

Sinop Yöresi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarına İlişkin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi

*İlker ERCANLI, Engin GÜVENDİ, Deniz GÜNEY, Alkan GÜNLÜ, Lokman ALTUN

KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

* Sorumlu yazar: ercanli@ktu.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.03.2008

Özet

Bu çalışmada, Sinop Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 101 örnek ağaç ve bu ağaçlardan türetilen 1660 adet veri kullanılarak, tek girişli ağaç hacim tabloları için 6 ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonları için 28 farklı hacim eşitliği, tahminin standart hatası ($S_{y.x}$), ortalama hata (\bar{D}), ortalama mutlak hata ($|\bar{D}|$), toplam hata yüzdesi (TH), ortalama mutlak hata yüzdesi (OMH), belirtme katsayısı (R^2) ve açıklanan varyans yüzdesi (PVE) gibi yedi uygunluk ölçütlerine göre değerlendirmiştir. Bu ölçütlere göre seçilen en uygun tek girişli hacim fonksiyonunun, $\bar{D} = 4.2 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}| = 0.01986 \text{ m}^3$, $PVE = 95.03$, $R^2 = 0.963$, $S_{y.x} = 0.03344 \text{ m}^3$, $TH = \% 0.00$, $OMH = \% 14.57$ ve çift girişli hacim fonksiyonuna için ise, $\bar{D} = -4.10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}| = 0.01069 \text{ m}^3$, $PVE = 98.64$, $R^2 = 0.981$, $S_{y.x} = 0.02244 \text{ m}^3$, $TH = \% 0.00$, $OMH = \% 7.8904$ olarak hesaplanmıştır. Düzenlenen tek ve çift girişli hacim tablolarının, bağımsız bir veri grubu ile Sinop yöresi sahilçamı meşcerelerine uygunluğu test edilmiş ve her iki hacim denkleminin de meşcerelere uygun olduğu ($p > 0.05$) sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sahilçamı, tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu, uygunluk ölçütleri

Single and Double Entry Tree Volume Tables for *Pinus pinaster* Ait. Plantations Sinop Forest District

Abstract

In this study, it is proposed to construct single and double entry tree volume equations for *Pinus pinaster* Ait plantations in Sinop Forest District. Using totally 101 sample trees and 1660 data obtained from these trees, six equations for single tree volume and twenty-eight equations for double entry tree volume were evaluated in respect to seven performance criteria, standard deviation of residuals ($S_{y.x}$), average residuals or bias (\bar{D}), average absolute residuals ($|\bar{D}|$), total error percentage (TH %), absolute mean error percentage (OMH %), coefficient of determination (R^2), variation explained percentage (PVE %). The performance criteria for best fitted single and double entry tree volume equations were $\bar{D} = 4.2 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}| = 0.01986 \text{ m}^3$, $PVE = 95.03$, $R^2 = 0.963$, $S_{y.x} = 0.03344 \text{ m}^3$, $TH = 0.00\%$, $OMH = 14.57\%$ and $\bar{D} = -4.10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}| = 0.01069 \text{ m}^3$, $PVE = 98.64$, $R^2 = 0.981$, $S_{y.x} = 0.02244 \text{ m}^3$, $TH = 0.00\%$, $OMH = 7.8904\%$, respectively. The best fitted single and double entry tree volume equations were tested with independent data set for *Pinus pinaster* Ait plantations stands in Sinop Forest District, and concluded that these equations can be used for these stands at the 0.05 significant level.

Key words: *Pinus pinaster*, Single and double entry tree volume tables, Performance criteria

Giriş

Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait), Fransa, İspanya, Portekiz ve İtalya gibi Güney Avrupa ülkeleri ile Kuzey Afrika'da; Tunus,

Fas ve Cezayir'de doğal olarak bulunmaktadır (Kayacık, 1980). Bu alanlarda, yaklaşık 4 milyon ha'lık bir yayılışa sahiptir (Knapic ve Pereira, 2005).

En iyi gelişimini ise, Fransa'nın güney Atlantik, Portekiz'in kuzey Atlantik ve İspanya'nın kuzey sahillerinde, kısmen ılıman ve nispeten rutubetli bölgelerinde yapmaktadır (Anşin, 2001). Sahilçamı'nın önemli özelliği de besin maddeleri bakımından çok fakir kumlu topraklarda iyi gelişim gösterebilmesidir. Ayrıca sahilçamı; yaz kuraklığına, kış soğuklarına ve deniz rüzgarlarına karşı oldukça toleranslıdır (Şimşek ve ark., 1985).

Ülkemizdeki hızlı talep artışına karşılık, ormanlarımızın üretim güçleri giderek azalmaktadır. Bu açıdan, hızlı gelişen yerli ve yabancı türlerle endüstriyel amaçlı ağaçlandırmalar önem kazanmaktadır. Özellikle sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.), ülkemizde endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında başarı ile kullanılan ve hızlı gelişen egzotik ağaç türlerden birisidir. İlk Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait) plantasyonları, 1880 yılında İstanbul-Terkos'da kumullarının tespit çalışmalarında tesis edilmiştir (Özcan, 2003). 1950 yılından itibaren ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmaya başlanan Sahilçamı, ülkemizde 77,092 ha'lık bir alan kaplamaktadır (OGM, 2006).

İstanbul-Alemdağ yöresindeki Sahilçamı ağaçlandırmalarının amenajman planlarının hazırlanmasında, temel altlık olmak üzere çift girişli hacim tablosu, bonitet endeks tablosu ve amprik hasılat tablosu düzenlenmiştir (Birler ve Yüksel, 1983). Sinop, Bartın, Zonguldak, İzmit, İstanbul ve Çanakkale yörelerinde bulunan sahilçamı ağaçlandırma alanlarından alınan geçici deneme alanları ile artım ve büyüme ilişkileri belirlenmeye yönelik, Özcan (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında, çift girişli ağaç hacim tablosu geliştirilmiştir.

Ormanın ana ürünü olan ve işletme sermayesinin büyük bir bölümünü oluşturan ağaç serveti, bir orman işletmesinin temel girdisi ve orman işletmesinin var oluşunu ortaya koyan temel öğedir (Yavuz, 1999; Kapucu, 2004). Ayrıca bir orman alanının odun üretimi dışındaki işlevlerini yerini getirebilmesi için belli bir düzeyde ağaç servetinin bulunması zorunludur (Kapucu, 2004). Bir ormanda mevcut ağaç servetinin tahmini, orman amenajman planlarının

hazırlanması ve üretimin planlanması açısından önem taşımaktadır. Çünkü bu planların hazırlanmasında, bir ormanı oluşturan çeşitli yapı ve kuruluştaki meşcerenin sahip olduğu ağaç servetine ilişkin bilgiler, temel altlıklardan birisidir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1999). Orman envanterinin en önemli konularından biri olan bir meşcerenin hacmini belirlemek için ormancılık literatüründe bir çok yöntem olmasına karşın, uygulamada ağaç hacim tabloları; pratik açıdan daha elverişli olmaları nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır (Kalıpsız, 1999). Ağaç hacim tabloları, dikili ağaçların çeşitli boyutlarının fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren tablolardır (Kalıpsız, 1999). Yalnız göğüs çapına göre düzenlendiklerinde "Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları", göğüs çapı ve ağaç boyuna göre düzenlendiklerinde "Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları", göğüs çapı ve ağaç boyuna ek olarak ağaç boyunun belirli bir oranına (örneğin % 30) karşılık gelen yükseklikteki gövde çapı ya da yerden 7 metre yüksekliğindeki gövde çapı gibi üç ya da daha çok değişkene göre düzenlendiklerinde ise "Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları" olarak isimlendirilmektedir. Geçerli oldukları alanın büyüklüğüne göre de "Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Tabloları", "Bölgesel Ağaç Hacim Tabloları" ve "Genel Ağaç Hacim Tabloları" olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Kapucu ve ark., 2002). Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde temel amaç, ağaçların göğüs çapı ve boyu gibi kolay ölçülebilen boyutları ile hacim arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve bu ilişkiye bağlı olarak ağaç hacminin tahmin edilmesidir (Kapucu ve ark., 2002).

Bu çalışmada, Sinop Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Sahilçamı ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli yöresel ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi ve elde edilen sonuçların daha önce düzenlenmiş olan bölgesel ağaç hacim tabloları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Sinop Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez ve Bektaşoğlu orman işletme şefliği sınırları içerisinde yer alan

sahilçamı ağaçlandırmalarından değişik çap ve boy basamaklarında seçilen 101 örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışma alanı 41° 51' 36"- 42° 06' 53" Kuzey enlemleri ile 34° 49' 52"- 35° 12' 39" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı deniz seviyesinden başlamakta olup, 170 metre yükseltiye kadar çıkmaktadır. Tablo 1'de bu 101 örnek ağaca ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler verilmiştir. Bu örnek ağaçlar kesilerek, 2 metrelik bölümlere ayrılmış ve kesim noktalarından alınan kesitler üzerinde 1'er yıllık çap ölçümleri birbirine dik yönde çift taraflı olarak yapılarak, gövde analizleri gerçekleştirilmiştir. Gövde analizi verileri kullanılarak, örnek ağaçların kesildiği yaştaki kabuklu hacimleri, her bir yaştaki kabuksuz hacimleri, çapları ve boyları elde edilmiştir. Daha sonra örnek ağaçların kesildiği yaştaki kabuklu hacmi, kabuksuz hacme oranlanarak, her bir örnek için kabuk oranı hesaplanmıştır. Bu kabuk oranları kullanılarak, örnek ağaçların her bir yaştaki kabuksuz hacimleri, kabuklu hacim değerlerine dönüştürülmüştür.

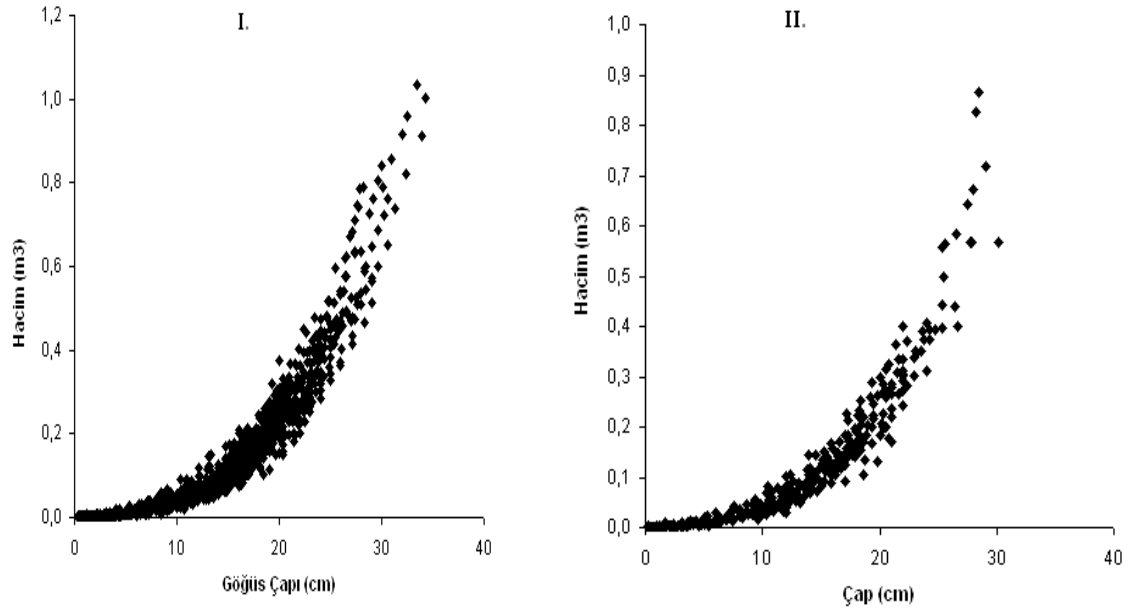
Böylece hacim tabloları düzenlemek için kullanılan ağaç sayıları, 1660 adede yükseltilmiştir (Bozkuş ve Carus, 1997; Çalışkan ve Yeşil, 1998). Ağaç hacim fonksiyonlarının parametrelerinin tahmininde ve bu fonksiyonların meşçereye uygunluğunun denetiminde kullanılan veriler olmak üzere veriler rastgele iki gruba ayrılmıştır. I. grupta, toplam verinin yaklaşık % 80'i (n=1309), II. grupta ise yaklaşık % 20'si (n=351) bulunmaktadır. Tablo 2'de, I. ve II. grupta bulunan verilerin, dörder cm'lik çap ve ikişer'şer m'lik boy basamaklarına dağılımı verilmiştir. Şekil 1'de, ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi verilmiştir. Hacim hesabında, ağaç gövdesi, dip kütük, seksiyonlar ve uç parça olmak üzere üç ayrı bölümde hacimlendirilmiş ve bunların toplanması ile de toplam gövde hacmi hesaplanmıştır. Dip kütüğün silindir, uç parçanın ise koni biçiminde olduğu varsayılmıştır. Seksiyonun hacimlendirilmesinde ise, "Huber" formülü kullanılmıştır.

Tablo 1. Örnek ağaçlara ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler

Değişkenler	Min.	Max.	Aritmetik Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma (S)	Değişkenlik Katsayısı (%Cv)
Göğüs Çapı (d _{1,3} , cm)	12.9	34.3	21.5	4.2	19.5
Yaş (yıl)	15	36	21.6	3.7	17.1
Boy (m)	5.8	20.1	13.5	2.6	19.2
Hacim (m ³)	0.06	1.01	0.34	0.19	55.9

Tablo 2. Ağaç hacim fonksiyonlarının oluşturulmasında ve denetiminde kullanılan verilerin, çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çap bas. (cm)	Boy Basamakları (m)											Toplam
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
2	18 (5)	152 (38)	27 (11)	2 (1)								199 (55)
6		38 (11)	93 (29)	31 (6)	1							163 (46)
10		3 (2)	70 (18)	85 (23)	20 (8)	1						179 (51)
14			11 (4)	88 (22)	102 (23)	27 (17)	5 (1)	1				234 (67)
18				12 (2)	80 (20)	114 (34)	55 (11)	9 (2)	2	2		274 (69)
22					12 (4)	52 (12)	49 (19)	33 (5)	8 (1)	1	1	156 (42)
26						16 (4)	21 (4)	21 (4)	14 (4)	1		73 (16)
30						4	5 (2)	10	2 (3)	4		25 (5)
34								4	2			6
Toplam	18 (5)	193 (51)	201 (62)	218 (54)	215 (55)	214 (67)	135 (37)	78 (11)	28 (8)	8 (1)	1	1309 (351)



Şekil 1. Ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesindeki diğer bir aşama ise, ağaç hacim ile ağacın çeşitli boyutları arasındaki fonksiyonel ilişkilerin belirlenmesidir. Ormancılık literatüründe tek ve çift girişli pek çok hacim fonksiyonu bulunmaktadır. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan (Şentürk, 1997; Yavuz, 1999) sağlanan tek girişli hacim fonksiyonları için 6 ve (1-6'nolu denklemler) çift girişli ağaç hacim fonksiyonları için 28 (7-35'nolu denklemler) farklı hacim fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonlar kullanılarak, ağaç hacminin, tek girişli hacim fonksiyonlarında; çap, çift girişli hacim fonksiyonlarında ise; çap, boy ve bunların türevleri ile istatistiksel ilişkileri, regresyon analizi kullanılarak elde edilmiştir.

Bu denklemlere ilişkin katsayılar, katsayıların önemlilik düzeyleri ve diğer istatistiklerin hesaplanmasında SPSS 12.0 adlı paket programı kullanılmıştır (SPSS 12.0 Inc., 2003).

Tek girişli ağaç hacim fonksiyonları;
 $V = f(d)$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 \quad (1)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 \quad (2)$$

$$V = b_0 \cdot d^{b_1} \quad (3)$$

$$\log V = \log b_0 + b_1 \cdot \log d \quad (4)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot d^{-1} \quad (5)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot (\log d)^4 \quad (6)$$

Çift girişli ağaç hacim fonksiyonları; $V = f(d, h)$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 \cdot h \quad (7)$$

$$V = b_1 \cdot d^2 \cdot h \quad (8)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot d^2 \cdot h \quad (9)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot h^2 + b_3 \cdot d^2 \cdot h \quad (10)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot h + b_2 \cdot \frac{d}{h} + b_3 \cdot d + b_4 \cdot d \cdot h + b_5 \cdot \frac{1}{h} \quad (11)$$

$$V = b_0 \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2} \quad (12)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + (b_3 + b_4 \cdot d + b_5 \cdot d^2) \cdot h \quad (13)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + (b_3 \cdot d + b_4 \cdot d^2) \cdot h \quad (14)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log(d^2 \cdot h) \quad (15)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot (\log d)^2 + b_3 \cdot \log h + b_4 \cdot (\log h)^2 \quad (16)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot h^2 + b_3 \cdot d \cdot h^2 + b_4 \cdot d^2 \cdot h \quad (17)$$

$$V = b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + b_3 \cdot h + b_4 \cdot d \cdot h + b_5 \cdot d^2 \cdot h \quad (18)$$

$$V = b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 + b_3 \cdot d \cdot h + b_4 \cdot d^2 \cdot h \quad (19)$$

$$V = b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot h^2 + b_3 \cdot d \cdot h^2 + b_4 \cdot d^2 \cdot h^2 \quad (20)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot \frac{1}{d} \quad (21)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot (\log d)^4 \quad (22)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot (\log d)^4 + b_3 \cdot \log h + b_4 \cdot (\log h)^4 \quad (23)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot d^2 + b_3 \cdot \log h \quad (24)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot h + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h^2 + b_5 \cdot d \cdot h^2 + b_6 \cdot d^2 \cdot h \quad (25)$$

$$V = b_1 \cdot d \cdot h + b_2 \cdot d^2 \cdot h \quad (26)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot (\log h)^2 \quad (27)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot (\log h)^4 \quad (28)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot \left(\frac{1}{h}\right) \quad (29)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot d^2 \quad (30)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot d^2 \cdot h \quad (31)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot h^2 \quad (32)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h + b_3 \cdot d \cdot h^2 \quad (33)$$

$$V = b_0 \cdot d^{b_1} \left(\frac{h^2}{h-1.3}\right)^{b_2} \quad (34)$$

Bu çalışmada kullanılan hacim fonksiyonlarından, en iyi sonucu veren fonksiyonun belirlenmesinde, aşağıdaki formüllerle ifade edilen yedi adet uygunluk ölçütü kullanılmıştır (Şentürk, 1998; Yavuz, 1999). Bu ölçüt değerlerinden, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerleri küçük, belirtme katsayısı ve açıklanan varyans yüzdesi değerlerinin büyük olması istenmektedir. Diğer taraftan, bir ya da birkaç ölçüt değerlerine göre başarılı olan bir hacim fonksiyonu, diğer bir ölçüt değerine göre başarısız olabilir. Bu nedenle tüm başarı ölçütlerinin kapsayacak şekilde, bir başarı

sıralaması yapılmıştır. Bu amaçla, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerine göre en küçüğüne, belirtme katsayısı ve açıklanan varyans yüzdesi değerlerinin en büyüğüne 1 sıra numarası verilerek giderek artan bir biçimde her ölçüt değerine göre hacim fonksiyonlarına sıra numarası verilmiş ve daha sonra sıra numaraları toplamı, ilgili hacim fonksiyonu için başarı derecesi olarak kabul edilmiştir. Özellikle en küçük toplam sıra numarasına sahip fonksiyon, en iyi sonucu veren hacim fonksiyonu olarak belirlenmiştir (Yavuz, 1999).

Belirtme Katsayısı;

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{\sum (V_i - V_{ort})^2} \right)$$

Ortalama Hata;

$$\bar{D} = \frac{(\sum D)}{N}$$

Açıklanan Varyans Yüzdesi;

$$\%PVE = \left[\frac{\sum (V_i - V_{ort})^2 - (\sum D^2)}{\sum (V_i - V_{ort})^2} \right] \cdot 100$$

Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi;

$$OMHY = \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{V}_i - V_i|}{\sum_{i=1}^n V_i} \cdot 100$$

Burada, n: veri sayını, p: parametre sayısını, D : $\hat{V}_i - V_i$, \hat{V}_i : hacim fonksiyonu ile tahmin edilen hacim değeri, V_i : ölçülen hacim değeri, V_{ort} : ölçülen ortalama ağaç hacmi değerlerini göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan hacim denklemlerinden, yukarıda sözü edilen yedi adet ölçüte göre en iyi sonucu veren hacim denklemi belirlendikten sonra, bu hacim fonksiyonun Sinop yöresi sahilçanı ağaçlandırma alanları için uygun olup olmadığının denetimi, tesadüfi olarak seçilen ve toplam verinin yaklaşık % 20'sini oluşturan veriler (n=351) yardımıyla yapılmıştır. Seçilen hacim fonksiyonun denetiminde kullanılan ağaçların (351 adet) bölümlene yöntemi ile hesaplanan (V_i) ve oluşturulan hacim denklemi ile tahmin edilen hacim değerleri (\hat{V}_i), parametrik test varsayımlarından grup ortalamalarının karşılaştırılmasında değerlendirilen "grup varyanslarının homojenliği" varsayımının

$$\ln V = -10.0172 + 1.673353 \cdot \ln d + 1.323705 \cdot \ln \left(\frac{h^2}{h - 1.3} \right)$$

Tahminin Standart Hatası;

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{N - p}}$$

Ortalama Mutlak Hata;

$$|\bar{D}| = \frac{(\sum |D|)}{N}$$

Toplam Hata Yüzdesi;

$$THY = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{V}_i - \sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \cdot 100$$

sağlanması durumunda; "Student'in Eşlendirilmiş t-testi (Paired Samples t test)", bu varsayımlarının gerçekleşmemesi durumunda ise, parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon'un işaret testi (Wilcoxon signed test)" kullanılarak karşılaştırılmıştır (Kalıpsız, 1988; Batu, 1995). İki farklı şekilde elde edilen bu hacim değerleri arasında, istatistiksel olarak bir farklılık olmaması durumunda ($p > 0.05$); bu hacim denkleminin çalışma alanı için uygun olduğu sonucuna varılır. Bununla birlikte hacim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olması durumunda ise ($p < 0.05$); hacim fonksiyonun, çalışma alanı için uygun olmadığı sonucuna varılabilir.

Ayrıca, bu çalışma kapsamında düzenlenen çift girişli hacim denklemi ile Özcan (2003) tarafından geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi karşılaştırılmıştır. Özcan (2003) çalışması kapsamında geliştirilen çift girişli hacim denklemi;

$$R^2 = 0.982 \quad S_{y.x} = 0.22202 \text{ m}^3$$

biçimindedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen hacim fonksiyonun denetiminde kullanılan ağaçların (n=351) hacimleri; Özcan (2003) çalışması kapsamında geliştirilen çift girişli hacim denklemi ve bu çalışmada geliştirilen hacim denklemi ile tahmin edilmiştir. Daha sonra, bu iki farklı hacim denklemi ile tahmin edilen hacim değerleri; “Student’in Eşlendirilmiş t-testi” uygulayabilme koşulu sağlanması durumunda bu test ile, aksi durumda ise,

“Wilcoxon’un işaret testi” ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Bu çalışmada test edilen tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarına ilişkin parametrelerin tahmin değerleri, logaritmik fonksiyonlar için düzeltme faktörleri ile F oranları, Tablo 3’de verilmiştir. Ayrıca, bu hacim fonksiyonları için hesaplanan ölçüt değerleri ise Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin parametre değerleri

Model No	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	df	F oranı	
1	-0.032***	0.0007***							16531	
2	0.039***	-0.00012***	0.0008112***						12653	
3	0.0009***	1.7699***							13060	
4	-3.043***	1.769***						1.01395	13060	
5	-3.723***	2.321***	0.6171***					1.00556	12487	
6	-2.871***	1.205***	0.2266***					1.00786	12981	
7	0.00287**	5x10 ⁻⁵ ***							46561	
8		5x10 ⁻⁵ ***							81124	
9	-0.001 ^{ns}	7x10 ⁻⁵ ***	4.5x10 ⁻⁵ ***						23708	
10	0.016***	0.0001***	4.6x10 ⁻⁵ ***	-0.0035***					16869	
11	0.299***	-0.047***	-0.0247***	-0.0042***	0.00284***	-	0.3904***		7112	
12	-3.613***	0.9678***	1.5762***						12819	
13	-0.019***	0.001***	0.0001***	0.0082***	-0.001***	6.5x10 ⁻⁵ ***			10851	
14	0.0021 ^{ns}	0.0021**	5.4x10 ⁻⁵ ^{ns}	-0.0004***	5.8x10 ⁻⁵ ***				13191	
15	-3.321***	0.713***						1.01039	20007	
16	-3.375***	0.5904***	0.5509***	1.143***	-0.1609*			1.00236		
17	0.00712**	0.0000011***	0.0000332***	0.0000202***	0.0000232***				12678	
18	0.0002 ^{ns}	0.0001***	0.003***	-0.00058***	5.7x10 ⁻⁵ ***				18697	
19		0.0027***	3.4x10 ⁻⁵ ^{ns}	-0.0005***	6x10 ⁻⁵ ***				23092	
20		0.0004***	0.0001*	4x10 ⁻⁵ ***	2.8x10 ⁻⁵ ***				21837	
21	-3.862***	1.591***	1.051***	0.398***				1.00373	11645	
22	-3.293***	0.8981***	0.9981***	0.14604***				1.00238	11550	
23	-3.406***	0.8126***	0.175***	1.2788***	-0.1192***			1.00205	8815	
24	-3.378***	0.956***	0.0006***	1.1545***				1.00431	10700	
25	-3.335***	0.1934****	0.1212****	-0.007***	-0.004*	-	0.0002***	0.0004***	1.00448	5340
26		-5.2x10 ⁻⁵ **	5.3x10 ⁻⁵ ***						40796	
27	-3.126***	1.089***	0.1341 ^{ns}	0.7943***				1.00635	9237	
28	-3.329***	1.0828***	0.9408***	0.1916***				1.00666	9104	
29	-4.293***	1.0637***	2.0012***	1.3495***				1.00673	9144	
30	-3.378***	0.956***	1.1545***	0.0006***				1.00431	10700	
31	-3.413***	1.021***	1.1914***	2.9x10 ⁻⁵ ***				1.00536	9823	
32	-3.427***	1.0569***	1.1536***	0.001***				1.00707	8908	
33	-3.421***	1.0481***	1.1818***	4.4x10 ⁻⁵ ***				1.00619	9296	
34	-4.301***	1.178***	1.8901***					1.00524	15682	

ns:p>0.05, *:p<0.05, **:p<0.01, p<0.001, df:Düzeltilme faktörü

Test edilen tüm tek ve çift girişli hacim fonksiyonları p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Tablo 4’de verilen uygunluk ölçütleri birlikte dikkate alındığında, en

küçük rank değerine (sıra numaraları toplamı) sahip olmaları nedeniyle tek girişli hacim fonksiyonlarından 2’nolu denklem ve çift girişli hacim fonksiyonlarından ise

17'nolu denklem, en başarılı hacim fonksiyonları olarak belirlenmiştir. En başarılı 2'nolu tek girişli hacim fonksiyonuna ilişkin uygunluk ölçütleri, $\bar{D}=4.2.10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}|=0.01986 \text{ m}^3$, $PVE=95.03$, $R^2=0.963$, $S_{y.x}=0.03344 \text{ m}^3$, $TH=0.00$, $OMH=14.57$ olarak hesaplanmıştır. En başarılı 17'nolu çift girişli hacim fonksiyonuna ilişkin uygunluk ölçütleri ise, $\bar{D}=-4.10^{-16} \text{ m}^3$, $|\bar{D}|=0.01069 \text{ m}^3$, $PVE=98.64$, $R^2=0.981$, $S_{y.x}=0.02244 \text{ m}^3$, $TH=0.00$, $OMH=7.8904$ olarak hesaplanmıştır. Hacim fonksiyonlarının belirtme katsayıları (R^2) dikkate alındığında, tek girişli ağaç hacim

denkleminin R^2 'si 0.963 olup, gövde hacmindeki değişkenliğin % 96.3 'ünün yalnız çap ile açıklanırken, geriye kalan % 3.7'lik açıklanamayan kısım ise, ağaç boyu ve gövde şekil farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte çift girişli hacim fonksiyonun belirtme katsayısı ise, % 98.1 olup, çapa ek olarak boyunda hacim fonksiyonuna girmesi ile % 1.8'lik bir artış söz konusudur. Ayrıca diğer uygunluk ölçütleri de değerlendirildiğinde, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi ve açıklanan varyans yüzdesi ölçütleri bakımından, çift girişli hacim fonksiyonun daha başarılı olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin ölçüt değerleri

Model No	\bar{D} (m^3)	$ \bar{D} $ (m^3)	PVE (%)	R^2	$S_{y.x}$ (m^3)	TH (%)	OMH (%)	Sıra No*
1	$-2 \times 10^{-11}(2)$	0.0232(4)	92.41(2)	0.926(4)	0.04375(2)	0.00(1.5)	17.13(4)	19.5
2	$4.2 \times 10^{-16}(1)$	0.01986(2)	95.03(1)	0.963(1)	0.03334(1)	0.00(1.5)	14.57(2)	9.5
3	0.02887(6)	0.02606(5)	72.45(5)	0.908(6)	0.54667(6)	-3.584(4)	19.31(6)	39
4	-0.02362(5)	0.03416(6)	76.861(4)	0.909(5)	0.23739(5)	-8.0091(5)	18.314(5)	36
5	-0.01119(4)	0.02166(3)	91.132(3)	0.951(3)	0.17353(4)	-3.3133(3)	15.312(3)	23
6	0.003331(3)	0.016645(1)	88.145(6)	0.952(2)	0.17231(3)	-0.1528(2)	12.332(1)	17.5
7	$8 \times 10^{-17}(1.5)$	0.01198(2)	97.21(9)	0.973(10.5)	0.0267(9.5)	0.00(4.5)	8.84(2)	39
8	-0.00155(14)	0.01549(10)	97.18(10.5)	0.984(4.5)	0.02679(11)	-1.323(15)	11.43(9)	74
9	$3 \times 10^{-17}(3)$	0.01378(3)	97.23(8)	0.973(10.5)	0.02647(8)	0.000(4.5)	10.17(3)	40
10	$8 \times 10^{-17}(1.5)$	0.01573(11)	97.38(7)	0.975(9)	0.02565(6)	0.000(4.5)	11.61(11)	50
11	$5 \times 10^{-16}(8)$	0.01735(16)	96.31(15)	0.965(13)	0.03043(12)	0.000(4.5)	12.80(17)	85.5
12	-0.01142(27)	0.02210(25)	88.217(26)	0.951(27)	0.17335(27)	-8.429(25)	16.31(27)	184
13	$-2 \times 10^{-16}(6)$	0.01513(5)	97.542(2.5)	0.976(7.5)	0.02479(2)	0.000(4.5)	11.14(4.5)	32
14	$-2 \times 10^{-16}(6)$	0.01528(7)	97.469(4)	0.976(7.5)	0.0251(1.5)	0.000(4.5)	11.27(8)	41.5
15	-2.02119(2.8)	0.03084(26)	82.602(26)	0.939(26)	0.19491(28)	-4.584(21)	17.31(28)	183
16	-0.00417(20)	0.01555(9)	96.531(13)	0.967(12)	0.14376(13)	-3.073(18)	11.472(10)	95
17	$-4 \times 10^{-16}(4)$	0.01069(1)	98.64(1)	0.981(6)	0.02244(1)	0.000(4.5)	7.8904(1)	18.5
18	$-2 \times 10^{-16}(6)$	0.01511(4)	97.542(2.5)	0.986(1.5)	0.02498(3)	0.000(4.5)	11.141(4.5)	26
19	0.00052(12)	0.01539(8)	97.439(5)	0.986(1.5)	0.0251(4.5)	0.3871(12)	11.223(7)	50
20	0.00114(13)	0.01621(13)	97.349(6)	0.985(3)	0.02583(7)	0.8406(13)	11.951(14)	69
21	-0.00744(25)	0.01736(17)	93.301(17)	0.964(15)	0.14947(15)	-5.4958(24)	12.813(18)	131
22	0.00177(15)	0.01615(12)	96.409(14)	0.964(15)	0.15006(16)	1.3102(14)	11.918(13)	99
23	-0.00004(9)	0.01514(6)	96.916(12)	0.964(15)	0.14881(14)	-0.369(11)	11.171(6)	73
24	0.0020(16.5)	0.01855(21)	93.493(16)	0.961(18)	0.1557(18.5)	-13.759(26)	13.681(21)	137
25	0.00019(11)	0.01697(14)	93.277(18)	0.961(18)	0.15583(20)	0.1453(10)	12.524(16)	107
26	-0.00279(18)	0.01588(11)	97.18(10.5)	0.984(4.5)	0.02671(9.5)	-2.0611(16)	11.713(12)	81.5
27	-0.00705(24)	0.01839(19)	90.265(22)	0.955(21.5)	0.16704(23)	-5.2025(23)	14.322(23)	155
28	-0.00619(22)	0.01966(23)	89.831(23)	0.954(23.5)	0.16821(25)	-4.5759(20)	15.216(25)	143.5
29	-0.00921(26)	0.01899(22)	89.542(24)	0.954(23.5)	0.16786(24)	-7.0917(24)	15.035(24)	167.5
30	0.0020(16.5)	0.01705(15)	93.494(15)	0.961(18)	0.15568(18.5)	1.5056(16)	12.363(15)	114
31	-0.00016(10)	0.01768(19)	91.928(20)	0.957(20)	0.16221(21)	-0.1213(9)	13.034(19)	118
32	-0.00701(23)	0.01968(24)	89.181(25)	0.953(25)	0.16996(26)	-5.1758(22)	15.314(26)	171
33	-0.00336(19)	0.01851(20)	90.651(21)	0.955(21.5)	0.16654(22)	-2.4774(17)	14.003(22)	142.5
34	-0.00606(21)	0.01765(18)	91.976(11)	0.960(19)	0.15552(17)	-4.4689(19)	13.631(20)	142

*: Parantez içindeki sayılar modellerin başarı sıralamalarını göstermektedir.

Bu çalışmada, belirli ölçütlere göre en başarılı bulunan tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarının, bağımsız bir veri grubu ile çalışma alanındaki Sahilçamı meşcerelerine uygunluğu test edilmiştir. Bu çalışmada, grup varyansları $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile homojen (tek girişli hacim fonksiyonu için; F istatistiği=3.265 ve $p>0.05$, çift girişli hacim fonksiyonu için; F istatistiği=4.125 ve $p>0.05$) olması nedeniyle “Student’in Eşlendirilmiş t-testi (Paired Samples t test)” kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Student’in Eşlendirilmiş t-testi ile tek girişli hacim fonksiyonu için; t istatistiği=0.767 olarak hesaplanmış olup, bu istatistiğe ilişkin önem düzeyi $p=0.299$, çift girişli hacim fonksiyonu için ise t istatistiği=0.937 ve önem düzeyi $p=0.376$ ’dir. Böylece bu çalışmada düzenlenen en uygun tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarının, örnek ağaçların alındığı Sinop yöresindeki Sahilçamı meşcereleri için istatistiksel olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan Özcan (2003) çalışması kapsamında geliştirilen çift girişli hacim denklemi ile bu çalışmada düzenlenen çift girişli hacim tablosu (17’olu hacim denklemi), F istatistiği=2.643 ve $p>0.05$ olması nedeniyle Student’in Eşlendirilmiş t-testi ile karşılaştırılmış ve bu iki hacim denkleminin istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($t=18.056$, $p<0.05$).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Sinop Orman İşletme Müdürlüğü’ne bağlı Merkez ve Bektaşoğlu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sahilçamı ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonları geliştirilmiştir (Tablo 5 ve 6). Bu amaçla, araştırmaya konu olan meşcerelerden seçilen 101 adet örnek ağaçta yapılan gövde analizinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu gövde analizlerinden elde edilen veriler kullanılarak, 101 adet örnek ağaçtan, hacim tabloları düzenlemek için kullanılmak üzere, 1660 adet veri elde edilmiştir. Bu verilerin yaklaşık %80 (1309) ile tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarının parametrelerinin tahmini gerçekleştirilmiştir. Bu fonksiyonların Sinop yöresi sahilçamı

ağaçlandırmalarına uygunluğunun denetimi ise, toplam verinin yaklaşık % 20’si (351) ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, çeşitli kaynaklardan (Şentürk, 1997; Yavuz, 1999) elde edilen, tek girişli hacim fonksiyonları için 6 adet ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonları için 28 adet olmak üzere toplam 34 adet farklı hacim eşitliği kullanılmıştır. Bu hacim fonksiyonlarından, tahminin standart hatası ($S_{y.x}$), ortalama hata (\bar{D}), ortalama mutlak hata ($|\bar{D}|$), toplam hata yüzdesi (TH) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (OMH) ile belirtme katsayısı (R^2) ve açıklanan varyans yüzdesi (PVE) gibi çeşitli uygunluk ölçütlerine göre yapılan karşılaştırma ile, tek girişli hacim fonksiyonlarından 2’olu ve çift girişli hacim fonksiyonlarından ise 17’olu eşitliğin en uygun sonucu verdiği belirlenmiştir.

Tek girişli en uygun hacim fonksiyonun R^2 ’si 96.3 ve $S_{y.x} = 0.03344 \text{ m}^3$, çift girişli en uygun hacim fonksiyonun belirtme katsayısı ise, % 98.1 ve standart hatası $S_{y.x} = 0.02244 \text{ m}^3$ olup, çapa ek olarak boyunda hacim fonksiyonuna girmesi ile belirtme katsayısında % 1.8’lik bir artış, denklemin standart hatasında ise % 32.9’lik bir azalış söz konusudur. Tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin Toplam hata yüzdesinin (TH), sıfır olması, iki hacim fonksiyonun hatasız olduğu anlamına gelmeyip; yalnız hacim değerleri toplamı ile hacim fonksiyonlarına ilişkin hesaplanan hacimler toplamı arasında bir farklılık bulunmadığı anlamını taşımaktadır. Bu iki hacim fonksiyonunun toplam hata bakımından bir farklılık göstermemesi nedeniyle, pek çok ağaca ilişkin toplam hacim hesaplanması durumunda, özellikle uygulamada tek girişli hacim fonksiyonları pratik olmasıyla, çift girişli hacim fonksiyonlarına göre tercih edilebilir (Yavuz, 1999). Diğer taraftan, her bir örnek ağaca ilişkin hacim hesaplanmasında, tek girişli en uygun hacim fonksiyonuna ilişkin ortalama mutlak hata yüzdesi % 14.57 iken, çift girişli en uygun hacim fonksiyonuna ilişkin ortalama mutlak hata yüzdesi ise % 7.8904’ e düşmektedir. Bir hacim denkleminin ilişkin

Toplam Hata Yüzdesinin, -%1 ile +%1 arasında ve Ortalama Hata Yüzdesi değerinin ise %10 ve daha küçük olması önerilmektedir (Kalıpsız, 1999). Çalışmamızda oluşturulan tek ve çift girişli hacim denklemlerinin TH değerinin %1'in altındadır. Çift girişli hacim denklemi için OMH değeri, % 10'nun altında iken, tek girişli hacim denklemi için % 10'nun üzerindedir. Bu çalışmada olduğu gibi özellikle tek girişli hacim tablolarında önerilen ortalama mutlak hata yüzdesinin sağlanması oldukça zordur. Çünkü göğüs çapları eşit olan ağaçlarda, boy ve gövde şekli farklılıkları hacim üzerinde önemli değişimlere neden olmaktadır.

Bağımsız bir veri grubu ile yapılan denetime göre; en uygun tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarının, Sinop yöresi Sahilçamı ağaçlandırmaları için güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır ($p>0.05$). Ayrıca Özcan (2003) çalışması kapsamında geliştirilen çift girişli hacim denklemi ile düzenlenen çift girişli hacim tablosu karşılaştırıldığında; iki hacim denkleminin istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Özcan (2003) çalışması kapsamında geliştirilen çift girişli hacim

denkleminin belirtme katsayısı (R^2), 0.982 ve standart hatası ($S_{y.x}$), 0.22202 m^3 'dir.

Özcan (2003) tarafından geliştirilen bu hacim denkleminin, çalışmamız kapsamında geliştirilen çift girişli hacim denklemine oranla, belirtme katsayısı bakımından belirli bir üstünlüğe sahip iken, çalışmamızda geliştirdiğimiz hacim denkleminin standart hatası ($S_{y.x}$), Özcan (2003) tarafından geliştirilen hacim denkleminin standart hatasının yaklaşık % 89.9 daha düşüktür. Ayrıca Özcan (2003) çalışması kapsamında, Sinop ilindeki Sahilçamı meşcerelerinden sadece 5 adet örnek ağaç alınmıştır. Bununla birlikte sahilçamı meşcerelerindeki değişik çap, boy ve gövde şekil farklılıklarını yansıtmak üzere alınan 101 örnek ağaçlar ile söz konusu meşcerelerdeki ağaçların hacim farklılıkları daha iyi bir şekilde yansıtacağı söylenebilir. Bu bakımdan çalışmamızda geliştirdiğimiz tek ve çift girişli ağaç hacim tabloları ile bu yöre için yapılacak hasılat çalışmaları, orman envanteri ve silvikültürel çalışmaları sırasında güvenli bir şekilde yardımcı araç olarak kullanılabilir.

Tablo 5. Sinop yöresi sahilçamı ağaçlandırmaları için tek girişli ağaç hacim tablosu

Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m^3)	Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m^3)
8	0.090	22	0.429
9	0.104	23	0.465
10	0.119	24	0.503
11	0.136	25	0.543
12	0.154	26	0.584
13	0.175	27	0.627
14	0.196	28	0.672
15	0.220	29	0.718
16	0.245	30	0.765
17	0.271	31	0.815
18	0.300	32	0.866
19	0.330	33	0.918
20	0.361	34	0.973
21	0.394	35	1.029

Tablo 6. Sinop yöresi sahilçamı ağaçlandırmaları için çift girişli ağaç hacim tablosu

Göğüs Çapı (cm)	Ağaç Boyları (m)																		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	0.005	0.017	0.020	0.024	0.029	0.034	0.040	0.045											
9	0.006	0.019	0.023	0.028	0.033	0.039	0.046	0.053											
10	0.007	0.021	0.026	0.032	0.038	0.045	0.052	0.060	0.069	0.078									
11	0.008	0.024	0.029	0.036	0.043	0.051	0.059	0.069	0.078	0.089	0.100								
12	0.009	0.026	0.033	0.040	0.048	0.057	0.067	0.077	0.088	0.100	0.113								
13	0.010	0.029	0.037	0.045	0.054	0.064	0.075	0.086	0.099	0.112	0.126	0.141							
14	0.011	0.032	0.041	0.050	0.060	0.071	0.083	0.096	0.110	0.124	0.140	0.156							
15			0.045	0.055	0.066	0.079	0.092	0.106	0.121	0.137	0.154	0.172							
16			0.049	0.061	0.073	0.086	0.101	0.116	0.133	0.150	0.169	0.188	0.209						
17				0.066	0.080	0.095	0.110	0.127	0.145	0.164	0.184	0.205	0.228						
18					0.087	0.103	0.120	0.139	0.158	0.179	0.200	0.223	0.247	0.272	0.299				
19						0.112	0.131	0.151	0.172	0.194	0.217	0.242	0.268	0.295	0.323				
20						0.122	0.142	0.163	0.186	0.209	0.235	0.261	0.289	0.318	0.348	0.379			
21						0.131	0.153	0.176	0.200	0.226	0.253	0.281	0.310	0.341	0.374	0.407			
22						0.141	0.164	0.189	0.215	0.242	0.271	0.301	0.333	0.366	0.400	0.436	0.473		
23						0.152	0.177	0.203	0.230	0.260	0.290	0.322	0.356	0.391	0.427	0.465	0.505	0.546	
24							0.189	0.217	0.246	0.277	0.310	0.344	0.380	0.417	0.455	0.496	0.537	0.581	
25							0.202	0.232	0.263	0.296	0.330	0.366	0.404	0.443	0.484	0.527	0.571	0.617	
26								0.247	0.280	0.315	0.351	0.389	0.429	0.471	0.514	0.559	0.605	0.654	
27								0.262	0.297	0.334	0.373	0.413	0.455	0.499	0.544	0.592	0.641	0.691	
28								0.278	0.315	0.354	0.395	0.437	0.482	0.528	0.576	0.625	0.677	0.730	
29									0.334	0.375	0.418	0.462	0.509	0.557	0.608	0.660	0.714	0.770	
30									0.353	0.396	0.441	0.488	0.537	0.588	0.641	0.695	0.752	0.810	
31									0.372	0.418	0.465	0.514	0.566	0.619	0.674	0.731	0.791	0.852	
32											0.490	0.541	0.595	0.651	0.709	0.768	0.830	0.894	
33													0.625	0.683	0.744	0.806	0.871	0.938	
34														0.717	0.780	0.845	0.912	0.982	
35															0.751	0.816	0.884	0.955	1.027

Kaynaklar

- Anşin, R., 2001. Tohumlu bitkiler I. Cilt Gymnospermae (Açık Tohumlular), K.T.Ü. Orman Fakültesi Genel Yayın No; 122, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, TÜRKİYE
- Batu, F., 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler, 312 s, K. T. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 179, Trabzon,
- Birler A. S., Yüksel, Y., 1983. Sahil Çamı Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayınları.
- Bozkuş, H. F., Carus, S., 1997, Toros Göknaı (*Abies clicica* Carr.) ve Sedir (*Cedrus libani* Link.)'in çift girişli gövde hacim tabloları ve mevcut tablolarla karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47, 1, 51-70.
- Çalışkan, A., Yeşil, A., 1998, Karabük-Büyükdüz araştırma ormanı Sarıçam-Göknaı-Kayın karışık meşcerelerinde bulunan Sarıçam ve Göknaı için hacim tabloları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9-24.
- Fırat, F., 1973, Dendrometri, 251 s, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No:202.
- Kalıpsız, A., 1999. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1988, İstatistik Yöntemler, 453 s, İ. Ü. Yayın No: 3522, İstanbul.
- Knapic, S., Pereira, H., Within-tree variation of heartwood and ring width in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.), Forest Ecology and Management, 210, 81-89.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U., Mısır, N., 2002. Kestane Meşcerelerinin Hasılatı ve amenajman Esasları, TÜBİTAK TOGTAG-TARP 2229 Nolu Proje, Sonuç Raporu.
- Kapucu, F., 2004, Orman Amenajmanı, 515 s, K. T. Ü. Yayın No: 215, Trabzon.
- Kayacık, H., 1980, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, Yayın No: 2642, İstanbul.
- O.G.M., 2006, Orman Varlığımız, T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 59 s, Ankara.
- Özcan, B. G., 2003, Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- SPSS Institute Inc., 2003. SPSS Base 12.0 User's Guide, 703 p.
- Şentürk, N., 1997. Dışbudak Gövde Hacim ve Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, s. 97
- Şimşek, Y., 1985. Türkiye'de Tesis Edilen Sahilçamı (*Pinus Pinaster* Ait.) Orijin Denemelerinde Büyüme ve Kalite Özelliklerindeki Varyasyonlar Üzerine Araştırmalar, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 149, Ankara
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü Yöresinde Karaçam İçin Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 1181-1118.