
SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

35

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

1985

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



GÖVDE ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI

Ar. Gör. Ömer SARAÇOĞLU¹

Kısa Özet

Gövde analizinde, ham bilgileri bilgisayarda kısa zamanda sonuçlandıran GOVANA isimli bir program yazılmıştır. Burada, gövde analizinin önemi, programın genel özellikleri, verilerin düzenlenmesi, değerlendirme yöntemleri ve çıktı düzeni hakkında gerekli bilgiler verilmektedir.

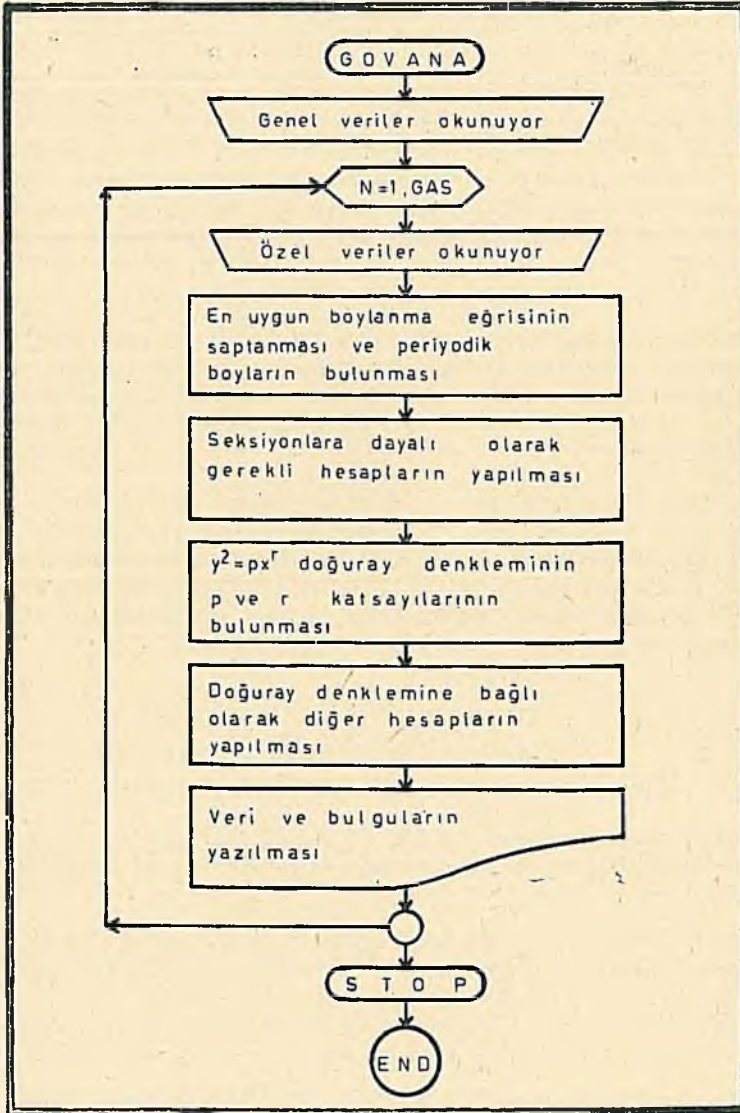
1. GÖVDE ANALİZİ VE BİLGİSAYARLARIN ÖNEMİ

Bir meşcerenin boniteti, ağacın geçmiş periyotlarda yaşadığı yetiştirme ortamı koşulları, türe özgü çeşitli özelliklerin zamana bağlı olarak gösterdiği gelişmeler ve özellikle değişik yaşlı ormanlarda artım ve büyüme olayları hakkında yararlı bilgiler, ancak tek ağaçlarda yapılan gövde analizleriyle elde edilebilmektedir (Herman 1970, s. 74 ve 1975; Fırat 1972, s. 67-98). Gövde analizi yapmak amacıyla ormandan örnek ağaçların seçilmesi, işaretleme, gerekli ölçü ve bilgilerin saptanması, sonunda ham bilgilerin işlenmiş bilgiler haline getirilmesi oldukça güç ve zaman alıcıdır (Giray 1984, s. 77-44). Örnek ağaç sayısı arttıkça hesap işleri uzadığı ve bıkırtıcı olduğu için, büyük uğraşı ile toplanan ham bilgilerin tam yararlanılmadan kenara atıldığı bir gerçektir. Bu çeşit ham bilgilerin kısa zamanda değerlendirilmesi, araştırmacı ve bilim açısından çok önemlidir.

Günümüz teknolojisinin ortaya çıkardığı bilgisayarlar sayesinde hesap işleri oldukça basitleşmiş bulunmaktadır. Ancak, bilgisayarlarda ham bilgilerin değerlendirilmesi kendi kendine olmamakta, konunun uzmanı kişiler tarafından belli bir programlama dili ile, usulüne uygun biçimde hazırlanmış programların aracılığıyla gerekli bulunmaktadır (Herman, 1975). Bilgisayar programlarının yazılımı ise, konunun durumuna ve içerdiği algoritmanın karışıklığı oranında zorlaşmakta ve zaman almaktadır. Programın yazılımı ve denemesi için geçen zaman, araştırmacı için bir kayıptır. Program yazılımının bu özelliği gözönüne alınarak, gövde analizi verilerinin değerlendirilmesinde de araştırmacıların böyle bir programa gereksinim duyacakları düşünülmüş ve FORTRAN 77 programlama dili ile (Eraslan 1984) bir

1 İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı.

program yazılmıştır. GOVANA (GÖVde ANALizi) isimli bu program, IBM 360/370 sisteminde 281 ağaca ait verilerle icra edilmiş ve hatalardan arındırılmıştır. Programın genel akış diyagramı şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1 : GOVANA programının genel akış diyagramı

Figure 1 : General flowchart of the program GOVANA

2. GOVANA PROGRAMININ GENEL ÖZELİKLERİ

GOVANA'nın kullanılabilmesi için, ağaçlara ait ham bilgilerin arazi çalışmalarıyla saptanması ve tablo 1'in doldurulmuş olması gereklidir. Burada, örnek ağaçlar üzerinde yapılan işlemlerin ve tablonun doldurulması ile ilgili bilgilerin dendrometri derslerinden bilindiği, yahut ders kitapları (Fırat 1973, s. 301 - 306; Kalıpsız 1984, s. 166-173) veya literatürden (Giray 1984, s. 77-44; Herman 1970, s. 74-77, 1975) öğrenilebileceği varsayılarak, bu yazının kapsamı dışında bırakılmıştır. Tablo 1'deki bilgiler elde edildikten sonra, aşağıda ilgili bölümde açıklandığı düzende, bilgisayara verilmelidir.

GOVANA bilgisayar programı bir ana (GOVANA) ve dört SUBROUTINE altprogramından (REGIS - TERS - DET - MIMAX) oluşmaktadır. REGIS ve MIMAX altprogramlarına ana-program, TERS altprogramına REGIS altprogramı ve DET altprogramına ise TERS altprogramı içerisinde başvurulmaktadır. REGIS, regresyon denklemlerinin katsayılarının ve diğer bazı istatistik değerlerin bulunmasında, MIMAX ise, en küçük Toplam Hata Varyansının (THV) minimum olduğu regresyon denkleminin bulunmasında kullanılmaktadır. TERS, ters matris işlemlerinde, DET ise, determinant hesaplarında kullanılan altprogramlardır.

Program, ağaçlara ait verilerin ardarda verilmesiyle birçok ağacın hacim hesaplarını çok kısa zamanda yapmaktadır. Örneğin, 281 ağacın verilerinin değerlendirilmesi ve sonuçların yazılması 15-20 dakikalık bir zaman içerisinde bitirilmiştir. Programda bu kadar ağaca ait yapılan işlemlerin bir kaç ay, hatta yıl içerisinde elle yapılarak bitirilmesi hemen hemen olanak dışıdır.

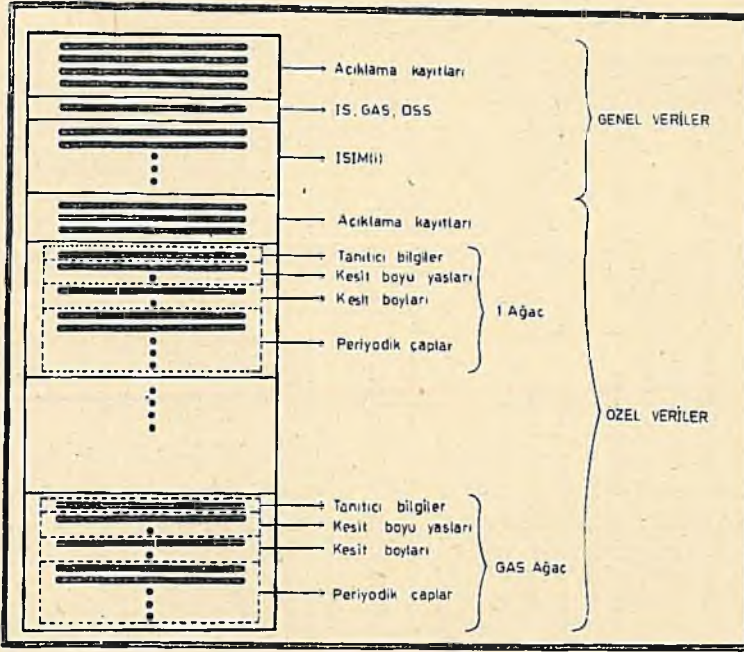
Verilerin bilgisayara aktarılmasında en az sayıda kayıt (kart) kullanacak biçimde düzenlenen program, hacim ve hacim elemanlarını periyodik olarak bulmakta ve çıktıya aktarmaktadır. 944 kayıttan oluşan program, ağacın 48 özelliğini periyodik olarak değerlendirmektedir. Ayrıca, boylanma eğrisinin modeli, modelin katsayıları ve diğer bazı istatistik değerler de saptanmaktadır. Gövde analizi yapılacak ağaçta, seksiyon boylarının eşit alınması ve periyot uzunluğunun sabit tutulması gereği de yoktur.

3. PROGRAM VERİ KÜTÜĞÜNÜN DÜZENLENMESİ

Verilerin bilgisayara aktarılmasında 80 kolonluk kayıtlar esas alınmıştır. Verileri kartlarla olduğu kadar, magnetik disket, teyp veya doğrudan sisteme bağlı terminallerle bilgisayara geçirmek mümkündür.

Programda genel ve özel olmak üzere iki tip veri kullanılmaktadır. Genel veriler, gövde analizi yapılan bütün ağaçları kapsayabilir, ancak özel veriler her ağacın kendisine aittir. Genel verilere ait kayıtlardan önce gelen dört ve özel verilere ait olanlardan önce gelen üç kayıt daha vardır ki, bunlar açıklama amacı ile kullanılan kayıtlardır. Verilerin verilmesinde bu açıklama kayıtları, hiçbir açıklama yapılmassa da bulundurulmalıdır (Şekil 2).

Aşağıda ilgili kısımlarda I ve F kalıbı (format'ı) ile belirtilen veriler, kendilerine ayrılan alanın sağına yanaşık ve ondalık noktasız kaydedilirler. Küçük harflerle gösterilen semboller, matematik ifadelerde gösterim kolaylığı nedeniyle alınmışlardır. Büyük harflerle belirtilen semboller, programda kullanılan değişkenlerdir.



Şekil 2. GOVANA programı veri kütüğünün sembolik görünümü
Figure 2. The symbolic illustration of program GOVANA data file

3.1. Genel Veriler

Birinci veri takımını oluşturan genel veriler iki farklı guruba ayrılmaktadır. Birinci guruba ait veriler tek bir kayıta gerek gösterir ve bu kayıt açıklama için kullanılan ilk dört kayıttın hemen peşinden gelmelidir (bak : Şekil 2). Kayıt üzerindeki veri düzeni aşağıda gösterilmiştir. Değişkenler 1-999 arasında değerler alabilirler.

Değişken	Alan	Format	Açıklama
IS	1 — 3	13	— Genel verilerin ikinci gurubunda kullanılan İsim Sayısı
GAS	4 — 6	13	— Gövde Analizi yapılacak ağaç Sayısı
DSS	7 — 9	13	— Alınan Deneme Sahalarının Sayısı. Deneme sahalarının hepsinden gövde analizi amacıyla ağaç alınmamış olabilir. Böyle olsa da, DSS tüm deneme sahalarının sayısını gösterir.
—	10 — 80		— Kayıtın bu alanı boştur.

Genel verilerin ikinci gurubu başmüdürlük, işletme müdürlüğü, bölge şefliği, seri, ağaç türü isimleri ile gövde analizi yapan kişilerin ad ve soyadlarını içerir. Her isim en fazla on karakterli olabilir. Daha çok karaktere sahip isimler, on karakterli olacak biçimde kısaltılırlar. İsimler kayıtlarda buldukları alanın soluna yanaşık kaydedilirler. Gövde analizi yapanların ad ve soyadları farklı iki isim gibi işlem görmelidir. Her kayıt en fazla 8 isim içerir. Bu veriler için gerekli kayıt sayısını, İsim Sayısı (IS) belirlemektedir. Kayıtlar üzerinde isimlere ayrılan alanların soldan sağa ve bu veri gurubunun ilk kaydından son kaydına doğru olan sıraları önemlidir. Her alanın bu sıraya göre bir sıra (kod) numarası vardır. Bir alana kaydedilen isim, o alanın kod numarasını almış sayılır. İsimlerin kod numaraları özel verilerin işlenmesinde gerekli olduğu için, bilinmesi önemlidir (bak: Tablo 1). İsimler kayıtlara herhangi bir sırada işlenebilirler. Bu veriler gurubu için, en az bir kayıt ve en fazla 125 kayıt kullanılmalıdır. Bu kayıtlar, genel verilerin birinci gurubuna ait olan beşinci kayıttan sonra gelmelidir (bak : Şekil 2).

Kayıtlardaki isimler ISIM(i) dizisinin elemanlarını oluşturmaktadır. Bu dizinin her elemanı farklı bir isim olmalıdır. Yani, isimler tekrarlanmamalıdır. İsimlerin, gövde analizi amacıyla alınan ağaçların türlerine, alındıkları yerlere veya analizi yapanlara ait olması gerekir. Gereksiz tür, yer ve kişilerin isimleri kullanılmamalıdır. Yani, özel verilerin kayıtlara işlenmesinde gerekli olmayan isimlere yer verilmez. Bu veri gurubunun kayıtlardaki düzeni aynı olduğundan aşağıda, ilk kayıttaki düzen gösterilmiştir. İsim sayısı 100 den fazla ($IS > 100$) ise, programın 29. satırındaki CHARACTER deyiminde bulunan ISIM(i) dizisinin boyutu büyütülmelidir.

Değişken	Alan	Format	Açıklama
ISIM (1)	1 — 10	A10	— 1 kod nolu isim
ISIM (2)	11 — 20	A10	— 2 kod nolu isim
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
ISIM (8)	71 — 80	A10	— 8 kod nolu isim

3.2. Özel Veriler

Bu veriler ikinci veri takımını oluşturmaktadır. Takımının ilk kaydından önce, üç açıklama kaydı bulunur. Gövde analizi yapılan GAS sayıda ağacın her birisine ait bir veri gurubu vardır. Bunlar ardarda gelerek ikinci veri takımını oluştururlar. Her ağacın veri gurubu benzer biçimde düzenlenmelidir. Bir veri gurubu dört farklı bilgi çeşidinden oluşmaktadır (bak : Şekil 2). Bunlar, altta kısaca açıklanmıştır.

3.2.1. Tanıtıcı Bilgiler

Gövde analizi yapılan ağaca veya alındığı yetişme ortamına ait Tablo 1'den alınan çeşitli bilgilerdir. Bunlar tek bir kayıt üzerine kaydedilir. Aşağıda verilerin kayıttaki düzeni görülmektedir.

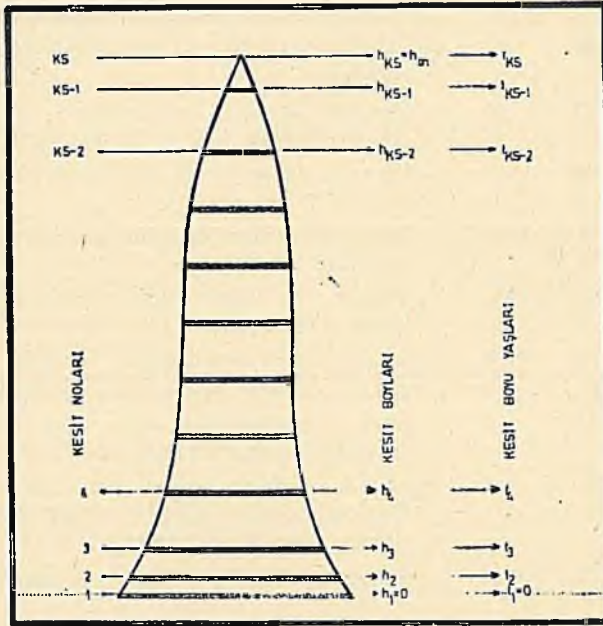
Değişken	Alan	Format	Açıklama
KYD	1	I1	— Veri gurubunun üçüncü çeşidi kesit yüksekliklerine aittir. Eğer, bu veriler ağacın veri gurubu içerisinde verilecekse, KYD = 1 alınır. Ters durumda KYD \neq 1 olmalıdır (bak : 3.2.3. kesit boyları).
KSI	2	I1	— Ağacın sıfır metre yüksekliğinden kesit alınmışsa KSI = 1 alınır. Ters durumda, KSI \neq 1 olmalıdır. KSI = 1 ise, sıfır kesiti üzerinde çap ölçümleri yapılmış ve hacim hesaplarında kullanılacak demektir.
NPE	3	I1	— İlgili ağaca ait verilerin çıktı kâğıdında görülmesi isteniyorsa NPE = 1, istenmiyorsa NPE \neq 1 olmalıdır.
KSN	4	I1	— Sıfır metre yükseklikten de bir kesit alındığı düşünülerek, 1,30 m kesitinin gövde üzerinde aşağıdan yukarıya doğru kaçınıcı kesit olduğunu belirten sayıdır. Sıfır kesiti alınsa da, alınmasa da birinci kesit olarak sayılmalıdır. Diğer kesitler mutlaka alınmış olmalıdır. Örneğin, 0,30, 0,80, 1,30 m lerden birer kesit alınmışsa, KSN = 4 olacaktır.
KS	5 — 6	I2	— Ağacın sıfır metre yüksekliği ile tepe tomurcuğunun ucundan birer kesit alındığı varsayılarak, saptanan kesit sayısıdır. Yani, KS ağacın dibi ile ucu arasında alınan kesitlerin sayısına 2 eklemekle bulunan sayıdır. $4 \leq KS \leq 50$ olmalıdır. Ağacın dibi ile ucu arasında en az 2, en çok 48 kesit alınırsa program çalışır.
KCS	7 — 9	I3	— Kesitler üzerinde ölçülen ve Tablo 1'e İşlenen tüm çapların sayısıdır. Daima KCS \geq 7 olmalıdır.
NDS	10 — 12	I3	— Ağacın alındığı deneme sahasının numarasıdır. Değer belirtilmezse, NDS = 0 varsayılır.
KBM	13 — 15	I3	— Başmüdürlük isminin ISIM(i) dizisindeki kodudur.
KIM	16 — 18	I3	— İşletme müdürlüğü isminin ISIM(i) dizisindeki kodudur.
KBS	19 — 21	I3	— Bölge Şefliği İsmi'nin ISIM(i) dizisindeki kodudur.
KSE	22 — 24	I3	— Seri sminin ISIM(i) dizisindeki kodudur.
NTU	25 — 27	I3	— Tür isminin ISIM(i) dizisindeki kodudur.
NBO	28 — 30	I3	— Bölme numarasıdır. Verilmezse, NBO = 0 varsayılır.
IBA	31 — 33	I3	— Deneme sahasında bakı yönünün semt açısidir. Verilmezse, IBA = 0 varsayılır.
MAD	34 — 36	I3	— Analizi yapan kişinin adının ISIM(I) dizisindeki kodudur.

Değişken	Alan	Format	Açıklama
MSO	37 — 39	I3	— Analiz yapan kişinin soyadının ISIM(i) dizisindeki kodudur.
IRA	40 — 43	I4	— Deneme sahasının metre olarak denizden yüksekliği- dir. Verilmezse, IRA = 0 varsayılır.
MEY	44 — 46	I3	— Deneme sahasının % olarak meyilidir. Verilmezse, MEY = 0 varsayılır.
UP	47 — 49	F3.2	— Ağacın cm olarak uç parça uzunluğudur. Mutlaka ve- rilmelidir.
TB	50 — 53	F4.2	— Ağacın cm olarak tepe uzunluğudur. Verilmezse, TB = 0 varsayılır.
BOY	54 — 57	F4.2	— Ağacın cm olarak boyudur. Mutlaka verilmelidir.
SS (I)	58 — 62	5A1	— Ağacın en fazla beş karakterle belirtilen sosyal sını- fıdır. Karakterler harf veya rakam olabilir. Bu değer verilmezse, çıktıda sosyal sınıf görülmez.
KTAR	63 — 72	A10	— Ağacın kesildiği tarihtir. 16.07.1979 veya on karak- teri geçmeyecek biçimde belirtilmelidir. Verilmezse, çıktıda kesim tarihi görülmez.
PER	73 — 74	F2.0	— Periyot uzunluğudur. Mutlaka verilmelidir.

3.2.2. Kesit Boyu Yaşları ($YAS(i) = t_i$)

Bu yaşlar, ağaç boyunun kesit yüksekliklerini kaç yılda kazandığını gösteren değerlerdir. Ağaç yaşından, alt olduğu kesitin yıllık halka sayısının çıkarılmasıyla elde edilirler. KS sayıda kesit boyu yaşı vardır (Şekil 3). Ağacın sıfır metre yüksekliğinden de bir kesitin alındığı varsayılır. Sıfır kesiti üzerinde ağacın yaşı kadar yıllık halka olduğu için, sıfır kesitin kesit boyu yaşı sıfırdır. Ağacın uç tomurcuğunun ucundan da bir kesit (KS nıncı kesit) alındığı varsayılırsa, bu kesitin kesit boyu yaşı, yani ağacın kesildiği tarihteki boyuna (h_m) alt yaşı (t_m), ağacın yaşı olarak bulunur. Yani, $YAS(KS) = t_m$ dir. Tablo 1'in soldan 5. kolonunda bulunan kesit boyu yaşları, programda $YAS(i)$ dizisine yıl olarak atanmaktadır. $KS \leq 26$ ise, bu veriler için tek bir kayıt, $26 < KS \leq 52$ ise, iki kayıt yeterli olmaktadır. Bu kayıtlar tanıtıcı bilgiler kayıtından hemen sonra gelir (bak : Şekil 2).

Değişken	Alan	Format	Açıklama
YAS (1)	1 — 3	F3.0	— 1. kesit olan sıfır kesitinin kesit boyu yaşı olup, daima $YAS(1) = t_1 = 0$ dir. Sıfır metre yükseklikten kesit alınsa da, alınmasa da bu değer verilmelidir.
YAS (2)	4 — 6	F3.0	— 2. kesitin kesit boyu yaşıdır. $YAS(2) = t_2$ dir.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
YAS (26)	76 — 78	F3.0	— 26. kesitin (varsa) kesit boyu yaşıdır.
—	79 — 80	—	— Bu alana hiçbir şey kaydedilmez.



Şekil 3. Kesitlere karşı gelen sıra numaraları, boylar ve yaşlar
Figure 3. Sequence numbers, heights and ages corresponding to sections

3.2.3. Kesit Boyları (YUK (i) = h_i)

KS sayıda kesitin yerden olan yükseklikleridir. (Bak : Şekil 3). Birinci kesit sıfır kesiti olduğu için, bunun yerden yüksekliği sıfır metredir. KS nıncı kesit yüksekliği, ağacın boyuna karşı gelir. Kesit yükseklikleri 2 m lik seksiyonlara göre;

1. kesit yüksekliği	$h_1 = 0,00$ m
2. " "	$h_2 = 0,30$ m
3. " "	$h_3 = 1,30$ m
. . .	.
. . .	.
. . .	.
(KS—2). " "	$h_{KS-2} = \text{BOY} - \text{UP} - 1$
(KS—1). " "	$h_{KS-1} = \text{BOY} - 0,5 \text{ UP}$
KS. " "	$h_{KS} = h_m = \text{BOY}$

olarak normal düzende değerler alıyorsa, bu verilerin kayda işlenerek, ağacın veri gurubu içinde bulundurulmasına gerek yoktur. Ancak, bu durumda $KYD \neq 1$ olmalıdır. $KYD \neq 1$ olduğu zaman, normal düzende kesit yükseklikleri sistem içinde kendiliğinden oluşur. Kesit yükseklikleri normal düzende değilse, $KYD = 1$ olmalıdır. Bu durumda kesit yüksekliklerinin ağacın veri gurubu içinde bulunması zorunludur. Kesit yükseklikleri YUK(I) dizisinin elemanlarıdır ve YAS(I) dizisinin elemanlarıyla birebir karşılıklıdır.

Tablo 1'in soldan ikinci kolonunda yer alan kesit boyları cm değerleriyle kayıta geçirilmelidir. Bu verilerin her 20 elemanı için bir kayıt gereklidir. Kayıtlar, kesit boyu yaşları kayıtlarından hemen sonra gelmelidir. Kayıtlardaki düzen birbirinin aynı olup, aşağıda ilk kayıttın düzeni görülmektedir.

Değişken	Alan	Format	Açıklama
YUK(1)	1 — 4	F4.2	— 1. kesit boyu veya sıfır kesiti boyudur. Dalma $YUK(1) = 0$ dir.
YUK(2)	5 — 8	F4.2	— 2. kesit boyu $YUK(2) = h_2$ dir.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
YUK(I)	(4i — 3) — (4i)	F4.2	— i. kesit boyu h_i dir. $i=KS$ ise, $YUK(KS) = BOY = h_m$ olur.

3.2.4. Periyodik Çaplar ($CAP(i) = d_i$)

Gövde analizi yapılan ağacın kesitleri üzerinde ölçülen çaplardır. Bunlar Tablo 1'de periyodik yaş kolonlarına yazılmışlardır. Sağdaki son iki kolonda bulunan çaplar, kabuksuz ve kabuklu gövdeye aittir. Tablodaki tüm çaplar, $CAP(I)$ dizisinin elemanları olup, bunların sayısı KCS değişkeninin değeri olmalıdır. Sıfır kesitine ait çapların varlığı durumunda $KSI = 1$, yokluğu durumunda $KSI \neq 1$ alınmalıdır. Periyodik çaplar, ağacın en alt kesitinden, varsa sıfır kesitinden, en üst kesitine ve mevcut en iç çaptan en dış (kabuklu) çapa doğru, mm cinsinden kayıtlara işlenir. Her 20 çapa bir kayıttan, gerektiği kadar kayıt ardarda kullanılmalıdır (bak : Şekil 2). Çapların kayıtlardaki düzeni aşağıda gösterilmiştir.

Değişken	Alan	Format	Açıklama
CAP(1)	1 — 4	F4.3	— Mevcut ilk kesite ait, mevcut en küçük çap
CAP(2)	5 — 8	F4.3	— İlk kesitin ikinci çapı
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
CAP(I)	(4i—3)—(4i)	F4.3	— İlk kesitin son kabuklu çapı (ilk kesitte 1 sayıda çap ölçülürse)
CAP(I+1)	(4i+1)—(4i+4)	F4.3	— Mevcut ikinci kesitin mevcut en küçük çapı
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
CAP(KCS—1)	—	F4.3	— Mevcut son kesitin kabuksuz çapı
CAP(KCS)	—	F4.3	— Mevcut son kesitin kabuklu çapı

biçiminde doğrusal duruma çevrilmekte ve bunun a_2, a_3, a_4, a_5 katsayıları en küçük kareler yöntemiyle bulunduktan sonra da, yukarıdaki (2) eşitliğinden a_1 katsayısı elde edilmektedir. Programda regresyon denkleminin başka, korelasyon katsayısı (R), Korelasyon Endeksi (KOREN), Toplam Hata Varyansları (doğrusal THVR, eğrisel THV), Standart Hatalar (doğrusal SE, eğrisel SHATA), regresyon denkleminin uygunluk testinde kullanılan F katsayıları (doğrusal F-DOĞRU, eğrisel F-EĞRİ) ve bunların serbestlik dereceleri (FSD1, FSD2) de hesaplanmaktadır.

4.2. Seksiyonlara Dayalı Olarak Bulunan Değerler

Programda ağaçların periyodik boylarından sonra, Periyodik Göğüs Yüzeyleri (PGO-YUZ = $g_{1,30}$) Periyodik Göğüs Çapları vasıtasıyla

$$g_{1,30} = \frac{\pi}{4} d_{1,30}^2 \quad (4)$$

biçiminde bulunmaktadır.

Periyodik Hacimler (PHACIM = v), kütük hacmi, seksiyonlar hacmi ve uç parça hacminin toplamları olarak bulunmaktadır. Uç parça koni biçiminde, seksiyonlar uçlardaki yüzeyler ortalaması (Smalian) formülüyle ve kütük, sıfır kesiti ölçüleri varsa seksiyon, yoksa silindirik g bi hacimlendirilmektedir. Yani gövde hacimleri,

$$v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1^2 + d_2^2}{2} \right) l_1 + \frac{\pi}{4} \sum_{i=2}^{n-1} \left(\frac{d_i^2 + d_{i+1}^2}{2} \right) l_i + \frac{\pi}{12} d_n^2 l_n \quad (5)$$

veya

$$v = \frac{\pi}{4} d_2 l_1 + \frac{\pi}{4} \sum_{i=2}^{n-1} \left(\frac{d_i^2 + d_{i+1}^2}{2} \right) l_i + \frac{\pi}{12} d_n^2 l_n \quad (6)$$

d_1, d_2 = Sıfır kesiti ve bir sonraki kesitte bulunan çaplar

l_1 = Kütük boyu l_i = Seksiyon boyları

d_n = (KS-1) inci kesitteki çap

l_n = (KS-1) inci kesitin üstündeki uç parçanın uzunluğu

formülüyle hesaplanmaktadır (Fırat 1973, s. 41). Periyodik Mutlak Göğüs Çapı, Göğüs yüzeyi, Boy ve Hacim Artımları (PMCA, PMGA, PMBA, PMHA), ardışık iki periyodik değer arasındaki fark olarak saptanmaktadır. Periyodik Mutlak Göğüs yüzeyi Artımına karşı gelen Çap (PMGAC) ise,

$$PMGAC = \sqrt{\frac{4}{\pi} PMGA} \quad (7)$$

formülüyle bulunmaktadır. Periyodik Genel Ortalama göğüs Çapı, Göğüs yüzeyi, Boy ve Hacim Artımları (PGOCA, PGOGA, PGOBA, PGOHA), periyodik göğüs çapı, göğüs yüzeyi, boy ve hacmin periyodik yaşlara bölünmesiyle elde edilmektedir. Periyodik Göğüs Çapı Göğüs Yüzeyi, Boy ve Hacim Artım Yüzdeleri (PCAY, PGAY, PBAY, PHAY), bileşik faiz yüzdesi formülüyle (Leibnitz formülü) bulunmaktadır. Bu formül, B_s periyot sonu ve B_b periyot başı değerler olmak üzere,

$$P = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{B_s}{B_b}} - 1 \right) \quad (8)$$

olarak verilmektedir (Fırat 1973, s. 309; Kalıpsız 1984, s. 161). Periyodik göğüs boyu şekil katsayıları (PF130), periyodik gövde hacimlerinin, periyodik boy ve göğüs çapı ile elde edilen silindirik hacimlerine bölünmesiyle,

$$f_{1,30} = \frac{v}{g_{1,30} h} \quad (9)$$

biçiminde bulunmaktadır (Fırat 1973, s. 99).

4.3. Periyodik Doğuray Denklemi Katsayıları (PP = p, PR = r)

Periyodik gövdelerin kesit çapları (d_i) ve boyları (h_i) vasıtasıyla bir takım $x_i = h - h_i$ apsisi, $y_i = d_i/2$ ordinatlı noktalar tanımlanmış olmaktadır (Şekil 5). Bu noktalar gövde üzerinde olduklarından, gövdenin şeklini ve dolayısıyla doğuray denklemini belirli hale getirirler. GOVANA programında bu noktalar arasından $y^2 = px^r$ doğuray denklemi en küçük kareler yöntemiyle geçirilerek p ve r katsayıları saptanmaktadır. Şekil üssü denen r katsayısı, doğrudan gövdenin şekli ile ilgilidir. Bu katsayı sıfırdan 4'e doğru değerler alırken, gövde de silindirik ($r = 0$) — paraboloid ($r = 1$) — koni ($r = 2$) — nayloid ($r = 3$) gibi şekil değişikliklerine uğramaktadır.

4.4. Dönel Cisim Olarak Saptanan Diğer Periyodik Değerler

Periyodik olarak bulunan p ve r katsayıları ile belirli duruma gelen doğuray denklemlerinden, gövdelerin birer dönel cisim gibi şu değerleri kestirilmektedir (bak : Şekil 5).

$$\text{Periyodik gövde hacmi} = PV = \frac{\pi}{r+1} ph^{r+1} \quad (\text{Fırat 1973, s. 14}) \quad (10)$$

$$\text{Periyodik KULLanacak odun Yüzdesi} = \text{PKULY} = \frac{\text{PKULHA}}{\text{PV}} 100 \quad (14)$$

$$\text{Periyodik KERestelik odun HACmı} = \text{PKERHA} = \left[1 - \left(\frac{0,0121}{ph^r} \right)^{\frac{r+1}{r}} \right] \text{PV} \quad (15)$$

PKERHA, gövdenin 22 cm. lik çapın bulunduğu noktaya kadar olan kısmının hacmidir.

$$\text{Periyodik KERestelik odun Yüzdesi} = \text{PKERY} = \frac{\text{PKERHA}}{\text{PV}} 100 \quad (16)$$

$$\text{Periyodik KÜTük HACmı} = \text{PKUTHA} = \left[1 - \left(\frac{h-0.30}{h} \right)^{r+1} \right] \text{PV} \quad (17)$$

Bu değer, gövdenin toprak seviyesinden itibaren 0.30 m. lik kısmının hacmidir.

$$\text{Periyodik KÜTük hacmı Yüzdesi} = \text{PKUTY} = \frac{\text{PKUTHA}}{\text{PV}} 100 \quad (18)$$

$$\text{Periyodik mutlak şekil katsayısı} = \text{POF} = \frac{1}{r+1} \quad (\text{Firat 1973, s. 15 ve 107}) \quad (19)$$

$$\text{Periyodik göğüs boyu şekil katsayısı} = \text{P130F} = \frac{1}{r+1} \left(\frac{h}{h-1.30} \right)^r \quad (20)$$

(Firat 1973, s. 101)

$$\text{Periyodik gövde ortası şekil katsayısı} = \text{P05F} = \frac{1}{r+1} 2^r \quad (\text{Firat 1973, s. 17}) \quad (21)$$

$$\text{Periyodik } \frac{1}{4} \text{ boydaki çap katsayısı} = \text{PQ1} = \frac{d_{h/4}}{d_{1.3}} = \left(\frac{0.75 h}{h-1.30} \right)^{r/2} \quad (22)$$

(Kalıpsız 1984, s. 20)

$$\text{Periyodik } \frac{1}{2} \text{ boydaki çap katsayısı} = \text{PQ2} = \frac{d_{h/2}}{d_{1.3}} = \left(\frac{0.50 h}{h-1.30} \right)^{r/2} \quad (23)$$

(Kalıpsız 1984, s. 20)

$$\text{Periyodik } \frac{3}{4} \text{ boydaki çap katsayısı} = \text{PQ3} = \frac{d_{3h/4}}{d_{1.3}} = \left(\frac{0.25 h}{h-1.30} \right)^{r/2} \quad (24)$$

(Kalıpsız 1984, s. 20)

$$\text{Periyodik KUNZE katsayısı} = \text{PKUNZE} = \text{PQ2} - \text{P130F} \quad (\text{Fırat 1973, s. 104}) \quad (25)$$

$$\text{Periyodik yarı göğüs çapı boyu} = \text{PH05D} = h \left(1 - \frac{h-1.30}{2^{2/r} h} \right) \quad (26)$$

PH05D, göğüs çapının yarısına eşit olan çapın yerden yüksekliğidir.

$$\text{Periyodik kullanacak odun boyu} = \text{PH007} = h - \left(\frac{0.001225}{p} \right)^{1/r} \quad (27)$$

$$\text{Periyodik kerestelik odun boyu} = \text{PH022} = h - \left(\frac{0.0121}{p} \right)^{1/r} \quad (28)$$

$$\text{Periyodik } \frac{1}{10} \text{ boydaki çap} = \text{PD10} = 2 \left[p \left(\frac{9h}{10} \right)^r \right]^{1/2} \quad (29)$$

$$\text{Periyodik } \frac{1}{4} \text{ boydaki çap} = \text{PD25} = 2 \left[p \left(\frac{3h}{4} \right)^r \right]^{1/2} \quad (30)$$

$$\text{Periyodik } \frac{1}{2} \text{ boydaki çap} = \text{PD50} = 2 \left[p \left(\frac{h}{2} \right)^r \right]^{1/2} \quad (31)$$

$$\text{Periyodik } \frac{3}{4} \text{ boydaki çap} = \text{PD75} = 2 \left[p \left(\frac{h}{4} \right)^r \right]^{1/2} \quad (32)$$

$$\text{Periyodik } \gamma_{0.3} = \frac{d_{0.3}}{d_{0.1}} \text{ oranı} = \text{PQ03} = \left(\frac{7}{9} \right)^{r/2} \quad (\text{Kalıpsız 1984, s. 21}) \quad (33)$$

$$\text{Periyodik } \gamma_{0.5} = \frac{d_{0.5}}{d_{0.1}} \text{ oranı} = \text{PQ05} = \left(\frac{5}{9} \right)^{r/2} \quad (\text{Kalıpsız 1984, s. 21}) \quad (34)$$

$$\text{Periyodik } \eta_{0,7} = \frac{d_{0,7}}{d_{0,1}} \text{ oranı} = \text{PQ07} = \left(\frac{3}{9}\right)^{r/2} \text{ (Kalıpsız 1984, s. 21)} \quad (35)$$

$$\text{Periyodik } \eta_{0,9} = \frac{d_{0,9}}{d_{0,1}} \text{ oranı} = \text{PQ09} = \left(\frac{1}{9}\right)^{r/2} \text{ (Kalıpsız 1984, s. 21)} \quad (36)$$

$$\text{Periyodik Hohenadl DOđal ŞEKil Katsayısı} = \text{PDOSEK} = \frac{f}{g_{0,1} h} = \frac{V}{g_{0,1} h}$$

$$= 0.2 (1 + \text{PQ03}^2 + \text{PQ05}^2 + \text{PQ07}^2 + \text{PQ09}^2) = \frac{0.2}{9^r} (9^r + 7^r + 5^r + 3^r + 1) \quad (37)$$

(Kalıpsız 1984, s. 23)

5. BİLGİSAYAR ÇIKTISI

Programın icrası sonucu alınan çıktıda, açıklamalar, veriler ve bulgular yer almaktadır. Çıktının başında görülen açıklamalar kısmı ile hemen onun altındaki «GÖVDE ANALİZİ» başlığı ve genel veriler, programın icrasıyla bir kere yazılır. Genel verilerin hemen altında analizi yapılan ilk ağaca ait bilgiler görülmektedir. Bu kısım, her ağaç için ayrı ayrı basılır. Burada, ilk olarak ağacın deneme sahası nosu ile veri kütüğündeki her ağaca ait veri gurubunun sırasına bağlı olarak ağaç sıra nosu ve deneme sahasının içindeki ağaç sıra nosu yer alır. Daha altta $\text{NPE} = 1$ ise, analizi yapılan ağacın veri gurubu gelir. $\text{NPE} \neq 1$ ise, bu veriler yazılmaz. Verilerin çıktıda ilgili değişkenlerle beraber görülmesi, yanlış verilip verilmediklerinin kontroluna yaramaktadır. Daha sonra, ağaca ait bulgular tablosunun başlık açıklamaları ile onun altında her periyodun 48 bulgusuna karşı gelen ve bulgu ile aynı konumda yer alan değişken isimleri görülür. Değişken isimleri listesinin altından periyodik değerler içeren bulgular tablosu gelmektedir. Tablonun altında gövdenin kabuksuz ve kabuklu bulguları, kolaylıkla farkedebilmesi için bir çizgi ile ayrılmıştır. Daha altta ağacın boylanma eğrisine ait bulgular, yahut uygun bir boylanma eğrisi bulunamamışsa eğri yerine boylanma poligonunun kullanıldığını belirten «POLİGON» yazısı görülür. Boylanma eğrisinin bulguları olarak, modeli, katsayıları ve bazı istatistikleri verilmektedir (bak: bölüm 4.1.).

6. SONUÇ

Yazılımı ve testi başarıyla tamamlanan GOVANA programı, gövde analizi hesaplarında güvenle kullanılabilir. Birçok ağacın verilerini oldukça kısa bir zamanda değerlendirmesi,

araştıracının en azından zaman tasarrufu açısından yararınadır. Üretilen periyodik bulguların çok çeşitli oluşu, ağacın daha ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlayacaktır.

Gövde analizinde hacim hesaplarının yapılabilmesi için, önce boylanma eğrisinin çizilmesi ve onun üzerinden periyodik boyların alınması gerekmektedir. Bu iş elle grafik üzerinde yapılırken, boylanma eğrisi ve periyodik boylar her şahıs tarafından az çok farklı elde edilir. Buradaki sübjektiflik, GOVANA ile objektif duruma getirilmiş olmakta, kişilerin yanlış ve hatalı davranışları en aza indirilerek, önceden grafik çizimi de ortadan kaldırılmış bulunmaktadır. Boylanma eğrisi için altı modelin uygulanışı da programın kıvraklığını arttırmıştır.

7. ÖZET

Ağaç ve ormanda artım ve büyüme olaylarının incelenmesinde, tek ağaçlarda gövde analizi yapmak zorunluğu olduğu ve gövde analizinde hacim hesapları uzun zaman aldığı için, GOVANA isimli bir bilgisayar programı yazılmıştır. Program ağaçların kesit-boyu ve yaşları vasıtasıyla ağacın büyüme eğrisinin denklemini en küçük kareler metoduyla bulduktan sonra, bu denklemden periyodik boyları hesap etmektedir. Daha sonra seksiyonlara dayalı olarak göğüs yüzeyi, hacim, artım ve yüzdeleri ile göğüs boyu şekil katsayısı bulunmaktadır. Kesitlerde ölçülen periyodik çaplar ve kesit boyları vasıtasıyla periyodik doğuray denkleminin p ve r katsayıları da kestirilerek, ağaca ait bir dönel cisim gibi bir çok periyodik değerler elde edilmektedir. Hesaplanan 48 çeşit değer, bulgu olarak çıktıda periyodik biçimde verilmektedir.

STEM ANALYSIS COMPUTER PROGRAM

Ar. Gör. Ömer SARAÇOĞLU

A b s t r a c t

The software of a computer program named GOVANA, which executes stem analysis data, has been completed. Here, the importance of stem analysis and computers is told and other informations about the usage and features of the program are given.

1. THE IMPORTANCE OF THE STEM ANALYSIS AND COMPUTERS

The quality of a stand, the site circumstances in which tree had lived in the past periods, the changes of the diverse features pertaining to species in time and especially the phenomena of growth and increment in all-aged forests are able to be conceived via stem analysis made on individual trees (Herman 1970, s. 74-77; Fırat 1972, s. 67-75).

Because of the field studies and computations are very hard and take too much time, the stem analysis data which were hardly collected are usually took aside without getting a good advantage of complete use of them.

The computers of today's modern technology took away a part of these handicaps, made easy the computations and the human to save much time. So, this is much favourable of science and researchers. Also, in forest researches, for it was thought of that it would be needed to use a computer program in stem analysis computations, one named GOVANA has been written using the programming language FORTRAN 77 and tested with the data of 281 tees in the system of IBM 360/370. The general flowhart of the program is seen in figure 1.

2. GENERAL FEATURES OF THE PROGRAM GOVANA

To be able to use GOVANA, it is necessary to fill up the table 1 with the raw information about the trees to be made stem analysis on by field studies before. Data must be transfered to the computer in the order illustrated in relavent sections.

GOVANA consists of one main program named GOVANA and four SUBROUTINES called REGIS, TERS, DET, MIMAX.

The data of many trees given successively are executed by the program in a very short time. For example, the volume computations of 281 trees were finished in 15-20 minutes. It is impossible for a man to do these calculations as much as here in by hand manipulations in several months or years.

The program was designed so as to need the minimum amount of records or cards for the data necessary. 48 elements of tree features are periodically computed and issued to the output. The program involving 944 records does not require the sections of tree bole to be taken in equal length and the period to be a constant.

3. THE ORDER OF DATA FILE

The data file is based upon 80-column records or cards. Two types of data, as general and special are used in the file. General types of data might involve all trees subject to stem analysis, but special types pertain to individual trees.

3.1. General Data

These are also composed of two different types of data. The first type of these belongs to the variables IS (the number of the names in the second type), GAS (the number of the stem analysis), DSS (the number of the sample plots on which were studied), and needs only one record.

The second type of these data pertains to the names of managerial districts (like Başmüdürlük, İşletme Müdürlüğü, Bölge Şefliği, Seri), tree species and persons who make stem analysis. Each name consists of ten characters which might include blanks, and eight names need one record. The number of records are determined by the value of IS. According to the sequence of the field where the name is registered on, each name has a sequence number or a code number. The code numbers are essential to code the special data on the records. The names are assigned to the array ISIM(i).

The organization of data on records are shown in the same section of the original text (see : section 3.1).

3.2. Special Data

These data consist of groups of data, which are of trees to be made stem analysis on. Each group has data of four types gathered from one tree. The first type of data includes the diverse informations about the tree, the second type the stem section height-ages, the third type the stem section-heights and the fourth type the periodic diameters measured on sections. The organization of these data on the records and of the records in a symbolic file are shown in the original text in the same relevant parts and figure 3 (see : section 3.2).

The variables which the first type of data has are :

KYD — If the stem section-heights exist in the group of data of tree, KYD = 1, otherwise, KYD \neq 1. Section-heights are not required, if they have the values

of 0.00, 0.30, 1.30, 3.30, ..., BOY-UP-1, BOY-0.5UP, BOY, and in this case, KYD must have a value other than one.

- KSI — It equals to one, when measurements are made on the ground section taken from the height 0.00 meter. Otherwise, $KSI \neq 1$.
- NPE — The group of data of tree is printed on the output, when $NPE = 1$. If $NPE \neq 1$, it is not printed.
- KSN — The sequence number of the section taken from the height 1.30 m on the stem, including the ground section, from the ground to the top of the tree.
- KS — The count of the sections taken from the tree plus two. It is always assumed that the ground section taken from the height 0.00 m and the top section taken from the tip of tip-bud of the tree exist. $4 \leq KS \leq 50$ must be provided.
- KCS — The count of the periodic diameters measured on the sections.
- NDS — Plot number.
- KBM — The code of Başmüdürlük in accordance with the array ISIM(I).
- KIM — » » » İşletme » » » » » » » » » »
- KBS — » » » Bölge » » » » » » » » » »
- KSE — » » » Seri » » » » » » » » » »
- NTU — » » » tree species » » » » » » » » » »
- NBO — The number of the compartment in which tree was felled down.
- IBA — The azimuth of the plot aspect in grad.
- MAD — The code of the name of the person who makes stem analysis.
- MSO — The code of the surname of the person who makes stem analysis.
- IRA — Altitude above the sea level in meter.
- MEY — The slope of the plot.
- UP — The length of the tip part of the stem on the last section, in cm.
- TB — The length of the crown in cm.
- BOY — The height of the tree in cm.
- SS(I) — The social class as five alphanumeric characters.
- KTAR — The date when tree was felled down.
- PER — The period length that measurements of annual rings were based on.

Stem section height-ages are assigned to the array variable YAS(I) and stem section-heights to YUK(I) array. YAS(1) and YUK(1) are always 0.00. YAS(KS) must equal to the tree age, while YUK(KS) is BOY. The elements of these arrays are one-to-one mutual.

Periodic diameters are the values of the array CAP(i). The first element of CAP(i) is the smallest diameter of the biggest section which is taken from the above or below the tree stump and the last element is the biggest diameter of the section which is taken from the top of the tree, that is, of the smallest section.

4. METHODS OF COMPUTATIONS

First, the most convenient model of the growing curve of the tree is selected under some conditions from five models of polynomial equations that fit to the data height-ages better than other equations (see : formula 1). The model selected is conditioned to have a character of an increasing function in the range up to tree age, a minimum of the total sum of residuals, a value 0.998 of correlation index (GOREN) and to give the same height that tree had for the age when it was felled down. After the fittest model is determined, the periodic heights are calculated by the model. If no model which compromises with all conditions is selected, the periodic heights are obtained from the growth polygon by interpolation (see : figure 4 and concerning equations in the original text.). Some statistical values about the growing curve are also extracted via much known formulae in statistics (Freese 1964; Kalipsız 6981).

Some of the periodic values of tree are computed in terms of tree sections and the other periodic values in a way based on the general formula, $y^2 = px^r$, using the periodic heights of tree as a solid of revolution, the coefficients p and r of general formula are determined by the method of least squares using the data sectional heights and diameters before. All formulae used in computations are illustrated in the same sections of the original text.

5. COMPUTER OUTPUT

The output that is printed has an explanation and the general data for control on the upper side, which are written only once. On the lower part, findings come up for every tree respectively with a header that includes all variables, of which the values were computed. The information of the growing curve also follows the findings.

6. RESULT

GOVANA is a useful and reliable program to be used in stem analysis studies. It also provides the researchers to save much time and to examine tree in detail.

KAYNAKLAR

- CURTIS, R.O. 1967. *Height-Diameter and Height-Diameter-Age Equations for Second-Growth Douglas-Fir*, Forest Science, Volume 13, Number 4, Dec.
- ERASLAN, S. 1984. *VS FORTRAN (Geliştirilmiş Şekliyle Fortran 77) Programlama Dili ve Uygulamalar, İstanbul.*

FIRAT, F. 1972. Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 166.

FIRAT, F. 1973. Dendrometri, İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 193.

PREESE, F. 1964. Linear Regression Methods for Forest Research, Forest Product Laboratory-Forest Service-U.S. Dept. of Agr., Madison, wis.

GIRAY, N. 1984. Gövde Analizi, Ormancılık Araştırma Dergisi, S. 7 - 44.

GÜNEL, H.A. 1978. Tek Ağaç ve Meşcerede Artım ve Büyümenin Matematiksel Modelleri. İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 254.

HERMAN, F.R., DONALD J. De Mars and ROBERT, F.W., 1970. Techniques and Problems of Stem Analysis of Old-Growth Conifers in the Oregon-Washington Cascade Range; The Univ. of British Columbia Faculty of Forestry Bulletin No. 7, (Tree-Ring Analysis with Special Reference to Northwest America), Convened and edited by J. HARRY, G. SMITH and JOHN WORRALL, Vancouver 8, B.C., Canada.

HERMAN, F.R., DONALD J. DeMars and ROBERT, F. W., 1975. Field and Computer Techniques for Stem Analysis of Coniferous Forest Trees. USDA Forest Serv. Res. Pap. PNW - 194, 51 p., Illus., Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland, Oregon.

KALIPSIZ, A. 1981. İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 2837/294.

KALIPSIZ, A. 1982. Orman Hasılat Bilgisi, İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 3052/328.

KALIPSIZ, A. 1984. Dendrometri, İ.Ü. Or. Fak. Yayın No. 3194/354.