

1-1-1998

An Investigation on Internal Morphological Properties of Sapwood and Heartwood of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.]

Nurgül AY

Hamiyet ŞAHİN

Follow this and additional works at: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture>



Part of the [Agriculture Commons](#), and the [Forest Sciences Commons](#)

Recommended Citation

AY, Nurgül and ŞAHİN, Hamiyet (1998) "An Investigation on Internal Morphological Properties of Sapwood and Heartwood of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.]," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 22: No. 2, Article 14. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol22/iss2/14>

This Article is brought to you for free and open access by TÜBİTAK Academic Journals. It has been accepted for inclusion in Turkish Journal of Agriculture and Forestry by an authorized editor of TÜBİTAK Academic Journals. For more information, please contact academic.publications@tubitak.gov.tr.

Doğu Ladini [*Picea orientalis* (L.) Link.] Öz Odun ve Diri Odununun İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Nurgül AY, Hamiyet ŞAHİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon-TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 24.04.1996

Özet: Bu çalışmada, ülkemizde yalnız Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal yayılış alanı bulunan Doğu Ladini'nden araştırma materyali alınırken, öz odun ve diri odun kısmı gözönünde bulundurulmuştur.

Çalışmada, Maçka Orman İşletmesine bağlı Karahava bölgesinden seçilmiş olan 36-44 cm çapındaki ağaçlar kullanılmıştır. İç yapıya ait bulgular, dipten itibaren 2 m yükseklikten tekerlek şeklinde alınmış kesitlerden, kambiyumdan sonraki öz odun kısmını kapsayan materyaller üzerinde çalışılarak ortaya konulmuştur.

İç yapıda, traheidlerin çapları, uzunlukları, genişlikleri, lümen genişlikleri, çeper kalınlıkları ve birim alandaki sayıları, reçine kanallarının çapları, kenarlı geçit ve porus çapları, özışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları, yükseklikleri ve genişlikleri incelenmiştir.

Sonuç olarak, öz odun ve diri odun; iç morfolojik özellikleri bakımından mukayese edildiğinde, ilkbahar ve yaz odunu traheid çapları, uzunlukları, genişlikleri ve lümen genişlikleri, reçine kanalı çapları, kenarlı geçit ve porus çapları diri odun kısmında daha yüksek, birim alandaki traheid ve özışını sayısı daha düşük, çeper kalınlığı, özışını genişliği, max. özışını yüksekliği ve birim uzunluktaki özışını sayısı arasında ise önemli bir fark olmadığı bulunmuştur.

An Investigation on Internal Morphological Properties of Sapwood and Heartwood of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.]

Abstract: In this study, sapwood and heartwood samples obtained from Oriental spruce growing naturally only in East Black Sea region were investigated. Trees of 36-44 cm diameter were obtained from the Karahava region of Maçka Forest District. The discs examined were cut at 2 m above the lower end of the stems.

Sapwood and heartwood samples from each discs were taken from 12 th growth ring after cambium and 7 th growth ring after the pith, respectively.

The results showed that length, width, diameter, lumen width of earlywood and latewood tracheids and the diameter of bordered pits were greater in sapwood than in the heartwood, while the number of tracheids and the rays in per mm² are lower. Cell wall thickness, max. ray height, the width of the rays were statistically different from each other.

Giriş

Türkiye'de orman varlığı 20.199.296 ha olarak bilinmekte olup, Doğu Ladini yaklaşık 350.000 ha'lık alanda yayılış gösteren asli orman ağacı türlerimizden biridir (1).

Doğu Ladini odunundan gerek doğrudan gerekse bünyesinde yapılan değişiklikler sonucunda çok çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunların başlıcaları, odun hamuru, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı, bina yapımı, taşıt araçları yapımı, marangoz, mobilya,

yonga levha ve kaplama sanayii, müzik aletleri yapımı, kalem ve kibrit çöpü imalatıdır (2).

Doğu Ladini odunu üzerinde birçok araştırma yapılmış olup, anatomik ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir (3, 4). Ancak iç morfolojik yapısının detaylı olarak bilinmesi ile bu odunun empenye, kağıt, kimyasal modifikasyon ve kurşun kalem sanayiinde kullanımının arttırılmasına ve gelecekteki kullanım alanlarına uygunluk derecesini saptamaya yönelik çalışmalara bilimsel verilerin hazırlanması önemlidir. Doğu Ladini odununun lif morfolojisinin uygunluğu

nedeni ile odun hamuru ve kağıt sanayisi için uygun olduğu belirlenmiştir (5). Ancak, öz odun ve diri odunda yapılan incelemeler sonucunda, istenen özellikler bakımından en iyi kağıdın elde edilebileceği odun kısmını belirlemek mümkün olabilir. Ayrıca Doğu Ladini odununun öz odun, diri odun kısmına göre değişiminin incelenmesi aynı faktörler bakımından fiziksel ve mekanik özelliklerdeki farklılığın nedenlerinin belirlenmesinde de bilimsel bir yaklaşım oluşturabilir.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan ağaçlar, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Karahava bölgesi Ladin meşcerelerinden alınmıştır. Kuzey bakı ve 1600 m yükseklikten, 36-44 cm gövde çapında ve ortalama 80-85 yaş kademesinde bulunan budaksız, çatlaksız ve anormal tepe formu göstermeyen düzgün gövdeli 10 adet ağaç seçilmiştir.

Ağaçta kuzey yön işaretlendikten sonra, dipten itibaren 2 m yükseklikten 15 cm tekerlek şeklinde elde edilmiş kesitlerden, her kesitin kuzey yönündeki 12. yıllık halkasından başlamak üzere kesitin tüm çevresi boyunca 1.5x1.5x1.5 cm boyutlu küpler şeklinde diri odun örnekleri alınmıştır. Ladin'de öz odun ve diri odun ayırımı net olmadığından öz odun örnekleri, özden itibaren çevreye doğru 7. yıllık halka sınırından başlamak üzere aynı boyutlarda alınmıştır.

Elde edilen örnekler, damıtık su içerisinde suyun dibine çökünceye kadar kaynatıldıktan sonra 1 hacim % 96'lık alkol, 1 hacim gliserin ve 1 hacim damıtık su karışımında 15-20 gün bekletilmiştir. Mantarlaşmayı önlemek için karışıma, birkaç küçük kristal asit fenik ilave edilmiştir (6).

Kesitler, Reichert kızaklı mikrotomunda alınmıştır. Her örnekten enine, radyal ve teğetsel yönlerde olmak üzere 15-20 µm kalınlığında üçer kesit alınarak 15-20 dakika sodyum hipoklorit içerisinde bırakılmıştır. Daha sonra damıtık suyla yıkanan kesitler 1-2 dakika asetik asitli ortamda tutulmuştur. Kesitler saf suyla iyice yıkandıktan sonra safraninle boyanmıştır.

Boyama işleminden sonra kesitler su ile iyice yıkandıktan sonra % 50'lik alkole alınmış ve en son işlem olarak da lam ve lamel arasına enine, radyal ve teğetsel sıraya göre, gliserin jelatinle kapatılarak ölçmelere hazır hale getirilmiştir (7).

Enine kesitlerde traheidlerin birim alandaki (1 mm²) sayıları, ilkbahar ve yaz odununda ayrı olarak vizopanda sayılmıştır. Obj x 10 ile bir kenarı 12,5 cm

olan kare şeklindeki milimetrik kağıt kullanılmıştır (ölçek:1 mm=12,5 cm). Traheidlerin ilkbahar ve yaz odunundaki teğetsel ve radyal çapları araştırma mikroskobunun x 40 objektifinde (1 taksimat=2,66 µm) ölçülmüştür.

Boyuna reçine kanallarının teğetsel ve radyal yöndeki çapları araştırma mikroskobunun x 40 objektifinde (1 taksimat=2,66 µm) ölçülmüştür.

Radyal kesitte kenarlı geçitlerin çapları ve porusların boyuna ve enine yöndeki çapları x 100 objektifinde (1 taksimat=1 µm) ölçülmüştür.

Teğet kesit üzerinde özışınlarının birim alan ve birim uzunluktaki sayıları obj x 10 ile sayılmıştır. Özışınlarının yükseklikleri ve genişlikleri araştırma mikroskobunun x 10 objektifinde (1 taksimat=10,46 µm) ölçülmüştür.

Traheidler, Schultze'nin maserasyon yöntemi kullanılarak serbest hale getirilmiş ve ölçümler yapılmıştır. Schultze yöntemi, gerek odun elemanlarına en az zarar verme açısından gerekse kolay uygulanabilirliği bakımından seçilmiştir (8).

Maserasyon işleminden önce, örnekler kibrit çöpü büyüklüğünde parçacıklara ayrıldıktan sonra elde edilen parçacıklar, beher içine konulup biraz su ilave edildikten sonra nitrik asit ve sodyum kloritle muamele edilmiştir. Bu ortamda ağaç malzeme reaksiyon başlayacak kadar ısıtılıp, ışıktan uzak bir ortamda traheidler serbest hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Malzeme beyazlaştıktan sonra manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak elemanlar serbest hale getirilmiş, süzme işlemi ile sudan tamamen arındırılarak küçük şişelere depolanıp gliserin içinde saklanmıştır. Ölçme işleminden önce safraninle boyanan traheidler lam ve lamel arasına alınmıştır.

Ölçmeler araştırma mikroskobunda yapılmış, traheidlerin uzunluğu için obj x 4 (1 taksimat=24.76 µm), traheid genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı için x 40 obj. (1 taksimat=2.66 µm) kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarında, öz odun ve diri odunda bulunan, ilkbahar ve yaz odunu traheidlerinin uzunlukları, çapları (teğet ve radyal yönde), çeper kalınlıkları, birim alandaki sayıları, kenarlı geçitlerin çapları, özışınlarının birim alandaki sayıları varyans analizi ile karşılaştırılmış ve ortaya çıkan farklılıklar Scheffe testi ile kontrol edilmiştir. Scheffe testinin seçilmesinin nedeni karşılaştırılan toplumların örnek büyüklüklerinin eşit olmamasıdır (9).

Bulguların Tartışılması ve Sonuç

Araştırma sonucunda bulunan değerlerin örnek sayısı, aritmetik ortalama, standart sapma ve varyans katsayıları Tablo 1 de, varyans analizi sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

İğne yapraklı ağaç odunlarında özden çevreye doğru, traheid boyları, çap ve çeper kalınlıkları artmakla birlikte, çap ve çeper kalınlıklarındaki artış, traheid boylarındaki orana daha düşük kalmaktadır. Traheidlerin gerek boyları gerekse çaplarındaki bu artışlar, gövdede özden çevreye doğru gidildikçe hacimlerinde de bir artışa neden olmaktadır. İlkbahar ve yaz odunundaki artışlar şekil bakımından birbirine benzemektedir. Fakat hem radyal ve hem de teğet çaplar yaz odununda daha küçüktür (10).

Bu araştırmada da, öz odunda bulunan hem ilkbahar odunu hemde yaz odunu traheid genişliği ve teğet ve radyal traheid çapları diri odunda bulunanlara oranla daha düşük çıkmıştır ve yapılan istatistiksel analizler, öz odunundan diri oduna geçişteki artışların önemli olduğunu göstermektedir.

Traheid çaplarının ve genişliklerinin küçük olması ve ayrıca öz odunu oluşumu esnasında meydana gelen

geçit aspirasyonu nedeniyle, öz odunu empenye edilebilirlik özelliğinin önemli oranda azalacağı söylenebilir.

İlkbahar ve yaz odununda bulunan traheidlerin uzunlukları literatüre paralel olarak öz odunda, diri oduna oranla daha düşük bulunmuştur. Traheid uzunluğu, biçmede elde edilen yüzey düzgünlüğünü etkilemekte, uzunluk arttıkça yüzey düzgünlüğü bozulabilmektedir. Ancak, ağaçların çok genç yaşta kesilmesi de lif verimi bakımından sakıncalıdır. Bu nedenle kağıt üretiminde kullanılacak odun için diri odun kısmı, kaplama sanayiinde ise hem güzel görünümü hemde liflerin kısa oluşu nedeniyle öz odun kısmının kullanılması uygun olacaktır. Ayrıca, kalın çeperli yaz odunu hücreleri ince çeperli ilkbahar odunu hücrelerinden daha yoğun olduğundan kağıt hamuru üretiminde daha yüksek verime sahiptirler. Verim farkı Ladin'de % 70'e yakındır (11).

Traheid boyunun traheid çapına oranlanması ile hesaplanan keçeleşme katsayısının iğne yapraklı ağaçlarda 70'in üzerinde olması elde edilecek kağıdın yırtılma direncinin yeterli olacağını göstermektedir (12). Doğu Ladin'i diri odun örneklerinde keçeleşme katsayısı ortalama 103.43, öz odununda 90.01 olup

		DIRI ODUN				ÖZ ODUN			
		n	x	s	v	n	x	s	v
Traheid çapı	I.O.T	600	42.00	6.94	16.531	600	33.01	6.14	18.69
	R	600	36.78	6.83	8.63	600	30.48	6.72	22.15
µm	Y.O.T	600	36.84	6.99	18.98	600	30.27	5.55	18.41
Traheid uzunluğu mm	I.O	200	3.02	659.85	21.83	200	2.16	380.06	17.55
	Y.O	200	3.54	488.01	13.75	200	2.60	337.97	12.98
Traheid genişliği µm	I.O	155	46.01	7.50	16.33	155	39.82	7.60	19.14
	Y.O	155	33.17	6.67	20.17	155	28.43	6.65	23.38
Traheid lümeni genişliği µm	I.O	155	38.56	7.36	19.14	155	31.92	7.63	23.90
	Y.O	155	18.76	6.99	39.09	155	14.92	5.29	39.15
Traheid çeper kalınlığı µm	I.O	155	3.64	0.95	26.77	155	3.77	1.30	34.79
	Y.O	155	6.83	1.91	26.91	155	6.62	1.54	23.33
Birim alandaki (mm ²) traheid sayısı adet	I.O	100	385	43.71	11.34	100	592	129.16	21.80
	Y.O	100	577	96.91	16.77	100	847	157.37	18.57
Reçine kanalı çapı µm	T	150	66.71	26.78	40.15	150	39.15	13.64	34.88
	R	150	60.54	17.36	28.68	150	46.09	13.64	29.64
Kenarlı geçit çapı µm	B	160	17.82	1.65	9.29	160	15.24	1.51	9.94
	E	160	19.67	1.31	6.67	160	16.74	2.06	12.36
Porus çapı µm	B	160	5.36	0.73	13.79	160	5.01	0.71	14.24
	E	160	5.70	0.77	13.57	160	5.07	0.73	14.46
Max. özışını yüksekliği µm		155	411.07	75.83	18.46	155	429.17	120.29	28.04
Max. özışını hücre yüksekliği adet		155	23.52	4.40	18.72	155	23.51	6.57	27.95
Özışını genişliği µm		75	20.18	4.60	23.02	75	21.54	5.43	25.57
Birim alandaki (mm ²) özışını sayısı adet		450	26.96	5.08	18.86	450	30.89	4.68	15.16
Birim uzunluktaki özışını sayısı adet		450	4.83	1.35	28.12	450	4.62	1.24	26.81

Tablo 1. Doğu Ladin ÖZ Odun ve Diri Odununun İç Morfolojik Özellikleri

n: Örnek sayısı x: Aritmetik ortalama s: Standart sapma v: Varyans katsayısı
I.O: İlkbahar odunu, Y.O: Yaz odunu, T: Teğetsel, R: Radyal, B: Boyuna, E: Emine

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi
I.O Teğet traheid çapı					
Gruplar Arası	3417.1875	1	3417.1875	560.240	P<0.001
Gruplar İçi	7307.2050	1198	6.0995		
Toplam	10724.393	1199			
I.O Radyal traheid çapı					
Gruplar Arası	1692.1875	1	1692.1875	258.454	P<0.001
Gruplar İçi	7843.7050	1198	6.5473		
Toplam	9535.8925	1199			
Y.O Teğet traheid çapı					
Gruplar Arası	1711.1632	1	1711.1632	300.156	P<0.001
Gruplar İçi	6801.1832	1193	5.7009		
Toplam	8512.3464				
Y.O Radyal traheid çapı					
Gruplar Arası	82.8652	1	82.865	35.012	P<0.001
Gruplar İçi	2823.5733	1193	2.366		
Toplam	2906.4385	1194			
I.O da birim alandaki traheid sayısı					
Gruplar Arası	1376870.5	1	1376870.5	145.267	P<0.001
Gruplar İçi	1639729.0	173	9478.2		
Toplam	3016599.4	174			
Y.O da birim alandaki traheid sayısı					
Gruplar Arası	2803056.5	1	2803056.5	181.045	P<0.001
Gruplar İçi	2678503.5	173	15482.7		
Toplam	5481560.0	174			
I.O Çeper kalınlığı					
Gruplar Arası	0.165991	1	0.1659912	0.866	P>0.05
Gruplar İçi	59.611964	311	0.1916783		
Toplam	59.777955	312			
Y.O Çeper kalınlığı					
Gruplar Arası	0.52381	1	0.5238089	1.280	P>0.05
Gruplar İçi	129.73638	317	0.40922630		
Toplam	130.26019	318			
I.O Traheid uzunluğu					
Gruplar Arası	116149.57	1	116149.57	255.425	P<0.001
Gruplar İçi	176435.14	388	454.73		
Toplam	292584.71	389			
Y.O Traheid uzunluğu					
Gruplar Arası	138284.21	1	138284.21	480.816	P<0.001
Gruplar İçi	108713.94	378	287.60		
Toplam	246998.16	379			
Boyuna kenarlı geçit çapı					
Gruplar Arası	545.00701	1	545.00701	219.909	P<0.001
Gruplar İçi	805.45782	325	2.47833		
Toplam	1350.4648	326			
Enine kenarlı geçit çapı					
Gruplar Arası	688.59636	1	688.59636	230.693	P<0.001
Gruplar İçi	949.20052	318	2.98491		
Toplam	1637.7969	319			
Birim alandaki özışını sayısı					
Gruplar Arası	3944.752	1	3944.7516	166.238	P<0.001
Gruplar İçi	20763.378	875	23.7296		
Toplam	24708.130	876			

Tablo 2. İç Morfolojik Özellikleri Üzerine Öz Odun-Diri Odun Farklılığının Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

kağıt yapımına uygun olduğu söylenebilir.

Yapılan varyans analizleri ile öz odununda bulunan hem ilkbahar odunu hem de yaz odunu traheidlerinin çeper kalınlığı ile diri odununda bulunanlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Lümen genişliğinin traheid çapına oranlanıp 100 ile çarpılmasıyla hesaplanan "Esneklik oranı" 75'ten büyük iken "iyi" kalitede kağıt yapımına uygun olmakta, 30 dan küçük iken bu maksatla uygun olmamaktadır (13). Esneklik oranı Doğu Ladini diri odununda ortalama 82.99, öz odununda 82.12 olarak bulunmuştur.

Çift çeper kalınlığının lümen genişliğine oranlanması ile bulunan "Runkel oranı" 1'den küçük iken kağıdın yırtılma ve çift katlama dışında kalan özellikleri yükselmekte ve traheidlerin ince çeperli oldukları kabul edilmektedir (14). Bu değer, Doğu Ladini diri odununda ortalama 0.45, öz odununda 0.55 olarak bulunmuştur.

Traheid uzunluğunun çeper kalınlığına oranlanması ile bulunan "F faktörü" kağıdın esnekliği hakkında bilgi verir. Kağıt sanayiinde yoğun olarak kullanılan Kızılçam odununun F faktörü 472.66 olup (15), bu değer Doğu Ladini diri odununda ortalama 669.15, öz odununda 481.13 olarak bulunmuştur.

İlkbahar ve yaz odunu traheidlerin lümen genişliği diri odunda öz odunundan daha yüksek bulunmuştur.

İlkbahar ve yaz odununda birim alandaki traheid sayısı öz odununda diri odundan daha yüksektir ve yapılan varyans analizi ve Scheffe testi sonucunda aradaki fark önemli bulunmuştur.

Öz ve diri odunda bulunan kenarlı geçitlerin çapları arasındaki fark önemli olup, kenarlı geçit çapı diri odunda öz odundan yüksektir. Buna paralel olarak porus çapları diri odunda öz odundan daha yüksek bulunmuştur. Geçit çapı büyüklüğü dikkate alındığında, Doğu Ladin odununda sıvı hareketinin diri odunda öz odunundan daha yüksek olacağı söylenebilir. Ancak Ladin'in kesimden sonra hiçbir işlem uygulanmadan kuruyarak lif doygunluk noktasına ulaşması durumunda geçit aspirasyonunun oluşması nedeniyle diri odunda geçirgenliğin önemli oranda azaldığı dikkate alınmalıdır (16).

Kaynaklar

1. OAE, Türkiye Orman Varlığı Muhtelif Yayınlar Serisi, No:48, Ankara, 1987.
2. OAE, Doğu Ladin, El Kitabı Dizisi: 5, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1989.
3. Topçuoğlu, M., Doğu Ladin (Picea orientalis) Odununun İç Morfolojisi Üzerine Araştırmalar, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 134, Ankara, 1985.
4. Akyüz, M., Doğu Ladin (Picea orientalis) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1993.
5. Bozkurt, Y., Doğu Ladin (Picea orientalis Link. Et Carr.) ile Toros Karaçamı (Pinus nigra Var. Caramarica) [Lound.] Rehd.) dan Birer Ağaçta Lif Morfolojisi Üzerine Denemeler, I.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 21, Sayı: 1, 70-91, 1971.
6. Normand, D., Manuel D'identification des Bois Commerciaux, Tom 1, Nogent Sur/Seine, 171-1972.
7. Normand, D., Cour D'anatomie'du Bois, Paris, Ecole Supérieur du Bois, 83, 1973.
8. Kasaplıgil, P., Bitki Dokularının Maserasyonu ve Boyama Tekniği, Türk Biyoloji Dergisi, XV, 1-2, 1965.
9. Kalıpsız, A., İstatistik Yöntemler I.Ü. Orman Fak. Yayın No: 294, İstanbul, 298, 1992.
10. Bozkurt, Y., Odun Anatomisi, I.Ü. Orman Fak, Yayın No: 415, İstanbul, 298, 1992.
11. Örs, Y., Odunun Tekstürü ve Belirlenmesi Yöntemleri, K.T.Ü. Orman Fak. Dergisi, 1-2, 191-200, 1978.
12. Bostancı, Ş., Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fak. Yayın No: 114/13, Trabzon, 516, 1987.
13. Göksel, E., Huş, S., Tank, T., Türkiye (Tarsus-Karabucak)'da Yetişen Okaliptus (E. camaldulensis Dehnh.) Türü Odununun Morfolojik Yönden Edütü ve Yarı Kimyasal Selülozunun Kağıt Sanayiinde Değerlendirme İmkanları, TÜBİTAK Yayınları, No: 2175, Ankara, 1975.
14. Runkel, R.O.H., Mitt. Bund. Fosch. Enst. Forest U. Holz, No: 29, 1965.
15. Göksel, E., Kızılcamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, I.Ü. Orman Fak. Dergisi, 1, 31, 203-216, 1981.
16. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi 1, I.Ü. Orman Fak. Yayın No: 147, İstanbul, 592, 1970.