

ZONGULDAK ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ULUDAĞ GÖKNARI (*Abies bornmülleriana* Matff.), SARIÇAM (*Pinus sylvetsris* L.) VE DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.) KARIŞIK MEŞCERELERİ İÇİN HACİM TABLOLARI

Birsen DURKAYA, Ali DURKAYA

ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, 74100 Bartın

ÖZET

Bu çalışmada değişik yaşlı Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını karışık meşcereleri için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları düzenlenmiştir. Bu amaçla 31 örnek alandan kesilen 28 Göknar, 27 Sarıçam ve 27 Doğu Kayını ağacının gövde analizlerinden yararlanılmıştır. Gövde analizlerinde Orta Yüzey Formülü kullanılmıştır. Bütün türlere ait veriler üzerinde Regresyon Analizi yöntemi ile tek girişli ağaç hacim tablosu için 3 adet denklem, çift girişli ağaç hacim tablosu için 5 adet denklem denenmiş ve belirtme katsayısı, standart hata, toplam hata, ortalama mutlak hata, ortalama sapma, ortalama mutlak sapma olmak üzere altı ölçüte göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını ağaç türlerinin her biri için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hacim tablosu, Uludağ göknarı, Sarıçam, Doğu kayını

VOLUME TABLES FOR MIXED STANDS OF ULUDAĞ FIR (*Abies bornmülleriana* Matff.), SCOTCH PINE (*Pinus sylvetsris* L.), BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) IN ZONGULDAK REGIONAL FOREST DISTRICT

ABSTRACT

Single and double entry volume tables have been constructed for mixed stands of Uludağ fir, scotch pine and beech. For this aim, stem analysis data have been used from 28 Uludağ fir, 27 scotch pine and 27 beech, felled mixed stands. By using Huber's Formula, the volume of each section in a sample tree stem was calculated. Regression analysis was used and 3 equations were examined for single entry and 5 equations were examined for double entry volume tables according to coefficient of determination, standart error, total error, percent total error and percent absolute mean error.

Key words: Volume table, Uludag fir, Scotch pine, Beech

1. GİRİŞ

Orman işletmeciliğinde, işletmenin sermayesinin çok önemli bir kısmını oluşturan ağaç servetinin bilinmesi çok önemlidir. Birincil ürün olan ağaç servetinin ölçü birimi genellikle hacimdir. Ülkemizde ormanlar, amenajman planlarına göre işletilmektedir. Bu planların yapılması ve ürün hasadı aşamalarında meşcere hacminin bilinmesi gereklidir. Meşcere hacminin belirlenmesinde çeşitli yöntemler önerilmektedir (Fırat, 1973, Loetsch et al. 1973). Bunlardan en yaygın olarak kullanılan yöntem ise hacim tabloları yöntemleridir. Gövde hacim tabloları; doğrudan tayini güç olan ağaç hacmini, daha kolay ölçülebilen ağaç boyutları (çap ve boy) yardımıyla kestirebilmemizi sağlayan istatistikî bağıntılardan türetilen tablolarıdır (Kalıpsız, 1984).

İstatistiksel yöntemlere dayandırılarak elde edilen hacim fonksiyonları deneysel formüllerdir ve yalnız katsayıların hesaplanması için örnekleme yapılmış olan toplumlarda geçerlidir (Kalıpsız, 1984, Akgür, 1982). Buna rağmen uygulamada pratik oluşu nedeniyle genellikle bu yöntem tercih edilmektedir. Ağaç hacim tabloları, göğüs çapı ile hacmi arasındaki ilişkiye dayalı tek girişli ağaç hacim tabloları; göğüs çapı ve boy ile hacim arasındaki ilişkiye dayalı olan çift girişli ağaç hacim tabloları ve göğüs çapı ve boy ilave olarak gövde şekliyle yoğun bir ilişki gösteren üçüncü bir serbest değişkenin yer aldığı çok girişli ağaç hacim tabloları olarak üçe ayrılmaktadır. Bu çalışmada tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları düzenlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Veriler Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarındaki Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını karışık meşcerelerinin bulunduğu bölgelerden toplanmıştır. Bu üç türün karışım yaptığı meşcerelerden 27 adet sarıçam, 28 adet göknar ve 27 adet kayın olmak üzere toplam 82 adet ağaç kesilerek gövde analizleri yapılmıştır. Örnek ağaçların kesildiği yerler ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Örnek ağaçların kesildikleri yerler ve özellikleri

No	İşletme Müdürlüğü	Seri	Rakım (m)	Bakı	Eğim %	Arazi Şekli
1	Ulus	Uluyayla	940	K-KB	10-12	Orta yamaç
2	Ulus	Uluyayla	950	K	15	Orta yamaç
3	Ulus	Uluyayla	945	K	20	Orta yamaç
4	Ulus	Uluyayla	1090	G	20	Orta yamaç
5	Ulus	Uluyayla	1035	G	25-30	Orta yamaç
6	Ulus	Uluyayla	1055	G-GD	30	Orta yamaç
7	Karabük	Keltepe	1345	K- KB	25	Orta yamaç
8	Karabük	Keltepe	1380	K- KB	15-20	Orta yamaç
9	Karabük	Keltepe	1335	B	20-25	Orta yamaç
10	Karabük	Keltepe	1365	B-KD	10-15	Orta yamaç
11	Karabük	Keltepe	1315	B-KD	20	Orta yamaç
12	Bartın	Sökü	1100	G	30	Orta yamaç
13	Bartın	Sökü	1190	G	35-40	Orta yamaç
14	Bartın	Sökü	1220	G	25-30	Orta yamaç
15	Bartın	Sökü	1150	GB	35-40	Orta yamaç
16	Bartın	Sökü	1120	GB	35-40	Orta yamaç
17	Bartın	Merkez	1070	GD	25	Orta yamaç
18	Bartın	Merkez	1100	G	25-30	Orta yamaç
19	Bartın	Merkez	1130	GD	10-15	Orta yamaç
20	Bartın	Merkez	1150	GD	10-15	Orta yamaç
21	Yenice	Çitdere	1290	KB	15-20	Orta yamaç
22	Yenice	Çitdere	1220	KB	35-40	Orta yamaç
23	Yenice	Çitdere	1150	D	25-30	Orta yamaç
24	Yenice	Çitdere	1210	KD	40	Orta yamaç
25	Yenice	Çitdere	1200	K	20	Orta yamaç
26	Dirgine	Çaldere	1180	D	35	Orta yamaç
27	Dirgine	Çaldere	1230	D	45	Orta yamaç
28	Dirgine	Çaldere	1200	D	45	Orta yamaç
29	Dirgine	Çaldere	1050	B	60	Orta yamaç
30	Dirgine	Karadere	1140	B	15	Orta yamaç
31	Dirgine	Karadere	1150	B	10	Orta yamaç

Kesilecek ağacın o alanı en iyi şekilde temsil edecek özelliklere sahip olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen ağaçların galip durumda olmasına, bozuk tepeli, kusurlu (tepe kırıklığı, çatalılık, kurumuş) olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararı ve özellikle çeşitli nedenlerle yaralanıp dip çürüklüğü olmayan bir özellik taşımasına özen gösterilmiştir. Diğer yandan kesim ve ölçüm işlemleri için motorlu testere, çelik şerit metre, balta, cetvel gibi araçlardan yararlanılmıştır.

2.2 Metot

Gövde analizi yapmak üzere kesilen ağaçlar, 2 m'lik bölümlere ayrılmıştır. 2 m'lik bölümler için bölüm ortalarından ve 0.30 m yüksekliklerden kesitler alınmıştır. Bölümler Orta Yüzey (Huber) formülüyle hacimlendirilmiştir. 2 m'lik bölümlerden artan uç parça koni olarak taban çapı ve uç boyu yardımıyla hesaplanmıştır. Ağaçta ilk olarak 0.30 m kesitindeki yıllık halka sayısı belirlenerek buna ağacın 0.30 m yüksekliğe ulaştığı yaş (fidan yaşı) eklenmek suretiyle ağacın yaşı tespit edilmiştir. Daha sonra kesitler üzerinde 5 yıllık periyotlardaki yarı çaplar birbirine dik olarak dört yönden ölçülmüş ve ölçülen değerlerin ortalaması periyot çapı olarak alınmıştır. Ayrıca ağacın kesitlerdeki yıllık halka sayıları ağaç yaşından çıkarılarak ağacın bu yüksekliğe ulaşma yılları bulunmuştur. Kesite ulaşma yaşı ve kesit yüksekliği değerleri ile ağacın boylanma eğrisi çizilmiştir. Ağacın çeşitli kesitlerinde beşer yıllık periyotlarda belirlenen çap ve boy (boylanma eğrisinden hesaplanan) değerleri yardımı ile beşer yıllık periyotlardaki hacimler bulunmuştur. Daha sonra mevcut örnek ağaçlardan hesaplanan kabuk ve hacim faktörü ile çarpılarak periyodik kabuksuz çap ve hacim, kabuklu değerlere dönüştürülmüş ve periyodik değerlerin ayrı bireylere ait olduğu düşünülerek işleme konulmuştur. Böylece Uludağ göknarına ait 630, sarıçama ait 644 ve kayına ait 667 adet birey elde edilmiştir.

Gövde analizleri yapılan ağaçların kabuksuz çap ve hacim değerleri kabuklu değerlere dönüştürülürken, gövde analizi yapılan ağaçların apsis ekseninde kabuksuz çapı, ordinat ekseninde kabuklu çapı olacak şekilde noktalar halinde ikili koordinat sisteminde işaretlenmiş noktalar dağılımına uygun bir model oluşturulmuştur. Bu modelin kat sayısı hesaplanmış ve bu katsayı kabuk faktörü olarak alınmıştır. Aynı şekilde örnek ağaçların kabuksuz hacimleri ile kabuklu hacimleri X ve Y koordinat sistemine taşınarak noktalar dağılımını en iyi temsil edecek denklemin katsayısı olarak bulunan değer hacim faktörü olmaktadır (Durkaya, 2004).

Ağaç hacim tabloları hazırlanırken birçok hacim fonksiyonu denenmektedir. Bu fonksiyonlardan çeşitli istatistikî değerlendirmelere göre hangisinin en uygun fonksiyon olduğuna karar verilir ve bu fonksiyon kullanılarak hacim tabloları hazırlanır. Bu çalışmada tek girişli ağaç hacim tabloları hazırlanması için 3 adet (1,2,3) çift girişli ağaç hacim tablolarının hazırlanması için 5 adet (4,5,6,7,8) farklı hacim fonksiyonu denenmiştir (Fırat, 1973, Kalıpsız, 1984, Loettsch et al, 1973, Akgür, 1982, Avery- Burkhart,1994, Sun, 1990).

Tek girişli ağaç hacim fonksiyonları

$$V=a_0+ a_1d^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$V=a_0+a_1d+a_2d^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$\ln V=\ln(a_0)+a_1\ln(d) \dots\dots\dots(3)$$

Çift girişli ağaç hacim fonksiyonları

$$V=a_0+a_1d+a_2h+a_3d^2+a_4h^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$V= a_0+a_1d+a_2dh+a_3d^2+a_4h+a_5d^2h \dots\dots\dots(5)$$

$$V= a_0+a_1d+a_2dh+a_3d^2+ a_4d^2h \dots\dots\dots(6)$$

$$\ln V= \ln a_0 +a_1\ln(d)+a_2\ln(h) \dots\dots\dots(7)$$

$$\ln V=a_0+a_1\ln d+ a_2\ln^2 d+a_3\ln h+a_4\ln^2 h \dots\dots\dots(8)$$

Yukarıda verilen hacim fonksiyonlarında d: göğüs çapını (cm), h: ağaç boyunu (m) , V: gövde hacmini (m³) ifade etmektedir. Bu fonksiyonlar içerisinde en uygun fonksiyonu seçebilmek için, belirtme katsayısının (R²) en büyük, standart hatanın (Se), toplam hatanın (TH), ortalama mutlak hatanın (OMH), ortalama sapmanın (D), ortalama mutlak sapmanın (|D|) en küçük olmasına bakılmıştır.

Seçilen ağaç hacim fonksiyonunun güvenilirliği, belirtme katsayısının büyük, standart hata (S_{y,x}), toplam hata yüzdesinin (TH) ve ortalama mutlak hatasının (OMH) küçük olması ile belirlenir (Yavuz, 1999). Her tür için denenilen modeller arasında belirtme katsayısı (R²) en yüksek olan model tercih edilmiştir. Ayrıca modelin standart hatasına, toplam hata yüzdesine ve ortalama mutlak hatasına bakılarak en uygun olanı seçilmiştir.

$$R^2=1-\frac{SS_{residual}/(n-p)}{SS_{total}/(n-1)} \quad (9)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum (V_i^t - V_i)^2}{(n-p)}} \quad (10)$$

$$\bar{D} = n^{-1} \sum (V_i^t - V_i) \quad (11)$$

$$|\bar{D}| = n^{-1} \sqrt{\sum |V_i^t - V_i|} \quad (12)$$

$$TH (\%) = \frac{\sum V_i^t - \sum V_i}{\sum V_i} 100 \quad (13)$$

$$OMH (\%) = \frac{\sum |V_i^t - V_i|}{\sum V_i} 100 \quad (14)$$

Bu formüllerde $SS_{residual}$, hata varyansını, SS_{total} , bağılı değişkenin varyansını, n , veri sayısını, p parametre sayısını, V_i , bağılı değişkenin ölçülen değerini, V_i^t , bağılı değişkenin regresyon modeli ile tahmin edilen değerlerini göstermektedir.

Gövde analizleri yapılan ağaçların kabuksuz çap ve hacim değerleri kabuklu değerlere dönüştürülürken yapılan işlemler aşağıda açıklanmıştır. Her ağaç türü için, gövde analizi yapılan ağaçların apsis ekseninde kabuksuz çapı, ordinat eksenine kabuklu çapı olacak şekilde noktalar halinde ikili koordinat sisteminde işaretlenmiş noktalar dağılımına uygun bir model oluşturulmuştur. Bu modelin katsayısı bulunmuş ve bu katsayı kabuk faktörü olarak alınmıştır. Aynı şekilde örnek ağaçların kabuksuz hacimleri ile kabuklu hacimleri X ve Y koordinat sistemine taşınarak noktalar dağılımını en iyi temsil edecek şekilde belirlenen katsayı hacim faktörü olmaktadır. Buna göre her bir ağaç türüne ait kabuk faktörü ve hacim faktörü değerleri aşağıdaki gibi bulunmuştur. Ağaç türlerine göre saptanan kabuk ve hacim faktörleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Ağaç türlerine göre saptanan kabuk ve hacim faktörleri.

Ağaç türü	Kabuk faktörü	Hacim faktörü
Göknar	1.058	1.116
Sarıçam	1.095	1.095
Kayın	1.025	1.084

3. BULGULAR

Bu çalışmada test edilen tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarına ilişkin parametrelerin tahmin değerleri ve önemlilik düzeyleri, logaritmik fonksiyonlar için f düzeltme faktörü değerleri, modellerin denetimi için F oranları ve ölçüt değerleri Tablo 3 ve 4’de verilmiştir. Tablo 3 ve 4’den de görüleceği gibi test edilen tüm hacim fonksiyonları $p < 0.001$ önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Uygunluk ölçütlerine bakıldığında tek girişli hacim fonksiyonlarından Uludağ göknarı için, 1-12 cm çapları ve 12 cm’den büyük çaplar için 2 nolu modelin, sarıçam için, 1 nolu modelin, doğu kayını için 2 nolu modelin en uygun model olduğuna karar verilmiştir. Bu modeller kullanılarak hacimler hesaplanmış ve tek girişli ağaç hacim tablosu oluşturulmuştur (Tablo 5). Çift girişli ağaç hacim tablolarının oluşturulması amacıyla çalışılan hacim fonksiyonlarından Uludağ göknarı için 5 nolu model, sarıçam ve doğu kayını için 8 nolu model en başarılı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Tek girişli ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin parametreler

Model no	a ₀	a ₁	a ₂	R ²	F	Se(m ³)	f	Toplam hata %	Ortalama Mutlak Hata %
Uludağ göknarı (1-12 cm çap için)									
1	-0,0055	0,0029	-	0,82	176,5	0,0041		0,1	36,03
2	0,0017	-0,00135	0,00042	0,93	272,74	0,0025		0,007	15,53
3	-7,5737	1,568	-	0,93	532,97	0,380	1,18	1	24,4
Uludağ göknarı (12 cm çaptan büyük için)									
1	-0,255	0,0012	-	0,91	1426	0,239		0,04	21,66
2	0,3283	-0,047	0,0020	0,95	1886	0,215		0,1	17,12
3	-9,731	2,773	-	0,95	2975	0,241	1,069	5	18,82
Sarıçam									
1	-	-0,088	0,001	0,82	770	0,41		0,012	25,39
2	-0,028	-0,005	0,001	0,82	383	0,41		0,019	25,47
3	-	-8,48	2,38	0,96	4001	0,41	1,21	-10	26,55
Doğu kayını									
1	-	-0,097	0,001	0,97	6205	0,151		-0,46	15,11
2	0,063	-0,016	0,0013	0,98	4242	0,129		0,013	11,53
3	-	-8,316	2,324	0,97	7883	0,382	1,183	4	17,37

Tablo 4. Çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin parametreler

Uludağ göknarı												
Model no	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	R ²	F	Se(m ³)	f	Top. Hata %	Ortalama Mutlak Hata %
4	0.157	-0.029	-0.0169	0.0012	0.00166	-	0.99	5242	0.0737		0.06	8,55
5	0.034	-0.009	0.0009	0.0001	-0.0026	3.10 ⁻⁵	0.99	10700	0.0462		0.04	3,93
6	0.031	-0.011	0.0007	0.0001	0.00003	-	0.99	13415	0.0462		-0.1	3,97
7	-8.82	0.978	1.6890	-	-	-	0.9	3787	0.3677	1.17	1.2	12,39
8	-7.79	0.879	0.1382	0.4106	0.1763	-	0.98	4338	0.2446	1.07	0.7	9,75
Sarıçam												
4	0.3551	-0.0285	-0.05117	0.0012	0.002	-	0.95	791	0.2164		0.04	14,56
5	-0.061	0.0371	-0.00001	-0.00137	-0.02	7.10 ⁻⁷	0.99	4445	0.0834		0.09	5,43
6	-0.132	0.0334	-0.00078	0.00124	7.10 ⁻⁶	-	0.99	5066	0.0873		-0.13	5,55
7	-9.173	1.5254	1.1797	-	-	-	0.98	5926	0.2450	1.07	-2	10,8
8	-7.726	1.4990	0.0516	-0.3361	0.275	-	0.99	8429	0.1459	1.02	-0.4	5,16
Doğu kayını												
4	0.0756	-0.0355	0.0036	0.0014	0.00079	-	0.99	4466	0.0898		-0.3	9,69
5	0.015	-0.0128	0.00042	0.0003	0.0036	2.10 ⁻⁶	0.99	4668	0.0786		0.1	7,1
6	0.0256	-0.010	0.0005	0.0002	0.00002	-	0.99	5840	0.0785		-0.1	6,98
7	-9.592	1.539	1.2747	-	-	-	0.98	7291	0.2823	1.09	-4	10,17
8	-8.999	1.1902	0.1176	0.8363	0.0597		0.99	1296	0.1504	1.03	0.6	6,84

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çeşitli uygunluk ölçütlerine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda, tek girişli hacim fonksiyonlarından Uludağ göknarı için, 1-12 cm çapları ve 12 cm'den büyük çaplar için 2 nolu modelin, sarıçam için, 1 nolu modelin, doğu kayını için 2 nolu modelin en uygun model olduğuna karar verilmiştir. Çift girişli ağaç hacim tablolarının oluşturulması amacıyla çalışılan hacim fonksiyonlarından Uludağ göknarı için 5 nolu model, sarıçam ve doğu kayını için 8 nolu model en başarılı olarak belirlenmiştir. Üç türe ait tek girişli hacim tablosu aşağıda verilmiştir. Çift girişli tablolar geniş kapsamlı olmaları sebebiyle ancak özet olarak verilebilmiştir. Tablolar dışında kalan çap ve boya göre ağaç hacimleri yukarıda verilen ilgili türe ait model ve katsayılar kullanılarak kolayca bulunabilir.

Tablo 5. Ağaç türlerine göre tek girişli ağaç hacim tablosu

Çap (cm)	Hacim (m ³)			Çap (cm)	Hacim (m ³)		
	Göknar	Sarıçam	Kayın		Göknar	Sarıçam	Kayın
10	0,0297	0,093182	0,0241	49	2,915745	2,440202	2,3563
11	0,037065	0,114602	0,0345	50	3,0708	2,541182	2,4681
12	0,04526	0,138062	0,0475	51	3,229945	2,644202	2,5825
13	0,057705	0,163562	0,0631	52	3,39318	2,749262	2,6995
14	0,06552	0,191102	0,0813	53	3,560505	2,856362	2,8191
15	0,077425	0,220682	0,1021	54	3,73192	2,965502	2,9413
16	0,09342	0,252302	0,1255	55	3,907425	3,076682	3,0661
17	0,113505	0,285962	0,1515	55	3,907425	3,076682	3,0661
18	0,13768	0,321662	0,1801	56	4,08702	3,189902	3,1935
19	0,165945	0,359402	0,2113	57	4,270705	3,305162	3,3235
20	0,1983	0,399182	0,2451	58	4,45848	3,422462	3,4561
21	0,234745	0,441002	0,2815	59	4,650345	3,541802	3,5913
22	0,27528	0,484862	0,3205	60	4,8463	3,663182	3,7291
23	0,319905	0,530762	0,3621	61	5,046345	3,786602	3,8695
24	0,36862	0,578702	0,4063	62	5,25048	3,912062	4,0125
25	0,421425	0,628682	0,4531	63	5,458705	4,039562	4,1581
26	0,47832	0,680702	0,5025	64	5,67102	4,169102	4,3063
27	0,539305	0,734762	0,5545	65	5,887425	4,300682	4,4571
28	0,60438	0,790862	0,6091	66	6,10792	4,434302	4,6105
29	0,673545	0,849002	0,6663	67	6,332505	4,569962	4,7665
30	0,7468	0,909182	0,7261	68	6,56118	4,707662	4,9251
31	0,824145	0,971402	0,7885	69	6,793945	4,847402	5,0863
32	0,90558	1,035662	0,8535	70	7,0308	4,989182	5,2501
33	0,991105	1,101962	0,9211	71	7,271745	5,133002	5,4165
34	1,08072	1,170302	0,9913	72	7,51678	5,278862	5,5855
35	1,174425	1,240682	1,0641	73	7,765905	5,426762	5,7571
36	1,27222	1,313102	1,1395	74	8,01912	5,576702	5,9313
37	1,374105	1,387562	1,2175	75	8,276425	5,728682	6,1081
38	1,48008	1,464062	1,2981	76	8,53782	5,882702	6,2875
39	1,590145	1,542602	1,3813	77	8,803305	6,038762	6,4695
40	1,7043	1,623182	1,4671	78	9,07288	6,196862	6,6541
41	1,822545	1,705802	1,5555	79	9,346545	6,357002	6,8413
42	1,94488	1,790462	1,6465	80	9,6243	6,519182	7,0311
43	2,071305	1,877162	1,7401	81	9,906145	6,683402	7,2235
44	2,20182	1,965902	1,8363	82	10,19208	6,849662	7,4185
45	2,336425	2,056682	1,9351	83	10,48211	7,017962	7,6161
46	2,47512	2,149502	2,0365	84	10,77622	7,188302	7,8163
47	2,617905	2,244362	2,1405	85	11,07443	7,360682	8,0191
48	2,76478	2,341262	2,2471	86	11,37672	7,535102	8,2245

Tablo 6. Uludağ göknarı çift girişli hacim tablosu özeti

Ağaç Boyu(m)	Göğüs Çapları (cm)									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)										
15	0,243869	0,412749	0,624519	0,879179	1,176729	1,517169	1,900499	2,326719	2,795829	3,307829
16	0,260296	0,438111	0,660106	0,926281	1,236636	1,591171	1,989886	2,432781	2,919856	3,451111
17	0,276723	0,463473	0,695693	0,973383	1,296543	1,665173	2,079273	2,538843	3,043883	3,594393
18	0,29315	0,488835	0,73128	1,020485	1,35645	1,739175	2,16866	2,644905	3,16791	3,737675
19	0,309577	0,514197	0,766867	1,067587	1,416357	1,813177	2,258047	2,750967	3,291937	3,880957
20	0,326004	0,539559	0,802454	1,114689	1,476264	1,887179	2,347434	2,857029	3,415964	4,024239
21	0,342431	0,564921	0,838041	1,161791	1,536171	1,961181	2,436821	2,963091	3,539991	4,167521
22	0,358858	0,590283	0,873628	1,208893	1,596078	2,035183	2,526208	3,069153	3,664018	4,310803
23	0,375285	0,615645	0,909215	1,255995	1,655985	2,109185	2,615595	3,175215	3,788045	4,454085
24	0,391712	0,641007	0,944802	1,303097	1,715892	2,183187	2,704982	3,281277	3,912072	4,597367
25	0,408139	0,666369	0,980389	1,350199	1,775799	2,257189	2,794369	3,387339	4,036099	4,740649
26	0,424566	0,691731	1,015976	1,397301	1,835706	2,331191	2,883756	3,493401	4,160126	4,883931
27	0,440993	0,717093	1,051563	1,444403	1,895613	2,405193	2,973143	3,599463	4,284153	5,027213
28	0,45742	0,742455	1,08715	1,491505	1,95552	2,479195	3,06253	3,705525	4,40818	5,170495
29	0,473847	0,767817	1,122737	1,538607	2,015427	2,553197	3,151917	3,811587	4,532207	5,313777
30	0,490274	0,793179	1,158324	1,585709	2,075334	2,627199	3,241304	3,917649	4,656234	5,457059
31		0,818541	1,193911	1,632811	2,135241	2,701201	3,330691	4,023711	4,780261	5,600341
32		0,843903	1,229498	1,679913	2,195148	2,775203	3,420078	4,129773	4,904288	5,743623
33		0,869265	1,265085	1,727015	2,255055	2,849205	3,509465	4,235835	5,028315	5,886905
34		0,894627	1,300672	1,774117	2,314962	2,923207	3,598852	4,341897	5,152342	6,030187
35			1,336259	1,821219	2,374869	2,997209	3,688239	4,447959	5,276369	6,173469
36			1,371846	1,868321	2,434776	3,071211	3,777626	4,554021	5,400396	6,316751
37			1,407433	1,915423	2,494683	3,145213	3,867013	4,660083	5,524423	6,460033
38			1,44302	1,962525	2,55459	3,219215	3,9564	4,766145	5,64845	6,603315
39			1,478607	2,009627	2,614497	3,293217	4,045787	4,872207	5,772477	6,746597
40			1,514194	2,056729	2,674404	3,367219	4,135174	4,978269	5,896504	6,889879

Tablo 7. Sarıçam çift girişli hacim tablosu özeti

Ağaç Boyu(m)	Göğüs Çapları (cm)									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	Kabuklu Gövde Hacmi (m³)									
15	0,116869	0,195788	0,31692	0,443317	0,547431	0,703001	1,018431	1,243834	1,286003	1,51949
16	0,126034	0,211143	0,340923	0,476893	0,590363	0,758134	1,093023	1,334935	1,386858	1,638656
17	0,13558	0,227135	0,365893	0,511822	0,635077	0,815554	1,170535	1,429602	1,491898	1,762767
18	0,14551	0,243771	0,39184	0,548118	0,681591	0,875287	1,251002	1,527877	1,601167	1,891876
19	0,155829	0,261058	0,418777	0,585797	0,729927	0,937358	1,334459	1,629805	1,714715	2,026038
20	0,166541	0,279004	0,446714	0,624877	0,780104	1,001795	1,420942	1,73543	1,83259	2,165315
21	0,177651	0,297616	0,475665	0,665374	0,832146	1,068627	1,51049	1,844796	1,954846	2,309768
22	0,189165	0,316904	0,505641	0,707305	0,886076	1,137882	1,60314	1,957952	2,081535	2,459459
23	0,201086	0,336876	0,536656	0,75069	0,941917	1,209592	1,69893	2,074943	2,212713	2,614454
24	0,21342	0,357539	0,568722	0,795545	0,999692	1,283785	1,797901	2,195818	2,348436	2,774818
25	0,226172	0,378902	0,601853	0,841889	1,059425	1,360494	1,900091	2,320625	2,488759	2,940619
26	0,239348	0,400975	0,636061	0,889741	1,121142	1,439749	2,005541	2,449413	2,633741	3,111924
27	0,252952	0,423766	0,671361	0,939119	1,184866	1,521582	2,11429	2,582232	2,783439	3,288801
28	0,26699	0,447284	0,707765	0,990042	1,250622	1,606026	2,22638	2,719129	2,937912	3,47132
29	0,281467	0,471538	0,745287	1,04253	1,318437	1,693112	2,341851	2,860156	3,097219	3,659551
30	0,296389	0,496536	0,783942	1,0966	1,388334	1,782872	2,460744	3,005363	3,261419	3,853563
31	0,311762	0,522289	0,823741	1,152274	1,46034	1,875341	2,583101	3,154801	3,430572	4,053427
32	0,327589	0,548805	0,864701	1,209569	1,534479	1,97055	2,708963	3,308519	3,604738	4,259215
33			0,906834	1,268505	1,610779	2,068532	2,838372	3,46657	3,783979	4,470999
34			0,950154	1,329103	1,689265	2,169322	2,97137	3,629004	3,968354	4,688849
35			0,994675	1,391381	1,769962	2,272952	3,108	3,795873	4,157925	4,912839
36			1,040413	1,45536	1,852898	2,379457	3,248304	3,967229	4,352754	5,143041
37					1,938098	2,488869	3,392324	4,143124	4,552903	5,379529
38					2,025589	2,601223	3,540103	4,323611	4,758434	5,622376
39					2,115398	2,716554	3,691685	4,508741	4,969408	5,871655
40					2,20755	2,834895	3,847112	4,698567	5,18589	6,127442

Tablo 8. Doğu kayını çift girişli hacım tablosu özeti

Ağaç Boyu(m)	Göğüs Çapları (cm)									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)									
15	0,116446	0,198912	0,30539	0,437283	0,595979	0,782845	0,999225	1,246447	1,525819	1,838635
16	0,125527	0,214425	0,329208	0,471388	0,642461	0,843901	1,077157	1,343661	1,644822	1,982034
17	0,134764	0,230203	0,353431	0,506073	0,689734	0,905995	1,156415	1,442528	1,765849	2,127874
18	0,144152	0,246239	0,378051	0,541326	0,737781	0,969108	1,236973	1,543016	1,88886	2,276104
19	0,153688	0,262529	0,403062	0,577138	0,78659	1,03322	1,318805	1,645096	2,013819	2,426681
20	0,163371	0,279069	0,428455	0,613498	0,836145	1,098313	1,401891	1,748738	2,14069	2,579563
21	0,173196	0,295853	0,454224	0,650397	0,886435	1,164371	1,486207	1,853915	2,269442	2,734711
22	0,183164	0,312879	0,480364	0,687826	0,937448	1,231379	1,571735	1,960604	2,400044	2,892088
23	0,19327	0,330142	0,506868	0,725777	0,989172	1,29932	1,658456	2,068781	2,532467	3,05166
24	0,203513	0,347639	0,533731	0,764242	1,041596	1,368182	1,746352	2,178424	2,666684	3,213393
25	0,213891	0,365367	0,560949	0,803214	1,094712	1,437952	1,835406	2,289511	2,80267	3,377259
26	0,224402	0,383322	0,588515	0,842686	1,148509	1,508617	1,925603	2,402024	2,940401	3,543226
27	0,235044	0,401502	0,616426	0,882652	1,202979	1,580165	2,016928	2,515943	3,079853	3,711268
28	0,245817	0,419903	0,644678	0,923105	1,258112	1,652586	2,109365	2,631251	3,221006	3,881359
29	0,256717	0,438523	0,673265	0,964039	1,313902	1,725868	2,202903	2,747931	3,363838	4,053474
30	0,267744	0,457359	0,702185	1,005448	1,37034	1,800001	2,297527	2,865967	3,508329	4,227588
31		0,47641	0,731433	1,047328	1,427418	1,874977	2,393226	2,985343	3,654462	4,40368
32		0,495672	0,761006	1,089673	1,485131	1,950785	2,489987	3,106044	3,802217	4,581727
33			0,7909	1,132478	1,543471	2,027416	2,5878	3,228058	3,951578	4,761709
34			0,821112	1,175739	1,602431	2,104864	2,686654	3,351369	4,102528	4,943606
35			0,85164	1,21945	1,662006	2,183118	2,786538	3,475966	4,255051	5,127399
36			0,882479	1,263609	1,72219	2,262172	2,887443	3,601836	4,409133	5,31307
37			0,913627	1,308209	1,782977	2,342018	2,989359	3,728967	4,564758	5,5006
38			0,945081	1,353248	1,844361	2,422649	3,092276	3,857348	4,721913	5,689975
39					1,906337	2,504057	3,196186	3,986967	4,880585	5,881176
40					1,968901	2,586237	3,301081	4,117814	5,040759	6,074188

Uygulamada çalışma pratikliği bakımından tek girişli ağaç hacım tablolarının tercih edilebilir. Ancak her bir örnek ağaca ilişkin hacmin hesaplanmasında, hata miktarlarının beklenildiği gibi tek girişli hacım fonksiyonundan çift girişliye geçildiğinde belirgin bir düşme gösterdiği görülmektedir. Örneğin yalnız göğüs çapına göre gövde hacminin hesaplanması durumunda ortalama mutlak hata Uludağ göknarında %15,53-17,12, sarıçamda 25,39, doğu kayınında 11,53 olmasına karşılık, göğüs çapı ve boya göre gövde hacminin hesaplanmasında ortalama mutlak hata Uludağ göknarında %3,93, sarıçamda 5,16, doğu kayınında 6,84 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, pek çok ağacın toplam hacmi yerine bu ağaçların her birine ait hacmin duyarlı bir şekilde hesaplanması isteniyorsa, ölçüm giderleri ve öngörülecek hata miktarına bağlı olarak çift girişli hacım tabloları tercih edilmelidir. Test edilen tek girişli ve çift girişli hacım fonksiyonlarının yanında çok girişli hacım fonksiyonlarının da test edilerek aralarındaki ilişkinin ortaya konulması gereklidir. Bu amaçla ölçülen çap ve boya ilave olarak üçüncü bir serbest değişkenin ölçülmesine gerek vardır. Arazi çalışmalarında bu yönde bir ölçüm yapılmamış olması bu konu üzerinde çalışmamızı engellemiştir.

KAYNAKLAR

- Akgür, N. 1982. Gövde Hacminin Tayininde Kullanılan Formüllerin İrdelenmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 32(2), 301-365 s.
- Avery, T.E., Burkhardt, H.E., 1994. Forest Measurements. McGraw-Hill Seriesin Forest Resources, 408p. New York,
- Durkaya, B., 2004. “Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)- Uludağ Gökarnı (*Abies bornmülleriana* mattf.)- Doğu Kayını (*Fagus orientalis* lipsky.) Karışık Meşcerelerinde Artım-Büyüme İlişkileri” ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Fırat, F. 1973. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, No: 1800/193. Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 359 s.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3194/354, 407 s.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, KE. 1973. Forest Inventory, Volume 2, BLV Verlagsgesellschaft, p. 413-415, München.
- Sun, O., 1990. İstatistiksel Değerlendirme Yöntemleri ve Uygulamalar, OAE, Muhtelif Yayınlar Serisi No:37, Ankara, 376s.
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü Yöresinde Karaçam için Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları. Journal of Agriculture and Forestry. Ek sayı 5. 1181-1188. TUBİTAK.