

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BÄND
TOME

56

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

2006

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



DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis Lipsky.*) İNCE ÇAPLI GÖVDE HACIM TABLOSU

Y. Doç. Dr. Eyyüp ATICI¹⁾

Kısa Özet

Doğu kayını ormanlarımızın gençlik ve sıklık çağı meşcerelerinde hacim ve hacim artımının orman hasılatı, orman amenajmanı, ormancılık işletme ekonomisi ve silvikültür çalışmaları açısından belirlenmesi gerekli olabilmektedir. Bu tür hacim hesaplarının yapılabilmesi için hacim tablolarından yararlanılmaktadır. Hacim tabloları, genellikle çapı 8 cm'den daha küçük ağaçların hacmini vermemektedir.

Bu araştırmada, ülkemizde önemli bir doğal yayılışı olan doğu kayını için tek ve çift girişli ince çaplı gövde hacim tabloları düzenlenmiştir. Tabloların düzenlenmesinde 13 farklı matematik model denenmiş ve bunların istatistik açıdan kritiği yapılarak modeller içerisinde verilere en uygun olanı tercih edilmiştir. Ayrıca bu ormanlarda kullanılmak üzere kabuksuz-kabuklu göğüs çapı ve kabuksuz-kabuklu hacim ilişkileri de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu kayını, Hacim tablosu, Hacim denklemleri

1. GİRİŞ

Ormanlar topluma ekonomik, sosyal ve kültürel birçok değer üretmektedir. Bu değerler; toprak koruma, estetik, hidroloji, iklimatik, toplum sağlığı, doğayı koruma, rekreasyon, ulusal savunma, bilimsel ve orman ürünleri üretimi biçiminde sıralanabilir. Ormanlar üretim işleviyle, toplumun odun hammadmesine olan talebini karşılandığı gibi orman işletmelerinin faaliyetlerini sürdürülmesi temin eden ekonomik kaynağı da sağlamaktadır. Odun üretimi başta tomruk olmak üzere maden direği, tel direği, sanayi odunu, sırtık, çubuk, yakacak odun biçiminde sıralanabilir. Üretimin yapıldığı işletme sınıflarında orman işletme ekonomisi, orman amenajmanı, orman hasılatı ve silvikültür açısından çapı 8 cm'den daha ince ağaçların hacimlerinin hesabı gerekebilmektedir. Özellikle gençlik ve sıklık çağındaki kayını meşcerelerinde hacim gelişiminin ve bu tür meşcerelerden elde edilecek odun ham maddesi miktarının belirlenmesi için tek ağaç veya meşcere hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Tek ağaç hacmi farklı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu yöntemlerden biri de hacim tablolarının kullanılmasıdır. Çift girişli gövde hacim tablolarında bir ağaç için yapılan tahminde % ± 15 , hatta % 36'ya kadar ulaşan hatalar görülebilmektedir. Ancak çok sayıdaki ağacın hacimlendirilmesi durumunda ortalama hata %5-8 kadar düşülebilmektedir (KALIPSIZ 1993).

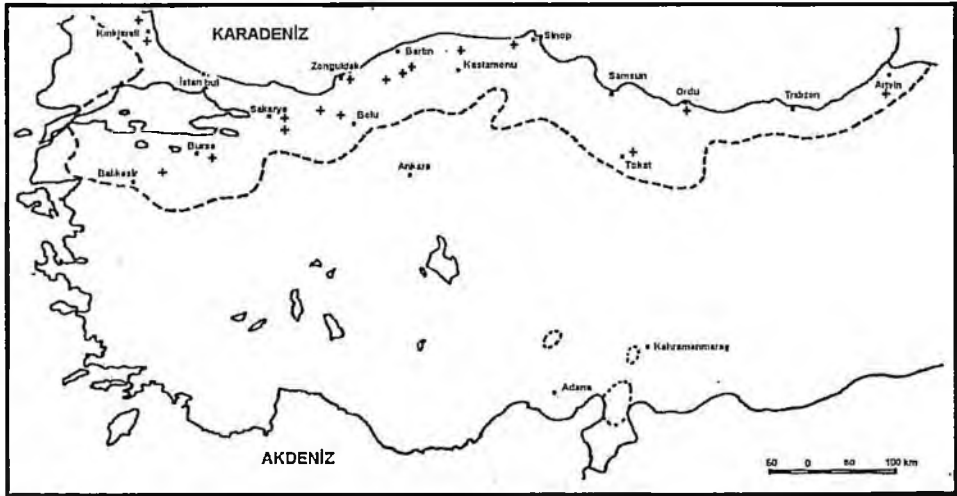
¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı

Bu çalışmada iğkemiz yapraklı ormanlar içerisinde önemli payı bulunan Doğu Kayını için tek ve çift girişli ince çaplı kabuklu gövde hacmı tabloları hazırlanmıştır. Tablonun hazırlanmasında 2453 adet ölçüden yararlanılmıştır. Hacmın göğüs çapı, göğüs çapı ve ağaç boyu ile gösterdiği ilişkiyi yansıtabilecek en uygun hacim modelinin belirlenmesi için 13 farklı matematik modelin kritiği yapılmıştır. Modeller içerisinde istatistik açıdan en uygun olanları seçilerek tablolar hazırlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Araştırma Materyali

Tabloların düzenlenmesinde 2453 adet kayın ağacının göğüs çapı (cm), boy (m) ve hacim (m^3) ölçüleri kullanılmıştır. Verilerin 1070 adedi, farklı yetişme ortamı ve sosyal gövde sınıflarından seçilen 223 adet kayın ağacının 5'şer yıllık periyotlar halinde yapılan gövde analizlerinden elde edilmiştir (ATICI 1998). 1363 adet ölçü ise KALIPSIZ (1962) tarafından Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı arşivinden seçilerek alınmış ölçülerdir. Tabloların düzenlenmesinde kullanılan materyalin alındığı yerler Şekil 1' de, bu ölçülerin 1 cm 'lik çap ve 1 m'lik boy basamaklarına dağılımı ise Tablo 1' de verilmiştir.



Şekil 1 : Doğu Kayınının Türkiye'deki Doğal Yayılış Alanı (ALEMDAĞ 1963)
+ Örnek Alanların Alındığı Yerler --- Kayın Ormanlarının Yayılış Alanı

Figure 1 : Natural Range of Beech in Turkey
+ Points Where Samples were taken --- Border of Natural Range of Beech Forests

Table 1 : Kayın Hacim Tablosunun Düzenlenmesinde Kullanılan Ağaçların Çap-Boy Basamaklarına Dağılımı

Table 1 : Distribution of Beech Trees According to Diameter-Height Classes

Boy (m) Height	Göğüs Çapı (cm)- Diameter at Breast Height																Toplam Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Adet Number	% Percentage
2	70	5	1														76	3.10
3	67	91	7	2													167	6.81
4	2	75	58	9	7												151	6.16
5		15	84	43	9	5											156	6.36
6		1	39	61	47	8	3	1									160	6.52
7			6	39	56	32	11	3	1	2							150	6.11
8			3	18	46	46	27	16	2		2	1					161	6.56
9			1	7	30	42	28	20	11	4	1	2	1				147	5.99
10				2	11	31	40	33	19	10	7	2		3	1	1	160	6.52
11					2	15	37	37	24	10	11	7	5	2	1		151	6.16
12						2	17	24	28	26	14	8	7	4	4	3	137	5.58
13						4	7	27	30	25	20	9	8	7	9	3	149	6.07
14							3	6	33	21	16	12	10	5	7	5	118	4.81
15								4	16	29	17	20	12	9	6	5	118	4.81
16								3	6	19	17	17	13	10	14	8	107	4.36
17									3	2	20	12	11	7	9	8	72	2.94
18									2	4	6	12	16	6	9	10	65	2.65
19									1	1	5	10	14	16	6	7	60	2.45
20											1	6	9	19	16	3	54	2.20
21										1		4		10	9	10	34	1.39
22												4	3	9	6		22	0.90
23											1	1	2	7	7		18	0.73
24												2	1		5	3	11	0.45
25															2	3	5	0.20
26															1	2	3	0.12
27																1	1	0.04
Toplam Adet Total Number	139	187	199	181	208	185	173	174	176	154	138	124	112	103	115	85	2453	
% Percentage	5.7	7.6	8.1	7.4	8.5	7.5	7.1	7.1	7.2	6.3	5.6	5.1	4.6	4.2	4.7	3.5		100.00

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Kabuksuz-Kabuklu Göğüs Çapı İlişkisi

Hacım tablosunun düzenlenmesinde kullanılan verilerin bir bölümü gövde analizlerinden kabuksuz çap- kabuksuz hacim ölçüleri biçimde elde edilmiştir. Bu verilerin kabuklu çap-kabuklu hacim ölçülerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Kabuksuz çap ölçüleri, 1340 adet kabuksuz-kabuklu çap ölçüsüyle belirlenen,

$$d_{kbl} = a_0 + a_1 d_{kbz} \quad (1)$$

ilişkisiyle kabuklu çapa dönüştürülmüştür. Modele ait regresyon analizi istatistikleri Tablo 2'de verilmiştir. Aynı zamanda Doğu Kayını ormanlarında kullanılmak üzere kabuksuz-kabuklu göğüs çapı tablosu da düzenlenmiştir (Tablo 3). Tablo 60 cm çapa kadar hazırlanmıştır. Diğer çaplar için gerekli hesaplamaları formül 1 kullanılarak yapmak mümkündür.

Tablo 2 : Kabuksuz-Kabuklu Göğüs Çapı İlişkisine Ait İstatistikler

Table 2 : Statistics for Relationship Between Diameter Inside and Outside Bark at Breast Height

Denklem Katsayıları Equation Coefficients	Standart Hata Standart Error	Katsayıların % 95' lik güven sınırları Alt 95% confidence limits of coefficients Lower	Üst Upper
$a_0 = 0,136$	0,020	0,09677	0,17523
$a_1 = 1,050$	0,001	1,04804	1,05196
Korelasyon katsayısı ve %95'lik güven sınırları Correlation coefficient and 95% confidence limits	$B = r^2 = 0,9995$	$r_{alt} = 0,9993$ $r = 0,9995$ $r_{üst} = 0,9996$	
Korelasyon katsayısının sıfır olma olasılığı için t ve z testi t and z tests for probability of being zero of correlation coefficient	$t_r = 450,375^{***} > t_{0,001; 222} = 3,336$ $z_r = 58,938^{***} > z_{0,0003; 222} = 4,0$		
Modelin uygunluk testi Fitness test of the model	$F = 2502830,4^{***} > F_{0,001; 1; 1339} = 10,8755$		
Örnek büyüklüğü (n) Sample Size	1340		

Tablo 3 : Kabuksuz Göğüs Çaplarına Karşılık Ortalama Kabuklu Göğüs Çapları

Table 3 : Average Diameter Outside Bark at Breast Height According to Diameter Inside Bark at Breast Height

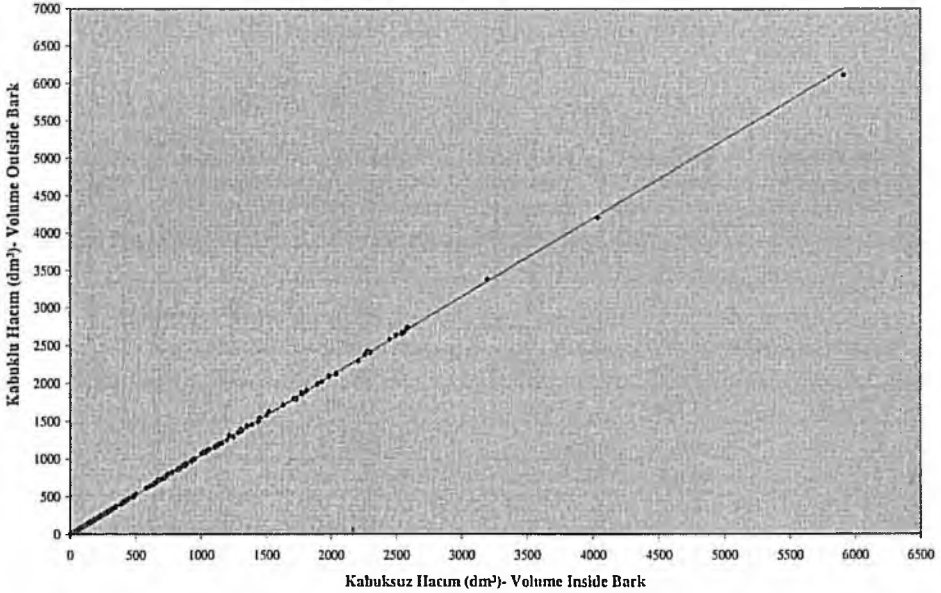
Kabuksuz Çap (cm) Diameter with Inside Bark	Kabuklu Çap (cm) Diameter with Outside Bark	Kabuksuz Çap (cm) Diameter with Inside Bark	Kabuklu Çap (cm) Diameter with Outside Bark	Kabuksuz Çap (cm) Diameter with Inside Bark	Kabuklu Çap (cm) Diameter with Outside Bark
1	1.186	21	22.186	41	43.186
2	2.236	22	23.236	42	44.236
3	3.286	23	24.286	43	45.286
4	4.336	24	25.336	44	46.336
5	5.386	25	26.386	45	47.386
6	6.436	26	27.436	46	48.436
7	7.486	27	28.486	47	49.486
8	8.536	28	29.536	48	50.536
9	9.586	29	30.586	49	51.586
10	10.636	30	31.636	50	52.636
11	11.686	31	32.686	51	53.686
12	12.736	32	33.736	52	54.736
13	13.786	33	34.786	53	55.786
14	14.836	34	35.836	54	56.836
15	15.886	35	36.886	55	57.886
16	16.936	36	37.936	56	58.936
17	17.986	37	38.986	57	59.986
18	19.036	38	40.036	58	61.036
19	20.086	39	41.086	59	62.086
20	21.136	40	42.136	60	63.136

3.2 Kabuksuz-Kabuklu Gövde Hacm İlişkisi

Tabloların düzenlenmesinde kullanılan 1070 adet veri gövde analizleriyle elde edilen kabuksuz hacim değerleridir. Bu değerlerin kabuklu hacim değerlerine dönüştürülmesi için, 206 adet kabuklu - kabuksuz gövde hacmi ölçüsünden yararlanılmıştır. Bu ölçüler için 2 nolu matematik model kullanılarak noktalar dağılımı dengelenmiştir. İlişkiye ait grafik ve istatistikler aşağıda verilmiştir (Şekil 2, Tablo 4).

$$V_{kbl} = 1.049756 V_{kbz}$$

(2)



Şekil 2 : Kabuksuz-Kabuklu Hacım İlişkisi
Figure 2 : Relationship between Volume Inside and Outside Bark

3.3 Hacım Tablolarının Düzenlenmesi

Hacım tablolarının düzenlenmesinde grafik ve matematik yöntemlerden yararlanır. Grafik yöntemde ortalama hacım eğrisi el yordamıyla belirlenir. Bu durum ise ortalama eğriyi çizen araştırmacılara göre hacım eğrisinin farklı noktalardan geçmesine neden olabilmektedir. Matematik yöntemde ise hacım eğrisi bir matematik modelle temsil edilmekte ve model katsayıları ise regresyon analiziyle belirlenmektedir. Hacım eğrisi için bir çok farklı model önerilmektedir (CLUTTER *et al.* 1983; FIRAT 1973; KALIPSIZ 1993; KRAMER/AKÇA 1987; LOETCH *et al.* 1973; ZÖHRER 1980).

Araştırmada, tek ve çift girişli hacım tablosunun hazırlanmasında 13 farklı matematik model denenmiştir (Tablo 5 ve 8).

3.3.1 Tek Girişli Gövde Hacım Tablosunun Düzenlenmesi

Tablonun hazırlanması amacıyla 6 farklı matematik model denenmiştir (Tablo 5). Model katsayıları ve istatistikleri SPSS paket programının Nonlinear regresyon analizi işlemiyle belirlenmiştir (Tablo 6) (NORUSIS 1993). Modellerde yer alan sembollerin anlamları aşağıda gösterilmiştir.

V : Gövde hacmi (dm^3) d : Göğüs çapı (cm) a_0, a_1, a_2 : Model katsayıları

Tablo 4 : Kabuklu-Kabuksuz Hacim İlişkisine ait istatistikler
Table 4 : Statistics for Relationship between Volume Inside and Outside Bark

Denklem Katsayıları Equation Coefficients	Standart Hata Standart Error	Katsayıların % 95' lik güven sınırları Alt 95% confidence limits of coefficients Lower	Üst Upper
$a_0 = 1.049756$	0.00071421	1.048356	1.051156
Korelasyon katsayısı ve %95'lik güven sınırları Correlation coefficient and 95% confidence limits	$B = r^2 = 0.9995$	$r_{alt} = 0.9993$ $r = 0.9995$ $r_{üst} = 0.9996$	
Korelasyon katsayısının sıfır olma olasılığı için t ve z testi t and z tests for probability of being zero of correlation coefficient	$t_r = 450.375^{***} > t_{0.001; 222} = 3.336$ $z_r = 58.938^{***} > z_{0.0003; 222} = 4.0$		
Modelin uygunluk testi Fitness test of the model	$F = 2160350.96^{***} > F_{0.001; 1; 222} = 10.826$		
Örnek büyüklüğü (n) Sample Size	206		

Tablo 5 : Tek Girişli İnce Çaplı Gövde Hacim Tablosunun Hazırlanmasında Kullanılan Modeller

Table 5 : Models Used for Constructing the Thin Diameter Volume Table for Single Entry

Model No Model No	Matematik Model Mathematical model	Araştırmacı Researcher
1	$V = a_0 + a_1 d^2$	KOPETZKY-GERHART
2	$V = a_0 d + a_1 d^2$	DISSESCU-MEYER
3	$V = a_0 + a_1 d + a_2 d^2$	HOHENADL-KRENN
4	$V = a_0 d^{0.1}$	BERKOUT
5	$\ln V = a_0 + a_1 \ln d + a_2 (1/d)$	BRENAC
6	$\ln V = a_0 + a_1 \ln d + a_2 \ln^4 d$	HOFFMANN

Denenen modeller içerisinde BRENAC'a ait 5 nolu model en düşük hata varyansına ve en yüksek belirtme katsayısı değerine sahiptir. Ayrıca F istatistiğine göre hacim modelininin verilere uygunluğu da diğer modellere göre en büyük değere sahiptir (Tablo 6). Bu nedenle hacim tablosunun düzenlenmesinde 5 nolu hacim modeli kullanılmıştır.

Tablo 6 : Tek Girişli İnce Çaplı Gövde Hacım Tablosunun Düzenlenmesinde Denenen Modellere ait Katsayı ve İstatistikler

Table 6 : Coefficients and Statistics for the Models Examined for Constructing the Thin Diameter Volume Table for Single Entry

Model No Model No	Model Katsayıları Model coefficients			İstatistikler Statistics		
	a_0	a_1	a_2	s_e	R^2	F
1	-10.193279	0.65766647	-	18.3592	0.9194	16675.63***
2	-3.408042	0.84100129	-	17.3150	0.9283	18857.24***
3	7.026349	-5.00115139	0.914727	17.1535	0.9296	19230.60***
4	0.1296578	2.56748044	-	17.1955	0.9293	19131.70***
5	-2.767331	2.80173555	1.075318	0.2187	0.9887	205395.02***
6	-3.640282	3.3980041	-0.011708	17.0762	0.9303	19413.21***

***: P=0.001 güven düzeyinde anlamlı

Bu model, kayın tek ağaç gövde hacminin (dm^3) logaritmasını, göğüs çapına (cm) göre vermektedir. Gerçek gövde hacminin hesaplanabilmesi için elde edilen logaritmik değerin antilogaritması alınmalıdır. Hacım değerleri, model katsayılarının belirlenmesinde hacım ve çap ölçülerinin logaritmaları alınarak hesaplanması nedeniyle oluşan sistematik bir hatayla yüküldür. Bu nedenle bir miktar eksiktir. Bu hatanın giderilmesi için antilogaritması alınarak bulunan gövde hacım değerlerinin düzeltme faktörü ile çarpılması gerekir (SPURR 1952, ALEMDAĞ 1962, AKALP 1978). Bu ilişki için düzeltme faktörü,

$$f_1 = e^{0.5 * s_e^2} = 2.718282^{0.5 * 0.04783} = 1.024203 \quad (3)$$

biçiminde hesaplanmıştır (MEYER 1938). 5 nolu hacım modeli,

$$V = f_1 * e^{a_0 + a_1 \ln d + a_2 (1/d)} \quad (4)$$

$$V = 1.024203 * e^{-2.767331359 + 2.801735556 \ln d + 1.075318231 (1/d)} \quad (5)$$

biçiminde kullanılarak tek girişli ince çaplı gövde hacım tablosu düzenlenmiştir (Tablo 7, Şekil 3). Tek girişli gövde hacım tabloları belirli bir ağaç türü- yetiştirme ortamı ve meşcere tipi için hazırlanmaktadır (KALIPSIZ 1993). Tablodan belirli bir çapa karşılık alınan hacım değerinin ortalama olarak hangi boya karşılık geldiğini belirlemek için çap-boy ilişkisi araştırılmıştır (Şekil 4). Bu ilişki,

$$h = d^2 / (0.830905153 + 0.538852452 d + 0.022341283 d^2) + 1.3 \quad (6)$$

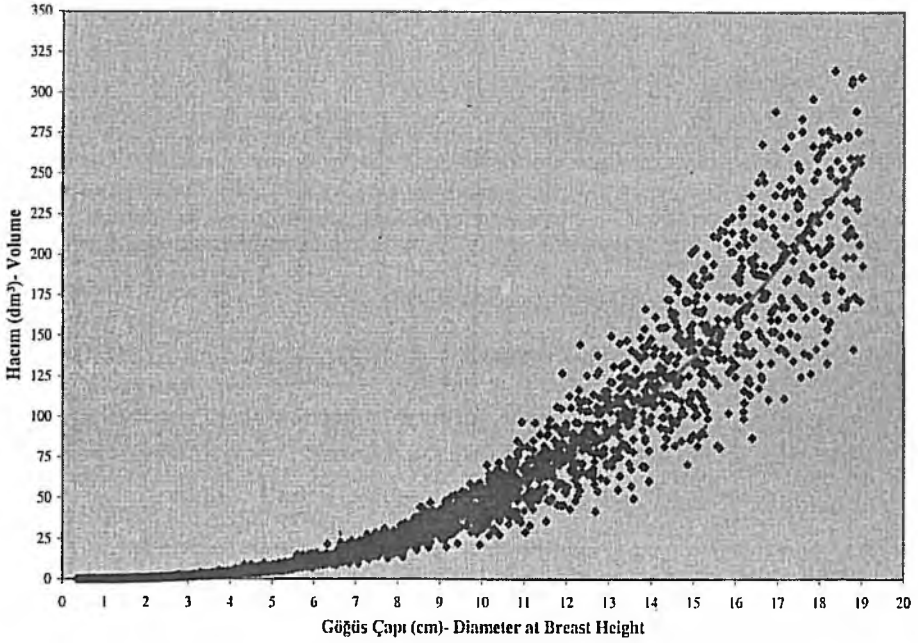
$$n = 2651 \quad R^2 = 0.8477$$

biçiminde bir modelle dengelenmiştir. Bu ilişkiden hesaplanan ortalama boylar tablo 7' de verilmiştir. Tablonun uygulamada kullanılabilmesi için meşcere aritmetik orta çapına karşılık tablodan alınan boy ile meşcere aritmetik orta boyu karşılaştırılmalıdır. Karşılaştırma sonucunda boylar arası önemli bir fark bulunmuyorsa hacim tablosu ilgili meşcerede kullanılabilir. Tablonun uygulamada kullanılıp kullanılmayacağı istatistik testler aracılığıyla da denetlenebilmektedir (KALIPSIZ 1981).

Tablo 7 : Tek Girişli İnce Çaplı Doğu Kayını Gövde Hacim Tablosu

Table 7 : Thin Diameter Stem Volume Table of Beech Tree for Single Entry

Göğüs Çapı (cm) Diameter at Breast Height	Ortalama Boy (m) Average Height	Kabuklu Gövde Hacmi (dm ³) Stem Volume Outside Bark	Göğüs Çapı (cm) Diameter at Breast Height	Ortalama Boy (m) Average Height	Kabuklu Gövde Hacmi (dm ³) Stem Volume Outside Bark
0,50	1,53	0,08	10,50	13,62	51,78
1,00	2,02	0,19	11,00	14,09	58,71
1,50	2,63	0,41	11,50	14,55	66,21
2,00	3,30	0,77	12,00	15,00	74,31
2,50	4,00	1,29	12,50	15,43	83,02
3,00	4,70	2,00	13,00	15,85	92,35
3,50	5,40	2,93	13,50	16,27	102,34
4,00	6,09	4,09	14,00	16,67	112,99
4,50	6,76	5,53	14,50	17,06	124,34
5,00	7,42	7,25	15,00	17,44	136,39
5,50	8,07	9,28	15,50	17,81	149,17
6,00	8,69	11,66	16,00	18,17	162,69
6,50	9,31	14,39	16,50	18,53	176,98
7,00	9,90	17,50	17,00	18,87	192,05
7,50	10,48	21,01	17,50	19,21	207,92
8,00	11,04	24,95	18,00	19,53	224,61
8,50	11,58	29,34	18,50	19,85	242,14
9,00	12,11	34,20	19,00	20,17	260,53
9,50	12,63	39,54	19,50	20,47	279,79
10,00	13,13	45,39	20,00	20,77	299,94



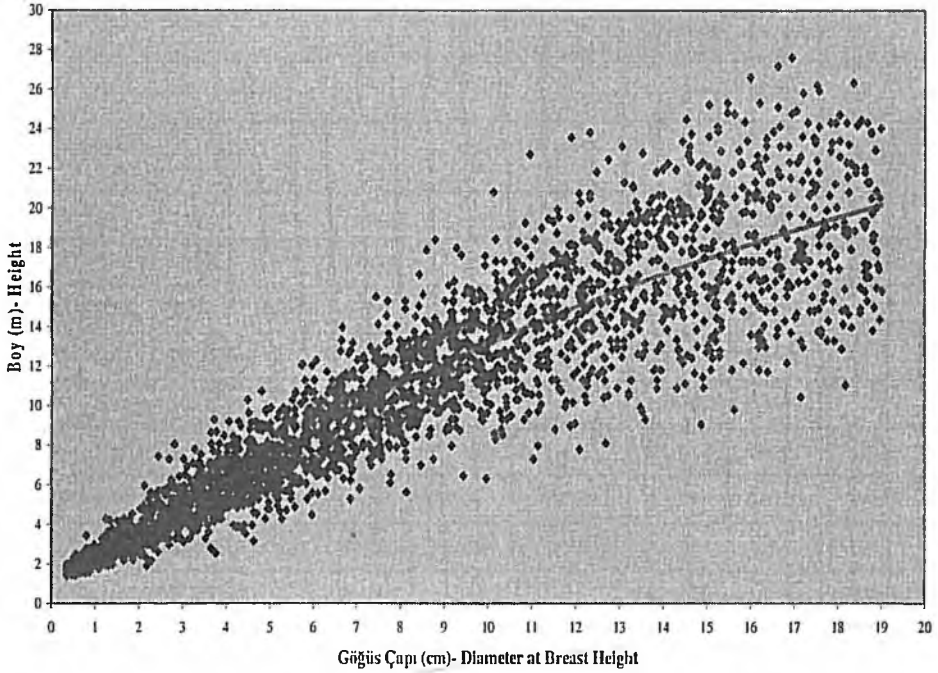
Şekil 3 : Tek girişli gövde hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan çap-hacim ölçüleri ve regresyon eğrisi
 Figure 3 : Regression curves and diameter-volume data used for constructing volume table for beech tree for single entry

3.3.2 Çift Girişli Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Çift girişli gövde hacim tablosunun hazırlanmasında 7 farklı model denenmiştir (Tablo 8). Modellerdeki ilişkiyi belirleyen katsayılar ve istatistikleri SPSS for Windows paket programın Nonlinear regresyon analiziyle belirlenmiştir (Tablo 9) (NORUSIS 1993). Modellerde yer alan sembollerin anlamları aşağıda gösterilmiştir.

V : Gövde hacmi (dm³)
 h : Ağaç boyu(m)

d : Göğüs çapı (cm)
 a₀, a₁, a₂, a₃, a₄, a₅ : Model katsayılarını



Şekil 4 : Doğu kayını tek girişli ince çaplı gövde hacim tablosunun hazırlanmasında kullanılan çap-boy ölçüleri ve regresyon eğrisi

Figure 4 : Regression curves and diameter- height data used for preparing thin diameter-volume table for beech tree for single entry

Tablo 8 : Çift girişli doğu kayını gövde hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan hacim modelleri

Table 8 : Models used for constructing the thin diameter volume table for double entry for beech trees

Model No Model No	Matematik Model Mathematical Model	Araştırmacı Researcher
7	$V = a_0 + a_1 d^2 + a_2 d^2 h + a_3 h^2 + a_4 d h^2$	NÄSLUND
8	$V = a_0 + a_1 d + a_2 d h + a_3 d^2 + a_4 h + a_5 d^2 h$	SPURR
9	$V = a_0 + a_1 d + a_2 d h + a_3 d^2 + a_4 d^2 h$	A.W.MEYER
10	$V = d^2 (a_0 + a_1 h)$	OGAYA
11	$V = (d^2 h) / (a_0 + a_1 d)$	TAKATA
12	$V = a_0 d^{a_1} h^{a_2}$	SCHUMACHER-HALL
13	$\ln V = a_0 + a_1 \ln d + a_2 \ln^2 d + a_3 \ln h + a_4 \ln^2 h$	PRODAN

Tablo 9 : Çift girişli ince çaplı gövde hacım tablosunun düzenlenmesinde denenen modellere ait katsayı ve istatistikler**Table 9 : Coefficients and statistics for models examined for constructing the thin diameter volume table for double entry**

Model No Model No	Model Katsayıları Model coefficients						İstatistikler Statistics		
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	s_e	R^2	F
7	1.925902	0.095802	-0.004211	0.013677	0.000842	-	0.6004	0.9857	134471***
8	11.22131	2.548285	0.967099	-0.030613	-7.793613	-0.019659	9.049	0.9804	35696***
9	0.297584	-0.053949	0.019192	-0.005368	0.034028	-	7.209	0.9875	56499***
10	0.004467	0.034619	-	-	-	-	7.229	0.9875	56177***
11	27.53698	0.072294	-	-	-	-	7.212	0.9875	56448***
12	0.038022	1.960374	1.007583	-	-	-	7.211	0.9876	56463***
13	-1.842803	1.564922	0.100731	0.196060	0.150762	-	0.1466	0.9949	228900***

***: P=0.001 güven düzeyinde anlamlı

Denenen bu modeller içerisinde PRODAN (1965) tarafından önerilen 13 nolu model en düşük hata varyansına ve en yüksek belirtme katsayısı değerine sahiptir. Ayrıca F istatistiğine göre hacım modelininin verilere uygunluğu da diğer modellere göre en büyük değere sahiptir (Tablo 8). Bu nedenle hacım tablosunun düzenlenmesinde 13 numaralı model kullanılmıştır.

Bu model, Doğu Kayını tek ağaç kabuklu gövde hacmini (dm^3), çap (cm) ve boya (m) göre logaritmik miktarını vermektedir. Gerçek gövde hacminin hesaplanabilmesi için elde edilen logaritmik değerlerin antilogaritması alınmalıdır. Ancak model katsayıları hacım, çap ve boy ölçülerinin logaritmaları alınarak hesaplanmasından dolayı sistematik bir hatayla yüküldür. Bu nedenle elde edilen sonuçların düzeltme faktörüyle çarpılması gerekmektedir. Bu ilişki için düzeltme faktörü (f_2),

$$f_2 = e^{0.5 \cdot s_e^2} = 2.718282^{0.5 \cdot 0.02151} = 1.010813 \quad (7)$$

olarak hesaplanmıştır. Böylece 13 nolu hacım modeli,

$$V = f_2 \cdot e^{a_0 + a_1 \ln d + a_2 \ln^2 d + a_3 \ln h + a_4 \ln^2 h} \quad (8)$$

$$V = 1.010813 \cdot e^{-1.842803286 + 1.564922274 \ln d + 0.100731333 \ln^2 d + 0.196060471 \ln h + 0.150762127 \ln^2 h} \quad (9)$$

biçiminde kullanılarak çift girişli ince çaplı doğu kayını kabuklu gövde hacım tablosu düzenlenmiştir (Şekil 5, Tablo 10).

3.3.3 Hacim Tablosunun Kontrolü

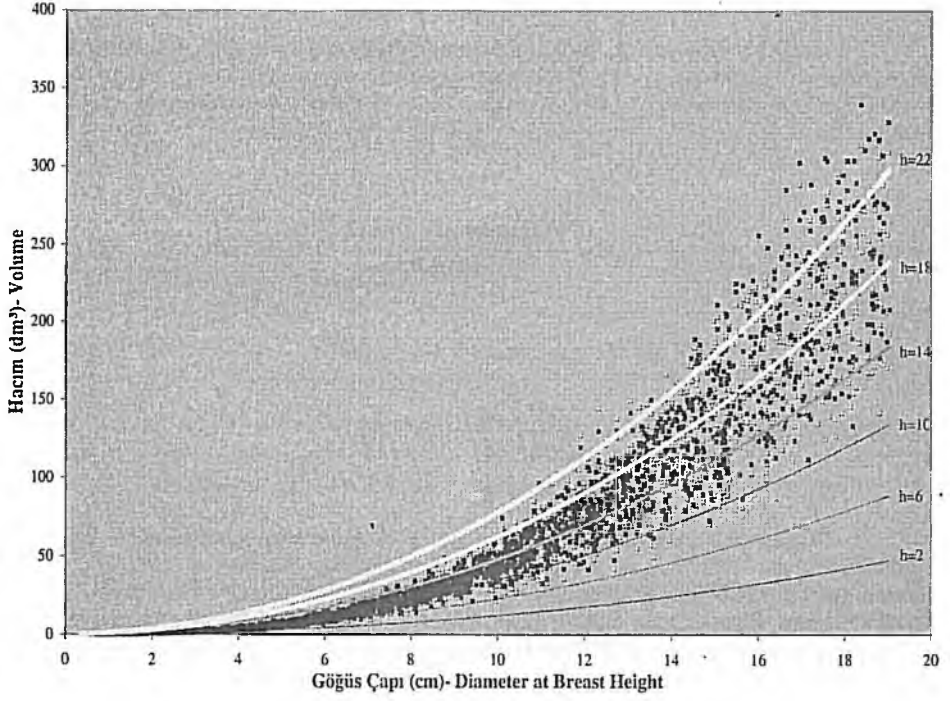
Çift girişli ince çaplı gövde hacim tablosunu kullanmadan önce doğruluk derecesinin ve hata yüzdelerinin saptanması gerekir. Tablonun toplam hata ve ortalama hata miktarları formül 9 ve 10 (V_T =Tablo Hacmi- dm^3 , V =Gerçek Hacim- dm^3) yardımıyla hesaplanmıştır (KALIPSIZ 1993).

$$\text{Toplam hata (\%)} P_V = \frac{\sum V_T - \sum V}{\sum V} 100 = \frac{135890.69 - 133016.44}{133016.44} 100 = \% 2.16 \quad (10)$$

$$\text{Mutlak hata (\%)} P_V = \frac{\sum |V_T - V|}{\sum V} 100 = \frac{10817.32}{133016.44} 100 = \% 8.13 \quad (11)$$

Toplam hata, tablo aracılığıyla yapılacak çok sayıda ağaç ($n > 30$) hacim tahmininde düşülebilecek hata miktarını da göstermektedir. Bu bakımdan düzenlenen tablonun toplam hatasının oldukça küçük olduğu görülmektedir. Tablonun Mutlak hatası ise literatürde belirtilen doğruluk derecesi yüksek hacim tabloları için verilen %10 değerinden küçük çıkmıştır (SPURR 1952). Düzenlenen tablonun, SARAÇOĞLU (1988) tarafından göknar için düzenlenmiş ince çaplı çift girişli gövde hacim tablosuyla karşılaştırılması aşağıda olduğu gibidir.

Ağaç Türü	Örnek Büyüklüğü	Korelasyon Katsayısı	Toplam Hata (%)	Mutlak Hata (%)
Kayın	2652	0.9949	2.16	8.13
Göknar	1966	0.9891	6.73	-0.00046



Şekil 5 : Hacım tablosunun düzenlenmesinde kullanılan veriler ve 13 nolu modelin belirli boy basamaklarına göre hacim eğrileri

Figure 5 : Data used for constructing volume table and volume curves with respect to specific height classes

0 : Çift Girişli İnce Çaplı Doğu Kayını Gövde Hacım Tablosu
 0 : Stem Volume Table for Double Entry for Thin Diameter Beech Trees

Ağaç Boyları (m) – Tree Height																												
1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	
Kabuklu Gövde Hacımı (dm ³) - Stem Volume Outside Bark																												
0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3																							
0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1																		
1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4											
		2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2									
			3,8	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6	5,9	6,3	6,7	7,1	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2								
					6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	8,9	9,5	10,0	10,5	11,1	11,6	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7						
							10,0	10,7	11,4	12,1	12,8	13,5	14,2	14,9	15,7	16,4	17,2	18,0	18,8	19,5	20,3	21,1	22,0	22,8	23,6	24,5		
									14,8	15,7	16,6	17,5	18,5	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,5	27,5	28,6	29,6	30,7	31,8		
										19,8	21,0	22,2	23,4	24,6	25,8	27,1	28,3	29,6	30,9	32,2	33,5	34,8	36,1	37,5	38,9	40,3		
											26,0	27,5	28,9	30,4	31,9	33,5	35,0	36,6	38,2	39,8	41,4	43,0	44,7	46,4	48,1	49,8		
												33,3	35,1	37,0	38,8	40,7	42,5	44,4	46,4	48,3	50,3	52,3	54,3	56,3	58,4	60,5		
													42,0	44,2	46,4	48,6	50,9	53,2	55,5	57,8	60,1	62,5	64,9	67,4	69,8	72,3		
															54,8	57,4	60,1	62,8	65,5	68,2	71,0	73,8	76,7	79,5	82,4	85,4		
																67,0	70,1	73,3	76,4	79,6	82,9	86,2	89,5	92,8	96,2	99,7		
																	81,1	84,7	88,4	92,1	95,8	99,6	103,5	107,4	111,3	115,2		
																			101,3	105,6	109,9	114,2	118,6	123,1	127,6	132,1		
																					120,1	125,0	130,0	135,0	140,0	145,1	150,3	
																						141,3	146,9	152,5	158,3	164,0	169,9	
																						158,7	165,0	171,4	177,8	184,3	190,9	
																						177,4	184,4	191,5	198,7	205,9	213,2	

DOĞU KAYINI İNCE ÇAPLI GÖVDE HACIM TABLOSU

Ağaç Boyları (m) - Tree Height

15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
Kabuklu Gövde Hacmı (dm³)- Stem Volume with Outside Bark																				
32,9	34,0	35,2	36,3																	
41,7	43,1	44,5	45,9	47,4	48,9	50,3	51,8	53,4	54,9											
51,5	53,3	55,0	56,8	58,6	60,4	62,3	64,1	66,0	67,9	69,8	71,7									
62,6	64,7	66,8	69,0	71,2	73,4	75,6	77,9	80,2	82,5	84,8	87,1	89,5	91,9							
74,8	77,4	79,9	82,5	85,1	87,8	90,5	93,1	95,9	98,6	101,4	104,2	107,0	109,9	112,7	115,6					
88,3	91,3	94,4	97,4	100,5	103,6	106,8	110,0	113,2	116,4	119,7	123,0	126,3	129,7	133,1	136,5	140,0				
103,1	106,6	110,2	113,7	117,3	121,0	124,7	128,4	132,1	135,9	139,7	143,6	147,5	151,4	155,4	159,4	163,4	167,5			
119,2	123,3	127,4	131,5	135,7	139,9	144,1	148,4	152,8	157,1	161,6	166,0	170,5	175,1	179,7	184,3	189,0	193,7	198,4	203,2	
136,7	141,3	146,0	150,8	155,5	160,4	165,2	170,2	175,1	180,2	185,2	190,3	195,5	200,7	206,0	211,3	216,6	222,0	227,5	233,0	
155,5	160,8	166,1	171,5	177,0	182,5	188,0	193,6	199,3	205,0	210,7	216,6	222,4	228,4	234,3	240,4	246,5	252,6	258,8	265,1	271,4
175,8	181,7	187,8	193,9	200,0	206,2	212,5	218,8	225,2	231,7	238,2	244,8	251,4	258,1	264,9	271,7	278,6	285,5	292,5	299,6	306,7
197,5	204,2	211,0	217,8	224,7	231,7	238,7	245,8	253,0	260,3	267,6	275,0	282,4	290,0	297,5	305,2	312,9	320,7	328,6	336,5	344,6
220,7	228,1	235,7	243,3	251,1	258,9	266,7	274,7	282,7	290,8	299,0	307,2	315,6	324,0	332,5	341,0	349,7	358,4	367,2	376,0	385,0

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hacım tabloları, 13 farklı matematik modelin test edilmesi sonucunda, istatistik açıdan en güvenilir modeller belirlenerek düzenlenmiştir. Tek girişli hacım tablosunun düzenlenmesinde BRENAC ($R=0.988$, $F=205395^{***}$), çift girişli hacım tablosunun düzenlenmesinde ise PRODAN ($R=0.999$, $F=228900^{***}$) tarafından önerilen modeller kullanılmıştır. Ayrıca kabuksuz-kabuklu göğüs çapı ilişkisi ($R=0.999$) yardımıyla kabuksuz çapları kabuklu çaplara dönüştürmek için tablo 3 hazırlanmıştır. Kabuksuz-kabuklu hacim ilişkisi ($R=0.999$) de belirlenmiştir.

Düzenlenen hacım tabloları; orman amenajmanı, orman hasılatı, ormancılık işletme ekonomisi ve silvikültür ormancılık bilim dallarında kayın ormanları ile ilgili araştırmalarda kullanılabilir. Özellikle kayın ormanlarının gençlik ve sıklık çağındaki meşcerelerinin tek ağaç ve meşcere hacim ve hacim artımları ile ürün miktarının belirlenmesinde yararlı olacaktır.

Tablolar, kayının fidanlık çalışmalarında da fidan hacim ve artımının belirlenmesinde kullanılabilir. Bu özelliğinden dolayı, elde edilen hacim tablosunu, özellikle araştırma amaçlı örnek alanlarda, uygulamanın ihtiyacı olan büyük bir boşluğu dolduracağı kuşkusuzdur. Bu nedenle benzer çalışmanın diğer türler için de yapılması uygun olacaktır.

STEM VOLUME TABLE FOR BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) TREES WITH THIN DIAMETER

Y. Doç. Dr. Eyyüp ATICI

Abstract

Determination of volume and volume increment in young and immature stand of our beech forest is needed in the forest yield, forest management, forestry economic and silviculture studies. Volume tables are usually used in volume calculations. Volume tables don't generally give the volumes of thin diametered trees.

In this research, single and double entry volume tables for beech trees Which have an important natural range in Turkey have been constructed. Thirteen different mathematical models developed for constructing of the volume tables have been examined, and the most convenient model for data has been selected by making critiques from the statistics point of view. Besides, the relationships between diameters and volumes outside and inside bark have also been determined.

Key Words: *Fagus orientalis*, Beech, Volume table, Volume equations

SUMMARY

Tree volume tables are used in the determination of single tree and stand volume and their increments. These tables may give null volumes for trees having diameter smaller than 8 cm

In the determination of single tree and stand volume and volume increment in young and immature stands of beech forests which have an important natural range in Turkey, volume table constructed here may be used

In construction of these tables, the diameter at breast height (cm), height (m) and volume (dm³) data of 2453 beech trees have been used. Data have been obtained from 1070 trees for stem analyses which were made according to 5 year period of 223 beech trees selected from sites with different quality and social classes (ATICI 1998). Additionally, data from archives of general directorate of forest including 1363 trees have been also used (KALIPSIZ 1962).

Points where sampling plots taken were shown in figure 1. Table 1 gives the distribution of data into one meter height and one centimeter diameter classes.

Some part of data have been taken from stem analysis. However, data of diameter and volume inside bark have been converted into data of diameter and volume outside bark. The conversion process have been made with using formula 1 and 2. In Table 3, the values of diameter outside bark were given in terms of diameter inside bark by formula 1.

Six different mathematic models have been examined in order to prepare one entry stem volume table (Table 5). Table 7 gives single tree volume values (dm³) in terms of diameter at

breast height (cm). Table 7 was prepared by using BRENAC model (Formula 5). This model has given the highest correlation coefficient and F statistic values (Table 6). Besides, for trees from young and immature beech stands, the relationship between diameter and height was determined (Formula 6, Figure 4).

In order to construct volume table for double entry, seven different mathematic models were examined using diameter data at breast height, height and volume (Table 8). PRODN model gave the highest correlation coefficient and F statistic value (Table 9). So, double entry volume table was prepared using Prodan model (Table 10, Figure 5). Volume table had the errors with total percentage of 2.16 and absolute percentage of 8.13.

Prepared volume tables may be used in researches of forest yield studies, forest management, forestry economic and silviculture sciences in relation to young and immature beech forests. Particularly, in the determination of volume and volume increment for a single tree or a stand, the volume tables may be utilized. They may also be used in seedling studies of beech as well.

KAYNAKLAR

- AKALP, T. 1978: Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İ.Ü.O.F. Yayın No: 2483/261. 145 s.
- ALEMDAĞ, Ş. 1962: Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Or. Araş. Enstitüsü, Ankara, 160 s.
- ALEMDAĞ, Ş. 1963: Tokat Mıntıkasındaki Doğu Kayınında Bazı Artım ve Büyüme Münasebetleri ve Bu Ormanlara Uygulanacak İdare Müddeti. Or. Arş. Enst. Yayınları Tek. Bül. Seri No: 12, Ankara.
- ATICI, E. 1998: Değişikyaşlı Doğu Kayını Ormanlarında Artım ve Büyüme. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Basılmamıştır, İstanbul.
- CLUTTER, J.L; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. 1983: Timber Management - A Quantitative Approach. John Wiley and Sons, Inc. New York, 333 s.
- FIRAT, F. 1973: Dendrometri İ.Ü.O.F.Yayın No: 1800/193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 359 s.
- KALIPSIZ, A. 1962: Doğu Kayınında Artım ve Büyüme. T.C. Tarım Bakanlığı, O.G.M., Sıra No. 339, Seri No. 7, Yenilik Basımevi, İstanbul, 112 s.
- KALIPSIZ, A. 1981: İstatistik Yöntemler. İ.Ü.O.F.Yayın No: 2837/294, 558 s.
- KALIPSIZ, A. 1993: Dendrometri İ.Ü.O.F.Yayın No: 3793/426, 407 s.
- KRAMER, H.; AKÇA, A. 1987: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D. Verlagsgesellschaft, München.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER; HALLER, K.E. 1973: Forest Inventory, volume 2, BLV Verlagsgesellschaft, München
- MEYER, H.A. 1938: The Standart Error of Estimate of Tree Volume From logarithmic Volume Equation. Journal of Forestry, Vol. 36, No. 3, s. 340-342

NORUSIS, M.J. 1993. Spss for Windows Advanced Statistics Realease 6.0. Spss Inc 444 North Michigan Avenue, Chicago, IL 60611, 578 s.

PRODAN, M. 1965: Holzmesslehre Savuerlander's Verlag, Frankfurt.

SARAÇOĞLU, Ö., 1988: Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. O.G.M. Yayını.

SPURR, S. H. 1952: Forest Inventory. The Ronald Press Co. N. Y., 476 s.

SUN, O; EREN, E.; ORPAK, M. 1978. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK/TOAG Proje No. 288, Ankara

ZÖHRER, F. 1980: Forstinventur. Verlag Paul Parey, Hamburg, 207 s.