
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	A	VOLUME	53	NUMBER	2	2003
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



TEK AĞAÇ ARTIM VE BÜYÜME VERİLERİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ İSTATİSTİK ANALİZİ (GOVAN)

Y.Doç.Dr.Eyyüp ATICI ¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışma, tek ağaçların büyüme ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan ve önemli ölçüde zaman-emek harcanmasını gerektiren gövde analizinin bilgisayar ortamında yapılmasına olanak sağlayacak bilgisayar yazılımının (GOVAN) gerçekleştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Programda bir ağacın hacim hesapları bölümlene yöntemiyle, artım yüzdesi hesapları ise Pressler, Breymann I - II ve Leibnitz formüllerine göre yapılabilmektedir. Programda tek ağaçların boyolanma ve boyuna kesit grafikleri mutlak ve bağıl grafikler olarak iki farklı biçimde çizilebilmektedir. Boylanma grafiği enterpolasyon yöntemi yanında 5 farklı matematik modele göre de çizilebilmektedir. Boylanma eğrisi için kullanılan matematik modellerin korelasyon ve regresyon analizleri yapılarak, modellere ait katsayı ve istatistikler hesaplanmaktadır. Ayrıca hacim ve artım hesapları ile tek ağaç gövdesinin sayısal olarak tanımlanmasında kullanılan çap düşüşü, çap oranı, dolgunluk katsayıları ve göğüs boyu şekil katsayısı değerleri yaş periyotlarına göre hesaplanarak ekrandan veya yazıcıdan tablo olarak alınabilmektedir. Ayrıca bir ağacın yaş periyotlarına göre göğüs çapına bağlı olarak ürün çeşitleri dökümü de elde edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gövde Analizi, Artım, Büyüme

1.GİRİŞ

Günümüzde çeşitli amaçlar için toplanan ham verilerin belirli özelliklere göre sınıflandırılması, saklanması ve değerlendirilmesi konusunda önemli gelişmeler olmuştur. Bilimsel araştırmalarda, bilgisayarların icadına kadar ham verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi uzun zaman ve emeğin harcanmasını zorunlu kılmıştır. Yapılan bir işlemde hata olması durumunda hesaplamaların aym emek ve zaman periyodu içerisinde tekrar edilmesi gerekmektedir. Bilgisayarlar, araştırmalarda harcanan zaman ve emeği önemli ölçüde azaltmıştır. Bilgisayarlar verileri depolayan, taşıyan, işleyen ve sonuçları çok kısa süreler içerisinde veren otomatik makineler olarak tanımlanabilir (AKALP/SARAÇOĞLU 1989). Bu makineler, astronomi-uzay bilimleri, basın-yayın, mühendislik-mimarlık ve tasarım, maliye, biyoloji ve tıp, bankacılık, ordu, eğitim ve bilimsel araştırmalar gibi bir çok sektörde yoğun olarak kullanılmaktadır (GÜVEN/DENİZ 1998). Bilimsel araştırmalarda

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi, Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı

özellikle iki veya daha çok değişken arasındaki ilişkilerin grafik ve sayısal olarak incelenmesinde ve model geliştirmede (simülasyon) yoğun bir takım bilgisayar yazılımları kullanılmaktadır. Matlab, Spss, Statgraph, Quatropro, Excel, Autocad, Landscape Management System (Lms), Forplan, Bitki Seçim Programı gibi yazılımlar bunlara örnek olarak verilebilir (KENT ve Ark. 1993; NUROSIS 1993; SARAÇOĞLU/UZUN 1994; OLIVER 1996; OMURA 1999). Bu tür programlar belirli amaçlar için geliştirilmiştir. Her araştırma için kullanılması her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar kendi amaçları doğrultusunda kullanabilecekleri yazılımları geliştirmek durumundadır.

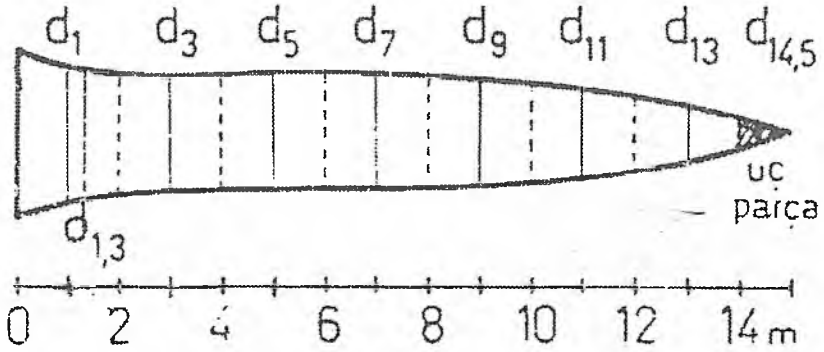
Bu çalışmada, Orman Hasılatı ve Biyometri, Orman Amenajmanı, Silvikültür ve Toprak İlmî ve Ekoloji gibi ormancılık bilim dallarında yapılan bilimsel araştırmalarında, eşit yaşlı ve değişikyaşlı meşcerelerde tek ağaç büyümesinin yaşa ve yetiştirme ortamı koşullarına göre araştırılmasında kullanılan gövde analizi ham verilerinin bilgisayar ortamında değerlendirilmesine olanak sağlayacak bilgisayar yazılımının (GOVAN) geliştirilmesi amaçlanmıştır. GOVAN programıyla tek ağaçlara ait gövde analizi ham verilerinin grafik ve sayısal olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır. Programda, tek ağacın boylanma ve boyuna kesit (gövde modeli) grafikleri çizilmektedir. Boylanma eğrisi grafiği analize konu olan birden fazla ağaç için tek grafikte karşılaştırma olarak çizilebilmektedir. Boylanma eğrileri enterpolasyon yöntemine göre çizilebildiği gibi 5 farklı matematik modelin regresyon analizi sonuçlarına göre de elde edilebilmektedir. Tek ağaçların hacim hesapları bölümlene yöntemine göre, artım hesapları periyotlar arası fark biçiminde ve artım yüzdesi hesapları ise Breyman I-II, Pressler ve Leibnitz formüllerine göre yapılmaktadır. Ayrıca tek ağaç gövdesinin sayısal olarak tanımlanmasında kullanılan çap düşüşü, çap oranı, dolgunluk katsayıları ile göğüs boyu ve doğal şekil katsayılarının hesapları yapılmaktadır. Yine tek ağaçların her yaş periyodu için göğüs çaplarına bağlı olarak ürün çeşitleri dökümü de elde edilebilmektedir. Programda elde edilen bütün tablo ve grafiklerin çıktuları, bilgisayar sistemine bağlı bir yazıcıdan alınabilmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesinde öncelikle kullanılacak bilgisayarın modeli ile programlama dilinin belirlenmesi gerekir. Bunların yanında, bilgisayar sistemine bağlı çevre cihazların modeli ile işletim sisteminin özelliklerinin bilinmesi de büyük önem kazanır. Problemin bilgisayar ortamına aktarılmasında kullanılacak programla dilinin özellikleri özel bir öneme sahiptir. Gövde analizi bilgisayar yazılımı için kullanılacak programlama dilinin;

- Matematik hesapların kolayca yapılmasına olanak sağlayacak matematik arşiv fonksiyonlarını içermesi,
- Grafiklerin hassas olarak çizilmesine ve bunların yazıcıdan kaliteli bir baskı olarak çıktısının alınmasını sağlayacak donanım özelliklerine sahip olması gerekir.

Programın yazılımında, yukarıda belirtilen özelliklere sahip olan yüksek seviyeli programlama dillerinden M.S. QuikBasic 4.5 programlama dili kullanılmıştır. Programda kullanılacak ham veriler, bölümlene yöntemine (şekil 1) göre herhangi bir ağaçtan alınacak kesitlerden sağlanabilir. Her bir kesit için kesit yüksekliği, seksiyon uzunluğu, kesitteki yıllık halka sayıları, ağacın kesit yüksekliğini aldığı yıl sayısı ve periyodik yaşlardaki çaplar ölçülerek tablo 1 hazırlanır. Tablo 1, programın işleyeceği ham verileri oluşturmaktadır.



Şekil 1 : Gövde analizi yöntemine göre 15 m. boyundaki bir ağaçtan kesitlerin alınacağı yerler ($d_1, d_2, \dots, d_{14.5}$)

Figure 1: Points where cross-sections are to be taken from a 15 m height tree for stem analysis

Tablo 1: GOVAN Programı İçin Gövde Analizi Ham Veriler Tablosu.

Table 1: Untreated Data Table of Stem Analysis for the GOVAN Computer Software.

Orman Bölge Müd.: Zonguldak
Ağaç No: DB11
Orman İşletme Müd.: Yenice
Boy(m): 8.80
Orman Serisi: Kayadibi

Yaş(yıl): 31
Bölme-Bölmecik: 100
Kesim Tarihi : 25/08/1994
Ağaç Türü: Doğu Kayını
Analizi Yapan: E.ATICI

Kesit No	Kesit Yüksekliği m.	Kesit Sayısı ¹	Seksiyon Uzunluğu m.	Kesitteki Yıllık Halıka Sayısı	Ağacın Kesit Yükl. Aldığı Yıl Sayısı	Yaşlarda Milimetre Olarak Çaplar							Kabuklu Çap mm
						5	10	15	20	25	30	31	
I	0.3	1	0.3	28	3	7,0	18,2	28,5	49,2	70,3	78,0	80,2	83,0
II	1,3	1	2	24	7	-	9,5	19,5	37,0	50,2	56,4	58,8	60,5
III	3,3	1	2	19	12	-	-	9,7	24,8	30,5	33,4	34,5	35,5
IV	5,3	1	2	14	17	-	-	-	3,2	12,5	15,4	16,5	17,3
V	7,55	1	2,5	7	24	-	-	-	-	2,3	7,8	8,9	9,3

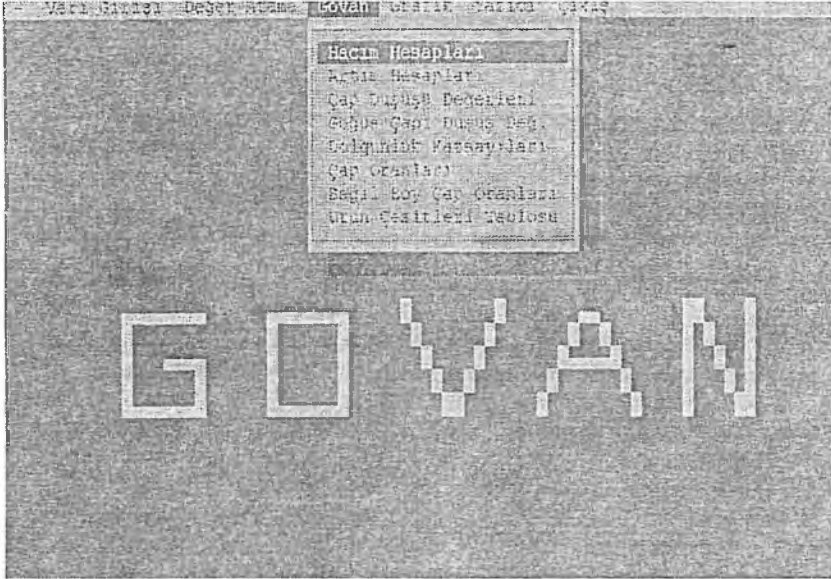
¹ Kesit sayısı: gövde hacmi hesaplanacak örneklerde 1 değerini alırken, ağaç hacmi bulunacak örneklerde ise aynı yükseklikteki gövde ve dal kesitlerinin toplamıdır.

3. BULGULAR

GOVAN programı M.S. QuickBasic 4.5 yorumlayıcısında IBM uyumlu tüm bilgisayarlarda çalıştırılacak şekilde geliştirilmiştir. Program bilgisayarın sabit diskinde **govan** isimli bir klasör içinde **govan.bas** dosyası üzerinden çalışmaktadır. Program, ana sayfası üzerinden kullanıcının komut girişine göre veri girişi ya da grafik veya hacim-artım hesaplamalarını yapmaktadır (Şekil 2). Program yazılımının geliştirilmesinde kullanılan temel algoritma Şekil 3' de gösterilmiştir.

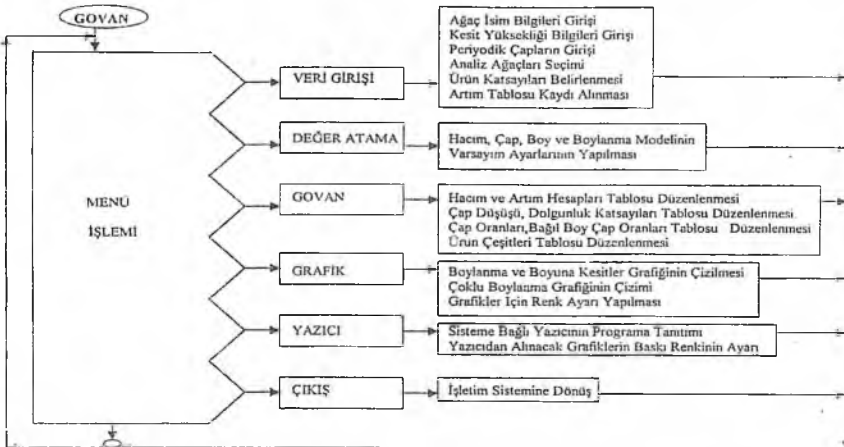
3.1 Veri Tabanı Tasarımı

GOVAN programı grafik çizimleri ve hesaplamaları 3 veri tabanı dosyasıyla ilişkili olarak gerçekleştirmektedir. Veri tabanı dosyaları sabit diskin c:\govan klasörüne bağlı bil, çap ve kes isimli ikinci derece klasörlerinde bulunmaktadır. Gövde analizi yapılacak her ağaç için veri girişi yapılmak suretiyle veri tabanı dosyaları program tarafından otomatik olarak hazırlanmaktadır.



Şekil 2: GOVAN programının ana ekranı

Figure 2: Main screen of the GOVAN computer program



Şekil 3: Gövde analizi bilgisayar (GOVAN) programı genel akış diagramı.

Figure 3: General algorithm diagram of the stem analysis computer program (GOVAN)

Ağaç İsim Bilgileri (.BIL) Veri Tabanı Dosyası ve Veri Yerleşim Tasarımı

Her ağaç için tablo 1' deki ağaç kodu, yaşı, boyu, kütük yüksekliği ve yaş periyodu gibi veriler, dosya adı ağaç ismi dosya uzantısı .BIL olacak biçimde kayıtları sabit diske yapılmaktadır. Bu veri tabanı dosyaları sabit diskin c:\govan\bil klasöründe bulunmaktadır. Programda söz konusu veri tabanı, **Veri Girişi** menüsünün **Ağaç İsim Bilgileri** komutuyla hazırlanır (Şekil 4). Veri tabanı dosyası değişkenleri ve bunların veri tipi-büyükük tanımları ile kayıt yerleşimi ise şu şekildedir.

.BIL dosyalarının kayıt yerleşimi

Kayıt No	Kayıt Alanları					
	Ağaç Kodu	Ağaç Yaşı (yılı)	Ağaç Boyu (m)	Seksiyon Uzunluğu (m)	Periyot Uzunluğu (yılı)	Kütük Yüksekliği (m)
1	DB11	31	8.8	2	5	0.3

Değişken Adı	Veri Büyüklüğü (Byte)	Veri Tipi
Ağaç kodu veya numarası	8	Karakter
Ağaç yaşı	2	Tamsayı
Ağaç boyu	4	Tek Duyarlı
Kütük yüksekliği	4	Tek Duyarlı
Seksiyon uzunluğu	2	Tamsayı
Periyot uzunluğu	2	Tamsayı



Şekil 4: Gövde analizi ağaçları için isim bilgileri girişi
Figure 4: Name information access for stem analysis trees

Ağaç Kesit Bilgileri (.KES) Veri Tabanı Dosyası ve Veri Yerleşim Tasarımı

Her ağaç için tablo 1' deki kesit yüksekliği, kesit sayısı ve kesitteki yıllık halka sayıları programa ham veri olarak girilerek , ağacın kesit yüksekliğine ulaştığı yıl sayısı otomatik olarak hesaplanmaktadır (Şekil 5). Girilen ve türetilen bu bilgiler dosya adı ağaç ismi, dosya uzantısı .KES olacak biçimde sabit diskin c:\govan\bil klasörüne kaydedilmektedir. Programda söz konusu veri tabanı, **Veri girişi** menüsünün **Kesit Yüksekliği Bil.** komutuyla hazırlanır (Şekil 3). Veri tabanı dosyası değişkenleri ve bunların veri tipi-büyükölük tanımları ile kayıt yerleşimleri şu şekildedir.

.KES dosyalarının kayıt yerleşimi

Kayıt No	Kayıt Alanları			
	Ağaç Kodu	Kesit Yüksekliği	Kesit Sayısı (Adet)	Kesitteki Yıllık Halka Sayısı
1	DB11	0,30	1	28
2	"	1,3	1	24
3	"	3,3	1	19
4	"	5,3	1	14
5	"	7,55	1	7

<u>Değişken Adı</u>	<u>Veri Büyüklüğü (Byte)</u>	<u>Veri Tipi</u>
Ağaç kodu veya numarası	8	Karakter
Kesit yüksekliği	4	Tek Duyarlı
Kesit adedi	2	Tamsayı
Kesit sıra no	2	Tamsayı
Kesitteki halka sayısı	2	Tamsayı

Ağaç Kodu:	DB11	Yaş:	31
Kesit Yuk. (m)	0,30	Halka Sayısı	28
	1,3		24
	3,3		19
	5,3		14
	7,55		7

Şekil 5: Gövde analizi ağaçları için kesit bilgileri girişi

Figure 5: Cross-sectional information access for stem analysis trees

Periyodik Çap Bilgileri (.CAP) Veri Tabanı Dosyası ve Veri Yerleşim Tasarımı

Gövde analizi yapılan ağaçları için tablo 1' de her kesit yüksekliği için yaş periyotlarında ölçülen milimetrik çaplar, dosya adı ağaç ismi, dosya uzantısı .CAP olacak biçimde sabit diskin c:\govan\cap klasörüne kaydedilmektedir. Programda periyodik çapların girişi, kesitlerde her yaş periyodu için ölçülen iki çap değeri veya bunların ortalaması olarak tek değer şeklinde girişi mümkün olmaktadır (Şekil 6). .CAP veri tabanı dosyası **Veri Girişi** menüsünün **Periyodik Çaplar** komutuyla hazırlanmaktadır. Veri tabanı dosyası değişkenleri ve bunların veri tipi-büyükölçüm tanımları ile kayıt yerleşimleri ise şu şekildedir.

.CAP dosyalarının kayıt yerleşimi

Kayıt No	Kayıt Alanları				
	Ağaç Kodu	Kesit Sıra No	Kesit Yüksekliği (m)	Periyodik Yaş (yıl)	Ort. Çap (mm)
1	DB11	1	0,3	31	82,95
2	"	1	0,3	31	80,20
3	"	1	0,3	30	78,0
4	"	1	0,3	25	70,25
5	"	1	0,3	20	49,25
6	"	1	0,3	15	28,5
7	"	1	0,3	10	18,2
8	"	1	0,3	5	7,0
9	"	1	1,3	31	60,50
10	"	1	1,3	31	58,80
.
.
.
27	"	1	7,55	31	9,30
28	"	1	7,55	31	8,85
29	"	1	7,55	30	7,75
30	"	1	7,55	25	2,25

Değişken Adı**Veri Büyüklüğü (Byte)****Veri Tipi**

Ağaç kodu veya numarası
Kesit yüksekliği
Kesit adedi
Kesit sıra no
Kesitteki halka sayısı

8
4
2
2
2

Karakter
Tek Duyarlı
Tamsayı
Tamsayı
Tamsayı

GÖVDE ANALİZİ		ÇAP BİLEŞENİ		GİRİŞ MENÜSİ	
Yaş	Periyotlu	Kesit Yüksekliği	Kesit Adetli	Kesit Sıra No.	
31	1.	Kabuklu çap değeri :	82,95	2.	Kabuklu çap Değeri : 82,95
31	1.	Kabuksuz çap Değeri :	80,20	2.	Kabuksuz çap Değeri : 80,20
30	1.	Kabuksuz çap Değeri :	78,00	2.	Kabuksuz çap Değeri : 78,00
25	1.	Kabuksuz çap Değeri :	70,25	2.	Kabuksuz çap Değeri : 70,25
20	1.	Kabuksuz çap Değeri :	49,25	2.	Kabuksuz çap Değeri : 49,25
15	1.	Kabuksuz çap Değeri :	28,50	2.	Kabuksuz çap Değeri : 28,50
10	1.	Kabuksuz çap Değeri :	18,20	2.	Kabuksuz çap Değeri : 18,20
5	1.	Kabuksuz çap Değeri :	7,00	2.	Kabuksuz çap Değeri : 7,00

Şekil 6: Gövde analizi ağaçları için periyodik çapların girişi

Figure 6: The access of periodic diameters for stem analysis trees

3.2 Tek Ağaç Artım-Büyüme Miktarlarının Hesabı ve Bunların Grafik-İstatistik Değerlendirmesi

3.2.1 Hacim Hesapları

Programda tek ağaç hacmü, programa girilen seksiyon uzunluğuna göre bölümlene yöntemiyle her yaş periyodu için kütük, uç parça ve seksiyon hacimleri toplamı olarak belirlenmektedir (Formül 1). Kütük ve seksiyon hacimleri orta yüzey formülüyle, uç parça hacmü ise koni hacmü formülüyle hesaplanmaktadır (KALIPSIZ 1984).

$$v = \frac{\pi}{4} d_1^2 l_1 + \frac{\pi}{4} (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2) l_2 + \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d_{u\check{c}}^2 l_3 \quad (1)$$

v= Ağaç hacmü (dm³)

l₁=Kütük yüksekliği (dm)

l₂=Seksiyon uzunluğu (dm)

l₃=Uç parça uzunluğu (dm)

d₁=Kütük çapı (dm)

d₁,d₃,...,d_n = Seksiyon orta çapları (dm)

d_{u\check{c}}}=Uç parça taban çapı (dm)

Hacmü hesapları programa girilen verilere göre kabuklu ağaç hacmü veya gövde hacmü şeklinde yapılabilir. Programda kabuklu gövde hacmü hesaplanacaksa hesaplama öncesi Değer Atama menüsünden Gövde Hacmü komutu çalıştırılmalıdır. Tablo 1'de verilen DB11 kodlu örnek ağaç için programdan alınan çıktı şu şekildedir (Şekil 7).

HACİM HESAPLARI TABLOSU ==DB11(/)==						
Yaş yılı	Kütük H. dm ³	Seksiyon H. dm ³	Uç Parça H. dm ³	Gövde H. dm ³	Uç çap mm	Yük m
5	0.011540	0.000000	0.0064108	0.017950	7.000	0.50000
10	0.078007	0.141633	0.001312	0.219831	1.583	0.20000
15	0.191285	0.746241	0.001382	0.937664	1.625	0.20000
20	0.571220	3.111053	0.0337409	3.766014	14.000	1.96429
25	1.152207	5.670153	0.0239031	6.856264	7.375	1.42857
30	1.432782	7.190475	0.0004547	8.623712	2.325	0.32143
31	1.514745	7.724306	0.1537079	9.392759	8.850	2.50000
31	1.620405	8.195071	0.1697366	9.985213	9.300	2.50000

Şekil 7: GOVAN programı hacim hesapları tablosu

Figure 7: Volume computations table of the GOVAN computer program

3.2.2 Artım Hesapları

Programda periyodik cari çap, boy ve hacim artım hesapları ;

$$\text{Periyodik çap artımı : } \sum_{i=1}^n i_d = d_s - d_b \quad (2)$$

$$\text{Periyodik boy artımı : } \sum_{i=1}^n i_h = h_s - h_b \quad (3)$$

$$\text{Periyodik hacim artımı : } \sum_{i=1}^n i_v = V_s - V_b \quad (4)$$

d_b, h_b, V_b : Periyod başı çap (cm), boy (m) ve hacim (dm³) değerleri
 d_s, h_s, V_s : Periyod sonu çap (cm), boy (m) ve hacim (dm³) değerleri
 n : Periyod uzunluğu (yıl)

formülleriyle hesaplanmaktadır (FIRAT 1973; KALIPSIZ 1984). Periyodik hacim artım yüzdesi;

$$P_I = \frac{100}{n} \frac{I_s - I_b}{I_b} \quad (\text{BREYMANN I}) \quad (5)$$

$$P_{II} = \frac{100}{n} \frac{I_s - I_b}{I_s} \quad (\text{BREYMANN II}) \quad (6)$$

$$P_V = \frac{200}{n} \frac{V_s - V_b}{V_s + V_b} \quad (\text{PRESSLER}) \quad (7)$$

$$P_V = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{V_s}{V_b}} - 1 \right) \quad (\text{LEIBNITZ}) \quad (8)$$

formülleriyle 4 farklı şekilde belirlenmektedir (BRUCE-SCHUMACHER 1950; JERRAM-BOURNE 1949; HUSCH-MILLER-BEERS 1982; KALIPSIZ 1984). Tablo 1' de verilen örnek ağacın programda yapılan artım hesapları (hacim artım yüzdesi pressler formülüne göre) için alınan çıktısı ise şöyledir (Şekil 8).

ARTIM HESAPLARI TABLOSU == DB11(7) ==

Yaş yıl	Göğüs Çapı cm	Boy m	Hacim dm ³	Periyodik Artımlar			Hacim Artım Yüzdesi (%)	Şekil Kat.
				Çapta cm	Boyda m	Hacimde dm ³		
5	0.000	0.80	0.018	0.00	0.8000	0.0180	40.00000	0.0000
10	0.950	2.50	0.220	0.95	1.7000	0.2019	33.96072	1.2412
15	1.950	4.50	0.938	1.00	2.0000	0.7178	24.80644	0.6981
20	3.700	6.26	3.766	1.75	1.7643	2.8284	24.05225	0.5594
25	5.025	7.73	6.856	1.33	1.4643	3.0902	11.63686	0.4476
30	5.640	8.62	8.624	0.62	0.8929	1.7674	4.56706	0.4006
31	5.880	8.80	9.393	0.24	0.1785	0.7690	8.53716	0.3933
31	6.050	8.80	9.985	0.17	0.0000	0.5925	6.11471	0.3949

Şekil 8: GOVAN programı artım hesapları tablosu

Figure 8: Increment computations table of the GOVAN computer program

3.2.3 Boylama Eğrisi ve Boyuna Kesit Grafiğinin Çizilmesi

Programda bir ağacın boylanma eğrisi;

$$1. \quad h = a * t + b * t^2 \quad (9)$$

$$2. \quad h = a * t + b * t^2 + c * t^3 \quad (10)$$

$$3. \quad h = a * t + b * t^2 + c * t^3 + d * t^4 \quad (11)$$

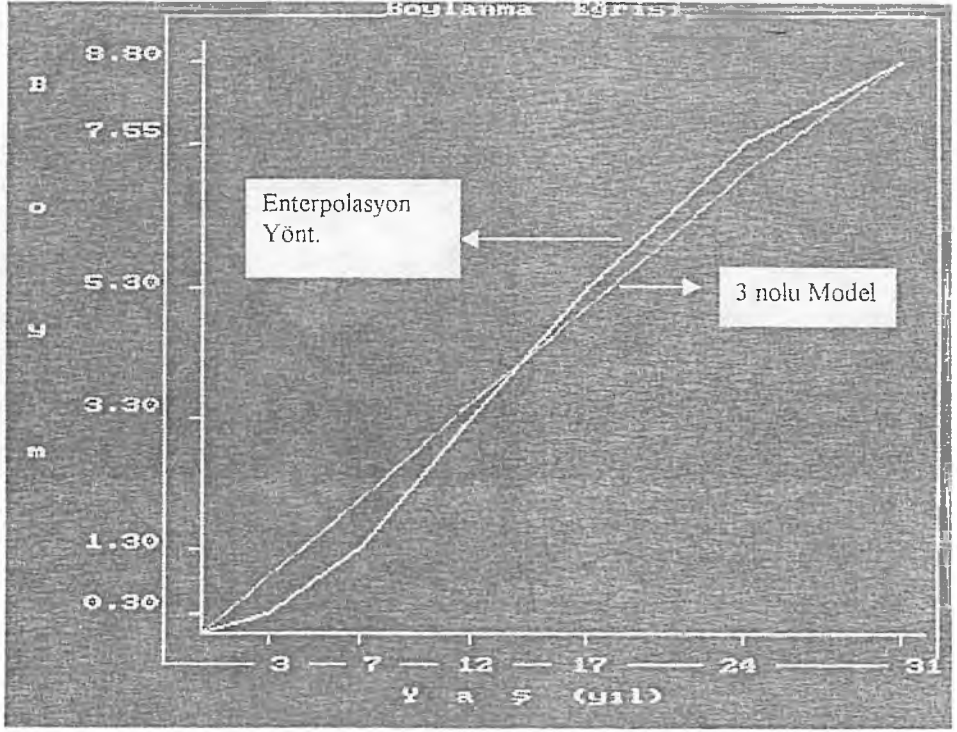
$$4. \quad h = a * t + b * t^2 + c * t^3 + d * t^4 + e * t^5 \quad (12)$$

$$5. \quad h = a * t + b * t^2 + c * t^3 + d * t^4 + e * t^5 + f * t^6 \quad (13)$$

6. 1-5 Yöntemlerinden En Yüksek F Değerine Göre

7. Enterpolasyon Yöntemi

olmak üzere yedi farklı seçeneğe göre çizilebilmektedir (GÜNEL 1978, CURTIS 1967, KALIPSIZ 1982). Formüllerde; h : boy (m), t : yaş (yıl) ve a, b, c, d, e, f : model katsayılarını göstermektedir. 1-5 seçeneklerinde verilen boylanma eğrisi modelleri için regresyon analizi yöntemine göre model katsayıları, varyans analizi yöntemine göre hesaplanan F-testi istatistiği ile çoğul korelasyon katsayı belirlenmektedir. Örneğin DB11 nolu ağacın 3 nolu modele göre çizilen boylanma eğrisi ve istatistikleri şöyledir (Şekil 9 ve 10).



Şekil 9: DB11 kodlu ağacın 3 nolu matematik modele ve enterpolasyon yöntemine göre çizilen boylanma eğrileri

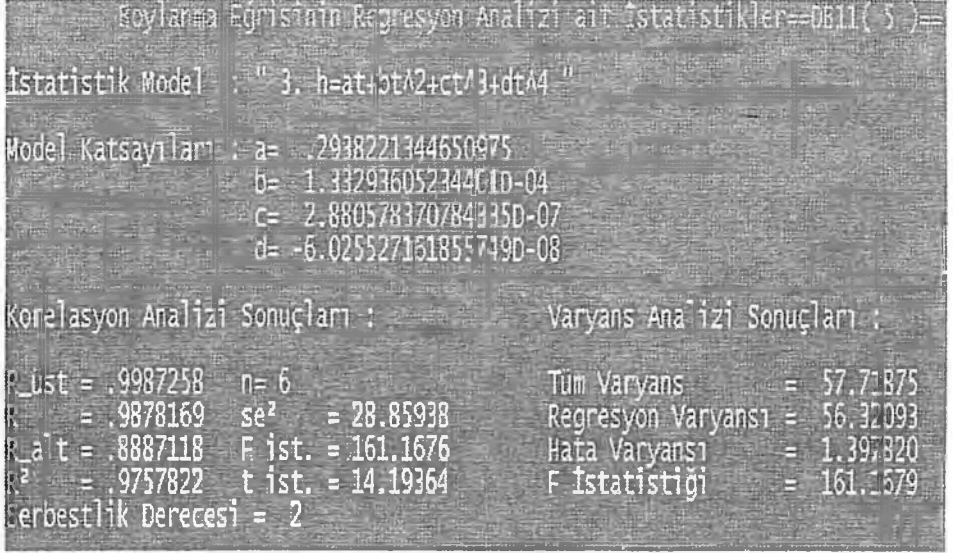
Figure 9: Height curves of the tree coded as DB11 and drawn according to the mathematical model 3 and interpolation method.

Model katsayılarının belirlenmesinde, regresyon analizi yöntemine göre oluşturulan katsayılar matrisinin çözümünde elemanter satır işlemlerine göre geliştirilen FONKA isimli alt programdan yararlanılmıştır. Modelin regreyon analizinde toplam regresyon ve hata varyansları ile F test istatistiği hesaplanmaktadır (Şekil 10).

Modelin korelasyon analizinde,

$$R = \sqrt{\frac{\text{Toplam Regresyon Varyansı}}{\text{Toplam Varyans}}} = \sqrt{\frac{\sum (y_r - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}} \quad (14)$$

çoğul korelasyon katsayısı (R), belirtme katsayısı (R^2) ile katsayıların sıfır olma olasılığının test edilmesinde yararlanılan F ve t test istatistikleri belirlenmektedir. Ayrıca çoğul korelasyon katsayısının %95'lik alt ve üst güven sınırı değerleri de hesaplanmaktadır (Şekil 10) (KALIPSIZ 1981).



Şekil 10: DB11 kodlu ağaca ait istatistikler

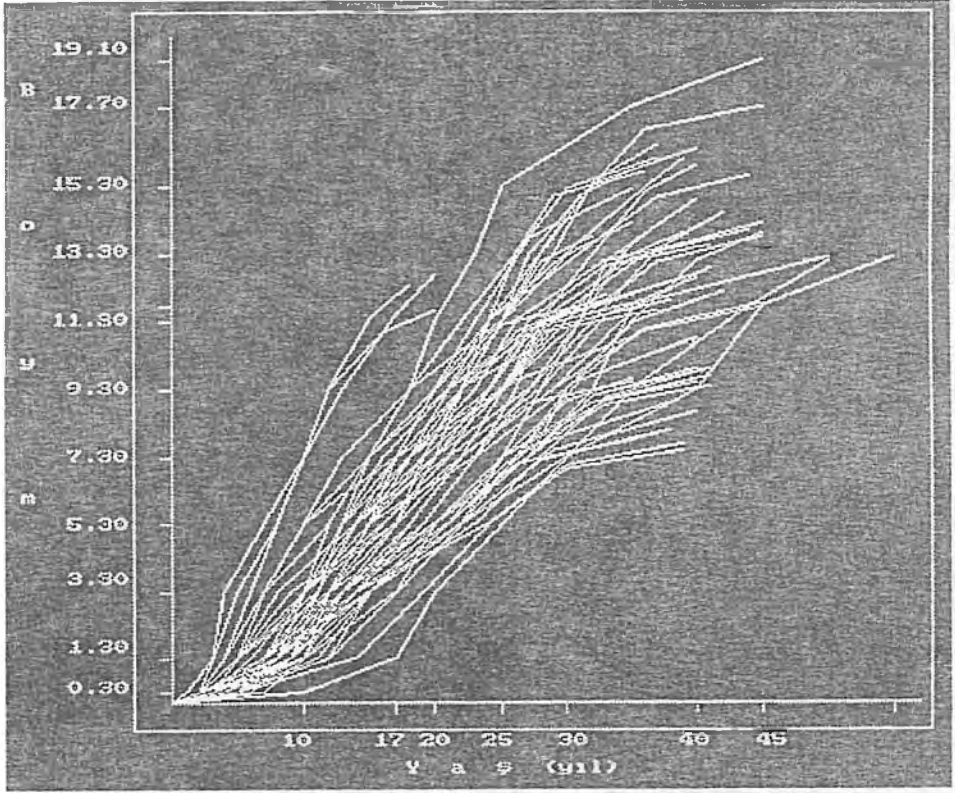
Figure 10: Statistics for tree named DB11

Programda analiz için birden fazla ağaç seçilecek olursa, bütün ağaçların boylanma grafikleri tek bir grafik üzerinde karşılaştırmaya olanak verecek biçimde çizilebilmektedir. Şekil 11'de 63 ağacın boylanma eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Programda her ağacın boyuna kesit grafiği (Gövde modeli) ayrı ayrı çizilmektedir (Şekil 12). Boylanma eğrisi ve boyuna kesit grafikleri çizildikten sonra grafik ekranının alt satırındaki **Büyültme/Küçültme** komutuyla grafiklerin x ve y eksenlerine farklı ölçek katsayıları uygulanarak görünimleri değiştirilebilir. Programda analiz işlemine konu olan ağaç sayısı sınırlı olmayıp, işleme konu bütün ağaçlar için grafik, hesap ve analiz işlemleri ağaçların seçim sırasına göre yapılabilmektedir.

3.2.4 Diğer Hesaplamalar

Programda bir ağacın periyodik yaşlardaki göğüs çapı değerlerine bağlı olarak elde edilebilecek tomruk, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun miktarları hesaplanarak tablo halinde alınabilmektedir (SUN-EREN-ORPAK 1978).



Şekil 11: 63 ağacın boylanma eğrileri

Figure 11: Height curves of 65 trees

Bir ağacın gövdesinin sayısal olarak tanımlanmasında kullanılan;

Göğüs boyu şekil katsayısı
$$f_{1,3} = \frac{V}{\frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 h} \quad (15)$$

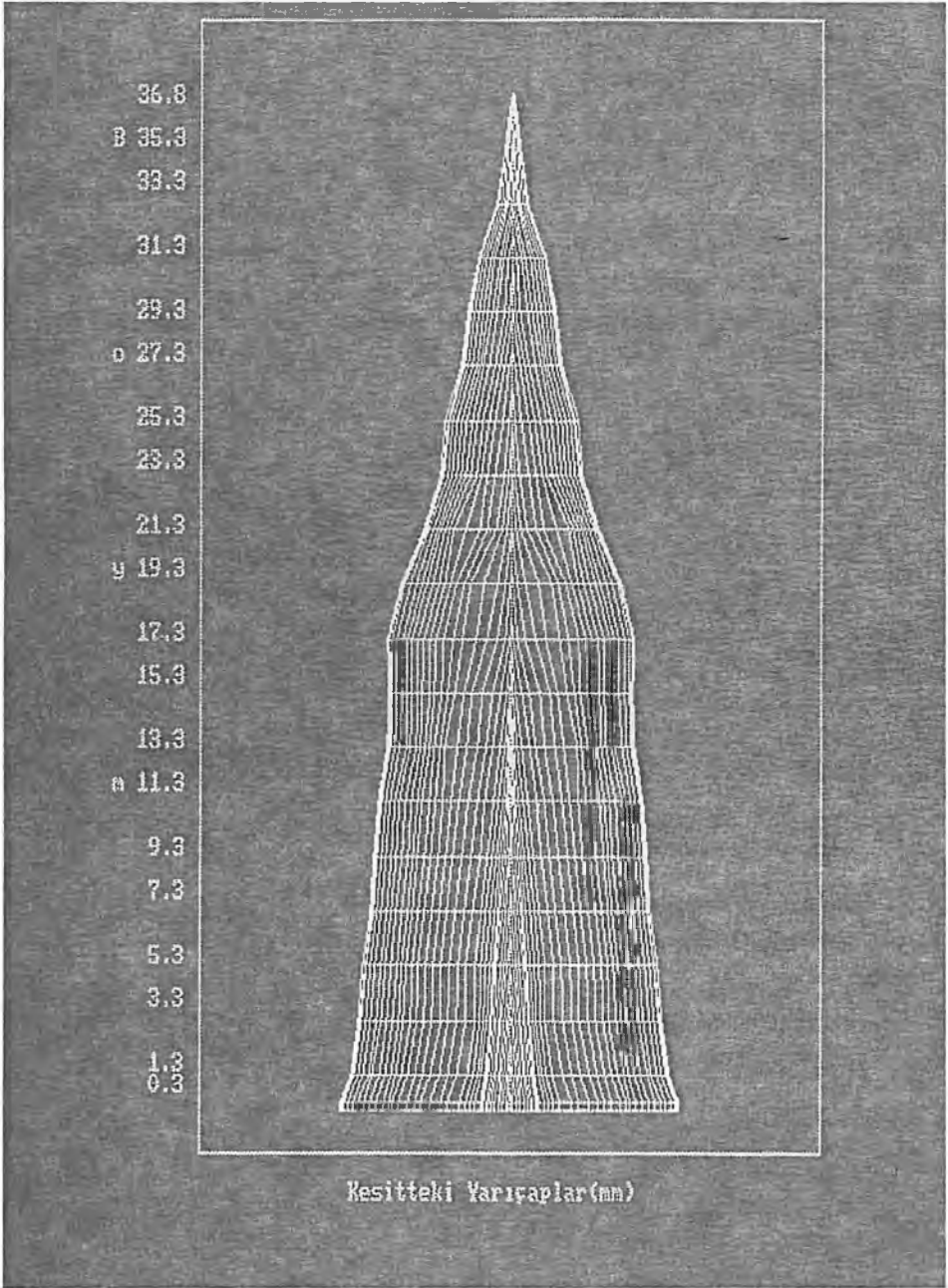
HOHENADL'ın doğal şekil katsayısı
$$f_{0,1} = \frac{V}{\frac{\pi}{4} d_{0,1}^2 h} \quad (16)$$

Çap düşüşü
$$\alpha = \frac{d_1 - d_2}{l} \quad (17)$$

Çap Oranları
$$q_{1,4} = \frac{d_{1,4}}{d_{1,3}} ; q_{1,2} = \frac{d_{1,2}}{d_{1,3}} ; q_{3,4} = \frac{d_{3,4}}{d_{1,3}} \quad (18)$$

Dolgunluk katsayıları
$$q_1 = \frac{d_1}{d_{1,3}} ; q_2 = \frac{d_2}{d_{1,3}} ; q_3 = \frac{d_3}{d_{1,3}} ; \dots ; q_n = \frac{d_n}{d_{1,3}} \quad (19)$$

Hohenadl dolgunluk katsayıları
$$\eta_{0,3} = \frac{d_{0,3}}{d_{1,3}} ; \eta_{0,5} = \frac{d_{0,5}}{d_{1,5}} ; \eta_{0,7} = \frac{d_{0,7}}{d_{1,7}} ; \eta_{0,9} = \frac{d_{0,9}}{d_{1,9}} \quad (20)$$



Şekil 12: 167 yaşında bir Doğu Kayını ağacının gövde modeli

Figure 12: Stem model of a 167 years old Beech tree (*Fagus Orientalis* Lipsky)

formül değerleri yaş periyotları itibariyle hesaplanarak, sonuçlar tablo biçiminde elde edilmektedir (KALIPSIZ 1984). Formüllerde yer alan sembolleri;

$d_{1,3}$: Göğüs çapı (mm)

$d_1; d_3; d_5; d_7; \dots; d_n$: Gövde üzerinde dipten itibaren 1.,3.,...,n. m. ölçülen çap değerleri (mm)

$d_{0,1}; d_{0,3}; d_{0,5}; d_{0,7}; d_{0,9}$: Gövde üzerinde dipten itibaren gövde boyunun 0.1,0.3, ..., 0.9 da ölçülen çap değerleri (mm)

$d_{1/4}; d_{1/2}; d_{3/4}$: Gövde üzerinde gövde boyunun 1/4, 1/2, 3/4' inde ölçülen çap değerleri (mm)'ni ifade etmektedir.

Programda bu tür hesaplar *Govan* menüsünün **Çap Düşüşü Değerleri, Dolgunluk Katsayıları, Çap Oranları, Bağlı Boy Çap Oranları ve Ürün Çeşitleri** Tablosu komutlarıyla yapılmaktadır.

3.2.5 Programda Bir Ağacın Gövde Analizini Gerçekleştirme Aşamaları ve Programın Diğer Özellikleri İle Mevcutlarıyla Karşılaştırması

Programda bir ağacın gövde analizini gerçekleştirmek için şu işlemlerin sırasıyla yapılması gerekir.

1. Ağaç isim bilgileri veri tabanının **Veri Girişi** menüsü **Ağaç İsim Bilgileri** komutuyla hazırlanması
2. Kesit bilgileri veri tabanının **Veri Girişi** menüsü **Kesit Yüksekliği Bil.** komutuyla hazırlanması
3. Periyodik çaplar veri tabanının **Veri Girişi** menüsü **Periyodik Çaplar** komutuyla hazırlanması
4. Analize konu olacak ağaçlarının **Veri Girişi** menüsünden **Analiz Ağaçları** komutunun çalıştırılarak belirlenmesi
5. Gövde hacmi hesabı için **Değer Atama** menüsünden **Gövde Hacmi** komutunun çalıştırılması
6. Hacim ve artım hesapları elemanlarında kullanılacak ölçü birimlerinin **Değer Atama** menüsünden belirlenmesi
7. Eğer bir ağaç için ürün çeşitlerine döküm işlemi yapılacaksa *Govan* menüsü **Ürün Çeşitleri Tablosu** Komutu çalıştırılmadan önce **Veri Girişi** menüsü **Ürün Katsayıları** Komutu çalıştırılmalıdır.
8. 1-7 nci basamak işlemleri sonrası tek ağaçlar için *Govan* ve Grafik menüsü komutları çalıştırılarak istenen analiz işlemleri yapılabilir

Programdan elde edilen gövde analizi sonuçları (artım hesapları tablosu) **govan.dat** dosyasına kaydı yapılarak *Spss*, *Statgraph*, *Statica* gibi istatistik paket programlarına ve *Excel*, *Quatropro* gibi sayısal veri işleyen programlara transferi yapılabilir. Gövde analizi sonuçları istenilen birim ölçüğünde de elde edilebilir.

SARAÇOĞLU (1985), gövde analizi yöntemi için fortran 77 programlama dilinde GOVANA isimli bir program geliştirmiştir. Programda, ağaçların kesit boyu ve yaşları yardımıyla ağacın büyüme eğrisi en küçük kareler yöntemine göre belirlenmekte ve denklemden periyodik boylar hesaplanabilmektedir. Daha sonra seksiyona dayalı olarak göğüs yüzeyi, hacim artımı ve yüzdeleri, göğüs boyu şekil katsayısı ile doğuray denkleminin p ve r katsayıları dahil, toplam olarak 48 farklı

değer hesaplanmaktadır. Programda, elde edilen sonuçlara ait grafik çizim ve değişik istatistik analizler gerçekleştirilememektedir. Bu durum çok sayıda ağacın gövde analizi yapılan bir araştırmada elde edilen sonuçların spss, statistica, statgraph, excel vb. gibi grafik çizim ve değişik istatistik analizler yapan ikinci bir programın yazılmasını gerekli kılmaktadır. Bu amaçla burada gerçekleştirilen program önemli ölçüde zaman ve emek kazancı sağlayacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Govan programı, tek ağaç büyümesinin analiz edilebilmesinde önemli ölçüde zaman-emek harcanmasına neden olan gövde analizi yönteminin bilgisayar ortamında yapılmasına olanak sağlamaktadır. Program Windows işletim sistemi altında MS-DOS modunda çalışmaktadır. Program harddiskte alt programlarıyla birlikte 2.535.120 baytlık bir alan kullanmaktadır. Program sayesinde aşağıda belirtilen bütün hesap ve çizim işlemleri yapılabilmektedir

1. Bölümleme yöntemine göre hacim hesapları,
2. Periyotlar arası fark alma biçiminde artım hesapları,
3. Breyman I-II, Leibnitz ve Pressler formüllerine göre artım yüzdesi hesapları ve istenen birim ölçüğünde çıktılarının alınması,
4. Ağaçların boylanma eğrilerinin 5 farklı matematik modele veya enterpolasyon yöntemine göre çizilmesi,
5. Matematik modellere göre çizilecek boylanma eğrilerinin korelasyon ve regresyon analizleri yapılması (Şekil 9),
6. Birden çok ağaçlar için boylanma eğrilerinin karşılaştırmalı olarak tek bir grafik üzerinde çizilmesi (Şekil 10),
7. Boyuna kesit grafiğinin istenilen yatay ve dikey ölçeklendirmeye elde edilmesi,
8. Birden fazla ağaç için çizilecek gövde modellerinde en büyük ağaç baz alınarak boyuna kesit grafiklerinin çizilmesi,
9. Ağaç gövdesinin sayısal olarak tanımlanmasında kullanılan göğüs boyu şekil katsayısı, Honendal'ın doğal şekil katsayısı, çap düşüğü, çap oranı, dolgunluk katsayısı ve bağıl boy dolgunluk katsayılarının yaş periyotları için tablo biçiminde elde edilmesi,
10. Kızılçam, Karaçam, Sarıçam, Sedir, Gökmar, Ladin ve Kayın ağaç türlerinde yapılacak gövde analizlerinde yaş periyotları itibarıyla elde edilebilecek ürün çeşitlerinin belirlenmesi,
11. Gövde analiz işlemi sonunda elde edilen hacim ve artım hesapları sonuçlarının govan.dat dosyası yardımıyla diğer istatistik ve sayısal veri işleyen programlara aktarılması, gibi belirtilen bütün bu işlemler çok kısa süreler içerisinde yapılabilmektedir. Program, meşcerelerde artım ve büyüme üzerine yapılacak araştırmalarda, araştırmacılara önemli bir araç olma özelliğine sahiptir.

COMPUTER SUPPORTED STATISTICAL ANALYSIS (GOVAN) OF THE INCREMENT AND GROWTH DATA OF INDIVIDUAL TREES

Y.Doç.Dr.Eyyüp ATICI

Abstract

This research has been done in order to materialize a computer software which provides an opportunity to make stem analyses in computer environment that are used in the determination of the growth relationships of single trees. Volume calculations of individual trees in respect to section method and increment percent calculations in respect to Pressler, Breymann I-II and Leibnitz formulas in the program can be performed. Two different forms as absolute and relative graphs of the age-height and stem model graphs in program can be drawn. The age-height graph can be also drawn in respect to five statistical polinomial models in addition to interpolation method. Correlation and regression analyses of the statistical model used for drawing the age-height graph are carried out. Besides, coefficients and statistics of the models are computed as well. Volume and increment calculations and diameter decrease, diameter ratio, plumpness coefficients and stem form coefficient at breast height used for the numerical definition of individual trees can be computed according to age periods. Results of the these values can be taken in tables from computer monitor or printer. The amounts of the kinds of wood products for an individual tree are obtained in age periods.

Keywords: System analysis, Increment, Growth

SUMMARY

Today, important developments have occurred in the classification, saving and evaluation of raw data collected for various purposes in terms of certain features. Computers have importantly decreased the time and labor spent in scientific researches. Certain softwares have been frequently used to examine the relationships between two or more variables and develop simulation model in scientific researches. The softwares like Matlab, Spss, Statgraph, Quattropro, Excel, Autocad, Landscape Management System (LMS), Plant Selection Program would be able to be cited as samples for the softwares (KENT ve Ark. 1993; NUROSIS 1993, SARAÇOĞLU-UZUN 1995, OLIVER 1996, OMURA 1999).

In this research, a computer software (GOVAN, figure 1) has been intended to be developed which presents an opportunity to apply the stem analysis in computer environment that was used in materialized scientific researches relevant to single tree growth in forestry science fields like Forest

Yield and Biometry, Forest Management and Silviculture. The program language to be used to realize such a software should :

- Contain the archive functions that provide an opportunity to easily make mathematical computations,
- Support the hardware that helps the graphics to be sensitively drawn and the outputs of these graphics to be obtained with a quality print.

Because of these reasons, the high level programming language, MS.QuickBasic 4.5 has been used in writing the program GOVAN that works in MS-DOS mode under the Windows environment system in all computers fitting to IBM. The program together with its sub-programs occupies a field of 2.535.120 bytes on harddisk and can make the following computations and analyses converting the raw data of stem analysis (Table 1) into three database files with extensions of BIL, KES and CAP :

1. Volume computations by the Sectioning Method,
2. Increment computations in the way of difference between periods,
3. Increment percent computations by Breymann I-II, Leibnitz and Pressler formulas, an getting the outputs in the desired scales,
4. Drawing the growth curves of trees according to five different statistical models or interpolation method,
5. Making the correlation and regression analyses of growth curves to be drawn by statistical models (Figure 9),
6. Drawing the growth curves comparatively on the same graph,
7. Obtaining the lengthwise section graph with the desired horizontal and vertical scale,
8. Drawing the relative lengthwise section graphs assuming the biggest tree as a base in stem models to be drawn for more trees than one,
9. The obtainment of the tables of age periods which contain breast height form coefficient, Hohenadl's natural form coefficient, diameter decrease, diameter ratio, plumpness coefficients and relative height plumpness coefficients that are used to describe quantitatively the tree stem,
10. The specification of wood product kinds to be obtained in terms of age periods in stem analyses to be made for the tree species of red pine (*Pinus brutia*), black pine (*Pinus pallasiana*), scotch pine (*Pinus silvestris*), cedar, fir, spruce and beech,
11. The transfer of the results of volume and increment computations obtained at the end of stem analysis procedure to the programs that process numerical data through the govan.dat file.

All procedures specified above can be done within very short times. The program is an important tool for increment and growth researches to be made in forest stands.

KAYNAKLAR

- AKALP, T., SARAÇOĞLU, Ö., 1989: Applesoft Basic. İ.Ü. Or..Fak.Yayın No. 403/3554, İstanbul.
- BRUCE, D., SCHUMACHER, F.F., 1950: Forest Mensuration. McGraw-Hil Book Comp.New York.
- FIRAT, F., 1973: Dendrometri. İ.Ü. Or. Fak.Yayın No.1800/193. İstanbul.

- CURTIS, R.O., 1967: Height-Diameter and Height-Diameter-Age Equations for Second- Growth Douglas-Fir, Forest Science, Volume 13, Number 4, Dec.
- GÜNEL, H. A. 1978: Tek Ağaç ve Meşçerede Artım ve Büyümenin Matematiksel Modelleri. İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 254.
- GÜVEN, Z. DENİZ, B., 1998: Bilgisayara Giriş. Sürat Yayınları, Asır Matbaacılık, İstanbul.
- HUSCH, B., MILLER, C. I., BEERS, T. W., 1982: Forest Mensuration. John Wiley & Sons Inc. Newyork.
- JERRAM, M.R.K., BOURNE, R., 1949: Elementary Forest Mensuration. Thomas Murby and Company, London.
- KENT, B., BEVERS, M., SLEAVIN, K., E., MERZENICH, J. P., HEINER, J., TURNER, M., HALL, S.B., 1993: Operations Guide for FORPLAN on Microcomputers (Release 14.2), USDA Forest Service, General Technical Report RM-235.
- KALIPSIZ, A., 1981: İstatistik Yöntemler. İ.Ü. Or. Fak. Yayın No.2837/294. İstanbul.
- KALIPSIZ, A., 1982: Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Or.Fak. Yayın No.3052/328. İstanbul.
- KALIPSIZ, A., 1984: Dendrometri. İ.Ü. Or. Fak. Yayın No.3194/354. İstanbul.
- NUROSIS, M. J., 1993: SPSS for Windows Professional Statistics Release 6.0, Chicago, USA.
- OLIVER, C. D., 1996: Landscape Management System. Draft User's Manual, LMS Ver.1.3.
- OMURA, G., 1999: AutoCAD 2000. Yayın no: 576, Dizi No: 142, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. Ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- SARAÇOĞLU, Ö., 1985: Gövde Analizi Bilgisayar Programı (GOVANA). İ.Ü.Or. Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 35, Sayı 1, İstanbul.
- SARAÇOĞLU, Ö.; UZUN, A., 1994: BITSEC Bitki Seçim Programı, Özellikleri ve Kullanılması. İ.Ü.Or. Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 44, Sayı 2, İstanbul.
- SUN, O., EREN, E., ORPAK, M., 1978: Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK/TOAG proje no.288, Ankara