

# GÖVDE ŞEKİL EMSALİNİN TAYİNİNDE KULLANILABİLECEK BİR FORMÜL

Doç. Dr. H. Alptekin GÜNEL<sup>1</sup>

## Kı s a Ö z e t

Bu yazıda gövde şekil emsalini tayinde kullanılacak yeni bir ifade tanıtılmaktadır. Ağaç gövdesinin 1,3 m'den aşağıdaki kısmı silindir, 1,3 m ile göğüs çapının belirli bir kesrine eşit çapa kadar olan kısmı ayrı bir dönel cisim, bunun üstünde kalan kısmı ise başka bir dönel cisim kabul edilerek, gövde şekil emsali için  $f=a+b(1/boy)+c$  ( $R_{0,7}/boy$ ) şeklinde genel bir ifadeye ulaşılmıştır. Denklem, 109 göknar gövdesinde yapılan denemelere göre, en iyi sonucu  $R_{0,7}$  için vermiştir. Yeni formülle hesaplanan hacimler toplamının seksiyon metodu ile bulunan hacimler toplamından farkı % 0,75'tir. Bu, yeni ifadenin toplu gövde hacimleri tayininde, seksiyon metodunun yerini alabileceğini göstermektedir.

## 1. GİRİŞ

Orman işletmesi, sermayesinin en önemli kısmını oluşturan ağaç servetinin miktarını çeşitli özellikleriyle tanımak zorunda olduğu gibi, ağaç servetinin belirli zaman aralıklarında yaptığı artımı da bilmek ihtiyacındadır.

Ormandaki ağaç servetinin tayininde kullanılan yaklaşımlar başlıca üç genel grupta toplanmaktadır.

- Meşçereyi ölçme birimi alanlar,
- Meşçeredeki çap sınıflarını ölçme birimi alanlar,
- Tek ağacı ölçme birimi alanlar.

Meşçere veya çap sınıflarını ölçme birimi kabul eden yaklaşımlar da meşçere veya çap sınıfını temsil eden orta ağaç veya ağaçların hacmini bilme durumundadırlar. Bu nedenle, tek ağacın en kıymetli kısmı olan gövde hacmini tayin amacıyla çok değişik ifadeler geliştirilmiştir. Söz konusu bu ifadelerin çıkış noktası ağaç gövdesi ile geometrideki cisimlerin arasındaki benzerliktir. Bu benzerlikten hareket eden ifadeler, gövdenin dip tarafını nayloit, orta kısımlarını parabolit ve uç kısımlarını koni şeklinde kabul etmektedirler.

<sup>1</sup> I.U. Orman Fakültesi, Orman Hasılatı ve Biyometri Kursüsü - Bahçeköy - İstanbul.

Gövde formu eğrilerinin genel ifadesinin  $Y^2 = pX^r$  şeklinde gösterecek olursak, bu eğrinin ağaç eksenini etrafında döndürülmesiyle ortaya çıkan hacim, v,

$$v = \pi \int_0^h y^2 dx$$

enteegrali yardımıyla hesaplanabilecektir. Entegrali alınıp p yerine eşiti olan  $(y^2/x^r)$  ifadesi konularak ağaç gövde hacmi için

$$v = \frac{1}{r+1} \pi y^2 h \quad (1)$$

genel ifadesi elde edilecektir. Bu son ifadede (y) gövde taban yarıçapını (d/2); (h) gövde boyunu göstermektedir (FIRAT, 1973, s. 11).

Gövde üzerinde (d<sub>1</sub>) yerine yerden (a) yüksekliğindeki çap (d<sub>1</sub>) ölçülmüşse, bu durumda (1) ifadesi aşağıdaki şekle dönüşmektedir (Aynı eser, s. 17):

$$v = \frac{1}{r+1} \left( \frac{h}{h-a} \right)^r \frac{\pi}{4} d_1^2 h \quad (2)$$

(2) eşitliğindeki  $\frac{1}{r+1} \left( \frac{h}{h-a} \right)^r$  terimi, Dendrometride «Göğüsboyu şekilemsali» olarak bilinmektedir. Bu ifade,

$$\frac{1}{r+1} h \left( \frac{1}{1-(a/h)} \right)^r$$

şeklinde de yazılabilir. Buna göre, göğüsboyu şekilemsali gövde boyunun bir fonksiyonu olup gövde boyu büyüdükçe değeri küçülmektedir. Gerçekte durum aksidir. Diğer bir değişle, gövde boyu uzadıkça gövde daha dolgun hale gelmektedir (FIRAT, 1972, s. 84).

Göğüsboyu şekilemsali ifadesinin gövde formunu tam temsil edememesi nedeni ile başka şekil emsali ifadeleri geliştirilmiştir. Örneğin, Hohenadl'ın hakiki şekilemsali bunlardan biridir (FIRAT, 1973, s. 110).

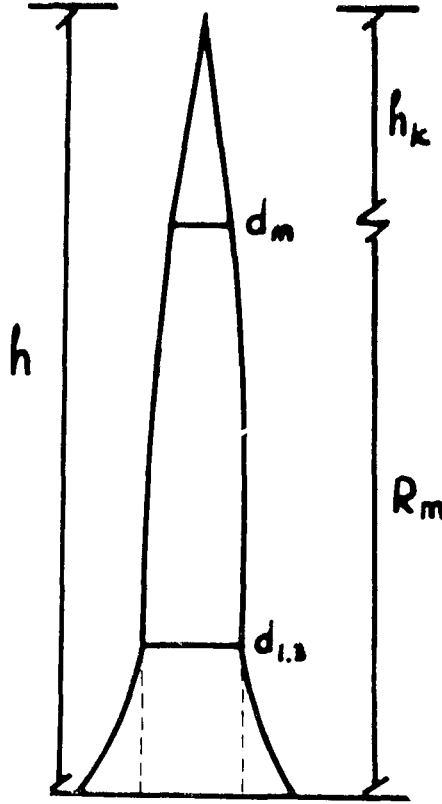
Bu yazıda, gövde formu hakkındaki alışılmış düşüncelerden hareket edilerek elde edilmiş yeni bir gövde şekilemsali ifadesi tanıtılmaktadır.

## 2. YENİ ŞEKİL EMSALİ İFADESİNİN ÇIKARILIŞI

Yukarda işaret edildiği gibi, ağaç gövdesi boyuna kesiti üç ayrı forma sahip parçalardan oluşmakta, gövdenin alt kısmı nayloit, orta kısmı paraboloid, tepe kısmı ise dik koni olarak alınmaktadır. Bu değişik formdaki kısımların gövde üzerindeki oranları ağaç türüne, yaşına, meşçere kapalılığına, gövde boyuna, boniteye, gövdenin kabuklu veya kabuksuz olduğuna göre değişebilmektedir.

Faydalanma açısından, gövdenin 1,30 metreden aşağıda kalan parçasını silindir, gövde üzerinde göğüsçapının belirli bir oranına eşit ( $d_m = d_u/m$ ) çapın bulunduğu

yere kadar olan kısmını parabolit, bu çapın üzerinde kalan kısmı dikkonik olarak kabul edecek olursak, gövde hacmi bu üç kısmın hacimleri toplamı olacaktır (Şekil 1).



Şekil 1

Gövde boyunu ( $h$ ) ile,  $d_m$  çapının yerden yüksekliğini ( $R_m$ ) ile, gövdenin dik-koni kabul edilen uzunluğunu ( $h_k$ ) ile gösterilsin.  $R_m = h - h_k$  dir. Yerden itibaren 1,30 metrelik kısmın hacmi, yukardaki silindir kabulüne göre,

$$v_1 = (n/4) d_{1,3}^2 (1,3) \quad (A)$$

olacaktır.

(1) No.lu formül taban çapına göre, tabandan tepe ucuna kadar olan hacmi vermektedir. Gövde üzerindeki parabolit kısmın hacmini bulmak için,  $d_{1,3}$  taban çapında ve  $(h-1,3)$  uzunluğundaki gövde parçası hacminden  $(d_{1,3}/m)$  taban çapında ve  $h_k$  uzunluğundaki kısmın hacmi çıkarılmalıdır. Buna göre, söz konusu parabolit gövde parçasının hacmi için (B) ifadesi elde edilecektir.

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 (h-1,3) - \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} (d_{1,3}/m)^2 h_k \\ &= \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 \left( h-1,3 - \frac{h-R_m}{m^2} \right) \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 h \left( \frac{m^2-1}{m^2} - \frac{1,3}{h} + \frac{R_m}{hm^2} \right)$$

Paraboloit için  $r=1$  olduğundan

$$v_2 = \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 h \left( \frac{m^2-1}{2m^2} + \frac{R_m-1,3}{2hm^2} \right) \quad (B)$$

bulunur.

Koniye benzeyen kısmın hacmi ise, gene (1) No.lu formül yardımıyla, ( $r=2$ ),

$$v_3 = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} (d_{1,3}/m)^2 h_1 = (1/3) (\pi/4) (d_{1,3}/m)^2 h_1$$

olacaktır. Bu son eşitlikte,  $h_1 = h - R_m$  yazılacak olursa (C) ifadesi elde edilecektir :

$$V_3 = (1/3) (\pi/4) (d_{1,3}/m)^2 (h - R_m) \quad (C)$$

Gövde hacmi (A), (B) ve (C) ifadelerinin toplamına eşittir :

$$v_e = (\pi/4) d_{1,3}^2 1,3 + (\pi/4) d_{1,3}^2 h \left( \frac{m^2-1}{2m^2} + \frac{R_m-1,3}{2hm^2} \right) + (1/3) (\pi/4) (d_{1,3}/m)^2 (h - R_m) \quad (3)$$

(3) No.lu eşitliğin sağ tarafı  $((\pi/4)d_{1,3}^2 h)$  parantezine alınacak olursa, gerekli kısaltmalardan sonra, (4) No.lu eşitlik elde edilecektir :

$$v_e = (\pi/4) d_{1,3}^2 h \left( \frac{3m^2-1}{6m^2} + \frac{1,3}{2h} + \frac{1}{6m^2} \frac{R_m}{h} \right) \quad (4)$$

(4) eşitliğinde  $m=10/5=2$  alınacak olursa

$$v_e = (\pi/4) d_{1,3}^2 h \left( \frac{11}{24} + \frac{1}{24} \frac{R_{0,5}}{h} + \frac{0,65}{h} \right),$$

$m=10/7$  konacak olursa

$$v_e = (\pi/4) d_{1,3}^2 h \left( \frac{251}{600} + \frac{49}{600} \frac{R_{0,7}}{h} + \frac{0,65}{h} \right)$$

ifadeleri bulunur.

(4) eşitliğine gövdenin bir parçasını paraboloit, diğer parçasını koni ve alt kısmını silindir kabul edilerek ulaşılmıştır. Bu kısıtlamalardan kurtulularak (4) ifadesine daha genel bir içerik kazandırılabilir. (5) eşitliği sözü edilen bu genel ifadeyi göstermektedir :

$$v_e = (\pi/4) d_{1,3}^2 h \left( a + b \frac{1}{h} + c \frac{R_m}{h} \right) \quad (5)$$

(5) eşitliğine göre, gövde hacmi, çapı göğüsçapı, uzunluğu gövdeboyu olan silindirin hacminin

$$(a + b (1/h) + c (R_m/h)) \quad (6)$$

ya eşit bir katsayı ile çarpımı olmaktadır. Bu katsayı teklif edilen yeni göğüs boyu (silindirik) şekilemsalidir.

(6) ifadesine göre, şekilemsali gövde boyu ile değil gövde boyunun tersi ile ilişkilidir. Bunun yanında şekilemsali göğüsçapının belirli bir kesrine eşit çapın yerden yüksekliği ile de belirlenmektedir.

### 3. PRESSLER FORMÜLÜ İLE YENİ FORMÜL ARASINDAKİ İLİŞKİ

Pressler gövde hacmını tayin için, gövdeboyu yerine göğüsçapının yarısına eşit çapın yerden yüksekliğini alarak, yukarıdaki işaretlerle,

$$v_g = (2/3) g_{1.1} \left( R_{0.7} + \frac{1.3}{2} \right) \quad (7)$$

ifadesini teklif etmiştir. Bu eşitlik aşağıdaki şekilde de yazılabilir :

$$v_g = g_{1.1} h \left( \frac{1.3}{3h} + 2 \frac{R_{0.7}}{3h} \right)$$

Böylece, Pressler şekilemsali ifadesi

$$\left( \frac{1.3}{3h} + \frac{2R_{0.7}}{3h} \right) \quad (8)$$

olmaktadır.

Pressler şekilemsali ifadesiyle teklif edilen yeni ifade arasındaki benzerlik açıktır. Ancak, Pressler ifadesinin kabulleri daha özel içeriklidir. Gövde hacmını tayinde ( $m=10/2$ ) almanın  $m$ 'nin diğer değerlerinden daha başarılı sonuç sağlayacağı peşin olarak ileri sürülemez. Ayrıca, ilerde değinileceği gibi, yapılan denetimlerde (6) ifadesindeki (a) teriminin istatistik anlamda «önemli» olduğu görülmüştür. Hatırlanmak gerekir ki, Pressler ifadesi 1,30 metrenin üstünde kalan kısmı aynı formda (Paraboloit, koni veya nayloit) kabul etmekte, yeni yaklaşım ise bu kısmı iki ayrı parçaya ayırmaktadır. Bunun yanında, bu parçaların formu ile dönele cisimlerin formu arasında açık bir benzerlik kurmamaktadır.

Bu durumda, teklif edilen yeni ifadeyi Pressler şekilemsali ifadesinin genelleştirilmiş şekli olarak tanımlamak mümkündür.

## 4. YENİ ŞEKİL EMSALİ İFADESİNİN DENETİMİ

### 4.1. Şekilemsali ifadesinin katsayılarının hesabı

(6) No.lu denklemden verilen yeni şekilemsali ifadesinin geçerlilik düzeyini belirleyebilmek için önce ifadedeki katsayıların tayini yönüne gidilmiştir. Bu amaçla, Bolu Orman İşletmesi, Aladağ serisi, Şerif Yüksel Araştırma Ormanından toplam 109 ağacın, seksiyon uzunlukları 2 metre alınarak, ortayüzey formülü yardımıyla gövde hacimleri bulunmuştur. Hacimleri tayin edilen gövdelerin çap ve boy kademelerine dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Gövdeler üzerinde, göğüs çapının 0,7 sine ( $m=10/7$ ), 0,5 sine ( $m=10/5$ ) ve 0,3 üne ( $m=10/3$ ) eşit çapların yerden yükseklikleri bulunmuştur. Bu yükseklikler, sırasıyla  $R_{0.7}$ ,  $R_{0.5}$  ve  $R_{0.3}$  işaretleriyle gösterilmiştir. Gövdeler için ölçülen ve hesapla bulunan özellikler bilgisayarda işlenmek üzere delikli kartlara geçirilmiştir.

Boy (m)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Topl.	
9				1																										1	
11	1	2		1	1																									5	
13				1	2	2	3	1																						9	
15				1	1	4																								6	
17				1	1		1	2	1	2	2	1																		11	
19							2			1	1	1	1																	6	
21										1	3	2																		6	
23						1		1	2					2																6	
25								1																						1	
27												1		1	1	2	1	1												7	
29							1							1	1		1													3	
31													1			2		1												4	
33													1		1		1													4	
35															1		2			1										4	
37																	1			1										2	
39																						3								3	
41																1							2							3	
43																			1											1	
45																			1	1			2	2						6	
47																								1						1	
49																			1				1							2	
51																								2						2	
53																				1						1				3	
55																											2			2	
57																							1							1	
59																								1		1				2	
61																															
63																										1	1			2	
65																											1			1	
67																											1			1	
69																												1		1	
71																								1						1	
73																										1		1		2	
Topl.	1/2			5	5	7	4	8	3	4	6	5	3	3	4	4	2	7	4	4	4	3	4	7	3	2	6	1	1	1	109

1.U. Haydar Furgaç Bilgi İşlem Merkezi Kütüphanesinde bulunan SPSS paket programı kullanılarak, önce gövdelerin göğüs boyu şekilemsalleri hesaplanmış, daha sonra en küçük kareler yöntemine göre, (5) No.lu denklemin bilinmeyen katsayıları  $R_{0,5}$ ,  $R_{0,7}$  ve  $R_{0,9}$  için ayrı ayrı belirlenmiştir. Bulunan regresyon denklemlerinden standart hata ve belirleme katsayısı ( $R^2$ ) kriterlerine göre en başarılı denklemin  $R_{0,7}$  için bulunan denklem olduğu görülmüştür. En başarılı denklemin sayısal ifadesi aşağıdaki gibidir :

$$f_{1,1} = 0,1391933 + 0,6912238 (1/Boy) + 0,6259158 (R_{0,7}/Boy) \quad (9)$$

(9) denkleminin çoğul korelasyon katsayısı  $R=0,927$ ; belirleme katsayısı  $R^2=0,859$ ; standart hatası  $S_{y,x}=0,229$ 'dur. Buna göre, hesaplanan denklem verilerdeki değişkenliğin büyük bir kısmını (% 86) üzerine almakta ve yüksek bir başarı düzeyine ulaşmaktadır. Buna karşın, örneğin,  $R_{0,5}$ 'e göre bulunan denklemin belirleme katsayısı değeri  $R^2=0,758$ ; standart hatası  $S_{y,x}=0,0299$ 'dur. (9) denkleminde ( $R_{0,7}/Boy$ ) teriminin beta katsayısı 0,742; ( $1/Boy$ ) teriminin beta katsayısı 0,309'dur. Bu durumda, ( $R_{0,7}/Boy$ ) terimi gövde şekilemsalini belirlemede ( $1/Boy$ ) teriminden 2,4 kez daha etkin olmaktadır.

( $R_{0,7}/Boy$ ) terimi bir gövde dolgunluğu ölçüsü alınabilir. Zira gövde ne kadar dolgunsa, aynı boy için,  $R_{0,7}$  değeri o kadar yukarı kayacak, dolayısıyla söz konusu oran o kadar yüksek bulunacaktır. Teklif edilen şekilemsali ifadesinde bir dolgunluk ölçüsünün ağırlıklı olarak yer alması bu ifadenin başarısını artırmalıdır.

(9) ifadesini daha da iyileştirmek için denkleme ( $R_{0,5}/Boy$ ) ve ( $R_{0,9}/Boy$ ) terimlerinin de sokulması düşünülmüşse de bu terimlerin gerek belirleme katsayısına gerekse standart hataya katkıları o kadar az ( $R^2$  için 0,011 ve 0,0005) olmuştur ki bu terimlerin denkleme girmesi gereksiz görülmüştür.

### 4.2. Yeni şekilemsali ifadesinin irdelenmesi

(6) ifadesinin katsayılarını en küçük kareler yöntemi ile tayin ettikten sonra, bu ifadenin başarısı, biri bu çalışma için ölçülen 109 gövde, diğeri daha önce sekسیون yöntemi ile hacimleri hesaplanmış değişik çap ve boyda 50 gövde üzerinde olmak üzere iki şekilde denennmiştir. Bu amaçla (9) eşitliği yardımıyla sözü edilen 109 ağacın hacmi yeniden hesaplanmış ve gerçek hacimlerle farkları ve fark yüzdeleri bulunmuştur.

Gerçek hacimler toplamı (=123,87 m<sup>3</sup>) ile hesaplanan hacimler toplamı (=124,80 m<sup>3</sup>) farkının (0,9298 m<sup>3</sup>) gerçek hacimler toplamına oranı 0,0075'dir.

Her gövde için ayrı ayrı hesaplanan fark yüzdelerinin 0,005'lik sınıflara dağılımı Tablo 2 deki gibidir. Hacim farkları ne hacim, ne boy, ne çap, ne de ( $R_{0,7}/Boy$ ) oranı ile anlamlı korelasyon göstermiştir. Bu sonuç yeni ifade bakımından olumludur. Bu konuda fikir verme bakımından, bazı ekstrem değerler aşağıya çıkarılmıştır.

Ağaç No.	Hacim fark	Çı s i	Boy	Çap	$R_{0,7}/Boy$
22	0,10		26,95	45,2	0,4821
62	0,10		23,70	33,1	0,5253
92	12,48		9,85	10,8	0,6022
104	18,81		28,70	51,0	0,5331

Tablo 2'e göre, gövdelerin % 79'unun hacmi % 5 veya daha az farkla hesaplanmıştır. Gerçek hacimlerle hesaplanan hacimler arasındaki korelasyon katsayısı 0,998'dir. Bu değer tama yakın bir uyumun ifadesidir. Bunun yanında, gerçek hacimlerin standart sapması 1,315 m<sup>3</sup> iken, yeni ifade yardımıyla bulunan hacimlerin standart hatası 1,336 m<sup>3</sup>'tür.

Tablo 2. Gerçek hacimlerle hesaplanan hacimler fark yüzdelerinin dağılımı  
Table 2. The distribution of percent volume differences

Kademe	Frekans
% 1 den az	22
% 1 - 1,55	15
% 1,55 - 2,5	10
% 2,05 - 2,55	8
% 2,55 - 3,05	12
% 3,05 - 3,55	8
% 3,55 - 4,05	5
% 4,05 - 4,55	2
% 4,55 - 5,05	1
% 5,05 - 5,55	7
% 5,55 - 6,05	3
% 6,05 - 6,55	2
% 6,55 - 7,05	3
% 8,55 - 9,05	1
% 10,05 - 10,55	2
% 11,05 - 11,55	1
% 12,05 - 12,55	1
% 13,55 - 14,05	1
% 14,05 - 14,55	1
% 18,81	1

109

Yeni ifadenin Pressler formülüne göre başarı durumunu tesbit düşüncesiyle, aynı 109 gövdenin hacimleri Pressler formülüne göre de hesaplanmıştır. Gerçek hacimler toplamı ile Pressler formülü yardımı ile bulunan hacimler toplamı arasındaki fark 4,601 m<sup>3</sup>, fark oranı % 3,71'dir. Bu değerler yeni ifadeye nazaran beş kat daha fazladır.

Yeni ifadenin ikinci denetimi daha önce, 2 m.lik seksiyonlar alınarak, orta-yüzey formülüne göre hacimleri bulunmuş 50 göknar gövdesi yardımıyla yapılmıştır<sup>1</sup>. Gövdelerin seçiminde değişik çap ve boyda olmaları dışında, başka bir özellik dikkate alınmamıştır. R<sub>av</sub> değerleri en yakın seksiyon orta çaplarından enterpolasyonla elde edilmiştir.

50 ağacın gerçek hacmi değerleri toplamı ile yeni formülle hesaplanan hacimler toplamı arasındaki fark 0,1543 m<sup>3</sup>, fark oranı 0,0017 dir. Bireysel hacim farkları için en yüksek fark oranı % 7,09'dur. % 1 den daha az fark gösterenlerin sayısı 16; % 5 den daha az fark edenlerin sayısı 39'dur. Buna göre 11 gövde hacmi % 5 ile % 7,09 arasındaki bir farkla hesaplanmıştır.

<sup>1</sup> M. Miraboğlu tarafından derlenmiş ölçmeler.



## 5. TARTIŞMA

Yukarda açıklanan bulguların ışığı altında ileri sürülebilir ki, yeni şekilemsali ifadesi tek ağaç yaklaşımı ile meşçere veya ormanın toplam gövde hacmini tayinde seksiyon metodu ile eşdeğerlidir. Seksiyon yöntemi ile hacim tayini oldukça külfetli ve zaman alıcıdır. Ağaç kesilmesi durumunda meşçere bütünlüğünü zedeleyici olmakta, silvikültürel isteklerle bağdaşmayabilmektedir. Çok kere dağınık yerlerde yapılan kesimler dolayısıyla kesilen gövdelerin değerlendirilememesi gibi bir sakınca da söz konusudur. Bu gerçekler karşısında seksiyon yönteminin yerini alabilecek bir yaklaşım ormancıya önemli kolaylıklar sağlayabilecektir. Yeni ifade bu yönden ümitvar görünmektedir.

Yeni ifade ile bulunan hacımların seksiyon yaklaşımıyla bulunan hacımlardan gösterdiği farkların çap, boy, hacim,  $(R_{0.7}/\text{Boy})$  gibi özelliklerle bağımlılık göstermemesi, katsayıları bir kez bulunduktan sonra, denklemin daha geniş bölgeler için aynı geçerlilikle kullanılabilceğinin bir ifadesidir.

Söz konusu ifadenin katsayılarını bulmak için gene seksiyon yönteminin yardımına ihtiyaç olduğu, bu nedenle yeni ifadenin bir kolaylık sağlayamayacağı akla gelebilmektedir. Ne var ki, yeni ifade ağaç türünün daha geniş yayılış sahaları için geçerli olduğundan, değişik amaçla kesilen gövdeler üzerinde yapılacak sistemli ölçmelerle gerekli veriler sağlanabilecektir. Ayrıca, bugüne kadar birikmiş ölçmeler de iyi bir kaynaktır.

Katsayıları belirlenmiş (6) eşitliğinin kullanılmasında  $(R_{0.7}/\text{Boy})$  oranının bulunması büyük bir güçlük çıkarmıyacaktır. Gövde üzerinde  $R_{0.7}$  değerinin ölçülmesinde basit aletler veya Relaskop kullanılabilir.

(109) gövde yardımıyla yapılan denetimde  $(R_{0.7}/\text{Boy})$  oranı ile göğüsçapı arasındaki korelasyon katsayısı  $r_{0.7} = -0.661$ ; boy ile arasındaki korelasyon katsayısı  $r_{0.7} = -0.571$  bulunmuştur.

Söz konusu oranı göğüs çapına göre hesaplamak için bulunan regresyon denkleminin belirleme katsayısı  $R^2 = 0.440$ , standart hatası  $S_{e.1} = 0.053$ 'tür. Denklem boyunca sokulması  $R^2$  değerini 0,456'ya, yükseltmiş, standart hatayı 0,052'ye indirmiştir. Bu  $R^2$  değerleri yeterince yüksek değildirler. Ayrıca, boyun denkleme girmesi denklemin iyileştirilmesi açısından önemli bir katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte, göğüsçapı ve boya göre bulunmuş denklemin tercihi yoluna gidilmiştir. Zira,  $(R_{0.7}/\text{Boy})$  oranı 0,485'den küçük 31 gövdenin 23 tanesinin boyu 20 metre ve daha uzundur. 109 ağaç arasında bu boylarda 53 ağaç vardır. Boyu 30 metrenin üstündeki ağaçların tümü bu gruba girmektedir. Öte yandan, söz konusu oranı 0,585'ten büyük 10 ağaçtan 8 tanesinin boyu 15 metreden kısadır. 109 ağaç arasında bu boyda 35 ağaç vardır. Buna göre düşük oranlar daha çok uzun boylu ağaçlarla bağdaşmaktadır.

Tercih edilen denklemin sayısal ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$(R_{0.7}/\text{Boy}) = 0,5699915 + 0,003316946 (\text{Boy}) - 0,0004126 (d_{1.7}) \quad (10)$$

Böylece, gövdelerin  $(R_{0.7}/\text{Boy})$  oranları (10) denkleminde bulunabileceği gibi, gövdeler (çap - boy) sınıflarına ayrılarak her sınıf için ortalama bir oran da hesaplanabilir. Burada, (10) denkleminin kullanılması tavsiye edilecektir. Zira, oran kademelerindeki değişim esasen yüksektir. Regresyon denklemini bu değişim, büyük oranda olmasa bile (0,0702 den 0,052'ye) azaltmaktadır.

## 6. SONUÇ

Geliştirilen (6) ifadesi gövde şekilemsalini etkin bir şekilde temsil etmektedir. Toplu gövde hacmi tayininde (6) ifadesi seksiyon yöntemi kadar sağlıklı sonuçlar verebilecektir.

(6) ifadesi yardımıyla bulunan hacımların gerçek hacımlardan farklarının çap, boy, hacim ve  $(R_{m,7}/\text{Boy})$  oranı ile ilişki göstermemesi bu ifadenin çeşitli ağaç türleri ve yayılış bölgeleri için katsayılarının tayini durumunda, çift girişli hacim tabloları kadar güvenilir şekilde kullanılabilmesinin bir işaretidir.

## 8. ÖZET

Bu yazıda, ağaç gövdesi, 1,3 m. ile toprak düzeyi arasındaki kısım silindirik, 1,3 m. ile göğüsçapının belirli bir kesrine eşit çapa kadar olan kısım bir dönel cismin formunda, bunun üstünde kalan kısım ise başka bir dönel cismin formunda kabul edilerek, gövde şekilemsali için

$$f_{1,3} = a + b (1/\text{Boy}) + c (R_{m,7}/\text{Boy}) \quad (6)$$

genel ifadesine ulaşılmıştır.  $R_{m,7}$  göğüsçapının (1,3 m) ile çarpımına eşit çapın yerden yüksekliğidir.

(6) denkleminin geçerliliğini denetim amacıyla 109 göknar gövdesi üzerinde yapılan seksiyon ölçmeleriyle önce denklemin katsayıları  $m$ 'nin (10/3) (10/5) ve (10/7) değerleri için tayin edilmiş; bunlar arasından  $R_{m,7}$  için bulunan denklemin en başarılı denklem olduğu görülmüştür.

Gövde şekilemsali için bulunan regresyon denklemi yardımıyla göknar gövdelerinin hacımları yeniden hesaplanmış ve gerçek hacımlardan fark yüzdeleri belirlenmiştir. Gerçek hacımlar toplamı 123,9 m<sup>3</sup>, hesaplanan hacımlar toplamı 124,8 m<sup>3</sup> tür. Fark oranı % 0,75 olmaktadır. Gerçek gövdelerin standart sapmasının 1,313 m<sup>3</sup> olmasına karşın, yeni ifadeyle bulunan gövdelerin standart hatası 1,336 m<sup>3</sup> tür. Gövdelerin % 79'unun hacımları yeni ifade yardımıyla % 5 veya daha az farkla hesaplanabilmiştir.

Benzer denetim başka bir araştırmacı tarafından derlenen 50 göknar gövdesi üzerinde de yapılmış, gerçek hacımlarla hesaplanan hacımlar hemen eşit denecek şekilde birbirlerine yakın çıkmışlardır.

Geliştirilen (6) ifadesine Pressler şekilemsalinin (Denk. 8) genelleştirilmiş bir şekli olarak bakmak mümkündür. Bununla birlikte, Pressler formülü ile hesaplanan hacımlar, yeni ifadeye nazaran beş kat fazla sapma göstermiştir.

Yeni ifadenin yolaçtığı farklar çap, boy, hacim ve  $(R_{m,7}/\text{Boy})$  değerleri ile bir ilişki göstermemiştir. Bu sonuç yeni ifadenin daha geniş bölgeler için kullanılabilmesine işaretir.

Yeni ifadenin kullanılabilmesini kolaylaştırmak için  $(R_{m,7}/\text{Boy})$  oranını çap ve boya göre hesaplamaya imkân veren (10) No.lu regresyon denklemi ayrıca verilmiştir.

## K A Y N A K L A R

- FIRAT, F., 1972. *Orman Hasılat Bilgisi*, Orm. Fak. Yay., İstanbul.  
 FIRAT, F., 1973. *Dendrometri*, Orm. Fak. Yay., İstanbul.

## A FORMULA FOR ESTIMATING STEM FORM FACTOR

Doç. Dr. H. Alptekin GÜNEL

The article introduces a new formula derived by making use the conventional ideas on tree stem form. On that ground, the lower part of a tree stem, namely the part between the ground level and breast height ( $\approx 1,3$  m.), is assumed of cylindrical shape; the middle part, which is the part between breast height and the diameter equal to a given fraction of DBH, of some geometrical solid form and the upper part, which is from the fractional diameter to the tip, of another form. After some manipulation (through Equ. A, B, C and 4) the general expression for stem form factor is achieved (equ. 6). The new expression can be regarded as the generalization of Pressler's form factor (Equ. 8).

The validity of the derived formula was tested by using the measurements on 109 fir trees, of which distribution is shown on Table 1.

The most successful regression equation was found the one involving  $(R_{0,7}/h)$  as independent variable in addition to  $(1/h)$ , where  $h$  = stem height and  $R_{0,7}$  the height of the diameter equal to 0,7 of DBH. The coefficient of determination of the regression equation was  $R^2 = 0,859$ . Adding the  $(R_{0,3}/h)$  or  $(R_{0,5}/h)$  as new independent variables into equation did not contribute significantly in reducing standart error. The difference between the total of the volumes calculated by new formula and that of the volumes found by sectional measurement ( $\approx 123,9$  m<sup>3</sup>) was only 0,93 m<sup>3</sup>. The percent deviations of 84 stems out of 109 were 5 or less (Table 2). Another independent set of measurement of 50 stems gave similar results. On the other hand, the total volume estimated by Pressler's form factor resulted in deviation greater by 5 times than the new expression.

Another regression equation (Equ. 10) to estimate  $(R_{0,7}/h)$  is also given to ease the application of the Equ. 6.