

SERİ  
SERIES  
SERIE  
SÉRIE

A

CILT  
VOLUME  
BAND  
TOME

40

SAYI  
NUMBER  
HEFT  
FASCICULE

2

1990

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
D E R G İ S İ

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



# KAYIN VE MEŞE AĞAÇLARINDA ÇÜRÜME İLE ODUNLARININ KİMYASAL BİLEŞİM İLİŞKİLERİ<sup>1)</sup>

Prof. Dr. Turan TANK<sup>2)</sup>

Prof. Dr. Sabri SÜMER<sup>3)</sup>

Yard. Doç. Dr. Mustafa CENGİZ<sup>4)</sup>

Ar. Gör. Bahattin GÜRBOY<sup>2)</sup>

## Kı s a Ö z e t

Araştırmada sağlam ve kav mantarı etkisi ile çürümeye uğramış kayın ve meşe ağacı odunları, selülozik lif üretimi açısından incelenmiştir. Böylece biyolojik degradasyondan yararlanarak selülozik lif üretim yöntemlerinin geliştirilmesi düşünülmektedir.

## 1. GİRİŞ

Yapraklı ağaçlardan geniş kullanım alanına sahip meşe (*Quercus petraea*, Mattuschka Liebl.) ve Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) türlerinin kav mantarı (*Fomes fomentarius*) enfeksiyonu sonucu çürümeye maruz kalmış odunlarının endüstriyel değerlendirmede özellikle selüloz ve kağıt üretiminde yaratacağı sakıncaların belirlenmesi amacıyla düzenlenen bu araştırmada aşağıda belirtilen hususlar gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş bulunmaktadır.

Odun yapısını oluşturan temel bileşenler karbohidratlar lignin üzerinde çeşitli mantar türlerinin meydana getirdiği bozunmalar konusunda yüzlerce araştırma yapılmış ve yapılmaktadır. Araştırmamızda yakın ilgisi bulunması nedeniyle sadece ligninin biyo degradasyonu ve kav mantarı (*Fomes fomentarius*)'u konu alan yayınlar değerlendirilmiştir.

Kav mantarının kayın ve meşe ağacı odunlarında meydana getirdiği beyaz çürüklük, bu odunlarda büyük ölçüde lignin maddesinin tahribe uğradığını belirtmektedir. Mantar etkisi ile çü-

1) Bu yazı, İ.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonu'na desteklenen 139-141/310585 sayılı Araştırma Projesinden hazırlanmıştır.

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

3) Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi

4) Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu, Eğirdir / ISPARTA

rüme ya da bozunmanın sonucu lignin oranında azalma olduğu ve ligninin parçalanarak daha basit bileşiklere dönüştüğü birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmış bulunmaktadır (KIRK 1971; 1984, 1987 TAI et al 1983).

Ligninin molekülündeki bozunma başlangıcı, onun kimyasal maddeler kullanılarak selülozik lif üretiminde sağlanma oranla daha az kimyasal madde, enerji ve zaman sarfına neden olacak demektir. Bu ise gerek ekonomi gerekse çevre sağlığı açısından faydalar sağlanmasına yol açacaktır. Bu nedenle günümüzde biyolojik yöntemlerle selülozik lif üretimi üzerindeki araştırmalar önem kazanmaktadır.

Biyolojik yöntemlerin geliştirilmesi için yapılan bu çalışmalarda lignin maddesinin degradasyonu yanı sıra mantar etkisi ile çürümelerde karbohidratların da bozunmaya uğradığı bilinmekte ve bu bozunmaları en alt düzeyde tutabilmek için de gayret sarfedilmektedir, (TERRY et al. 1984, KIRK, HARBIN 1971, KIRK, HIGHLEY 1973, FEIST et al. 1971).

**Fomes Fomentarius:** *Fomes fomentarius* (fr.) Kieckx. (Basidiomycetina, Aphyllophorales) (Hakiki kav mantarı) Dünyada oldukça geniş sahalarda yayılmış hem yapraklı hem iğne yapraklı ağaçlarda sık sık rastlanan bir saprofitir. Rutubetli şartlar canlı ağaçlarda infeksiyon kırık dal budaklarından ve yaralardan giriş kazanır ve başlar. Ölü odunda hem diri hem öz odununu tahrip etmesine karşılık, canlı ağaçlarda öz odununu çürütür, bazen canlı (diri) oduna da saldırır. Çürüme çoğunlukla ağaç gövdesinin yukarı kısımlarında başlar ve aşağı doğru ilerler.

Memleketimizde yapraklı ağaçların en önemli çürüklük etmenlerinden biridir. Karadeniz ve ardi bölgesi ormanlarında yaşlı meşe ve bilhassa kayınların ilk sıradaki düşmanıdır.

Çürümenin başlangıç safhasında odun, kahverengimsidir, sert, katı ve değişikliğe uğramamış bir görünüme sahiptir. Sağlıklı odun ile etkilenmiş odun arasında dar esmer bir hücum kuşağı oluşur. Ligninin tahrip edildiği ve böylece bir beyaz çürüklük meydana getirildiği çürümenin ilerlemesi ile, odun alacalı sarımsı beyaz renk, yumuşak süngersi bir yapı kazanır. Dar, koyu kahverenginden siyaha kadar değişen renkli sınır çizgileri meydana gelir. Bu arada odunda çatlaklar meydana gelirse, bunlar saman renkli soluk sarımsı beyaz misel örgüleri ile doldurulur, misel ile doldurulmuş bulunan küçük ışıl çatlaklardan olayı mantara maruz kalmış odun, lekeli damarlı görünüş alır. Lahmag (1931)'a göre *F. fomentarius*'un etkisiyle kayın gövdelerinde oluklanma oluşmaktadır. Burada çürümenin hızla ilerlediği öz odunu içinde uzunluğuna yönde olukların ortaya çıkmasına sebep olunur. Oluklar kambiyuma ulaştığı zaman kambiyum öldürülür fakat bu dokuya komşu bölgelerde kambiyum faaliyetleri artar, böylece oyukların civarında iyileştirme-kapatma aşırı doku geliştirme ile ağaç gövdesi çizgili (oluklu-sırtlı) hale gelir.

Mantar etkisi ile çürümenin selülozik lif yapısı üzerindeki olumsuz etkileri ağaç malzemenin mekanik değerlendirmede olduğundan daha farklı bir durum göstermektedir. Araştırmaya konu olan kayın ve meşe ağaç odunları selülozik lif üretimi alanındaki değerlendirmede ülkemizde henüz gerekli olduğu düzeye ulaştırılmamış bulunmaktadır. Kayın odununun Nötral Sülfat Yarı Kimyasal (NSSC) yöntemle selüloz üretiminde kullanılması için ilk atılım SEKA tarafından Çaycuma-Zonguldak'taki fabrikada yapılmıştır. Yıllık 28.000 ton kadar üretimi planlanan kayın NSSC selülozu, 1970 yılından sonra birkaç yıl süre ile üretilerek daha çok oluklu mukavva orta katı (Fluting) yapımında değerlendirilmiştir. Ancak o dönemde henüz bugünkü gibi bir lif hammaddesi sıkıntısı bulunmadığından, atık kağıtlardan yapılan oluklu mukavva selülozu ile rekabet edememiş ve tesis-

te kayın odununun değerlendirilmesinden vazgeçilmiştir. Zamanla değişen ekonomik koşullar, dünyada olduğu gibi ülkemizde de lif hammaddesi ihtiyacının kağıt üretimi ve tüketimine paralel olarak hızla artması sonucu, yeni hammadde kaynaklarının araştırılması ve kullanılması zorunlu hale getirilmiş bulunmaktadır. Böylece yerli ağaç türleri yanısıra hızlı gelişen egzotik türlerin değerlendirilmeye uygunluklarının araştırılmasına yönelinmiştir. Yine ülkemiz ormanlarının henüz büyük bir bölümünün doğal olarak yetişmiş ağaçlardan oluşması sonucu, yaşlı ve kısmen çürümüş bireyleri de büyük ölçüde içerdiğinden, bunların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar da gerekli olmuştur.

## 2. MATERYAL VE METOD

Sağlam ve üzerindeki mantar konsolları ile çürümüş bulunduğu anlaşılan kayın ve meşe ağaçlarından seçilerek 5'er ağaçtan alınan örnekler, laboratuvara getirilmiş ve hava kurusu haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Mantar konsolları da ayrıca incelenmek üzere bağlı oldukları gövde kısımlarından koparılarak hava kurusu haline gelinceye kadar kurutulmuştur. Her ağaca ait örneklerden kimyasal analiz için alınan parçalar, önce küçük yongalar haline getirilmiş, daha sonra TAPPI Standard Analiz metoduna göre (TAPPI T. 11m 59) Wiley bıçaklı değirmeninde 40-60 mesh, (0.45 - 270 mm) tane büyüklüğüne kadar indirilmek üzere öğütülmüştür.

Kimyasal analizleri yapılmak üzere hazırlanan bu örnekler üzerinde;

**2.1. Holoselüloz Tayini:** Odunun hücre çeperini oluşturan karbohidratların tümü anlamına gelen holoselüloz miktarının tayini, Wise'nin Klorit Metoduna göre yapılmıştır.

Holoselüloz vakumda 50°C'de kurutulduktan sonra ayrıca alfa selüloz oranının tayini için de kullanılmıştır. Alfa selüloz oranının tayin edilmesi için TAPPI'nin T 203: S 71 yöntemi uygulanmıştır.

**2.2. Pentozan Oranı:** Bitkisel hücre çeperinin iskelet maddesi olan karbohidratların bir bölümü hemiselülozun grubunu oluşturmaktadır. Araştırmada pentozonlar TAPPI T 19m. 50'ye göre gravimetrik olarak furfuralfloroglusid halinde çöktürülmek suretiyle tayin edilmiştir.

**2.3. Lignin:** Bu maksatla kullanılan metod Klason'un % 72'lik Sülfürik asit metodudur ve TAPPI Standardı T 13m-54'e göre uygulanmıştır. Örnekler 1/2 eül alkol-benzen karışımında 4 saat süre ile ekstrakte edilmiş, bunun ardından sıcak su ile yıkanarak kurutulmuş ve lignin analizine alınmıştır. Ön ekstraksiyon işlemleri de TAPPI 12m-59'a göre uygulanmıştır.

**2.4. Kül Oranı:** Ağaç odunlarındaki mineral maddelerin tümü 570-600°C'da yakma işlemi sonunda kül olarak belirlenmektedir. Kül oranının saptanmasında TAPPI T 15m-58 Metodu uygulanmıştır.

### 2.5. Çözünürlükler:

**2.5.1. Alkol-Benzen'de Çözünürlük:** Tanenli bileşikler, reçine, yağ gibi bileşiklerin miktarının belirlenmesinde alkol benzenin 1/2 oranındaki karışımı ile 4 saatlik bir ekstraksiyon işlemi gerekmektedir. Metod, TAPPI 5m-54 ve ASTM D-1187'ye göre uygulanmıştır.

**2.5.2. Sıcak Suda Çözünürlük:** Standard metoda göre örneklerin ihtiva ettiği suda çözünebilen nişasta, şeker, zann tanen ve boyar maddelerin toplam tayini ASTM D 110 ve T 1m-59'a göre yapılmıştır.

**2.5.3. Seyreltik Alkali (%1'lik NaOH)'de Çözünürlük:** Diğer çözünürlük tiplerinden tamamen ayrı karakteristikleri belirten bu tayin, ayrıca odun mantar etkisi ile çürüme sinin ulaştığı düzeyi de gösterme konusunda çok değerli bir yardımcı durumundadır. Çürüme etkisinin artışı oranında alkalide çözünürlük de yükselmektedir. Metoden uygulanışında TAPPI T 4m54 ASTM D 1109 esaslarına uyulmuştur.

**2.6. Selülozik Lif Elde Etme Denemeleri:** Mantar etkisiyle bozunmaya uğramış kayın ve meşe ağaçları odunları sağlam bireylerden alınan örneklerle aynı pişirme koşullarında denemeye alınmıştır. Standard boyutta yonga haline getirilip, rutubet tayinleri yapıldıktan sonra 15 lt. kapasiteli basınçlı otoklav (kazan)da kraft yöntemi ile pişirilen yongalar, defibratörde açılarak lif haline getirilmiştir. Pişirme koşulları Cetvel: 1'de belirtildiği gibi ağırulabilir randıman kademesinde lif elde edilecek biçimde düzenlenmiştir.

Cetvel: 1- Kraft Yöntemi ile Lif Elde Etmede Pişirme Koşulları  
Table: 1- Sulphate Pulping Conditions

Koşul + Kimyasal Madde	Kayın	Meşe
Na <sub>2</sub> S	45 g/1000 g. Tk. Ör.	45
NaOH	180 g/1000 g. Tk. Ör.	170
Sülfidite	20	21
Yonga/Çözelti	1/5	1/5
Aktif alkali %	17,5	16.7

#### EMPENYE SÜRESİ

Empenyede max. sıcaklık	120 °C	120 °C
En yüksek sıcaklığa çıkış	30 dakika	30 dakika
En yüksek sıcaklık	170 °C	170 °C
En yüksek sıcaklıkta basınç	8.5 - 9.5 atü	8.5 - 9.5 atü
Pişirme süresi	3 saat	3 saat

Pişirme ve liflendirme (defibrasyon) sonunda elde edilen selülozik liflerin verim ve kalıntı lignin oranlarının belirlenmesi önce rutubet, daha sonra da Kappa sayısı, TAPPI 236 M-60'a göre uygulanmıştır.

Elde edilen selülozik lifler daha sonra fiziksel dirençlerinin saptanması için belirli kademeler halinde PFI Tipi Skandinav Standardı cihazda döğme (rafınasyon) işlemine tabi tutulmuş ve her kademedeki liflerden deneme kağıtları hazırlanmıştır. Bu kağıtların yapılmasında herhangi bir katkı, tutkal ve dolgu maddesi kullanılmamış olup, Rapid-Köthen cihazından yararlanılmıştır.

Fiziksel direnç denemeleri yine standarda uygun cihaz ve aletlerde yapılmıştır. Bu değerlendirmeler deneme kağıtlarının gramaj, rutubet, yoğunluk ölçmeleri ile kopma, yırtılma, patlama ve gerilme (esneme) dirençlerinin saptanması işlemlerini kapsamaktadır.



## 3. BULGULAR

Standard analiz yöntemlerine uygun olarak hazırlanan sağlam ve mantar etkisi ile çürümeye uğramış kayın ve meşe ağaç örnekleri üzerinde iki aşamada kimyasal bileşimleri saptanmıştır. Buna göre:

Cetvel: 2- Kayın Odununda Kimyasal Analiz Sonuçları

Table: 2- Chemical Analysis of Beech Wood

Analiz Türü Analysis		Örnekler (Samples)					Fark* (Difference)
		Sağlam (Sound)	I	Çürümüş (Degraded)			
				II	III	Ort.	
Kül (Ash)	%	0.61	1.20	0.73	0.92	0.95	+ 0.35
Lignin	%	22.57	21.51	22.33	19.93	21.26	-1.31
Holöselüloz	%	78.99	78.81	77.88	79.13	78.61	- 0.35
Holocellulose							
Alfaselüloz	%	41.54	40.39	40.83	41.98	41.07	- 0.47
Alphacellulose							
Pentozanlar	%	23.66	20.56	20.95	24.93	22.14	- 1.52
Pentosans							
<b>ÇÖZÜNÜRLÜKLER (Solubility in)</b>							
Sıcak Suda (Hot water)	%	1.92	4.41	4.42	3.95	4.26	+ 2.34
Eterde (Ether)	%	1.04	0.20	0.18	0.14	0.17	- 0.87
Alkol-Benzende	%	1.50	1.20	2.01	1.42	1.54	+ 0.04
Alcohol-Benzene							
Seyreltik-Alkali	%	15.62	25.15	24.35	20.42	23.31	+ 7.69
Dilute alkali							
(% 1 NaOH'de)							

\*) + Çürüme lehine,  
+ Increase in,  
- Çürüme aleyhine artış  
- Decrease in degraded wood

Meşe örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları (Cetvel: 3)'te verilmiştir.

Mantar enfeksiyonuna uğramış ağaçların henüz dikili ve canlı durumda iken gövde üzerinde oluşan mantar konsollarının da kimyasal analizleri yapılarak (Cetvel: 4)'te verilmiştir.

Kayın ve meşe ağacı gövdelerinden Kraft yöntemine göre lif elde etme denemelerinde sağlam ve çürümüş durumdaki örneklerden elde edilen sonuçlar (Cetvel: 5)'te verilmiş bulunmaktadır.

Pişirme işleminden çıkan örnekler Sprout-Waldron tipi, 30 cm. çaplı bir rafinörden geçirilerek lif haline getirilmiş ve rutubet, kappa sayısı, verim hesapları yapılmıştır. Elde edilen selülozik lifler belirli döğme (rafinasyon) kademelerinde PFI tipi bir döğücü kullanılarak inceltilmiş ve bu kademe örneklerinin su bırakma = serbestlik dereceleri, Schopper-Riegler cihazında belirlenmiştir. Her kademe örneğinden standarda uygun olarak deneme kağıtları yapılmış ve klima odasında 24 saat beklendikten sonra fiziksel ölçme ve testler uygulanmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen değerler kayın için Cetvel 6a ve 6b'de meşe için de cetvel 7a ve 7b'de verilmiştir.

Çetvel: 3- Meşe Odununun Kimyasal Analiz Sonuçları

Table: 3- Chemical Analysis of Oak Wood

Analiz Türü Analysis		Örnekler (Samples)					Fark* (Difference)
		Sağlam (Sound)	I	Çürümüş (Degraded)		Ort.	
Kül (Ash)	%	0.45	0.92	1.29	1.19	1.13	+ 0.68
Lignin	%	22.88	18.47	19.76	18.96	19.06	- 3.82
Holoseülüz	%	71.00	77.72	77.04	77.60	77.42	+ 6.42
Holocellulose							
Alfaselülüz	%	44.35	39.89	40.84	37.90	39.54	- 4.81
Alphacellulose							
Pentozanlar	%	23.11	22.50	23.57	24.37	23.48	+ 0.37
Pentosans							
<b>ÇÖZÜNÜRLÜKLER (Solubility in)</b>							
Sıcak Suda (Hot water)	%	6.96	3.90	6.45	6.52	8.96	+ 2.00
Eterde (Ether)	%	0.83	0.58	0.51	0.63	0.57	- 0.26
Alkol-Benzende	%	2.39	1.95	2.80	2.78	2.51	+ 0.06
Alcohol-Benzene							
Seyreltik-Alkali	%	18.40	37.55	15.45	31.48	28.16	+ 9.76
Dilute alkali							
(% 1 NaOH'de)							
*) + Çürüme lehine, + Decrease in,		- Çürüme aleyhine artış - Decrease in degraded wood					

Çetvel: 4- Kayın ve Meşe Ağacı Gövdelerinde Oluşmuş Mantar Konsollarının Kimyasal Bileşimleri

Table: 4- Chemical Analysis of White Rot Fungi Grown on Beech and Oak Trees

Analiz Türü Analysis		Kayında On Beech	Meşede On Oak
Kül - Ash	%	3.51	2.45
Lignin	%	40.37	40.78
Holoseülüz - Holocellulose	%	50.72	47.37
Alfaselülüz - Alphacellulose	%	15.40	19.04
Pentozanlar - Pentosans	%	2.72	2.56
<b>ÇÖZÜNÜRLÜKLER (Solubility in)</b>			
Sıcak Suda - Hot water	%	19.26	20.40
Eterde - Ether	%	2.62	2.79
Alkol-Benzende - Alcohol-benzene	%	3.22	6.16
Seyreltik-Alkali - Dilute alkali	%	43.68	44.21
(% 1 NaOH'de)			

Çevre: 5-Kraft Yöntemi ile Selülozik Lif Eldesinde Verim

Table: 5-Yield in Kraft Pulping

Elde Edilen Değerler Results		Sağlam Sound W.	Çürümüş Rotten W.	Sağlam Sound W.	Çürümüş Rotten W.
Piştirme verimi Yield	%	49.61	46.85	41.71	44.00
Kappa Değeri Kappa	%	33.25	25.00	69.00	30.40
Kalıntı Lignin Residual Lignin	%	8.02	4.98	11.20	6.97

#### 4. TARTIŞMA

Odunda beyaz çürüklük oluşturan kav mantarının odunun kimyasal yapısında meydana getirdiği değişiklikler kayın odununda kül oranında dikkati çekecek bir artışa, buna karşılık ligninde odun hammaddesine oranla % 1,31, lignine oranla % 5,80'lik bir eksilmeye neden olmuştur. Lignindeki bu azalma selülozik lif üretiminde uzaklaştırılması gereken bu maddenin biyolojik olarak bir miktar azalmakla birlikte kimyasal etkin maddelere karşı da daha az dirençli bir duruma geldiğini göstermektedir. Ancak bu çözünürlüklerin artışında, yine mantar etkisi ile meydana gelen karbohidrat fraksiyonu bozunmasının da etkisi bulunduğu muhakkaktır. Karbohidratların özellikle pentozan fraksiyonu en kolay etkilenen ve çözünür hale gelen bileşikler olduğundan, degradasyon sonucu kayıp oranı selülozdan çok daha fazla bulunmuştur.

Meşe ağaç odunlarının mantar etkisi ile çürümeye gösterdikleri bileşim değişiklikleri ise kayından daha farklı bir durum almıştır.

Kül oranındaki artış, sağlam oduna oranla iki katına yakın olmuştur. Lignindeki azalma sağlam oduna oranla % 3,82, lignine oranla da % 16,7 gibi oldukça yüksek bir düzeye ulaşmıştır. Karbohidrat fraksiyonunun tümünü gösteren holoselülozda artış, daha çok küçük moleküllü fraksiyonda (pentozanlar) kendisini göstermiş, buna karşılık en büyük molekül zincirine sahip alfa selülozda ise azalma olduğu saptanmıştır. Burada mantar etkisi ile selüloz molekülünün önemli derecede etkilendiği ve polimerizasyon derecesinde azalma sonucu daha kısa zincirli moleküllere dönüştüğü düşünülmektedir (KIRK, 1987).

Meşe ağacı odununun bu değişimi daha sonra yapılan lif hamuru denemelerinde de kimyasal madde etkisini kolaylaştırmış ve kayına kıyasla daha kolay pişirilebildiğinden daha yüksek verim sağlamıştır.

Meşenin çözünürlük değerleri de kayından farklı olmuştur. Sıcak suda ve seyreltik alkalide çözünürlük yüksek, eterde çözünürlük de kayına nazaran 3 misli fazla azalma göstermiştir. Bu sonuçlar iki ağaç türünün yapısal farklılığını degradasyon sonucu daha da artmış olarak ortaya koymaktadır.

Her iki ağaç türü üzerinde kav mantarının oluşturduğu konsollar kimyasal yapıları bakımından büyük farklılıklar göstermemiştir. Göze çarpan farklılık karbohidrat fraksiyonunda özellikle lifsel yapıyı oluşturan alfa selülozda % 4 kadar olmuştur. Alkol-benzende çözünürlükte de meşe,



etvel: 6 a- SAĞLAM KAYIN KRAFT LİFLERİNİN SERBESTLİK VE FİZİKSEL DİRENÇ DEĞERLERİ  
 abile: 6 a- Physical Properties of the Kraft Pulps from Sound Beech Wood

Döğme Kademesi (Devir) Beating Stage (Rp)	Serbestlik Freeness SR°	Gramaj B. Weight g/m <sup>2</sup>	Kalınlık Thickness μ	Öz. Hacım Bulk cm <sup>3</sup> /g.	Yoğunluk Density g/cm <sup>3</sup>	Patlama F. Burst F. %	Kopma Uzn. Breaking Length m.	Esneme Stretch %	Yırtılma F. Tear Fac. %
0	13.5	60.57	133.3	2.20	0.454	8.25	1950	1.42	35.91
500	22.5	58.50	124.4	2.13	0.470	16.17	2820	1.85	51.28
1000	46.0	57.65	116.0	2.01	0.497	23.63	4030	1.83	55.07
1500	64.0	59.35	104.6	1.76	0.567	30.96	4691	1.87	52.87
2000	78.0	59.51	92.3	1.55	0.645	33.38	4725	2.37	47.73

etvel: 6 a- ÇÜRÜMÜŞ KAYIN KRAFT LİFLERİNİN SERBESTLİK VE FİZİKSEL DİRENÇ DEĞERLERİ  
 abile: 6 a- Physical Properties of the Kraft Pulps from Rotten Beech Wood

Döğme Kademesi (Devir) Beating Stage (Rp)	Serbestlik Freeness SR°	Gramaj B. Weight g/m <sup>2</sup>	Kalınlık Thickness μ	Öz. Hacım Bulk cm <sup>3</sup> /g.	Yoğunluk Density g/cm <sup>3</sup>	Patlama F. Burst F. %	Kopma Uzn. Breaking Length m.	Esneme Stretch %	Yırtılma F. Tear Fac. %
0	25	56.55	122.0	2.76	0.464	12.57	2964	1.99	73.89
500	60	53.53	95.9	1.79	0.558	28.27	5513	1.72	62.58

İvel: 7 a- SAĞLAM MEŞE KRAFT LİFLERİNİN SERBESTLİK VE FİZİKSEL DİRENÇ DEĞERLERİ  
İvel: 7 a- Physical Properties of the Kraft Pulps from Sound Oak Wood

Döğme Kademesi (Devir) Beating Stage (Rp)	Serbestlik Freeness SR°	Gramaj B. Weight g/m <sup>2</sup>	Kalınlık Thickness μ	Öz. Hacim Bulk cm <sup>3</sup> /g.	Yoğuluk Density g/cm <sup>3</sup>	Patlama F. Burst F. %	Kopma Uzn. Breaking Length m.	Esneme Stretch %	Yırtılma F. Tear Fac. %
0	18	61.29	138.3	2.26	0.443	5.71	1587	1.82	35.89
500	44	52.01	88.9	1.71	0.585	40.92	6368	3.69	83.12
1000	53	54.85	89.4	1.63	0.613	42.49	6826	2.19	92.98
1500	71	51.46	79.3	1.54	0.649	52.47	6841	2.55	92.11

İvel: 7 b- ÇÜRÜMÜŞ MEŞE KRAFT LİFLERİNİN SERBESTLİK VE FİZİKSEL DİRENÇ DEĞERLERİ  
İvel: 7 b- Physical Properties of the Kraft Pulps from Rotten Oak Wood

Döğme Kademesi (Devir) Beating Stage (Rp)	Serbestlik Freeness SR°	Gramaj B. Weight g/m <sup>2</sup>	Kalınlık Thickness μ	Öz. Hacim Bulk cm <sup>3</sup> /g.	Yoğuluk Density g/cm <sup>3</sup>	Patlama F. Burst F. %	Kopma Uzn. Breaking Length m.	Esneme Stretch %	Yırtılma F. Tear Fac. %
0	23	57.90	129.8	2.24	0.446	7.48	1359	0.34	43.34
500	68	50.43	92.7	1.84	0.544	22.50	4906	2.9	66.92

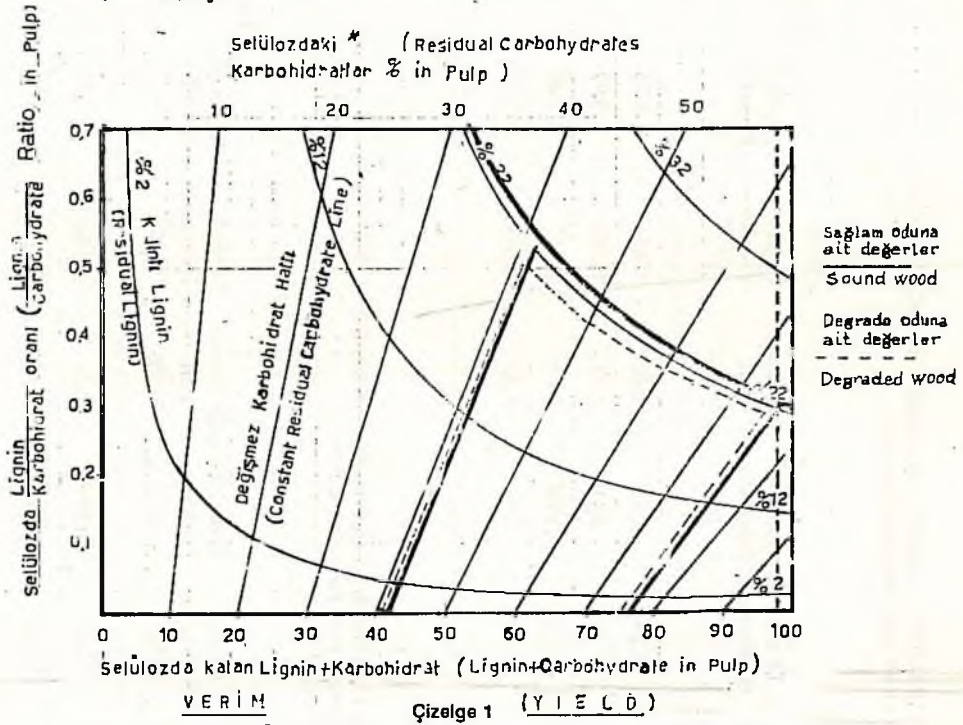
kayının iki katı kadar bir değere ulaşmıştır. Bu değer reçine ve yağ tipi yan bileşenlerin varlığını belirttiğinden, lif üretimi açısından burada bir önem taşımamaktadır.

Kayın odununda çürüme selülozik lif üretiminde verim azalmasına yol açarken, meşede tersine olarak artış belirlenmiştir. Elde edilen liflerde kalıntı lignin oranı % 50'ye yakın daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç mantar etkisi ile lignin bozunmasının etki derecesini belirtmesi açısından önemli olmaktadır.

Kayın ve meşe liflerinin çürümüş örneklerden yapılan döğme (rafinasyon) işleminde direncin çok düşük olduğu ve degrade odun liflerinin çok kısa bir sürede kolaylıkla işlenebildiği görülmüştür (Grafik 1 ve 2).

Doğu Kayını Selüloz Üretim Alanı ( Ross Diyagramı )  
(The Pulping Area of Beech Wood)

Grafik : 1



Doğu Kayını Selüloz Üretim Alanı (Ross Diyagramı) (The Pulping Area of Beech Wood).

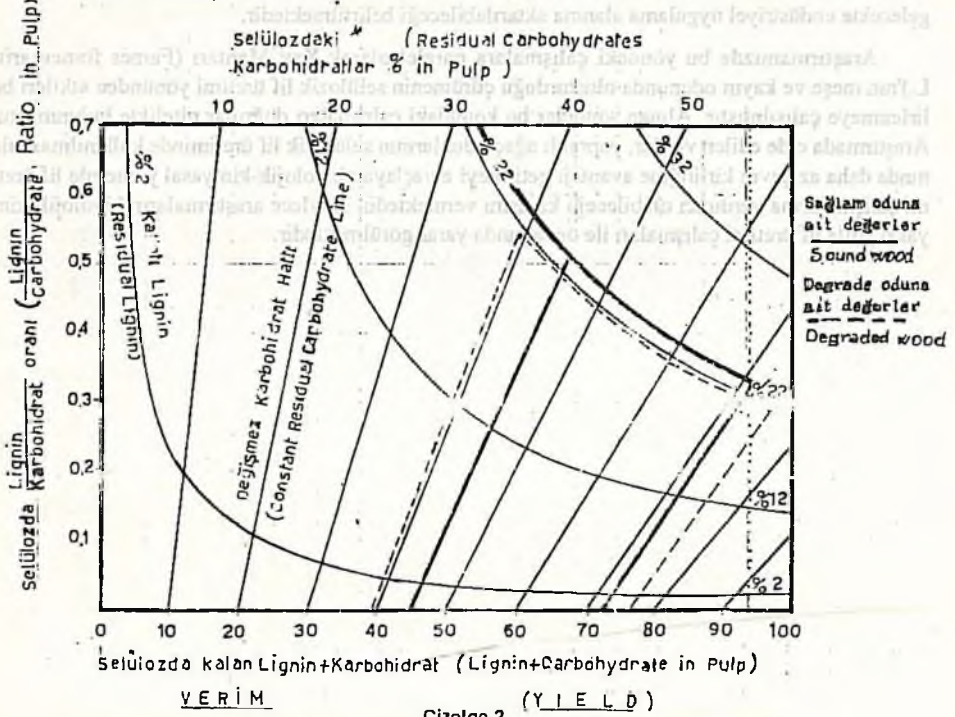
Kayın liflerinin deneme kağıtlarında çürümüş örneklerde yırtılma direnci sağlam liflerden daha yüksek buna mukabil patlama direnci daha düşük bulunmuştur. Keza kopma direnci de degrade odun liflerinde daha yüksek olmuştur. Özgül hacim, kağıta özgül ağırlığın tersi olarak değerlendirilen bir niteliklidir ve değerlerin yükselmesi oranında kağıt kaba, gevşek, azalması durumunda ise sıkı, sağlam bir lif dokusu anlaşılmaktadır. Araştırmamızda kayının hacimlilik ya da özgül hacim sonuçları, sağlam liflerde önce düşük iken döğme etkisi ile daha da azalmış, degrade odun lifleri ise başlangıçta daha yüksek iken döğme ile hızla azalarak sağlam liflere ait değerlerin altına inmiştir. Ancak degrade lifleri döğülmeye dirençli olmadıklarından işlem daha ileri götürülmemiştir. Sağlam lifler ise döğülme ile biraz daha düşük değerlere indirilebilmiştir.



## Çoruh Meşesi Selüloz Üretim Alanı (Ross Diyagramı)

Grafik : 2

(The Pulping Area of Oak wood.)



Çoruh Meşesi Selüloz Üretim Alanı (Ross Diyagramı) (The Pulping Area of Oak Wood).

Meşe ağacı liflerinde patlama, yırtılma ve kopma direnci gelişmesi bakımından sağlam lifler daha nitelik göstermiştir. Özgül hacim değeri, kayında olduğu gibi degrade lifler yönünde olmuştur.

Sağlam ve degrade odunların selülozik lif üretiminde verim ve temel bileşenleri bakımından durumunu grafik olarak bir bakışta görülmesini sağlayan ROSS diyagramları (Grafik 1 ve 2) da yukarıda açıklanan hususları daha da belirgin hale getirmektedir.

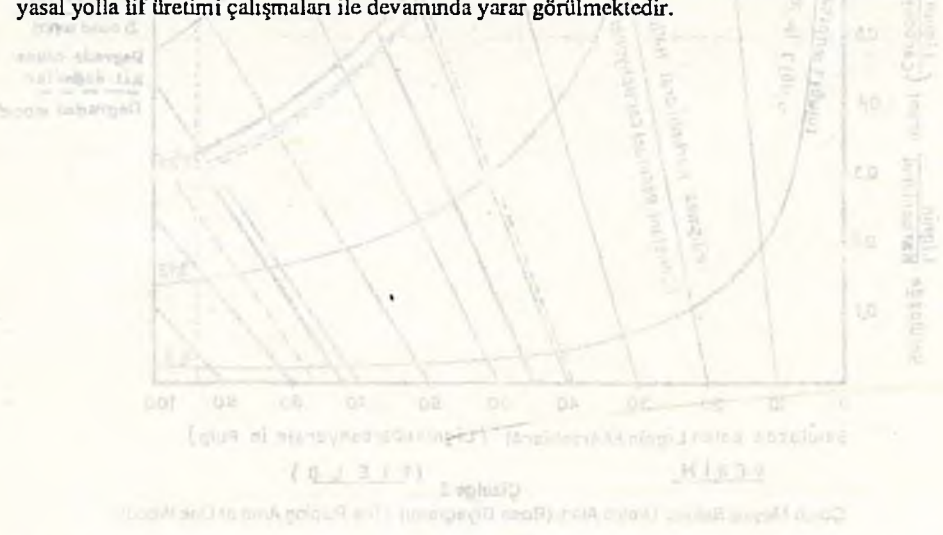
## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel lif kaynaklarının en önemli bölümünü oluşturan ağaç odunlarının selülozik lif üretimi amacı ile ve mekanik ya da kimyasal yöntemler yardımı ile yapılan değiştirilmektedir. Giderek tükenen hammadde kaynakları bu yöntemlerin yerine daha fazla verim sağlamakla birlikte daha ucuza üretim sağlayacak ve çevre kirliliğini daha az etkileyecek yenilerinin bulunmasını gerektirmektedir. Bu arada yapılan çalışmalarda, yakın bir zamana kadar ağaçlarda çürüme yaparak odun hammaddesinde değer kaybına yol açan mantarların teknolojik amaçlarla kullanılabilirliği gündeme gelmiş bulunmaktadır.

Yapılan araştırmaların pek çoğu, mantar etkisi ile çürümelerde teknolojik özelliklerin uğradığı değişimler incelenmiştir. Ancak son yıllarda bu değişimlerin olumlu yönde değerlendirilebilme-

sinin mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Şimdilik araştırma düzeyindeki bu çalışmaların yakın bir gelecekte endüstriyel uygulama alanına aktarılacağı belirtilmektedir.

Araştırmamızda bu yöndeki çalışmalara paralel olarak Kav Mantarı (*Fomes fomentarius* L.)'nın meşe ve kayın odununda oluşturduğu çürümenin selülozik lif üretimi yönünden etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Alınan sonuçlar bu konudaki çalışmaları doğrular nitelikte bulunmuştur. Araştırmada elde edilen veriler, yapraklı ağaç odunlarının selülozik lif üretiminde kullanılması alanında daha az çevre kirliliğine avantajı getirmeyi amaçlayan biyolojik-kimyasal yöntemle lif üretimi çalışmalarına yardımcı olabileceği kanısını vermektedir. Böylece araştırmaların biyolojik-kimyasal yolla lif üretimi çalışmaları ile devamında yarar görülmektedir.



Meşe ağacı lifli odunlarının su içeriği ve kav mantarı ile çürütülmesi sonucu elde edilen selülozik lif miktarı grafiği. (Yığılma oranı %40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği üzere selüloz, bitkisel kaynaklı en önemli polimerdir ve selülozün en büyük kaynağı odunlardır. Odunların selüloz içeriği, odun türüne, yaşına ve yetiştiği bölgeye göre değişmektedir. Selülozün bitkisel kaynaklı en büyük kaynağı odunlardır. Odunların selüloz içeriği, odun türüne, yaşına ve yetiştiği bölgeye göre değişmektedir. Selülozün bitkisel kaynaklı en büyük kaynağı odunlardır. Odunların selüloz içeriği, odun türüne, yaşına ve yetiştiği bölgeye göre değişmektedir.

Yapılan araştırmaların pek çoğu, mekanik etkiye dayanarak selülozün çözülmesini amaçlamıştır. Ancak son yıllarda bu amaçla biyolojik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.



# CHEMICAL RELATIONS AMONG THE DEGRADED WOOD COMPONENTS OF OAK AND BEECH BY WHITE ROT FUNGI

Prof. Dr. Turan TANK

Prof. Dr. Sabri SÜMER

Yard. Doç. Dr. Mustafa CENGİZ

Ar. Gör. Bahattin GÜRBOY

## A b s t r a c t

Sound and degraded beech and oak wood were investigated from the pulping standpoint. Thus, the development of pulping methods by means of biodegradation come into consideration.

## SUMMARY

Forests are undoubtedly one of the most important plant fiber source. In Pulp and Paper Production where plant fibers used in large amounts, to know the quality of raw material and the arrangement of production process depends on it, are the main conditions. It has come to nonreturn point to investigate all of tree species grown naturally in Turkey, because of the raw material supply getting reduced for paper pulp production. It is also necessitated for the same reason to know the amount of losses during pulp production from somehow naturally degraded wood in growing conditions.

Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) and Oak (*Quercus petraea* (Matuscha) Liebl.) wood degraded by white rot fungi (*Fomes fomentarius* (Fr) Kicky (the real tinder fungus) for this reason were chemically investigated to determine their usability in pulp production.

Oaks and beech have a great potential for short fiber raw material source but the oaks have limited use, because their anatomical structure of wood. Beech has also very great use in many field.

Chemical components of sound and degraded wood samples were determined by standard methods and the results of analysis were given at Table 1.

According to the chemical analysis white rot show considerable high increase in soluble carbohydrates fraction without causing high amount of loss in cellulose. Cooking, the delignification process seems getting easier inspite of low loss in lignin proportion.

Table 1- Chemical Analysis of sound and degraded wood samples

Analysis		Beech		Oak	
		Sound	Degraded	Sound	Degraded
Ash .....	%	0.61	0.95	0.45	1.13
Lignin .....	%	22.57	21.26	22.88	19.06
Holocellulose .....	%	78.99	78.61	71.00	77.42
Alpha cellulose .....	%	41.54	41.07	44.35	39.54
<b>SOLUBILITY IN</b>					
Hot water .....		1.92	4.26	6.96	8.96
Ether .....		1.04	0.17	0.83	0.57
Alcohol + Benzene .....		1.50	1.54	2.39	2.51
Dilute alkali (1 % NaOH) .....		15.62	23.21	18.40	28.16

The yield and residual lignin proportions after cooking of sound and degraded beech and oak woods by sulphate process were given on Table 2.

Table 2- Pulping Experiments

Result		Beech		Oak	
		Sound	Degraded	Sound	Degraded
Yield in cooking	%	49.61	46.85	41.71	44.00
Residual Lignin in pulp	%	8.02	4.97	11.20	6.97

After lignin degradation, about 3 % lesser pulp yield obtained from beech wood, degraded by white rot. But the lignin affected a great deal from degradation and without having big losses in pulp yield, about 14 % of lignin released.

Physical test results of papers prepared from the pulps were given at Table 3.

Table 3- Strength Properties of Test Papers at 50 SR° Freeness

Tests	Beech		Oak	
	Sound	Degraded	Sound	Degraded
Breaking length m	4200	4900	6650	3450
Tear factor	54.5	66.5	90.0	57.0
Burst factor	40.0	37.5	42.0	17.0
Bulk cm <sup>3</sup> /g	1.92	2.04	1.66	2.00
Beating Rev. (On PFI Mill)	1200	300	850	350

Two species of trees give rather different results on physical measurements and tests of papers. Degraded samples of beech pulps reached rather high values out of burst strength. But in oak, all of test values affected negatively by degradation. Cooking were easier, and beating of pulp needed less energy in both degraded samples but physical strength values of pulp fibers shown difference for the species.

## KAYNAKLAR

A S. T. M. 1963: *Standard Methods of Wood and Allied Products.*

TAPPI 1973: *Standard Methods in Pulp and Paper Industry.*

B. P. B. I. R. A. 1959: *The ROSS Diagramm. BPBIRA Bull. No. 117, Kenley /ENGLAND*

CASEY J. P. 1985: *Pulp and Paper Chemistry and Technology. Vol. I-III. Interscience Publ. Co. New York.*

ESLYN E. W. 1973: *Evaluation Chemicals for Controlling Biodeterioration of Stored Wood Chips. Forest Products Journal. Vol. 23. No: 11*

FERST W.C., 1971: *Determining Loss of Wood Substance After Fungal Attack (A Comparison of Two Methods) TAPPI Vol. 54, No: 8*

HIGHLEY TL. et al. 1983: *Electron Microscopy of Cellulose Decomposition by Brown-Rot Fungi. F. P. L. Holzforchung 37 (271-277).*

HIGHLEY T. L. et. al. 1984: *Ultrastructural Aspects of Cellulose Decomposition by White Rot Fungi. Holzforchung 38. (73-78).*

KIRK T. K. 1971: *Effects of Microorganisms on Lignin. Annual Review of Phytopathology Vol. 9.*

KIRK T. K. and HARKIN J. M. : *Lignin Biodegradation and the Bioconversion of Wood. AIChE Symposium Series No: 133 Vol. 69 (124-126).*

KIRK T. K. and FARNEL R. K. 1987: *Enzymatic "Combustion" The Microbial Degradation of Lignin. Ann. Rev. Microbiology 41 (465-505).*

KIRK T. K. 1987: *Enzymatic Combustion: The Degredation of Lignin by White - Rot Fungi. Symp. Int. INRA Paris. No: 40 (51-56).*

RYDHOLM S. A. 1965: *Pulping Processes Interscience Publ. Inc. New York.*

SÜMER, S. 1977: *Belgrad Ormanlarındaki Ağaçlarda Çürüklük Doğuran Önemli Mantarlar. The important fungi causing decay of standing trees in the Belgrad Forest. Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları 2339 / 244 80 pp.*

SÜMER, S. 1982: *Batu Karadeniz Bölgesi özellikle Bolu Çevresinde Bulunan Odun Tahripçisi Mantarlar. Wood-decaying fungi in the Western Black Sea Region of Turkey, especially in and around Bolu Province. Istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 2907 / 312, 194 pp.*

TAI. D. et. al. 1989: *Biodegradation of Guaiacyl and guaiacylsyringyl Lignins in Wood by Phane-rochaete Chrysosporium. Int. Seminary Tokyo-Japan (44-63).*