

## Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağaçlandırması için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi

Serdar Carus<sup>a,\*</sup>, İdris Memiş<sup>a</sup>, Kadir Kündü<sup>a</sup>, Ömer Alem<sup>a</sup>

**Özet:** Bu çalışmada, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağaçlandırması için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 77 adet örnek ağaç verisi tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturmak ve 20 örnek ağaç verisi de tabloların uygunluğunun testi için kullanılmıştır. Altı adet tek girişli ve altı adet çift girişli olmak üzere toplam 12 adet ağaç hacim denklemi test edilmiştir. Modeller için, denklemin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi, ortalama mutlak hata yüzdesi, belirtme katsayısı ve açıklanan varyans yüzdesi gibi yedi farklı uygunluk ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Seçilen en uygun tek girişli ağaç hacim denklemi Dissescu-Meyer iken çift girişli ağaç hacim denklemi Spurr olmuştur. Hazırlanan ağaç hacim tablolarının bağımsız veri grubu ile testi sonucunda uygun olduğu ( $p>0.05$ ) sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Karaçam, *Pinus nigra*, Tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu

## Single and double entry tree volume table construction for Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold) afforestation in Şehit Ali İhsan Kalmaz Forest

**Abstract:** In this study, the local single- and double-entry tree volume table was aimed to develop for Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold) afforestations in Şehit Ali İhsan Kalmaz Forest. In this study, the data used were obtained from 97 sample trees. The available data for Crimean pine tree was split into two sets: the majority (80%) was used to estimate model parameters, and the remaining data (20%) were reserved to validate the models. Sample trees were measured at diameter breast height, height and stem volume of trees in stand. Single and double-entry tree volume table construction and methods based on statistical approaches, several regression models were tested. A total of 12 tree volume models were tested for single-entry (6) and double-entry (6) tables. The performance of the models was compared and evaluated with seven model performance criteria. According to performance criteria, the best results were obtained with Dissescu-Meyer and Spurr models, respectively. As a result, regional a single and double entry volume table was created for Crimean pine.

**Keywords:** Crimean pine, *Pinus nigra*, Single and double-entry tree volume table

### 1. Giriş

Orman işletmeciliğinde işletmenin sahip olduğu ağaç serveti bilmek son derece önemlidir. Bu servetin çok büyük miktarını ağaç servetinin oluşturmasından dolayı miktarının belirlenmesi gerekir. Bu da ancak işletmenin sahip olduğu ağaç türleri için hacim tablosunun düzenlenmiş olması ile mümkündür. Bir ormanda mevcut ağaç servetinin tahmini orman amenajman planlarının hazırlanması ve üretimin planlanması açısından önem taşımaktadır. Çünkü, orman amenajman planlarının hazırlanmasında bir ormanı oluşturan çeşitli yapı ve kuruluştaki meşcerelerin ağaç servetinin bilinmesi gerekmektedir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984).

Tek ağaç hacminin tahmini için kullanılan yöntemlerden en çok tercih edilen “ağaç hacim tabloları” yöntemleridir (Kalıpsız, 1984). Ağaç hacim tabloları; göğüs çapı, ağaç boyu ve göğüs boyu şekil katsayısı gibi değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ağaç hacmi tahminine yararlar. Ağaç hacminin tahmininde bu değişkenlerden göğüs çapının

kullanılması durumunda tek girişli ağaç hacim tabloları, göğüs çapı ve ağaç boyunun birlikte kullanılması durumunda da çift girişli ağaç hacim tabloları olarak adlandırılmaktadır (Kalıpsız, 1984; Avery ve Burhart, 1994).

Ülkemizde oduna olan hızlı talep artışına karşılık, ormanlarımızın üretim güçleri giderek azalma gösterdiğinden dolayı yaklaşık 50 yıl önce dikim yoluyla ağaçlandırma çalışmalarına başlanılmıştır (Anonim, 2006). Ağaçlandırmalarda sıklıkla tercih edilen karaçam türü için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının oluşturulması gereklidir. Diğer yandan, doğal yoldan gelmiş karaçam meşcereleri için Gülen (1959) tarafından düzenlenmiş ağaç hacim tablosu bölgesel tablo (ülke geneli) niteliği taşıdığından, ağaçlandırmalar için kullanılması hacim belirlemelerinde yetersiz kalmakta ve bazen de oldukça farklı tahminlerde bulunmaktadır. Karaçam ağaçlandırmalarının yayılış gösterdiği Isparta yöresinde de ağaç hacim tablolarının elde hazır bulunması ağaç servetinin tahminindeki örnekleme hatası daha az olacaktır.

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): serdarcarus@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.03.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.02.2016



**Citation** (Atıf): Carus, S., Memiş, İ., Kündü, K., Alem, Ö., 2016. Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağaçlandırması için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 17(1): 37-42.

DOI: [10.18182/tjf.59768](https://doi.org/10.18182/tjf.59768)

Karaçamın araştırma konusu olarak seçilmesinde; türün asli orman ağaçlarımızdan biri olup ülkemizde oldukça geniş alanlar kaplaması yanında, bu tür hakkında yöresel bir tek ve çift girişli ağaç hacim tablosunun yapılması amaçlanmıştır. Elde edilecek tabloların yöredeki çeşitli ormancılık uygulamalarında da kullanılması söz konusudur.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Şehit Ali Kalmaz Ormanı, karaçam ağaçlandırmasından değişik çap boy basamaklarından seçilen 97 örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çalışma alanı, 37°50' 06'' kuzey enlemi ile 30°30' 23'' doğu boylamı koordinatlarında yer almaktadır. Çalışma alanı deniz seviyesinden ortalama 1050 m yükseltidedir. Çalışma alanı, Isparta ilinin kuzeyinde Isparta-Afyon karayolu bitişiğinde yer almaktadır. Çalışma alanı içerisindeki toprak genellikle balçık tekstür sınıfına girmekte olup, pH'sı ortalama 8.20'dir. Toprakların kireç miktarı yüksek olup, organik madde içeriği ortadır. Hacim ağırlığı 1.21-1.23 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Topraklar geçmişte ziraat yapılan tarım topraklarıdır. Çalışma alanı Akdeniz ile İç Anadolu karasal ikliminin geçiş kuşağında, yağış miktarı Akdeniz iklimi ortalamalarından düşük olup yıllık ortalama sıcaklık değeri de, İç Anadolu iklimine daha yakındır. Isparta meteoroloji istasyonunun verilerine göre ortalama en yüksek sıcaklığın Temmuz ayında (23.1°C), ortalama en düşük sıcaklığın Ocak ayında (1.7°C) olduğu görülmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık ise 12°C'dir. Yıllık yağış miktarı 581 mm'dir (Fakir vd., 2009).

Bu çalışmada, Şehit Ali Kalmaz Ormanı karaçam ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu karaçam meşceresi yaklaşık 30 ha büyüklüğünde ve meşcere yaşı 22 olup dikim yoluyla 1990 yılında ağaçlandırılmıştır. Çalışmanın arazi ölçümleri 2014 yılının sonbahar aylarında gerçekleştirilmiştir.

Ölçümler seçilen 97 ağaçta boy (m), göğüs çapı (cm) ve Relaskop ile hacim ölçmeleri yapılmıştır. Çizelge 1' de bu 97 örnek ağaç ilişkin istatistiksel bilgiler verilmiştir.

Bu örnek ağaçların dikili olarak hacminin tahmini için, Relaskop aleti ile meşcerede ileri- geri gidip gelinerek ağacın göğüs çapı 1' lik şerit + 4 çeyrek şeride teğet durumuna getirilmiştir. Bu noktada mandala basılarak ağacın yukarı kısımlarına rasat edilmiş ve 1m' lik şeride teğet olduğu nokta belirlenmiştir. Bu noktada 25 m' lik boy ölçme şeridindeki değer okunmuştur. Bu noktadan bir kez de ağaç dibinden yaklaşık 0.65 m aşağı doğru bakılarak 25 m' lik boy ölçme şeridinden ikinci okuma değerleri cebrik toplanmıştır. Bu değerler 2/3' ü rölatif silindir boyunu (RSB) verir (model 1),

$$RSB = \frac{h * f_{1,3}}{d_{1,3}} \text{ 'tür.} \quad (1)$$

Ağacın göğüs çapı metre cinsine dönüştürülerek model 2 yardımıyla dikili ağacın gövde hacmi (m<sup>3</sup>) bulunmuştur.

$$v = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * h * f_{1,3} = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^3 * RSB \quad (2)$$

Ağaç hacim denklemlerinin parametrelerinin tahmininde ve bu denklemlerin meşcereye uygunluğunun denetiminde kullanılan veriler olmak üzere veriler rasgele iki gruba ayrılmıştır. I. grupta, toplam verinin yaklaşık %80' i (n=77), II. grupta ise yaklaşık %20' si (n=20) bulunmaktadır. Çizelge 2' de I. ve II. grupta bulunan verilerin, birer cm' lik çap ve birer m' lik boy basamaklarına dağılımı verilmiştir.

Şekil 1'de, ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı- hacim (a) ve boy- hacim (b) ilişkisi verilmiştir.

Çizelge 1. Örnek ağaçlara ilişkin çeşitli istatistikler

Değişkenler	Min.	Max.	Aritmetik ortalama (X)	Standart sapma (s)	Değişkenlik katsayısı (%)
Göğüs çapı (d1.3, cm)	4,52	20,37	12,33	3,86	31,28
Boy (m)	2,53	7,75	5,08	1,25	24,63
Hacim (dm <sup>3</sup> )	2,57	80,80	29,66	20,26	68,30

Çizelge 2. Ağaç hacim denkleminin oluşturulması ve denetiminde kullanılan örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çap (cm)	Boy basamakları (m)						Toplam
	3	4	5	6	7	8	
5	2						2
6	3(1)*	1(1)					4(2)
7	1	2(1)					3(1)
8		5(1)					5(1)
9		3(1)	2(1)				5(2)
10		3	2(1)				5(2)
11		3(1)	2(1)	2			7(3)
12		1	7(1)				8(1)
13			5(1)	2			7(2)
14			3(1)		1		4(2)
15			2	2	3		7
16		1	(1)	2	3	1	7(1)
17			(1)	1	2	1	4(1)
18				1(1)	4	1	6(1)
19				1(1)			1(1)
20				1	1		2
<b>Toplam</b>	<b>6(1)</b>	<b>19(5)</b>	<b>23(12)</b>	<b>12(2)</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>77(20)</b>

\* Hacim denkleminin denetiminde kullanılan örnek ağaçlar

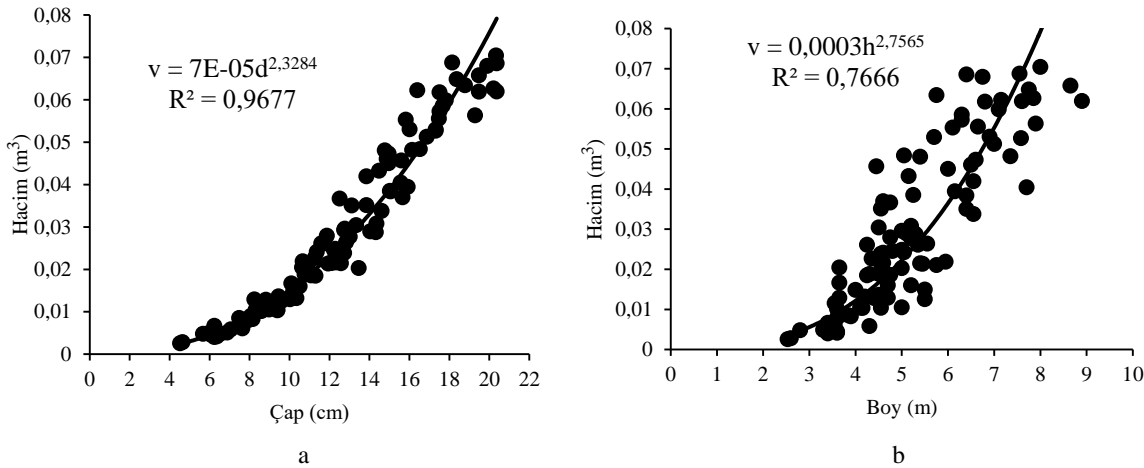
Ağaç hacim tabloları bilindiği üzere, grafik çizim veya matematik yöntem (regresyon analizi) ile oluşturulabilmektedir (Spurr, 1952; Kalıpsız, 1984). Bu yöntemlerden grafik yöntem el yordamı ile uygulandığı, çiziminin kişiden kişiye değişeceği ve bu çizimde noktaların eğriden gösterdikleri fark karelerin toplamının en aza indirilememesi nedenlerinden dolayı yeterli bulunmamaktadır. Bu sakıncaları önlemek için matematik yöntem uygulanmaktadır. Matematik yöntemde istatistik ilişkinin genel eğilimine uygun olarak önce bir matematik model kararlaştırılmaktadır. Sonra, örnek ağaç ölçümlerine dayanarak, en küçük kareler yöntemine göre bu modelin katsayıları hesaplanmaktadır. Son olarak katsayıları belirlenmiş olan bu matematik fonksiyondan tek ve/veya çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturmak üzere, çap ve boy basamakları için hacimler hesaplanmakta ve tablo halinde düzenlenmektedir (Kalıpsız, 1984). Regresyon analizi katsayıları yerine koyularak hacmin bulunması kolaylığı, farklı kişilerin maddi hata olmadan aynı sonucu bulabilmeleri yönünden daha objektif olmaktadır (Kalıpsız, 1982).

Bu çalışmada, çeşitli kaynaklardan (Yavuz ve Şentürk, 1998; Yavuz, 1999) sağlanan tek girişli hacim denklemleri 6 ve (model 3- 8) çift girişli ağaç hacim denklemleri için 6

(model 9- 14) farklı hacim denklemi kullanılmıştır (Çizelge 3 ve 4).

Bu denklemlere ilişkin katsayılar, katsayıların önemlilik düzeyleri ve diğer istatistiklerin hesaplanmasında SPSS Ver. 22 adlı istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan hacim denklemlerinin en iyi sonucu veren denklemin belirlenmesinde, Çizelge 5' te verilen yedi adet uygunluk ölçütü kullanılmıştır (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 denklemi, diğer ölçüt değerlerine göre başarısız olabilir. Bu nedenle tüm başarı ölçütlerini kapsayacak şekilde, bir başarı sıralaması yapılmıştır. Bu amaçla her bir ölçütün iyisine 1 sıra numarası verilerek giderek artan biçimde her ölçüt değerine göre hacim denklemlerine sıra numarası verilmiş ve daha sonra sıra numaraları toplamı ilgili hacim denklemi için başarı derecesi olarak kabul edilmiştir. En küçük toplam sıra numarasına sahip denklem en iyi sonucu veren hacim denklemi olarak seçilmiştir (Yavuz, 1999).



Şekil 1. Çap ile hacim arasındaki ilişki (a) ve boy ile hacim ilişkisi (b)

Çizelge 3. Tek girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmesi için kullanılan istatistik modeller

İstatistik model	Araştırmacı	Model no
$v = a_0 + a_1 * d^2$	Kopetzky-Gerhardt	3
$v = a_1 * d + a_1 * d^2$	Dissescu-Meyer	4
$v = a_0 + a_1 * d + a_2 d^2$	Hohenadl-Krenn	5
$\log v = \ln a_0 + a_1 * \log d$	Berkhout	6
$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * (1/d)$	Brenac	7
$\ln v = a_0 + a_1 * \ln d + a_2 * \ln^4 d$	Hoffmann	8

Bu çalışmada kullanılan hacim denklemlerinden yukarıda sözü edilen yedi adet ölçüte göre en iyi sonucu veren hacim denklemini belirledikten sonra, bu hacim denkleminin yöre içerisindeki karaçam ağaçlandırması için uygun olup olmadığının denetimi, tesadüfi olarak seçilen ve toplam verinin yaklaşık %20'sini oluşturan veriler (n=20) yardımıyla yapılmıştır. İki farklı şekilde elde edilen bu hacim değerleri arasında istatistiksel olarak farklı olup olmadığı Nonparametrik istatistik yöntemlerden Wilcoxon testi ile test edilmiştir.

### 3. Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada test edilen tek ve çift girişli hacim denklemlerine ilişkin parametrelerin tahmin değerleri ile F oranları Çizelge 6' da verilmiştir. Ayrıca, hacim denklemleri için hesaplanan ölçüt değerleri ise Çizelge 7' de verilmiştir.

Test edilen tek ve çift girişli hacim denklemleri genellikle p=0.05 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Çizelge 7' deki uygunluk ölçütleri birlikte dikkate alındığında en küçük rank değerine (sıra numaraları toplamı) sahip olmaları nedeniyle tek girişli hacim denklemleri model 4 (Dissescu-Meyer) ve çift girişli hacim denklemleri olarak ta model 10 (Spurr) en başarılı denklem olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmesi için kullanılan istatistik modeller

İstatistik model	Araştırmacı	Model no
$v = a_0 + a_1 * d^2 + a_2 * d^2 * h + a_3 * h^2 + a_4 * d * h^2$	Naslund	9
$v = a_0 + a_1 * d + a_2 * d * h + a_3 * d^2 + a_4 * h + a_5 * d^2 * h$	Spurr	10
$v = a_0 + a_1 * d + a_2 * d * h + a_3 * d^2 + a_4 * d^2 * h$	Meyer	11
$v = d^2 * (a_0 + a_1 * h)$	Ogaya	12
$v = (d^2 * h) / (a_0 + a_1 * d)$	Takata	13
$\log v = \log a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h$	Schumacher-Hall	14

Burada, v= ağaç hacmi (dm<sup>3</sup>), d= göğüs çapı (cm), h= ağaç boyu (m), log= 10 tabanında logaritma, ln = doğal logaritma (e=2,71) ve a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>,..., a<sub>n</sub>= regresyon katsayılarını temsil etmektedir.

Çizelge 5. Tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmesi için kullanılan başarı ölçütleri

Başarı ölçütü	Model no
Belirtme katsayısı	$R^2 = 1 - \frac{\sum (Vi - Vr)^2}{\sum (Vi - Vort)^2}$ 15
Tahminin standart hatası	$Se = \sqrt{\frac{\sum (Vi - Vr)^2}{n - p}}$ 16
Ortalama hata	$\bar{D} = \frac{\sum Di}{n}$ 17
Ortalama mutlak hata	$ \bar{D}  = \frac{\sum  Di }{n}$ 18
Açıklanan varyans yüzdesi (%)	$PVE = \left[ \frac{\sum (Vi - Vort)^2 - (\sum D^2)}{\sum (Vi - Vort)^2} \right] * 100$ 19
Toplam hata yüzdesi (%)	$THY (\%) = \frac{\sum Vr - \sum Vi}{\sum Vi} * 100$ 20
Ortalama mutlak hata yüzdesi (%)	$OMHY (\%) = \frac{\sum  Vr - Vi }{\sum Vi} * 100$ 21

Burada, n= veri sayısı, p= parametre sayısı, D=Vr-Vi, Vr= hacim denklemleri tahmin değeri (dm<sup>3</sup>), Vi= ölçülen hacim değeri (dm<sup>3</sup>), Vort= ölçülen ortalama ağaç hacmi (dm<sup>3</sup>) temsil etmektedir.

Nonparametrik testlerden Wilcoxon testi ile tek girişli hacim denklemi için z istatistiği=-0,448 olarak hesaplanmış olup, bu istatistiğe ilişkin önem düzeyi p=0.654, çift girişli hacim denklemi için z istatistiği= -1.195 ve önem düzeyi p=0.232' dir. Böylece bu çalışmada düzenlenen en uygun tek ve çift girişli hacim denklemlerinin, örnek ağaçların alındığı Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı karaçam

ağaçlandırma sahası için istatistiksel olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Söz konusu modeller için regresyon katsayıları yardımı ile hacimler hesaplanarak, karaçam için yöresel tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiş, tek girişli ağaç hacim tablosu Çizelge 8'de, çift girişli ağaç hacim tablosu ise Çizelge 9'de verilmiştir.

Çizelge 6. Tek ve çift girişli ağaç hacim modellerine ilişkin parametre ve istatistikleri

Model no	a0	a1	a2	a3	a4	a5	F
3	-4,15738***	0,20270***					1227,8
4	-0,69918**	0,22964***					2085,6
5	-2,67313 <sup>ns</sup>	-0,25789 <sup>ns</sup>	0,21285***				606,5
6	-1,21515***	2,39915***					2517,9
7	-1,21515***	2,63644***	1,01327 <sup>ns</sup>				1262,4
8	-2,63595***	2,30410***	0,00176 <sup>ns</sup>				1246,4
9	-0,61043 <sup>ns</sup>	0,21927***	-0,02716 <sup>e</sup>	-0,64058*	0,09667**		397,8
10	30,79459***	-4,49248**	1,54280***	0,25041***	-10,57205***	-0,03915**	320,5
11	-1,83985*	-0,58825*	0,19713**	0,13455**	0,00302 <sup>ns</sup>		376,4
12	0,09412***	0,01452***					2557,9
13	22,4544***	0,71070***					23,7
14	-1,20771***	2,20736***	0,28265 <sup>e</sup>				1313,5

ns:p>0,005, \*: p<0,05, \*\*:p<0,01, \*\*\*:p<0,001

Çizelge 7. Tek ve çift girişli ağaç hacim modellerine ilişkin ölçüt değerleri

Model no	R <sup>2</sup>	Se (dm <sup>3</sup> )	$\bar{D}$ (dm <sup>3</sup> )	$ \bar{D} $ (dm <sup>3</sup> )	PVE (%)	THY (%)	OMHY (%)
3	0,942(6)	4,928 (4)	0,0006 (2)	3,5504 (3)	94,243 (2)	0,0021 (2)	11,6318 (4)
<b>4</b>	<b>0,982 (1)</b>	<b>4,934 (5)</b>	<b>0,0329 (3)</b>	<b>3,5049 (1)</b>	<b>94,228 (1)</b>	<b>0,1080 (3)</b>	<b>11,4826 (1)</b>
5	0,943 (5)	4,958 (6)	-0,0001 (1)	3,5246 (4)	94,249 (3)	-0,0003 (1)	11,5473(3)
6	0,971 (3)	1,158 (2,5)	-0,2889(5)	3,5134 (2)	93,798 (4)	-0,9466(5)	11,5103(2)
7	0,972 (2)	1,157 (1)	-0,1520(4)	3,6146 (5)	93,363 (5)	-0,4980 (4)	11,8419(5)
8	0,971 (4)	1,158 (2,5)	-2,4351(6)	3,7728 (6)	91,881 (6)	-7,9779(6)	12,3603(6)
9	0,957(4)	4,928 (3)	0,0002 (2)	3,1635 (2)	95,6705 (2)	0,0009 (2)	10,3640 (3)
<b>10</b>	<b>0,988 (2)</b>	<b>4,348 (2)</b>	<b>0,0002(3)</b>	<b>3,0715(1)</b>	<b>95,7578(1)</b>	<b>0,0008(1)</b>	<b>10,0626(1)</b>
11	0,954 (5)	4,478 (5)	-0,0010 (1)	3,2455 (3)	95,4361(3)	-0,0035 (3)	10,6329 (2)
12	0,993 (1)	4,462 (4)	0,0712(4)	3,2787 (4)	95,2789(4)	0,2333 (4)	10,7416 (4)
13	0,240 (6)	4,985 (6)	-0,3735(6)	3,4746 (6)	94,4980(6)	-1,2237 (6)	11,3832 (6)
14	0,973 (3)	1,154 (1)	-0,2614(6)	3,3493 (5)	94,8267(5)	-0,8564 (5)	10,9728 (5)

Çizelge 8. Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı karaçam ağaçlandırmaları için tek girişli ağaç hacim tablosu

Göğüs çapı (cm)	Gövde hacmi (dm <sup>3</sup> )	Göğüs çapı (cm)	Gövde hacmi (dm <sup>3</sup> )
5	2,245	13	29,720
6	4,072	14	35,221
7	6,358	15	41,181
8	9,104	16	47,601
9	12,308	17	54,480
10	15,972	18	61,818
11	20,095	19	69,616
12	24,678	20	77,872

Çizelge 9. Çift girişli ağaç hacim tablosu (hacimler dm<sup>3</sup> olarak verilmiştir)

Çaplar (cm)	Boylar (m)									
	3	4	5	6	7	8	9	10		
5	3,082									
6	4,680									
7	6,545									
8		7,940								
9		11,213	11,355	11,497						
10		14,674	15,615	16,556						
11		18,323	19,984	21,646						
12		22,159	24,463	26,767	29,070					
13			29,051	31,919	34,786					
14			33,748	37,101	40,455	43,808				
15			38,555	42,315	46,076	49,837				
16			43,470	47,560	51,650	55,740	59,830	63,920		
17			48,496	52,836	57,177	61,518	65,859	70,200		
18			53,630	58,143	62,657	67,170	71,683	76,197		
19				63,481	68,089	72,697	77,304	81,912		
20				68,850	73,474	78,097	82,721	87,344		

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Şehit Ali İhsan Kalmaz Ormanı karaçam ağaçlandırmasında tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturulmuştur. Bu hacim tablolarının düzenlenmesinde, değişik modeller regresyon analizi yöntemiyle denenmiştir. Regresyon analizi yöntemine göre, ağaç hacim tablosunun oluşturulması için tek girişli (6) ve çift girişli (6) olmak üzere toplam 12 adet ağaç hacim modeli denenmiş ve yedi farklı uygunluk ölçütüne göre, tek girişli için Dissescu-Meyer, çift girişli için ise Spurr modelleri en uygun sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Tek girişli en uygun hacim denkleminin belirtme katsayısı ( $R^2$ ) 0,982 ve standart hatası (Se) 4,934  $dm^3$ , çift girişli en uygun hacim denkleminin  $R^2=0,988$  ve  $Se= 4,348 dm^3$  olup çapa ek olarak boyunda hacim denklemine katılmasıyla belirtme katsayısı bir miktar artmış ve denklemin standart hatası da azalmıştır. Mutlak hata yüzdesi, tek girişli hacim denkleminde %11,482 iken çift girişli hacim denkleminde %10,062' ye düşmüştür. Toplam hata yüzdesinin %1 ile %1 arasında ve ortalama hata yüzdesinin %10 ve daha küçük olması önerilmektedir (Kalıpsız, 1984). Çalışmamızda, tek ve çift girişli hacim denklemlerinin toplama hata yüzdesi %1 in altındadır. Çift girişli hacim denkleminin için ortalama mutlak hata yüzdesi %10,062 iken, tek girişli hacim denkleminin için %11,482' dir. Bu çalışmada olduğu gibi özellikle tek girişli hacim tablolarında önerilen ortalama mutlak hata yüzdesinin sağlanması oldukça zordur. Göğüs çapları eşit olan ağaçlarda, boy ve gövde şekli farklılıkları hacim üzerinde önemli değişimlere neden olmaktadır.

Yörede hazırlanan bu ağaç hacim tablosu silvikültür, amenajman, envanter ve hasılat gibi arazi çalışmalarında güvenle kullanılabilir.

#### Kaynaklar

- Avery, T.E., Burkhart, H.E., 1994. Forest Measurement. McGraw-Hill Series in Forest Resources, New York.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Fakir, H., Babalık, A. A., Karatepe, Y., 2009. Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüsünün Doğal Bitki Türleri (Isparta-Türkiye). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1): 33-39.
- Fırat F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Gülen, İ., 1959. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Hacim Tablosu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1:97-112.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Company, New York.
- Yavuz, H., Şentürk, N., 1998. Dişbudak Ağaç Hacim Tablosunun Düzenlenmesi. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:4187/458, İstanbul.
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü Yöresinde Karaçam İçin Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23:1275-1282.