



YABANI KIRAZ DİRİ ODUNU VE ÖZ ODUNUNDAN KAĞIT ÜRETİM ŞARTLARININ BELİRLENMESİ

Ayhan GENÇER^{1,*}, Hülya GÜL TÜRKMEN¹

¹Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, 74200, Bartın, Turkey
agencer@bartin.edu.tr, hulyagul1989@gmail.com

ÖZET

Kağıt özelliklerini bir çok faktör etkilemekte, hatta aynı ağaçtan elde edilen diri odun ve öz odunun etkileri de farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışmada, yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) diri odun, öz odun ve her ikisinden belirli oranda kullanılarak Kraft yöntemi ile deneme kâğıtları elde edilmiştir. Literatür taraması yapılarak deneme kâğıtları üretim koşulları belirlenmiştir. Buna göre; yonga-çözelti oranı 1/5, pişirme sıcaklığı 170±2 °C, maksimum sıcaklığa ulaşma süresi 60 dakika, maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 80 dakika ve aktif alkali/sülfidite oranları ise 20/26, 22/24, 24/22, 26/20 alınarak 12 farklı koşulda kağıt hamuru üretimi gerçekleştirilmiştir. Kraft metodu kullanılarak yabani kiraz diri odunu ve öz odunundan genel amaçlar için kullanılabilir kağıt üretileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kraft hamuru üretimi, kağıt, *Cerasus avium* (L.) Moench, öz odun, diri odun.

DETERMINATION OF PAPER PRODUCTION CONDITIONS OF WILD CHERRY HEARTWOOD AND SAPWOOD

ABSTRACT

Sapwood and heartwood obtained from the same tree presents different characteristics in terms of paper manufacturing. In this study, paper pulp and handsheets were produced from Wild cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench) sapwood, heartwood and both by using Kraft method. Based on previous studies, twelve cookings have been carried out with the parameters of 1/5 chip-liquor ratio, 170±2 °C cooking temperature, 60 minutes reaching time to maximum temperature, active alkali / sulfidity ratios as 20/26, 22/24, 24/22, 26/20, 80 minutes cooking time at the maximum temperature. It is concluded that general purpose paper can be manufactured from heartwood and sapwood of Wild cherry wood by using kraft pulping method. According to the results, optimum active alkali/sulfidity ratio were determined as 20/26.

Keywords: *Cerasus avium* (L.) Moench, Kraft pulp production, paper, heartwood, sapwood.

1. GİRİŞ

Ağaç gövdesi dıştan içe; dış kabuk, iç kabuk, vasküler kambiyum, diri odun, öz odun ve öz olmak üzere 6 kısımdan oluşur (Wiedenhoeft and Miller, 2005). Diri odun ve öz odun histolojik olarak birbirine benzemektedir (Pinto et al., 2004). Ancak, öz odunun, diri oduna kıyasla daha koyu bir renge sahip olması (Henrikson et al., 2009) ve çözünürlük değerlerinin farklı olması nedeniyle kağıt hamuru üretimi sırasında farklı özellikler gösterebilir (Biermann, 1996). Bu nedenle, bir ağaç türünden endüstriyel boyutta kağıt hamuru üretimine geçilmeden önce, odunun farklı kısımlarının kağıt üretimine uygunluğunun belirlenmesi faydalı olacaktır.

Ülkemizde kağıt fabrikalarının odun hammaddesi ihtiyacı, ithalat hariç, büyük çoğunlukla Orman Genel Müdürlüğü'nün ihale usulü satışlarından temin edilmektedir. Ormanlarımızda iğne yapraklı, yapraklı ağaç ve çalılar doğal yayılış alanlarında karışık meşcereler halinde bulunduğundan istihsal sırasında yapacak odun haricindekileri tasnif etmek ekonomik olamayabilmektedir. Bu nedenle, satışa sunulan sterlerde özellikle yapraklı ağaç odunları karışık olarak bulunur. Satın alınan kağıtlık odunun kağıt fabrikalarında türlere göre tasnif edilerek ayrı ayrı pişirilmesi teknik ve ekonomik açıdan oldukça güç olduğundan çoğunlukla yapraklı ağaçlar karışık olarak pişirilir. Bu durumda karışık liflerden oluşan kağıtta her bir türün bireysel lif özelliklerini tespit etmek mümkün değildir. İstihsal sırasında sterlere karışan kirazın hamur özelliklerinin bilinmesi üretilen kağıda etkisinin bilinmesi açısından önemlidir. Nepveu (1992) yabancı kiraz odunu fiziksel-mekanik özellikleri bakımından homojen bir oduna sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak, diri odun ve öz odunun morfolojik ve kimyasal özellikleri farklı olabileceğinden aynı ağaç gövdesinden elde edilen hamur homojen olmayabilir. Bu nedenle hamurların bazılarında pişirme sırasında fazla pişirmeden dolayı selüloz degradasyonu olabildiği gibi, bazılarında da az pişmiş yongalar nedeniyle verim düşüşü meydana gelebilir.

Bu çalışmada ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yapraklı ağaç meşcerelerinde yaygın olarak bulunan Yabani kirazın (*Cerasus avium* (L.) Moench) diri, öz ve tüm odunundan pişirme kimyasal çözelti oranları değiştirilerek kraft yöntemiyle kağıt hamuru üretmek ve pişirme çözelti oranlarının hamuru ve kağıdın özelliklerine üretim koşullarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Materyali

Bu çalışmada kullanılan 3 adet yabancı kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench) ağacı Bartın İli Merkez Dalıca Köyü'nden 42 m yükseltiden kuzey-batı bakımından temin edilmiştir. Ağaçlar göğüs yüksekliğinde kesilmiş ve Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Örnek hazırlama laboratuvarına getirilmiştir. Tomruklar 5' er cm kalınlığında kesilerek yıllık halkaları sayılmıştır. Diri odun ve öz odun enine kesitte renk özellikleri ile ayrılarak, öz odun ve diri odun genişlikleri ölçülmüş ve enine kesitteki katılım oranları hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan ağaçların bazı fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Çalışmada kullanılan ağaçların bazı fiziksel özellikleri.

Özellik	1. ağaç		2. ağaç		3. ağaç		Ortalama	
	Diri odun	Öz odun	Diri odun	Öz odun	Diri odun	Öz odun	Diri odun	Öz odun
Yıllık Halka Sayısı	11	8	10	9	9	7	10	8
Enine kesitteki oranı(%)	71.40	28.60	70.60	29.40	68.48	31.52	70.16	29.84
Göğüs çapı (cm)	26.30		24.96		22.90		24.72	

Diri odun ve öz odun ayrı ayrı yongalanıp oda şartlarında kurutulmuştur. Elde edilen yongalardan örnek alınarak öz odun ve diri odunun tam kuru özgül ağırlıkları hesap edilmiştir. Maserasyon yöntemi (Wise and Jahn, 1952) ile elde edilen liflerden kalıcı preparatlar hazırlanarak lif boyutları ölçülmüş ve lif boyutlarından faydalanılarak elastiklik oranı, Runkel sınıflandırılması, keçeleşme oranı ve katılık kat sayısı belirlenmiştir.

$$\text{Elastiklik oranı} = (\text{Lümen Çapı} \times 100) / \text{Lif Genişliği} \quad (1)$$

$$\text{Runkel sınıflandırması} = (\text{Lif Çeper Kalınlığı} \times 2) / \text{Lümen Çapı} \quad (2)$$

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif Uzunluğu} / \text{Lif Genişliği} \quad (3)$$

$$\text{Katılık katsayısı} = (\text{Lif Çeper Kalınlığı} \times 100) / \text{Lif Genişliği} \quad (4)$$

Ayrıca; holoselüloz tayini Klorit (Wise ve Jahn, 1952) yöntemine göre, Alfa Selüloz tayini Rowell (2005)'e göre, lignin tayini TAPPI T 222 om-02 standartlarına göre, kül oranı ASTM D 1102-84 standardına göre % olarak hesaplanmıştır. Alkol çözünürlüğü TAPPI T 204 cm-97, soğuk ve sıcak su çözünürlükleri TAPPI T 207 cm-99 ve %1'lik NaOH çözünürlüğü TAPPI T 212 om-02 standardına göre yapılmıştır.

Kâğıt Hamuru Pişirme Planı

Bu çalışmada, öz odundan (Ö), diri odundan (D) ve toplam odununun (T) her birinden 4'er adet olmak üzere toplamda 12 adet kraft pişirmesi yapılmıştır (Tablo5). Toplam odun olarak diri odun ve öz odunun ağırlık esasına göre yıllık halkaya katılım oranları hesaplanmış bu oranlara göre yonga karışımı yapılmıştır. Buna göre Tablo 5'deki pişirme planı her üç odun türü için tekrarlanmıştır. Pişirme sıcaklığının belirlenmesinde titrek kavaktan (İstek and Özkan 2006) ve saplı meşeden (Ataç, 2009) yapılan kraft pişirmelerinin ideal kabul edilen pişirme sıcaklığı 170 ±2 °C sabit alınmıştır. Aktif alkali/ sülfidite oranları 20/26, 22/24, 24/22 ve 26/26 olarak değiştirilmiştir. Çözelti/Yonga oranı 5/1, maksimum sıcaklıkta pişirme süresi 80dakika, maksimum sıcaklığa ulaşma süresi ise 60 dakika alınmıştır.

Kâğıt Hamuru ve Deneme Kâğıtlarının Elde Edilmesi

Pişirme işleminden sonra yıkanan hamurlardan toplam verim hesaplanmıştır. Mikserde açılan lifler TAPPI T 275 sp-02 standardına göre Somerville tipi sarsıntılı vakum eleğinde elenerek elek artığı ayrıldıktan sonra elenmiş hamur verimi hesaplanmıştır. Elenen hamurlar TAPPI T 200 sp-01 standardına göre Hollander'de 50 °SR'e kadar dövülmüştür. Kappa numarası ve viskozite değeri sırasıyla TAPPI T 236 om-99 ve SCAN-CM 15-62 standartlarına göre yapılmıştır. Hamurların serbestlik derecesi Schopper Riegler cihazında ISO 5267-1 standardına göre belirlenmiştir. Üretilen kâğıt hamurlardan ISO 5269-2 standardına göre 75±2 g/m² gramajlı 10'ar adet deneme kâğıdı yapılmıştır.

Kâğıtların Bazı Fiziksel, Optik ve Mekanik Özellikleri Belirlenmesi

Deneme kâğıtları TAPPI T 402 sp-03 standardına göre 23±2 °C sıcaklık ve %50±2 bağıl nemde 24 saat kondisyonlandıktan sonra kalınlık, opaklık, parlaklık, yırtılma indisi, kopma indisi ve patlama indisi değerleri sırasıyla TAPPI T 411 om-97, TAPPI T 519 om-02, TAPPI T 525 om-02, TAPPI T 414 om-98, TAPPI T 494 om-01 ve TAPPI T 403 om-02 standartlarına göre tayin edilmiştir.

3. BULGULAR

Cerasus avium (L.) Moench. (Yabani kiraz)'ın diri, öz ve toplam odunun özgül ağırlık değerleri sırasıyla 0.58, 0.66 ve 0.62 g/cm³ olarak tespit edilmiş bu değerlere göre yabani kiraz orta yoğunluktaki odun grubuna girmektedir. Yabani kiraz öz odununun özgül ağırlığı ile *Taxus brevifolia*'nın odununun özgül ağırlığı (0.67 g/cm³) ile aynı olup, *Ulmus alata* (0.66 g/cm³) odununun özgül ağırlığı ile benzerlik göstermektedir (Miles ve Smith 2009).

Lif Morfolojisi ile İlgili Bulgular

Yabani kiraz diri ve öz odunundan hazırlanan kalıcı preparatlarda yapılan ölçümler ve benzer bir çalışmaya ait sonuçların karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Yabani kiraz odununa ait lif boyutlarının karşılaştırılması.

Morfolojik ölçümler	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench (Tespit)		<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench (Yaman, 2002)
	Diri odun	Öz odun	
Lif uzunluğu (mm)	1.110	1.099	0.958
Lif genişliği (µm)	20.35	19.05	19.35
Lümen genişliği (µm)	10.50	10.35	11.26
Çeper kalınlığı (µm)	4.93	4.35	4.04
Trahe hücresi uzunluğu	424	427	-
Trahe hücresi genişliği (µm)	78.30	64.55	-

Yapraklı ağaçlarda lif uzunlukları 0,5- 2,00 mm arasında değiştiği belirtilmektedir (IAWA, 1989). Çalışmamızda yabani kiraz diri odun lif uzunluğu 1.110 öz odun lif uzunluğu ise 1.099 bulunmuştur. Tablo2 de görüldüğü gibi diğer lifsel özellikler incelendiğinde benzer durum söz konusudur. Dolayısıyla Yabani kiraz öz ve diri odun lif özellikleri karakteristik olarak yapraklı ağaç lif özelliklerini taşımaktadır.

Çalışmamızdan elde edilen lifsel özelliklerin (Tablo 2) değerlendirilmesi sonucu elde edilen lif boyutlarının kağıtçılık açısından değerlendirilmesi ile ilgili sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir. Elastiklik Katsayısı, Rijidite Katsayısı, Runkel Oranı ve Keçeleşme Oranı değerleri hesaplanarak *Quercus robur* L. ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 3 Yabani kiraz öz ve diri odununun kağıtçılık açısından değerlendirilmesi

Özellikler	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench(Tespit)		<i>Quercus robur</i> L. (Ataç, 2009)	
	Diri odun	Öz odun	Diri odun	Öz odun
Elastiklik Katsayısı	51,60	54,33	43,55	51,08
Rijidite Katsayısı	24,20	22,83	28,22	24,45
Runkel Oranı	0,94	0,84	1,29	0,95
Keçeleşme Oranı	54,56	57,72	55,11	52,93

Diri ve öz oduna ait lif boyutlarından türetilen değerler incelendiğinde diri odun elastiklik katsayısı 51.60, rijidite katsayısı 24.20, runkel oranı 0.94, keçeleşme oranı 54.56; öz odununun elastiklik katsayısı 54.33, rijidite katsayısı 22.83, runkel 0.84, keçeleşme oranı 57.72 olarak tespit edilmiştir. Ataç and Eroğlu (2009) *Quercus robur* L. diri odununda elastiklik katsayısını 43.55, rijidite katsayısını 28.22, Runkel oranını 1.29, keçeleşme oranını 55.11; *Quercus robur* L. öz odununda elastiklik katsayısını 51.08, rijidite katsayısını 24.45, Runkel oranını 0.95, keçeleşme oranını 52.93 olarak tespit edilmişlerdir.

Yabani Kiraz Odununun Bazı Kimyasal Özellikleri

Tablo 4’te *Cerasus avium* (L.) Moench odununun bazı kimyasal özelliklerine ait bulgular verilmiştir.

Genel olarak diri odunda selüloz miktarının öz oduna göre fazla olduğu, bunun aksine öz odunun diri oduna kıyasla daha çok lignin içerdiği belirtilmiştir (Timell, 1986). Fengel ve Wegener (1989) çoğunlukla öz odun ekstraktif madde miktarının diri odundan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, *Cerasus avium* (L.) Moench öz odununun ekstraktif madde oranının diri odundan daha düşüktür. α -selüloz miktarı diri ve öz odunda birbirine yakındır. Öz odunda lignin miktarının biraz yüksek ve %1 NaOH çözünürlüğünün düşük olması öz odunun diri oduna göre pişirilmesi zor olacağı kanaatini oluşturmaktadır. Ancak, öz odunda ekstraktif madde oranının diri oduna göre düşük olması, kimyasal maddelerin aktifliğinin daha az etkileyeceğinden bu olumsuz etki ortadan kalkabilir.

Tablo 4 *Cerasus avium* (L.) Moench odununun bazı kimyasal özelliklerine ait bulgular

Özellikler (%)	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench (Tespit)	
	Diri odun	Öz odun
Holoselüloz	77,10±0,59	77,33±1,56
α-selüloz	39,96±1,21	39,38±0,19
Lignin	16,2±0,41	17,83±1,22
Ekstraktif madde oranı	10,84±1,33	6,27±1,93
Sıcak su çözünürlüğü	9,92±0,76	6,75±0,46
Soğuk su çözünürlüğü	6,47±0,65	4,57±0,24
%1 NaOH çözünürlüğü	26,63±0,75	23,71±1,97
Kül miktarı	0,53±0,00	0,55±0,01

Kraft Yöntemiyle Elde Edilen Kâğıt Hamuruna Aktif Alkali/Sülfidite Oranının Kâğıt Hamuru Verimine Etkisi

Yabani kiraz diri odun, öz odun, diri ve öz odun karışımından kraft yöntemiyle elde edilen kâğıt hamurlarının elenmiş verimleri, elek artığı ve toplam verimine ait verimleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5 Yabani kiraz diri odun, öz odun ve toplam odunundan kraft yöntemiyle elde edilmiş kâğıt hamurlarının elenmiş verimi, toplam verimi, kapa numarası ve viskozite değerleri.

P-AA/S (%)	Toplam verim (%)	Elenmiş verim (%)	Viskozite (cm ³ /g)	Kappa No
D1-20/26	45.28	45.20	950.81	16.21
D2-22/24	44.87	44.84	855.31	15.87
D3-24/22	43.78	43.77	783.32	15.30
D4-26/20	42.41	42.36	772.63	14.60
Ö1-20/26	49.56	49.07	962.35	18.80
Ö2-22/24	44.83	44.80	864.70	18.60
Ö3-24/22	43.38	43.34	862.35	18.10
Ö4-26/20	43.31	43.27	816.21	16.43
T1-20/26	45.31	45.22	952.22	17.10
T2-22/24	44.90	44.23	859.79	16.95
T3-24/22	44.56	44.53	826.25	16.70
T4-26/20	44.52	44.46	767.37	15.20

P:Pişirme, AA:Aktif Alkali, S:SÜlfidite, D:Diri odun, Ö:Öz odun, T:Toplam odun

En yüksek elenmiş verim öz odunda (Ö1=49.07%) 20/26 AA/S oranlarında elde edilmiştir. Ataç ve Eroğlu (2013), %18 aktif alkali (Na₂O olarak) %30 sülfidite 170 °C, 90+60 dak pişirme süresinde karaçam (*Pinus nigra*) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) diri ve öz odunlarını ayrı ayrı pişirmişlerdir. Uludağ göknarında kiraza benzer şekilde elenmiş verim öz odunda (46.8%) diri odun (45.2%)'dan yüksek çıktığı, ancak, karaçam öz odunu (38.7%) kraft hamurunda elenmiş verimin, diri odun (43.9%)'dan daha düşük olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda aynı şartlarda pişirilmiş yabancı kiraz öz odun hamurlarının kappa numarası diri odun hamurlarından yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni yabancı kiraz diri odununun lignin miktarının diri odundan daha fazla olması ile açıklanabilir. Ataç and Eroğlu (2013) yaptıkları çalışmada benzer şekilde karaçam öz odun kraft hamurunun kappa numarasını, diri odundan daha yüksek bulmuşlar ancak, uludağ göknarı diri odunu kraft hamurunun kappa numarası, öz odun kraft hamurunun kappa numarasından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elenmiş verimin tüm hamurunda aktif alkali oranının artması ile azaldığı tespit edilmiştir. Aynı pişirme şartlarında viskozite değerleri incelendiğinde özodundan elde edilen hamurların viskozite değeri diri odun hamurlarından daha yüksektir. Bu durum, öz odun hamurlarından elde edilen kağıtların mekanik özelliklerinin daha iyi olacağı kanaatini oluşturmaktadır.

Üretilen Kağıtların Mekanik ve Optik Özellikleri

Yabancı kiraz diri, öz ve toplam odunundan elde edilen deneme kağıtlarının bazı optik ve mekanik özellikleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 Yabancı kiraz odunundan 50⁰SR elde edilen deneme kağıtlarının bazı optik ve mekanik özellikleri

Pişirme	Optik özellikler		Mekanik özellikler		
	Opaklık (%)	Parlaklık (%)	Yırtılma indisi (mN.m ² /g)	Kopma indisi (N.m/g)	Patlama indisi (kPa.m ² /g)
D1	99.62	18.70	3.54	89.54	3.78
D2	99.55	20.51	3.61	87.04	3.74
D3	99.66	20.62	3.24	76.60	3.20
D4	99.74	20.69	3.51	73.64	3.06
Ö1	99.64	13.81	3.90	95.85	4.20
Ö2	99.49	16.75	4.23	85.45	3.84
Ö3	99.73	16.81	4.13	84.62	3.66
Ö4	99.85	18.19	4.14	73.61	3.20
T1	99.88	15.88	3.93	88.02	3.68
T2	99.30	15.39	4.03	81.16	3.71
T3	99.76	17.70	4.04	78.65	3.43
T4	99.60	17.74	4.11	75.92	3.19

Aktif alkali oranı artırıldığında kappa numarası azalmaktadır. Ancak, lignin miktarı öz odunda diri odundan daha yüksek olması nedeniyle kappa numarası öz odunda diri odun ve toplam oduna göre daha yüksektir. Bu nedenle öz odundan elde edilen hamurların ağartma maliyeti daha fazla olacaktır. Aynı pişirme koşulları karşılaştırıldığında viskozite değeri öz odun hamurlarında daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, diri, öz ve toplam odundan elde edilen hamurlarda aktif alkalinin %20 ve sülfiditenin %26 olduğu koşullarda viskozite en yüksektir. Bu durumda %26 lük sülfiditenin selüloz zincirinde en iyi koruma yaptığı söylenebilir. Diri odun, öz odun, diri ve öz odun karışımı için en yüksek elenmiş hamur verimleri sırasıyla %45.20, %49.07,%45.22 A.A/S. 20/26 şartlarında gerçekleşmiş, aktif alkali oranı artırıldıkça elenmiş verim azalmıştır. O halde, yüksek hamur verimi isteniyorsa aktif alkali oranı %20 nin üzerine çıkartılmamalıdır. Fujita and Harata (2001) öz odunu oluştuktan sonra su iletimine katılmadığı ve bu nedenle gittikçe permeabilitesinin azaldığını, Biermann (1996) yüksek permeabiliteden dolayı diri odundan kağıt hamuru üretmenin öz odundan daha kolay olduğunu, Esteves et al., (2005) maritima çamı öz

odununda diri oduna göre hamur veriminin azaltıldığını, Pereira vd., (2003) öz odunu diri oduna göre daha az geçirgen olduğundan, pişirme çözeltisi öz odun yongalarına yeterince penetre olamadığından hamurda elek artışı miktarının arttığını belirtmişlerdir. Ancak, çalışmamızda bunların aksine toplam odun, diri odun ve öz odun aynı pişirme koşullarında değerlendirildiğinde en yüksek elenmiş verim öz odunda ve en düşük aktif alkali oranında ($H1=49.07$) elde edilmiştir. Sjöström (1981) yaptığı çalışmada diri odun ve öz odun arasındaki kimyasal ve anatomik farklar hamur üzerine belirgin etkiler yaptığını belirtmiştir. Bu nedenle, bu durum kiraz öz odununda ekstraktif madde oranının diri oduna göre daha düşük olması ile açıklanabilir.

Cerasus avium (L.) Moench diri odunundan Kraft yöntemiyle elde edilen deneme kâğıtlarının opaklık değeri $S1 < H1 < T1$ (99.88%), parlaklık değeri EA arttıkça artmıştır Moench diri, öz ve toplam odununda yırtılma indisi değerleri incelendiğinde bütün pişirme koşullarında öz odununda yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni öz odunun özgül ağırlık değeri ($0,66 \text{ g/cm}^3$) diri odunundan ($0,58 \text{ g/cm}^3$) yüksek olması ile açıklanabilir. En yüksek yırtılma indisi değeri Ö2 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi $35 \text{ }^0\text{SR}$ 'de $4,03 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ 'dır. Bunun nedeni dövmenin başlangıcında fibrillenme sonucu yırtılma direncindeki hızlı artıştır (Eroğlu, 1990) ve en düşük yırtılma indisi değeri D3 numaralı pişirme olan serbestlik derecesi $50 \text{ }^0\text{SR}$ 'de $3,24 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ 'dir. Bu durum dövme süresi arttırıldıkça lif kesilmesinden dolayı lif kısalması ile açıklanabilir Kopma indisi Aktif alkali/sülfidite oranı karşılaştırıldığında diri odundan yapılan pişirmelerde 20/26 şartlarında yüksek çıkmıştır. O halde kopma indisi bakımından değerlendirildiğinde A.A./S oranı 20/26 idealdir. Ayrıca, her koşulda öz odununda kopma indisi değeri yüksek çıkmıştır. Patlama indisi Aktif alkali/sülfidite oranı karşılaştırıldığında toplam odunda T2 pişirmesinin $50 \text{ }^0\text{SR}$ 'deki değeri hariç diğer tüm pişirmelerde 20/26 şartlarında yüksek çıkmıştır. Ancak, T2 ile T1 arasındaki fark anlamlı değildir. O halde patlama indisi bakımından değerlendirildiğinde A.A./S oranı 20/26 idealdir. Ayrıca, her koşulda öz odununda patlama indisi değeri yüksek çıkmıştır. Kopma ve patlama indisleri değerlendirildiğinde öz odunu kağıt üretimine daha uygun bulunmuştur. Lif uzunluğu arttıkça patlama direnci de artar ancak en önemli faktör iç bağlanmadır. Lif boyu kısaldııkça ve lif genişliği azaldıkça elde edilen kağıdın kopma direnci artar. Yabani kiraz diri odunda lif 1,11 mm uzunluğu, lif genişliği 20,35 μm , öz odunda lif uzunluğu 1,099 mm, lif genişliği 19,05 μm dir. Bu sonuçlara göre öz odunda kopma indisinin yüksek çıkması olağandır.

4. SONUÇ

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında yabani kiraz diri ve öz odunu lifsel özellikleri yabraklı ağaç odunlarının karakteristik özelliklerini taşıdığı tesbit edilmiştir. Yabani kiraz diri, öz ve toplam odun yongalarından kraft yöntemi kağıt hamuru üretiminde pişirme şartları: Aktif Alkali / Sülfidite (%): 20/26, Pişirme sıcaklığı: 170°C , Toplam pişirme süresi: 140 Dak., Çözelti/ Yonga oranı: 5/1 olarak ideal kabul edilebilir. Kağıt hamuru üretiminde öz odunun ekstraktif madde oranının yüksek olması durumunda çözelti penetrasyonunu zorlaştırması, hamurda renklenme ve oksidasyona neden olması ve aşırı kimyasal madde tüketmesi nedeniyle kalite ve verim düşüşlerine neden olur.

Yabani kiraz öz odunun ekstraktif madde oranı (%6.27) diri odunundan düşük çıkması nedeniyle bu sorunlarla karşılaşılma ve öz odunun kağıt üretimine diri odun kadar uygun olduğu ve bazı yönleri ile daha da üstün olduğu görülmüştür. Ayrıca, diri odun, öz odun ve karışık olarak pişirilen yongalardan elde edilen hamurların özellikleri ve bunlardan elde edilen kağıtların fiziksel, mekanik ve optik özellikleri değerlendirildiğinde aralarında önemli farkların olmadığı, ayrı ayrı veya karışım halinde kullanılmasının da mümkün olduğu, hem diri hem de öz odunundan üretilen kağıt hamurundan Kraft yöntemiyle kağıt üretilebileceği kanaatine varılmıştır.

Opaklık değerleri incelendiğinde diri odun ve öz odundan elde edilen kağıtlar arasında önemli fark olmamıştır. NaOH oranının arttırılması odun türünde belirgin bir opaklık değişikliği yapmamıştır. Öz odunun hamur verimi her durumda diri odundan yüksektir. Bunun nedeni öz odunun özgül ağırlığının diri odundan yüksek oluşu ve ekstraktif madde miktarının düşük olmasıdır. Parlaklık değerlerinde diri odun ve öz odun arasında belirgin farkların olduğu ve NaOH oranının arttırılması ile her üç odun türünde parlaklık artmıştır. Öz odundan elde edilen kağıtların yırtılma indisinin yüksek olması liflerin keçeleşme oranının yüksek olmasından kaynaklanabilir Kopma indisinin azalması Na_2S oranının azalması ile beklenen bir sonuçtur. Patlama indisindeki azalma kopma indisini azalmasından etkilenmektedir.

Opaklık değerleri incelendiğinde öz odundan elde edilen kağıtların opaklık değeri diri odununkinden daha yüksektir. Parlaklık değeri ise diri odundan elde edilen kağıtlarda daha yüksektir. Her iki durum öz odun ve diri odundaki renk farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Mekanik özellikler incelendiğinde öz dundan elde edilen kağıtların yırtılma indisi, kopma indisi ve patlama indisi diri odundan elde edilen kağıtlardan yüksektir. Ancak, diri odundan elde edilen kağıtlar da kullanılabilir özelliklerdedir. Yabani kiraz (*Cerasus avium* L.)'nin diri odunun açık renkli olması nedeniyle, soda yöntemi ile ağartılabilir özellikte kağıtlar üretilebileceği kanaatindeyiz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada 2013.2.113 numaralı proje olarak Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- ASTM D 1102-84 (2013) Standard Test Method for Ash in Wood.
- Ataç, Y.,(2009).Bazı Yapraklı ve İğne Yapraklı Ağaçların Öz ve Diri Odunlarının Kağıt Özellikleri Yönünden İncelenmesi. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 121 s.
- Ataç, Y. ve Eroğlu H. (2013). The effects of heartwood and sapwood on kraft pulp properties of *Pinus nigra* J.F.Arnold and *Abies bornmuelleriana* Mattf. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 37: 243-248.
- Biermann, C. J. (1996).*Handbook of Pulping and Papermaking*. Second Edition, Academic pres, California, 754.
- Casey, J. P. (1980). *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Tekhnology*. Vol. 1. Third Edition, Wiley Interscience Publisher Inc, New York, 409.
- Eroğlu, H., 1990, Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2.Baskı, Yayın No:90, Trabzon.
- Esteves, B., Gominho, J., Rodrigues, J.C., Miranda, I. ve Pereira, H. (2005). Pulping yield and delignification kinetics of heartwood and sapwood of maritime pine. *J. Wood Chem. Technol*, 25: 217-230.
- Fengel D. ve Wegener G. (1989). Extractives, *Wood chemistry, Ultrastructure, Reactions* Walter de Gruyter. Berlin. 182-226.
- Henriksson, G., Brännvall, E. ve Lennhol, H. (2009). The trees, Chapter 2. In: *Pulp and Paper Chemistry and Techology Volume 1 Wood Chemistry and Wood Biotechnology* (Eds. M Ek, G Gellerstedt, G Henriksson). Walter de Gruyter, Berlin, pp. 13-44.
- İstek, İ. Özkan, "Effect of sodium borohydride on *Populus tremula* L. kraft pulping," *Turk. J. Agric. For*. 32 (2), 131-136, 2008.
- IAWA Committee (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification *IAWA Bulletin* n.s., 10: 219-332.
- ISO 5269-2 (2013). Pulps preparation of laboratory sheets for physical testing. Part 2: Rapid-Köthem method.
- ISO 5267-1 (2012) Pulps- Determination of Drainability Part I: Schopper Reigler Method
- Miles, P. D. ve Smith, W. B. (2009). Specific gravity and other properties of wood and bark for 156 tree species found in north america. Res. Note NRS-38. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 35 p.
- Nepveu, G. (1992). L'Utilisation des Bois de Frene et de Merisier: Aptitudes Technologiques, Facteurs de Variabilite, *Rev. For. Fr*. XLIV, p. 142-149.
- Pereira, H., Graca, J. ve Rodrigues, J.C. (2003). Wood Chemistry in Relation to Quality, Chapter 3. In:

Wood Quality and Its Biological Basis, (Eds. by JR Barnett, G Jeronimidis). CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 53-86.

- Pinto, I., Pereira, H. ve Usenus, A. (2004). Heartwood and sapwood development within maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stems. *Trees* 18: 284-294.
- Rowell, R.M. (2005). *Wood Chemistry and Wood Composites*. CRC press, USA.
- SCAN-CM 15-62 Viscosity of Cellulose
- Sjöström, E. (1981). The structure of wood, Chapter 1. *Wood Chemistry Fundamentals and Applications*. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA, pp. 1-20.
- TAPPI T 203 cm-99 [1999] Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp
- TAPPI T 207 cm-99 [1999] Water solubility of wood and pulp
- TAPPI T 204 cm-97 [1997] Solvent extractives of wood and pulp
- TAPPI T275 sp-02 [2002] Screening of pulp (Somerville-type equipment)
- TAPPI T200 sp-01 [2001] Laboratory beating of pulp (Valley beater method)
- TAPPI T525 om-02 [2002] Diffuse Brightness of Pulp (d/0)
- TAPPI T519 om-02 [2002] Diffuse Opacity of Paper (d/0 paper backing)
- TAPPI 412 om-02 [2002] Moisture in pulp, paper and paperboard
- TAPPI 220 sp-01 [2001] Physical testing of pulp handsheets
- TAPPI 414 om-98 [1998] Internal tearing resistance of paper (Elmendorf-type method)
- TAPPI 403 om-02 [2002] Bursting strength of paper
- TAPPI T494 om-01 [2001] Tensile Properties of Paper and Paperboard (Using Constant Rate of Elongation Apparatus)
- TAPPI T525 om-02 [2002] Diffuse Brightness of Pulp (d/0)
- Timell, T.E. (1986). *Compression wood in Gymnosperms, Vol. I*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 410-416.
- Wiedenhoef, A.C. ve Miller, R.B. (2005). The structure and function of wood, Chapter 2. In. *Handbook of Chemistry and Wood Composites*, (Ed. RM Rowell). CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 9-33.
- Wise, L.E. ve Jahn, E.C. (1952). *Wood Chemistry*. 2nd Edition, Vol 1-2, Reinhold Publication Co. New York, U.S.A, 1330.
- Yaman, B. (2002). Türkiye'nin Euro-Siberian (Euxine) Bölgesi'inde Doğal Olarak Yetişen Yabani Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Moench)'ın Morfolojik, Anatomik ve Palinolojik Özellikleri. Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendiliği Anabilim Dalı, Bartın. 133s.