

# AVRUPA KAYINI (FAGUS SİLVATİCA L.) ODUNUNDAN SELÜLOZ ELDE ETME İMKÂN LARI VE ROSS DİYAGRAMI TATBİKATI

Asistan Dr. Turan TANK

Gerekli numuneleri Güneydoğu İngiltere Orman İdaresince sağlanmış bulunan kayın odunundan çeşitli metodlarla selüloz elde etme denemeleri «Tropical Products Institute» lâboratuvarında yapılmış bulunmaktadır. Bu küçük ölçüdeki çalışma, daha önce birçok araştırmacı tarafından etraflıca tetkik edilmiş bulunan Avrupa kayını odununun özelliklerini tekrar araştırmaktan ziyade, bir metod denemesi ve elde edilen selüloza çeşitli aletlerin kazandıracığı mukavemet vasıflarının araştırılması mahiyetindedir. Mevcut imkân ve zamanın müsaadesi nisbetinde ortaya çıkarmaya çalıştığımız hususlar üç esas grupta toplanabilir.

1. Kayın odunu örnekleri üzerinde çeşitli vasıflarını tesbit maksadı ile yapılan ölçme ve analizler.
2. Kayın odunundan sülfat selülozu istihsalinde Ross Diyagramı
3. Çeşitli metodlarla kayın odununun verdiği selüloz ve kullanılan lâboratuvar aletlerinin buna etkisi.

Bu araştırmada kullanılan kayın odunu örnekleri «N/A Plough Copse, Abinger Forest»'e dahil 210 m rakımlı, hafif meyilli ve Güney - güneydoğuya bakan saf bir kayın meşceresinden temin edilmiştir. Numune için kesilen ağaçlar takriben 95 yaşlarında, 35 cm göğüs çapında, düzgün gövdeli ve ince dalıdır. Yıllık halkalar konsantrik olup ilk 40 sene içinde yavaş, 70'e kadar artan ve sonra tekrar yavaşlayan bir gelişme göstermektedir.

## 1. I. Odun Yapısına Ait Ölçmeler :

A — Yoğunluk : TAPPI T 18 m - 53'e göre yapılan yoğunluk ölçmeleri 6 ayrı kesitten alınan diskler üzerinde tekrarlanmak suretiyle, ortala-

ma olarak ve Tamkuru ağırlık/Yaş Hacım; (Lif doygunluğu hali) oranı cinsinden  $D = 0,561 \text{ g/cm}^3$  bulunmuştur. Bundan ayrı olarak ölçülen kabuk kalınlığı 0.4 cm ve kabuk/odun oranı da % 5,2 olarak hesaplanmıştır.

B — Yıllık halka genişliği : 88 ayrı kesit üzerinden ortalama olarak bulunan değer  $2,28 \pm 0,07 \text{ mm}$  kadardır.

C — Lif boyutları : 75 cm'lik kısımlara bölünmüş bulunan numune ağaçtan tesadüf metodu ile seçilen 4 ayrı kesit alınmıştır. Bu kesitlerden çıkarılan birbirine dik iki çap istikametinde, 2,5 cm kalınlık ve 0,5 cm eninde prizmalar kibrit çöpü inceliğine bölünmüş ve Spearin - Isenberg' in klorit metodu ile maserasyona uğratılmıştır. Böylece her kesit için elde edilen homojen lif karışımı üzerinde TAPPI T 401 m - 60 Standart metoduna göre ölçmeler yapılmıştır. Lif boyları mikroprojeksiyonla ekrana aksettirildikten sonra elektronik cihaz yardımı ile ölçülüp sayılmış ve tasnif edilmiştir. Lif genişliği (Çapı) ve hücre çeper kalınlıkları ise özel ekranlı mikroskopta cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Her ölçü Gauss eğrisi belirecek miktarda (100 kadar) tekrarlanmış ve istatistik esaslar dahilinde kıymetlendirilmiştir. Bu maksat için lüzumlu formüller BS. 600 ve BS. 2845 sayılı British Standart'larından alınmıştır. Dört grubun ölçü sonuçları arasında bulunan farklar güvenlik hududu içerisinde bulunduğundan bunları ortalama değerlerinin de ortalaması alınmış ve Cetvel 1'de verilmiş bulunmaktadır.

Cetvel 1 (Table 1)

Avrupa kayını (*Fagus silvatica* L.) Lif Boyutları  
(Microscopical examination of beech (*F. silvatica*) fibers)

Lif boyu mm	Lif çapı	Hücre çeperi kalınlığı
Fiber length mm	Fiber diameter micron	Cell wall thickness micron
$1,135 \pm 0,035$	$21,1 \pm 0,6$	$5,1 \pm 0,2$

Elâstikiyet katsayısı (Coefficient of suppleness) :  $\frac{\text{Lumen çapı} \times 100}{\text{Lif çap}}$  de-

mek olan bu katsayı örneğimizde 50,1 olarak hesab edilmiştir. Yapraklı ağaç odunları üzerine araştırma yapmış bulunan İstas'ın (7) Elâstikiyet katsayısına göre liflerin kâğıt yapma karakteristikleri ile ilgili sınıflandırması şöylece özetlenebilir :

(1) 75'ten daha fazla elâstikiyet emsali olan lifler. Düşük dansiteli ( $0,5 \text{ g/cm}^3$  ten daha az) ve lifleri ince çeperli, geniş lumenli hücrelerden meydana gelen odunlar bu gruba dahildirler. Kâğıt yapma özellikleri : Lifler çöker (yassılaştır) ve iyi bir yüzey teması sağlar. Bu da lifler arasında iyi bağlantı ile sonuçlanır.

(2) Elâstikiyet 70 ilâ 50 arasında bulunanlar. Orta dansiteli odunlar vasat hücre çeperi ve lumenleri ile bu grupta yer alırlar. Kâğıt yapma özellikleri : Eliptik kesit verecek tarzda yarı çökmüş lifler keza iyi bir yüzey teması ve liflerarası bağlantı gösterir.

(3) 50 ilâ 30 arasında elâstikiyete sahip olanlar. Biraz kalın hücre çeperli ve oldukça dar lumenli liflerin teşkil ettiği orta ve ağır odunlar bu sınıfa girer. Kâğıt yapma özellikleri : Pek az yassılaşılabilen lifler neticede oldukça az bir yüzey teması ve biraz zayıfça liflerarası bağlantı gösterir.

(4) 30'dan daha az elâstikiyetli olanlar ise ağır ve çok ağır odunlardan elde edilir. Liflerin hücre çeperleri kalın ve lumenleri çok dardır. Kâğıt yapma özellikleri : Lifler ezilmeden dairesel durumlarını muhafaza ederler ve bu katılıkları da çok az yüzey teması ve zayıf liflerarası bağlantı ile sonuçlanır.

Yukarıdaki sınıflandırmaya göre örneğimiz iyice kâğıt verebilen lifler grubuna girmektedir.

Diğer taraftan Runkel (12) tropikal ağaç odunlarından yaptığı araştırmalara dayanarak, odunun morfolojik yapısı ile verebileceği lifin kâğıt yapılmasına elverişlilik derecesi arasında şu bağıntının bulunduğunu tesbit etmiş bulunmaktadır. Lifin hücre çeperi kalınlığının iki katını ( $2W$ ) lumen açıklığı ( $L$ ) ile oranlıyarak elde edilen değere göre bir sınıflandırma yapmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre :

(1) Kalın çeperli lifler,  $2W/L > 1$  olanlardır ve kâğıt imâline elverişli değildirler.

(2) Orta kalınlıkta çeperli lifler,  $2W/L \cong 1$  değerinde ve kâğıt yapımına elverişli durumdadırlar.

(3) İnce çeperli odunlar ise,  $2W/L < 1$  oranına sahiptir ve kâğıt imâline fevkalâde uygundur.

Runkel'in bu tasnifi pratikte yalnız lif boyuna bağlı bir karakter olan yırtılma mukavemeti hariç, diğer özelliklerde olumlu sonuçlar vermektedir.

Örneğimiz adı geçen sınıflamaya göre ikinci grupta yer almakta ve kâğıt yapımına yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

## 1. II. Odunun Kimyasal Analizi :

Numune temini gayesile kesilmiş bulunan ağaç gövdelerinin 75'er cm. lik kısımlara bölünmesi sırasında elde edilen destere talaşı, kimyasal analizler için standart kabul edilen (BS 40-60 mesh = 353-251 mikron) inceliğe kadar öğütülüp elenmiştir. Hava kurusu haline getirilen talaş iyice karıştırılarak rutubet bakımından homojen hale gelmesi için iki gün bekletildikten sonra aşağıda belirtilen hususların tayin edilmesine çalışılmıştır. Holoselüloz miktarı Wise (17)'in Klorit metoduna, diğerleri ise TAPPI Standart metoduna göre tayin edilmiştir. (Cetvel 2).

Cetvel 2 (Table 2)

Avrupa Kayını (F. silvatica) Odununun Kimyasal Analizi  
(Chemical examination of beech (F. silvatica) wood).

	Tespit olunan (Determined) %	(after) Schwalbe ye göre %	(after) Forest Prod. Lab Madison %	(after) D.D. Freeman 'a göre %	(after) Jayme 'e göre %
Holoselüloz Holocellulose	75,05		75,7	76,85—76,20	78,28
Selüloz Cellulose	44,38	45,41			
Cross-Bevan sel. " " cell.	57,30		51,2	49,57—49,95	
Lignin	21,29	22,69—22,46	21,0	20,61—22,26	21,75
Pentozanlar (Total)	23,75	24,30	20,2	24,99—25,55	
Pentosans					
Kül					
Ash	0,74	0,96	0,50	0,31—0,57	
Çözünürlük Solubility in % 1 Alkali	18,42				
Alkol-benzen Alcohol-benzene	2,27	0,70			
Sıcak su Hot water	3,63				
Soğuk su Cold water	2,64				

## 2. Ross (14) Diyagramı ve Kayın Odunundan Sülfat Selülozu İstihsalinde Uygulanışı :

Ross diyagramı, bir bileşikten, onu meydana getiren maddelerden birinin kimyasal yollarla elde edilmesinde uygulanan grafik bir metottür. Elde edilmesi istenen madde diğerlerinden ekstraksiyon (tüketim) yoluyla ayrılıp temizlenirken kendisinden de bir miktar ayrılarak kayba uğramaktadır. Bu ayrışma, uzaklaştırılması gereken maddeler henüz tamamen tasfiye edilmeden başladığından reaksiyon şartlarının kontrolü blihassa bu sahada önemli olmaktadır. Gerek kimyasal gerekse yarıkimyasal selüloz istihsalinde bu durum ligninin azalıp, selüloz ve hemiselülözün ayrışmağa başladığı zaman hasıl olmaktadır. Metodun buradaki faydası istenen evsaftaki selülozu en az kayıpla elde edilmesini sağlayacak reaksiyon şartlarının tespitine yardımcı olmasıdır.

Diyagramın çizilişi :

Selüloz pişirmesindeki verim selülozu teşkil eden karbohidratların tümü ve kalıntı lignin toplamı- tam kuru odunun yüzde nisbetleri olarak absis ekseninde gösterilir. Ordinat eksenini ise selülozda kalan ligninin selülozu teşkil eden karbohidratlara olan oranı bütün selülözün yüzde nispetleri halinde işaretlenir. Diğer taraftan odun maddesinin yüzdeleri halinde selüloz içinde kalan ligninin belirli miktarları (% 2, 12, 22, gibi) pişirme verimi kademelerinde, o kademedeki olan farkı ile orantılı olarak ordinat absis ekseninde işaretlenince eğriler halinde belirlemektedir. Karbohidrat bütünü de yine odun maddesinin yüzde miktarı olarak ve verim kademelerinde o kademedeki olan farkına oranlanarak işaretlenince yelpaze tarzında açılan doğrular elde edilmektedir. Bu suretle bir kaydırılmış ıskala (Skew grid) elde edilir. Bu ıskala üzerinde şartlarından biri sabit tutulmak suretiyle yapılan selüloz pişirmelerinin durumları işlenirse, istenen özelliğe sahip selülozu pişirmek için gerekli şartlar elle tutulurcasına belirli hale gelmektedir. Kaydırılmış grafiğin çizilişini formüle edersek :

$$X = 100 \text{ gr odundan elde edilen selüloz içinde kalan lignin gr olarak Selülozda kalan lignin \% 'si Verim}/100$$

$$Y = 100 \text{ gr odundan elde edilen selülozu teşkil eden karbohidratlar (selüloz + hemiselülöz) gr olarak.} \\ = (100 - \text{selülozdan kalan lignin \% 'si}) \times \text{Verim}/100$$

$$\frac{X}{Y} = \frac{\text{Lignin \%} \times \frac{\text{Verim}}{100}}{(100 - \text{Lignin \%}) \times \frac{\text{Verim}}{100}} = \frac{\text{Selülozda kalan lignin \%}}{100 - \text{Selülözde kalan lignin \% si}}$$

Buna göre ;

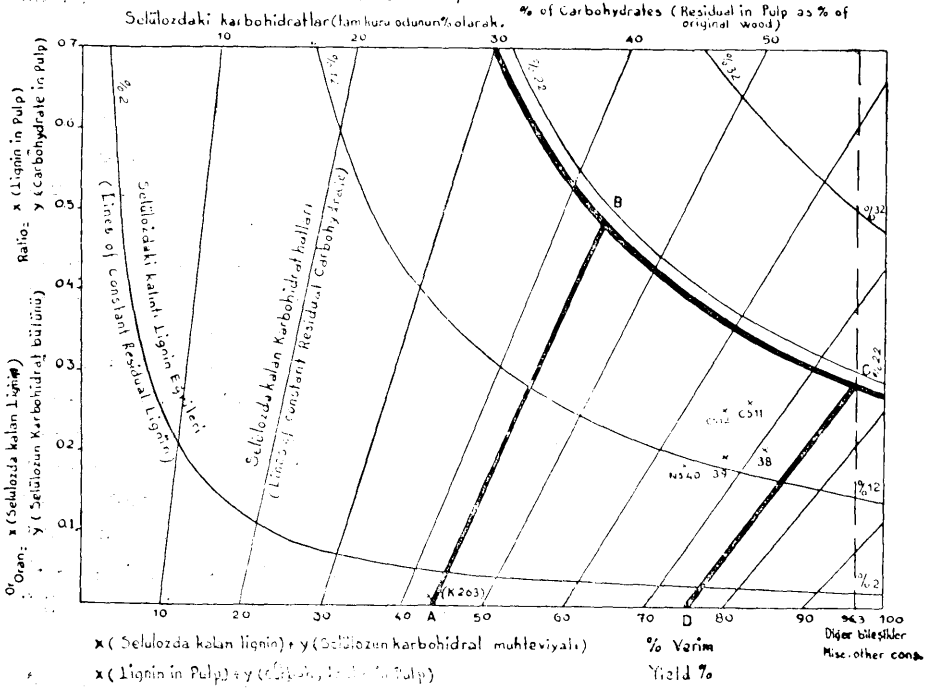
X — Y  $\pm$  Selüloz pişirmesinde verimi absis'e

X / Y = Selülozda lignin/karbohidrat oranı ordinata işaretlenir.

Her hammadde için bu tip grafikten birer tane hazırlanır ve üzerine minimal ve maksimal karbohidrat miktarları ile lignin muhtevası eğrileri çizilir. Bu hatların sınırladığı alan o hammadde için selüloz elde edilebilme alanı olarak kabul edilmektedir. (Grafik 1) örneğimizi teşkil eden Avrupa kayın odunu için böyle bir alanı göstermektedir. (ABCD)

### Ross diyagramına göre Batı Kayınının selüloz elde edilebilme alanı

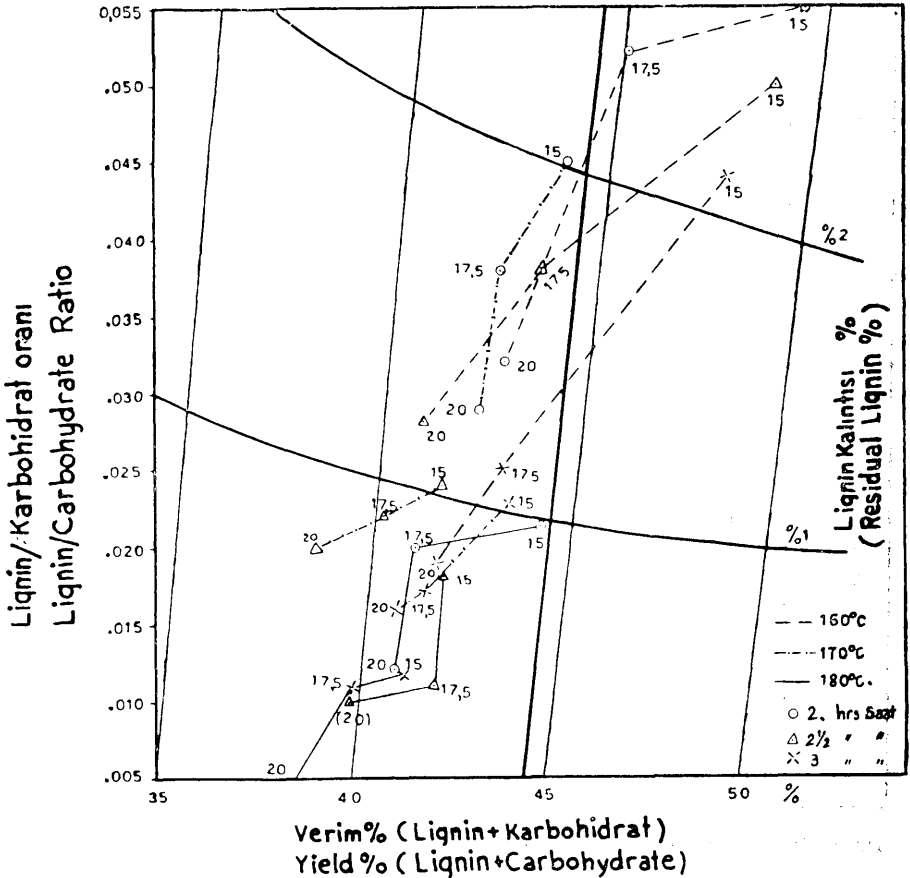
The Pulping Area for *Fagus sylvatica* L



### Ross Diyagramının Kayın Odunundan Sülfat Selülozu İstihsalinde Kullanılması :

Metodun orijinalinde pişirme şartlarından bir veya ikisi sabit tutulup, diğerlerinde geniş ölçüde değişiklikler yapmak suretiyle en uygun pişirme şartı araştırılmaktadır. Bu çalışmada değişen (Isı, zaman, ve alkali %'si) faktörlerin sınırlarını oldukça dar tutup buna mukabil bütün faktörlerde değişimler yapma şekli tercih edilmiş bulunmaktadır. Yapılan deneysel sülfat pişirmelerinden uygulanan şartlar, elde edilen selüloz verimi ve bu selülozdaki lignin kalıntısının % miktarları ve elek üstün-

de kalan iyice pişmemiş kısımların oranı Cetvel 3'de etraflıca verilmiş bulunmaktadır. Pişirmelerin yapıldığı kazanlar bomba tipinde ve standard döner kazana özel bir başlık yardımı ile takılabilir şekilde düzenlenmiş 100'er gr yonga alabilen çelik kaplardır. Bu tip kazanların basıncı kontrol edilememektedir. Isı dereceleri ise esas kazanın termostatından faydalanılarak ayarlanabilmektedir. Pişirmelerin sonunda elde edilen selülozların lignin % miktarları tayin edildikten sonra bu miktarların selülozu teşkil eden karbohidratlara oranı hesaplanmıştır. Pişirmedeki verim iki şekilde tespit edilmiştir. Birincisi, total verim diyebileceğimiz pişirmenin sonunda ele geçen maddenin bütünü, diğeri ise 0,15 mm'lik elekten geçebilen kâğıt imâline elverişli olabilecek lif miktarı ki, bunu lif verimi (Fiber yield) olarak diyagrama aktarmış oluyoruz. Röss diyagramının her iki verim cinsinden durumu Grafik 2 A'da, sadece total verimin pişirme şartlarına göre gelişimi ise Grafik 2'de gösterilmiş



Grafik : 2 (Graphic: 2)

Cetvel 3 (Table 3)

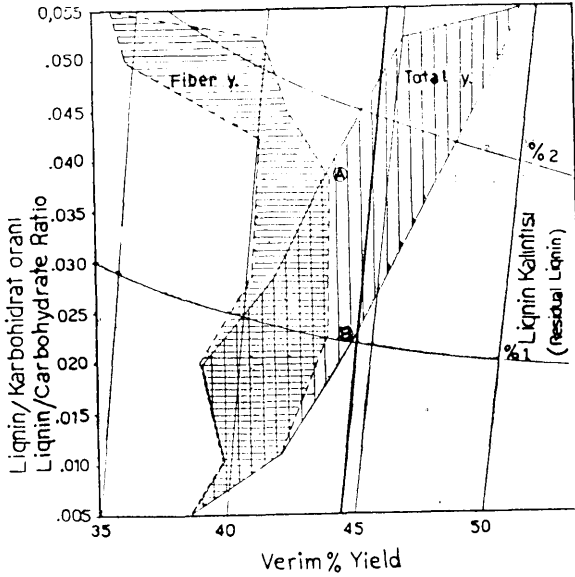
Pişirme No. (Cook No.)	Max. Temp.	Max. Temp. üresi (Time at Max. Temp.)	Aktif Alkali % % ge of (Active alkali) as Na <sub>2</sub> O	Total Verim % (Total Yield)	Lif Verimi % (Fiber Yield)	Selülozda kalan Lignin % (Residual in pulp)	Lignin %
							Karbonhidratların bütünü % Lignin in pulp % Carbohyd- rates in pulp %
				x+y		x	x+y
BİK 36	170°	2 1/2	15	42.44	41.87	2.30	0.024
2 37	,,	,,	17.5	40.90	40.90	2.20	0.022
3 38	,,	,,	20	39.13	39.13	1.99	.020
1 39	,,	2	15	45.68	42.59	431	.045
2 40	,,	,,	17.5	44.11	43.80	368	.038
3 41	,,	,,	20	43.38	43.38	278	.029
1 42	,,	3	15	44.37	44.13	2.23	.023
2 43	,,	,,	17.5	42.01	42.01	1.72	.017
3 44	,,	,,	20	41.23	41.23	1.55	.016
1 45	160°	2 1/2	15	51.12	36.32	4.80	.050
2 46	,,	,,	17.5	45.07	44.28	3.67	.038
3 47	,,	,,	20	41.97	41.08	2.74	.028
1 48	,,	2	15	51.95	35.73	5.25	.055
2 49	,,	,,	17.5	47.31	41.64	4.96	.052
3 50	,,	,,	20	44.08	42.72	3.15	.032
1 51	,,	3	15	49.75	41.38	4.21	.044
2 52	,,	,,	17.5	43.97	43.62	2.46	.025
3 53	,,	,,	20	42.16	42.16	1.84	.019
1 54	180°	2 1/2	15	42.45	41.32	1.73	.018
2 55	,,	,,	17.5	42.19	42.19	114	.011
3 56	,,	,,	20	39.81	39.81	98	.010
1 57	,,	2	15	44.89	43.19	236	.024
2 58	,,	,,	17.5	41.74	41.74	197	.020
3 59	,,	,,	20	41.17	41.17	120	.012
1 60	,,	3	15	41.44	41.44	1.17	.012
2 61	,,	,,	17.5	40.08	40.08	1.08	.011
3 62	,,	,,	20	38.52	38.52	0.37	.004

Not: Bütün pişirmelerde çözelti/tamkuru odun yongası oranı

6:1 ve Süfitlerde % 25 olarak alınmıştır.



bulunmaktadır (metodun orijinalinde bu eğriler tetkik edilmektedir). Grafik 2 A'da ideale en yakın pişirme şartları ve verimin, lif verim alanının A B noktaları arasında kalan durumlarda gerçekleşebileceği açıkça görülebilmektedir. Bu durumu sağlayan şartlar en az lignin kalıntısına karşılık karbohidratların asgari kaybı ile en yüksek verimi sağlayabilmelerdir. Diyagramdan elde edilen sonuçlardan faydalanmak suretiyle daha geniş ölçüde yapılan pişirmeler bu iddiaları doğrulayan sonuçlar vermiş bulunmaktadır. K 263 numaralı sülfat pişirmesinden elde olunan selülozun deneme kâğıtları vasat derecede bir yumuşak odun selülozu ile mukayese edilebilecek evsiftadır.



Ross Diyagramı Sülfat bomba pişirmelerinde total ve lif verimlerinin mukayesesi.

Ross Diagram Showing the comparison of total and fiber yields of sulphate, bomb cooking.

Grafik : 2 A (Graphic : 2 A)

3. Çeşitli metodlarla Kayın Odununun Verdiği Selüloz ve Kullanılan Lâboratuvar Aletlerinin Buna Etkisi.

Denemelerin bu safhasında Avrupa kayını odunundan sülfat kimyasal selülozu (Ross diyagramının verdiği sonuçtan yararlanarak), nöytür sülfite ile soğuk soda yarı kimyasal selülozları elde edilmiştir. Daha sonra bu selülozlar üzerinde çeşitli döğme ve beyazlatma denemeleri yapılmıştır.

Sülfat selülozu Cetvel 4'te belirtilen şartlar altında elde edildikten sonra Valley'in Niagara lâboratuvar tipi (beater) hollanderinde 10'ar



dakikalık kademelerle ve % 1,5 luk süspansiyonu halinde döğümüşür. (TAPPI T 200 ts 61). Her dövme kademesinden elde edilen muhtelif serbestlik derecelerindeki selülozdan British Standards for Pulp Evaluation' e göre deneme kâğıtları yapılmıştır. Diğer taraftan aynı selüloz üzerinde üç kademeli beyazlatma prosedürü uygulanmıştır. Buna göre :

1. Klorlama : % 2'lik lif süspansiyonu 20°C de 1 saat (% 7 tabii klor ihtiyacını karşılayacak ölçüde)
2. Alkali ile muamele : % 6'lık lif süspansiyonu 20°C de 1 saat (% 3 oranında alkali ile)
3. Hipoklorit ile muamele : % 6 lık lif süspansiyonu 35°C de 2 saat.  
pH = 8.5 luk ortamda. (% 1 alınabilir klora tekabül edecek ölçüde hipokloritle)

Beyazlatılan selülozdan da yine çeşitli dövme kademelerinde deneme kâğıtları yapılmıştır.

NSSC = Nöytröl sülfat yarı kimyasal selüloz elde edilmesinde 3 ayı verim derecesinde yapılan denemelerin pişirilme şartları ve verim yüzdeleri Cetvel 4'de verilmiş bulunmaktadır. Bunlardan % 76 civarında randıman veren NS 40'nolu pişirmeden elde edilen selüloz üzerinde farklı iki değışmenin (Hollander tipi ile gülleli tip) etkilerini inceleme gayesi ile döğmeler yapılmıştır.

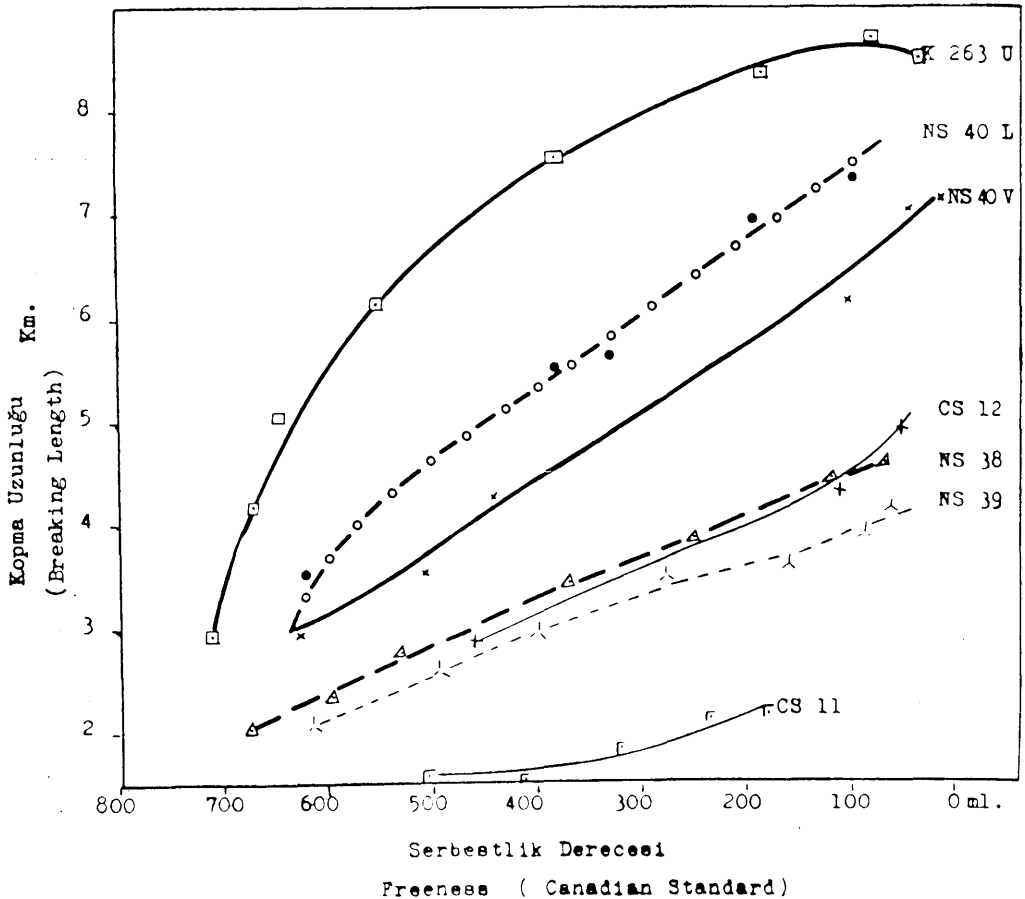
Valley (Hollander tipi) ile elde olunan selülozun mukavemet vasıfları Lampen (Gülleli tip) ile elde olunana nazaran yakın serbestlik derecelerinde daima daha düşük bulunmuştur.

Genel olarak selüloz mukavemet vasıfları birbiriyle kıyaslanırken dövme süresi esas alınmaktadır. Fakat aynı selüloz tipinde, farklı döğme etkilerine sahip iki aletin mukayesesinde bunu yapmak istenilen sonucu sağlayamayacağından daha başka bir yol takip edilmiştir. Bu yol selüloz mukavemet gelişiminde esaslı rol oynayan serbestlik (yağlılık, suyu bırakma kabiliyeti = Freeness) derecesi olabilir. Bu husus Alman normuna göre mukavemet eğrileri dizilişinde muayyen serbestlik derecesi kademeleri halinde yapılmakta ve SR° ≠ Shopper derecesi 0, 20-40 - 60, 80 ve 100 olarak uygulanmaktadır.

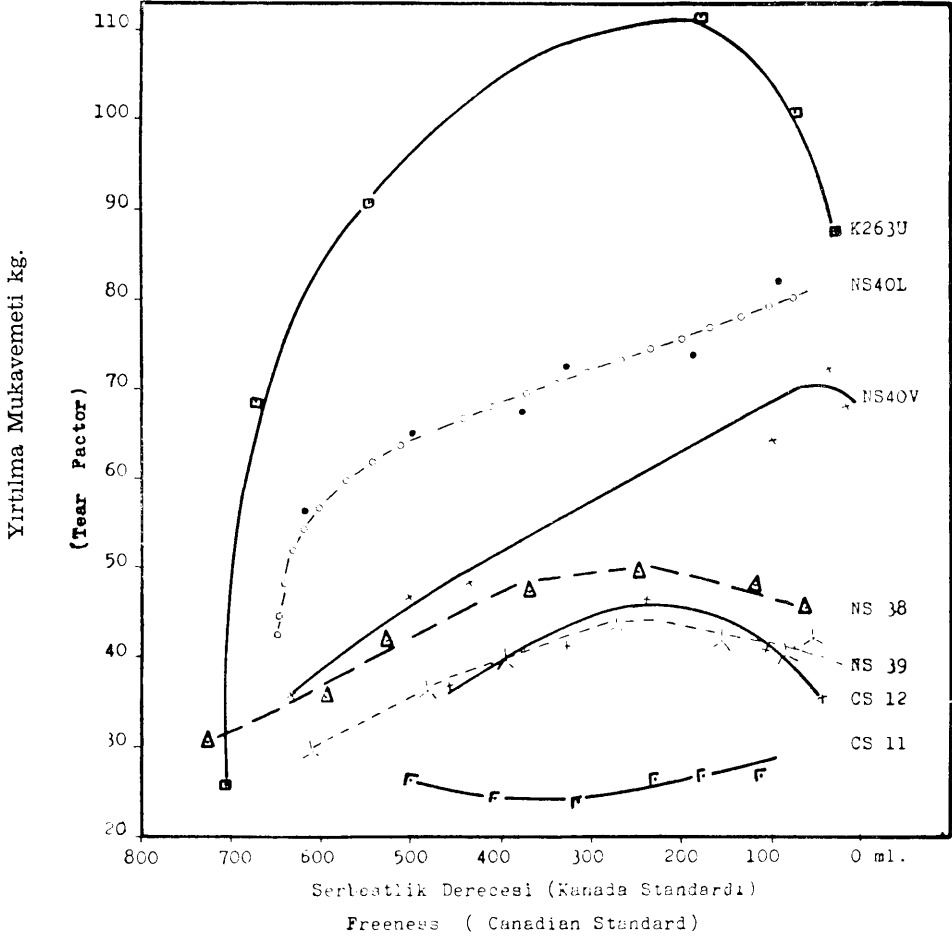
Her iki değirmenin etkisi kayın odunu yarıkimyasal nöytröl sülfat selülozu üzerinde denendikten sonra elde edilen sonuç grafik 3,4 ve 5'de belirtilmiştir. Esas mukavemet vasıflarından kopma, yırtılma ve patlamaya dayanıklılıklarının serbestlik derecesine göre gelişimleri karşılaştırmalı bir şekilde işlenmiş bulunmaktadır.

Eğrilerin ve diğer rakama dayanan vasatların tetkikinden anlaşılacağı üzere Valeey Hollanderi Lampen değirmenine kıyasla çok kısa bir zamanda ve nispeten daha kolay işletilmekle beraber bu tip kısa lifli selüloz üzerinde daha ziyade hidrolize edici bir etki göstermiş ve çok kısa bir süre içinde selülozun bu hidrolize sebebiyle de serbestlik derecesi süratle düşmüştür. Aynı zamanda deneme kâğıtlarının opaklaştıkları da müşahede olunmuştur. Aynı tesir Lampen de çok daha uzun bir döğmeden sonra belirmiş ve fakat aynı serbestlik derecelerinde selüloza kazandırdığı mukavemet çok daha yüksek bulunmuştur. Öyle ki ayrı odunun Kraft selülozuna yakın bir mukavemet elde etmek imkânı hasıl olmuştur. Bunu aynı selülozun beyazlatılmış halinde daha bariz olarak tespit'i mümkündür.

Soğuk soda (CS) usulü ile kayın odunundan yarı kimyasal selüloz elde etme denemeleri daha önce de belirtildiği gibi sadece tecrübe maksadı ile yapılmış ve emprenye güçlüğü sebebiyle iyice yumuşatılamayan



Grafik: 3 (Graphic: 3)



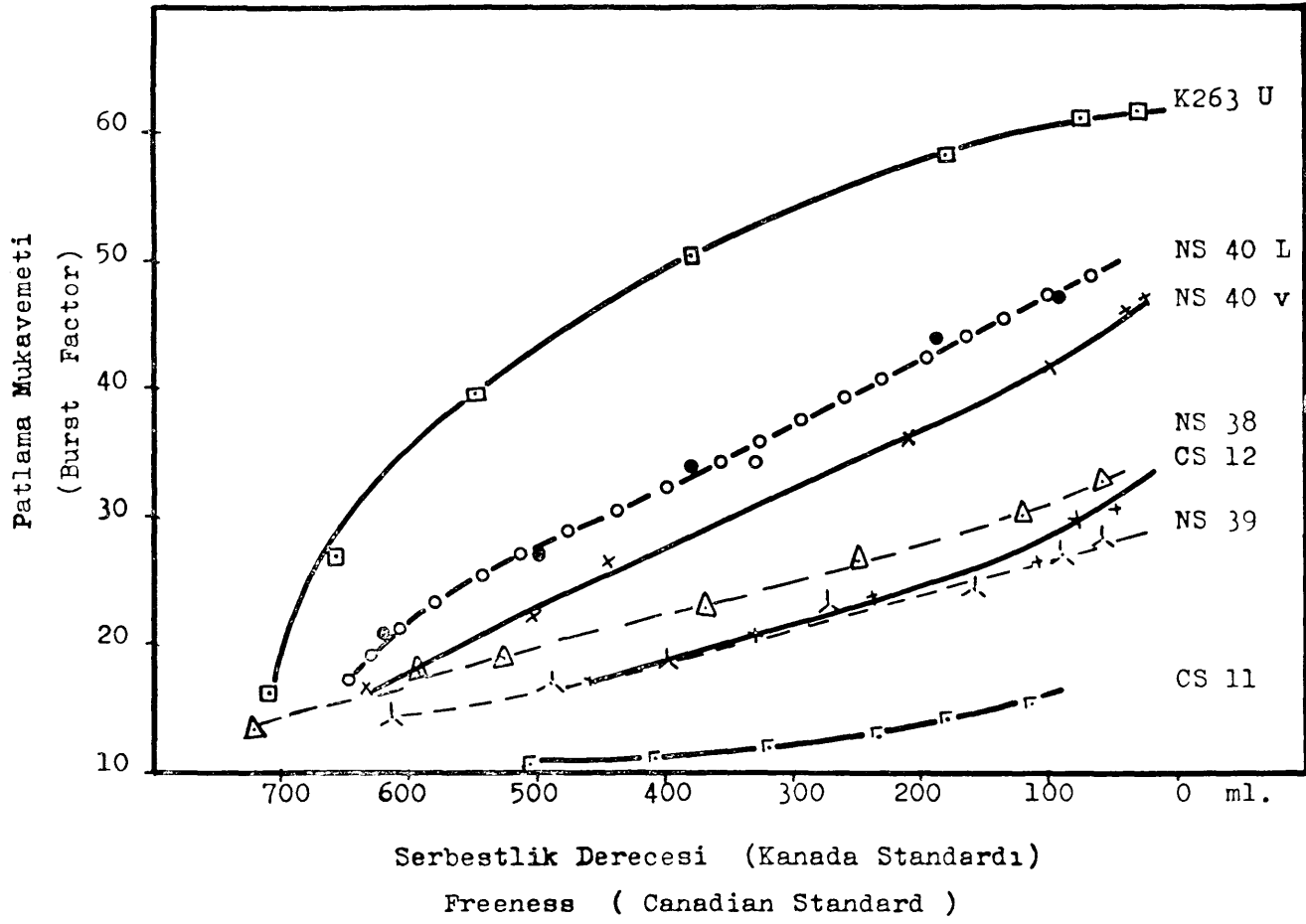
Grafik: 4 (Graphic: 4)

Yongalar defibrasyon serosende kırılıp parçalanarak randıman düşüklüğüne sebep olmuştur. Ayrıca mukavemet vasfı da istenilenden çok aşağı bulunmuştur.

Döğülmenin ilerlemesi ile birlikte yüksek hemiselüloz muhtevası ve hidrolizlenme etkisi ile kâğıtlarda görülen opaklaşma bu tip selülozların kullanımını bazı bakımlardan tahdit etmektedir.

Mukavemet ve diğer fiziksel vasıfları itibariyle kayın odunu NS yarı kimyasal selülozu esmer halde lif levhaları, oluklu mukavva ambalaj kağıdı imâline elverişli olduğu kadar, beyazlatılınca herçeşit iyicins yazı, tabi kâğıtları imâline de elverişli bulunmaktadır.

Lif boylarının kısalığı sebebi ile ıslak mukavemetinin düşüklüğü, döğülme ile sertleşip opaklaşmaya doğru gidişi mahzurları arasında sayılabilir. Bu kusurlar uzun lifli selüloz ilâvesi ve plâstik maddelerle kâğıt yüzeyinin ıslahı gibi tedbirlerle düzeltilmesi mümkün görülmektedir.



Grafik: 5 (Graphic: 5)

Cetvel (Table): 5

Batı Kayını (*Fagus silvatica* L.) Odunundan elde edilen Sülfat Selülozu Fiziksel deneme sonuçları :

Esmer Sülfat (Unbleached Sulphate pulp) Pişirme No : K263 Cook No : K263

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater	Döğülmemiş Unbleached	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minute (50)	dakika minutes (60)
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	60.07	60.56	57.68	60.62	57.58	58.69	56.88
Rutubet %	Moisture %	11.44	11.36	11.64	11.65	11.64	11.61	11.74
Kalınlık	Thickness	133.8	118.7	98.4	93.9	79.8	76.0	70.2
Hacimlilik cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm g	2.23	1.96	1.71	1.55	1.39	1.29	1.23
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	2950	4160	6141	7514	8345	8683	8491
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup>	12.1	21.8	34.5	45.5	53.56	56.33	56.61
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	25.8	68.1	90.2	102.7	111.24	100.19	87.55
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600g	Double folds Kohler-moulin 600g	4	16	116	864	4079	6869	10223
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.5	1.2	5.9	57.1	1035.1	—	—
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.3	4.5	5.—	7.3	20.97	66.7	173.1
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	710	670	550	378	180.5	76.—	29
Gerilme %	Stretch %	1.0	2.1	3.2	4.2	4.5	5.—	5.2

Cetvel (Tablo) : 6  
[Kraft (Sulphate) bleached] Beyazlatılmış Sülfat

Cook No : K 263 A.

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater)	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)	dakika minutes (60)
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	58.69	57.05	57.76	57.31	57.44	59.25	57.20
Rutubet %	Moisture %	11.52	12.13	12.39	11.52	12.34	11.89	11.77
Kalınlık	Thickness	129.2	107.1	96.9	87.3	81.4	76.0	69.5
Hacimlilik cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	220	1.87	1.68	1.52	1.42	1.28	1.21
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	3096	5058	6276	8100	8392	8760	8160
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	11.41	26.29	38.08	50.95	54.49	57.21	57.21
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	43.45	89.39	98.68	107.31	101.84	91.13	76.04
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600m	4	42	391	2547	3464	3632	5209
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1,0 in) <sup>2</sup>	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.4	1.0	9.1	116.0	over 500	—	—
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.3	4.4	5.3	10.5	74.10	239.8	328.0
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	710	640	485	285	130	50	28
Gerilme %	Stretch %	2.21	2.06	3.05	4.25	4.05	5.53	5.07



Cetvel (Table) : 7

Batı Kayını (*Fagus silvatica* L.) Odunundan elde edilen Nöytral Sülfite Yarı Kimyasal Selüloz Fiziksel deneme sonuçları: (Pulp Evulation of European beech wood).

Piştirme No: NS 38, Cook No: NS 38, Esmer N.S. Yarı Kimyasal (Unbleached NSSC)

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater)	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)	dakika minutes (60)
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	60.13	60.02	58.56	59.09	58.45	59.79	59.23
Rutubet %	Moisture %	11.98	11.43	11.77	12.71	12.70	11.55	12.10
Kalınlık	Thickness	149.9	152.2	136.9	127.7	119.2	115.3	108
Hacımlılık cm <sup>3</sup> g	Bulk cu. cm/g	2.49	2.54	2.33	2.16	2.04	1.93	1.82
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	2040	2353	2780	3442	3847	4403	4623
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	7.70	10.29	13.81	18.21	21.35	24.99	27.52
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	30.53	35.30	41.74	47.47	49.72	47.58	45.58
Çift katlama sayısı Köhler-Moulin 600 g	Double folds Köhler-moulin 600 g	2	4	5	12	24	42	50
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.3	0.3	1.2	7.2	26.—	106.8	581.4
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.4	4.5	4.9	5.6	7.8	17.5	59.3
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	725	595	530	370	250	120	66
Gerilme %	Stretch %	1.0	1.4	1.8	2.9	2.7	3.—	3.4

Cetvel (Table) : 8

Esmer N.S. Yarı Kimyasal (NSSC Unbleached)

Cook No : NS. 39

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater)	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)	dakika minutes (60)
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	59.51	59.15	59.60	59.11	60.18	60.08	60.02
Rutubet %	Moisture %	12.79	12.52	12.49	12.85	12.90	12.97	12.88
Kalınlık	Thickneess	155.—	143.2	137.2	129.5	125.7	117.7	110.4
Hacımlılık cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	2.60	2.42	2.30	2.19	2.09	1.96	1.84
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	2079	2598	2950	3498	3603	3928	4142
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/cm <sup>2</sup>	8.96	11.97	14.83	18.10	19.39	21.95	23.29
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	2	3	6	10	13	20	22
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600 g	0.5	1.7	4.5	14.6	42.4	174.4	596.7
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air prosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	4.7	4.9	5.6	7.7	13.6	38.3	103.1
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	616	490	400	274	161	87	60
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	29.49	36.—	39.01	43.31	41.62	40.02	42.—
Gerilme %	Stretch %	1.1	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	2.3

Cetvel (Table) : 9

Batı Kayını (*Fagus silvatica* L.) Odunundan elde edilen Nöytral Sülfüt Yarı Kimyasal Selüloz Fiziksel deneme sonuçları : (Pulp Evaluation of European beech wood.)  
(NSSC Unbleached) Pişirme No: NS. 40, Cook No: NS 40

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater)	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)	dakika minutes (60)
Kesafet g cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	60.40	61.27	60.00	58.96	58.66	58.21	57.47
Rutubet %	Moisture %	12.77	12.86	12.80	12.92	13.07	13.05	13.18
Kalınlık	Thickness	140.—	134.4	120.5	105.6	95.7	87.7	83.2
Hacimlilik cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	2.32	2.18	2.01	1.79	1.63	1.51	1.45
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	2971	3549	4263	5670	6159	7014	7147
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	11.42	17.13	21.66	31.21	36.82	41.23	41.93
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	35.39	46.51	48.12	62.33	63.9	72.1	67.8
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600 g	4	9	19	125	320	1324	1672
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.5	1.7	6.6	87.9	over 500	—	—
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.6	5.6	6.7	11.4	32.5	86.4	280.7
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	635	505	440	210	100	40	22
Gerilme %	Stretch %	0.96	1.6	1.9	3.0	3.3	3.7	3.6

Cetvel (Table) : 10

Esmer N.S. Yarı Kimyasal (NSSC Unbleached)

Cook No : NS 40

Lampen değirmeninde devir sayısı	Lampen mill Revolutions	Dögülmemiş Unbeaten	1500	4500	9000	13500	18000	36000
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	59.74	61.10	59.5	59.16	58.06	58.56	57.60
Rutubet %	Moisture %	13.13	12.64	12.65	12.72	12.67	12.79	12.95
Kalınlık	Thickness	139.8	127.2	111.3	99.3	96.2	83.3	79.9
Hacimlilik cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	2.34	1.84	1.87	1.67	1.66	1.51	1.39
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	29.86	3506	4656	5494	5615	6933	7340
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	12.05	15.87	22.01	28.90	29.28	39.10	43.23
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	42.05	55.85	64.28	67.19	72.34	73.63	81.38
Çif katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600 g	4	7	26	58	88	466	1247
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.4	0.9	2.0	14.9	22.—	170.9	over 500
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.6	5.2	6.5	6.5	6.9	15.2	35.3
Serbestlik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	650	620	500	380	330	190	95
Gerilme %	Stretch %	1.40	1.21	2.02	2.24	2.53	2.72	3.17

Cetvel (Table) : 11

Batı Kayını (*Fagus silvatica* L.) Odunundan elde edilen Soğuk Soda Selülozu Fiziksel deneme sonuçları.  
Esmer Soğuk Soda Cook No: CS 11

Valley holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater)	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)
Kesafet g cm <sup>2</sup>	Basis weight g/q sm	61.55	60.15	59.58	58.65	59.75	58.02
Rutubet %	Moisture %	13.95	14.35	14.68	14.54	14.15	14.28
Kalınlık	Thickness	184.9	182.2	177.2	161.3	166.9	150.2
Hacımlılık cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	3.00	3.03	2.97	2.75	2.79	2.58
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m	1557.8	1450.7	1835.5	2156 —	220.6	251.5
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> /g/m <sup>2</sup>	5.60	5.92	6.68	8.08	9.20	10.34
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g/m <sup>2</sup>	26.—	23.95	23.4	26.1	26.4	26.4
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600 g	1	1	1	1	2	2
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	0.6	1.2	2.4	6.9	12.6	29.5
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	4.7	5.1	5.7	7.2	10.5	15.3
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeneess CS. ml.	505	410	320	235	180	115
Gerilme %	Stretch %	0.83	0.92	0.94	1.0	1.23	1.30

Cetvel (Table): 12

CS. Unbleached Valley b., Esmer Soğuk Soda

Cook No: CS 12

Vallev holanderinde Döğme süresi dakika	Beating time Minu- tes (in Valley beater	Döğülmemiş Unbeaten	dakika minutes (10)	dakika minutes (20)	dakika minutes (30)	dakika minutes (40)	dakika minutes (50)
Kesafet g/cm <sup>2</sup>	Basis weight g/sqm	61.76	58.59	58.25	59.43	59.16	58.57
Rutubet %	Moisture %	13.92	13.85	14.00	14.28	14.21	14.38
Kalınlık	Thickness	149.3	134.2	127.4	122.7	118.—	113.3
Hacimlilik cm <sup>3</sup> /g	Bulk cu. cm/g	2.41	2.29	2.18	2.06	1.99	1.93
Kopma uzunluğu m.	Breaking length m.	2868	3422	3859	4324	4627	4897
Patlama faktörü g/cm <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup>	Burst factor g/cm <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup>	12.30	16.04	18.83	21.51	24.84	25.61
Yırtılma faktörü (Elemendorf) g g/m <sup>2</sup>	Tear factor (Elemendorf) g/g m <sup>2</sup>	36.43	40.96	46.35	40.38	40.56	35.21
Çift katlama sayısı Kohler-Moulin 600 g	Double folds Kohler-moulin 600 g	5	11.0	14.—	28	51.—	69
Hava geçirgenliği saniye (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	Air porosity Sec. (Gurley 1.0 in <sup>2</sup> )	3.7	12.05	39.3	171.7	over 500	—
Drenaj süresi saniye	Drainage time Sec.	5.3	6.6	9.4	21.9	—	—
Serbestlilik derecesi Kanada standardı ml	Freeness CS. ml.	460	330	240	110	80	50
Gerilme %	Stretch %	1.64	2.03	2.32	2.58	2.61	2.53

## LITERATÜR (REFERENCES)

- 1 — Bpbira : The Ross Diagramm  
(What We Are Doing Bulletin No: 117. 1959.)
- 2 — Chittenden A. E., : Papermaking Trials with Gmelina arborea, timber in  
Coursey D. G. and Nigeria. (Tappi vol 47, No: 12 December 1964.)  
Rotibi J. O. :
- 3 — Comrie L. J. : Barlows Tables  
(Editor) :
- 4 — F. A. O. : Raw Materials for more paper Rome 1953.  
(FAO Forestry and Forest Products Study No: 6).
- 5 — Fister R. A. : Statistical Methods for Research Workers. 13. Th Ed.  
1958.
- 6 — I. C. A. : Papermaking and Manufacture of Paper Products 1958.
- 7 — Istas J. R. : I. N. E. A. C. Serie Technique. 1954 No: 43, 29.  
Heremans. R. and :  
Roekelboom E. L. :
- 8 — Koeppen. A. von : Pulping Studies of Fire Species of a Mangrove  
and. Cohen W. E. : Association. (Australian Journal of Applied  
Science, vol. 6 No: 1. P. 105-116, 1955).
- 9 — Parse V. G. and : Statistical methods for Agricultural Workers.  
Sukhatme P. V. :
- 10 — Pearson E. F. Dr. : Application of Statistical Methods to Industrial  
(BS. 600 —) : Standardization and Quality Control 1935.
- 11 — Richardson J. T. : The Reduction and Presentation of Experimental  
B. Sc. : Results. 1957.  
(BS. 2846) :
- 12 — Runkel R. : Papier 3: 476-490 (1949).
- 13 — Spearin W. E. and: Then maceration of woody tissue with Acetic and  
Isenberg J. H. : Sodium chlorite. (Science vol 105. No: 2721. 1947.
- 14 — Strapp. R. K. : The Ross Diagramm an Analytical guide for ~~Chemical~~  
Pulping and Other Extraction Processes  
(Pulp and Paper Vol. 56, No: 3, 1955).
- 15 — Tappi : Standards Related With Wood Analyses and Pulp and  
Paper Tests.
- 16 — » : The Second Report of the Pulp Evaluation Committee to  
the Technical Section of the Paper Makers Association.  
(Reprint of pages 53-117 of 1936 edition).
- 17 — Wise L. E., :  
Murphy M and :  
D'Addieco A. A. : Paper Tr. J. 112 (2) : 35, 1946.

## SUMMARY

### PULPING TRIALS ON BEECH (*F. SILVATICA* L.) WOOD AND THE APPLICATION OF ROSS DIAGRAM

By. Dr. Turan TANK

The sample which is the subject of this trial was submitted to the Tropical Products Institute by the Forestry Commission South East (England) conservancy from the Abinger Forest. Estimated age of the tree was 95 and B. H. Q. G. about 14', length of boles 30'. Its vigor: Low growth rate for first 40 years or so, followed by increase in ring width to about 70 years then closing again. Annual ring width was measured and calculated as  $2.28 \pm 0.07$  mm.

#### Physical Examination :

The apparent density of the samples was determined by TAPPI standard T 18 m - 53. The result expressed as the ratio of oven dry weight to green (soaked) volume is  $D = 0.561$  g/ml.

#### Microscopic Examination :

Ultimate fibers were prepared by the sodium chlorite maceration technique described by Spearin and Isenberg (13) and measured by using a projection microscope. Counting the fiber lengths was carried out by an electronic counter. The results of the five group ultimate fiber measurements were pooled and given in Table 1. Coefficient of suppleness calculated as 50.1 and according to Istas (7) classification our fibers are in 2nd group. Also according to Runkel's (12) classification ( $2w/L = 1$ ) these fibers are in second class and rather suitable for papermaking.

#### Chemical Examination :

Saw dust of the sample wood was ground and sieved. The portion which passed BS. 44 mesh screen ( $353 \mu$ ) and retained on a BS 60 mesh screen ( $251 \mu$ ) was used for analysis.



Holocellulose was determined by the method of Wise et Al. (17). Other determination were made according to the TAPPI standard methods. The results given in Table 2. Some of these results also compared by the other authors' determinations.

#### Pulping Trials :

Chemical pulping trials were carried out by the sulphate process, first in the bomb digesters in small portions (100 gr. each) These bomb cooking trials are carried out only for Ross diagram application. Graphic 1, 2 and 3 details of cooking conditions, yield of pulp and alkali consumption are given in table 3. The percentage of lignin in pulp and its proportion to total carbohydrates in plup also are given. According to the result of the Ross diagram for sulphate pulping of beech wood, two sulphate cooks were made in the rotating digester. On the other hand, a few semichemical pulping trials were done by NSSC and Cold soda processes.

All of the cooking conditions, yields, chemical consumptions of these trials are given in table 4.

#### Pulp Evaluation :

Unbleached pulp from sulphate cooks and refined semichemical pulps in Sprout Waldron Refiner, were beaten in Valley Niagara beater (1 1/2) lb. with 5.5 kg. on the bed plate. And for comparison of the effects of beaters on beech NSSC pulp, a Lampen ball mill was also used. Positive effects of the Lampen mill on such a short fibered pulp can seen on strength property curvatures. (Graphic 4,5 and 6.).

Standard test sheets were prepared and evaluated according to the British standard methods. But the folding endurance determinations were carried out on a Kohler-Moulin type tester under 600 g. weight.

All the pulp evaluation results are given in tables 5 to -12.

#### Discussion :

The application of Ross Diagram on sulphate pulping process helped to find out the maximum yield from beech wood. Sulphate pulp of the beech wood was found suitable for paper making inspite of its rather high density. On the other hand NSSC pulp of the same wood was also acceptable for paper making. But cold soda trials didn't give so good pulp because of the difficulty of penetration.