

(I - 214, 70 D ve 64 H MELEZ KAVAK KLONLARINDA LİF  
MORFOLOJİSİ YÖNÜNDEN ARAŞTIRMALAR VE  
ODUNLARINDAN YARI KİMYASAL METODLA  
SELLÜLOZ ELDE ETME İMKÂN LARI)

Yazan :  
Dr. Ming - Zen Huang

Ö Z E T

(I - 214, 70 D ve 64 H Melez Kavak Klonlarında Lif Morfolojisi Yönünden Araştırmalar ve Odunlarından Yarı Kimyasal Metodla Selüloz Elde Etme İmkânları.)

I - 214, 70 D ve 64 H (Populus x euramericana) melez kavak klonları odunlarının selüloz endüstrisinde ham madde olarak değerlendirilme imkânlarını araştırmak üzere yapılmış olan bu araştırma, kimyasal analizler, morfolojik etüdler ve (NSSC) Nöytral Sülfite Yarı Kimyasal Metodu ile selüloz elde etme denemeleri olmak üzere üç bölümden meydana gelmiş bulunmaktadır.

Denemelere başlamadan önce, örneklerin çekim odunu ihtiva edip etmedikleri mikroskopik olarak araştırılmış ve bunun sonucunda araştırma materyelinin jelâtinimsi çekim odunu liflerini ihtiva etmediği anlaşılmıştır. Keza lif hücre çeperinin sekonder tabakasında da, G tabakası (jelâtinimsi tabaka) bulunmadığı görülmüştür. Bunların sonucu olarak örneklerin çekim odunu ihtiva etmedikleri ve dolayısıyla bütün popülasyonu temsil edebilecek normal numuneler durumunda buldukları anlaşılmıştır.

Her denemeden elde edilen sonuçlar, istatistik bakımından kontrol edilmiş, varyans analizleri yapılmış ve farkların önem dereceleri hesaplanmıştır. Odunların kimyasal bileşim ve morfolojik özellikleri ile selülozlarının direnç karakteristikleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

Denemeler aşağıda gösterildiği şekilde yürütülmüştür :

I. *Kimyasal Analizler :*

Bu bölümde TAPPI ve ASTM Standard metodları uygulanmıştır. Deneme örnekleri hava kurusu haline geldikten sonra 250 - 420 mikron

(60 - 40 mesh) tane büyüklüğüne kadar öğütülerek elenmiştir. Sonuçlar Cetvel 1 de verilmiş bulunmaktadır.

1 — *Rutubet Oranı* : ASTM D 1102 - 50 T uyarınca kurutma dolabında  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  de değişmez ağırlık elde edilinceye kadar tekrarlanarak yapılmıştır.

2 — *Odunda Kül* : ASTM D 1102 - 507 metoduna göre bulunmuştur. Kül, odunun  $580 - 600^\circ\text{C}$  de kuru oksidasyonundan geriye kalan madde yüzdesidir.

3 — *Odunun Lignin Oranı* : ASTM D 1106 - 50 T, TAPPI T 13 m - 54 e göre tayin edilerek Odun karbohidratlarının hidrolizi için % 72 lik sülfürik asit kullanılmıştır (Cetvel 1). Her üç klon, lignin % si bakımından birbirinden farklı bulunmuştur.

4 — *Odunda Holoselüloz Miktarı* : Bu maksatla, ılık, asitlendirilmiş sodyum klorit metodu uygulanmış ve her üç klon birbirinden belirgin olarak farklı bulunmuştur (Cetvel 1).

5 — *Odunda Pentozanlar* : TAPPI T 19 m - 50'ye göre gravimetrik metod uygulanmak suretiyle tayin edilmiştir. Odun pentozanları % 12 lik hidroklorik asitle furfuro'l'a dönüştürüldükten sonra destillenmiş ve floroglusin ile furfuro'l, floroglusid halinde çöktürülmüştür.

Floroglusid çökeleği kurutulup tartıldıktan sonra pentozan % si oranları hesaplanmıştır. 70 D klonu pentozan bakımından diğerlerinden önemli derecede düşük sonuç vermiş, I - 214 ve 64 H klonları arasında ise belirgin bir fark bulunamamıştır.

6 — *Alkol - benzende çözünürlük* : TAPPI T 6 m - 54,

7 — *Eterde çözünürlük* : TAPPI T 5 m - 45, ASTM D 1108 - 50 T,

8 — *Soğuk suda çözünürlük* : ASTM D 1110 - 50 T - A,

9 — *Sıcak suda çözünürlük* : ASTM D 1110 - 50 T - B,

10 — *% 1 lik sodyum hidroksitte çözünürlük* : ASTM D 1109 - 50 T ve TAPPI T 4 m - 44 metoduna göre tespit edilmiştir.

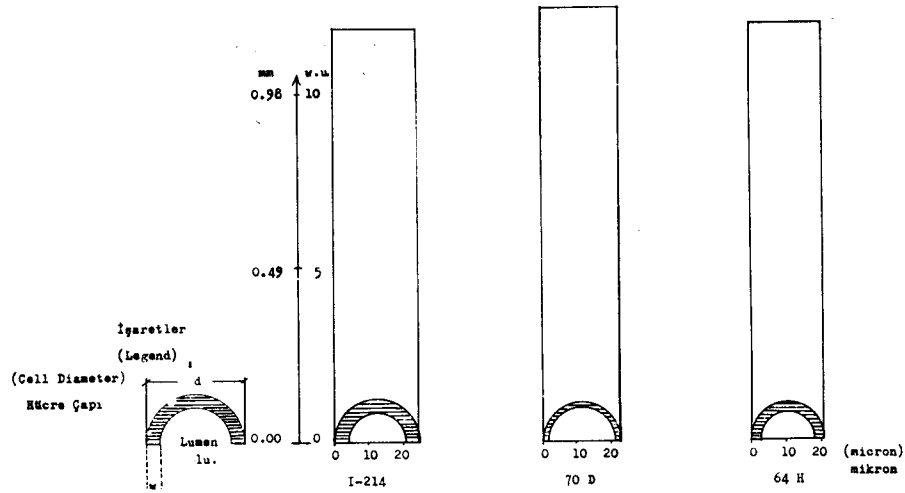
Buna göre : Organik çözücüler ve su ile yapılan bu denemelerin sonuçları arasında istatistik yönden belirgin bir fark tespit edilememiştir. % 1 lik sodyum hidroksitte çözünürlük deneme sonuçlarına göre ise 64 H klonu diğer ikisinden düşük bir çözünürlük derecesi vermek suretiyle farklı bulunmuş, diğer iki klon ise aralarında bu bakımdan bir fark göstermemiştir.

Cetvel : I. Kimyasal Analizlerin Özeti

	I-214	70 D	64 H	Standart Hata	Farkın Önem Derecesi
Kül	0.56	0.58	0.56	$\pm 0.02$	Fark Önemsiz
Lignin	22.51	19.44	20.57	0.31	0.01 de Önemli
Holoselüloz	77.28	81.22	79.47	0.21	0.01 » »
Pentozanlar	20.79	19.38	20.56	0.34	0.05 » »
<b>ÇÖZÜNÜRLÜK</b>					
Alkol - Benzen'de	3.56	3.59	3.46	0.14	Fark Önemsiz
Eterde	1.37	1.27	1.43	0.02	» »
Sıcak Suda	2.58	2.66	2.73	0.18	» »
Soğuk Suda	1.28	1.40	1.52	0.11	» »
% 1 lik NaOH de	18.77	18.80	16.45	0.31	0.01 de Önemli

Cetvel : II. Lif Morfolojik Özellikleri

	I-214	70 D	64 H	Standart Hata
Lif uzunluğu, L	$1.166 \pm 0.066$	$1.225 \pm 0.065$	$1.176 \pm 0.077$	mm
Çift çeper kalınlığı, 2W	8.43	5.62	7.65	$\pm 0.34 \mu$
Hücre çapı, D	24.22	22.59	20.93	$0.34 \mu$
Hücre çeper oranı, 2W/D	$34.81 \pm 1.18$	$24.88 \pm 1.26$	$36.50 \pm 1.35$	%
Lumen çapı, Lu	15.79	16.97	13.29	$0.34 \mu$
Lumen oranı, Lu/D	65.19	75.12	63.50	%
Uzunluk/Çap oranı, L/D	48.14	54.33	56.19	
Runkel oranı 2W/(D - 2W)	0.53	0.33	0.53	



## Hücre Çeper Kalınlığı

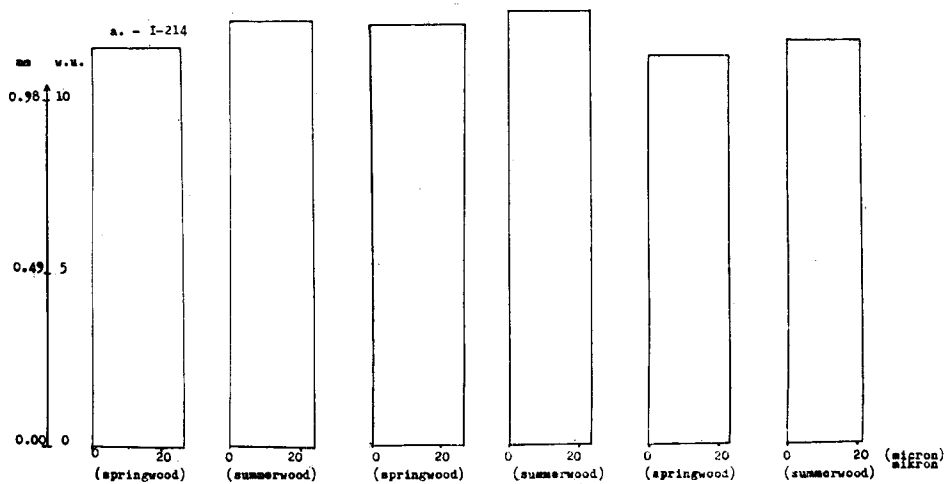
Mikroskopik ölçmelerde ölçü birimi

Şekil 1. Üç Klonun Lif Boyutları Ortalama Değerleri

(Cell Wall Thickness)

w. u. = (working unit on the microscopic measurements)

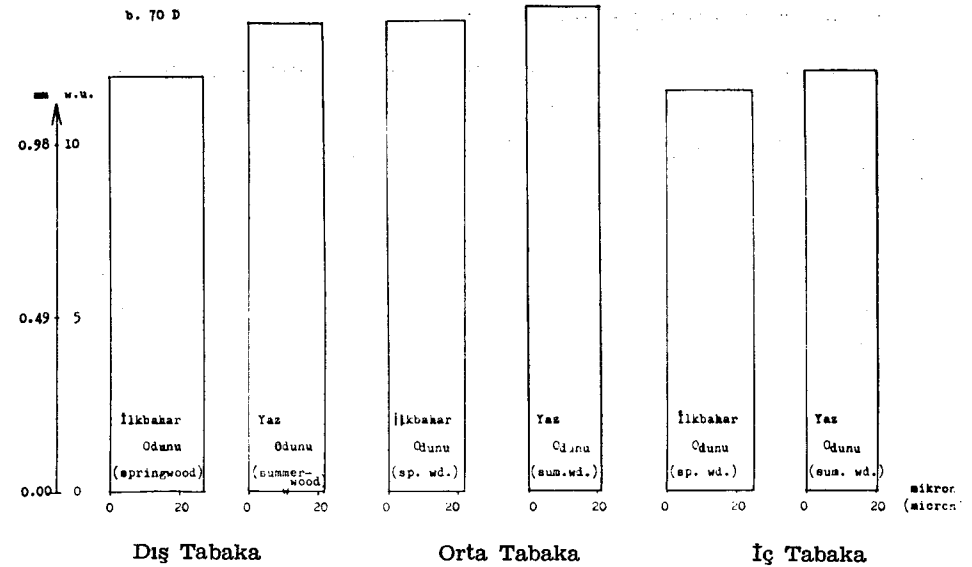
(Fig. 1. Average Fiber Dimensions of the Three Clones)



ilkbahar odunu yaz odunu İlbahar o. yaz o. ilkbahar o. yaz o.  
 dış tabaka (Outer Layer) (Middle Layer) orta tabaka (Inner Layer) iç tabaka  
 (7th to 10th growth ring) (4th to 6th growth ring) (1st to 3rd growth ring)  
 7 - 10 yıllık halka 4 - 6 yıllık halka 1 - 3 yıllık halka

Şekil 2. 4 ve 6 m Yüksekliklerde Lif Uzunluğu ve Genişliği Değişimi

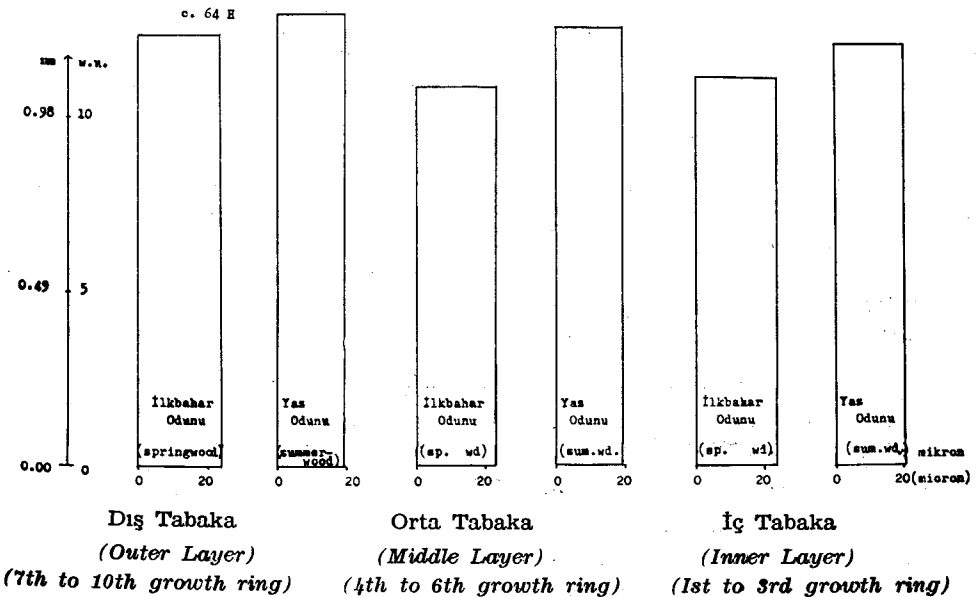
(Fig. 2. Variation of Fiber Length and Width at 4 to 6 Meters' Height)



Dış Tabaka (Outer Layer) Orta Tabaka (Middle Layer) İç Tabaka (Inner Layer)  
 (7th to 10th growth ring) (4th to 6th growth ring) (1st to 3rd growth ring)

Şekil 3. 4 ve 6 m Yüksekliklerde Lif Uzunluğu ve Genişliği Değişimi

(Fig. 3. Variation of Fiber Length and Width at 4 to 6 Meters' Height)



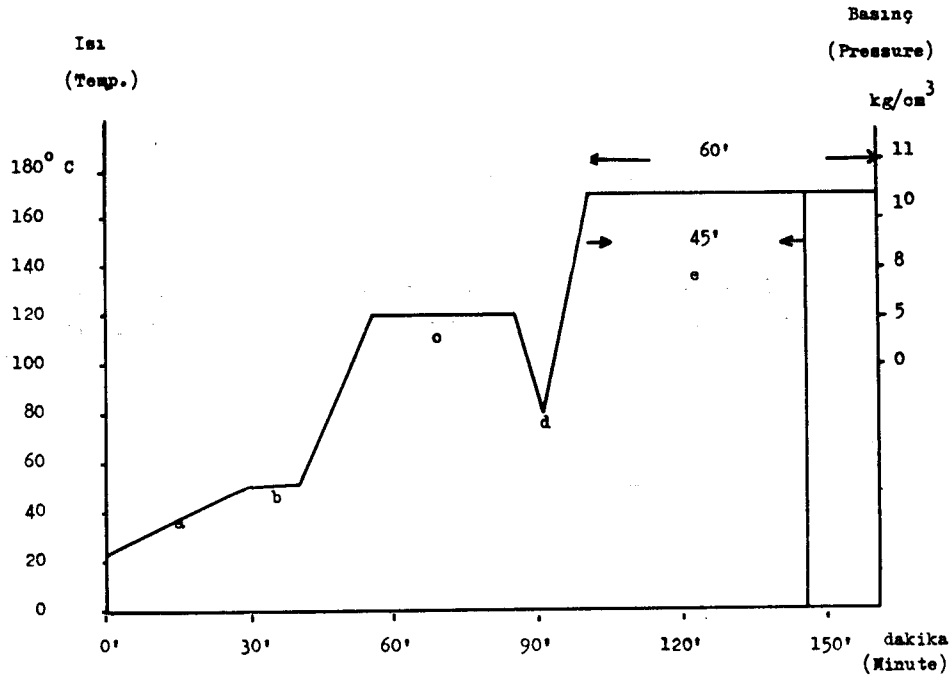
Dış Tabaka (Outer Layer) Orta Tabaka (Middle Layer) İç Tabaka (Inner Layer)  
 (7th to 10th growth ring) (4th to 6th growth ring) (1st to 3rd growth ring)

Şekil 4. 4 ve 6 m Yüksekliklerde Lif Uzunluğu ve Genişliği Değişimi

(Fig. 4. Variation of Fiber Length and Width at 4 to 6 Meters' Height)

## II. Hacım - Yoğunluk Değeri :

Hacım - yoğunluk değerinin selüloz endüstrisindeki birim hacım odundan elde edilebilecek lif miktarının tespitine uygunluğu ve tatbi-kinin kolaylığı sebebiyle tam kuru ağırlık/yaşhacım esası üzerinden ya-pılmıştır.



Şekil 5. Pişirme Şartları

(Fig. 5. Digestion Conditions)

İşaretler :  
(Legend)

- Atmosfer basıncı altında ön buharlama  
(Presteaming stage, at atmospheric pressure)
- Pişirme çözeltici ilave edilip kazan döndürülmeğe başlanıyor  
(Cooking liquor injected, tumbling begins)
- Emprenye kademesi  
(Impregnation stage)
- Fazla Çözeltinin geri alınması  
(Blow back the superfluous liquor)
- Pişirme kademesi, 45 veya 60 dakika  
(Cooking stage, for 45 or 60 minutes)

Sonuçlar :

$$I - 214 = 0.325 \pm 0.004 \text{ g/cm}^3$$

$$70 D = 0.289 \pm 0.004 \text{ g/cm}^3$$

$$60 H = 0.329 \pm 0.004 \text{ g/cm}^3$$

güvenlik sınırı : 1 %

Buna göre : 70 D klonu hacım yoğunluğu bakımından belirgin ola-rak diğer ikisinden daha hafif fakat I - 214 ile 64 H arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur.

## III. Lif Boyutlarının Ölçümünde Mikroskopik Metodlar :

1. Odun lif hücreleri, ılık asitlendirilmiş sodyum klorit ( $\text{NaClO}_2$ ) ile dağıtılmak suretiyle bir maserasyona tabi tutulmuş ve büyütülmüş görüntüleri üzerinde ölçmeler yapılmıştır.

a. Ortalama lif uzunluğu : Hesaplamalarda uygulanan güvenlik sınırı % 1 dir (Cetvel II).

70 D'nin lif uzunluğu, diğer iki klonun lif uzunluğundan belirgin olarak farklı ve fazla olmasına karşılık I - 214 ve 64 H arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

b. Ağacın 4 ve 6 metre yüksekliklerinde lif uzunluğu değişimi :

Ağacın 4 ve 6 metre yüksekliklerinden alınan enine kesitler, ayrıca üçer kısma bölünmüştür. Bunlar : iç tabaka (1 ve 3. yıl halkaları) orta tabaka (4 - 6. yıl halkaları) ve dış tabaka (7 ve daha yukarı yıl halkaları) dir.

Her tabaka ayrıca İlkbahar ve Yaz odunu lifleri olmak üzere iki kısımda incelenmiştir.

Sonuçlar :

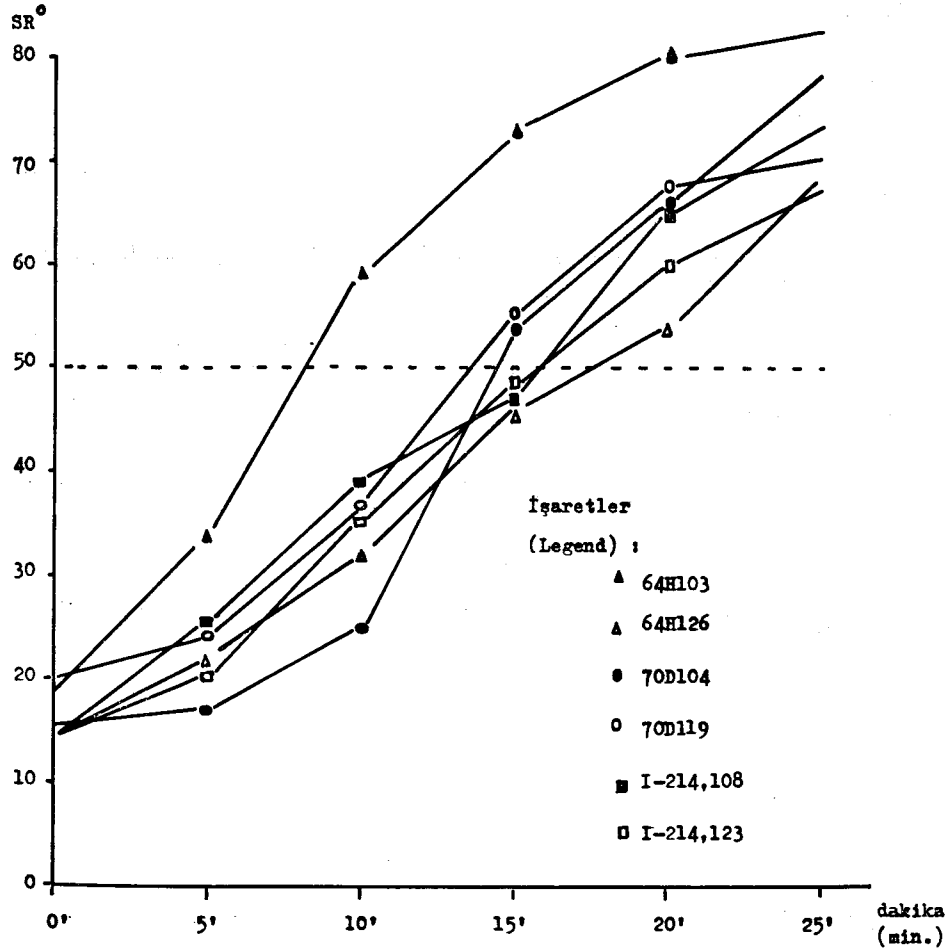
I - 214 : Orta tabaka > Dış tabaka > İç tabaka şeklindedir ve her tabakadaki yıllık halkalarda Yaz odunu lifleri, İlkbahar odunu liflerinden belirgin olarak uzun bulunmuştur. Ancak lif uzunluğunun azamiye eriştiği orta tabakada, İlkbahar ve Yaz odun lifleri arasındaki fark belirgin değildir.

70 D : Orta tabaka > Dış tabaka > İç tabaka değişiminin gidi-şi, I - 214'ün aynıdır.

64 H : Dış tabaka > Orta tabaka > İç tabaka tarzındadır. Her tabakadaki yıllık halkalarda Yaz odunu lifleri uzunluğunun İlkbahar odunu liflerinden farklı olduğu görülmektedir.

## 2. Lif Enine Kesitinde Boyutların Ölçümleri :

Ölçümler, kesit yüzleri tamamen yarıçap, teğet ve enine kesit yönüne paralel hale getirilmiş küp şeklindeki odun örneklerinden alınan 30 mikron kalınlıktaki enine kesitler üzerinde yapılmıştır. Hücrelerin enine kesitine ait boyutlar, mikroskop okülerine yerleştirilen özel bir mikrometre yardımı ile ölçülmüştür.



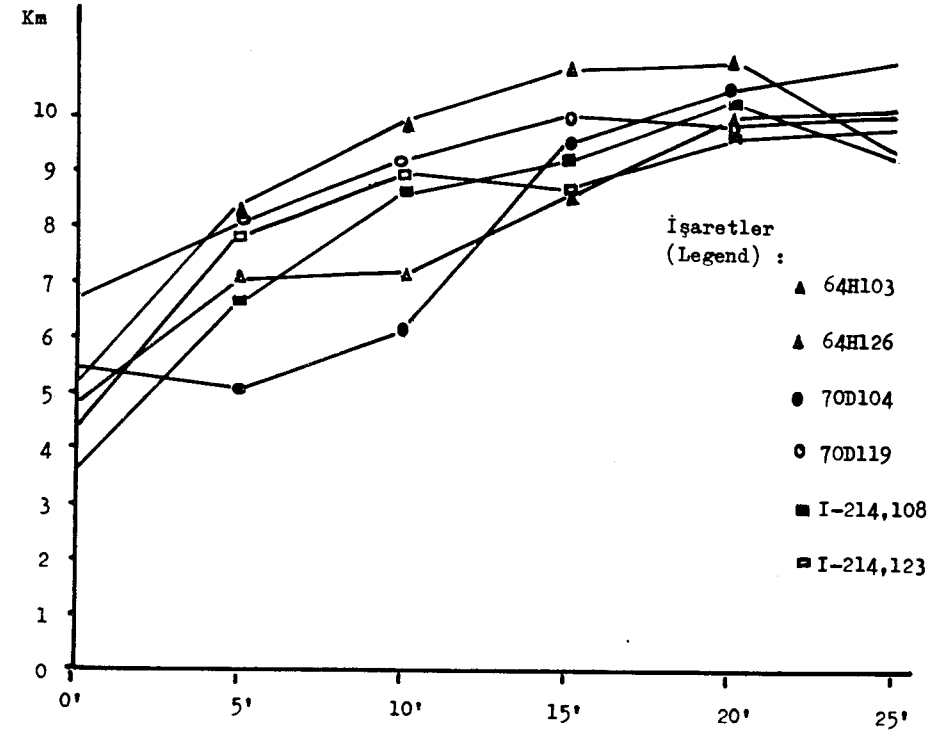
Şekil 6. Çeşitli döğme kademelerinde serbestlik derecesi Döğme süresine karşılık SR° derecesi değişimi

(Fig. 6. Freeness at different degree of beating Schopper Riegler Number vs. Beating Time)

## a. Ortalama Hücre Çapı : Cetvel II.

Hesaplamalarda güvenlik sınırı 1 % olarak alınmıştır.

Her üç klon, hücre çapları bakımından birbirlerinden farklı bulunmuştur.



Şekil 7. Döğme süresine göre kopma uzunluğu

(Fig. 7. Breaking Length vs. Beating Time)

## b. Ortalama Çift Çeper Kalınlığı : Cetvel II.

Güvenlik sınırı 1 % dir.

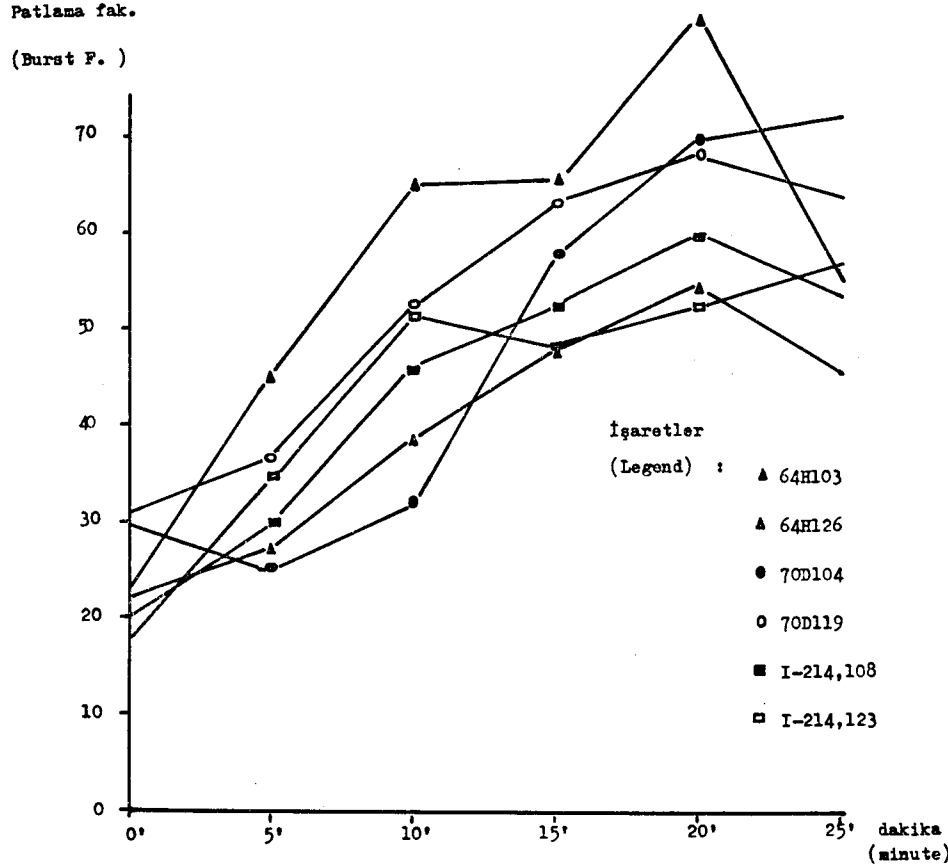
I - 214 ve 64 H çeper kalınlığı bakımından birbirinin aynı, 70 D ise önemli derecede diğerlerinden farklı ve daha ince olarak bulunmuştur.

## c. 4 ve 6 m. yüksekliklerde hücre çapı değişimi :

Örnekler, lif uzunluğunda olduğu gibi üç kategoride incelenmiştir.

## Sonuçlar :

Ayrılan kademelerde bu bakımdan bir düzen bulunamamıştır. Sadece bütün kademelerde İlkbahar odunu lif hücrelerinin Yaz odunundan daha geniş olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Döğülme süresine göre patlama faktörü değişimi

(Fig. 8. Burst Factor vs. Beating Time)

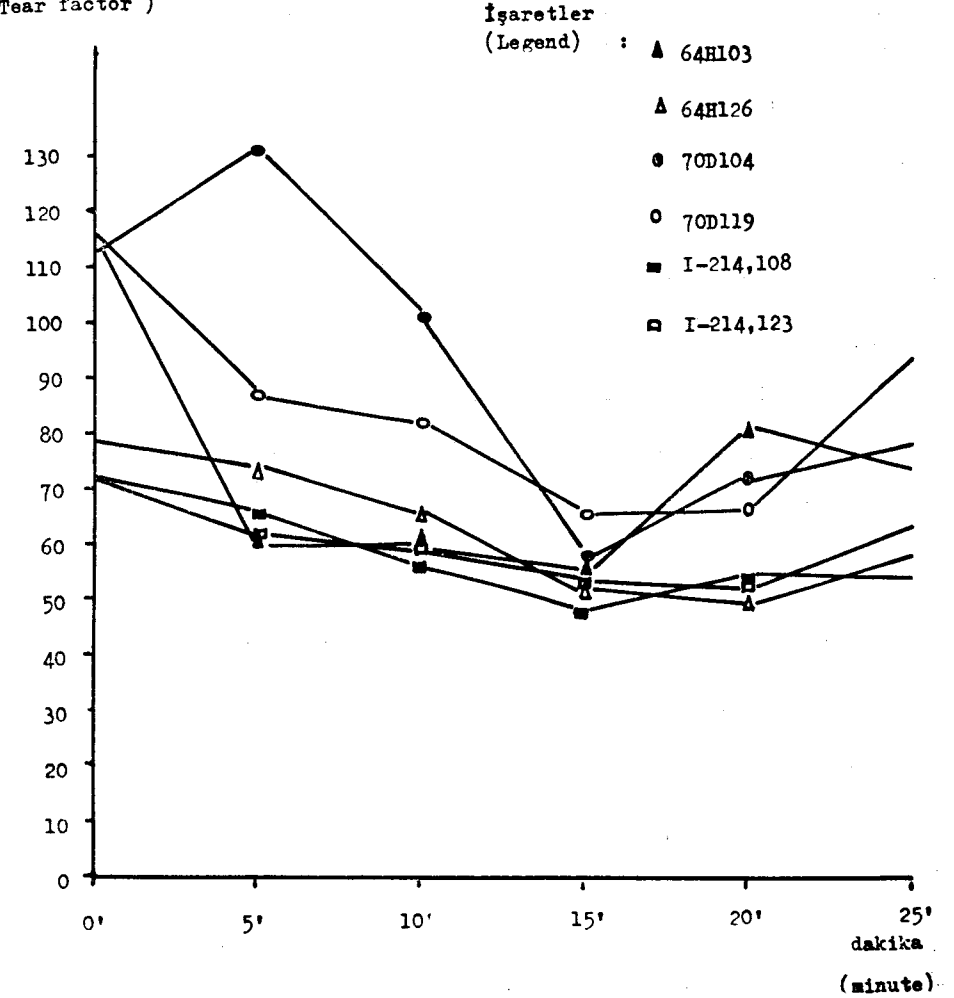
3. Bazı Morfolojik Özellikler ile Kimyasal Bileşimler Arasındaki İlgiler :

a. Hacım - yoğunluk değerleri ile lignin oranı arasında :  
r : 0.71,

b. Hacım - yoğunluk değeri ile hücre çeper kalınlığı arasında :  
r : 0.93,

Yırtılma faktörü

( Tear factor )



Şekil 9. Döğülme süresine göre yırtılma faktörü değişimi

(Fig. 9. Tear Factor vs. Beating Time)

- c. Hücre çeper kalınlığı ile lignin oranı arasında :  
r : 0.92,
- d. Lif uzunluğu ile holoselüloz oranı arasında :  
r : 0.93 korelasyon katsayıları ile hesaplanan ilgiler bulunmuştur.

#### IV. Nöytral Sülfite Yarı Kimyasal (NSSC) Selüloz Elde Etme Denemeleri :

Denemeler 15 litrelik döner bir kazanda (digester'de) yapılmıştır. Metod dört kademeli olarak uygulanmıştır : 1. — Atmosfer baskısı altında ön buharlama, 2. — 120°C de pişirme çözülticinin empenyesi, 3. — 170°C ısı derecesinde pişirme, ve 4. — Liflendirmek üzere tek diskli aşındırıcı tipteki değirmende mekanik işlemdir. Aynı zamanda Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaCHO<sub>3</sub> ile farklı tamponlama denemeleri de yapılmıştır.

#### Sonuçlar :

1. Artık suların pH derecesi : 6.3 - 8.6,
2. Verim : Tam kuru oduna oranla % 73 ilâ 86 arasındadır.
3. Kappa sayısı : 103 - 126 olarak bulunmuştur.
4. Kalıntı lignin : Tam kuru oduna oranla % 13.5 - 16.4 arasındadır.
5. Selülozun rengi : Gri beyaz ile açık kahverengindedir.

#### Direnç Değerlendirmeleri :

Selülozlar 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 dakika sürelerle Lâmpen gülleli değirmeninde döğülmüş ve bunlardan standart deneme kâğıtları yapılmıştır. Bu kâğıtların direnç ölçümleri yine standart şartlar altında % 65 nisbi rutubet ve 20°C de yapılmıştır.

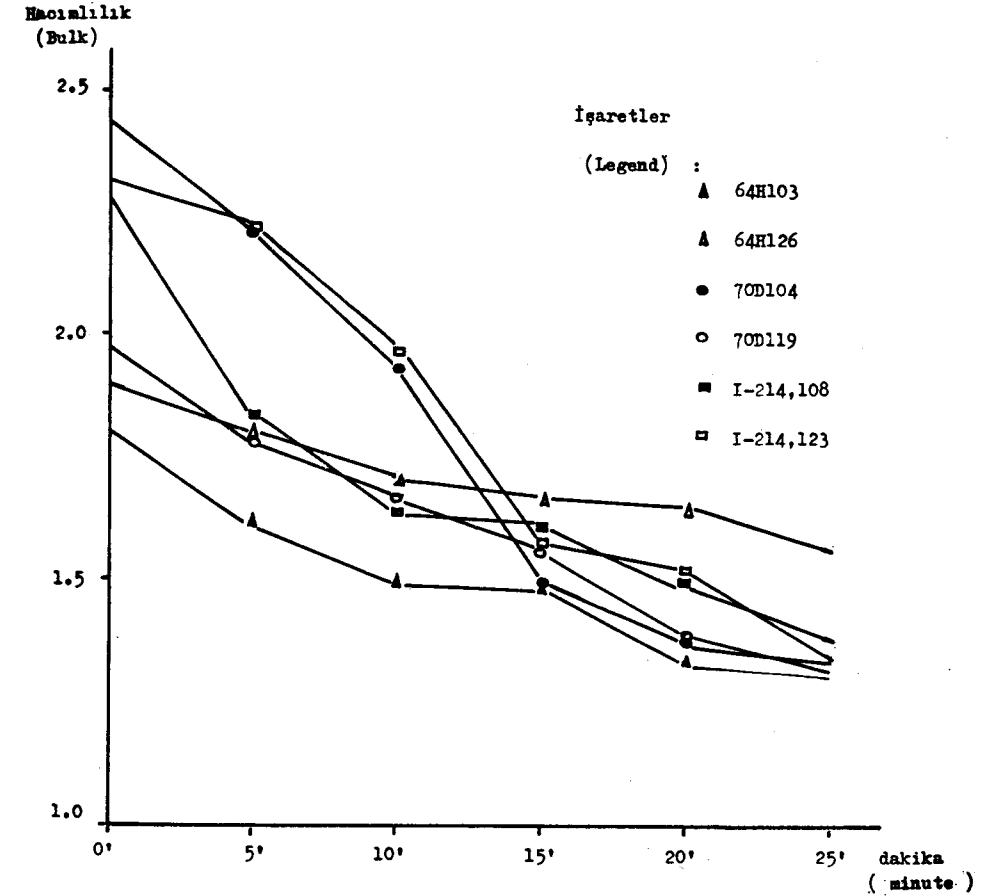
Döğülmemiş ve 50 SR° serbestlik derecesinde döğülmüş selülozların değerleri, enterpolasyonla hesaplanarak cetveller meydana getirilmiş ve grafiklerle ifadelendirilmiştir.

#### V. Lif Morfolojisi ve Selüloz Özellikleri :

Döğülmemiş ve 50 SR° de döğülmüş selüloz direnç değerleri ile lif morfolojisi arasındaki ilgilere ait korelasyon katsayıları da ayrı ayrı araştırılmış bulunmaktadır. Sonuçlar toplu olarak Cetvel III (1 ve2) de verilmiştir.

#### Sonuçlar :

1. Populus x euramericana kavak melez klonlarından Yarı Kimyasal (NSSC) metodu ile elde edilen selülozun direnç karakteristikleri ile odunlarına ait hacim yoğunluk değeri (—)\*, lif uzunluğu (+), hücre çeper kalınlığı (—), elâstikiyet oranı (+) ve Runkel oranları (—) arasında hemen hemen mükemmel denecek derecede ilgiler bulunmuştur.



Şekil 10. Döğülme süresine göre hacimlilik

(Fig. 10. Bulk vs. Beating)

\* İşaretler ilginin artış yönünde olup olmadığını belirtmek üzere kullanılmıştır.

Cetvel: III. *Lif Morfolojisi ve Selülozların Direnç Özellikleri Korelasyon Katsayılarının Hesabı*

1. Döğülmemiş Selüloz

Lif Morfolojisi	Direnç Özelliği			
	$r =$	Kopma Uzunluğu	Patlama Faktörü	Yırtılma Faktörü
Hacim - Yoğunluk Değeri		-0.850	-0.821	-0.877
Lif Uzunluğu, L		0.994	0.995	0.998
Hücre Çapı, D		-0.235	0.046	-0.126
Hücre Çeper Kalınlığı, 2W		-0.999	-0.998	-0.989
Lumen Çapı Oranı, Lu/D		0.919	0.882	0.957
Lif Uzunluğu/Hücre Çapı Oranı, L/D		0.506	0.578	0.407
Runkel Oranı, 2W/Lu		-0.922	-0.884	-0.958

2. 50 SD° Döğülmüş Selüloz

Lif Morfolojisi	Direnç Özelliği			
	$r =$	Kopma Uzunluğu	Patlama Faktörü	Yırtılma Faktörü
Hacim - Yoğunluk Değeri		-0.875	-0.885	-0.889
Lif Uzunluğu, L		0.903	0.996	0.996
Hücre Çapı, D		0.241	0.082	-0.086
Hücre Çeper Kalınlığı, 2W		-0.852	-0.982	-0.982
Lumen Çapı Oranı, Lu/D		0.989	0.969	0.930
Lif Uzunluğu/Hücre Çapı Oranı, L/D		0.625	0.348	0.370
Runkel Oranı, 2W/Lu		-0.972	-0.968	-0.968

2. Odunların lignin ve holoselüloz oranları ile, lif uzunluğu ve hücre çeper kalınlıkları arasındaki ilgiler, aşağı yukarı paralel olarak gitmektedir.

3. Bu kavak klonlarından elde edilen selülozların direnç karakteristikleri, morfolojik özellik veya kimyasal bileşimlerinden faydalanılmak suretiyle ortaya çıkarılabilecektir.

4. 2 x W lif çeper kalınlığı/lumen çapı münasebeti şeklinde ifade edilen Runkel oranı, mukayese katsayısı olan 1'in altına düştüğüne göre, her üç klon'un odunları yarı kimyasal (NSSC) metoduyla selüloz elde edilmesine gayet uygun görülmektedir.

5. Üç klon arasında 70 D, diğer ikisine kıyasla morfolojik ve kimyasal özellikleri bakımından yarı kimyasal selüloz elde edilmesine daha elverişli bulunmuştur.

6. Araştırmaya konu teşkil eden bu üç kavak klonu odunlarından Nöytral Sülfite Metodu ile elde edilen selülozlar, kâğıt sanayiinde diğere lifler ile karıştırılmak şartıyla hemen hemen her maksat için kullanılmaya elverişli görülmüştür. Nitekim esmer \* halde gazete kâğıdına % 10, ambalajlık kâğıt ve oluklu mukavva yapımında lif hamuruna % 25 oranına kadar karıştırılabilecektir \*\*. Beyazlatılmış olarak yazı tabı kâğıdı yapımında da uzun lifli selülozlara % 25 oranına kadar karıştırılmak suretiyle kullanılabilecektir.

Ayrıca kavak odunlarından elde edilen selülozların opaklık dereceleri (ışığı geçirmeme) genellikle düşük olduğundan — gerekli kopma mukavemetini sağlamak şartıyla — uzun lifli selülozlardan % 30 ilâ 70 oranında karıştırılmak suretiyle kavak selülozu şeffaf ve yağlı kâğıt yapımına uygun bulunmaktadır.

S U M M A R Y

This study was an attempt to evaluate the feasibility of *Populus x euramericana* I-214, DD and 64 H as raw material for neutral sulfite semichemical (NSSC) process. Test material, of which found to be free from tension wood, was obtained from the Turkish Poplar Research Institute at Izmit (Kavakçılık Araştırma Enstitüsü - Izmit). Results are reported as following:

\* P. Bensano: Poplar Use in Papermaking. Beirut Reg. Symp. 1962.

\*\* J. N. McGovern and F. A. Simmonds: Bleached Semichemical Pulps from Mixed Eastern Hardwoods for Use in High-Grade Bond Paper. Tappi Sept. 1953.



## I. Routine Chemical Analyses (Table I)

All chemical analyses were carried out according to Tappi standards except the holocellulose determination was carried out according to the method of Wise, et al (43).

Table I. Chemical Composition of the Wood

	I-214	70 D	64 H	Standard Error	Significance Level
ash	0.56*	0.58	0.56	± 0.02	not sig.**
lignin	22.51	19.14	20.57	0.31	0.01
holocellulose	77.28	81.22	79.47	0.21	0.01
pentosans	20.79	19.38	20.56	0.34	0.05
solubility in :					
alcohol - benzene	3.56	3.59	3.46	0.14	not sig.
ether	1.37	1.27	1.43	0.02	not sig.
hot water	2.58	2.66	2.73	0.18	not sig.
cold water	1.28	1.40	1.52	0.11	not sig.
1 % NaOH	18.77	18.80	16.45	0.31	0.01

\* all values in per cent of oven-dry wood.

\*\* whenever the P (probability of occurrence) is greater than 0.05 the difference is considered as not significant.

## II. Density Determination

All determinations were calculated on the basis of oven dry weight and green volume.

Results :

I - 214 :  $0.325 \pm 0.004$  g/cm<sup>3</sup>

70 D :  $0.289 \pm 0.004$  g/cm<sup>3</sup>

64 H :  $0.329 \pm 0.004$  g/cm<sup>3</sup>

Significance : 0.01

70 D was significantly lighter than I - 214 and 64 H., but the difference between the two latters was not significant at 5 % protection level.

## III. Fiber Morphology

Fibers were macerated with acidified NaClO<sub>2</sub>. Measurements were carried out with Wild M20 microscope.

1. Average values : reported on Table II. and Fig. 1.

2. Variation of fiber length at 4 to 6 meters above the ground level. (Fig. 2, 3, and 4) : Cross sections at 4 to 6 meters above the ground level were stratified into three layers, i.e. the inner layer (1st to 3rd growth ring), the middle layer (4th to 6th growth ring) and the outer layer (7th and outwards).

I - 214 : middle layer > outer layer > inner layer

70 D : middle layer > outer layer > inner layer

64 H : outer layer > middle layer > inner layer

Besides, in each stratified layer the summerwood fibers were definitely longer than that of springwood, except in the middle layer of I - 214 and 70 D, where the fiber length reached the maximum, the difference was not significant at 5 % protection level.

Table II. Fiber Morphology of the Wood

Fiber Morphology	I-214	70 D	64 H	Standard Error
length, L	1.166±0.066	1.225±0.065	1.176±0.077	mm
double cell wall thickness, 2 W	8.43	5.62	7.64	± 0.34 μ
cell diameter, D	24.22	22.59	20.93	0.34 μ
lumen diameter, Lu	15.79	16.97	13.29	0.34 μ
lumen fraction, Lu/D	65.19	75.12	63.50	%
length diameter ratio, L/D	48.14	54.33	56.19	
Runkel ratio, 2 W/Lu	0.53	0.33	0.57	

3. Relationship between Fiber Morphology and Chemical Composition  
Correlation between :

a. Density and lignin contents :  
r = 0.71

b. Density and cell wall thickness :  
r = 0.93

c. Cell wall thickness and lignin contents :  
r = 0.92

d. Fiber length and holocellulose contents :  
r = 0.93

#### IV. Neutral Sulfit Semi - Chemical (NSSC) Pulping Experiment

The experiments were conducted in a tumbling digester. The process could be divided into 4 stages, i.e. 1. prestaming for 30 minutes under atmosphere., 2. impregnation with cooking liquor at 120°C., 3. cooking at 170°C., and 4. mechanical treatment with vertical disk attrition fiberizing machine. Different degrees of buffer with Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and NaCHO<sub>3</sub> were also investigated (Fig. 5).

#### Results :

1. pH of spent liquor : 6.3 to 8.6
2. Yield : 73 to 86 % oven dry weight
3. Kappa Number : 103 to 126
4. Residual lignin : 13.5 to 17.7 %
5. Color of pulp greyish white to light brown.

#### Strength Evaluation :

Pulps beaten for 0, 5, 10, 15, 20 and 25 minutes with Lampên mill were made into standard tests sheets. Strength properties were evaluated in a standard conditioned atmosphere of 20°C and 65 % relative humidity (Fig. 5, 6, 7, 8, 9 and 10).

#### V. Fiber Morphology and Pulp Property

Correlation coefficients between fiber morphology and the strength property of unbeaten and interpolated 50 SR° beaten pulp were reported on Table III - a and III - b.

Table III. Fiber Morphology and Pulp Strength Property  
III - a. Unbeaten Pulp

Fiber Morphology	Strength Property		
	Breaking Length	Burst Factor	Tear Factor
Density	-0.850	-0.821	-0.877
Fiber Length, L	0.994	0.995	0.998
Cell Diameter, D	-0.235	0.046	-0.126
Cell Wall Thickness, W	-0.999	-0.998	-0.989
Lumen to Diameter Ratio, Lu/D	0.919	0.882	0.957
Length to Diameter Ratio, L/D	0.506	0.578	0.407
Runkel Ratio, 2 W/Lu	-0.922	-0.884	-0.958

#### III - b. 50 SR° Beaten Pulp

Fiber Morphology	Strength Property		
	Breaking Length	Burst Factor	Tear Factor
Density	-0.875	-0.885	-0.889
Fiber Length, L	0.903	0.996	0.996
Cell Diameter, D	0.241	0.082	0.086
Cell Wall Thickness, W	-0.852	-0.982	-0.982
Lumen to Diameter Ratio, Lu/D	0.989	0.969	0.930
Length to Diameter Ratio, L/D	0.265	0.348	0.370
Runkel Ratio, 2 W/Lu	-0.972	-0.968	-0.968

#### Conclusion :

1. Density (—)\*, fiber length (+), cell wall thickness (—), lumen to diameter ratio (+) and Runkel ratio (—) had almost perfect relationship with the strength property of NSSC pulp made from Populus x euramericana I - 214, 70 D and 64 H.
2. The holocellulose and lignin contents of the wood were almost parallel with fiber length and cell wall thickness respectively.
3. Consequently, the strength property of the NSSC pulp obtained from these three clones could be pretty safely predicted either from the fiber morphology or the chemical variables mentioned.
4. In as much as the Runkel ratios of the three clones were less than unity, all three clones could be considered as very suitable for NSSC pulping process.
5. 70 D, judging from its fiber morphology or chemical variables, was concluded as the best clone for the process.
6. NSSC pulps obtained from the three clones, which generally were low in opacity and with good strength, were suitable for corrugating board, newsprint, grease proof, glassine or even high - grade bond paper, if the bleached pulp were properly mixed with other long fiber pulp\*.

\* Sign indicates whether relationship is direct (+) or inverse (—).  
 \* P. Bensano : Poplar Use in Papermaking. Beirut Reg. Symp. 1962. J. N. McGovern and F. A. Simmonds : Bleached Semicemical Pulps from Mixed Eastern Hardwoods for Use in High - Grade Bond Paper. Tappi Sept. 1953.

## LITERATURE CITED

1. Aflenzer, F. A.  
Influence of Fiberizing Variables in Producing Semi-chemical Pulp. Tappi vol. 37, Nol. 3., 1954.
2. Annual Bulletin of the Turkish Poplar Research Institute: 1966. Orman Genel Müdürlüğü Kavakçılık Araştırma Enstitüsü.
3. Assoc. Off. Agrichemists.  
Methods of Analysis. 6th ed. p. 412. (1945).
4. ASTM Standards
5. Ataizi, M., Dept. of Biology, Genetic and Culture, the Turkish Poplar Research Institute., İzmit.  
Private Communication, 1970.
6. Browning, B. L.  
Methods of Wood Chemistry, Interscience, 1967.
7. Browning, B. L.  
The Chemistry of Wood; Interscience, 1963.
8. Casey, J. P.  
Pulp and Paper. 2nd ed. Vol. 1. Interscience, 1960.
9. Chidester, G. H.  
Paper Trade J. Vol. 129, No. 21, pp. 451 - 456. Nov. 17, 1944.
10. Chidester, G. H.  
Semichemical Pulping. For. Prod. Res. Soc. 85, 1949.
11. Clermont, L. P. and Bender, F.  
The Chemical Composition and Pulping Characteristics of Normal and Tension Wood of Aspen Poplar and White Elm. For. Prod. Lab. of Canada, 1958.
12. Côté, W. A., Jr. and Day, A. C.  
«Anatomy and ultrastructure of Reaction Wood» in W. A. Côté, Jr. Cellular Ultrastructure of Woody Plants. Syracuse, 1964.
13. Curran, C. E.  
Paper Trade J. 88 (5) 66 (1929).
14. Dinwoodie, J. M.  
The Relationship Between Fibre Morphology and Paper Properties: A Review of Literature. Tappi Vol. 48, No. 8, 1965.
15. Duncan, D. B.  
«Multiple Range and Multiple F Test» in B. Huch's «Forest Measurement and Statistics». Ronald. N. Y., 1963.
16. Erdtman H.  
Svensk Papperstidn. 43: 255 (1940).

17. Fisher and Yates  
«Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research». in B. Husch's» Forest Measurement and Statistics! Ronald. N.Y., 1963.
18. Grant, J.  
Cellulose Pulp. Leonard Hill, N. Y. 1958.
19. Hall, J. A.  
Today's Semichemical Pulping Industry. Southern Pulp and P Paper Manufacture, Dec. 10, 1952.
20. Harrington, K. J., et al  
Basic Aspects of NSSC Pulping. Appita Conference, 1966.
21. Husch, B.  
Forest Measurement and Statistics. Ronald, N. Y., 1963.
22. Libby, E.  
Pulp and Puper Science and Technology. Interscience, 1962.
23. McGovern, J. N. and Simmons, F. A.  
Bleached Semi-chemical Pulp from Mixed Eastern Hardwoods for Use in High Grade Bond Paper.  
Tappi Vol. 36 No. 9, Sept., 1953.
24. Murphy, D. C.  
Appita 18 (2) 68 - 78, 1965.
25. Page, D. H. and Jydeman, P. A.  
Nature, 199: 471 (1963).
26. Panshin, A. J., Harrar, E. S., Baker, W. J. and Proctor, P. B. Forest Products. p. 320. McGraw - Hill, 1962.
27. Paolo Marpillere  
Process for Producing Semichemical Pulp. U. S. Patent Off. 2, 749, 241. June 5, 1956.
28. Peterson, H. et al  
For. Prod. Lab' Mimeograph. No. 1293 (April 1942).
29. Pew. J. C. and Knechtges, R. G.  
Cross Sectional Dimencions of Fibres in Relation to Paper Making of Loblolly Pine. Paper Trade J. Vol. 109, Oct., 1969.
30. Runkel, R.  
Cell Wall Thickness and Feasibility of Paper Making.  
Papier 3: 476 - 90, 1952.
31. Rydholm, S. A.  
Pulping Process. Interscience, 1965.
32. Smith, D. M.  
Microscopic Methods for Determing Cross Sectional Cell Dimensions. F. P. L. 79, Oct. 1967.

33. Smith, D. M.  
Rapid Measurement of Tracheid Cross Sectional  
Dimensions of Conifers: Its Application to Specific  
Gravity Determinations. For. Prod. J. Vol. 8, Aug. 1965.
34. Stamm and Harris  
Chemical Processing of Wood. Thames and Hudson, 1954.
35. Tappi Standard Methods, 1955.
36. Technical Note No. B-14. U. S. Dept. of Agri., F. P. L. 1956.
37. The Second Report of the Pulp Evaluation Committee to the  
Technical Section of the Paper Maker's Association.  
pp. 53 - 117 of 1963 edition. London.
38. Utaka, G. et al  
Tappi 48 (5) pp. 273 - 281, 1965.
39. Van den Akker  
Instrumentation Studies XLVI. Paper Trade J. 118 (5) : 3, 1944.
40. Wardrop, A. B.  
Fibre Morphology and Paper Making. Tappi. 52 : 3, 1969.
41. Watson, A. J. and Dadswell, H. E.  
Influence of Fibre Morphology on Paper Properties.  
Appita Vol. 17, No. 6, 1964.
42. Wise, L. E. and Lauer, K. H.  
«Cellulose and Hemicellulose» in C. L. Libby's «Pulp and Paper Science and  
Technology». Chap. 4, 1962.
43. Wise, L. E., Murphy, M. and D'Addice, A. A.  
Paper Trade J. 122, No. 2, 35 (1946).
44. Wise and John  
Wood Chemistry. 2nd ed. Reinhold, N. Y., 1952.
45. Wise, L. E.  
Wood Chemistry. Monograph Series No. 97. Reinhold, 1944.
46. Van Buijten, J. P.  
Sampling Fiber Length en Quaking Aspen  
5th World Forestry Congress, Seattle, Washington, U. S. A.  
Aug. 20 - Sept. 10, 1960.
47. Forest Products Research Laboratory Leaflet No. 40  
Revised Nov. 1956.  
The Preparation of Wood for Microscopic Examination.
48. Brown, H. P., Panshin, A. J., and Forsaith, C. C.  
Text Book of Wood Technology  
McGraw - Hill, N. Y., 1962.
49. Asunmaa S. K. and Schwab, D. W.

- Aspen Holocellulose and Morphology of Interfiber Bonding  
— An Electron Microscopic Study  
in «Cellular Ultrastructure of Woody Plants» by W. A. Côté, Jr.  
Syracuse, 1964.
50. Calkin and Withams  
Modern Pulp and Paper Making  
3rd. ed. Reinhold, 1957.
51. Kaus Thomas  
Untersuchungen an Pappelhölzern und Pappelsulfizellstoffen  
unter besonderei Berücksichtigung des Aufbaus der Holzfaserswand  
(Dissertation) Technische Hochschule Darmstadt, 1964.
52. Huş, S. and Tank, T.  
Orman Endüstrisi Yönünden Lif Maddeleri ve Önemi  
(Fibrous Material and Its Importance in Forest Industry)  
Türkiye Orman Mühendisliği III. Teknik Kongresi  
Orman Ürünleri Sanayii III. Kitap  
5 - 10 January, 1970.
53. Saatçioğlu, F., Irmak, A., Acatay, G. and Berkel, A.  
Kavak Kitabı  
İstanbul Üniversitesi Yayınlarından No. 656  
Orman Fakültesi No. 35.  
Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 1956.
54. Berkel, A.  
Ağaç Malzeme Teknolojisi  
İ. Ü. Yayın No. 1448  
O. F. Yayın No. 147.  
İstanbul, 1970.