

İSTİFLENMİŞ TOMRUKLARDA KULLANILAN HACİM FORMÜLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ramazan ÖZÇELİK

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 ISPARTA
ramazan@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Ayrıntılı bir biçimde ölçülen 18 Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.), 25 Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) ve 27 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tomruğuna bağlı olarak özellikle istif halindeki tomruk hacimlerinin hesaplanmasında kullanılabilir en uygun yöntemin belirlenmesine çalışılmıştır. Her bir tomruğa ilişkin hacimler; Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska yöntemleriyle ayrı ayrı hesaplanarak, tomrukların gerçek hacim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Tomrukların gerçek hacim değerleri; Smalian yöntemi kullanılarak 10 cm'lik seksiyonların hacimleri toplamı olarak hesaplanmıştır. Patterson-Doruska yöntemi ile elde edilen hacim değerlerinin ortalama hata değerleri tüm tomruk uzunlukları için, diğer yöntemlere göre en düşük olarak bulunmuştur. Patterson-Doruska yöntemine göre tomruk hacimlerinin ortalama hatası Sedir ağaç türünün 1-3 metrelik tomruk uzunlukları için sıfırdan farksız bulunmasına rağmen ($p>0.05$), Göknar ve Kızılçam ağaç türlerinin tomruk hacimlerinin ortalama hata değerleri sıfırdan farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Bruce ve Smalian yöntemlerinin ortalama hataları; tüm ağaç türleri ve tomruk uzunlukları için sıfırdan farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte; Patterson-Doruska yöntemi ülkemizde yalnızca tomruk standartlarını sağlayan yuvarlak odunların (tomruk kalın uç çapı ≥ 15 cm) hacimlerinin hesaplanmasında kullanılabilir bir formüldür.

Anahtar Kelimeler: Tomruk hacmi, Smalian Formülü, Bruce Formülü, Patterson-Doruska Formülü

COMPARISON OF FORMULAS FOR ESTIMATING VOLUME IN STACKED LOGS

ABSTRACT

The most suitable method were tested in stacked log volumes on 18 logs of Taurus cedar (*Cedrus libani* A.Rich.), 25 logs of Cilician fir (*Abies cilicica* Carr.), and 27 Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) all of which were measured in detail. The volume of each log was estimated using Smalian's, Bruce's, and Patterson and Doruska's new model (PD) formulas. These estimates were compared with "true" volume of each log which was determined by aggregating the volumes of measured short sections (10 cm) using Smalian's formula. The mean error of Patterson-Doruska's (PD) new model formula estimate of log volumes was less than those derived from Smalian's and Bruce's formulas. Although the mean error of Patterson-Doruska's new models estimate of 1 and 3 meters lengths log volumes was not significant for Taurus cedar ($p>0.05$), the mean error of log volumes were significant for Cilician fir and Brutian pine ($p<0.05$). The mean error of Bruce's and Smalian's formulas were significant for all tree species and its all lengths log ($p<0.05$). However, Patterson-Doruska method can be used only estimating volumes of roundwood (cross-sectional area of butt end ≥ 15 cm) that is to be log standards in our country.

Keywords: Log volume, Smalian Formula, Bruce Formula, Patterson-Doruska Formula

1. GİRİŞ

Genel olarak tomruk hacimlerinin tahmin edilmesi için Huber, Smalian, Newton-Riecke ve Hosfeld formülü gibi bazı standart formüller kullanılmaktadır. Ancak bu formüller içerisinde basit ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle Huber ve Smalian formülleri pratikte sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle Smalian formülü; ülkemizde istiflenmiş tomrukların hacimlerinin hesaplanmasında çok sık kullanılan bir formüldür.

Tomruk hacimlerinin hesaplanmasında kullanılacak formüllerin karşılaştırılması amacıyla yapılan birçok çalışmada (Wood vd., 1990; Wood ve Wiant, 1990; Wiant vd., 1992; Patterson vd., 1993a; Wiant vd., 1993; Yavuz, 1999). Centroid formülünün en düşük; Smalian formülünün ise en yüksek hata miktarına sahip olduğu belirtilmiştir. Bruce (1982) Smalian formülünde bazı değişiklikler yaparak; kalın uçtaki yüzeyin $\frac{1}{4}$ 'ü ve ince uçtaki yüzeyin $\frac{3}{4}$ 'ünü almıştır. Smalian formülünde ise, bu oranlar eşittir. Bu formül özellikle sadece tomruk uzunluğu ve uçlardaki çapların bilindiği durumlarda; tomruk hacimi hesaplamalarında A.B.D'de diğer formülere göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Plank ve Cahill (1984) *Pinus condorta* ve *Pinus ponderosa* türleri için Bruce formülünün Smalian formülüne göre tomruk hacimlerinin tahmininde daha doğru, ancak Huber formülüne göre daha hatalı sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Williams vd. (1991) Bruce formülünün özellikle kısa ve kalın tomruklar için doğru; uzun ve ince tomruklar için ise hatalı sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Bu durum tomruk uzunluğunun kısaldıkça çap düşüşünün azalması ve her iki uçtaki yüzeylerin büyüklük olarak birbirine yaklaşması ile açıklanabilir. Waint vd. (1996) ise *Pinus radiata* türünde ve 2.5, 5 ve 9.5 m uzunluğundaki tomruklar için yaptıkları çalışmada; Bruce formülünün Smalian formülüne göre çok daha doğru sonuçlar verdiğini fakat yöntemin güven aralığının Huber, Newton-Riecke ve Centroid yöntemine göre çok daha fazla olduğunu belirtmiştir. Yine bu çalışmada hacim tahminindeki hata miktarının Bruce ve Smalian formüllerinde tomruk uzunluğunun artmasına bağlı olarak arttığı da bildirilmektedir. Patterson vd., (1993b); tomruk hacim tahminlerindeki hata miktarını en aza indirmek için, tomruk uzunluğunun ortasındaki çap yerine dipten itibaren tomruk boyunun yaklaşık %40'ındaki çapın kullanılmasını önermektedir. Wiant vd., (1996) Bruce denkleminde elde edilen hacim değerlerindeki hata miktarının tomruk büyüklüğüne ve özellikle de tomruk kalın uç çapına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Patterson-Doruska (2004); Bruce formülünün kısa tomruklarda gerçek hacim değerlerinden eksik, uzun tomruklarda ise fazla sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Patterson-Doruska (2004); Bruce formülündeki bu tespitten hareketle tomruk hacim tahminlerindeki hata miktarının azaltılması amacıyla tomruk uçlarındaki göğüs yüzeyini sabit bir katsayı ile çarpmak yerine tomruk kalın uç çapına ve tomruk uzunluğuna bağlı olarak değişen bir "P" oranı ile çarpmayı önermişlerdir. Bu amaçla; smalian formülünde bazı değişiklikler yaparak yeni bir tomruk hacmi hesaplama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu oran (P); tomruğun kalın uç çapı ve uzunluğuna bağlı olarak, 0 ile 1 arasında değişen bir değer almaktadır. "P" oranı bütün çap sınıfları için 0.25-0.45 gibi bir değer olarak elde edilmektedir. Metoda ilişkin ayrıntılı bilgi sonraki bölümünde verilmiştir.

Patterson-Doruska (2004); yeni yöntemin; A.B.D'nin Güney Bölgelerindeki çam türleri için tomruk hacmi hesaplamalarında; Smalian ve Bruce yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmektedir.

Bu çalışma; iki amaçla gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi; Patterson-Doruska yöntemini tanıtmak, ikincisi de; ülkemizin önemli ağaç türlerinden Kızılcım, Toros Sediri ve Toros Göknarı için tomruk uç çapları ve tomruk uzunluğunun bilinmesi durumunda tomruk hacimlerinin hesaplanmasında kullanılabilecek bazı formüllerin karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Mersin Orman Bölge Müdürlüğü Mut Orman İşletme Müdürlüğünde 18 Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.), 25 Göknar (*Abies cilicica* Carr.) ve 27 Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ağacı kesilmiştir. Bu ağaçların göğüs çapları 10-53 cm arasında değişmektedir. Hacim tahminlerinde kullanılan örnek ağaçlara ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Her ağacın dipten itibaren ilk 6 metrelik uzunluklarından tomruklar kesilmiş ve önce 6 metrelik tomruklar için gerekli ölçümler yapılmıştır. Daha sonra 6 metrelik tomruklar 3 metre uzunluğunda iki tomruğa ayrılarak ilk 3 metrelik kısımda hacim hesaplamaları için gerekli ölçümler yapılmıştır. Daha sonra ilk 3 metrelik kısımdan 1 adet 1 metre uzunluğunda tomruk kesilerek bunun üzerinde de gerekli ölçme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemleri kabuklu çaplar şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu ölçüm işlemlerinde; en kalın uçtan başlanarak 10 cm aralıklarla çaplar ölçülmüştür. Elde edilen çap değerleri kullanılarak Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska tarafından geliştirilen formüller kullanılarak hacim değerleri hesaplanmıştır. Gerçek hacim değerleri olarak, Smalian formülü kullanılarak, elde edilen 10 santimetrelik seksiyon hacimleri hesaplanmış ve bu seksiyon hacimleri toplanarak her bir tomruğun hacim değeri bulunmuştur.

Gerçek hacim değerleri ile; Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska formülleri ile hesaplanan hacim değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada SPSS paket programından yararlanılarak "Eşlendirilmiş t Testi" kullanılmıştır.

$$\text{Smalian: } V = ((B+S)/2)L \quad (1)$$

$$\text{Bruce: } V = (0.25B + 0.75S)L \quad (2)$$

Patterson and Doruska:

$$V = ((P \times B) + ((1-P) \times S)) \times L \quad (3)$$

$$P = 0.15 + 136 / (0.394D)^3 + 0.002(3.289L) \quad (4)$$

B= Kalın uç tarafındaki göğüs yüzeyi (m²)

S= İnce uç tarafındaki göğüs yüzeyi (m²)

P= Denklem 3'de kullanılan oran

D= Tomruğun kalın uç çapı (cm)

L= Tomruk uzunluğu (m)

Çizelge 1. Tomruk Hacimlerinin Tahmininde Kullanılan Örnek Ağaçlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Veriler .

Türler	Tomruk Uzun. (m)	Tomruk Sayısı (Adet)	Kalın Uç çapı (cm)	Stand. Sapma (cm)	Küçük Uç Çapı (cm)	Stand. sapma (cm)	Göğüs Çağı (cm)	Stand. Sapma (cm)
Kızılcıam	6	27	34.41	10.62	22.15	10.36	29.48	10.76
	3	27	34.41	10.62	26.07	10.34	29.48	10.76
	1	27	34.41	10.62	30.20	10.68	29.48	
Sedir	6	18	29.69	9.81	17.69	7.71	25.08	8.38
	3	18	29.69	9.81	23.06	7.58	25.08	8.38
	1	18	29.69	9.81	26.10	8.32	25.08	8.38
Gök nar	6	25	32.33	11.86	19.48	9.45	26.80	9.79
	3	25	32.33	11.86	23.96	9.21	26.80	9.79
	1	25	32.33	11.86	27.30	10.28	26.80	9.79

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan her üç ağaç türünün farklı uzunluklarındaki tomrukları için, kullanılan Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska formülleri ile bulunan tomruk hacimlerinin ortalama hataları Çizelge 2, 3 ve 4’de verilmiştir. Çizelge 2, 3 ve 4 incelendiğinde, en düşük hata değerlerinin (3 metrelik Gök nar ve Kızılcıam tomruklar hariç) Patterson-Doruska formülü ile elde edildiği görülmektedir. En yüksek ortalama hata değerleri ise tüm ağaç türleri ve tomruk uzunlukları için Smalian formülü ile elde edilmiştir. Bruce formülü ise Patterson-Doruska formülünden sonra en düşük hata değerlerine sahiptir. Sedir ağaç türünün 6 metrelik tomruk uzunluğu hariç; Patterson-Doruska formülü ile bulunan ortalama hata değerleri sıfırdan farksızdır ($p>0.05$). Ancak diğer ağaç türlerinin değişik tomruk uzunlukları için bulunan ortalama hata değerleri sıfırdan farklıdır ($p<0.05$). Her üç ağaç türü ve farklı tomruk uzunlukları için de Smalian formülü ile elde edilen ortalama hacim değerleri gerçek hacim değerlerinden fazla, Bruce ve Patterson-Doruska yöntemleri ise daha küçük sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada da tomruk hacim hesaplamaları sırasında Bruce formülünün özellikle kalın ve kısa tomruk hacimlerinin hesaplanmasında gerçek hacme daha yakın, ancak küçük çaplı ve uzun tomruklar için ise gerçek hacimden farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Kullanılan üç formülün ortalama hata değeri de tomruk uzunluğunun artmasına paralel olarak artmaktadır. Ancak bu artış Patterson-Doruska metodunda diğer metotlara göre daha düşüktür. Çünkü; Bruce ve Smalian formülleri tomruk uzunluğu değişse dahi tomruk uçlarındaki göğüs yüzeylerini sabit bir katsayı ile çarparken; Patterson-Doruska formülünde “P” oranı tomruk uzunluğuna bağlı olarak farklı değerler almaktadır. Tomruk uzunluğu arttıkça “P” oranı daha büyük bir değer almaktadır. Patterson-Doruska formülünde “P” değerinin hesaplanması gerektiğinden diğerlerine göre daha fazla zaman alıcı gibi görünmesine rağmen tomruk büyüklüğünü (boy ve kalın uç çapı) dikkate alması nedeniyle, istif halindeki tomruk hacimlerinin hesaplanmasında; sadece tomruk uzunluğu ve tomruk uç çaplarının bilinmesi durumunda diğer formüllere tercih edilebilecek bir formüldür. Patterson-Doruska yöntemindeki “P” oranı her ağaç türü için farklı bir hesaplama şekli gerektirmemektedir. Çünkü “P” oranının hesaplanmasında sadece tomruk kalın uç çapı ve tomruk uzunluğu kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmada;

Patterson-Doruska yönteminde kullanılan “P” oranı her üç tomruk uzunluğu içinde, tomruk kalın uç çapının 15 cm’den daha küçük olmaması durumunda 0-1 arasında bir değer olarak bulunmaktadır. Bu nedenle yalnızca tomruk standartlarını sağlayan yuvarlak odunlar için kullanılabilir bir formüldür.

Çizelge 2. Sedir, Gökmar ve Kızılcım ağaç türleri için Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska formülleri ile 1 metrelik tomruk uzunlukları için elde edilen hacim değerleri.

Türler	Tomruk Sayısı	Metot	Ortalama Hacim (m ³)	Ortalama Hata (m ³)	Hatanın Stand. Sap. (m ³)	t istatistiği	Olasılık (*)
Sedir	18	Gerçek	0.0644				
		Smalian	0.0667	0.0023	0.0024	-4.139	0.001
		Bruce	0.0619	-0.0025	0.0031	3.314	0.004
		PD Metodu	0.0623	-0.0021	0.0049	1.737	0.100
Gökmar	25	Gerçek	0.0751				
		Smalian	0.0782	0.0031	0.0042	-3.685	0.001
		Bruce	0.0724	-0.0027	0.0033	4.052	0.000
		PD Metodu	0.0728	-0.0023	0.0043	2.639	0.014
Kızılcım	27	Gerçek	0.0892				
		Smalian	0.0930	0.0038	0.0072	-2.780	0.001
		Bruce	0.0855	-0.0037	0.0061	3.152	0.004
		PD Metodu	0.0859	-0.0033	0.0068	2.485	0.020
Toplam	70	Gerçek	0.0778				
		Smalian	0.0810	0.0032	0.0052	-5.122	0.000
		Bruce	0.0748	-0.0030	0.0045	5.545	0.000
		PD Metodu	0.0752	-0.0026	0.0054	3.937	0.000

(*) H₀ Hipotezi: Ortalama Hata=0

Çizelge 3. Sedir, Gökmar ve Kızılcım ağaç türleri için Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska formülleri ile 3 metrelik tomruk uzunlukları için elde edilen hacim değerleri.

Türler	Tomruk Sayısı	Metot	Ortalama Hacim (m ³)	Ortalama Hata (m ³)	Hatanın Stand. Sap. (m ³)	t istatistiği	Olasılık (*)
Sedir	18	Gerçek	0.1649				
		Smalian	0.1807	0.0158	0.0135	-4.992	0.000
		Bruce	0.1565	-0.0084	0.0093	3.798	0.001
		PD Metodu	0.1569	-0.0080	0.0163	2.074	0.054
Gökmar	25	Gerçek	0.1913				
		Smalian	0.2118	0.0205	0.0228	-4.504	0.000
		Bruce	0.1831	-0.0082	0.0059	6.881	0.000
		PD Metodu	0.1821	-0.0092	0.0147	3.106	0.005
Kızılcım	27	Gerçek	0.2254				
		Smalian	0.2444	0.0190	0.0185	-5.336	0.000
		Bruce	0.2144	-0.0110	0.0116	4.947	0.000
		PD Metodu	0.2124	-0.0130	0.174	3.892	0.001
Toplam	70	Gerçek	0.1977				
		Smalian	0.2164	0.0187	0.0189	-8.286	0.000
		Bruce	0.1883	-0.0094	0.0093	8.402	0.000
		PD Metodu	0.1873	-0.0104	0.0161	5.370	0.000

(*) H₀ Hipotezi: Ortalama Hata=0

İSTİFLENMİŞ TOMRUKLARDA KULLANILAN HACİM FORMÜLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Çizelge 4. Sedir, Gökmar ve Kızılçam ağaç türleri için Smalian, Bruce ve Patterson-Doruska formülleri ile 6 metrelik tomruk uzunlukları için elde edilen hacim değerleri.

Türler	Tomruk Sayısı	Metot	Ortalama Hacim (m ³)	Ortalama Hata (m ³)	Hatanın Stand. Sap. (m ³)	t istatistiği	Olasılık (*)
Sedir	18	Gerçek	0.2761				
		Smalian	0.3160	0.0399	0.0397	-4.270	0.001
		Bruce	0.2450	-0.0311	0.0298	4.423	0.000
		PD Metodu	0.2535	-0.0226	0.0448	2.134	0.050
Gökmar	25	Gerçek	0.3199				
		Smalian	0.3744	0.0545	0.0667	-4.089	0.000
		Bruce	0.2924	-0.0275	0.0230	5.976	0.000
		PD Metodu	0.2993	-0.0206	0.0347	2.973	0.007
Kızılçam	27	Gerçek	0.3885				
		Smalian	0.4436	0.0551	0.0505	-5.671	0.000
		Bruce	0.3610	-0.0275	0.0261	5.477	0.000
		PD Metodu	0.3618	-0.0267	0.0374	3.713	0.001
Toplam	70	Gerçek	0.3351				
		Smalian	0.3861	0.0510	0.0542	-7.872	0.000
		Bruce	0.3067	-0.0284	0.0257	9.240	0.000
		PD Metodu	0.3116	-0.0235	0.0380	5.161	0.000
Genel Toplam	210	Gerçek	0.2035				
		Smalian	0.2278	0.0248	0.0387	-9.108	0.000
		Bruce	0.1899	-0.0136	0.0193	10.222	0.000
		PD Metodu	0.1914	-0.0121	0.0255	6.905	0.000

(*) H₀ Hipotezi: Ortalama Hata=0

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde; istiflenmiş haldeki tomrukların hacim hesaplamalarında yada sadece tomruk uçlarındaki çapların ve tomruk uzunluğunun bilindiği durumlarda; tomruk hacminin hesaplanabilmesi için genel olarak Smalian ve Bruce yöntemleri olmak üzere iki alternatif bulunmaktadır. Ancak her iki formülde tomruk hacimlerinin hesaplanmasında tomruk uçlarındaki yüzeyleri sabit bir katsayı ile çarptıkları için tomruk büyüklüğüne bağlı olarak değişik hata miktarları vermektedir. Özellikle tomruk uzunluğu arttıkça hata miktarı artmaktadır. Ancak Patterson-Doruska tarafından Smalian formülünde yapılan bazı değişikliklerle geliştirilen yeni metot; tomruk uçlarındaki yüzeyleri sabit bir kat sayı ile çarpmak yerine tomruk büyüklüğüne (tomruk kalın uç çapı ve tomruk uzunluğu) bağlı olarak değişen bir oran "P" ile çarpmaktadır. "P" oranını bulmak için kullanılan denklem; tüm çap sınıfları ve değişik tomruk uzunlukları için denenen regresyon denklemleri içinden en uygun olanı ile elde edilmiştir. Bu çalışma ile Patterson-Doruska yönteminin ülkemizde, tomruk standartlarındaki yuvarlak odunların (ortalama dip çapı 15 ve daha büyük) hacim hesaplamalarında, özellikle tomruk orta çapının ölçülmesinin imkansız olduğu durumlarda, Smalian ve Bruce formülüne alternatif olarak kullanılacak bir yöntemdir. Yöntemin uygulanmasında öncelikle "P" oranının hesaplanması gerekmektedir. Bunun içinde tomruk kalın uç çapının ve tomruk uzunluğunun bilinmesi yeterlidir.

KAYNAKLAR

- Bruce, D.. 1982. Butt Log Volume Estimators. *Forest Science*. 28:489-503.
- Patterson, D.W.. H.V. Wiant Jr.. G.B.. Wood. 1993a. Log Volume Estimations. *Journal of Forestry*. 91: 39-41.
- Patterson, D.W.. H.V. Wiant Jr.. G.B.. Wood. 1993b. Errors in Estimating the Volume of Butt Logs. *Forest Products Journal*. 43(3):41-44.
- Patterson, D.W.. P.F. Doruska. 2004. A new and improved modification to Smalian's equation for butt logs. *Forest Products Journal*. 54:69-72.
- Plank, M.E.. J.M.. Cahill. 1984. Estimating Cubic Volume of Small Diameter Tree-Length Logs from Ponderosa and Lodgepole Pine. *USDA FOR: Serv. RES: Note PNW-417*. 7p.
- Wiant, H.V. Jr.. G.B. Wood. G.M. Furnival. 1992. Estimating Log Volume Using the Centroid Position. *Forest Science*. 38:187-191.
- Wiant, H.V.. Jr.. D.W. Patterson. C.C. Hassler. J.C. Rennie. 1993. Comparison of Bruce's Formula and Other Methods for Estimating the Volume of Butt Logs. *Modern Methods of Estimating Tree and Log Volume. Proc.. IUFRO Conf. Morgantown. June 14-16:79-85*.
- Wiant, H. V.. Jr.. D. W. Patterson. C. C. Hassler. G. B. Wood. and J. C. Rennie. 1996. Comparison of Formulas for Estimating Volumes of Butt Logs of Appalachian Hardwoods. *North. J. Appl. For.* 13(1):5-7.
- Williams, J.G.. W.H. McNab. A Clark. III. 1991. Volume Estimators for Pondcypress Butt Logs. *Res. Note SE-361. USDA Forest Serv.. Southeastern Forest Expt. Sta.. Ashville NC*. 7pp.
- Wood, G.B.. and H.V. Wiant Jr.. 1990. Estimating the Volume of Australian Hardwoods Using Centroid Sampling. *Australian Journal of Forestry*: 53. 271-274.
- Wood, G.B.. and H.V. Wiant Jr.. R.J. Roy. J.A. Miles. 1990. Centroid Sampling: a Variant of Importance Sampling for Estimating the Volume of Sample Trees of Radiata Pine. *Forest Ecology and Management*:36. 233-243.
- Yavuz, H. 1999. Comparison of the Centroid Method and Four Standard Formulas for Estimating Log Volumes. *Tr. J. Agric. And For.* 23:597-602.