

---

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	<b>A</b>	BAND	<b>51</b>	HEFT	<b>1</b>	<b>2001</b>
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

---

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



# FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİ İLE TİTREK KAVAK (*Populus tremula L.*)'TAN YÜKSEK VERİMLİ KAĞIT HAMURU ELDE ETME OLANAKLARI

Y. Doç. Dr. Celil ATİK<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Bu çalışmada Türkiye'de yetişen ve hızlı gelişen öncü orman ağaçlarından titrek kavak (*Populus tremula L.*) odunundan farklı pişirme yöntemleri ile kağıt hamuru üretilmiştir. Biyolojik kütlede azami ölçüde yararlanmak amacıyla NSSC, kraft ve kraft AQ yöntemleri ile elde edilen yüksek verimli selülozlar inceleme konusu olmuştur ve soğuk soda yöntemi ile elde edilenle kıyaslanmıştır. Laboratuvarında üretilen kağıtlarda fiziksel direnç ve optik nitelikler tespit edilmiştir. Kıyaslanan yöntemler içerisinde soğuk soda yöntemi verim, renk ve direnç açısından en uygun olan yüksek verimli yöntem olduğu görülmüştür.

## 1. GİRİŞ

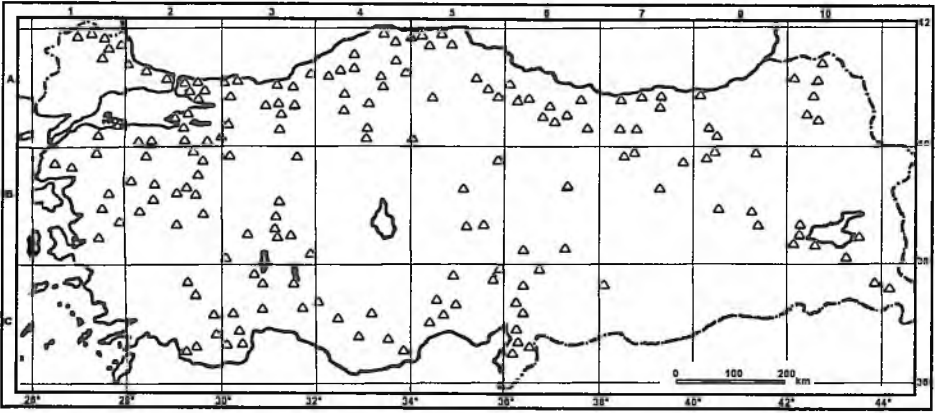
Bilgisayar teknolojisinin ve sentetik ambalaj maddelerinin hızla gelişmesiyle kağıt ihtiyacında azalma olabileceği düşünülse bile, hızlı nüfus artışı ve doğal kaynaklı (yenilenebilir, çevre dostu) ambalaj tüketimine yönelik duyarlılık, kağıt tüketimini arttırmaya devam etmektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de ormanlar büyük baskı altındadır ve büyük ölçüde ormana bağlı olan selüloz ve kağıt endüstrisinin orta ve uzun vadede ciddi hammadde sıkıntısı içinde olacağı söylenebilir. Bu sorunun çözümüne katkı sağlayabilecek bir çok yol vardır. Bunlardan birisi kullanılmış kağıtları işleyerek tekrar kağıt haline getirmeye yönelik çalışmalardır. İnsanlar bilinçlendirilerek atık kağıdın toplanması daha etkin biçimde yapılabilirse dahi, bu sadece sınırlı sayıdaki kağıt ve karton türü üretimine katkı sağlayacak, ancak sorunu tam olarak çözemeyecektir. Diğer bir çözüm yolu da alternatif sayılabilecek lif kaynaklarının (yıllık bitkiler, tarım atıkları) daha fazla ve etkin kullanılmasıdır. Ancak bu kaynakların hacimli olmaları, çok geniş alanlara yayılmış olmaları, mevsimlik olmaları, üretim sırasında silisyum ve yumuşak öz gibi sorunlar yaratması büyük çaplı kullanımlarını engellemektedir.

<sup>1)</sup> İ.Ü.Orman Fakültesi Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Odun hammadde kaynaklarının araştırılması, geliştirilmesi ve yetiştirilmesi hammadde sorununun çözümünde etkili çözümler olarak görülmektedir. Ülkemizin iklim ve coğrafi yapısını da göz önünde bulundurarak seçilecek ağaç türleri selüloz ve kağıt endüstrisinin istediği niteliklere de dikkat edilmelidir. Lif boyutları ve hacim ağırlık açısından kağıt yapımı için uygun olmalı; hızlı büyümeli; kimyasal yapı bakımından uygun olmalı (az ekstraktif madde ve lignin içermeli, rengi açık olmalı, yüksek verimli selüloz üretimine elverişli olmalı); fakir ve kurak topraklara, farklı yükselti ve iklimlere uyum sağlayarak yetişebilmeli; genetik ve ıslah çalışmalarına kısa sürede cevap verebilmelidir.

Yukarıda sayılan istekleri yerine getirebilecek ağaç türlerinden birisi de titrek kavaktır. Ülkemizde titrek kavak orman ağacı olarak 0 ile 2350 m arasında tüm orman mıntıkalarında rastlanmaktadır (Şekil 1) (YALTIRIK 1988). Titrek kavağın öncü bir tür olması (yangın sahalarına ilk gelen türlerdendir) ve erozyona uğramış alanların ağaçlandırılmasında kullanılabilir bir tür olması önemli bir avantaj sağlamaktadır. IVANNIKOV'un (1958) belirttiğine göre doğal olarak oluşan triploid (kromozom sayısı  $3n$  olan) titrek kavaklar çok daha hızlı büyümektedir (diploid kavaklara kıyasla 2.5 katı daha hızlı). Bulgaristan Ormancılık Araştırma Enstitüsünde yapay triploid titrek kavak elde etme çalışmaları başarı ile yapılmış (DOBRINOV 1983). Titrek kavaktaki sorunlardan birisi, diğer kavaklarda da olduğu gibi genellikle budaklarda başlayan ve gövde içinde ilerleyen çürüklüktür (*Fomes ignarius* Fr. f. *tremula*), ancak iyi bir fenotip ve genotip seleksiyonu ile (örneğin erkek fertler daha dirençlidir) bu sorunun büyük ölçüde giderilebileceği bilinmektedir (DOBRINIV/DOYNOV/GAGOV 1982).



Şekil 1: Türkiye'de Titrek Kavağın yayılışı (DAVIS 1988).

Figure 1 : Trembling Aspen (DAVIS 1988).

Laundrie ve Barbee (LAUNDRIE/BARBEE 1972) tarafından yapılan çalışmada yüksek verimli kağıt hamuru elde etmek için kavak plantasyonlarının idare süresinin 12 yıldan fazla olması gerektiği belirtilmiştir. Aralama ve bakım kesimlerinden ormandan elde edilecek ince çaplı titrek kavak odununun değerlendirme olanağı da bulunmaktadır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılan Titrek kavak örnekleri Demirköy İstihkamtepe İşletme Şefliğinden temin edilmiştir. Ağaçlar, meşcere ortalamasını temsil edecek şekilde herhangi bir mekanik zarar görmemiş ikisi gri üçü yeşil kabuklu orta kalınlıkta dallara sahip fertlerden seçilmiştir. Kesilen ağaç gövdesini en iyi temsil edebilmek için 0.3 m başlayarak her 2 m den diskler alınmış ve yongalanmıştır.

Titrek kavak odunundan aşağıda Tablo 1’de belirtilen yöntem ve koşullar ile yüksek verimli kağıt hamurları elde edilmiş ve bunlardan elde edilen kağıtların fiziksel özellikler tespit edilmiştir. Her pişirme yöntemi için üç tekrar yapılmış ve ortalama değerler alınmıştır.

Piştirilmiş yongalar Sprout-Waldron tipi tek diskli laboratuvar defibratöründe liflendirilmiştir. Kuru madde oranını ISO 638 standart yöntemine göre, PFI değirmeninde dövmeden önce ve sonra hamur açma ISO 5263 standart yöntemine göre, dövülme derecesi tayini SCAN M 3-65 standart yöntemine göre ve test kağıtları ISO 5269-2 standart yöntemine göre yapılmıştır.

**Tablo 1: Yonga Pişirme Koşulları**

Table 1: Cooking conditions

	Kraft	Kraft AQ	NSSC
<b>Buharlama süresi (dak)</b> Steaming (min)	20	20	30
<b>Emprenye sıcaklığı (°C)</b> Impregnation temperature (°C)	120	120	120
<b>Empr. s. ulaşma (dak)</b> Reaching impr. temp. (min)	30	30	30
<b>Maksimum sıcaklık (°C)</b> Maximum temperature (°C)	170	170	160
<b>Maks. s. ulaşma (dak)</b> Reaching max. temp. (min)	30	30	20
<b>Maks. s. kalma (dak)</b> Cooking (min)	60	60	60
<b>Yöhga / çözelti oranı</b> Solid / liquor ratio	1.2 / 4	1.2 / 4	1.2 / 5
<b>NaOH (g/l) (g/l Na<sub>2</sub>O)</b>	26.76 (19.96)	26.76 (19.96)	-
<b>Na<sub>2</sub>S (g/l) (g/l Na<sub>2</sub>O)</b>	3.96 (3.10)	3.96 (3.10)	-
<b>Titre edilebilir alkali (g/l Na<sub>2</sub>O)</b> Total titrable alkaline (g/l Na <sub>2</sub> O)	23.06	23.06	-
<b>Sülfidite (%)</b> Sulphidity (%)	15.53	15.53	- <sup>1</sup>
<b>Antrakininon (%)</b> Antraquinone (%)	-	0.1	-
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (%)</b>	-	-	10
<b>NaHCO<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	-	-	1 / 4
<b>pH</b>	-	-	9.0

Kağıtların fiziksel testleri TAPPI T 402 standart yöntem koşullarında gerçekleştirilmiştir. Rutubet tayininde ISO 287 standart yöntemi, kalınlık tespitinde ISO 534, gramaj belirlemede ISO 536, patlama direnci tespitinde TAPPI T 403, kopma direnci TAPPI T 404, yırtılma direnci Elmen-dorf cihazı yardımıyla TAPPI T 414 standart yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Optik testler ksenon lamba ve 45° geometriye sahip Elrepho 3300 serisi spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır TAPPI T 525 , TAPPI T 524.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Kraft yöntemi ile pişirme sonucunda siyah çözelti 12 g/l Na<sub>2</sub>O cinsinden alkali, toplam hamur verimi %65 olarak belirlenmiştir.

Kraft AQ ise siyah çözelti 13.64 g/l Na<sub>2</sub>O, toplam hamur verimi %69 olarak belirlenmiştir.

NSSC yönteminde geri alınan çözelti için pH 6.5, yıkamadan sonra pH 5.0, toplam hamur verimi ise %79 olarak belirlenmiştir.

Değişik pişirme yöntemleri ile titrete kavaktan elde edilen hamurların niteliklerini incelediğimizde (Tablo 2), kraft AQ yöntemi ile en kolay dövülebilir kağıt hamurunun elde edildiği görülmüştür (PFI değerini ile 3000 devir dövme ile 48 SR derecesine ulaşmıştır). Eşit serbestlik

**Tablo 2: Farklı Yöntemler ile Üretilen Kağıt Hamurlarının Fiziksel Direnç Değerleri.**

Table 2: Physical Strength Properties of Trembling Aspen Pulps Produced by Different Methods

	Soğuk Soda *	Kraft	Kraft AQ	NSSC
	Cold soda	Kraft	Kraft AQ	
<b>Dövme PFI (devir)</b>				
Beating (rev.)	5000	4000	3000	10000
<b>Serbestlik derecesi (°SR)</b>				
Freeness	54	50	48	45
<b>Patlama indisi (kPa.m<sup>2</sup>/g)</b>				
Bursting index (kPa.m <sup>2</sup> /g)	1.44	3.85	4.48	1.95
<b>Kopma indisi (N.m/g)</b>				
Tensile index (N.m/g)	40.86	75.93	71.41	46.35
<b>Gerilme (%)</b>				
Elongation (%)	2.5	3.4	3.0	1.52
<b>Yırtılma indisi (mN.m<sup>2</sup>/g)</b>				
Tearing index (mN.m <sup>2</sup> /g)	0.67	0.88	0.80	0.46

\* ATİK 1995

derecelerine ulaşmak için dövülme kolaylığı açısından selülozlar şu şekilde sıralanabilir – kraft AQ, kraft, soğuk soda ve NSSC. Kraft AQ hamurunda en yüksek patlama direnci tespit edilmiştir, onu kraft, NSSC ve soğuk soda hamurunun izlediği görülmektedir. Kopma direnci açısından incelendiğinde selülozların patlama direncine benzer şekilde sıralandığı gözlenmiştir. Yırtılma direncinde en yüksek değer kraft hamurunda bulunmuş ve onu kraft AQ, soğuk soda ve NSSC hamurları izlemiştir.

Kraft yönteminde antrakinin ilavesinin kimyasal madde tüketimini azaltmasının yanı sıra dövmeyi de kolaylaştırıcı etkisi olduğu gözlenmiş ve daha yüksek patlama direnci olan kağıt elde edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen kraft hamurunun fiziksel direnç özellikleri, YOON ve ark. (YOON/LABOSKY/BLANKENHORN 1997) tarafından yapılan ve kraft pişirmede etanol ilavesinin titre kava odununda etkisini araştırıldığı çalışmadaki selülozların direnç özelliklerine yakın bulunmuştur. Soğuk soda hamuru, kraft hamuruna kıyasla daha zor dövülmekle birlikte NSSC hamuru en zor dövülen (sert) hamur olduğu görülmüştür. Aynı serbestilik derecesine ulaşması için NSSC selülozu diğer selülozlara kıyasla 2 ile 3 kat arasında daha fazla dövülmüştür. Kraft ve kraft AQ hamurlarının direnç özellikleri bakımından diğer hamurlara kıyasla daha yüksek değerlere sahiptir. NSSC selülozunun patlama ve kopma direnci soğuk soda selülozu dirençlerinden daha yüksek olmuştur ancak yırtılma direnci daha düşük olmuştur.

Michalowicz ve ark. (MICHALOWICZ/ROBERT/BARNOUD 1990) soğuk soda yönteminde de antrakinin ilavesi, alkali pişirmelerde olduğu gibi pişirme süresini azaltıcı ve delignifikasyon oranını yükseltici etkisi olduğu tespit etmişlerdir.

Araştırma konusu olan kraft hamurlarının yüksek verimli olmalarında dolayı ağırlıklar kullanılması öngörülmediği ve genel uygulama olarak bu tip hamurların rengin önem teşkil ettiği alanlarda kullanılması nedeni ile optik özellikleri tespit edilmemiştir. Daha açık renkte olan NSSC ve soğuk soda hamurlarının da nispeten düşük parlaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3). Soğuk soda hamurunun rengi en açık olup  $L=85$  ki bu değer bir rengin beyaz kabul edilebilmesi için minimum dur (HANCE/BRUNGARDT/MUNROE/TEODORESCU 1994) ancak  $(a^2+b^2)^{1/2} > 10$  olduğu için belirtilen sınırlar dışında kalmaktadır ve sarı rengin hakim olduğu görülmektedir.

**Tablo 3: Bazı Hamurların Optik Özellikleri**

Table 3 : Optical Properties of Some Pulps

	ISO parlaklık (%) ISO brightness (%)	Opaklık (%) Opacity (%)	CIE Lab (D65/10°)		
			L	a	b
Soğuk soda Cold soda	47.90	85.54	84.94	0.23	19.28
NSSC	30.33	98.24	71.29	6.26	17.06

Soğuk soda yöntemi ile üretilen selülozda lif çeperlerinin ince olmasında dolayı fazla dövülmesi durumunda opaklık değerinin azaldığı görülmüştür. Bu hamura hafif bir ağırtma işlemi uygulanması bir miktar uzun lif ve optik beyazlatıcı ilavesi ile gazete kağıdı üretiminde rahatlıkla kullanılabilir. Düşük lignin oranına sahip olması nedeni ile titre kava odunundan (kimyasal termo mekanik gibi) diğer yarıkimyasal yöntemler ile de gazete kağıdı üretimine uygun hamur elde edilebilir.

#### 4. SONUÇ

Titrek kava odunundan elde edilecek hamurun bir çok alanda kullanılabileceği görülmüştür. Daha gevrek olan NSSC selülozu oluklu mukavva ara katı için uygun olmaktadır, ki bu bir çok ülkede kısa lif kaynakları için uygulanmaktadır. Daha dirençli kağıtlar için kraft ve kraft AQ yöntemleri ve ağırtılabilir olanlar için bu yöntemlerin daha düşük verimli olanları ve alkol ilaveli yön-

temlerin optimum koşulları yeni araştırmalar ile belirlenmelidir. En yüksek verime, parlaklık derecesi ve açık renge sahip soğuk soda hamuru, daha da geliştirilerek veya diğeri CTMP yöntemleri ile gazete ve ambalaj kağıdı gibi bir çok kağıt türü yapımında kullanılabilir.

Yıllardır titrek kavak ormanlarda istenmeyen tür olarak muamele görmüştür. Ancak en büyük kusuru olarak sayılan mantarlara karşı dayanıksızlığı genetik çalışmalar ile büyük ölçüde giderilebildiği artık bilinmektedir. Daha ayrıntılı çalışmalara başlamadan önce ülkemizdeki titrek kavağın genetik fonu (feno, eko ve kemo tiplerin) tespiti yapılmasına ve bu bulgular ışığında ıslah çalışmaları ve triploid fertler üretimi yapılarak, fidan yetiştirme yöntemleri geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

**SUITABILITY OF TREMBLING ASPEN (*Populus tremula L.*)  
FOR HIGH YIELD PULPING**

**Y. Doç. Dr. Celil ATİK**

**Abstract**

**This study was undertaken to investigate properties of high yield pulps from trembling aspen (*Populus tremula L.*) wood, which is one of the most widespread pioneer forest tree in Turkey. For maximum utilization of wood NSSC, high yield kraft and kraft AQ pulping methods were selected and compared with each other and with cold soda pulp. Optical and physical strength properties were determined for resulting pulps. Handsheets were evaluated for physical and optical properties as tensile, bursting and tearing strengths, ISO brightness, opacity and CIEL\*a\*b\* color. The results showed that cold soda pulp from trembling aspen was the most suitable for high yield pulp purposes from studied methods.**

**1. INTRODUCTION**

Due to giddy development of computing technology and synthetic packaging materials, paper demand continues to increase. In near future, deforestation probably will cause inevitable problems in wood supplying, being the main raw material for pulp and paper industry. More effective waste paper recycling and annual plant utilization might contribute to solve the part of this problem. Meanwhile development of fast growing tree plantations and high yield pulping processes are important issues.

In consideration of country conditions, tree species for high yield pulping purposes must be selected according to the following criteria:

- Suitable fiber dimension,
- Fast growing,
- Suitable chemical composition (low extractive and lignin content, light color),
- Adaptation to poor and arid conditions,
- Adaptation to different altitudes and climatic zones
- Suitability for genetic development,

Trembling aspen (*Populus tremula L.*) is one of the native trees, which fits to the criteria described above. It is a pioneer tree species that has fast growing properties specific for poplar genus. Meanwhile some triploid (3n chromosome) gigantic individuals were found which had genome mutation, and grow 2.5 times faster than normal diploid individuals (IVANNIKOV 1958). However trembling aspen has a disadvantage of low resistance to decaying caused by *Fomes igniari-*



us *Fr. f. tremula*, but good phenotype (thin branches), genotype (antifungal extractives) and ecotype breeding can help to solve the problem.

## 2. MATERIAL AND METHODS

Wood samples were taken from Demirköy forest, Western part of Turkey. Five trees representing the stand were selected, and disks were obtained from every second meter starting from 0.3 m height.

Pulping was carried out in stainless steel rotating device with dimension (190 mm in diameter and 550 mm in height).

Cooking conditions were given in Table 1.

Pulps were filtered through 40-mesh screen and black liquor was collected. Fibers were disintegrated at 1000 rpm with  $\phi$  300 mm atmospheric disk refiner. After beating with PFI beater, pulps freeness were determined according to SCAN M 3-65 and were made into handsheets according to ISO 5269-2 in Laboratory of Forest Products Chemistry and Technology.

Optical properties were determined with Elrepho 3300 series spectrophotometer and strength properties of hand sheets were determined according to the ISO and TAPPI standards, ISO brightness ISO 2470, bursting index TAPPI T 403, Tensile index TAPPI T 404, Tear index TAPPI T 414.

## 3. RESULT AND DISCUSSION

From the obtained pulps yields were 65%, 69%, and 79% for kraft, kraft AQ and NSSV methods respectively. All of them were lower compared to 87% yield of cold soda pulp (ATİK 1995).

Physical strength properties of hand made sheets were given in Table 2. The result showed that kraft AQ pulp had the highest bursting and tensile strength properties followed by kraft, NSSC and cold soda pulps respectively. Meanwhile kraft pulp indicated the highest tearing resistance followed by kraft AQ, cold soda and NSSC.

AQ additions in kraft method caused not only lower chemical consumption, but also higher bursting strength properties. Physical strength properties of kraft pulps was nearest to ethanol kraft pulps investigated by YOON et al. (1997) Cold soda pulp had higher beating resistance than two kraft method pulps, however NSSC pulp had the highest beating resistance. For instance, NSSC pulps need to be beaten 2 or 3 times longer than other pulps.

As in general kraft and kraft AQ pulps had better physical strength properties than NSSC and cold soda pulps.

MICHALOWICZ et al. (1990) indicated that AQ addition in cold soda caused increasing of delignification as in kraft pulping methods. Additionally for better results cold soda method can be modified in future.

Optical properties of pulps were shown in Table 3. Thin cell wall of aspen fibers cause decrease of opacity with increasing beating degree of pulp. With light bleaching of pulp and addition of optical brightening agents aspen pulp can be used for newspaper production.

#### 4. CONCLUSION

It is possible to produce high yield pulp from trembling aspen successfully by different pulping methods; therefore the method must be selected for each concrete situation according to aim and existing equipment. NSSC pulp can be utilized in fluting medium for corrugated boards, which is common practice for hardwoods. For stronger paper it is possible to apply kraft, kraft AQ or their developed modifications. Lighter and strong cold soda pulps seem to be most suitable for newspaper and wrapping papers.

Before massive cultivation of trembling aspen for pulping purposes, good selection should be done and successful sapling production methods should be determined.

#### KAYNAKLAR

- ATİK, C. 1995: Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) ve Kağıt Sanayi. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- DAVIS, P. H. et al. 1988: Flora of Turkey and the East Aegean Islands. University Press, Edinburg.
- DOBRINIV, I. 1983: Genetika i selektsiya na dirvesnite vidove, Zemizdat, Sofia.
- DOBRINIV, I., DOYNOV, G., GAGOV, V. 1982: Gorski genetiçen fond v NRB. Zemizdat, Sofia.
- IVANNIKOV, S. P. 1958: Seleksia osinny v usloviyah tsentralnoy lesostepi na bystrotru rosta i us-toyçivost protiv gnili. Bystro Rastuştie i Hozyaistvenno Tsennyy Drevesniye Porodiy, İzd. Min. Cel. Hoz. SSSR, Moskva
- HANCE, M.J.A., BRUNGARDT, J.R., MUNROE, D.C., TEODORESCU, G. 1994: The color-stripping of office wastepaper with sodium hydrosulphite. PP Canada 95:12
- LAUNDRIE, J.F., BERBEE, J.G. 1972: High yields of kraft pulps from rapid-growth hybrid poplar trees. USDA Forest Service, Forest Production Laboratory, Madison, 24.
- MICHALOWICZ, G., ROBERT, A., BARNOUD, F. 1990: The Application of transmission Electron Microscopy for topochemical studies on aspen wood *Populus tremula* delignification during soda and soda/AQ pulping. Holzforschung, Vol 44, 39-46.
- TANK, T., AKKAYAN, C. 1987: *Populus termula* L. (Titrek kavak) Odununun Lif Morfolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 37, Sayı 2, İstanbul.
- YALTIRIK, F. 1988: Dendroloji II, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 390, İstanbul.
- YOON, S., LABOSKY, P., BLANKENHORN, P.R. 1997: Ethanol-kraft pulping and papermaking properties of aspen and spruce. TAPPI Journal, Vol 80: No 1, 203-210.