir.

Sıcak Suda Çözünürlük :

Yan bileşiklerden, şekerler, polisakaritler, tuzlar ve tanenli maddelerin yüzde oranları sıcak suda çözündürülmek suretiyle belirlenmiş ve bu işlemde TAPPI T 1m - 59 yöntemi uygulanmıştır.

Lignin :

Bitki bünyesinde özellikle hücre çeperinde ve orta lamel kısmında lignin koyu renkli, aromatik, amorf, metoksil ve hidroksil grupları ile karakterize olan fenolik bir maddedir. Bitki bünyesindeki miktarı, lignin asitlere dayanıklılığundan yararlanılarak, karbonhidratların hidrolize edilip çözeltiye geçirilmesi yoluyla bulunmaktadır. Ligninin belirlenmesinde TAPPI T 13m - 60 yöntemi uygulanmıştır.

Holonselüloz :

Holonselüloz, odunun lignin maddesi ayrıldıktan sonra geride kalan karbonhidrat kompleksidir (HUŞ, 1966). Odunun kimyasal özelliklerinin belirlenmesi işlemleri sırasında holonselüloz miktarlarının saptanmasında tam anlamıyla istenilen sonuçları veren yöntemler bugün için geliştirilememiştir. Hemen her yöntemde odundaki ligninin tümünü holonselüloz ya da başka bir deyişle karbonhidratlardan herhangi bir kayıp olmaksızın uzaklaştırmak olanağı bulunmamaktadır (GRAND, 1958; RODHOLM, 1965; BROWNIN, 1967). Bu nedenle araştırmada en az karbonhidrad kaybı sağlamak WISE ve arkadaşlarınca geliştirilmiş bulunan Klorit Yöntemi benimsenmiştir (WISE 1952).

Klorit yöntemi asetik asitle asitlendirilmiş bir ortamda sodyum kloritle işleme sokulan örneklerdeki ligninin klordioksidin etkisiyle, klorolignin biçiminde çözünerek, çözeltiye geçmesi kuralına dayanmaktadır.

Laboratuvaradaki işlem, hem uygulamada kolaylık hem de yeterli hız sağlamak amacıyla modifikasyona tabi tutularak, kristal sodyum klorit yerine, sudaki doymuş çözeltisi (340 gr./lt.) kullanılmak suretiyle uygulanmıştır (TANK, 1978).

Morfolojik Ölçmeler :

Morfolojik ölçmeler pamuk bitkisinin gövdesinden ve kozalarından alınan örnekler üzerinde yapılmıştır. Bu örneklerden hazırlanan preparatlarda lif boyu için 100, lif genişliği, lumen boşluğu ve hücre çeperi kalınlığı için 60 ölçme yapılmıştır.

Ayrıca bu sonuçlar, selülozunun kağıt yapımına elverişlilik durumlarının saptanmasında kullanılan etkenlerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Liflerin eldesi amacıyla örnekler asitlendirilmiş bir ortamda, sodyum kloritle işleme sokulmuş, liflendirilerek metilen mavisiye boyanmış, gliserin-jelatin ile sürekli preparat durumuna getirilerek projeksiyonlu mikroskop yardımıyla ölçmeler yapılmıştır.

Selülozların Fiziksel Testleri :

Piştirme işlemleri sırasında lif çeperlerinin bozulmadan kalması sonucu, piştirme kazanından çıkan lifler, bitkinin doğal yapısındaki durumda elde edilmektedir. Selüloz liflerini birbirinden ayırmak ve liflere suyun hidrotasyonunu artırmak için, örnekler PFI değirmeninde çeşitli kademelerde döğülmüştür. Bunun sonucunda primer zarın parçalanması ve uzaklaştırılmasıyla aynı zamanda sekonder zarın S₁ tabakasında uzaklaştırılması gerçekleştirilmiş ve suyun S₂ tabakasına daha kolaylıkla girmesi sağlanmıştır (STAMM, 1965). Böylece lifler döğülmemişlere göre daha güçlü lifler arası bağlantı göstermektedir (WARDROP, 1963). Her döğme kademesinde erişilen serbestlik derecesi Schopper-Riegler (SR°) cinsinden tablo halinde verilmiştir.

Selülozlar, PFI İskandinav tipi değirmende 34 kg yük altında kılıfla döner dişler arasındaki açıklık 2 mm'de sabit tutularak % 10'luk lif Süspansiyonu ile çalışmak suretiyle döğülmüştür. Selülozlar daha sonra FRANK Deneme Kağıdı Yapma Aletinde 60 gr/m² ye denk safihalar haline getirilmiştir. Hazırlanan bu safihalar sıcaklık derecesi ve bağıl nemi özel cihazlarla denetim altında tutulan fiziksel test laboratuvarında 20 ± 1°C sıcaklık ve 65 ± 2 bağıl nemde 24 saat bekletildikten sonra fiziksel testlere sokulmuştur.

Selüloz deneme safihalarına ilişkin fiziksel testler, numaraları aşağıda verilmiş bulunan TAPPI Standartlarına göre yapılmıştır.

Esas ağırlık (Basis Weight) W = gr/m²

Yoğunluk (Density) = $\frac{\text{Esas Ağırlık}}{\text{Kalınlık}}$
(gr/cm³)

Kalınlık = TAPPI 09 - 68

Patlama Faktörü (Burst Factor) = TAPPI T103 TS - 63

Yırtılma Faktörü (Tear Factor Elmendorf) = TAPPI T414 TS - 65

Kopma uzunluğu (Breaking Length) = TAPPI T404 TS - 66

Gerilme Direnci = TAPPI T412 OS - 69

Lif Hamuru Elde Etme Yöntemleri :

Nötral Sülfite Yarıkimyasal (NSSC) Yöntemi :

Yapraklı ağaçlarda daha çok uygulama alanı bulan NSSC Yöntemi bitki bünyesindeki hemiselülozların korunması ve daha yüksek verim elde edilmesi amaçlandığı zaman uygun bir yöntem olmaktadır. Sodyum Sülfite esas aktif madde olarak kullanıldığı bu yöntemde pH'yı kontrol etmek için Sodyum Karbonat kullanılmıştır.

Yapılan ön denemelerde en uygun koşullar şöyle bulunmuştur.

Toplam Alkali	:	% 25
Na ₂ SO ₃	:	45 gr/lt.
Na ₂ CO ₃	:	7 gr/lt.
Çözelti/yonga oranı	:	1/4
Emprenye kademesinde sıcaklık (Max.)	:	120°C
Süre	:	90 Dak.
Piştirme kademesinde sıcaklık (Max.)	:	170°C
Süre	:	180 Dak.

Çözeltinin yongalara daha iyi nüfuz etmesini sağlamak amacıyla piştirme kazanına yarım saat süre ile buhar verilerek bir ön buharlama işlemi yapılmıştır.

Sülfat Yöntemi (Kraft Yöntemi) :

Sülfat yöntemi, Sodyum hidroksit ve Sodyum sülfürün etken kimyasal maddeler olarak kullanılması ile uygulanmış ve sırasıyla şu işlemler yapılmıştır.

Pamuk sapları örnekleri laboratuvarında piştirmeye hazır hale getirmek için küçük parçaları kırılmış, büyükler 1-2 cm uzunluğuna indirilmiştir. Kalın olan parçalar ortadan kesilmiş, piştirme çözeltisinin örneklere iyice nüfuz etmesi sağlanmıştır. Bu sayede örneklerde ligninin çözülmesi kolaylaştırılmıştır.

Selüloz eldesi için gerekli olan piştirme çözeltisi, sodyum hidroksit ve sodyum sülfürü çözündürmek suretiyle hazırlanmıştır. Bu çözündürme işleminde, toplam sodyum sülfür ve sodyum hidroksit oranları'na «Aktif Alkali» sodyum sülfürün aktif alkaliye oranına ise «Sülfidite» denilmektedir. Araştırmada aktif alkali % 17.5, sülfidite % 25, Yonga/çözelti oranı ise 1/4 olarak saptanmıştır.

Piştirmelerde uygulanan şartlar şunlardır.

Sodyum sülfür	gr./lt.	45
Sodyum hidroksit	gr./lt.	180
pH		12

Emprenye Kademesi :

Odun/Çözelti oranı	: 1/4
Basınç	: 5 Atm.
En yüksek sıcaklık derecesi	: 120°C
En yüksek sıcaklıkta süre	: 120 Dak.

Piştirme Kademesi :

Sülfite (Odun yüzdesi)	: 25
Aktif alkali (Odun yüzdesi)	: 17.5
Odun/çözelti oranı	: 1/4
En yüksek basınç	: 12 Atm.
En yüksek sıcaklık derecesi	: 170°C
En yüksek sıcaklıkta süre	: 180 Dak.

Liflendirme (İnceltme) :

(Sprout Waldron 12 inç diskli değirmen)

Disk açıklığı	: mm 0.10
Lif yoğunluğu	: % 4
Sıcaklık derecesi	: C° 25°C

3. BULGULAR**Lif Morfolojik Yapısına Ait Bulgular :****Lif Boyutları :**

Araştırmada kullanılan örneklerin Lif boyutları, Lif genişliği, Çeper kalınlığı ve Lumen genişliği ölçmeleri sonunda bulunmuştur. Bu konuda yapılan ölçmeler tablolarda ayrıntılı olarak verilmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4).

Lif Boyutları Arasındaki İlişkiler :

Lif boyutlarının aralarında oranlanması ile bulunan bazı etkenler, selüloz ve kağıt teknolojisinde pratik önem taşıyan değerler vermektedir. Araştırmada lif boyutlarının arasındaki bu değerler bulunmuş ve değerlendirilmiştir.

Kçeleşme Oranı : (Lif Uzunluğu/Lif Genişliği)

Kçeleşme oranı lif uzunluğunun, lif genişliğine bölünmesi ile elde edilen değerdir. Fiziksel direnç özelliklerinden yırtılma direnci hakkında fikir vermektedir.

Tablo 1. Lif Boyu.

Ö R N E K			Aritmetik Ortalama (mm)	Varyans	Standard Sapma	Varyasyon Katsayısı	Skewness	Kurtosis	
1	— Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	0.67	21.7083	4.65922	49.00	83.5877	3.4462
2	— »	Orta »	»	0.81	15.6436	3.9552	34.31	1.41604	5.80722
3	— »	Uç »	»	0.70	12.1082	3.47968	35.19	1.24663	5.65857
4	— Çukurova 1518	Dip »	»	0.85	15.2508	3.90523	32.72	0.53027	7.64047
5	— »	Orta »	»	0.91	16.8121	4.10026	32.00	-2.03964	7.13285
6	— »	Uç »	»	0.81	6.6319	2.57525	22.52	-3.19101	15.117
7	— »	Kabuk »	»	1.50	54.2414	7.36488	34.62	-2.06455	6.41777
8	— Karışık	Koza »	»	0.45	5.5688	2.35983	36.42	-1.3188	4.62546
9	— Çukurova 1518	Dip »	Sulu Adana	0.89	10.8502	3.29396	26.09	-2.16992	9.57055
10	— »	Orta »	»	0.84	16.7105	4.08785	34.20	-2.00743	6.46935
11	— »	Uç »	»	0.82	12.7500	3.57071	30.82	-1.80043	6.8904
12	— »	Dip »	Kuru Adana	0.87	12.3522	3.51457	28.63	-2.27696	8.63879
13	— »	Orta »	»	0.84	17.1696	4.14352	34.96	-1.93094	6.27372
14	— »	Uç »	»	0.92	20.0552	4.4783	34.38	-2.11302	6.62893

Tablo 2. Lif Genişliği.

Ö R N E K			Aritmetik Ortalama (μ)	Varyans	Standard Sapma	Standard Hata	Varyasyon Katsayısı	
1	Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	25.45	320.5	17.9025	2.5318	19.26
2	»	Orta »	»	24.82	262.898	16.2141	2.29302	17.89
3	»	Uç »	»	23.29	209.184	14.4632	2.0454	17.21
4	Çukurova 1518	Dip »	»	23.55	388.123	19.7008	2.78612	18.90
5	»	Orta »	»	22.30	338.816	18.407	2.60314	22.60
6	»	Uç »	»	23.45	416.979	20.4201	2.88783	23.85
7	»	Kabuk »	»	22.30	281.673	16.7831	2.37349	20.61
8	Karışık	Koza »	»	24.22	711.674	26.6772	3.77273	30.17
9	Çukurova 1518	Dip »	Sulu Adana	30.63	888.530	29.8082	4.21552	26.65
10	»	Orta »	»	28.28	483.420	21.978	3.10943	21.30
11	»	Uç »	»	24.93	311.225	17.6416	2.49489	19.38
12	»	Dip »	Kuru Adana	24.17	333.429	18.2600	2.58236	20.70
13	»	Orta »	»	23.29	441.837	21.0199	2.97267	24.73
14	»	Uç »	»	21.42	223.225	14.9407	2.11293	19.10

Tablo 3. Çeper Kalınlığı.

Ö R N E K			Aritmetik Ortalama (μ)	Varyans	Standard Sapma	Standard Hata	Varyasyon Katsayısı	
1 —	Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	4.01	16.074	4.00924	0.566992	27.30
2 —	»	Orta »	»	3.92	10.2143	3.19598	0.45198	22.30
3 --	»	Uç »	»	3.51	9.3469	3.05728	0.432364	23.83
4 —	Çukurova 1518	Dip »	»	4.79	13.5204	3.67701	0.520008	20.97
5 —	»	Orta »	»	3.84	13.2653	3.64216	0.515079	26.00
6 —	»	Uç »	»	4.14	13.7653	3.71016	0.524696	24.57
7 —	»	Kabuk »	»	4.79	29.8469	5.46529	0.772618	31.20
8 —	Karışık	Koza »	»	4.27	12.898	3.59137	0.507897	23.01
9 ---	Çukurova 1518	Dip »	Sulu Adana	4.44	28.1224	5.30306	0.749966	32.71
10 —	»	Orta »	»	4.49	17.3878	4.16986	0.589708	25.42
11 —	»	Uç »	»	4.74	12.4502	3.52976	0.499183	20.40
12 ---	»	Dip »	Kuru Adana	4.16	13.2245	3.63655	0.514286	23.88
13 —	»	Orta »	»	4.68	17.4388	4.17598	0.590572	24.38
14 --	»	Uç »	»	4.30	19.398	4.40431	0.622864	28.02

Tablo 4. Lümen Genişliği.

Ö R N E K			Aritmetik Ortalama (μ)	Varyans	Standard Sapma	Standard Hata	Varyasyon Katsayısı	
1	— Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	17.43	261.265	16.1637	2.28589	25.41
2	— »	Orta »	»	17.09	271.673	16.4825	2.33098	26.41
3	— »	Uç »	»	16.33	240.653	15.513	2.19387	26.02
4	- Çukurova 1518	Dip »	»	19.34	336.367	18.3403	2.59371	25.98
5	— »	Orta »	»	14.52	221.429	14.8805	2.10442	28.07
6	— »	Uç »	»	15.40	322.000	17.9444	2.53772	31.92
7	— »	Kabuk »	»	12.77	173.918	13.1878	1.86504	28.30
8	— Karışık	Koza »	»	15.56	581.388	24.112	3.40995	24.84
9	— Çukurova 1518	Dip »	Sulu Adana	26.47	17439.2	132.058	18.6758	136.69
10	— »	Orta »	»	19.23	475.469	21.8053	3.08373	31.05
11	— »	Uç »	»	15.45	301.061	17.3511	2.45382	30.76
12	— »	Dip »	Kuru Adana	15.78	369.633	19.2258	2.71894	33.37
13	— »	Orta »	»	14.52	335.714	18.3225	2.59119	34.56
14	— »	Uç »	»	12.99	154.327	12.4328	1.75685	26.20

N U M U N E			Keçeleşme Oranı
1 -- Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	263
2 -- »	Orta »	»	326
3 -- »	Uç »	»	300
4 -- Çukurova 1518	Dip »	»	297
5 -- »	Orta »	»	408
6 -- »	Uç »	»	345
7 -- »	Kabuk »	»	672
8 -- Karışık	Koza »	»	185
9 -- Çukurova 1518	Dip »	Adana (Sulu)	290
10 -- »	Orta »	»	297
11 -- »	Uç »	»	329
12 -- »	Dip »	Adana (Kuru)	360
13 -- »	Orta »	»	360
14 -- »	Uç »	»	429

Elastikiyet Oranı : (Lümen Çapı × 100/Lif Genişliği)

Istas tarafından ilk defa uygulanan bu katsayı kendi adıyla da anılmaktadır. Elde edilmiş bulunan liflerin kağıt yapma karakteristiklerini olumlu yönde etkilemektedirler. Bu etkileme, elde edilmiş bulunan değerlerin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

Istas Katsayısı dört grupta değerlendirilmektedir.

I. Grup : Elastikiyet katsayısı 75'den yukarı lifler. Bu durumda odun yoğunluğu düşük, lifler ince çeperli ve Lümenler geniştir, liflerde kolayca yassılaşılabilmek özelliği, kusursuz yüzey bağlantısı sağlayarak yüksek fiziksel direnç özelliğine sahiptir.

II. Grup : Elastikiyet katsayısı 50 - 70 arası lifler. Odunu orta yoğunlukta, lümen genişliği ve hücre çeper kalınlığı orta değerdedir, lifler iyi bir yüzey bağlantısı sağlayabilir.

III. Grup : Elastikiyet katsayısı 30 - 50 arasında olan lifler. Bu lifler oldukça kalın çeperli ve dar lümenlidir. Bu yüzden odun yoğunluğu artmakta olup, liflerin yassılaşılabilmek özelliği azalmakta ve bağlantı zayıflamaktadır.

IV. Grup : Elastikiyet katsayısı 30'dan az lifler. Hücre çeperleri kalın, lümenleri dar liflerdir. Liflerde yüzey değişimi az ve bağlantı zayıftır.

N U M U N E			Elastikiyet Katsayısı
1 — Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	68.48
2 — »	Orta »	»	68.85
3 — »	Uç »	»	70.11
4 — Çukurova 1518	Dip »	»	67.74
5 — »	Orta »	»	65.11
6 — »	Uç »	»	65.67
7 — »	Kabuk »	»	57.26
8 — Karışık	Koza »	»	64.24
9 — Çukurova 1518	Dip »	Adana (Sulu)	86.42
10 — »	Orta »	»	67.10
11 — »	Uç »	»	61.97
12 — »	Dip »	Adana (Kuru)	65.29
13 — »	Orta »	»	62.34
14 — »	Uç »	»	60.64

Katılık Katsayısı : (Çeper Kalınlığı \times 100 / Lif Genişliği)

Bu oranın yükselmesi, kağıdın fiziksel direnç özelliklerine bilhassa kopma değerinin azalmasına etki yapmaktadır. Bu değer in yükselmesi çeper kalınlığının artmasının bir sonucu olduğundan kalın çeperli silindirik yapıdaki liflerin bu yapılarını korumada gösterdikleri etkinlik nedeniyle, liflerarası bağlantı yeterince kurulamamaktadır.

N U M U N E			Katılık Katsayısı
1 — Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	15.75
2 — »	Orta »	»	15.79
3 — »	Uç »	»	15.07
4 — Çukurova 1518	Dip »	»	16.78
5 — »	Orta »	»	17.22
6 — »	Uç »	»	17.65
7 — »	Kabuk »	»	21.48
8 — Karışık	Koza »	»	17.63
9 — Çukurova 1518	Dip »	Adana (Sulu)	14.50
10 — »	Orta »	»	15.88
11 — »	Uç »	»	19.01
12 — »	Dip »	Adana (Kuru)	17.21
13 — »	Orta »	»	20.09
14 — »	Uç »	»	20.07

Runkel Sınıflaması : (Çift Çeper Kalınlığı/Lümen Genişliği)

Runkel tarafından ilk defa uygulanan bu sınıflama, çeper kalınlığı ile Lümen genişliği arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu sınıflamaya göre :

- a — Kalın çeperli lifler : $2W/L > 1$. Kağıt yapımına en az uygun lifler.
b — Orta çeper kalınlıkta lifler : $2W/L = 1$. Kağıt yapımına uygun lifler.
c — İnce çeperli lifler : $2W/L < 1$. Kağıt yapımına en uygun lifler.

N U M U N E			Runkel
1 — Delta Pine	Dip kısmı	Antalya - Aksu	0.46
2 — »	Orta »	»	0.46
3 — »	Uç »	»	0.43
4 — Çukurova 1518	Dip »	»	0.49
5 — »	Orta »	»	0.53
6 — »	Uç »	»	0.54
7 — »	Kabuk »	»	0.75
8 — Karışık	Koza »	»	0.55
9 — Çukurova 1518	Dip »	Adana (Sulu)	0.34
10 — »	Orta »	»	0.47
11 — »	Uç »	»	0.61
12 — »	Dip »	Adana (Kuru)	0.53
13 — »	Orta »	»	0.64
14 — »	Uç »	»	0.66

Kimyasal Analizlerle İlgili Bulgular :

Araştırmada kullanılan örneklerin kağıt yapımında değerlendirilme olanakları araştırılırken ikinci aşama olarak kimyasal bileşenlerin, bitki yapısına katılma oranları saptanmıştır.

Bu amaçla temel bileşenler ve çözünebilen bileşenler, TAPPI Standartlarına uygun olarak saptanarak Tablolar halinde verilmiştir.

Holoselüloz : Bölgeler düzeyinde ele alınarak Holoselüloz oranları saptanmış ve ekstrakte edilmiş kuru örneğin yüzde oranı olarak verilmiştir.

Adana DLP. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
89.98		87.00	85.40	84.55

Lignin : Ekstrakte edilmiş örneklerin % 72 lik Sülfirik asitte çözünmeyen lignin yüzdesi olarak belirlenmiştir.

Adana DLP. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
27.61	25.65	27.98	26.13	26.94

Kül : Araştırmada kullanılan örnekler üzerinde elde edilen kül miktarı, tam kuru ağırlığın yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

Adana DPL. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
0.0416	0.0351	0.0380	0.0446	0.957

Eterde Çözünürlük : Araştırmada kullanılan örnekler üzerinde yapılan ekstraksiyon sonunda eterde çözünme oranı, örnek ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

Adana DPL. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
1.82	1.0156	1.2109	1.2614	1.3841

Alkol - Benzende Çözünürlük : Örnekler üzerinde yapılan Alkol - Benzende çözünürlük işlemlerinde elde edilen sonuçlar şöyledir :

Adana DPL. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18
9.99	4.47	4.23	2.49	5.13

Alkali'de Çözünürlük : Pamuk sapı örneklerinin sıcak seyreltik alkali çözeltisine dayanıklılığının bölgelere göre saptanmasını amaçlayan çalışmaların sonunda varılan ortalama bulgular şöyledir.

Adana DPL. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
50.55	34.83	41.02	42.47	49.27

Sıcak Suda Çözünürlük : Örneklerdeki yan bileşiklerden sıcak suda çözünabilir olan maddelerin ortalama yüzde oranları şöyledir.

Adana DPL. 15/21 Kuru	Adana DPL. 15/21 Sulu	Antalya DPL. 15/21	Antalya Ç. ova 15/18	Antalya Ç. ova 15/18 Koza
7.84	6.09	9.33	9.89	20.02

RESEARCH ON THE USE OF COTTON STALKS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

Dr. Erol GÖKSEL

Abstract

The objective of this research is to study the fiber morphology and the chemical analysis of the Cotton Stalks being an important agriculture in Turkey.

SUMMARY

Because of the Cotton being such an important agriculture in Turkey, it is hoped that the Stalks will be of use in the manufacturing of pulp and paper. As this industry is dependent on wood it unfortunately causes a great strain on our forests.

As to this day, cotton stalks have not been put to any use and have been burned on our lands.

After some researches made at our Laboratories, we have come to the conclusion that these stalks may be a very useful substance in the making of pulp and paper. A study of the fibre dimension and the chemical analysis of the stalks have been made.

There are two kinds of cotton agriculture in Turkey, dry and wet. Both of these are found in Adana, but the dry agriculture is no longer in use in Antalya. The Stalks used in This research were picked from Adana and Antalya regions. The delta pine 15/21 stalks were picked from the dry Lands in Adana, and bath delta pine 15/21 and the Çukurova 15/18 were picked from the wet Lands. The samples taken from Antalya were delta pine 15/21 and Çukurova 15/18.

To enable us to discover, whether or not, there was a difference in the samples taken from different Lands, we cooked these stalks separately.

From each of all sampling areas, picked samples first into chips and then rubbed in flour after which these were preserved in jars according to the TAPPI 11m - 45.

The chemical analysis of sample wood were carried out according to TAPPI standards given below :

Ash	TAPPI T	15m - 45
Solubility in ether	TAPPI T	5m - 54
Solubility in alcohol - benzene	TAPPI T	6m - 54
Solubility in alkali	TAPPI T	4m - 54
Solubility in hot water	TAPPI T	1m - 59
Lignin	TAPPI	13m - 60
Holocellulose	WISE	

The ultimate fibers for dimensional measurement were prepared according to the clorite method which has been improved by Spearin and Isenberg. Each of the samples for fiber measurement were prepared from the mixture of all the sampling area. Fiber length, cell wall thickness, Lumen diameter and the fiber width were measured respectively on each sample 100 measures for Length and 60 for the others were repeated for statistical analysis. The results of these measurements were also used for determination of the properties of pulps.

It is possible to summarise the results which are related to the fiber length, fiber width, Lumen diameter, cell wall thickness values as follows :

	Antalya delta pine 15/21	Antalya Çukurova 15/18	Adana (wet) delta pine 15/21	Adana (dry) delta pine 15/21
Fiber Length mm	0.73	0.86	0.85	0.85
Fiber width μ (micron)	24.52	24.76	27.95	22.96
Cell wall thickness (micron)	3.81	4.25	4.55	4.38
Lumen diameter (micron)	16.95	16.42	20.38	14.43

The results calculated from the fiber measurements are as follows :

	Antalya delta pine 15/21	Antalya Çukurova 15/18	Adana (wet) delta pine 15/21	Adana (dry) delta pine 15/21
Felting Coefficient L/D	29.6	35.0	30.5	38.3
Elasticity Coefficient $d \times 100/D$	69.14	66.17	71.83	62.75
Rifidity Coefficient $W \times 100/D$	15.53	17.21	16.46	19.12

The results from various chemical analysis of stalks samples from different regions were given below :

	Antalya delta pine 15/21	Antalya Çukurova 15/18	Adana (wet) delta pine 15/21	Adana (dry) delta pine 15/21
Holocellulose	87.00	85.40	89.33	89.98
Lignin	27.98	26.13	25.65	27.61
Ash	0.0380	0.04446	0.0351	0.0416
Solubility in ether	1.21	1.26	1.01	1.82
Solubility in alkali	41.02	42.47	34.83	50.55
Solubility in Alcohol - benzene	4.23	2.49	4.47	9.99
Solubility in hot water	9.33	9.89	6.09	7.84