

ES
E
E
A

CILT
VOLUME
BAND
TOME
31



SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE
1
1981

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



KIZILÇAMIN LİF MORFOLOJİSİ VE ODUNUNDAN SÜLFAT SELÜLOZU ELDE ETME OLANAKLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR¹

Dr. Erol GÖKSEL²

Kı s a Ö z e t

Bu çalışmada, ülkemizde çok yaygın bir yetişme ortamına sahip Kızılçamlar kimyasal yapı, lif morfolojisi ve selüloz-kâğıt teknolojisinde kullanım olanakları, sülfat yöntemi benimsenerek araştırılmış ve gereksinime duyulan bulgulara ulaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlardan bu ağaç odununun lif morfolojisi, kimyasal yapı ve fiziksel direnç özellikleri bakımından selüloz ve kâğıt sanayiline uygun bir hammadde olduğu saptanmıştır.

1. GİRİŞ

Odunun yongalarının liflendirilmesi, lif hamuru (selüloz) ve kâğıt teknolojisinin temel uğraşısıdır. Bu işlem liflerin ileride kullanıma biçimlerine göre elde edilmişleri bakımından farklılıklar göstermekte ve a) mekanik, b) kimyasal, c) yarıkimyasal olmak üzere üç değişik yöntemle dayalı olarak yapılmaktadır. Yöntemler arasındaki ayrılıklar, elde edilen lifler üzerinde kendisine özgü etkiler yaptığından değişik yöntemler, değişik karakterde lifler meydana getirmekte ve bu durum eldenen kâğıdın nitelik özelliğini de belirlemektedir.

Günümüze dek yapılan araştırmalarda değişik türdeki odunlardan; artan selüloz harcamalarını karşılayacak biçimde, istenilen nitelikte selüloz elde edilebilmek için, neler yapılması gerektiğini ortaya koymuş, yöntemler temelde değişmemekle birlikte kâğıt teknolojisinde anılan bulguların ışığında büyük aşamalar sağlanmış bulunmaktadır.

Araştırmada uygulanan sülfat yöntemiyle elde edilen selülozlar günümüzde çok geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır. Yöntemin üstünlükleri şöyle açıklanabilir (KLEPPE, 1970; CASEY, 1960; STONE, 1957; KULKARNİ, 1955; KURTH, 1956; HUŞ, 1966).

- 1 — Yöntemle geri kazanma işlemi kolaylıkla uygulanabilmektedir.
- 2 — Yöntem her türlü hammaddeler için geçerlilik taşımaktadır.
- 3 — Maksimum lif esnekliği elde edilebilmektedir.

¹ Bu yazı İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası Kürsüsünde aynı ad altında hazırlanmış doktora çalışmasının özettir.

² Orman Ürünleri Kimyası Kürsüsü, Bahçeköy - İstanbul.

- 4 — Pişirme süresi daha kısadır.
- 5 — Reçine etkin bir biçimde sabunlaştırıldığında elek tıkanması azalmaktadır.
- 6 — Elde edilen selülozların fiziksel direnç özellikleri daha yüksek olmaktadır.
- 7 — Yan ürünlerden kayıpsız olarak faydalanılabilmektedir.
- 8 — Artık suların teksif edilip yakılması suretiyle elde edilen enerji, selüloz fabrikasının ısı ihtiyacını karşılamaktadır.

Ülkemiz ormanlarında % 19,3'lük bir oranla etaya katılan Kızılcım bu araştırmada selüloz ve kağıt sanayiinde kullanılabilirliği yönüyle araştırmaya çalışılmıştır (ORMAN BAKANLIĞI, 1973).

Bugün için pratikte Muğla - Dalaman selüloz ve kâğıt fabrikasında kullanılan ve yakın gelecekte, yapımı sürdürülen Sulfite - Taşucu'daki tesislerde kullanılacak olan Türkiye Kızılcamları, çeşitli yönleri ile Bilimsel Araştırmalara konu olmakla birlikte, günümüze değin selüloz ve kağıt yapımı açısından ele alınmamıştır.

Bu araştırmada Kızılcımın, iğne yapraklılar için en uygun bulunan sülfat yöntemi benimsenerek selüloz ve kâğıt elde etme olanakları çeşitli yönleri ile araştırılmış ve gereksinme duyulan bulgulara ulaşılmaya çalışılmıştır.

2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MATERYEL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan örnekleme materyeli olan Kızılcamlar, Türkiye'deki doğal yayılışına uygun olarak Batı ve Güneydoğu Anadolu'dan sağlanmıştır. Bu amaçla çalışma alanı üç ana bölgeye ayrılarak örnekleme yapılmıştır. Bölgelemede şu ölçüler göz önünde tutulmuştur.

- 1 — Kızılcımın doğal yayılış alanları çok geniş bir yöreyi kaplamaktadır. Pratikte odunun değerlendirilmesi açısından makro düzeyde ekolojik bir ayırma gereksinime vardır. Bu nedenle Marmara, Ege ve Akdeniz iklim tiplerinin gösterdiği bölgelemeye uyumlu bir ayırım yapmak uygun düşmektedir.
- 2 — İklimsel bölgelemeye uygun olarak örneklerin sağlanmasında ormancılık örgütünün yönetsel bölümlenmesinin de göz önüne alınması gerekmektedir.
- 3 — Pratikte günümüz ve gelecek için Kızılcımın selüloz ve kâğıt eldesinde yeni değerlendirme olanakları yaratılması durumunda, ulaşım koşulları ve diğer sosyo - ekonomik etkenler devreye girecektir. Bu durumda da bölgeleme zorunlu olacaktır.

Kızılcımın doğal yayılış alanları içinde, türün dağılım özelliklerini yansıtacak biçimde, dokuz örnekleme yöresi saptanmış ve her yörede en 5'er ağaç alınmak suretiyle toplam 45 ağaç odunu üzerinde araştırma yapılmıştır.

Seçilen örnekleme yöreleri Kuzeyden Güneye ve Doğuya doğru : Çanakkale, Bahkeşir, İzmir, Muğla, Denizli, Antalya, Mersin, Adana ve İskenderun olarak belirlenmiştir.

Selüloz üretimi için uygun yaş kademelerinin saptanmasında ince çaplıların etkisini daha da belirlemek ve böylece aralama kesim hasılatının bu maksatla da kullanabilme derecelerini ortaya çıkarmak amacıyla 1 - 20 cm kademesinden tekrar örnekler alınmış ve böylece fiziksel direnç grafiklerinde bu kademenin, etkinlik derecesinin daha belirgin bir şekilde ortaya konulmasına çalışılmıştır.

Örnekleme yapılan her yöreden Türk Standartları Enstitüsünün T.S. 1015 (selüloz ve mekaniksel odun hamuru imalinde kullanılan) standardına uyularak, TAPPI 1963 - 65 nolu yönteminde belirlenen ölçülere uygun biçimde 5 ağaç kesilmiştir. Her ağaçtan 5 cm eninde üç kesit alınmış ve bu kesitler TAPPI T 11 m - 45 yöntemiyle Wiley değirmeninde öğütülmüş, daha sonra elenerek, cam kavanozlarda analiz için saklanmıştır.

Araştırmada kimyasal analizler aşağıda belirtilen TAPPI Standart yöntemleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bunlar sırasıyla :

Kül Saptamaları	TAPPI T 15 m - 45
Eterde Çözünürlük	TAPPI T 5 m - 54
Alkol - Benzende Çözünürlük	TAPPI T 6 m - 54
Alkalide Çözünürlük	TAPPI T 4 m - 54
Sıcak Suda Çözünürlük	TAPPI T 1 m - 59
Lignin Saptamaları	TAPPI T 13 m - 60
Hölosetüloz Saptamaları	WISE yöntemi
Pentozonlar	TAPPI T 19 m - 50
Alfa Selüloz	TAPPI T 20 m - 05 - 71

Morfolojik ölçmeler SPEARIN ve ISENBERG tarafından geliştirilen Sodyum Klorit Yöntemine göre (Masere edilmiş) liflendirilmiş örnekler üzerinde yapılmıştır. Ölçmeler her bölge ağaçlarının üç kesitinden de alınan örneklerin karıştırılması sonucu elde edilen tek ağaç karışımları üzerinden yapılmıştır. Her örnekte lif boyu için 100, lif genişliği, lümen başluğu ve hücre çeperi kalınlığı için 60 ölçme yapılmıştır.

Ayrıca bu ölçme sonuçlarından, selülozların elverişlilik durumlarının saptanmasında kullanılan etkenlerin belirlenmesinde de yararlanılmıştır.

Odun hammaddesinin selüloz eldesine yararlılık durumunun saptanması için, lif morfolojik yapısı ve sağlanabilecek bir verimli üzerinde ön bilgi veren Hacım - Ağırlık değeri, TAPPI T 18 m - 53 Standart Yöntemi ile elde edilmiştir.

Araştırmada saptanan İstatistik değerler ve varyans analizi formülleri, ilgili kaynaklardan alınarak, FORTRAN IV programlama dili ile programlanmış, İ.Ü. Haydar Furgaç Elektronik Hesap ve Araştırma Merkezinde İ.B.M. 360 bilgisayarla değerlendirilmiştir.

Lif hamurları PFI İskandinav tipi değirmende 3,4 kg. yük altında kılıfla, döner dişler arasındaki açıklık 2 mm'de sabit tutularak % 10'luk lif suspansiyonu ile çalışmak suretiyle döğülmüştür. Selülozlar daha sonra İngiliz Standardına göre 6 inçlik deneme kâğıdı yapma aletinde 60 gr/cm²'ye denk safihalar haline getirilmiştir. Bu safiha'lar daha sonra Standarda göre 50 PSI=3,5 kg/cm² basınç uygulanmıştır. Hazırlanan bu safihalar, oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, sıcaklık derecesi ve bağıl nemli 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 kağıtlarına ilişkin fiziksel testler, numaraları aşağıda verilmiş bulunan TAPPI Standartlarına göre yapılmıştır.

Gramaj (Basis Weight : ght) $W = \text{gr/m}^2$

Yogunluk (Density) = $\frac{\text{Gramaj}}{\text{Kalınlık}} \text{ gr/cm}^3$

Kalınlık = TAPPI 09 - 68 -

Patlama faktörü (Burst factor): TAPPI T 403 TS - 63

Yırtılma faktörü (Tear factor Elmendorf) TAPPI T 414 - TS - 65

Kopma Uzunluğu (Breaking Length) = TAPPI T 404 TS - 66

Uzama % = TAPPI T 412 OS - 69

Ağartılmış olan selülozlardan elde edilen deneme saffhalarında Reflectance Spectrophotometre ile MgO, reflektansı baz olarak kullanılmış ve 602 nolu filtre ve 457 dalga boyulu mavi ışık kullanılarak parlaklık ölçmeleri yapılmıştır.

3. SÜLFAT YÖNTEMİ İLE SELÜLOZ ELDE ETME VE AĞARTMA

Araştırmada kullanılan Kızılcım örneklerini laboratuvarda pişirmeye hazır biçime getirmek için, önce kabukları soyulmuş daha sonra yonga durumuna getirilmiştir. Odun yongalarına pişirme çözeltisi nüfuzunun tüm yönlerde eşit olabilmesi için yonga boyutlarının yeterli ölçülerde tutulması gerekmektedir. Bu nedenle laboratuvar çalışmalarında yongalar $25 \times 15 \times 4$ mm olarak boyutlandırılmış ve böylece kimyasal maddelerin yongalara daha kolay nüfuzu sağlanmaya çalışılmıştır. Yonga kalınlıklarının 4 mm olarak benimsenmesinin temel nedeni, bu kalınlıktan daha fazla olan yongalarda ligninin çözülme oranının düşme göstermesidir (CASEY 1960).

Sülfat yönteminde pişirme işlemi, yonga durumuna getirilmiş odunun pişirme çözeltisi olarak hazırlanan sodyum hidroksit ve sodyum sülfür çözeltisi ile pişirme kazanında denetimli basınç, sıcaklık ve süre altında pişirilmesi eylemidir (STEPHENSON 1950). Bu pişirmedeki temel amaç odunun yapısındaki liflerin aralarında bulunan bağı çözmek ve selülozu lifsel olarak açığa çıkarmaktır.

Lif hamuru eldesi için gerekli olan pişirme çözeltisi, sodyum hidroksit ve sodyum sülfürü çözmek suretiyle hazırlanmaktadır. Bu çözme işleminde, toplam sodyum sülfür ve sodyum hidroksit oranlarına «aktif alkali», sodyum sülfürün aktif alkaliye oranına ise «sülfidite» (kükürt oranı) denilmektedir (CASEY 1960). Araştırmada aktif alkali % 17.5 sülfidite % 25, yonga/çözelti oranı ise 1/5 olarak uygulanmıştır.

Esmer (ağartılmamış) ve ağartılmış durumdaki selülozların direnç özelliklerinin saptanabilmesi için pişirme işlemleri, hem yüksek hem de düşük verimli selüloz eldesini amaçlayan iki aşamalı çalışmalar biçiminde sürdürülmüştür. Esmer durumdaki selülozlar pratikte olduğu gibi değerlendirilme durumunda olan selülozlardır. Bu nedenle fiziksel direnç niteliklerinin en yüksekte tutulabildiği verim kademesine çıkılmaya çalışılır. Ağartılarak değerlendirilecek selülozların elde edilebilmesi için ise verim derecesinin daha aşağı kademelere düşürülmesi gereği vardır. Bu nedenle düşük verimli selüloz elde edebilmek amacıyla aktif alkaliyle sülfidite sabit tutularak, selülozun fiziksel niteliklerini koruyucu en iyi yol olarak bilinen pişirme süresinin uzatılması tercih edilmiştir.

Ağartma, lif olarak elde edilmiş odun selülozunda, göze daha beyaz görünebilecek biçimde ışığı yansıtma niteliği kazandırmak üzere, odun yapısında bulunan lignin ve diğer renk veren maddelerin değişime uğratılması ya da uzaklaştırılması olarak belirtilmektedir (KRAFT 1950).

Ancak, ağartma selülozun yalnız renginin açılması olayı değildir. Ağartma sırasında uygulanan klorlama ve bunu izleyen alkali ekstraksiyonu sırasında, hemiselüloz da uzaklaştırılmaktadır. Hemiselülozun uzaklaştırılmasıyla, selülozun hidrasyon niteliği azalmakta ve bunun sonucu olarak döğülmeye karşı direnci yükselmektedir. Ayrıca kopma uzunluğu ve yırtılma direnci de artmaktadır. Buna karşılık lifler arasında bağlayıcı görevi olan hemiselülozun azalması sonucu patlama direnci bir miktar düşmekte ve aynı zamanda yoğunluk azalmaktadır. Genel olarak lignin ve renk veren maddelerin uzaklaştırılması biçiminde uygulanan ağartma sonucunda da, selüloz randımanı bir miktar düşmektedir.

Sülfat selülozlarında çok aşamalı ağartma uygulanmaktadır. Klorlama bu aşamaların en önemlilerinden birini oluşturur. Nitekim klor, lignindeki hidrojen atomunun yerine geçerek onu klorolignin'e dönüştürmekte alkali ekstraksiyonu ise klorlanmış lignini dışarı atmada kullanılan bir aşama olarak bilinmektedir. Uygulanan son işlem olan hipoklorit aşaması, kalıntı klorlanmış lignini almada ve renk veren diğer maddeleri uzaklaştırmada etken olmaktadır.

Araştırmada 5 aşamalı bir ağartma kullanılmıştır.

- 1 — Birinci klorlama
- 2 — Birinci alkali ekstraksiyonu
- 3 — İkinci klorlama
- 4 — İkinci alkali ekstraksiyonu
- 5 — Hipoklorit

4. BULGULAR

Araştırmada kullanılan örneklerin lif boyutları başlıca dört grupta toplanan ölçümler içinde gerçekleştirilmiş olup, bunlar lif boyu lif genişliği, çeper kalınlığı ve lümen genişliğidir.

Bu değerlere ilişkin bulgular şöyledir :

	Birinci bölge	İkinci bölge	Üçüncü bölge
Lif boyu mm	4.70	4.34	4.27
Lif genişliği Mikron	47.85	49.11	48.17
Çeper kalınlığı Mikron	9.77	9.37	8.99
Lümen genişliği Mikron	28.14	30.34	30.17

Selüloz ve kağıt eldesinde kullanılan odunun önemli özelliklerinden olan lif boyutlarının saptanmasının yanısıra, bunlar arasındaki oranlardan çıkan sonuçlarında, gerek uygulamalı gerekse bilimsel çalışmalarda bugün için büyük geçerliliği bulunmaktadır. Özellikle lif boyutlarının kendi aralarında oranlanmasıyla bulunan kimi etkenler, selüloz ve kağıt teknolojisinde aranan pratik bir önem taşımaktadır.

Araştırmada, anılan bu etkenler aşağıdaki biçimde hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Keçeleşme oranı: (Lif uzunluğu/lif genişliği). Bu oran kâğıdın fiziksel test sonuçlarına göre kopma ve yırtılma direnci üzerinde etkisi bulunan önemli bir faktördür.

Araştırmamızda bu oran birinci bölgede 98.42, ikinci bölgede 98.63, üçüncü bölgede 89.25 olarak bulunmuştur.

Elastiklik katsayısı: (Lümen çapı \times 100/lif genişliği). İstas tarafından uygulanan bu katsayı, 4 gruba ayrılmıştır.

Birinci grup, elastiklik katsayısı 75'den yukarı olanlar, yüksek bir fiziksel direnç gösterirler.

İkinci grup, 50 - 75 arası olanlar iyi bir liflerarası bağlantı gösterirler.

Üçüncü grup, 30 - 50 arasında olanlar, yüzey gelişimleri kötü ve lifler arası bağlantı zayıftır.

Dördüncü grup, lifler çok az yüzey düzgünlüğü sağlarlar.

Araştırmamızda elastiklik katsayısı, birinci bölgede 58.68, ikinci bölgede 61.68 ve üçüncü bölgede 62.71 olarak bulunmuştur.

Buna göre Kızılçam lifleri İstas gruplamasında ikinci gruba girmektedir.

Katılık katsayısı: Rijidite (çeper kalınlığı \times 100/lif genişliği). Bu oran yükseldikçe fiziksel direnç özelliklerine olumsuz etki sözkonusudur. Araştırmamızda bu katsayı birinci bölgede 20, ikinci bölgede 19 ve üçüncü bölgede 19 olarak bulunmuştur.

Runkel sınıflaması: (çift çeper kalınlığı/lümen genişliği). Birinci bölgede 0.70, ikinci bölgede 0.62, ve üçüncü bölgede 0.60 olarak bulunan değerler Runkel'in yaptığı sınıflamada Kızılçamın ince çeperli lifler sınıfına girdiğini göstermektedir.

Araştırmada uygulanan çeşitli kimyasal analiz yöntemlerinin sonuçlarından elde edilen bulgular, odunun kimyasal bileşenlerine uygun bir düzen içinde ortalama değerler olarak aşağıda belirtilmiştir. Bu ortalama bulgular tam kuru odunun yüzde değerleri olarak hesaplanmıştır.

	Birinci bölge	İkinci bölge	Üçüncü bölge
Holoselüloz	66.13	64.52	65.45
Lignin	27.18	27.38	27.86
Pentozan	10.29	10.47	9.23
Kül	0.5	0.4	0.5
Alfaselüloz	43.92	42.53	41.21
Sıcak suda çözünürlük	3.65	9.36	2.10
% NaOH'de çözünürlük	17.44	8.40	9.30
Eterde çözünürlük	4.59	5.46	5.25
Alkol - Benzende çözünürlük	5.04	9.27	9.05

Hacim ağırlık değerleri ise birinci bölgede 0.520 g/cm³, ikinci bölgede 0.482 g/cm³, üçüncü bölgede 0.471 g/cm³ olarak hesaplanmıştır.

Daha önceki ilgili bölümlerde açıklandığı üzere, araştırmada örneklenen K-

zıçamlar sülfat yöntemine göre düşük ve yüksek verimli olarak pişirilmiş ve bunlardan elde edilen selülozlardan ayrı ayrı deneme safihaları yapılarak, her grup üzerinde fiziksel test uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İkinci evre olarak düşük

Tablo 1.
KIZILÇAM SULFAT SELÜLOZU ELDE ETME ŞARTLARI

	Yüksek Verim	Alçak Verim
Taze Çözelti Yoğunluğu :		
Sodyum Sülfür	65 g/lt.	65
Sodyum Hidroksit	175 g/lt.	175
pH	12	12
Emprenye Kademesi :		
Odun/Çözelti Oranı	1/5	1/5
Basınç	5 Kg/Cm ³	5
En Yüksek Sıcaklık Derecesi	120 C°	120
En Yüksek Sıcaklığa Kadar Süre	10 Dak.	10
En Yüksek Sıcaklıkta Süre	60 Dak.	60
Piştirme Kademesi :		
Sülfidite	25 Odun Yüzdesi	25
Aktif Alkol	17.5 Odun Yüzdesi	17.5
Çözelti/Odun Oranı	1/5	1/5
En Yüksek Basınç	12 Kg/Cm ³	12
En Yüksek Sıcaklık Derecesi	180 C°	180
En Yüksek Sıcaklığa Kadar Süre	15 Dak.	15
En Yüksek Sıcaklıkta Süre	300 Dak.	240
Liflendirme (İnceltme) : (Sprout Waldron 12 inç. diskli değirmeni)		
Disk açıklığı	0.10 mm.	
Lif yoğunluğu	4 %	
Sıcaklık derecesi	25 C°	

verimli selülozların bir kısmı çok aşamalı ağartma işlemlerine sokularak ağartılmış, bunlardan da deneme safihaları yapılmış ve fiziksel test uygulamaları sürdürülmüştür. Bu çalışmalarla ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

	Yüksek Randımanlı	Düşük Randımanlı
Birinci bölge	56.8	49.4
İkinci bölge	56.3	48.5
Üçüncü bölge	51.4	45.8

Düşük verimli selülozlar üzerinde uygulanan 5 aşamalı ağartma işlemi sonunda odun hammaddesine oranla % 37 - 42 son verim elde edilmiştir.

Tablo 2.
AĞARTMA SONUÇLARI

Piştirme No. Cook No.	Esmer Selüloz Unbleached Pulp Gr.	Ağartılmış Selüloz Bleached Pulp Gr.	Ağartmada Verim Yields Pulp Basis %	Son Verim Wood Basis %	Beyazlık Brightness % MgO ₂
2	200	165.25	82.62	37	54
5	200	162.15	81.07	42.8	54
8	200	155.70	77.85	37.7	56
12	200	162.75	81.37	43	57
15	200	172.05	86.02	40.25	75
17	200	175.34	87.67	38.30	60
23	200	159.12	79.56	42.25	67
26	200	160.14	80.07	38.50	59

Yüksek verimli esmer selülozların 50SR^a'de yapılan fiziksel testleri sonunda yırtılma faktörü ortalaması birinci bölgede 93.3; ikinci bölgede 82.8, üçüncü bölgede 81.6; patlama faktörü ortalaması birinci bölgede 59, ikinci bölgede 62, üçüncü bölgede 59; kopma uzunluğu ortalaması birinci bölgede 7520 m, ikinci bölgede 8840 m, üçüncü bölgede 8220 m. olarak bulunmuştur.

Düşük verimli esmer selülozlar üzerinde 50SR^b'de gerçekleştirilen fiziksel test sonuçlarında, yırtılma faktörü ortalaması birinci bölgede 87, ikinci bölgede 79, üçüncü bölgede 63.3; patlama faktörü ortalaması birinci bölgede 63, ikinci bölgede 52, üçüncü bölgede 54; kopma uzunlukları ortalaması ise birinci bölgede 8300 m, ikinci bölgede 7817 m, üçüncü bölgede ise 8000 m. olarak bulunmuştur.

Düşük verimli esmer selülozların ağartılması sonucu elde edilen selülozlardan yapılmış deneme safihalarında 50SR^c'de yapılmış fiziksel test sonucunda yırtılma faktörü ortalaması birinci bölgede 89.3, ikinci bölgede 55.7, üçüncü bölgede 68.7; patlama faktörü ortalaması birinci bölgede 123, ikinci bölgede 89, üçüncü bölgede 103; kopma uzunluğu ortalaması birinci bölgede 12063 m, ikinci bölgede 11233 m, üçüncü bölgede 11690 m. olarak bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

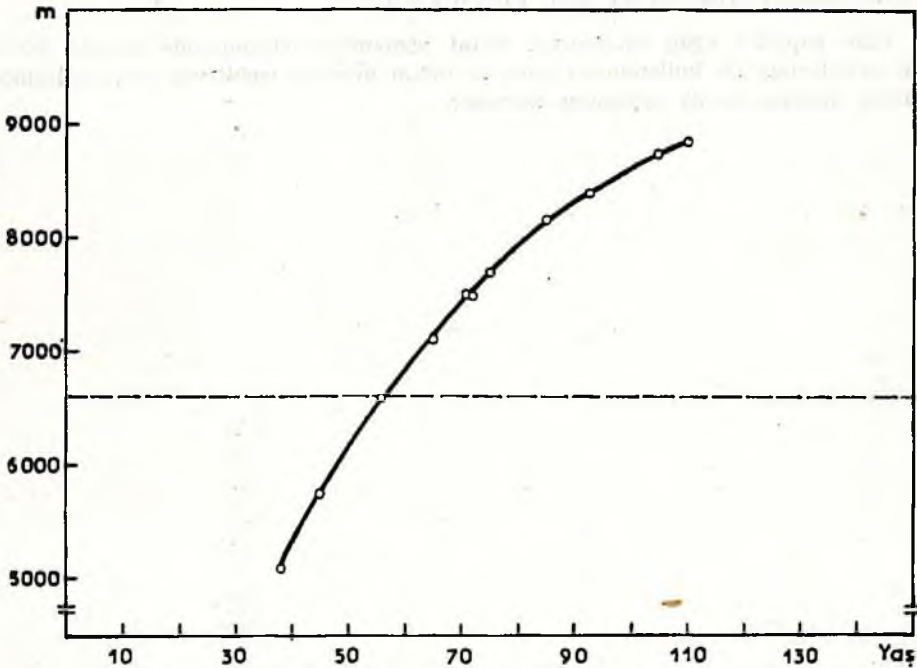
Araştırmada uygulanan fiziksel testlerden elde edilen sonuçlara göre, safiha yoğunluklarında birinci bölgeden, üçüncü bölgeye doğru bir yükseliş saptanmıştır. Bu değerler söz konusu bölgelerin hacim - yoğunluk değerleri ile karşılaştırıldığında, ince çepirli ve yassılaşılabilen liflerin daha yoğun bir tabaka meydana getirdiği gözlenmiştir. Yine fiziksel test sonuçlarına göre birinci bölge selülozlarının daha yüksek bir yırtılma direncine, buna karşın daha düşük bir kopma uzunluğuna sahip oldukları anlaşılmıştır.

Yaşlı gövdelerde belirli sürede dövülme ile elde edilen kopma uzunluklarının daha az olduğu, ekstraktif madde oranlarının arttığı, pişirmenin daha çok kimyasal madde gerektirdiği ve ağartma sırasında daha düşük ağartma derecelerine ulaşılabildiği görülmüştür.

Buna karşılık çok genç yaştaki gövdelerin lif üretimi açısından belirli bir lif olgunluğuna erişmeden kullanılması gerek verim, gerekse fiziksel dirençlerdeki düşmelere neden olmaktadır.

Selülozun fiziksel dirençlerinde meydana gelen gelişmeleri grafikler üzerinde belirtmek suretiyle Kızılçam odunlarında optimal selüloz üretim yaşı 80 - 85 yaşları arasında olabileceği ince çaplıların işlenmesi halinde ise bu direnç niteliklerinde bir düşme görüleceği saptanmıştır.

Bununla beraber aralama hasılatını kullanabilirlik durumunu belirtmek bakımından Dalaman Selüloz ve Kağıt Fabrikasının ürettiği ticari Selülozlar ölçü kabul edilerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalardan direnç özellikleri arasında önemli bir faktör sayılan kopma uzunluğunun yaşa bağlı olarak değişimini gösteren grafik üzerine aktarıldığında, ince çaplı Kızılçam odunlarının 50 - 60 yaş arasında değerlendirilebilecek düzeye ulaştığı görülmüştür (Grafik 1).



Grafik 1.

Kopma uzunluğunun yaşa bağlı olarak değişimi ve ticari selülozla karşılaştırılması.
Development of the breaking length versus age and comparison with the commercial pulp.

$$y = a + bx + cx^2$$

$$a : 945,18$$

$$b : 130,1964$$

$$c : -0,5304$$

Araştırma sonuçlarına göre Kızılçam ağacı odunlarının sülfat yöntemiyle selülozlu madde elde edilmesinde gerek lif morfolojisi, gerekse kimyasal bileşim ve fiziksel direnç özellikleri bakımından elverişli bir hammadde olduğu saptanmıştır.

Ancak yaşlı gövdelerin kullanılması halinde ortaya çıkmakta olan enerji, kim-

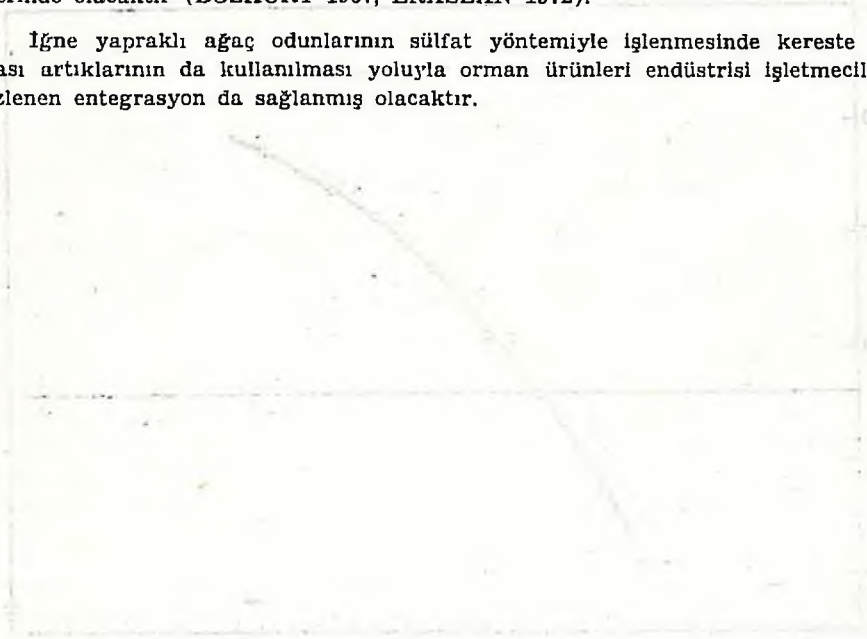
yasal madde ve zaman israfı gibi olumsuz etkilerle, bu çap ve yaştaki hammadde- nin başka alanlarda daha ekonomik olarak değerlendirilebilme olanaklarının göz önüne alınması gerekmektedir.

Özellikle orman kaynaklarımızdan elde edilen tam odun üretiminin % 45 - 65'i gibi önemli bir bölümünü oluşturan ara kesim hasılatından selülozluk hammadde niteliği taşıyan materyelin bu amaçla kullanılması, üzerinde önemle durulması gereken bir husustur (ERASLAN 1972).

Bu bakımdan orman işletmeciliğinde selülozluk odun elde etme amacına yönelik olmak üzere bakım tedbirlerinin alınmasına yönelik çalışmaların hız kazanması yoğunlaştırılmalıdır.

Selülozluk odun Standardının diğer araştırmacıların da önerdiği gibi Avrupa Standardlarına yakın bir değer olan kabuksuz uç çapın 5 - 15 cm sınırında tutulması ve bu suretle selülozluk yuvarlak odun Standardında gerekli revizyonun yapılması yerinde olacaktır (BOZKURT 1967, ERASLAN 1972).

İğne yapraklı ağaç odunlarının sülfat yöntemiyle işlenmesinde kereste fabrikası artıklarının da kullanılması yoluyla orman ürünleri endüstrisi işletmeciliğinde özlenen entegrasyon da sağlanmış olacaktır.



FIBER MORPHOLOGY AND SULPHATE PULPING OF PINUS BRUTIA TEN.

Dr. Erol GÖKSEL

A b s t r a c t

The objective of this research is to study the fiber morphology and sulphate pulping characteristics of *Pinus brutia* growing naturally in Turkey. The wood of *P. brutia* found to be a suitable raw material for pulping with sulphate process according to the results of this research on account of both the fiber morphology, chemical composition and physical strength properties.

The objective of this research is to study the fiber morphology and sulphate pulping characteristics of *Pinus brutia* growing naturally in Turkey. This commercial softwood species 19,3 per cent constituted about of the total annual roundwood production.

The wood of these species is extensively used only in Dalaman plant in Turkey for pulp and paper production. However, in the nearest future, it will also be used for the same purpose at an integrated mill, which is presently under construction in Silifke - Taşucu. Although some other characteristics of *Pinus brutia* have been previously studied, the pulping and papermaking properties of these native species were specifically studied through this research.

The sulphate pulping process with bleached and unbleached versions is widely used for making pulp and paper because of its advantage to provide high strength properties to end products.

The wood samples used in this research were taken from a number of forest stands in the northwest, west and southwest regions of Turkey. The study area was divided into three region for sampling. These are (1) northern Aegean region, (2) Southwestern Mediterranean region including Antalya, Muğla and Denizli provinces, (3) south eastern region encompassing Mersin, Adana and Iskenderun. The following points were taken into consideration for selecting the sampling locations divided into three main regions within the overall distribution area of this species in Turkey :

1. These sampling regions having differences in climatic conditions may influence the certain wood properties which may be significant in pulp and paper productions.

2. To observe the variation in the properties of wood of this species on the basis of these three different regions which will provide wood to the pulp and paper mills in each region.

The sampling procedure then may be summarized as follows: The whole research area was divided into three main regions as indicated above. Each region then was subdivided into three sampling areas. Five trees were selected according to the TAPPI-1153-65 and TS 1015 standards, from each of all these sampling areas. Three sample discs with 5 cm. thickness were taken from each three and these discs were ground into flour in the Wiley mill according to the TAPPI T 11 m-45 Standard, for chemical analysis.

The chemical analysis of sample woods were according to carried out TAPPI Standards given below :

Ash	:	TAPPI T 15 m - 45
Solubility in ether	:	TAPPI T 5 m - 54
Solubility in alcohol benzene	:	TAPPI T 6 m - 54
Solubility in alkali	:	TAPPI T 4 m - 54
Solubility in hot water	:	TAPPI 1 m - 59
Lignin	:	TAPPI 13 m - 60
Holocellulose	:	WISE
Pentosans	:	TAPPI T 19 m - 50
Alpha cellulose	:	TAPPI 20 m - 05 - 71

The ultimate fibers for dimensional measurements were prepared according to the chlorine method which has been improved by Spearin and Isenberg. Each of the samples for fiber measurements were prepared from the mixtures of a single tree wood fibers. 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.

In order to calculate the statistical values, a program were written in the FORT-RAN IV language for IBM System/360. The program were run on the IBM system/360 at the Computer Center of Haydar Furgaç, University of Istanbul.

The sulphate pulping process is based on the use of NaOH and Na₂S. The process were applied on two different yield level: as high and low. Later, some of the low yield pulps were bleached. Bleaching was used of five stages as follows. (1) chlorination, (2) alkali extraction, (3) chlorination, (4) alkali extraction and (5) hypochlorite bleaching.

It is possible to summarize the results, which are related to the fiber length, fiber width, lumen diameter, cell-wall thickness, specific gravity values as follows :

		District First	Second District	Third District
Fiber Length	mm.	4.70	4.34	4.27
Fiber Width	micron.	47.85	49.11	48.17
Cell - Wall Thickness	micron.	9.77	9.37	8.99
Lumen diameter	micron.	28.14	30.34	30.17
Wood Density	g/cm ³ .	0.520	0.482	0.471

Table 3:
SULPHATE PULPING OF PINUS BRUTIA.

	High Yield	Low Yield
Fresh Liquor Concentration :		
Na ₂ S	65 g/l	65
NaOH	175 g/l	175
pH	12	
Impregnation :		
Liquor/Wood ratio	1/5	1/5
Pressure	5 Kg/Cm ³	5
Max. temperature	120 C°	120
Time to max. temperature	10 Min.	10
Time at max. temperature	60 Min.	60
Cooking :		
Sulphidity	25	25
Actif Alkali	17.5	17.5
Liquor Wood ratio	1/5	1/5
Pressure Max.	12 Kg/Cm ³	12
Max. temperature	180 C°	180
Time to Max. temperature	15 Min.	15
Time at Max. temperature	300 Min.	240
Refining :		
In Sprout-Waldron 12 inch disk mill		
Clearance	0.10 mm.	
Consistency	4 Pct.	
Temperature	25 C°	

The results from various chemical analysis of wood samples from three region, were given below :

	First District %	Second District %	Third District %
Holo cellulose	66.43	64.52	65.45
Lignin	27.18	27.38	27.86
Pentosana	10.29	10.47	9.23
Ash	0.5	0.4	0.5
Alpha cellulose	43.92	42.53	41.21
Solubility in hot water	3.65	9.36	2.10
Solubility in NaOH of 1%	17.44	8.40	9.30
Solubility in ether	4.59	5.46	5.25
Solubility in alcohol - benzene	5.04	9.27	9.45

According to the results of the physical tests the sheet densities were found to be significantly different between the sampling region. In comparing with the wood density values of the region, it was observed that the thin walled fibers resulted in higher sheet density. On the other hand results of the physical tests indicated that the test sheets of the first region, have a higher tearing resistance but a lower breaking length. The wood of old trees have also higher extractive ratios and more chemical consumption during cooking and bleaching and the pulps have lower breaking length and brightness than the others.

With the help of the results obtained, it was tried to determine the proper management age classes of *Pinus brutia* managed for pulping and papermaking. For this purpose the pulps from Dalaman mill and *Pinus brutia* from three different districts were compared.

The results of physical tests have shown that the strength properties reached to a maximum of about 80 - 85 years of age. On the other hand bleachable grade, low yield sulphate pulps may be obtained from 60 years old trees, where as the high yield grade pulps was produced from 50 years old trees when compared with the commercial grade pulps of Dalaman mill.

The wood of *P. brutia* found to be a suitable raw material for pulping with Sulfate Process according to the results of this research on account of both the fiber morphological, chemical composition and physical strength properties.

It is also taken into consideration that the use of large diameter trunks which were also evaluated more economically in other fields. The use of those older trees cause some problems such as waste of energy, chemicals and time.

It is also pointed out that raw material obtained from thinnig yield should be used as pulping raw material.

The works in forestry about supplying raw material for pulp wood should also speeded up.

Pulpwood standars should be corrected as the thin end debarked diameters of woods between 5 to 15 cm. which are closer to European standarts.

Beside this, for the application of integration in forest industry, the residue of saw mills should be also evaluated in pulping.

KAYNAKLAR

BOZKURT, A. Y., 1967. *Türkiye'de Bazı Önemli Orman Ürünlerinin Standardizasyonu Üzerine Araştırmalar*, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 467, Seri No: 20.

CASEY, J. P., 1960. *Pulp and Paper. Vol. 1, Pulping and Bleaching*, New York, Interscience Publishers.

ERASLAN, İ., 1972. *Orman Kaynaklarımızdan Optimum Faydalanmanın Amenajman Esasları ile Gelecekte Alınması Gerekli Tedbirler*. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No. 1746, O.F. Yayın No. 186.

HUŞ, S., 1966. *Orman Mahsulleri Kimyası*. Orman Fakültesi Yayın No. 105.

ORMAN BAKANLIĞI, 1973. *Cumhuriyetimizin 50. Yılında Ormancılığımız*. Ankara, Orman Bakanlığı, Orman Genel Md. Sıra No. 187, Seri No. 145.

KLEPPE, P. I., 1970. *Kraft Pulping*. TAPPI, Vol. 53 (1): 35 - 47.

KRAFT, F., 1950. *Bleaching of Chemical Pulp*. *Pulp and Paper Manufacture*, New York, McGraw - Hill Book (824 - 915).

KULKARNI, G. R., 1955. *Paper Ind.*, 37, No. 2.

KURTH, E. F., 1956. TAPPI 39 (7).

STEPHENSON, S. N., 1950. *Pulp and Manufacture*, Vol. 1, New York. McGraw - Hill

STONE. J. E., 1957. TAPPI, 40 (7): 539 - 541

Book.