

BELGRAD ORMANINDA SUNİ OLARAK YETİŞTİRİLMİŞ DOĞU LÂDİNİ (*Picea orientalis* (L.) Link.)'NİN BAZI ANATOMİK ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT¹⁾
Prof. Dr. Yener GÖKER¹⁾
Doç. Dr. Nurgün ERDİN¹⁾

Kısa Özet

Anatomik özellikler genellikle bir ağaç türünden diğerine değiştiği gibi ağaçlar arasında ve ağaçlar içinde de değişim gösterebilmektedir. Bu araştırma; Belgrad Ormanı'nda dikimle yetiştirilmiş doğu ladinini meşceresinden alınan örneklerde, anatomik özelliklerin hangi sınırlar içerisinde değiştiğini incelemek üzere ele alınmıştır. Makalede; anatomik özelliklerden, traheid uzunluğu, çapı, çift çeper kalınlığı (2 W), lümen genişliği ile mm² deki traheid sayısı, öz ışınları, reçine kanalları ve kenarlı geçitler incelenmiştir. Ayrıca, kağıt kalitesini etkileyen faktörlerden olan traheid boyutları oranları hesaplanmış, elde edilen bütün veriler daha önce yapılan *Picea orientalis* ve *P. abies* araştırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Doğu ladininin dünya üzerinde doğal yayılışı Kafkasya ve Doğu Karadeniz bölgesinde görülmektedir. Ülkemizde 40° 23' - 43° 50' enlemleri ile 37° 40' - 43° 13' boylamları arasında 335.959 hektar alan üzerinde doğal olarak yetişmektedir. Asli ağac türlerimizden olan doğu ladinini orman varlığımızın % 3,9'unu kapsamaktadır. Önemli bir odun hammaddesi olduğundan doğal yayılış alanı dışında da yetiştirme imkânları aranmış ve 1956 yılında Belgrad Ormanı'nda suni olarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Buradan elde edilecek odun hammaddesinin kullanım yeri üzerinde etkili olabilecek bazı anatomik özelliklerin bilinmesinde yarar görülmektedir.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri

Örneğin, traheid uzunluğu kağıdın direnç özelliklerinin en önemlilerinden biridir ve kağıdın çekme, yırtılma, patlama, katlanma özellikleri üzerinde etkilidir. Doğal olarak yetişen doğu ladininin anatomik özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ancak, Belgrad Ormanı'ndaki yetişme şartlarında anatomik özelliklerin ne derecede etkilendiğinin tespit edilmesi de önem taşımaktadır.

Anatomik özellikler ağaçta, özden çevreye ve gövde boyunca aşağıdan yukarıya doğru değiştiğinden, doğu ladininde anatomik yapıyı meydana getiren elemanların her bir özelliği, gövde içerisinde hem radyal yönde hem de boyuna yönde incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Araştırma Materyali

Araştırma 1985 tarihinde İstanbul yakınındaki Belgrad Ormanı Bentler bölgesi Kahve Deresi Fidanlık mevki 172 nolu bölmedeki meşcereden alınan 8 ağaç üzerinde yapılmıştır. Seçilen sekiz ağacın:

- Normal gelişmiş düzgün gövdeli, sağlam ağaçlar olmasına
- Göğüs yüksekliğindeki kabuklu çaplarının 20 cm den fazla olmasına

özden gösterilmiştir. Seçilen ağaçların kuzey yönleri işaretlendikten sonra yerden 10-15 cm yükseklikten kesilerek gövde ucuna kadar olan kısmı ölçülmüş, buna kütük yükseklikleri ilavesi ile boyları hesaplanmış ve yaşları tayin edilmiştir. Buna göre denemeye alınan ağaçların boyları 13.5-15.0 m'ler arasında, yaşları ise 26-28 yıllar arasında bulunmaktadır. Her bir ağaçtan kesim yükseklikleri ve 4 m de bir olmak üzere (gövde çapı 10 cm kalıncaya kadar) 5 cm kalınlığında tekerlekler alınmıştır. Böylece, gövde boyunca her 4 m de bir ve özden çevreye doğru hücre boyutlarında değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvara getirilen tekerleklerden, öz ortada olmak üzere kuzey-güney yönünde 2 cm genişliğinde çitalar çıkarılarak özden çevreye doğru çeşitli aralıklarla traheid boyutlarının gidişini tespit etmek üzere örnekler hazırlanmıştır.

2.2 Metod

Traheid uzunluklarını bulmak için hazırlanan örnekler, liflere paralel yönde 1-2 cm uzunlukta ve yaklaşık 0.5 mm kalınlıkta parçalara ayrılmış, nitrikasit ile kromik asit yardımıyla jelfrey metoduna göre masere edilmiştir. Örnekler hücrelerine ayrıldıktan sonra damıtık su ile yıkanmış ve traheid boyları Reichert Projeksiyon aleti Vizopan'da ölçülmüştür.

Ayrıca, özden çevreye doğru çeşitli aralıklarla 1 x 1 x 2 cm boyutunda hazırlanan örnekler, yumuşatıldıktan sonra Reichert kızaklı mikrotomla enine, teğet ve radyal yüzeylerden 15-20 µ kalınlığında kesitler alınarak, diğer anatomik özelliklere ait ölçümler yapılmıştır.

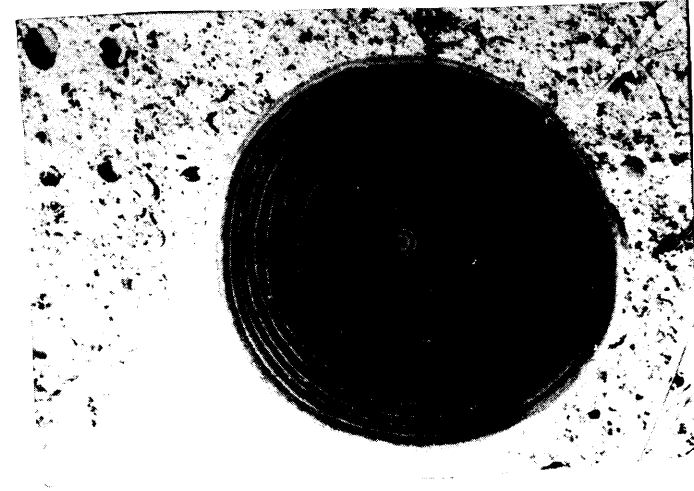
2.3 İstatistik Analiz Metodları

Doğu Ladininde gerek özden çevreye gerekse gövdede aşağıdan yukarıya traheid boyutlarında değişimleri tespit etmek üzere yapılan ölçümler istatistik analizlerle değerlendirilmiştir. Bu analizlerde ağaçlar içi ve ağaçlar arası değişimler tespit edilmiş, ayrıca aritmetik ortalama, minimum ve maksimum değerler, standart sapma, ortalamanın standart hatası, varyasyon katsayısı ve güven aralıkları tespit edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Makroskopik Yapı

Picea orientalis'in odunu hemen hemen beyaz ile sarımsı kahverengindedir. Diri odun ile öz odun renk bakımından farklılık göstermez ve olgun odun özelliğine sahiptir. Yıllık halka sınırı belirgin olmakla beraber ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaş olmaktadır. Ayrıca yaz odunu dar ve koyu renklidir. Az sayıda mevcut olan boyuna reçine kanalları ile radyal yönde uzanan öz ışınları çıplak gözle görülemez. Birçok kullanım alanında değerlendirilen, hafif parlak bir oduna sahiptir. Gövde enine kesitinin genel görünüşü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: *Picea orientalis*'te geniş yıllık halkalı bir enine kesit.
Fig. 1: A cross section of *Picea orientalis* with growth rings

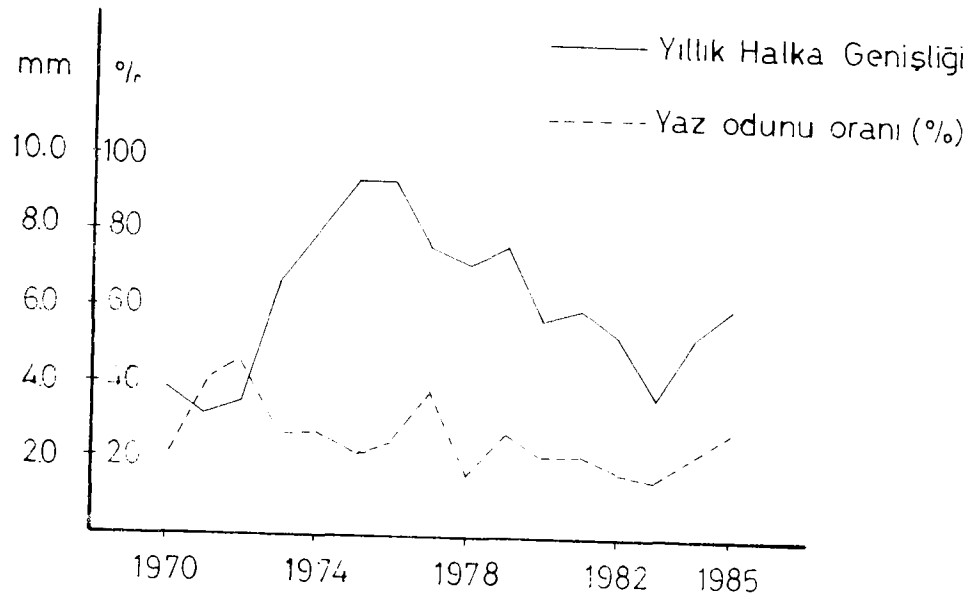
3.1.1 Yıllık Halka Genişliği Ve Yaz Odunu Oranı

Suni olarak yetiştirilen *Picea orientalis*'te ortalama yıllık halka genişliği 6.45 mm, varyasyon katsayısı % 27.22, standart sapma 1.76 mm bulunmuştur. Yıllık halka genişliği Şekil 1'de, yıllık halka genişliğinin ve yaz odunu oranının özden çevreye gidişi Şekil 2'de görülmektedir.

Doğu ladininde ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaş olduğundan, yaz odunu oranının tespitinde güçlükler ortaya çıkmaktadır. Belgrad Ormanı'nda suni olarak yetiştirilen *Picea orientalis*'te ortalama yaz odunu oranı % 25.8, Standart sapma % 8.8 ve Varyasyon katsayısı % 34.0 olarak bulunmuştur (Şekil 2). Doğal olarak yetişen *Picea orientalis*'te yapılan araştırmalarda ise özellikle yaşlı ağaçlarda 25 yıldan sonra yıllık halkaların daraldığı ve yıllık halka genişliğinin 1-2 mm arasında değiştiği tespit edilmiş bulunmaktadır (Fraslan 1947).

Doğal olarak yetiştirilen *Picea abies*'te yapılan araştırmalara göre: genç ağaçlarda yaz odunu oranı % 13, yaşlı ağaçlarda % 27 olarak verilmektedir (Schmidt-Vogt 1986).

Bilindiği gibi yıllık halka genişliği, yetişme yerinde ağaçlar arasındaki mesafe ile ilgili olarak değişmektedir. Danimarka'da *Picea abies*'te yapılan bir araştırmaya göre: hafif aralama kesimlerinde yıllık halka genişliğinin 0.9 mm olduğu, kuvvetli aralama kesimlerinde ise 3.5 mm'ye çıktığı tespit edilmiştir (Schmidt-Vogt 1986).



Şekil 2: *Picea orientalis*'te yıllık halka genişliği ve yaz odunu yüzdesi
Fig. 2: The width of the growth rings and their late wood portion in *Picea orientalis*.

3.2 Mikroskopik Yapı

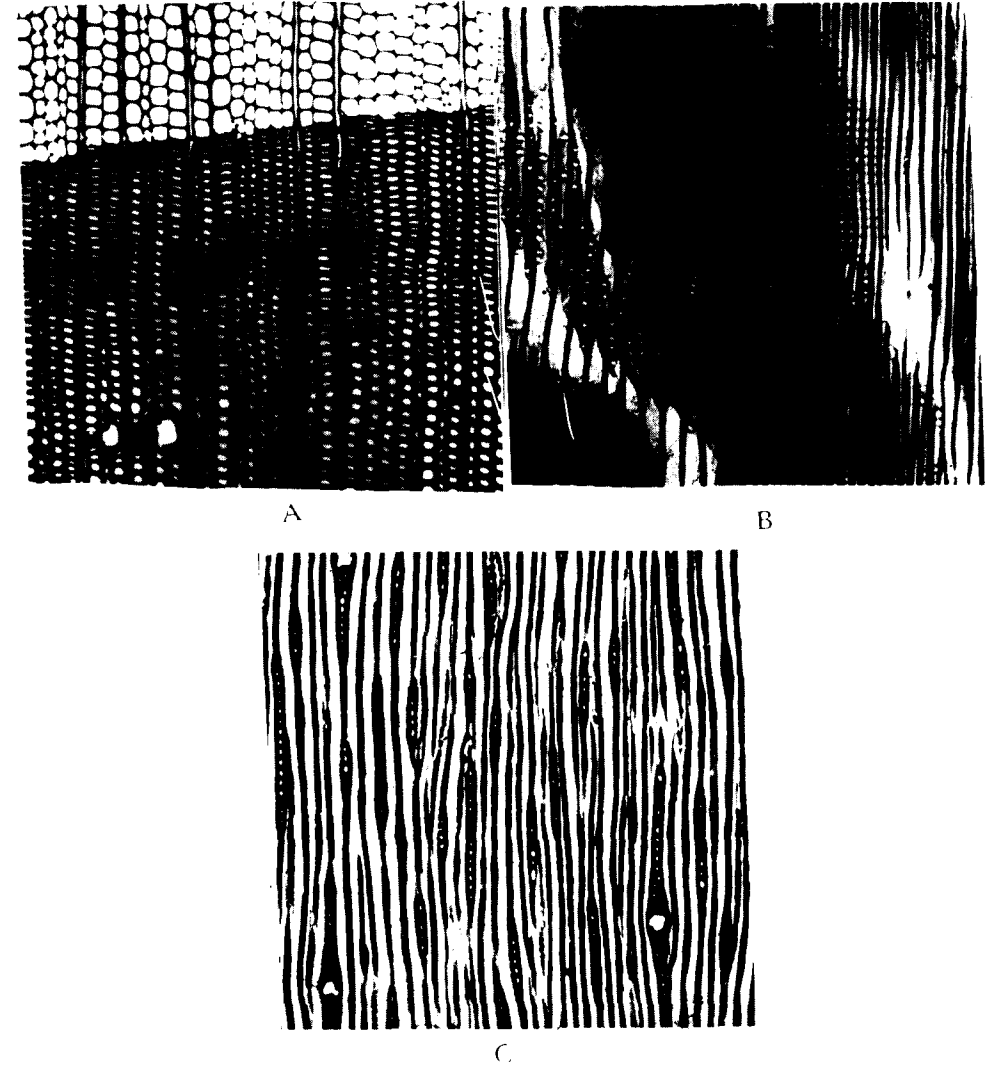
Picea orientalis'in mikroskopik yapısı; enine, radyal ve teget kesitlerden hazırlanan preparatlar üzerinde incelenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3 A'de görüldüğü gibi, traheidlerin enine kesiti ilkbahar odununda çok köşeli, yaz odununda yıllık halka sınırına doğru radyal yönde basıktır. Ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaşdır. Resine kanalları genellikle yaz odunu içerisinde ve yıllık halka sınırına doğru yarıvırlak radyal elips şeklinde görülmektedir. Bu kanallarda epitel hücreleri kalın çeperlidir. Radyal kesitte karşılıklı yarı geçitleri "Piceoid" tipindedir (Şekil 3 B). Teget kesitte ise öz isinları iki farklı genişlikte olup, tek sıralı ve genellikle orta kısmında resine kanalı bulunan içimsi öz isinlarından ibarettir (Şekil 3 C).

3.2.1 Traheid Boyutları

Traheid Uzunluğu

Sunı olarak yetiştirilen *Picea orientalis*'te ortalama traheid uzunluğunu tespit etmek için, özden çevreye ve gövde boyunca çeşitli yüksekliklerden alınan örneklerden maserasyonla elde edilen traheidler Reichert Vizopanda ölçülmüştür. 377 örnekte traheid uzunluğu ölçümünün istatistik değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre; ortalama traheid uzunluğu 2,60 mm, minimum değer 1,41 mm, maksimum değer ise 4,83 mm olarak bulunmuştur.



Şekil 3: *Picea orientalis*'te (A) enine kesit (80 ×), (B) radyal kesit (80 ×) ve (C) teget kesit (80 ×).
Fig. 3: (A-C) *Picea orientalis*, (A) cross section (80 ×), (B) radial section (80 ×), (C) tangential section (80 ×).

Tablo 1: *Picea orientalis*'te mm olarak traheid uzunluğu.
Table 1: The length of tracheids in mm of *Picea orientalis*.

\bar{X}	X_{min}	X_{max}	S	S_N	V (%)	G_N	G_U	N
2,60	1,41	4,83	0,557	0,032	21,4	2,54	2,66	300

Bu ve diğer tablolarda; \bar{X} = aritmetik ortalama, S = standart sapma, $S_{\bar{x}}$ = ortalamanın standart hatası, V = varyasyon katsayısı, G_A = güven aralığı alt sınırı, G_U = güven aralığı üst sınırı, N = örnek sayısını ifade etmektedir.

Doğal olarak yetişen Doğu Ladinde; traheid boyu Bozkurt (1971)'a göre ortalama 3.49 mm olup 1.2 - 5.9 mm'ler arasında değişmektedir. Topçuoğlu (1985)'na göre ise traheid uzunluğu ilkbahar odununda 2.39 mm, yaz odununda 3.13 mm olarak belirtilmektedir.

Picea abies'te traheid uzunluğu ortalama 2.38 mm olarak verilmektedir. Varyasyon genişliği 1.30 - 4.30 mm'ler arasındadır (Wagenführ-Scheiber 1985). Yine *Picea abies*'in traheid uzunluğu üzerinde Norveç'te yapılan diğer bir araştırmada: ortalama traheid uzunluğu 2.53 mm, standart sapma 0.54, varyasyon katsayısı % 21, minimum uzunluk 2.12 mm, maksimum uzunluk 3.67 mm olarak bulunmuştur (Frimpong - Mensah 1987).

Traheid Uzunluğu Varyans Analizi

İncelemelerimize göre; traheid uzunlukları için yapılan varyans analizinde F değeri 2.88 olarak bulunmuştur. Tablo 2'de verilen varyans analizinde ağaçlar arası ve ağaçlar içi traheid uzunluklarının % 99 güvenlikle homojen olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2: Traheid uzunluğu varyans analizi
Table 2: Analysis of variance for the length of the tracheids

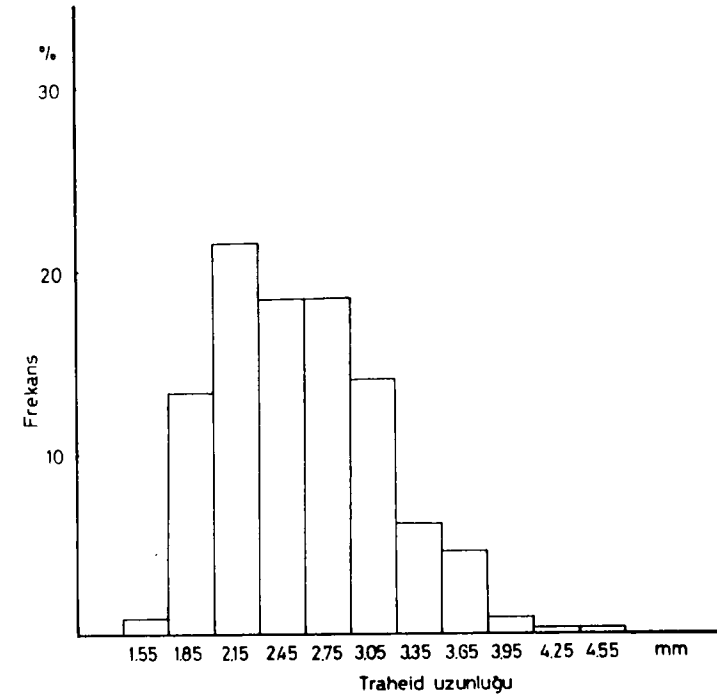
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	F Tablo
Ağaçlar arası	7	5.47	0.7814	2.88	2.73**
Ağaçlar içi	152	41.19	0.2710		
Toplam	159	46.66			

Ayrıca, tüm ağaçlarda gövdenin üç yüksekliğinde (0-4-8 m), yükseklikler arası ve yükseklikler içi varyans analizi yapılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Traheid uzunluğunun göde boyunca varyans analizi
Table 3: Analysis of variance for the length of the tracheids along the stem

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	F Tablo
Yükseklikler arası	2	1.84	0.92	3.38	3.04
Yükseklikler içi	162	44.07	0.27		
Toplam	164	45.91			

Tablo 3'te görüldüğü gibi yükseklikler arası ve yükseklikler içi varyans analizinde, % 95 güvenlikle traheid uzunluklarının gövde boyunca farklı olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4: *Picea orientalis*'te traheid uzunluğu ve varyasyon grafiği.

Fig. 4: Graphical presentation of the variation of the tracheidal lengths in *Picea orientalis*.

Regresyon Analizi

Suni olarak yetiştirilen *Picea orientalis*'te traheid uzunluklarının özden çevreye ve gövde boyunca aşağıdan yukarıya doğru çeşitli yüksekliklerdeki değişimleri tüm ağaçlarda incelendiğinde aşağıda verilen eşitlik bulunmuştur.

$$Y = 1.57 + 0.177 \times x_1 + 0.258 \times x_2 - 0.00016 \times x_1^2 - 0.015 \times x_2^2$$

$$R = 0.58 \quad F = 150^{+++} \quad N = 305$$

Burada : x_1 = Relatif yükseklikler (%)
 x_2 = Özden çevreye uzaklık (cm)
 Y = Traheid boyu (mm) olarak verilmiştir.

Regresyon analizi sonunda $R = 0.58$, $F = 150$ değerleri bulunmuştur. Bu değerler tablo değeri ile karşılaştırıldığında, bu eşitliğin 0.001 seviyede önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

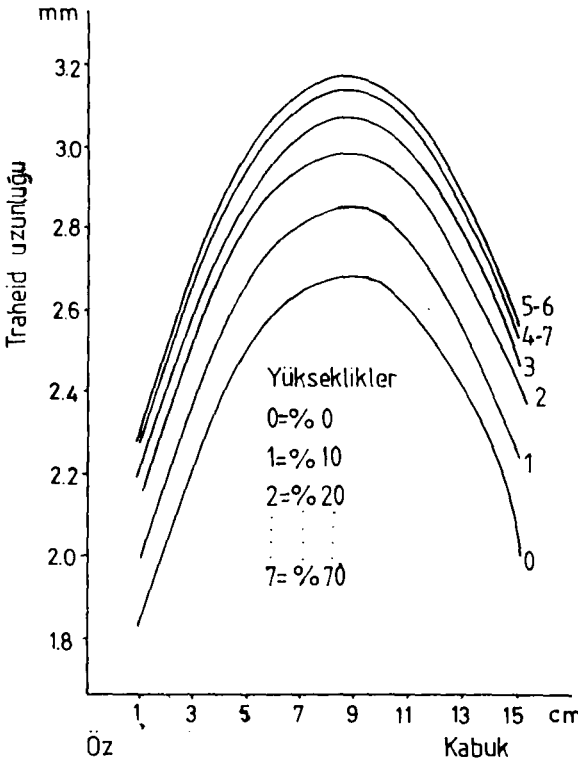
Yukarıda verilen regresyon denkleminin uygulanması sonucu elde edilen fonksiyon değerlerinden yararlanılarak, traheid uzunluklarının özden çevreye ve gövde boyunca çeşitli yüksekliklerde değişimini gösteren ortalama değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Traheid boylarının özden çevreye ve gövde boyunca çeşitli yüksekliklerde değişimi (mm olarak).

Table 4: The length variation of the tracheids from the pith to the bark and along the stem (mm).

Relatif Boy %	Özden çevreye uzaklık (cm)															Orta- lama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0	1.82	2.03	2.21	2.36	2.49	2.58	2.64	2.67	2.68	2.65	2.59	2.50	2.38	2.33	2.05	2.398
10	1.98	2.19	2.37	2.53	2.65	2.74	2.80	2.83	2.84	2.81	2.75	2.66	2.54	2.39	2.22	2.553
20	2.11	2.32	2.50	2.65	2.78	2.87	2.93	2.96	2.96	2.94	2.88	2.79	2.67	2.52	2.34	2.681
30	2.20	2.41	2.60	2.75	2.87	2.96	3.03	3.06	3.06	3.03	2.97	2.89	2.77	2.62	2.44	2.777
40	2.26	2.48	2.66	2.81	2.94	3.03	3.09	3.12	3.12	3.10	3.04	2.95	2.83	2.68	2.50	2.840
50	2.30	2.51	2.69	2.84	2.97	3.06	3.12	3.15	3.15	3.13	3.07	2.98	2.86	2.71	2.53	2.871
60	2.29	2.51	2.69	2.84	2.97	3.06	3.12	3.15	3.15	3.13	3.07	2.98	2.86	2.71	2.53	2.870
70	2.26	2.47	2.66	2.81	2.93	3.02	3.09	3.12	3.12	3.09	3.03	2.95	2.83	2.68	2.50	2.837
80	2.19	2.41	2.59	2.74	2.87	2.96	3.02	3.05	3.05	3.03	2.97	2.88	2.76	2.61	2.43	2.770
Ortalama	2.156	2.370	2.552	2.703	2.830	2.920	2.982	3.012	3.014	2.990	2.930	2.842	2.722	2.583	2.393	2.73

Tablo 4 incelendiğinde; gövde boyunca yukarıya doğru gidildikçe traheid uzunluğunun arttığı, gövdenin % 50 sinde (relatif boy) maksimuma ulaştığı ve bu yükseklikten sonra traheidlerin kıalmaya başladığı görülmüştür. Aynı tabloda özden çevreye değişim incelendiğinde ise, öze yakın kısımlarda yine kısa traheidlerin bulunduğu, çevreye doğru gidildikçe traheid uzunluklarında artış olduğu görülmektedir. Kabuğa yakın kısımlarda ise traheidler tekrar kıalmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Çeşitli yüksekliklerde özden çevreye traheid uzunluğu değişimi.

Fig. 5: Variation of tracheid lengths from the pith of the stem to the periphery.

Traheid Çapı, Çeper Kalınlığı, Lümen Genişliği

Belgrad ormanında dikimle yetiştirilen *Picea orientalis*'in ortalama traheid çapını bulabilmek için, özden çevreye ve gövde boyunca çeşitli yüksekliklerden alınan örneklerden elde edilen enine kesitlerde, ilkbahar ve yaz odununda traheidlerin teğet yöndeki; çapları, çeper kalınlıkları (2W), lümen genişlikleri incelenmiştir. Her değişken için yapılan 365'şer ölçme değerinin istatistik olarak analiz edilmesi sonucu elde olunan bilgiler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablodaki görüldüğü gibi *Picea orientalis*'te ortalama: traheid çapı 32.2 μ , çeper kalınlığı (2W) 8.9 μ , lümen genişliği 23.3 μ olarak bulunmuştur.

Tablo 5 : *Picea orientalis*'te teğet yönde traheid çapı, lümen genişliği ve çeper kalınlığı ortalama değerleri (Mikron olarak).

Table 5 : Tangential diameter, lumen width and wall thickness of tracheids (μ).

Değişkenler	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	S	$S_{\bar{x}}$	V (%)	G_A	G_U	N
İlkbahar traheidi									
Çapı	33.36	23.00	47.00	5.53	0.647	16.57	32.07	34.65	365
Lümen genişliği	27.59	16.00	41.00	5.36	0.627	19.41	26.34	28.84	365
Çeper kal. (2W)	5.82	1.00	9.00	0.98	0.114	16.78	5.59	6.05	365
Yaz traheidi									
Çapı	31.03	19.50	48.00	5.96	0.697	19.19	29.64	32.42	365
Lümen genişliği	18.98	10.00	32.00	4.64	0.543	24.46	17.90	20.06	365
Çeper kal. (2W)	11.90	6.00	20.00	2.71	0.317	22.77	11.27	12.53	365
Ortalama traheid değerleri									
Çap	32.20	21.25	47.50	5.75	0.672	17.88	30.86	33.54	365
Lümen genişliği	23.29	13.00	36.50	5.00	0.585	21.94	22.12	24.45	365
Çeper kal. (2W)	8.86	3.50	14.50	1.85	0.216	19.78	8.43	9.29	365

Doğal olarak yetişen Doğu Lâdininde Bozkurt (1971)'e göre traheid çapı 35.6 μ , lümen çapı 21.3 μ , çeper kalınlığı (W) 6.4 μ dur. Topçuoğlu (1985)'nin incelemelerine göre ise: traheid teğet çapı ilkbahar odununda ortalama 33.43 μ , yaz odununda ortalama 27.26 μ olarak verilmektedir. Çift çeper kalınlığı (2W): ilkbahar odununda ortalama 8.03 μ , yaz odununda ortalama 10.23 μ , lümen çapı; ilkbahar odununda ortalama 25.74 μ , yaz odununda ortalama 16.91 μ olarak tespit edilmiştir. Buradan görülmektedir ki, Belgrad Ormanı şartları altında suni olarak yetiştirilmiş *Picea orientalis*'lerde doğal olarak yetişenlere nazaran ilkbahar odununda çift çeper kalınlığı ince, yaz odununda ise traheid teğet çapı daha geniş bulunmuştur. Bunun nedenini ağaçların genç olmasında aramak mümkündür.

Wagenführ-Scheiber (1985)'e göre *Picea abies*'te çift çeper kalınlıkları (2W) ilkbahar odununda ortalama 3.5 μ , yaz odununda ortalama 10.7 μ dur. Almanya'da 31 yaşındaki *Picea abies*'te ilkbahar odununda tek çeper kalınlığı (W) ortalama 2.10 μ , yaz odununda 4.30 μ olduğu belirtilmektedir (Fengel-Stoll 1973).

Schmidt-Vogt (1986) ya göre *Picea abies*'te öze yakın kısımlarda ortalama traheid çapı 15 μ olmakta, yaşlı ağaçlarda ise 30-40 μ arasında değişmektedir.

Traheid sayıları bakımından Belgrad Ormanında yetiştirilen doğu ladininde yapılan ölçmeler ilkbahar ve yaz odununda ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu tespitlere göre: mm^2 de ortalama traheid sayısı ilkbahar odununda 1000 adet, yaz odununda 1978 adet olarak bulunmuştur. Bu ölçmelerle ilgili değerler Tablo 6'da görülmektedir.

Traheid Boyutlarının Kağıt Özelliklerine Etkisi

Dikimle yetiştirilen 22 yaşındaki Doğu Lâdinlerinin traheid boyutlarında yapılan ölçmelerin ortalama değerlerinden yararlanarak, kağıt ve selüloz özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinen faktörler hesaplanmıştır. Bulunan değerler doğal olarak yetişen Doğu Lâdini değerleri ile karşılaştırılmalı olarak Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6 : mm^2 'de Traheid sayıları ile ilgili istatistik değerler.

Table 6 : Statistical values for the number of tracheids per mm^2 .

Değişkenler	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	S	$S_{\bar{x}}$	V (%)	G_A	G_U	N
İlkbahar Odunu traheid sayısı	999	480	1176	262.35	30.92	26.26	937.24	1060.54	72
Yaz odunu traheid sayısı	1977	1088	3264	417.57	49.21	21.12	1896.43	2075.68	72
Ortalama traheid sayısı	1488	784	2220	339.96	40.07	23.69	1416.84	1568.11	72

Tablo 7 : *Picea orientalis*'te traheid boyut oranları

Table 7 : Dimension ratios for the tracheids of *Picea orientalis*.

Keçeleşme Oranı L/D	Esneklik Oranı 100 d/D	Runkel Oranı 2W/D	Rijidite (katılık) katsayısı 100 W/D	1/R	Literatür
81	72	0.28	14	2.79	-
98	57	0.60	18	2.79	Bozkurt (1971)
104	66.7	0.54	16.7	-	Topçuoğlu (1985)

Tabloda: L = Traheid uzunluğu, D = Traheid çapı, d = Lümen genişliği, W = Çeper kalınlığını göstermektedir.

Kağıdın direnç özelliklerini yükseltici nitelikte olan keçeleşme oranı, tabloda görüldüğü gibi suni olarak yetiştirilen doğu Lâdininde de yüksek bulunmuştur.

Esneklik oranı arttıkça, kağıdın çekme direnci de artmaktadır. Düşük yoğunluktaki ağaçlarda esneklik oranı 75'den yüksek olduğunda bu ağaçlar kağıt özellikleri bakımından en üstün gruba girmektedirler. Dikimle yetiştirilen Doğu Lâdininde esneklik oranı 75'e yakın olduğundan yüksek değerlerde lif özelliklerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Runkel oranı 1'den küçük ağaçların en iyi kalitede kağıt yapımına elverişli liflere sahip olduğu belirtilmektedir. Bu araştırmada elde edilen runkel oranı çok küçük olduğundan, kağıt yapımı için çok uygun olduğu söylenebilir.

Rijidite (katılık) katsayısı, kağıdın kopma ve patlama dirençleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu katsayının yüksek bulunması halinde ise kopma ve patlama dirençleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Suni olarak yetiştirilen Doğu Lâdininin rijidite katsayısı (14) çok küçük bir değer olduğundan, iyi kalitede kağıt vermesi sözkonusudur.

Belgrad Ormanı şartlarında yetiştirilen Doğu Lâdininde hacim ağırlık değeri 0.358 gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Bu değer düşük olması nedeniyle kağıt üretim randımanı da düşük olacaktır. Ancak, dövülmemiş odun hamurunda yırtılma direnci, 1/R değeri ile pozitif yönde ilişki olduğundan yırtılma direnci yüksek olacaktır. Böylece dikimle yetiştirilen Doğu Lâdininin kağıt yapımı bakımından lif özellikleri yüksek bir ağaç türü olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.2 Geçitler

Boyuna traheidlerin radyal yüzeyleri üzerinde görülen kenarlı geçitler genellikle tek sıralıdır. Ancak, ilkbahar odunu traheidleri üzerinde nadiren iki sıralı geçitler görülmektedir ve kenarlı geçitler arasında "crasul"lere rastlanabilmektedir. Boyuna traheidler arasındaki kenarlı geçitlerin çapları ve diğer istatistik değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8 : *Picea orientalis*'te kenarlı geçit çapları (Mikron olarak).
Table 8 : Bordered pith diameters of *Picea orientalis* (μ).

Değişkenler	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	S	S_x	V (%)	G_A	G_U	N
İlkbahar traheidi									
kenarlı geçit çapı	19.49	13.0	30.0	2.52	0.299	12.92	18.90	20.09	211
Yaz traheidi kenarlı geçit çapı	11.81	8.0	17.0	1.95	0.299	16.48	11.35	12.26	142

Topçuoğlu (1985)'na göre doğal olarak yetişen *Picea orientalis*'te kenarlı geçit çapları 17.95 - 25.64 μ arasında değişmektedir.

Picea abies'te kenarlı geçit çapı ilkbahar odununda ortalama 16 μ iken yıllık halka sınırina doğru giderek azalmakta ve 6 μ 'na kadar düşmektedir (Schmidt-Vogt 1986).

Boyuna traheidlerle öz ışınlarının karşılaşma yerindeki geçitler "Piceoid" tipte olup, genellikle elips şeklinde ve 1-4 adet arasında bulunmaktadır. Geçitlerin ortalama çapı 6.73×5.5 μ , ortalama geçit ağız ise 1.91 μ olarak bulunmuştur.

3.2.3 Öz Işınları

Picea orientalis'te öz ışınları genellikle tek sıralı ve heterojen yapıdadır. Tek sıralı öz ışınları 1-37 adet arasında hücreden oluşmaktadır. Ayrıca, içersinde reçine kanalı bulunan iğimsi öz ışınları da bulunmaktadır. Tek sıralı öz ışınlarının yükseklikleri, genişlikleri, mm^2 deki sayıları ile ilgili istatistik bilgiler Tablo 9'da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, dikimle yetiştirilen Doğu Lâdininde tek sıralı öz ışınlarında ortalama 15 adet hücre bulunmakta, ortalama öz ışın yüksekliği 297 μ , ortalama öz ışın genişliği 20 μ , mm^2 de öz ışını sayısı ise 30 adet olmaktadır.

Tablo 9 : *Picea orientalis*'te öz ışını boyutları.
Table 9 : Dimensions of the rays in *Picea orientalis*.

Değişkenler	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	S	S_x	V (%)	N
Paranşim hücre sayısı (adet)	15	1	37	4.99	0.265	31.85	357
Öz ışını yüksekliği (μ)	297	117	457	57.83	6.860	19.48	71
Öz ışını genişliği (μ)	20	15	25	2.22	0.260	11.38	72
mm^2 de öz ışını sayısı (adet)	30	13	50	7.01	0.844	23.31	69

Topçuoğlu (1985)'na göre, doğal olarak yetişen *Picea orientalis* öz ışınlarında 1-46 adet arasında hücre bulunmaktadır. Ortalama öz ışın yüksekliği 276.01 μ , ortalama öz ışın paranşim hücresi genişliği 17.78 μ dur.

Picea abies'te ise öz ışını hücre sayısı 1-22 adet arasında değişmektedir (Schmidt-Vogt 1986).

3.2.4 Reçine Kanalları

Doğal olarak yapısında reçine kanalı bulunan *Picea orientalis*, hem boyuna hem de enine reçine kanallarına sahiptir.

(a) Boyuna Reçine Kanalları

Boyuna reçine kanallarının çevresindeki kalın çeperli epitel hücrelerinin enine kesitleri yuvarlak veya radyal elips şeklindedir. Epitel hücrelerinin sayısı 5-15 adet arasında değişmekte ve ortalama 9 adet dir. Ayrıca, boyuna reçine kanallarının teğet çapı ortalama 66.75 μ , radyal çapı ise 72.54 μ olarak bulunmuştur. Bu değerler reçine kanalı dış çap ortalamalarıdır. Bundan başka boyuna kanalların mm^2 deki sayılarının 1-7 adet arasında değiştiği ve ortalama 3 adet civarında olduğu tespit edilmiştir.

Topçuoğlu (1985)'na göre; doğal olarak yetişen *Picea orientalis*'te ortalama reçine kanalı çapı teğet yönde 68.01 μ , radyal yönde 67.62 μ dur.

(b) Enine Reçine Kanalları

İğimsi öz ışınları içersindeki enine reçine kanalları, boyuna reçine kanallarından daha küçüktür. Ortalama enine çap 37.56 μ olup, 25-65 μ arasında değişmektedir. Topçuoğlu (1985)'na göre enine reçine kanalı ortalama çapı 37.81 μ dur.

Enine reçine kanalları etrafındaki epitel hücre sayısı 5-10 hücre arasında değişmektedir ve ortalama değer 7 adet hücre olarak tespit edilmiştir.

4. ÖZET

İstanbul yakınında bulunan Belgrad Ormanında 1956 yılında tesis edilen ağaçlandırma meşcerelerinden 1985 yılında kesilen ağaçlarda anatomik bazı özelliklerle, traheid boyutları incelenmiştir. Araştırma materyali 8 ağaçtan hazırlanmıştır.

Denemeye alınan ağaçların; normal gelişmiş, düzgün gövdeli ağaçlar olmasına ve göğüs yüksekliğindeki kabuklu çaplarının 20 cm den fazla olmasına dikkat edilmiştir. Kesilen ağaçların dip kısmından bir tekerlek çıkarıldıktan sonra boylarının % 10'unun katları mesafesi aralıklarla 5'er cm kalınlığında ve tekerlek çapı 10 cm kalıncaya kadar tekerlekler alınmıştır. Bu tekerlekler Orman Fakültesi Odun Anatomisi Laboratuvarına getirilmiş, burada kuzey-güney yönünde 2 cm genişliğinde çitalar çıkarılarak bunlar üzerinde denemeler yapılmıştır. Yıllık halka genişliği ve yaz odunu oranları Brinell mikroskobunda tespit edilmiştir. Maserasyon işlemi Jettrey metoduna göre nitrik asit ve kromik asit kullanılarak yapılmıştır. Mikroskopik ölçümler ise Reichert vizopan projeksiyonu ve normal ışık mikroskopunda yapılmıştır.

İstatistik değerlendirmelerde; traheid uzunluğunun ağaçlar arası ve ağaçlar içi varyans analizi ile traheid uzunluğunun özden çevreye doğru ve gövde boyunca aşağıdan yukarıya doğru değişiminin regresyon denklemi bulunmuş ve ayrıca aritmetik ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı, ortalamanın standart sapması, güven sınırları hesaplanmıştır.

Araştırmalar sonunda; yıllık halka genişliği 6.45 mm, standart sapma 1.76 mm, varyasyon katsayısı % 27 olarak tespit edilmiştir. Ortalama yaz odunu oranı % 25.8, standart sapma 8.8, varyasyon katsayısı % 34'tür. Buradan da anlaşılacağı üzere suni olarak yetiştirilen Doğu Lâdini ağaçlarında yıllık halkaların özellikle geniş olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun nedenini ağaçların geniş aralıklı bulunmasına bağlamak gerekir.

Mikroskopik yapıda incelenen enine kesitte, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaşdır. Yaz odunu içerisinde yıllık halka sınırına doğru görülen yuvarlak ve radyal elips şeklindeki reçine kanalları çevresindeki epitel hücreleri kalın çeperlidir.

Radyal kesitte karşılaşma yeri geçitleri piceoid, tiptedir. Teğet kesitte öz ışınları, tek sıralı ve genellikle orta kısımda reçine kanalı bulunan iğ şeklindeki öz ışınlarından meydana gelmektedir.

Ortalama traheid uzunluğu 2.60 mm olup, 1.41-4.83 mm arasında değişmektedir. Standart sapma 0.56 mm, varyasyon katsayısı % 21 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizlerinde ağaçlar içi ve ağaçlar arası traheid uzunluklarının % 99 güvenle heterojen olduğu sonucuna varılmıştır. Traheid uzunluğunun gövde boyunca değişimi için yapılan varyans analizlerinde ise yükseklikler arası ve yükseklikler içi varyans analizinde % 95 güvenle traheid uzunluklarının farklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Traheid boyu ile relatif yükseklikler (x_1) ve özden çevreye doğru uzaklıklar (x_2) arasındaki ilişki için bulunan eğrinin denklemi aşağıda verilmiştir.

$$Y = 1.57 + 0.177 x_1 + 0.258 x_2 - 0.00016 x_1^2 - 0.015 x_2^2$$

$$R = 0.58 \quad F = 150^{+++} \quad N = 305$$

Gövde boyunca yukarı doğru çıktıkça, % 50 relatif gövde yüksekliğine kadar traheid boyları artmakta, daha yükseklere doğru giderek azalma göstermektedir. Traheid boylarının özden çevreye doğru değişimi incelendiğinde; öze yakın kısımlarda kısa traheidlerin bulunduğu, çevreye doğru gidildikçe traheid boylarının uzadığı, kabuğa yakın kısımlarda da yine traheid boylarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Enine kesitlerde yapılan ölçmeler sonunda bulunan değerlere göre; traheidlerde teğet yöndeki ortalama çap 32.2 μ , standart sapma 5.75, varyasyon katsayısı % 18; ortalama lümen genişliği 23.3 μ , standart sapma 5.00, varyasyon katsayısı % 22; ortalama çift çeper kalınlığı 8.9 μ , standart sapma 1.85, varyasyon katsayısı % 20; mm^2 de ortalama traheid sayısı 1488, standart sapma 340, varyasyon katsayısı ise % 24 olarak bulunmuştur.

Radyal kesitlerde, ilkbahar ve yaz odunu traheidlerinde kenarlı geçitler genellikle tek sıralıdır. Geçitlerin ortalama çapı ilkbahar odununda 19.5 μ , yaz odununda 12.0 μ olarak tespit edilmiştir.

Teğet kesitte, tek sıralı öz ışınlarının hücre sayısı bakımından yükseklikleri 1-37 adet arasında değişmektedir. Ortalama hücre sayısı 15'dir. Öz ışınlarının ortalama yüksekliği 297 μ , genişliği 20 μ , mm^2 de öz ışını sayısı 30 adet olarak bulunmuştur.

Boyuna reçine kanallarının epitel hücre sayısı 5-15 adet arasında değişmekte, ortalama 9 adet olmaktadır. Teğet çapları 66.7 μ dur.

Enine reçine kanalları, boyuna kanallardan daha küçük olup, teğet kesitte enine çapları ortalama 37.5 μ dur. Enine reçine kanalları etrafındaki epitel hücre sayısı 5-10 hücre arasında değişmekte ve ortalama 7 adet olmaktadır. Dikimle yetiştirilen Doğu Lâdini anatomik özelliklerinin araştırma sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Kağıt özellikleri bakımından incelenen lif boyutlarına göre elde olunan değerler yardımıyla, bu yetiştirme muhitiindeki Doğu Lâdini liflerinin Keçeleşme oranı 81, Esneklik oranı 72, Runkel oranı 0.28, Rijidite katsayısı 14, I/R oranı ise 2.79 olarak bulunmuştur. Buna göre Belgrad Ormanı şartları altında yetiştirilen *Picea orientalis* lerden elde edilen örneklerde, lif yapısının kağıt özellikleri bakımından yüksek kalitede olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 10 : Dikimle yetiştirilen Doğu Lâdini araştırma sonuçları.

Table 10 : The results of the examinations of *Picea orientalis* grown in a plantation site.

Anatomik özellikler	İstatistik özellikler			
	N	\bar{X}	S	V (%)
Yıllık halka genişliği (mm)	110	6.45	1.760	27.22
Traheid uzunluğu (mm)	300	2.60	0.557	21.41
Traheid teğet çapı (μ)	365	32.20	5.75	17.88
Traheid teğet lümen genişliği (μ)	365	23.29	5.00	21.94
Traheid teğet çeper kalınlığı (μ)	365	8.86	1.85	19.78
mm^2 de traheid sayısı (adet)	72	1488	339.96	23.69
İlkbahar trah. kenarlı geç. çapı (μ)	211	19.49	2.52	12.92
Yaz trah. kenarlı geç. çapı (μ)	142	11.81	1.95	16.48
Öz ışını paranzim hücre sayısı (adet)	357	15	4.99	31.85
Öz ışını yüksekliği (μ)	71	297	57.83	19.48
Öz ışını genişliği (μ)	72	20	2.22	11.38
mm^2 de öz ışını sayısı (adet)	69	30	7.01	23.31
Boyuna reçine kanalı teğet çapı (μ)	69	66.75	15.15	22.69
Boyuna reçine kanalı radyal çapı (μ)	69	72.54	15.03	20.73
Boyuna reçine kan. epitel hüç. sayısı	69	9	2.02	22.21
Enine reçine kan. teğet çapı (μ)	67	37.56	8.63	22.97
Enine reçine kan. epitel hüç. sayısı	67	7	1.24	17.64

$$Y = 1.57 + 0.177 x_1 + 0.258 x_2 - 0.00016 x_1^2 - 0.015 x_2^2$$

$$R = 0.58 \quad F = 150^{+++} \quad N = 305$$

The length of the tracheids increase up to the half length of the stems, thereafter it decreases. Near the pith they are short, moving in the direction to the bark they first lengthen and thereafter, closer to the bark, they shorten again.

When examined on the cross sections the tangential diameter of the tracheids averaged 32.2 μ (sd 5.75 μ); the diameter of their lumen averaged 23.3 μ (sd 5.00). The number of tracheids per mm² averaged 1488 (sd 340).

In the radial section the bordered pits were generally in a single row in early, as well as in the late, wood. Their diameter was found to be 19.5 μ in the early wood, and 12.0 μ in the late wood.

As seen in the tangential section the rays were 1-37 cells in height (average 15 cells). The height of the rays averaged 297 μ , their width 20 μ ; their number per mm² was 30.

The number of the epithelial cells in the longitudinal resin canals varied between 5 and 15 (average 9). Their tangential diameter was 66.7 μ .

Transverse resin canals were smaller than the longitudinal canals: in tangential section their diameter (measured horizontally) was 37.5 μ ; the number of their epithelial cells varied between 5 and 10 (average 7).

To assess the wood as a raw material for paper production following values were calculated from the results of the examinations of the fibers for their morphological characteristics:

Felting Power (L/D)	: 81
Flexibility Ratio (d \times 100/D)	: 72
Runkel Ratio (2 W/d)	: 0.28
Coefficient of Rigidity (W \times 100/D)	: 14
Reciprocal Specific Gravity (1/SG)	: 2.79

As indicated by these values *Picea orientalis* grown in Belgrad Forest, near Istanbul, produces wood highly suitable for paper production.

KAYNAKLAR

- BOZKURT, Y. 1971. Lif Morfolojisi üzerine denemeler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Sayı 1, S. 70-93.
- ERASLAN, İ. 1947. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link ve Carr) nin teknik vasıfları ve kullanma yerleri hakkında araştırmalar. Or. Gn. Müd. Yay. Özel sayı 54.
- FENGEL, D. - STOLL, M. 1973. Über die veränderungen des zellquerschnitts, der dicke der zellwand und der wandschichten von fichtenholz-tracheiden innerhalb eines Jahres. Holzforschung, 27, 1-7.

SOME ANATOMICAL PROPERTIES ORIENTAL SPRUCE (*Picea orientalis* L. Link.) GROWN IN A PLANTATION SITE NEAR ISTANBUL

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT
Prof. Dr. Yener GÖKER
Doç. Dr. Nurgün ERDİN

SUMMARY

On a series of 8 oriental spruce (*Picea orientalis*) trees grown in Belgrad Forest, near Istanbul-outside of the area of natural distribution-tracheid dimensions were measured and some other anatomical features examined. The trees were planted in 1956 and felled in 1985. They all had straight stems (dbh more than 20 cm). For the examination 5 cm thick disc was obtained with 4 m distance from each other starting at the ground level up to the 10 cm diameter point at the stems. The examinations were made on 2 cm-wide strips cut in North-South direction from the discs. The width of the growth rings, and the late wood portion of it, were measured using Brinell microscope. Maceration of the tissues were done according to Jeffrey's method (nitric acid and chromic acid). For the measurements under microscope a Reichert Visopan projection microscope and other microscopes were used.

The width of the growth rings averaged 6.45 mm (sd 1.76 mm); the late wood portion of it was 25.8 % (sd 8.8 %). It appears that the annual rings were rather wide, which is probably the result of the wide distances left between the trees on the plantation site.

In the transverse section the transition from early to late wood was gradual. The resin canals, seen within the wood close to the limit of the growth ring, were round or radial-elliptic; the epithelial cells around them had thick walls.

In radial section the ray-parenchyma cross fields contained piceoid pits. In tangential section the rays were generally uniseriate, or fusiform containing a resin canal.

The length of the tracheids averaged 2.60 mm (sd 0.56 mm; range of variation 1.41 to 4.83 mm). Variance analyses showed that tracheid lengths differed within and between trees examined (99 % confidence level). They also varied within the stems along the axis and in the radial direction from the pith to the periphery (95 % confidence level).

The equation found to express the relationship between the length of the tracheids (y) and their relative height on the stem (x₁) and their distance from the pith to the bark (x₂) is given below:

- FRIMPONG-MENSAH, K. 1987. Fibre length and basic density variation in the wood of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) from northern Norway. *Norsk institut for Skogforskning*, 40.1
- OR. AR. ENST. 1989. Doğu Lâdini. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları el kitabı dizisi*, 5.
- SACHSSE, H. 1981. Holzeigenschaften der Omorika-Fichte von einem Göttingen Muschelkalk-Standort. *Forstarchive*, 52, 93-96.
- SACHSSE, H. 1982. Holzeigenschaften der weissfichte *Picea glauca* (Moench) woss aus einem westdeutschen versuchsanbau. *Forstarchive* 53, 21-25.
- SCHMIDT-VOGHT, H. 1986. Die Fichte. Band II/1. Verlag Paul Parey. Hamburg.
- SCHULTZE-DEWITZ, G. 1959. Variation und Häufigkeit der Faserlänge der Fichte. *Holz-alls-Roh und werkstoff* 17, 8, S. 319-326.
- TOPÇUOĞLU, M. 1985. Doğu Lâdini (*Picea orientalis* (L.) Carr.) odununun iç morfolojisi üzerine araştırmalar. *Orm. Araş. Enst. yayınları Tek. Bül.* 134.
- WAGENFUHR-SCHEIBER, 1985. *Holzatlas*. Veb Fachbuchverlag Leipzig.