

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

81461

**EKONOMETRİK YAZILIMLARIN
KARŞILAŞTIRILMASI**

81461

**İŞLETME YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

BİLGİSAYAR MÜH. A. SEZGİN TEPE

Tez Danışmanı: Doç. Dr. ÜMİT FIRAT

İSTANBUL, 1999

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

Ekonometrik çalışmalarda kullanılmakta olan çok sayıda bilgisayar yazılımı vardır. Bu çalışmada, yazılımlardan bazıları tanıtılmış ve karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın, ekonometrik yazılım kullanıcılarına yardımcı olması ümit edilmektedir. Tez çalışmam sırasında, bana her konuda yardımcı olan ve desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ümit Fırat'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 1999

A. Sezgin Tepe

İÇİNDEKİLER	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	VI
TABLO LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1. EKONOMETRİK PAKET PROGRAMLAR	2
1.1. Microfit	2
1.1.1. Veri Girişi	3
1.1.2. Veri İşlemleri	4
1.1.3. Ekonometrik Yöntemler	4
1.1.4. İrdeleme	6
1.2. Aremos	7
1.2.1. Veri Bankaları	7
1.2.2. Veri Girişi	8
1.2.3. Veri İşlemleri	9
1.2.4. Veri Çıktıları	9
1.2.5. Ekonometrik Yöntemler	9
1.2.6. Modelleme	11
1.2.7. İrdeleme	12
1.3. Bats	12
1.3.1. Dökümantasyon	12
1.3.2. Kullanıcı Ekranı	13
1.3.3. Veri İşlemleri	13
1.3.4. Modelleme	14
1.3.5. İrdeleme	14
1.4. Stamp	14
1.4.1. Dökümantasyon	15
1.4.2. Veri Girişi	16
1.4.3. Veri İşlemleri	17
1.4.4. Modelleme	17
1.4.5. Model Tahmini	18
1.4.6. Test ve Öngörü	19
1.4.7. İrdeleme	20
1.5. PcGive	20
1.5.1. PcGive	20
1.5.1.1. Kullanıcı Ekranı	21
1.5.1.2. Modelleme	22
1.5.1.3. Doğrusal Omayan Modeller	23
1.5.2. PcFiml	25
1.5.2.1. Modelleme	25

1.5.2.2. Ekonometrik Yöntemler	25
1.5.2.3. Veri Çıktıları	26
1.5.3. GiveWin	26
1.5.4. İrdeleme	28
1.6. Limdep	28
1.6.1. Ekonometrik Yöntemler	28
1.6.2. Dökümantasyon	30
1.6.3. İrdeleme	30
1.7. EViews	31
1.7.1. Dökümantasyon	31
1.7.2. Veri Girişi ve Çıktılar	31
1.7.3. Modelleme	32
1.7.4. Ekonometrik Yöntemler	33
1.7.5. Programlama Araçları	34
1.7.6. İrdeleme	34
1.8. Snp	35
1.9. Gams	35
1.10. Rats	36
1.10.1. Veri Girişi ve Çıktılar	36
1.10.2. Programlama Araçları	37
1.10.3. Ekonometrik Yöntemler	38
1.10.4. İrdeleme	38
BÖLÜM 2: EKONOMETRİK PROGRAMLAMA DİLLERİ	39
2.1. S-Plus	39
2.1.1. Dökümantasyon	40
2.1.2. Dilin Yapısı	41
2.1.3. S-Plus Nesneleri	42
2.1.4. Fonksiyonlar	44
2.1.5. Veri Girişi	47
2.1.6. Grafik Özellikler	48
2.1.7. Programlama	50
2.1.8. Dağılımlar ve Veri Özetleri	53
2.1.9. Doğrusal İstatistiksel Modeller	54
2.1.10. Doğrusal Olmayan Modeller	56
2.1.11. Zaman Serileri	59
2.1.12. İrdeleme	62
2.2. Gauss	63
2.2.1. Grafik Özellikler	65
2.2.2. Gauss Light	65
2.2.3. Dilin Yapısı	65
2.2.4. Veri İşlemleri	66
2.2.5. İstatistik ve Matematiksel Fonksiyonlar	67
2.2.6. Gauss Uygulamaları	68
2.2.6.1. Eğri Uydurma	68
2.2.6.2. Tanımlayıcı İstatistik	69
2.2.6.3. Doğrusal Programlama	69

2.2.6.4. Doğrusal Regresyon	70
2.2.6.5. Logaritmik Doğrusal Analiz	70
2.2.6.6. Maksimum Olabilirlik	71
2.2.6.7. Doğrusal Olmayan Denklemler	72
2.2.6.8. Optimizasyon	72
2.2.6.9. Nitel Cevaplı Ölçekler	72
2.2.6.10. Zaman Serileri	73
2.2.7. İrdeleme	74
2.3. Ox	74
2.3.1. Veri Girişi	75
2.3.2. Dilin Yapısı	75
2.3.3. Fonksiyonlar	76
2.3.3.1. Zaman Fonksiyonları	76
2.3.3.2. Genel Fonksiyonlar	76
2.3.3.3. Grafik Fonksiyonları	77
2.3.3.4. Giriş Çıkış Komutları	78
2.3.3.5. Matematiksel Fonksiyonlar	78
2.3.3.6. Matris Fonksiyonları	79
2.3.4. Ox Paketleri	80
2.3.4.1. ARMA Paketi	81
2.3.4.2. Maksimizasyon Paketi	81
2.3.4.3. Olasılık Paketi	82
2.3.4.4. QuadPack Paketi	83
2.3.4.5. PcFiml Paketi	84
2.3.4.6. Simulasyon Paketi	84
2.3.5. İrdeleme	85
BÖLÜM 3: YAZILIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI	86
3.1. Paket Programların Karşılaştırılması	86
3.2. Ekonometrik Programlama Dillerinin Karşılaştırılması	89
3.3. Paket Programlar ve Programlama Dillerinin Karşılaştırılması	101
SONUÇ VE ÖNERİLER	103
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	111

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1:	Microfit paketinden bir ekran görüntüsü	3
Şekil 1.2:	Aremos veri giriş ekranı	8
Şekil 1.3:	Stamp programında bir sonuç ekranı	15
Şekil 1.4:	Örnek bir GiveWin çıktısı	27
Şekil 1.5:	Limdep kullanıcı ekranı	29
Şekil 1.6:	Eviews programından bir sonuç ekranı	32
Şekil 1.7:	Rats programından bir grafik çıktısı	37
Şekil 2.1:	S-Plus programından bir grafik çıktısı	50
Şekil 2.2:	Hata ayıklama editörü	64



TABLO LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 2.1:	S-Plus grafik komutları	49
Tablo 2.2:	Dağılımlara ait sayı üretici fonksiyonlar	83
Tablo 3.1:	Programlama dillerinin hız karşılaştırması	90
Tablo 3.2:	Standart matematik fonksiyonlar	94
Tablo 3.3:	Lineer cebir fonksiyonları	95
Tablo 3.4:	Analiz fonksiyonları	96
Tablo 3.5:	Sayısal analiz fonksiyonları	97
Tablo 3.6:	Stokastik fonksiyonlar	98
Tablo 3.7:	İstatistik fonksiyonlar	99
Tablo 3.8:	Grafik fonksiyonlar	100
Tablo 3.9:	Hız değerleri	101
Tablo A:	Ekonometrik paketlere ilişkin genel bilgiler	104
Tablo B:	Programlama dillerine ilişkin genel bilgiler	106

ÖZET

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu, ekonometrik çalışmalarda bilgisayar kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada, çeşitli ekonometrik yazılımlar incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Yazılımların temel işlevi; verinin incelemesini yapmak, model kurmak, parametre tahminlerini gerçekleştirmek, hipotez testleri uygulayarak modelin geçerliliğini sınamak ve öngörü yapmaktır.

Ekonometrik yazılımlar, paket programlar ve programlama dilleri olarak başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Çalışmamızda incelenen paket programlar, Microfit, Aremos, Bats, Stamp, PcGive, Limdep, EvIEWS, Snp, Gams ve Rats'dır. Bu paketler; veri işlemleri, tanımlayıcı istatistik, modelleme, parametre tahmini, ekonometrik yöntemler, dökümantasyon, grafik özellikler gibi önemli başlıklar altında incelenmiştir.

Ekonometrik programlama dilleri, ekonometrik araştırmalarda gerekli olabilecek veri giriş çıkışı, matematik, istatistik ve grafik işlemleri için bir ortam sağlamaktadır. Araştırmamızda, Gauss, S-Plus ve Ox dilleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu dillerin sahip olduğu programlama araçları, dil elemanları, komut ve fonksiyon kütüphanesi, grafik özellikler tanıtılmış, ekonometrik bir çalışmanın nasıl gerçekleştirileceği incelenmiştir.

SUMMARY

Computer usage in econometric studies has become widespread as a result of the improvements in the computer technology. In this study, various econometric softwares have been examined and compared. The main functions of the software are data analysis and reduction, modelling, estimation of the parameters of the chosen model, testing the validity of the model by applying hypothesis tests and forecasting.

Econometric software can be classified into two groups as packages and programming languages. In this study, Microfit, Aremos, Bats, Stamp, PcGive, Limdep, EvIEWS, Snp, Gams and Rats packages are covered. These packages have been discussed under some important headings such as data manipulations, descriptive statistics, modelling, parameter estimation, econometric methods, documentation and graphical properties.

Econometric programming languages provide an environment for data input and output, mathematical, statistical and graphical operations necessary for econometric researches. In this research, Gauss, S-Plus and Ox languages have been examined and compared. The programming tools, language elements, command and function library, graphical properties of these languages have been presented and it has been investigated how an econometric study can be performed.

GİRİŞ

Ekonometrik bir çalışmada iktisadi olaylar matematiksel bir modele oturtularak, olaylar arasındaki ilişkilerin sayısal olarak açıklanması amaçlanır. Ekonometrik çalışmalar gerçekleştirilirken, toplanan veri üzerinde çok yoğun matematiksel ve istatistiksel işlemler yapılır. Veri hacmi arttıkça ve matematiksel yöntemler karmaşıktıkça, işlemlerin elle yapılması güçleşir. Bu nedenle, ekonometri alanında bilgisayar kullanımı, diğer alanlarda da olduğu gibi, çok yaygınlaşmıştır.

Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmenin sonucunda, ekonometrik çalışmalarda kullanılan geniş veri yığınlarının işlenmesi ve matematiksel yöntemlerin uygulanması kolaylıkla mümkün olmaktadır. Bu işlemleri gerçekleştirmek için gerekli olan en büyük araç ise uygun bir yazılımdır. Ekonometrik yazılımlar, kullanım özelliklerine göre paket programlar ve programlama dilleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, menüler aracılığı ile kullanılan ve sadece önceden belirlenmiş ekonometrik yöntemleri uygulayabilen paket programlar tanıtılmıştır. İkinci bölümde ise, program yazımı gerektiren ve kullanıcıları menü seçenekleri ile kısıtlamayan ekonometrik programlama dilleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde ise, bu yazılımlar arasında karşılaştırmalar yapılmış ve bazı seçim kriterleri sunulmuştur.

BÖLÜM 1

EKONOMETRİK PAKET PROGRAMLAR

Paket programlar, önceden belirlenmiş ekonometrik tahmin yöntemleri içermekte ve kullanıcıların bu yöntemleri program menüleri aracılığı ile uygulamasını öngörmektedir. Bu tip programlar, üretici firmanın belirlemiş olduğu yöntemlerin dışında bir yöntemin kullanımına izin vermez. Kullanıcıların tek yapacakları, karşılarına gelen seçenekler arasından seçimler yaparak gerekli değerleri girmektir. Bu aşamadan sonra kullanıcı, paket programın kendisine sunacağı sonuçlarla yetinecektir.

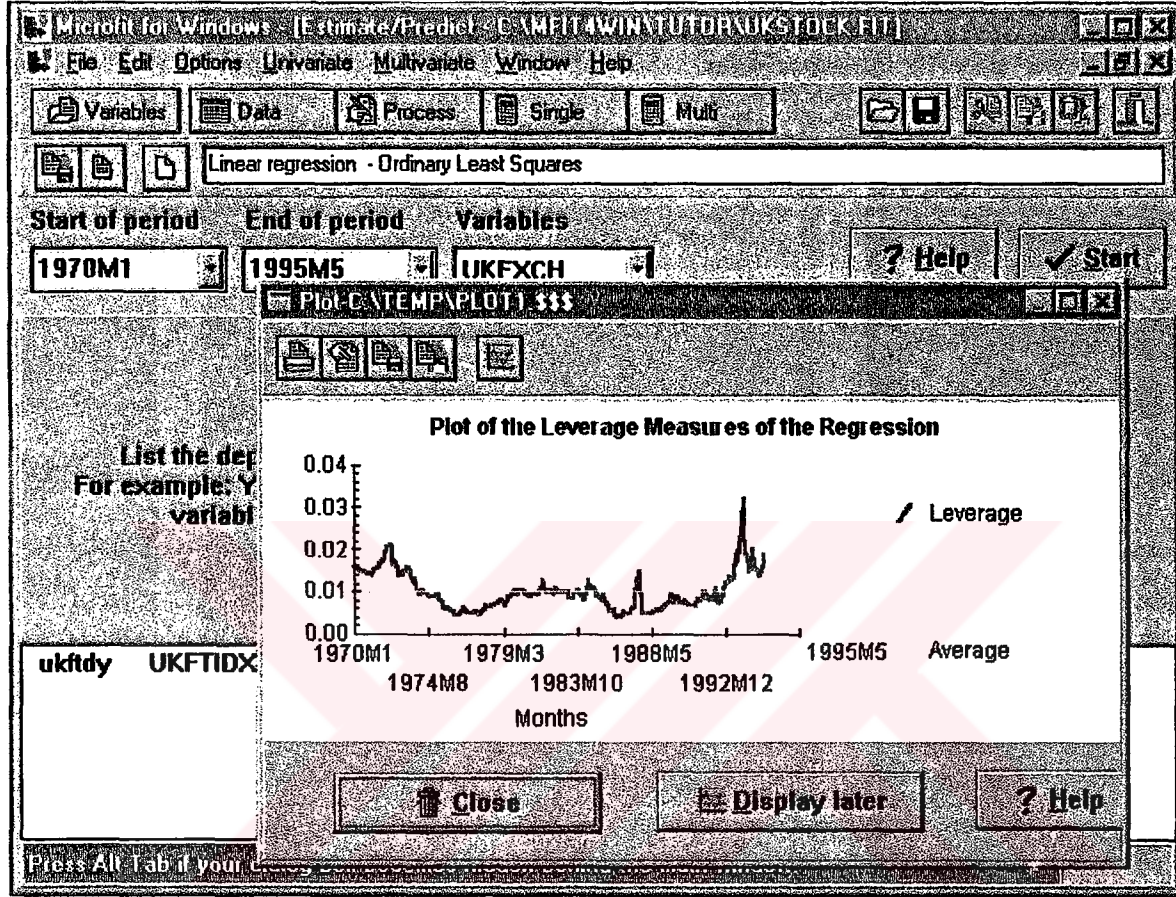
Ekonometri alanında kaydedilen ilerlemeler yeni ekonometrik tahmin yöntemleri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, bir paket program belirli bir süre sonra yenilenmek zorunda kalmaktadır. Üretici firmalar yeni gelişmeleri paketlere yansıtmak amacıyla, çeşitli aralıklarla yeni versiyonlar çıkarmaktadır. Her yeni versiyon, bir önceki versiyondaki bazı eksiklikleri gidermekte, gelişen bilgisayar teknolojisine paralel olarak yeni teknik özellikler içermektedir. Bu arada, üretici firmalar paketlerdeki kısıtlayıcılığı bir ölçüde gidermek amacı ile, paketlere çok basit programlama araçları eklemeye başlamışlardır. Bu araçlar, menü işlemlerinin otomatikleştirilmesi, menü seçeneklerinin fonksiyon haline getirilmesi, program çıktılarının düzenlenmesi gibi işlemleri gerçekleştirir.

Bu bölümde, ekonometrik bir çalışmada kullanılabilecek paket programlardan bazıları tanıtılacaktır. Bunlar, Microfit, Aremos, Bats, Stamp, PcGive, Limdep, EvIEWS, Snp, Gams ve Rats programlarıdır. Paket programlar tanıtılırken, içerdikleri yöntemler, teknik özellikler ve pakete özgü bazı önemli özellikler kullanıcıya yön verecek şekilde incelenecektir.

1.1. MICROFIT

Microfit programı Camfit Data Ltd. tarafından pazarlanan, Cambridge Üniversitesi'nden Hashem Pesaran ve Bahram Pesaran adlı ekonomi profesörleri tarafından yazılmış, DOS ve Windows platformlarında çalışabilen bir ekonometrik paket programdır. Son versiyon olan Microfit 4.0'ın ticari kullanım için fiyatı 600 USD, akademik kullanım

için fiyatı 300 USD'dir. Program, İrlanda Merkez Bankası, IMF, Dünya Bankası, OPEC ve pek çok finansal kuruluştaki kullanılmaktadır. Programı temin etme şartları ve bilgi almak için internet üzerinde "www.intecc.co.uk/camfit" adresine başvurulabilir.



Şekil 1.1. Microfit paketinden bir ekran görüntüsü

1.1.1. Veri Girişi

Programda veri girişi için özel Microfit dosya türleri vardır. Buna rağmen, kullanılacak veri Lotus, Excel gibi tablolama programları tarafından yaratılmış dosyalardan da okunabilir. Ayrıca metin formatındaki dosyalar ve AREMOS veri dosyaları da kullanılabilir. Analizi yapılacak değerler satır ve sütun halinde yer alır ve ilk satırda değişken isimleri, ilk sütunda ise gözlem numarası veya tarih bulunması gerekir.

1.1.2. Veri İşlemleri

Giriş yapıldıktan sonra veri üzerinde işlem yapmak için komutlar bir editör penceresi kullanılarak programa aktarılır. Bu alana yazılan komutlar tek tek, toplu halde veya rasgele seçim yapılarak çalıştırılabilir. Ancak komutların toplu olarak çalıştırılması sırasında hata yapılmışsa program hatanın hangi komutta olduğunu belirtebilecek özelliğe sahip değildir. Programda, verileri grafiklerle takip edebilme desteği yer almaktadır. Teorik olarak bir grafikte 100 tane değişkeni bir arada görmek mümkündür.

Microfit programında "fonksiyon" ve "komut" kavramları farklı iki durumu temsil etmektedir. Bir "fonksiyon", örnek büyüklüğü boyutunda bir değişken üretirken, bir "komut" sadece çıktı üretmektedir.

Microfit 4.0 versiyonunda veri üzerinde işlem yapmak için, önceki versiyonlarda olmayan bazı komutlar ve fonksiyonlar yer almaktadır. Belirtilen bir değişken sırasına göre tüm gözlemleri yeniden sıralayan ve bu işlemi geri almaya yarayan iki yeni komut eklenmiştir. Eklenen fonksiyonlardan bazıları ise şunlardır: bir değişkenin ortalama değeri ve standart sapmasının hesaplanması, Pesaran-Timmermann (PT) testi, Hodrick-Prescott (HPF) filtresi, verilen bir dereceye göre hareketli ortalama, geometrik gecikme, ve bir değişkenin değişim oranı gibi fonksiyonlardır. Düzeltilmiş Dickey-Fuller testi için kullanılan ADF komutuna son versiyonda bazı eklemeler yapılmıştır. Uygun gecikme uzunlukları hakkında daha kolay karar verebilmek için Schwarz Bayesian kriteri (SBC), Hannan-Quinn kriteri (HQC), Akaike bilgi kriteri (AIC) gibi değerler de eklenmiştir¹.

1.1.3. Ekonometrik Yöntemler

Tekli denklem tahminlerinde ağırlık birim kök(unit root) ve eşbütünleme(cointegration) konularına verilmiştir. Phillips ve Hansen'in tam modifiye edilmiş sıradan en küçük kareler yöntemi (FMOLS) eşbütünleme ilişkisi içeren denklemlerde kullanılmaktadır. Bu

¹ C.R. McKenzie, Microfit 4.0, Journal of Applied Econometrics, Vol.13, 1998, s.81.

yöntemde kullanıcı en az bir regresörün $I(1)$ olup olmadığına, gecikme penceresi tipine ve gecikme penceresi uzunluğuna karar vermelidir.

Eşbütünleme ilişkilerinde kullanılan bir diğer yöntem ise, Peseran ve Shin'in otoregresif gecikmesi dağıtılmış (ARDL) yöntemidir. Bu yöntemde bilinmesi gerekenler, model seçiminde kullanılacak maksimum gecikme derecesi ve en iyi modeli seçmede kullanılacak olan kriterin hangisi (R^2 , AIC, SBC, HQC) olması gerektiğidir. Ekranda çıktı olarak, regresyon sonuçları, uzun dönem katsayıları ve t-istatistikleri, ilgili hata-düzeltilme modeli görülebilir.

Son versiyonda ARCH istatistikleri için de bazı eklemeler yapılmıştır. Versiyon 4.0 doğrusal modellerin GARCH, GARCH-M, AGARCH, AGARCH-M, EGARCH ve EGARCH-M hataları ile tahminine izin vermektedir. Bu yöntemleri açıklamak amacıyla programın dökümanlarında öğretici örneklere yer verilmiştir. Program kitapçığı AR ve MA bileşenleri için mümkün olabilen en yüksek derecenin 99 olduğunu iddia etmektedir.

Genelleştirilmiş momentler metodunu uygulamak gerektiğinde kullanıcı araç değişken tekniklerini kullanmak zorundadır. Parametre tahminlerinde standart hatalar hesaplanırken, değişken varyans(heteroscedasticity) ve otokorelasyon altında kovaryans matrisinin tutarlı tahminleri elde edilmektedir. Araç değişken tekniği uygulamasında, genelleştirilmiş R^2 ve $\bar{R}^2$ değerleri yer almaktadır.

Microfit'in önceki versiyonu tek denklemlili zaman serisi modelleri için pek çok fonksiyona sahiptir. Bunlara ek olarak son versiyon, kısıtlamasız VAR modelleri, kısıtlı veya kısıtsız görünüşte ilişkisiz regresyon denklemleri (SURE) tahminlerine olanak vermektedir. Bunlardan başka Johansen'in hata-düzeltilme vektör otoregresyon (ECVAR) yöntemine göre model kurmak mümkündür. Bu yöntemde sabit terim ve deterministik trendlerin tanımlaması önceden belirlenmiş beş duruma göre yapılır²:

1. Sabit terim yok, deterministik trend yok

² McKenzie , a.g.e., s.83.

2. Sabit terim var, deterministik trend yok
3. Kısıtsız sabit terim var, kısıtlı deterministik trend var
4. Kısıtsız sabit terim var, deterministik trend yok
5. Kısıtsız sabit terim var, deterministik trend var.

Yukarıda anlatılan yöntemlerin açıklamaları ve uygulama örnekleri program dökümanlarında yer almaktadır.

Johansen prosedürü kullanarak eşbütünleme vektörünün rankı test edilirken ve Engel-Granger testi sırasında, tüm gecikme dönemi uzunlukları için AIC, SIC ve HQC değerleri bildirilmektedir. Bu bilgiler uygun bir model tahmini yapmada yardımcı olmaktadır.

Rasyonel beklenti hipotezi, genellikle bir regresyon denkleminin hatalarının göstereceği otokorelasyonun şekli hakkında kuvvetli tahminler yapmayı gerektirir. Otokorelasyonun şekli hakkında bir bilgi edinmek için, çoğu zaman kovaryans matrisinin Newey-West tipinde bir tahmini yapılır. Newey-West tahmin seçeneği Microfit 4.0 programında klasik en küçük kareler yöntemi, araç değişkenler, doğrusal olmayan en küçük kareler, doğrusal olmayan iki aşamalı en küçük kareler yöntemi ile yapılan parametre tahminlerinde kullanılabilmekte ve parametreler üzerinde bir veya daha fazla doğrusal veya doğrusal olmayan kısıtlamaların testine imkan vermektedir.

1.1.4. İrdeleme

Microfit, özellikle zaman serileri analizi yapmak için uygun bir paket programdır. Paketle birlikte, pakette yer alan yöntemler ve paketin kullanımı ile ilgili, detaylı hazırlanmış yaklaşık 500 sayfalık döküman dağıtılmaktadır. Kullanım kolaylığı sayesinde, bir eğitim aracı olarak da kullanılabilir. Üretici firma tarafından, yeni ekonometrik yöntemler çıktıkça versiyonlar ile güncellenen, dinamik bir paket programdır.

1.2. AREMOS

AREMOS, WEFA yazılım firması tarafından hazırlanmış olan, basit veri işlemlerinden model simulasyonuna kadar uzanan geniş olanaklara sahip bir paket programdır. Yeni bir kullanıcının paketi öğrenmek için ilk başta fazla zaman harcaması gereklidir. Fakat, kullanıcı paketin içerdiği olanaklara hakim olduktan sonra, elinde çok geniş teknikler uygulayabilen bir araç olduğunu görecektir. Programın en son, 5.1 versiyonu çıkmıştır. Program ile ilgili son gelişmeler, üretici firmanın "www.wefa.com" internet adresinden öğrenilebilir.

AREMOS, etkileşimli komutlarla kullanılan bir paket program olmasına rağmen, her komutun ekrandan çalıştırılabileceği menülere de sahiptir. Birden fazla komutun peşpeşe çalıştırılabilmesi için, komutların veri bankalarında depolanabildiği PROCEDURE yapısı geliştirilmiştir.

1.2.1. Veri Bankaları

AREMOS'un sahip olduğu en önemli özelliklerden birisi veri bankalarıdır. Veri bankaları üç çeşittir: "destek" bankası, "çalışma" bankası, "özel" bankalar³.

"Destek" bankası, AREMOS'un hata mesajlarını ve paketle birlikte gelen PROCEDURE'leri içerir. "Çalışma" bankası AREMOS'da bir oturum başladığında otomatik olarak yaratılır. Eğer bir çalışma bankası daha önceden mevcutsa, birincil banka olarak açılır. Birincil banka, veri serileri, denklem sonuçları, nesne listeleri veya PROCEDURE listeleri gibi yeni yaratılan AREMOS nesnelerini depolar. Oturum sonunda çalışma bankası silinmezse, bir sonraki oturum bu çalışma bankası ile açılır ve kullanıcı böylece, çalışmasına kaldığı yerden devam edebilir.

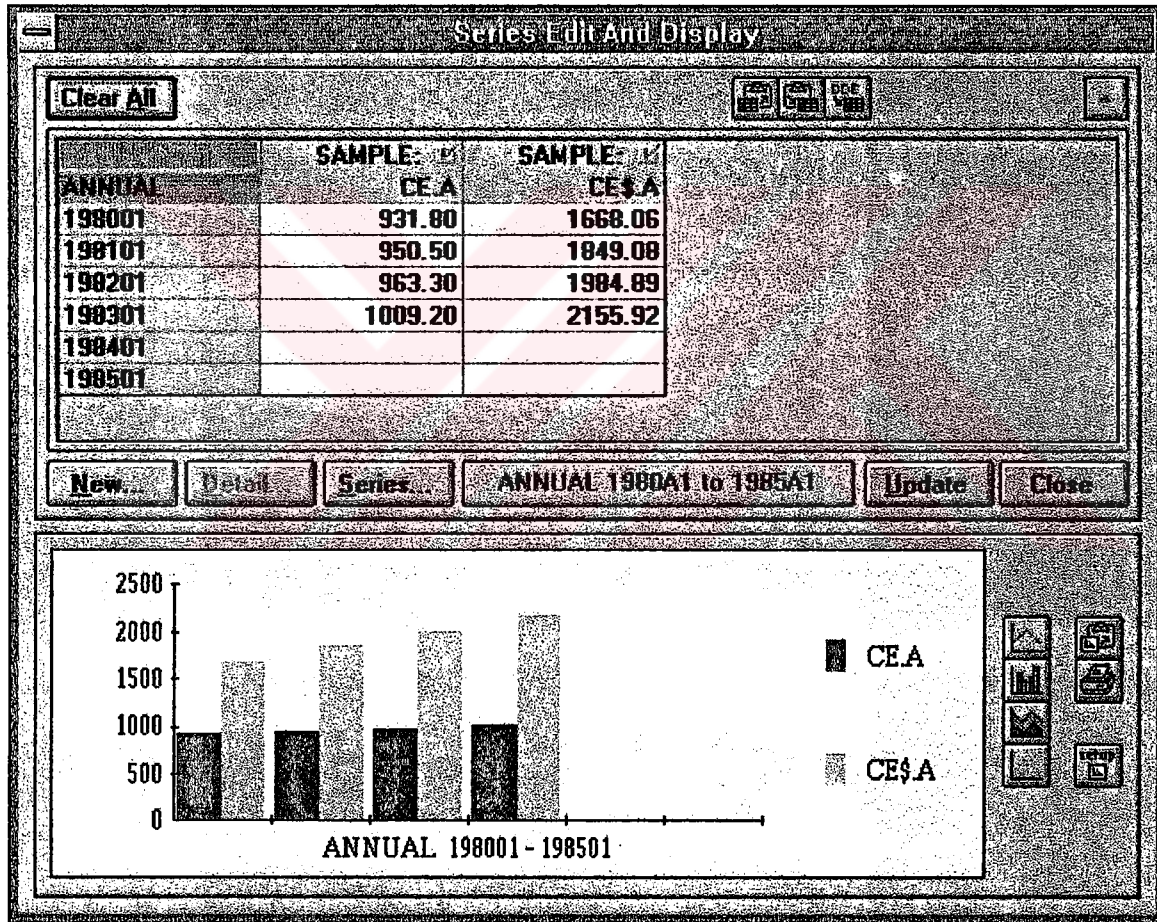
"Özel" bankalar kullanıcı tarafından yaratılır ve "çalışma" bankaları gibi her türlü nesneyi içerebilir. İstendiği takdirde "özel" bankalar birincil banka olarak açılışa

³ N. Blake and L.C. Hunt, **AREMOS:An Integrated Data Management, Estimation, Modelling and Report Writing Package**, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, s.755.

kullanılabilir. Böylece özel bankalar, analizde kullanılacak veri ve diğer nesneler için de yaratılabilir.

1.2.2. Veri Girişi

Programa veri girişi yapmak için ekrandaki editör kullanılabileceği gibi, veri Excel, Lotus dosyaları ve AREMOS'a özel .DIF dosyaları da kullanılabilmektedir. Excel, Lotus dosyalarından veri transfer ederken değişken isimleri ve ölçüm tarihlerinin programın okuyabileceği şekilde düzenlenmiş olması gerekmektedir.



Şekil 1.2. AREMOS veri giriş ekranı

AREMOS'un bir diğer özelliği ise, farklı zaman serisi frekansları ile çalışabilmesidir. Yıllık, üç aylık, aylık, haftalık veya günlük veriden ayrı olarak 10 günlük, 15 günlük ve periyodik veri ile çalışma yapılabilir. Böylece, veriyi aynı isim altında değişik

frekans tanımlamalarıyla kaydetmek, diğer pek çok ekonometrik programın aksine mümkün olmaktadır.

1.2.3. Veri İşlemleri

Veri üzerinde yapılacak başlıca işlemler matematiksel fonksiyonlar, araç değişken yaratma, matris hesaplama ve bazı finansal fonksiyonları içermektedir. GENERATE komutu, veriye matematiksel bir fonksiyonun uygulanmasını sağlar. Örnek olarak genellikle uygulanan, verinin logaritmasının alınması işlemi gösterilebilir. COLLAPSE ve INTERPOLATE komutları verinin daha yüksek veya alçak frekanstaki bir seriye, ortalamalar, maksimum minimum gözlem değerlerini alma, doğrusal, geometrik interpolasyon yöntemleri uygulayarak çevrilmesini sağlar. SMOOTH komutu benzer matematiksel yöntemler kullanarak verideki eksik değerleri tamamlamaya yardımcı olur⁴.

1.2.4. Veri Çıktıları

Verinin ekranda görüntülenmesi için PRINT komutu kullanılır. Veri dışında, AREMOS nesnelerini görüntülemek için DISPLAY komutuna yer verilmiştir. Daha detaylı çıktılar almak için ise AREMOS'a özel TABLES komutu kullanılmaktadır. Bu komut yardımı ile özellikle yazıcı çıktıları için formatı önceden belirlenmiş tablolar kullanılarak karşılaştırmalı sonuçlar, alternatif tahminler gibi bilgiler bir arada görülebilir.

AREMOS'un grafik özellikleri iki şekilde kullanılabilir. Birincisi, tahmin sonuçlarının ekrana yansıtılması, diğeri ise grafiklerin başka editör programlarında kullanılabilecek şekilde kaydedilmesidir. Ekranda bir grafikte aynı anda ancak 12 değişken yer alabilir.

1.2.5. Ekonometrik Yöntemler

AREMOS paketinde, sıradan küçük kareler, iki aşamalı, üç aşamalı sıradan en küçük kareler yöntemi, doğrusal olmayan en küçük kareler, ağırlıklı en küçük kareler ve

⁴ Blake and Hunt, a.g.e. ,s.756.

ARIMA tahmin metodları yer almaktadır. Kullanıcı tarafından belirlenen gecikme uzunluklarına göre AR ve MA hatalarını düzeltmek için seçenekler vardır. AR tipi hata ile modellenen bir denklemde, Cochrane-Orcutt (CO) veya Hildreth-Lu (HL) örgü tarama (grid search) yöntemi kullanılabilir. MA tipi hatalar için ise doğrusal olmayan teknikler kullanılmaktadır⁵.

AREMOS'un bir diğer özelliği ise denklemin içine veri transformasyonlarının dahil edilebilmesidir. Örneğin;

$$\text{EQUATION EQ1 } \text{Log}(Y) = \text{Log}(Y)[-1], \text{Log}(X1), \text{Log}(X2)$$

şeklinde bir gösterim, hesaplamalarda değişkenlerin logaritmasının alınarak kullanılmasını sağlar. Böylece logaritmik değerlerin başka bir değişken adı altında kaydedilmesine gerek kalmaz. Bir denklemin parametrelerinin tahmini yapıldığında standart çıktılar olarak katsayılar, t-istatistikleri, R^2 değerleri verilmektedir. İki tane Durbin-Watson istatistiği hesaplanmaktadır. Bunlardan birincisi bir periyod gecikmeli standart Durbin-Watson istatistiğidir. Diğeri ise, 3 aylık veri için DW(4), aylık veri için DW(12)'yi bir yıllık gecikme dönemleri için hesaplayan Durbin-Watson testidir. Yıllık verilerle çalışıldığında standart DW(1) testine ek olarak iki yıllık gecikmeyi hesaplayan DW(2) de verilmektedir. Denklem gecikmeli bağımlı değişkenler içeriyorsa tahmin sonuçları ile birlikte Durbin H istatistiği de ekranda standart çıktı olarak yer almaktadır⁶.

En küçük kareler yöntemi ile tahmin edilen bir denklem üzerinde bazı testler yapmak için TEST komutu kullanılmaktadır. Bu komut iki adet teste imkan vermektedir. Birinci test, otokorelasyon için yapılan Lagrange Çarpanı testidir. Burada kullanıcı test etmek istediği gecikme uzunluğunu belirtir ve testin Ki-kare versiyonu yapılır. Küçük örnek boyutlarında tercih edilen F-formundaki Lagrange Çarpanı testi ise programda yer almamaktadır. İkinci bir test ise Chow testidir. Verinin bölünmesi iki ayrı

⁵ Blake and Hunt, a.g.e., s.759.

⁶ Blake and Hunt, a.g.e., s.760.

regresyona izin veriyorsa birinci Chow testi uygulanır, eğer iki ayrı regresyon için yeterli serbestlik derecesi yoksa ikinci Chow testi uygulanır.

AREMOS programında kullanılan testlerin sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle pek çok ekonometrik programda yer alan ARCH, Normalite, değişen varyans, RESET testlerinin yer almaması program açısından büyük bir eksikliktir. Bu tip testler için PROCEDURE formatında makrolar yazmak mümkündür, fakat hem yazma aşaması hem de yazılan PROCEDURE'ün test etme aşaması hatalara açık olduğundan bir kullanıcının AREMOS ortamında bu tip bir işlem yapması uygulamada oldukça zordur.

Programın bir diğer önemli eksiği ise, zaman serisi tekniklerinden bazılarının yer vermemesidir. Birim kök testleri programda mevcut bulunmamaktadır. Ayrıca maksimum olabilirlik yöntemi uygulamak için programda PROCEDURE yazabilmek için bile hiçbir araç mevcut değildir⁷.

1.2.6. Modelleme

AREMOS 2000 tane eşanlı denklemi çözme yeteneğine sahiptir. Daha küçük modeller için, model yaratma ve çözme işlemleri AREMOS'un veri bankaları dahilinde yapılabilir. Model kurmak için MODEL komutunu takiben denklem listesi girilir. Bu komutla birlikte bir kaç tane AREMOS listesi yaratılır. Bu listeler modeldeki dışsal değişkenler, içsel değişkenler, tanımlamalar, stokastik değişkenler, aktif ve aktif olmayan değişkenleri tanımlar. Aktif olmayan değişkenler listesi modelde geçici olarak dışarıda bırakılan denklemleri tutar.

Model kurulduktan sonra Gauss Seidel metodu kullanan SOLVE metodu ile modelin çözümü yapılabilir. Kullanıcı, komutla birlikte çeşitli yakınsaklık kriterleri belirleyebilmektedir. Modeldeki denklemler ancak değişkenlerin anlık ve gecikmeli değerlerini içerebilir. Değişkenlerin gelecekteki değerleri için öngörü yapılamaz. Tahmin

⁷ Blake and Hunt, a.g.e., s.761.

sonunda bulunan sonuçlar mevcut olan gerçek değişken isimleri altında farklı uzantılarla kaydedilir. Örnek olarak CONS ismi ile girilen parametre, tahmin yapıldıktan sonra CONS.SOL isminde kaydedilir. Farklı varsayımlarla elde edilen farklı çözümler değişik uzantılar altında kaydedilir. Böylece elde edilen sonuçların karşılaştırılması daha kolay yapılabilir⁸.

1.2.7. İrdeleme

Program dökümanlarının, kullanıcının ekonometrik terimleri bildiğini varsayarak program içindeki ekonometrik terimleri açıklamaya gerek görmemesi, program açısından önemli bir eksikliktir. Program, tanımlayıcı istatistikler ve zaman serileri tahmin yöntemleri açısından pek zengin değildir. AREMOS, kendine özgü veri bankaları yardımıyla oturum kavramını geliştirerek kullanım kolaylığı sağlamıştır.

1.3. BATS

BATS (Bayesian Analysis of Time Series), zaman serilerinin analizi ve tahmininde Bayesian yöntemlerini kullanan bir ekonometrik paket programdır. Programın dağıtımı Chapman&Hall yayınevi tarafından yapılmaktadır. Bayesian analizi ve benzeri diğer teknikler arasındaki en büyük fark modelin Bayesian terimleri ile açık bir şekilde ifade edilmesidir. Bu yöntemin avantajı ise çeşitli öngörü bilgisinin modelleme sürecine doğrudan katılabilmesidir.

1.3.1. Dökümantasyon

BATS programı üç ana bölümden oluşan 400 sayfalık bir kitapla birlikte dağıtılmaktadır. Birinci bölüm Bayesian metodunu bir ders kitabı şeklinde geniş bir şekilde açıklamaktadır. Bu bölümde metodun dayandığı temeller, klasik zaman serisi modelleri, farklı disiplinlerden alınmış çeşitli örnekler yer almaktadır. Kitabın bu bölümü kullanıcıya metod hakkında genel bir bilgi vermeyi amaçlamaktadır. Araştırmacı seviyesindeki kullanıcıların daha detaylı bilgi için kitabın gösterdiği

⁸ Blake and Hunt, a.g.e., s.763.

referanslara başvurması gerekmektedir. Kitabın ikinci ve üçüncü bölümleri programın kullanım kılavuzunu ve teknik bilgileri içermektedir⁹.

1.3.2. Kullanıcı Ekranı

Program açıldığında, bir tanesi sonuçların gösterileceği diğeri de mesajların yer alacağı iki pencere ekrana gelir. Menülerde parametre girişi gerektiren durumlarda dialog kutuları açılır ve kullanıcının programla etkileşimi bu menüler yardımıyla olur. Ana menü zaman serisi analizinde izlenen genel metodolojiyi yansıtacak şekilde tasarlanmıştır. Menüde yer alan seçenekler şunlardır:

DATA:	Veri üzerinde tanımlayıcı analiz
MODEL:	Modelin tanımlanması
RETROSPECTIVE:	Model tahmini
PREDICT:	Öngörü yapmak için

Genellikle veri üzerinde analiz yapmak için tüm menü seçeneklerinden sırasıyla birer kez geçmek gerekmektedir. Öngörü için en iyi model seçilene kadar gerektiği yerlerde yeni tahminler ve testler yapılarak menünün tüm seçenekleri kullanılır.

1.3.3. Veri İşlemleri

Veri ASCII formatında yüklenip kaydedilebileceği gibi, BATS'ın kendisine özel bir formatı da vardır. Bu format değişken isimleri, başlangıç tarihleri, periyodlar ve model hakkında ek bilgileri de içermektedir. Veri üzerinde işlem yapabilmek için çeşitli fonksiyonlar vardır. Örnek olarak, veriyi bir periyoddan diğer bir periyoda transfer etmeyi sağlayan fonksiyonlar, veri üzerinde üs alma, logaritma alma, standardizasyon, hareketli ortalamalar, gecikme değişkenleri, fark alma gibi fonksiyonlar, sonraki analizler için zaman değerlerini değiştirebilmek gösterilebilir.

⁹ D. Pedregal , *BATS*, International Journal of Forecasting, Vol.12, 1996, s. 430.

Veri analizinde grafik destek sağlayan histogram, otokorelasyon, zaman eksenli diyagramlar menü seçeneklerinde yer almaktadır. Bu özellikler orjinal veri kümesi için kullanılacağı gibi program tarafından yaratılan diğer değişkenler için de kullanılabilirler. Bir model tahmini yapıldığında tahmini yapılan elemanlar, mevsimsel faktörler ve hatalar ile ilgili yeni değişkenler ortaya çıkar.

1.3.4. Modelleme

BATS tarafından tahmini yapılan model tipi Dinamik Doğrusal Model (DLM) olarak adlandırılır ve bir gözlem denklemi ile sistem denklemi tarafından temsil edilir. BATS analizinde trendler, mevsimsel elemanlar, doğrusal regresör olarak dahil edilen değişkenlerin dışsal etkileri dikkate alınmaktadır. Trendler, rastsal yürüyüş veya lokal doğrusal trend olarak bilinen tipte olmalıdır. Mevsimsel elemanlar ise kukla tipinde veya harmonik tipte olmaktadır¹⁰.

1.3.5. İrdeleme

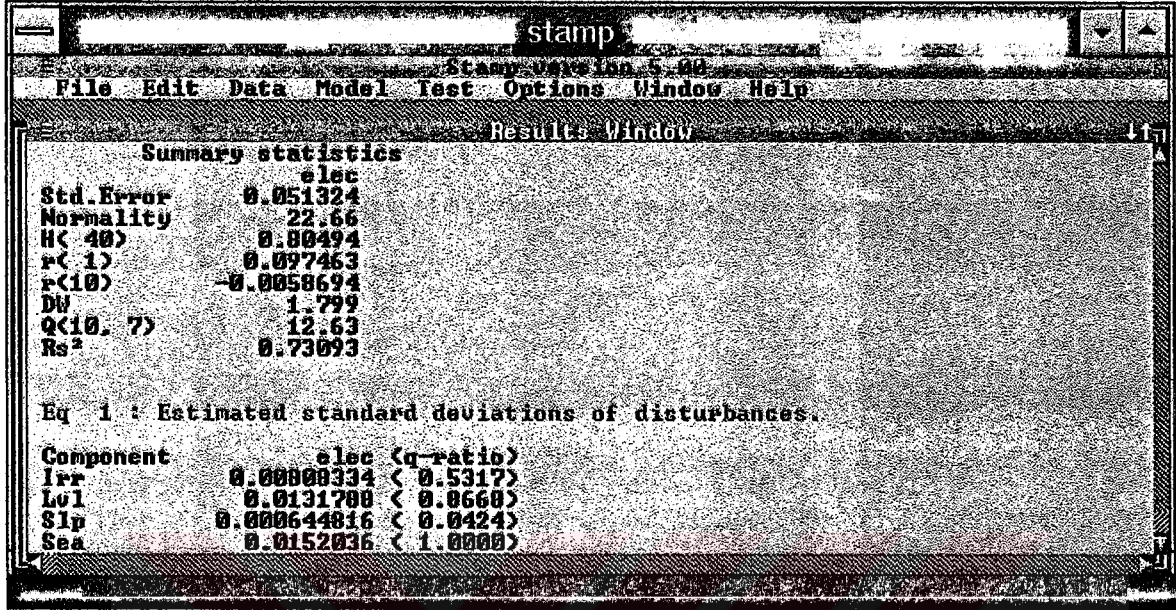
BATS, kapsamlı bir ekonometrik paket program değildir. Program hakkındaki eleştirilerden bazıları ise programın kısıtlayıcı özellikleri olmasıdır. Özellikle Windows tabanlı bir program olmasına rağmen kullanım kolaylığı pek de beklenen seviyede değildir. Ekrana çizilen grafiklerin kaydedilmesi veya yazıcıdan çıktı alınması, birden fazla değişkenin aynı diyagramda yer alması mümkün değildir. Programın içinde bir yardım menüsü olmaması ise büyük bir eksikliklerdir.

1.4. STAMP

STAMP programı, Siem Jan Koopman, Andrew Harvey, Jurgen Doornik, Neil Shephard isimli ekonomi uzmanları tarafından yazılmış ve International Thomson Business Press tarafından piyasaya sürülmüş olan, DOS işletim sistemi altında çalışan bir paket programdır. STAMP 5.0 (Structural Time Series Analyser, Modeller and Predictor), zaman serilerinin modellenmesi ve öngörüsü için gözlenemeyen bileşenler

¹⁰ Pedregal , a.g.e., s. 431.

modelleri kullanan çeşitli araçlar sağlamaktadır. Bu modellerde, gözlenen zaman serilerinin trend, mevsimsel, konjonktür ve düzensiz bileşenlerin toplamlarından oluştuğu varsayılmaktadır. Program fiyatı 750 USD'dir.



Şekil 1.3. STAMP programında bir sonuç ekranı

STAMP programı menüler yardımı ile kullanılan ve fazla karmaşık olmadığı için öğrenmesi kolay olan bir paket programdır. Program, basitliğine karşın zaman serileri ve öngörü teknikleri konusunda en son teknikleri kullanmaktadır. Genellikle durağan olmayan modellerin maksimum olabilirlik tahminleri, Kalman filtresini yayılmış başlangıç şartlarıyla kullanarak elde edilir. İterasyon, olabilirlik optimumuna yaklaşmak için EM algoritması ile başlar, daha sonra EM algoritmasının yakınsama oranı ışığında quasi-Newton algoritmasına geçiş yapılır¹¹.

1.4.1. Dökümantasyon

Programın dökümantasyon amacıyla sağladığı, başlıca altı bölümden oluşan bir kitapçık vardır. Bu bölümler sırasıyla; giriş, zaman serisi modelleri üzerine alıştırma ve dersler, STAMP dersleri, istatistiksel çıktılar, STAMP kılavuzu ve ekler bölümleridir.

¹¹ F.X. Diebold, L. Giogianni and A.Inoue, STAMP, International Journal of Forecasting, Vol.12, 1996, s.309.

Birinci bölüm olan giriş bölümünde programın kurulması prosedürleri ve programın esasları anlatılmıştır. Ayrıca literatürde sıkça kullanılan ve bazı yayınlanmış çalışmalara esas teşkil etmiş olan çeşitli veri kümelerine bu kısımda yer verilmiştir. Bu veriler arasında günlük dolar kurları, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri makroekonomik zaman serileri, Brezilya'ya düşen yağmur miktarı ve havayolu şirketleri yolcu sayıları yer almaktadır.

İkinci bölümde, tek değişkenli ve çok değişkenli gözlenemeyen bileşenler modeli kurmak ve tahmin etmek için STAMP'ın nasıl kullanılacağı açıklanmıştır. Çok değişkenli durumda, ortak trendler, konjonktür, faktörler ve mevsimlerin nasıl modelleneceği, mevsimsel ayarlamalar ve trendden arındırmanın nasıl yapılacağı ele alınmıştır. Bu bölümün sonunda gözlenemeyen bileşenler modelinin ekonomik ve finansal uygulamaları mevcut bazı çalışmaların STAMP kullanılarak tekrar edilmesi ile anlatılmaktadır.

Üçüncü bölüm, programın başlıca özelliklerini veri yönetimi, grafik, modelleme, test ve öngörü başlıkları altında incelemiştir.

Dördüncü bölüm STAMP tarafından kullanılan çeşitli istatistiksel metodları açıklamaktadır. Durum uzayı modellemenin teorik altyapısı ve Kalman filtresi son gelişmeler dahil edilerek anlatılmış, ayrıca tanımlayıcı istatistikler ve diğer istatistiksel çıktıların bir tanımı yapılmıştır. Beşinci ve altıncı bölümler STAMP hakkında teknik bilgiler vermektedir¹².

1.4.2. Veri Girişi

Programın veri yönetim işlemleri için kullanılabilecek başlıca iki menüsü vardır. Bunlar, "Dosya"(File) ve "Veri"(Data) menüleridir. Dosya menüsünde veri yükleme, ekleme, kaydetme, sonuçları görüntüleme, sonuçları kaydetme gibi işlemleri yapmaya

¹² Diebold, Giogianni, Inoue, a.g.e., s.310.

yarayan komutlar vardır. Bu komutlar yardımıyla PcGive 7 veri dosyaları ASCII dosyalar, Excel ve Lotus çalışma tabloları okutulabilir. STAMP, 500 değişken ve 50000 gözlemlik veriyi yönetebilir¹³.

Bir STAMP oturumu sırasında çalıştırılan komutlar ve elde edilen istatistiksel çıktılar düzenli bir şekilde programın sonuç penceresinde yer alır. Bu bilgiler, istendiğinde bir dosya halinde kaydedilebilmektedir. Bu şekilde bir önceki çalışmada hangi yöntemlerin uygulandığı ve hangi sonuçların alındığı görülebilmektedir.

1.4.3. Veri İşlemleri

"Veri" menüsünde, veri üzerinde yapılacak işlemleri gerçekleştirecek komutlar yer alır. Çeşitli grafik komutları ile sonuçların ekranda görsel olarak yer alması sağlanır. Ekranda aynı anda 16 farklı diyagram ve 36 değişken yer alabilmektedir. "Transform" seçeneği kullanılarak veri üzerinde logaritmik, üstel, mutlak değer, diferansiyel ve integral işlemleri yapılabilmektedir. Ayrıca bu seçenek Hodrick-Prescott filtresi kullanarak değişkenlerdeki trend etkisini arındırmayı da mümkün kılmaktadır.

Dönüştürülmüş veri veya ham veri üzerinde korelogram, periyodogram, histogram, parametrik olmayan yoğunluk tahminleri, kümülatif dağılım gibi grafik tanımlayıcı istatistikler uygulanabilir. "Algebra" seçeneği kullanılarak yaratılan matematiksel bir ilişki, veriyi belirli bir formül yardımıyla dönüştürmeye de yarar.

1.4.4. Modelleme

Basit bir gözlenemeyen bileşenler modelinde, veri farklı bileşenlerin toplamı şeklinde ifade edilir. Bu bileşenler trend, mevsim etkisi, konjonktür dalgalanmaları ve düzensiz hareketlerdir. STAMP; dışsal açıklayıcı değişkenler, bağımlı değişkenlerin gecikmeli değerleri, AR(1) bileşenleri içeren daha geniş modellerin tahmini ve analizinde de kullanılabilir.

¹³ G. Judge, STAMP 5.0 Structural Time Series Analyser, Modeller and Predictor, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, s.1109.

"Model" menüsü, bir modelin kurulması ve tahmini sürecinde normal olarak erişilmesi beklenen sıraya göre düzenlenmiş alt seçeneklerden oluşmaktadır. Birinci seçenek olarak yer alan "Formulate" menüsü model kurma aşamasının birinci adımıdır. Bu adımda, modele dahil edilecek değişkenler, bağımlı değişkenlerin ve dışsal değişkenlerin hangileri olduğu belirlenir. Bu adımdan sonra "Component" menüsü yardımı ile tahmini yapılacak gözlenemeyen değişkenler belirtilir. Daha sonra araç değişkenlerin tipinin belirtildiği "Intervention" menüsüne girilir¹⁴.

Kurulan model çok değişkenli ise yukarıdaki seçeneklere ek olarak "Denklem Kısıtlamaları" (equation restrictions) ve "kovaryans kısıtlamaları" (covariance restrictions) seçeneklerinin kullanılması gerekmektedir. "Denklem Kısıtlamaları" menüsünde sistemdeki denklemlerden herhangi birindeki açıklayıcı veya dışsal değişkenler üzerine dışlama kısıtlamaları getirilebilmektedir. "Kovaryans Kısıtlamaları" menüsü ise seriler üzerinde ortak özellikleri uygulamaya izin vermektedir. Bunun için şok matrisleri bileşenlerine indirgenmiş sıra kısıtlamaları uygulanır.

1.4.5. Model Tahmini

Modelin kurulması tamamlandıktan sonra "Tahmin" (estimation) menüsü yardımı ile paketin, maksimum olabilirlik parametre tahmin sonuçlarını veren doğrusal olmayan optimizasyon fonksiyonu çalıştırılmaktadır. Tek ve çok değişkenli modeller için iki farklı tahmin stratejisi uygulanmaktadır. Her iki durumda da model, durum uzayı formunda ele alınır ve olabilirlik fonksiyonu Kalman filtresi tarafından bulunan "bir adım ileri öngörü hataları (one-step ahead prediction errors)" yardımı ile hesaplanır. Tek değişkenli modeller için, yayılmış logaritmik olabilirlik fonksiyonu doğrusal olmayan quasi-Newton optimizasyon yöntemi ile maksimize edilmektedir. Çok değişkenli modeller için ise tahmin stratejisi, EM algoritmasının ilk adımda başlangıç değerleri elde etmek için kullanılması dışında benzer şekilde gerçekleşmektedir¹⁵.

¹⁴ Diebold, Giogianni, Inoue, a.g.e., s.312.

¹⁵ Diebold, Giogianni, Inoue, a.g.e., s.313.

Bu menü ayrıca yaklaşım kriteri, maksimum iterasyon sayısı ve tahmin örnek periyodunun kontrolüne imkan vermektedir. Tahmin ve optimizasyon sürecinde ilave kontroller sağlamak için "Parametre Kontrol" alt menüsü kullanılır. Bu menü yardımı ile optimizasyon işleminin başlangıç değerleri verilebilir, çeşitli parametre kısıtlamaları getirilebilir, modelin her parametresi için logaritmik olabilirlik fonksiyonu iki boyutlu olarak çizilebilmektedir.

Modelin tahmini yapıldıktan sonra bir tahmin raporu ve tanısal özet raporu alınabilmektedir. Bu raporlar, logaritmik olabilirlik fonksiyonunun maksimize edilmiş değeri, yakınsamanın kuvvetli veya zayıf olması, tahmin hata varyansı, Box-Ljung, Durbin-Watson, normalite testleri gibi özet istatistiklerin sonuçları hakkında bilgi verir.

1.4.6. Test ve Öngörü

Modelin geçerliliğinin testi ve öngörü yapılması için programın bu menüsünde çeşitli alt seçenekler bulunmaktadır. "Hiperparametreler" alt menüsü tahmin edilmiş hataların standart sapmaları, konjonktür frekansları ve sönüm faktörleri (damping factors) ve otoregresif bileşenlerin katsayılarını vermektedir. Çok değişkenli modeller için ise tahmin edilen hata vektörünün kovaryans ve faktör yükleme matrisi verilmektedir. Son durum vektörünün tahmini, modeldeki bileşenlerin en son durumları hakkında bilgi veren "son durum" komutu ile yapılır. Bu bilgi öngörü aşamasında STAMP tarafından kullanılmaktadır¹⁶.

"Bileşenler" menüsü yardımı ile grafik çıktıları alınabilmektedir. Örneğin, orjinal zaman serilerini hesaplanmış trend eğrisi ile veya trend etkisinden arındırılmış eşleniği ile çizmek mümkündür. Diğer alt menü seçenekleri ile korelogramlar, yoğunluklar, CUSUM gibi yöntemlerle modelin grafik kontrolü yapılabilir. "Forecast" menüsü ile zaman serilerinin ve tekil bileşenlerin öngörülere yapılabilir. Çıktı grafik olarak verilmekle birlikte, hata sınırlarının nokta bazında öngörüsü verilmektedir.

¹⁶ Judge, a.g.e., s.1112.

1.4.7. İrdeleme

STAMP, zaman serileri üzerinde yoğunlaşan bir paket programdır. Paket, DOS işletim sistemi altında çalışmakta, kullanım kolaylığı sağlayacak şekilde tasarlanmış menülere sahiptir. Programın yakın gelecekte Windows versiyonunun çıkması beklenmektedir. Program yazarları tarafından, yeni versiyonda paketin yeni ekonometrik yöntemlerle desteklenmesi beklenmektedir.

1.5. PCGIVE

PcGive paket programı, Jurgen Doornik ve David F. Hendry tarafından yazılmış olan ve Timberlake Consultants Corp. tarafından satışı yapılan, Windows tabanlı bir ekonometrik paket programdır. STAMP paket programının da yazarlarından olan Jurgen Doornik, Oxford Üniversitesi'nde ekonomi profesörüdür. PcGive 9.1 paketi üç tane ana modülden oluşan bir ekonometrik paket programdır. Bu modüller, paketin yazarları tarafından hazırlanmış olan ve daha önceki versiyonlarda tek başlarına da kullanılabilen PcGive, PcFiml, ve GiveWin modülleridir. Ticari kullanım fiyatı 825 USD, akademik kullanım fiyatı ise 425 USD'dir.

PcGive programının akademik amaçlarla hazırlanmış bir versiyonu daha düşük fiyatla PcGive Student adı altında satılmaktadır. PcGive Student programı PcGive Professional programı ile aynı özelliklere sahip olmasına rağmen üzerinde çalışabileceği veri kümesi büyüklüğü sınırlıdır. Fakat programla birlikte gelen dökümanlar PcGive Professional programının dökümanları ile aynıdır. Paket programın ele alınışı sırasında programı oluşturan üç ana modül ayrı ayrı ele alınacaktır.

1.5.1. PcGive

PcGive programı özellikle tek denklemlilikli dinamik ekonometrik modellerin kurulması ve test işlemleri için tasarlanmıştır. Programın tasarımı yazarların öngördüğü metodolojiye uygun olarak yapılmıştır.

Buna göre verinin yüklenmesinden sonra kullanıcı veriyi incelemek isteyecek, bunun için grafik yöntemler ve tanımlayıcı istatistiklerden faydalanacaktır. Orjinal veri ile birlikte bu veri serisinden çeşitli cebirsel işlemlerle türetilen diğer veri serileri üzerinde incelemeler yapılmak istenecektir. Veri üretim süreci sonunda, bir model üzerinde karar verildikten sonra hata terimlerinin etkilerini azaltmak için gecikmeli değişken terimlerini araştıran otoregresif gecikmesi dağıtılmış model öngörüsü yapılır. Modelin tahmini sırasında araç değişkenler kullanılabilir, hata terimlerinin otokorelasyon özelliği gösterdiği varsayılabilir, örnekleme periyodu değiştirilerek farklı periyotlarda parametrelerin sabitliği test edilmek istenecektir. Tanımlayıcı testler yapmak için AR, ARCH, değişken varyans, spesifikasyon hataları araştıran testlere ihtiyaç duyulacaktır¹⁷.

PcGive, bu şartları mümkün olan en uygun şekilde gerçekleştirmektedir. Buna göre programın, sahip olduğu ekonometrik yetenekler dışında, kullanım kolaylığı ve esnekliğe de sahip olmasına çalışılmıştır. Bunun sonucunda, hem ekonometri bilgisini geliştirmek isteyen yeni başlayanlar hem de tecrübeli araştırmacılar açısından uygun olan bir paket program ortaya çıkmıştır.

PcGive programı kurulduktan sonra, programın özelliklerinin tanıtımının yapıldığı bir demo oturumu başlamaktadır. Bu oturum bile, tek başına pek çok açıklayıcı unsura sahiptir. PcGive'de yer alan "oturum" kavramı ile programın daha önceki işletimlerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar kaydedilip daha sonra kullanılabilir. Böylece demo oturumu ve diğer oturumlar istenildiği zaman çağırılıp çalıştırılabilir.

1.5.1.1. Kullanıcı Ekranı

Program çalıştırıldığı zaman ilk olarak sonuç penceresi açılır. Program içinde yapılan tüm işlemlerin sonuçları bu pencereye aktarılır. Bu pencere, aslında bir metin editörü olduğu için, yapılan işlemlerin yanına açıklayıcı yorumlar yazılabilir. Böylece kullanıcı

¹⁷ G. Judge and R.I.D. Harris, "PCGIVE Professional 8.0 and PCGIVE Student 8.0", The Economic Journal, Vol.105, 1995, s. 777.

hangi işlemi ne amaçla yaptığını, oturumu daha sonra tekrar açtığında hatırlayabilecektir.

PcGive'deki ana menü başlıkları Dosya, Veri, Model, Test ve Yardım'dır. Her menü, adı ile ilişkili işlemleri alt menüler yardımı ile yapmaktadır. "Veri" menüsü, veri üzerinde çeşitli testler yapmaya yarar. Bu menüde standart sapma, ortalama, basıklık, çarpıklık, ki-kare testleri gibi normalite testleri, korelasyon matrisi hesaplanması, mevsim, trend ve sabitlerin dahil edildiği birim kök testleri, değişik periyodlar seçilerek yapılır. Veri üzerinde otoregresif ilişki kurarak bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin kaçınıcı dereceden gecikmesi dağıtılmış olduğu araştırılabilir¹⁸.

PcGive, Lotus ve Excel formatındaki dosyalardan veri okuyabilmektedir. PcGive kitapçığı programın yazıldığı ekonometrik metodoloji, PcGive komutları, hata mesajları, programın istatistiksel çıktıları, program menüleri hakkında açıklayıcı bilgiler, ve programın kuruluşu ile ilgili bilgiler içermektedir.

1.5.1.2. Modelleme

"Model" menüsü uygulanacak modelde değişkenlerin konumlarını belirlemeye yarar. Bu menüde modelde yer alacak değişkenler, bu değişkenlerin bağımlı veya araç değişkenler olup olmadığı, mevsimsel, trend ve sabit etkileri, varsa gecikme dereceleri belirtilir. Daha sonra modelin tahminine geçilir. Tahminde kullanılacak yöntem modelin özelliklerine göre klasik en küçük kareler yöntemi, araç değişkenler yöntemi, otoregresif en küçük kareler yöntemleri arasından seçilir. Bu menüde ayrıca tahmin yapıldıktan sonra hesaplanması istenen değerler de belirlenir. Bu değerler, bilgi kriterleri, kararsızlık testleri, korelasyon, kovaryans matrisleri gibi değerlerdir.

Model tahmini yapıldıktan sonra "Test" menüsü yardımı ile elde edilen sonuçlar üzerinde grafik analiz, dinamik analiz ve bazı testler yapılabilmektedir. Grafik analizde, gerçek değerler ve tahmin edilen değerler, hata terimleri, hata terimlerinin korelogram,

¹⁸ Judge and Harris, a.g.e., s.778.

spektrum, QQ diyagramı ve yoğunluk grafikleri çizdirilebilmektedir. Dinamik analizde gecikme yapısı analizi, Wald testi, ortak faktörler testi yapılabilmektedir¹⁹.

1.5.1.3. Doğrusal Olmayan Modeller

Programın ilk versiyonlarında yer almayan, yatay kesit analizi ve doğrusal olmayan modeller ile ilgili yeni bazı tahmin teknikleri eklenmiştir. Doğrusal olmayan bir modelin tanımlanması için önce "Model" menüsünden denklem editörü çağırılır. Burada, modeldeki bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin bu değişkene nasıl bir ilişkiyle bağlandıklarını belirten denklem yazılır. Örneğin Cobb-Douglas tipindeki bir üretim fonsiyonu için aşağıdaki şekilde bir denklem yazılır:

```
actual=output;
fitted=&0*((labour)^(&1))*((capital)^(&2));
```

İlk satırda bağımlı değişkenin hangisi olduğu tanımlanmıştır. İkinci satırda ise değişkenler arasındaki ilişki ve tahmini yapılacak katsayılar "&" işareti kullanılarak belirtilmiştir. Burada yazılan denklem daha sonra kullanmak amacıyla isim verilerek bir dosya olarak kaydedilebilir.

Doğrusal olmayan modellerin tahmininde kullanıcı ilk denemelerinde parametre değerlerinin yakınsak olmadığı şeklinde bir mesaj alabilir. PcGive paket programı Broyden, Fletcher, Goldfarb ve Shanno tarafından geliştirilen quasi-Newton sayısal optimizasyon metodunu kullanmaktadır. Bu yöntem parametreler için başlangıç değerleri öngörmektedir ve kullanıcı tarafından bu değerler bildirilmediği zaman program 0 ve 1 arasında rastgele değerler seçmektedir. Bu nedenden dolayı model tahmini sürecinde, başlangıçta "yakınsama yok" şeklinde mesajlar almamak için kullanıcı ilk değerleri denklem editörünü kullanarak aşağıdaki şekilde programa girmelidir:

```
&0= 0.9 ; &1=0.7; &2=0.3;
```

¹⁹ G. Judge and R.I.D. Harris, "PCGIVE Professional 9.0 for Windows", The Economic Journal, Vol.107, 1997, s. 1609.

PcGive programında doğrusal olmayan modellerin tahmini için aynı zamanda rekürsif doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi de kullanılabilir. Modellerin maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilebilmesi için denklem editörü kısmında modelin gözlemlerin toplamı şeklinde yazılması gerekmektedir. Bu nedenle denklem editörü kısmında "loglik" isminde bir değişkenin tanımlandığı ilave bir satıra ihtiyaç vardır. Örneğin çalışma hayatına katkının araştırıldığı, "D"nin bir işte çalışıyor olmayı, "A"nın yaşı ve "S"nin alınan eğitimin süresini temsil ettiği bir logit model için aşağıdaki denklemler yazılır:

```
actual = D;
xbeta = &0 + &1 * A + &2 * S;
fitted = 1 / (1 + exp(-xbeta));
loglik = actual * log(fitted) + (1-actual) * log(1-fitted);
&0= -0.3; &1= -0.16; &2= 0.4;
```

Xbeta denklemi modelin bağımsız değişkenlerini parametreleriyle beraber tanımlamak için kullanılır. Fitted denklemi dağılım fonksiyonunu ve loglik denklemi de logaritmik olabilirlik fonksiyonunu tanımlar. Fitted denklemi aslında isminin çağrıştırdığı anlamdaki tahmini yapılan denklem değildir, fakat sonuçların üretilebilmesi için bu formatı kullanmak gereklidir. Eğer probit model kullanılacak olsaydı denklemin aşağıdaki şekilde yazılması gerekecekti:

```
fitted=1-tailnormal(xbeta);
```

Program kitapçığı, doğrusal olmayan modellerde başlangıç değerlerini seçmek için bir yöntem önermektedir. Buna göre, model önce klasik en küçük kareler yöntemi ile (doğrusal yaklaşım) tahmin edilir. Parametreler için bulunan değerler daha sonra sabit terim için $4(\alpha_{OLS}-0.5)$ dönüşümü, diğer parametreler için de $4\beta_{OLS}$ dönüşümü yapılarak maksimum olabilirlik yönteminde başlangıç değerleri olarak kullanılabilirler. Kullanıcı, şu anda bu yöntemi, programı iki aşamada çalıştırarak uygulamaktadır. Programın bu yöntemi otomatik bir şekilde gerçekleştirmek amacıyla kendi menülerine yerleştirmesi

kullanım kolaylığı sağlaması açısından faydalı olacaktır. Bu şekilde, ilk değerlerin yanlış seçilmesinden kaynaklanan "yakınsaklık yok" mesajlarının sayısı azaltılabilir²⁰.

1.5.2. PcFiml

PcFiml programı, doğrusal dinamik sistemlerin modellenmesinde tam bilgi altında maksimum olabilirlik (FIML) yöntemini kullanan, menü tabanlı bir ekonometrik programdır. Program, Windows platformunda çalıştığı için, menülerde bulunan dialog kutuları, araç çubukları, çoktan seçmeli kutular ve yardım dosyası, işlemleri kolaylaştıracak şekilde tasarlanmıştır.

1.5.2.1. Modelleme

Modelleme işlemi ilgili veritabanından değişkenlerin seçilmesi ve değişkenlerin özdeşlikleri, dışsal veya içsel olmaları gibi durumlarının belirtilmesi ile başlar. Gecikme uzunlukları, örnekleme periyodu, ve tahmin yönteminin belirlenmesi ile sistem kurma işlemi sona erer. Vektör Otoregresif (VAR), kısıtlamasız indirgenmiş formlar (URF) gibi sistemlerin bir çok durağanlık testinin de yardımı ile rekürsif olarak tahmini yapılır. Testler, grafikler ve istatistikler yardımı ile VAR modellerinde eşbütünleme analizi (Johansen yöntemi) yapmak için çeşitli olanaklar bulunmaktadır. Genel eşbütünleme kısıtlamaları uygulanıp test edilebilmekte, böylece eşbütünleme vektörünün parametreleri belirlenmekte ve kalan kısıtlamasız parametrelerin standart hataları elde edilmektedir.

1.5.2.2. Ekonometrik Yöntemler

Sistem kurulup spesifikasyon hatalarına karşı test edildikten sonra bir model kurulabilir. PcFiml, doğrusal sistemlerin eşanlı denklem modelleri için tahmin edici üreten denklemleri sağlamaktadır. İteratif olmayan tahmin metodlarına ek olarak, bir eşanlı denklem modeli çeşitli yöntemlerle tahmin edilebilir. Tam bilgi altında maksimum olabilirlik (FIML), rekürsif tam bilgi altında maksimum olabilirlik (RFIML),

²⁰ Judge and Harris, 1995, a.g.e., s.781.

kısıtlı tam bilgi altında maksimum olabilirlik (CFIML) ve rekürsif kısıtlı tam bilgi altında maksimum olabilirlik (RCFIML). Kısıtlı tam bilgi altında maksimum olabilirlik (CFIML) yönteminde çapraz denklem kısıtlamaları gibi genel parametre kısıtlamalarına izin verilmektedir. Modellerin tahmini ve analizi sırasında özdeşlikler dikkate alınmaktadır²¹.

1.5.2.3. Veri Çıktıları

Program, skaler ve vektör tanımlayıcı testleri içermekte, eşanlı denklem modellerinin belirlenme ve spesifikasyon durumlarını araştıran testler içermekte ve aşırı belirlenme kısıtlarını test edebilmektedir. Programın sahip olduğu grafik analiz özellikleri bir ekranda 36 denkleme kadar görüntülemeyi mümkün kılmaktadır. Örnek olarak, tüm denklemlerin hata terimleri, tüm denklemlerin öngörüler, rekürsif tam bilgi altında maksimum olabilirlik yönteminde tüm denklemlerin bir adımlık hata terimleri, farklı denklemlerin hata terimlerinin çapraz diyagramları gösterilebilir.

Program, modelleme işleminde genelden özele doğru giden bir yaklaşım benimsendiğinde yapılan ilerlemeleri adım adım takip edebilmekte ve her indirgemedede olabilirlik oranı testlerini hesaplayabilmektedir. Atılan her adım ekrana yazdırılmakta ve programdan çıkmadan önce bir dosya halinde kaydedilebilmektedir. Böylece daha sonraki çalışmalarda da, farklı veri kümeleri için kullanılabilecek bir model geliştirme süreci elde edilmiş olur.

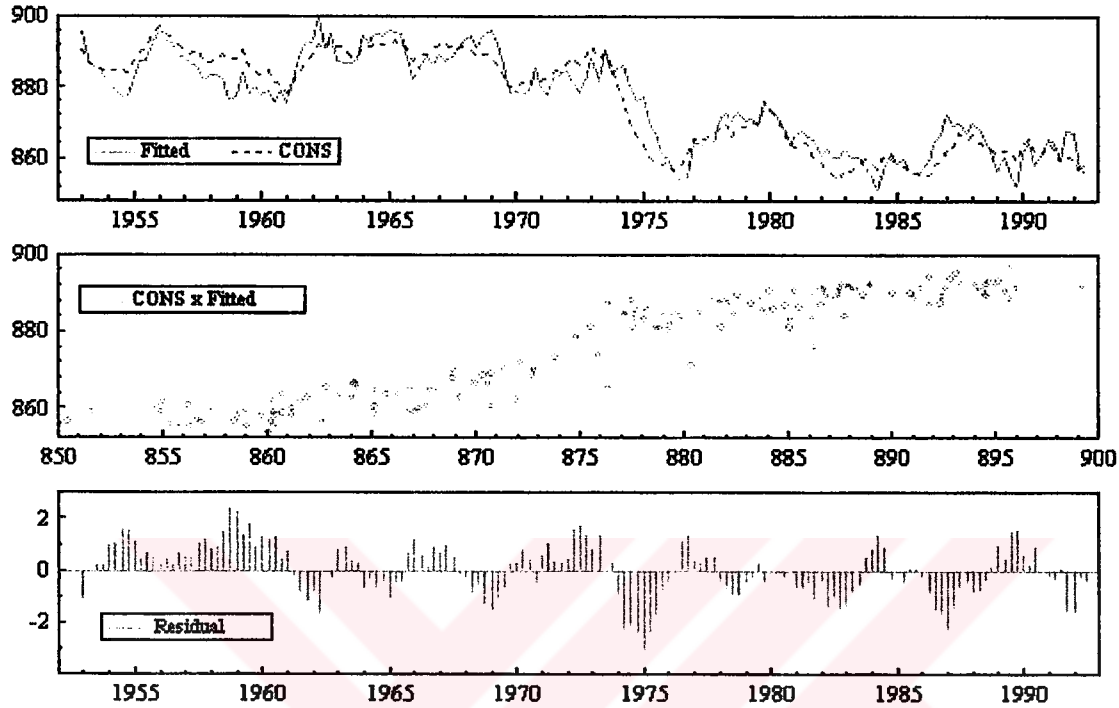
PcFiml, simülasyon ve etki tepki analizi gibi çeşitli dinamik öngörü seçenekleri sunmaktadır.

1.5.3. GiveWin

PcGive paket programı ile birlikte dağıtımı yapılan GiveWin programı aslında tek başına bir ekonometrik program değil, PcGve ve PcFiml programlarının çıktılarının

²¹ Judge and Harris, 1995, a.g.e., s.784.

görüntülediği bir grafik arayüzdür. PcGive veya PcFiml programı başlatıldığında, GiveWin kendiliğinden aktif hale gelir.



Şekil 1.4. Örnek bir GiveWin çıktısı

Program menüler yardımı ile kullanılır ve sonuçların yer aldığı bir metin editörü de içermektedir. Veri girişi buradan yapılabileceği gibi, çeşitli formatlardaki dosyalardan ve Windows tabanlı programlardan "kopyala yapıştır" yöntemiyle de veri okutulabilir. GiveWin, sahip olduğu denklem editörü yardımı ile veri üzerinde çeşitli matematiksel dönüşümlere, araç değişkenler ve gecikmeli değişkenler yaratmaya imkan vermektedir²².

Program grafik analiz üzerinde yoğunlaşmıştır. Histogramlar, yoğunluklar, QQ diyagramları, korelogramlar şeklinde gösterilebilen çok sayıda tanımlayıcı istatistik çeşitli seçeneklerle sunulmuştur. Bu diyagramlar ekran üzerinde düzenlenebilmekte,

²² Judge and Harris, 1997, a.g.e., s.778.

çeşitli formatlarda kaydedilebilmekte ve kolaylıkla kelime işlemci programlarına aktarılabilmektedir.

1.5.4. İrdeleme

PcGive paketi, kullanım kolaylığı ve kapsadığı ekonometrik yöntemler ile bir eğitim aracı olarak kullanılabilir. Fakat, pakette hiç bir programlama aracı olmaması ve ekonomik yöntemlerde derinliğe inmemesi nedeniyle ticari olarak fazla kullanılmamaktadır. Paket, program yazarları tarafından sürekli güncellenmekle birlikte, yapılan çalışmalar yeterli olmamaktadır.

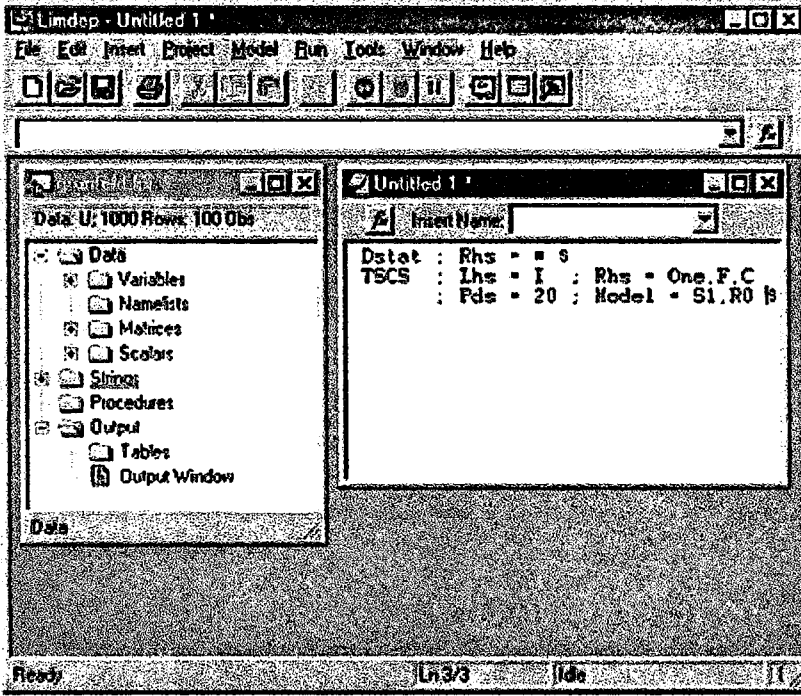
1.6. LIMDEP

LIMDEP (Limited Dependent Variables Models) özellikle yatay kesit ve panel verinin incelenmesi için tasarlanmış olan bir ekonometrik paket programdır. Program, sürekli güncellenmelerle birlikte 1995 yılında son versiyon 7.0'a ulaşmıştır ve üretici firma Econometric Software Inc. firmasıdır. Programın yazarı olan William H. Greene bir ekonometri profesörü olduğu için, program bir araştırmacının pek çok isteğini karşılayacak şekilde geliştirilmiş, özellikle akademik ortamlarda çokça kullanılan büyükboy bilgisayar sistemleri için de bir versiyonu hazırlanmıştır. Programın tek bir kişisel bilgisayar için fiyatı 695 USD olarak belirtilmiştir.

1.6.1. Ekonometrik Yöntemler

Limdep, ARMAX, gecikmeli değişkenler, düşük dereceli oto korelasyon modelleri gibi çeşitli zaman serisi modelleri içermesine rağmen, zaman serisi analizinde MICROFIT, RATS veya TSP gibi paket programlar kadar kuvvetli olmadığı için bu alanda pek tercih edilmemektedir. Fakat, Limdep'in diğer programlara karşı olan en büyük üstünlüğü sınırlı bağımlı ve nitel veri modellerinin tahmininde sağladığı kolaylıklardır²³.

²³ R. Wright, LIMDEP: Limited Dependent Variables Models, Version 7.0, The Economic Journal, Vol.106, 1996, s. 1458.



Şekil 1.5. LIMDEP kullanıcı ekranı

Bu modeller arasında tobit, logit, probit, çoklu logit, çoklu probit, sıralı probit, sıralı logit ve kesikli veri modelleri sayılabilir. Bunlara ek olarak, sabit ve rastsal etkili panel veri modelleri ve süreklilik modelleri tahmini de yapılabilir. Limdep, iç içe geçmiş probit modelleri, örnek seçmeli gruplanmış veri modelleri, örnek seçmeli kesikli veri modelleri, sabit ve rastsal etkili kesikli veri modelleri, farklı varyanslı iki değişkenli probit modelleri, rastgele katsayılar modelleri, kısmi gözlenebilen modeller, genelleştirilmiş moment metodları, doğrusal olmayan çoklu denklemler, doğrusal olmayan en küçük kareler, rastsal etkili tobit ve probit modeller için tahmin yöntemleri içermektedir.

Limdep'in sahip olduğu özelliklerden en önemlisi 4 seviyeye kadar iç içe geçmiş logit modeller için tam bilgi altında maksimum olabilirlik yöntemini kullanan bir tahmin ediciye sahip olmasıdır. "NLOGIT" yardımı ile 85 seçim, 25 alt dal, 10 dal ve 5 gövdeye kadar içeren ağaç yapısındaki seçeneklerin tahmini yapılabilir. Limdep'in tüm fonksiyonları ile NLOGIT uyumludur. Fakat, NLOGIT modülü tek başına

kullanılamamasına rağmen Limdep ile birlikte satılmamakta, bu modül için ayrıca 199 USD ödemek gerekmektedir²⁴.

1.6.2. Dökümantasyon

Limdep, 850 sayfalık bir kullanım kılavuzu ile birlikte dağıtılmaktadır. Fakat bu kitapçık sıradan bir kullanım kılavuzu gibi programın detayları üzerinde fazlaca durmamış, ağırlığı programın temel aldığı ekonometrik yöntemlerin açıklanması ve uygulanmasına vermiştir. Bu nedenle program kullanımı sırasında karşılaşılan bazı sorunların çözümüne yeteri kadar yer verilmemiştir. Fakat kullanıcıların program ile ilgili sorunlarını bildirdiği ve çözümlerin tartışıldığı, internet ortamında bir elektronik tartışma listesi mevcuttur. Bu listeye "www.limdep.com" adresinden ulaşılabilir ve program ile ilgili her türlü bilgi alınabileceği gibi diğer kullanıcıların karşılaştığı sorunlar hakkında da fikir elde edilebilir.

Limdep geniş hacimli veri ve modeller üzerinde işlem yapabilmektedir. Sayısal olarak ifade etmek gerekirse 200 değişken ve 1.000.000 gözlemi işleyebilecek kapasiteye sahiptir. Bu kapasitesine karşılık, ham veri üzerinde örnek aralığı seçme, cebirsel işlemler yapma, eksik gözlem verilerini ele alma gibi işlemlerde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle kullanıcılar ellerindeki veriyi önce diğer istatistiksel paket programlarda işleyip daha sonra Limdep'e transfer etmektedirler²⁵.

1.6.3. İrdeleme

Limdep, sınırlı bağımlı değişken modellerinde uzmanlaşmış bir paket programdır. Bu alanda yapılacak çalışmalarda ilk tercih edilen profesyonel pakettir. Ayrıca, ekonometrinin diğer alanlarında da çözümler sunmaktadır.

²⁴ Wright, a.g.e., s.1459.

²⁵ G. Heywood and I. Rebelo, *Time Series Analysis of Cross-Sections: A Software Guide*, The Economic Journal, Vol.106, 1996, s. 272.

1.7. EVIEWS

Eviews, özellikle zaman serileri analizinde kullanılan Windows tabanlı bir ekonometrik paket programdır. Program, DOS tabanlı MicroTSP paket programının geliştirilmiş ve Windows ortamına uyarlanmış bir versiyonu gibi düşünülebilir. Programın geliştirilmesi ve dağıtımı Quantitative Micro Software tarafından yapılmakta, son versiyon olan 3.1 versiyonu 795 USD karşılığı satılmaktadır. Program ile ilgili sorunlar veya satın alma şartları için, internet aracılığı ile "www.eviews.com" adresine başvurulabilir.

1.7.1. Dökümantasyon

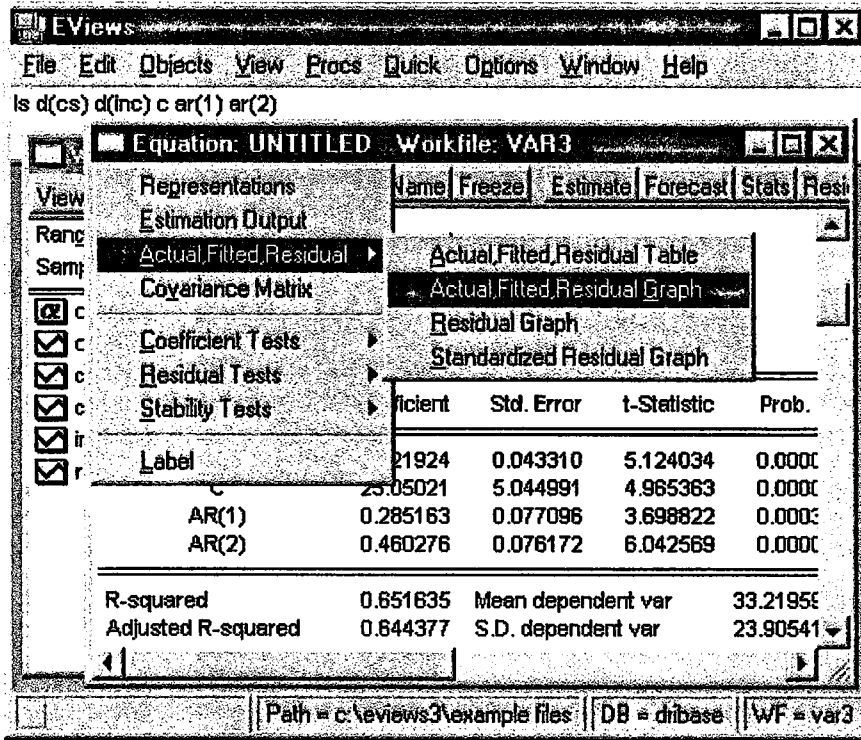
Programla birlikte iki tane kitapçık dağıtılmaktadır. Bunlardan birisi Eviews ortamında program yazmayı, diğeri ise Eviews programını etkileşimli olarak kullanmaya yarayan menüleri açıklamıştır. Kitapçıklar içerik olarak iyi hazırlanmış ve Eviews programını tüm yönleri ile ele almıştır. Bunu dışında programda oldukça iyi düzenlenmiş bir "Yardım" menüsünün bulunması kitapçıklara başvurmaya gerek bile bırakmamaktadır. Programda yer verilen, henüz tam olarak standartlaşmamış ekonometrik yöntemler ve testlere referanslar gösterilmiş ve açıklamaları yapılmıştır²⁶.

1.7.2. Veri Girişi ve Çıktılar

Programa veri girebilmek için çeşitli metodlar vardır. Eviews, çalışma tablosu şeklinde bir veri giriş editörüne sahiptir. Veri buraya girilebileceği gibi, Lotus veya Excel programlarında yaratılmış dosyalardan da veri okutulabilir. Eviews programında yaratılan dosyalar da Excel ve Lotus dosya formatlarına çevrilebilir.

Program Windows tabanlı bir program olmanın özelliklerini kullanarak, yüksek kaliteli grafikler üretebilmektedir. Bu grafikler gerektiğinde düzeltilebilir, ölçeklenebilir, dosya olarak kaydedilebilir, kopyalanıp kelime işlem programlarına kolaylıkla aktarılabilmektedir.

²⁶ N.R. Noble, *Eviews-MicroTSP for Windows*, International Journal of Forecasting, Vol.11, 1995, s. 497.



Şekil 1.6. Eviews programından bir sonuç ekranı

1.7.3. Modelleme

Eviews, zaman serileri üzerinde yoğunlaşmış olan ve bu alanda diğer programlara göre çok kuvvetli olan bir programdır. "LS" komutu yardımı ile regresyon işlemi başlatılır. Bir regresyonun standart çıktıları olarak katsayılar, standart hatalar, t-istatistikleri, F-istatistikleri, çoklu determinasyon katsayıları, ayarlanmış determinasyon katsayıları, olasılık değerleri, AIC (Akaike Bilgi Kriteri), Durbin-Watson istatistikleri sayılabilir. "LS" komutuna gecikmeler ve dereceleri doğrudan girilebilmektedir. Örneğin, bağımlı değişkenin Y, bağımsız değişkenin X ve X'in bir dönem önceki değeri olduğu bir denklem aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$LS \quad Y \quad C \quad X \quad X(-1)$$

Bu denklemde "C", MicroTSP programında olduğu gibi dahil edilmesi gereken sabit terimi temsil etmektedir. Birinci dereceden seri korelasyonu göstermek için AR(1) terimi modele dahil edilmiştir. Komuta, ayrıca hareketli ortalama hata terimleri de eklenebilmektedir. Komutun esnek yapısı itibarı ile Box-Jenkins tipi modeller kolaylıkla tahmin edilebilmektedir. Mevsimsel hareketli ortalama ve otoregresif parametreler "LS"

komutunda yer alabilmektedir. "LS" komutu sıradan en küçük kareler yöntemine ek olarak iki aşamalı en küçük kareler, doğrusal olmayan en küçük kareler, probit ve logit denklemlerinin de tahmini yapabilir. Eviews tobit modeller için çözüm sunmamaktadır²⁷.

1.7.4. Ekonometrik Yöntemler

Denklem tahmini yapıldıktan sonra, sonuçlar ekrana aktarılır, istenilirse menülerde yer alan seçenekler yardımı ile gerçek ve tahmin edilmiş değerler, hata terimleri grafik olarak ekrana çizdirilebilir. Denklemde düzenlemeler yapıp, modelin yeniden tahmini kolaylıkla yapılabilir. Modelin tahmini yapıldıktan sonra çeşitli istatistiksel testler uygulamak mümkündür. Bunlar arasında Box-Pierce, Box-Ljung Q istatistikleri, regresyon katsayılarına doğrusal ve doğrusal olmayan kısıtlamalar uygulamak, değişen varyanslar için White testi, ARCH etkileri için Engle testi, Chow testi ve çeşitli rekürsif artık testleri sayılabilir.

Tahmin yapıldıktan sonra denklemin öngörüsünü yapmak Eviews ile mümkündür. Programın sahip olduğu öngörü seçenekleri, öngörünün başlangıç tarihi, öngörünün statik veya dinamik olması, eğer varsa ARMA hata terimlerinin öngöründe nasıl kullanılacağı gibi bilgilerin belirtilmesi ile öngörüyü gerçekleştirir. Bu amaçla program, RMSE, ortalama mutlak hatalar, Thiel eşitsizlik katsayıları gibi istatistikleri hesaplamaktadır. Öngörü sonuçları ve güven aralıkları grafik olarak da görülebilir²⁸.

Eviews programının bir diğer özelliği ise VAR modelleri tahmini yapabilmesidir. Bu nedenle programın ilgili menü seçeneğinde dışsal ve içsel değişkenler ile gecikme sayılarının girilmesi gerekmektedir. Model tahmini hata düzeltme formunda da yapılabilir. Model tahmini yapıldıktan sonra etki tepki fonksiyonu ve varyans ayrışımı (decomposition) kolaylıkla incelenebilmektedir. VAR modeli farklı gecikme uzunlukları ve değişken sıralamaları ile tekrar kolaylıkla tahmin edilebilir. Fakat, etki tepki

²⁷ Noble, a.g.e., 498.

²⁸ J. Roberts, *Econometric Views Version 1.0*, The Economic Journal, Vol. 105, 1995, s. 1049.

fonksiyonları ve varyans ayrışımalarında standart hataların hesaplanmaması program açısından önemli bir eksiklik olarak görülmektedir.

Eviews, çeşitli zaman serisi istatistiksel testleri yapabilmektedir. Program, düzeltilmiş Dickey-Fuller birim kök testlerini hesaplayabilmekte, sabit ve trend eklemeye izin vermektedir. Test yapılırken seviyelerden farklara geçiş yapmak mümkündür. ADF testleri için %1, %5, %10 kritik seviyeleri ve testin çeşitli varyasyonları verilmektedir. Zaman serileri arasında eşbütünleme testi için Johansen yöntemi kullanılmakta, Granger nedensellik testi yapılabilmektedir²⁹.

1.7.5. Programlama Araçları

Eviews, menüler yardımı ile yapılan işlemlerin programlama yolu ile de yapılabilmesi için geniş bir komut dili geliştirmiştir. Bu özellik sayesinde menü yapısı bir programa aktarılır ve bu programın çalıştırılması ile analiz gerçekleştirilir. Eviews, MicroTSP programında yazılmış olan programları da çalıştırabilmektedir. Özellikle farklı veri kümeleri üzerinde aynı işlemleri yapmak için bu yöntem çok uygun olmaktadır. Ayrıca, Eviews programına eklenmiş olan matris ve tablo işlemleri yapmaya yarayan çeşitli komutlar ile menülerde bulunmayan bazı işlemlerin yapılması da mümkündür. Bu komutlar ile ilgili açıklayıcı bilgi ve örnekler program kitapçıklarında bulunmaktadır³⁰.

1.7.6. İrdeleme

Eviews, özellikle zaman serileri üzerinde uzmanlaşmış ve bu alanda en son yöntemleri içeren bir paket programdır. Windows ortamının sahip olduğu özellikleri de kullanarak, kullanımı kolay, görsel açıdan zengin bir paket ortaya çıkarılmıştır.

²⁹ Noble, a.g.e., 498.

³⁰ Roberts, a.g.e., 1050.

1.8. SNP

SNP, zaman serilerinin parametrik olmayan analizinde kullanılan, North Carolina Üniversitesinden Ronald Gallant ve Duke Üniversitesinden George Tauchen tarafından yazılmış olan ticari olmayan akademik bir paket programdır. Program, çok değişkenli durağan zaman serilerinin bir periyod sonraki şartlı yoğunluğunu polinomsal bir seri açılımı ile hesaplamakta ve açılım derecesini belirlemek için bir model seçim stratejisi kullanmaktadır. SNP ayrıca öngörü, simülasyon analizi ve çizimler yapmak için çeşitli özelliklere sahiptir. Program yazarları Gallant ve Tauchen SNP'yi kendi akademik çalışmalarında çok sık kullanmışlardır³¹.

Programı kullanmaya başlarken önce verinin okunması ve program parametreleri ile seçeneklerinin ayarlanması gerekir. Bu işlemlerin nasıl yapılacağı programın kullanım kılavuzunda anlatıldığı gibi, programla birlikte gelen örnek kontrol dosyaları da parametreleri ayarlamak için kullanılabilir. Program, kullanıcı arayüzü pek esnek ve çekici olmamasına rağmen, model tahmin ve öngörüsünde araştırmacılar için büyük olanaklar sağlamaktadır.

1.9. GAMS

GAMS, (General Algebraic Modelling System) özellikle optimizasyon ve simülasyon modellemesi için tasarlanmış, öğrenilmesi ve kullanılması kolay olan bir modelleme paketidir. Program, GAMS Development Corporation (www.gams.com) tarafından geliştirilmiş, DOS işletim sistemi altında çalışmaktadır. Program fiyatı, çözücülerin sayısına göre değişmektedir. Tüm çözücülerini kapsayan tam paket 1600 USD'dir.

Programın, bir tane doğrusal programlama çözücüsü (BMLP), iki tane doğrusal olmayan programlama çözücüsü (MINOS, CONOPT), doğrusal karma-tamsayı çözücülerini (ZOOM, CPLEX, LAMPS, OSL ve XA) vardır³².

³¹J.M. Podivinsky, SNP:A Program for Non-parametric Time Series Analysis, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, s.1826.

³²S. Pascoe, A Tale of Two Solvers: EVOLVER 3.0 and GAMS 2.25, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, s. 266.

1.10. RATS

RATS (**R**egression **A**nalysis of **T**ime **S**eries) ekonometrik veri analizi için kullanılan yetenekli ve esnek bir programdır. Program, sahip olduğu geniş komut kümesinden dolayı aslında bir programlama dili gibi çalışmaktadır. Ancak, veri tipleri, fonksiyon sayısı ve fonksiyon ekleme özelliklerinin yetersizliğinden dolayı, RATS paket programlar sınıfında incelenecektir. RATS programı 500 USD karşılığı Estima firması tarafından satılmaktadır. Firma program kullanımında karşılaşılan sorunlar için yardımcı olmaktadır. Kullanıcıların program ile ilgili her türlü sorunları için internet üzerinden elektronik posta ile başvurabilecekleri bir servis sağlamaktadır. Bu servis ve program ile ilgili diğer sorular için internet üzerinde "www.estima.com" adresine başvurulabilir.

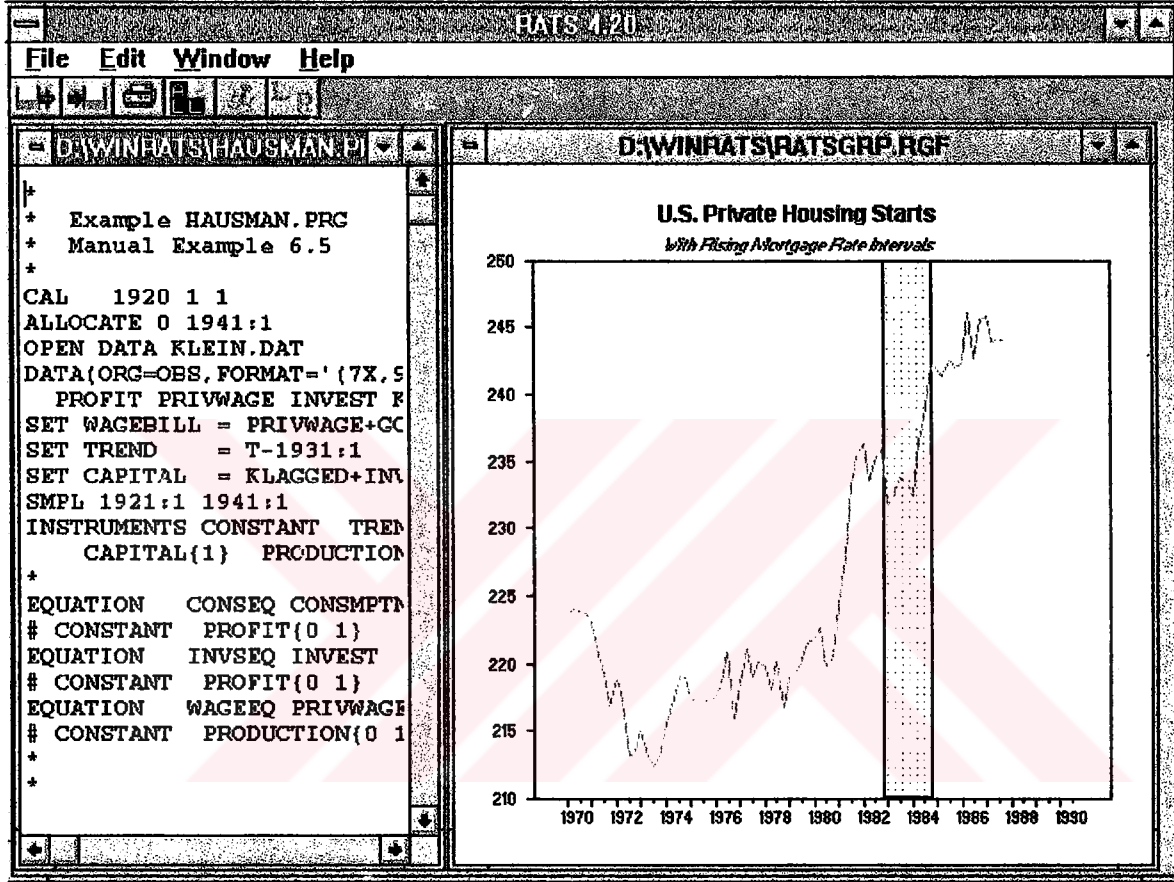
RATS, özellikle zaman serisi verileri üzerinde yoğunlaşmış olmasına rağmen, yatay kesit ve panel veri analizinde de etkin bir şekilde kullanılabilir. Program veri işleme, istatistik analiz ve programlama için komutlar içermektedir. Bunlara ek olarak, RATS komutları ile yazılmış "prosedür" adı verilen program parçacıkları da bulunmaktadır. RATS programı ilk yazıldığında FORTRAN dili ile yazılmış, daha sonra 1992 yılında çıkan versiyonla birlikte programın yapısında köklü değişikliklere yol açan "C" diline geçilmiştir. İlk versiyonlar DOS altında çalışmasına rağmen, 1995 yılında çıkan 4.20 versiyonu ile birlikte program Windows işletim sistemini kullanmaya başlamıştır³³.

1.10.1. Veri Girişi ve Çıktılar

RATS programına veri girmek programın içinden yapılabileceği gibi Excel ve Lotus dosyaları, ASCII formatındaki dosyalar, DBF formatındaki Dbase ve Foxpro dosyaları kullanılarak da yapılabilir. Farklı frekanslardaki verinin tek bir dosyada yer almasına izin verilmekte, herhangi bir veri frekansı işlenerek, frekanslar arası dönüşüm yapılabilir. Veri girişi için özel RATS formatı bulunmaktadır. RATSDATA programı, tamamen veri işlemleri için geliştirilmiştir.

³³ I. Rebelo, **RATS Version 4.20**, The Economic Journal, Vol. 105, 1995, s. 1056.

Programın sahip olduğu grafik seçenekleri yardımı ile çizgi, çubuk, taralı grafikler elde edilebilir. Farklı ölçeklerdeki seriler grafikte yer alabilir, birden fazla grafik aynı pencerde görüntülenebilir. Elde edilen grafikler üzerine başlıklar ve metinler konarak istenen yerlere açıklamalar konulabilir. Grafikler son halini aldıktan sonra RATS formatındaki dosyalarda saklanabileceği gibi, pek çok kelime işlemci için standartlaşmış bir format olan EPS formatında da saklanabilir³⁴.



Şekil 1.7. Rats programından bir grafik çıktısı

1.10.2. Programlama Araçları

RATS, matris komutları ile desteklenmiş bir programlama dili içerdiğinden kullanıcılar literatürdeki gelişmeleri programda uygulayabilirler. Ancak, komutların yapısı sıradan bir kullanıcının anlayabileceğinden daha karmaşıktır ve yeterli esneklik sağlanmamaktadır.³⁵

³⁴B.D. McCullough, A Review of RATS v4.2: Benchmarking Numerical Accuracy, Journal of Applied Econometrics, Vol. 12, 1997, s. 182.

³⁵J. K. MacKie-Mason, Econometric Software: A User's View, Journal of Economic Perspectives, vol 6, 1993, s. 173.

Program, kullanıcıların yazdıkları prosedür veya komut parçalarını etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamak için, bu prosedürlerin menü seçeneği olarak eklenmesine izin vermektedir. Menülerde yer alan seçenekler geçici olarak iptal edilebilmekte, menü isimleri değiştirilebilmektedir. Komutların girilmesi program içindeki bir metin editörü yardımı ile olmaktadır. Bu editör, programların yaratılması, çalıştırılması ve kaydedilmesi gibi işlemlerden sorumludur. Editör ve grafik pencereleri aynı ekranda görüntülenebilmektedir³⁶.

1.10.3. Ekonometrik Yöntemler

RATS programı, ARIMA modelleri, ARCH, GARCH ve VAR modelleri, eşanlı denklemler, Monte Carlo deneyleri gibi ekonometrik rutinler içermektedir. Model tahmininde sıradan en küçük kareler, genelleştirilmiş en küçük kareler, doğrusal olmayan en küçük kareler, maksimum olabilirlik ve genelleştirilmiş momentler metodu gibi yöntemler kullanılmaktadır. Tek değişkenli zaman serisi öngörü yöntemleri içinde üstel düzgünleştirme, Box Jenkins ve spektral öngörü sayılabilir. Kalman filtreleri, spektral analiz, logit ve probit modeller için tahmin yöntemleri RATS programının diğer özellikleri arasında sayılabilir. Düzenli veri ile sabit ve rastsal etki modelleri tahmini yapmak için PANEL ve PSTAT komutları kullanılmaktadır. Çok değişkenli olabilirlik fonksiyonları, türevi alınamayan fonksiyonlar için simplex yöntemleri, White ve Newey-West tipi tutarlı kovaryans matrisleri, görünürde ilişkisiz regresyon, RATS paketindeki bazı özelliklerdendir³⁷.

1.10.4. İrdeleme

Program, sınırlı bağımlı değişkenler ve maksimum olabilirlik yöntemleri konusunda bazı eksikliklere sahiptir. Program yazarları, bildirilen hata ve yetersizliklere karşı yapıcı bir şekilde yanıt vermektedirler. Üretici firma tarafından program desteği sağlanmakta ve program zaman içinde yeni versiyonlarla desteklenmektedir.

³⁶C. Brooks, *Garch Modelling in Finance: A Review of the Software Options*, The Economic Journal, Vol.107, 1997, s. 1272.

³⁷ Heywood and Rebelo, a.g.e., s.272.

BÖLÜM 2

EKONOMETRİK PROGRAMLAMA DİLLERİ

Ekonometrik çalışmalarda kullanıcıları menülerle kısıtlamayıp, tüm ekonometrik yöntemleri deneme imkanı veren programlama dilleri vardır. Bu diller, ekonometrik çalışmalarda gerekli olabilecek veri giriş çıkış, matematik, istatistik ve grafik işlemleri için bir altyapı oluşturmuşlardır. Bu altyapı, kullanıcının programlama yeteneğine bağlı olarak en karmaşık ekonometrik yöntemlerin uygulanmasını sağlamaktadır.

Kullanılan programlama dilleri, yapılarından dolayı gerçek bir programlama diline çok benzemektedir. Verinin işlenmesi için çeşitli veri tiplerine yer verilir ve bu tipler arasında dönüşüm yapma imkanı sağlanır. Program yazımı sırasında komutlar ve fonksiyonlar, dilin kurallarına uygun biçimde kullanılmak zorundadır. Ekonometrik dilleri, gerçek programlama dillerinden ayıran en büyük özellik, programcıya bazı hazır ekonometrik yöntemler sunmasıdır. Bu yöntemler sayesinde, çok sık yapılan işlemler tek bir komutta birleştirilerek, programcıya kolaylık sağlanır.

Bu bölümde, ekonometrik programlama dillerinden bazıları tanıtılacaktır. Bu diller, çeşitli özelliklerine göre seçilmiş S-Plus, Gauss ve Ox dilleridir. Gauss ve S-Plus dilleri çok kullanılmakta olan ve sürekli yenilenen dillerdir. Ox ise, yeni bir dildir ve farklı bir yapıya sahiptir. Paket programlar tanıtılırken, içerdikleri yöntemler, dilin yapısı ve pakete özgü bazı önemli özellikler incelenecektir.

2.1. S-PLUS

S-Plus, verinin istatistik ve grafik analizi için tasarlanmış, gelişmiş bir programlama paketidir. Akademik ortamlarda yaygın olarak kullanılmış olan S dilinin, geliştirilerek piyasaya sürülmüş ticari versiyonudur. Paket, pek çok platformda çalışabilmektedir. Üretici firma tarafından sağlanan destek ve dökümantasyon açısından ekonometrik programlar arasında en gelişmiş olanlardandır. Paketin geliştirilmesi ve dağıtımı MathSoft firması tarafından yapılmaktadır. S-Plus, Amerika'da, NASA, CIA, Amerikan Adalet Bakanlığı gibi pek çok kamu kuruluşunda kullanılmaktadır. Bunların dışında,

Citibank, Chase Manhattan, Crestar Bank ve Price Waterhouse gibi finansal kuruluşlar da paketi tercih etmiştir. Programın son versiyonu olan 4.5; Windows 95, NT, Unix ve Linux ortamlarında çalışabilmektedir. Programın Windows versiyonu için, Pentium işlemcili bir bilgisayar ve 16 MB bellek gerekmektedir. Programın ticari versiyon için fiyatı 1450 USD'dir. Akademik kullanım için, bu fiyat 495 USD'dir. Programın temini için, internet üzerinden "www.mathsoft.com" adresine başvurulabilir.

S-Plus çok sayıda istatistiksel özelliğe ve güçlü bir grafik arayüze sahiptir. Paket, "C" diline çok benzeyen, nesne tabanlı, esnek ve yetenekli bir programlama dilini içermektedir. Ek olarak, programın içinden C ve Fortran dillerinde yazılmış program parçacıkları çağırmak mümkündür.

Programı kullanmayı amaçlayanların, özellikle programa özgü bazı yöntemleri kavraması gerekmektedir. Veriyi temsil etmek için yeni yöntemler kullanılmaktadır. Programlama aşamasında ise, nesne tabanlı yaklaşım nedeniyle programların farklı tarzda yazılması gerekmektedir. Programın sahip olduğu grafik araçlar nedeniyle, model kurma işlemine başlamadan önce verinin görsel olarak incelenmesi aşamasına daha uzun süre ayrılacaktır. Tüm bu özellikler, bir kullanıcının çalışma yöntemini etkileyecektir.

Program yaklaşık 1650 fonksiyona sahiptir. Bu fonksiyonlar, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon, ARMA modelleri, ARFIMA modelleri, genelleştirilmiş doğrusal modeller, robust regresyon, ağaç regresyonu, yaşam tablolarının analizi, ANOVA tabloları, asal bileşenler analizi ve kalite kontrol diyagramları konularında kullanılmaktadır³⁸.

2.1.1 Dökümantasyon

S-Plus sahip olduğu çok sayıda özelliğe rağmen, kullanımı kolay sayılabilecek bir programdır. Program, çok geniş bir yardım dosyasına sahiptir ve Windows ortamının sağladığı, anahtar kelimeye göre arama, içindekiler gibi özellikler yardımı ile kullanım

³⁸ F. Cribari-Neto, *Econometric Programming Environments: Gauss, Ox and S-Plus*, Journal of Applied Econometrics, Vol.12, 1997, s.79.

kolaylığı sağlamaktadır. Program ile birlikte dağıtılan kitapçıklar yeterli bilgiyi vermesine rağmen, S-Plus ile ilgili çeşitli yayınların da bulunması, programın kullanılışında herhangi bir sorunla karşılaşılmasını önlemektedir. Tüm bunlara ek olarak, programın son versiyonunda, S-Plus'da program yazmayı anlatan bir programlama kılavuzuna yer verilmiştir³⁹.

2.1.2. Dilin Yapısı

S-Plus, nesneler üzerinde işlem yapmaya yarayan bir dildir. Etkileşimli olarak kullanılabildiği gibi, nesne tabanlı özellikler taşıyan geniş bir programlama dili de içermektedir. Bu bölümde, S-Plus nesneleri ve nesneleri işleyebilmek için gerekli yöntemler tanıtılacaktır.

S-Plus nesneleri için kullanılan isimler, harfler ve rakamlardan oluşmaktadır. Sistem tarafından ayrılmış tanımlayıcı isimler, S-Plus nesnelerini tanımlamak için kullanılamazlar.

Programda kullanılan komutlar, ifade (expression) veya atama (assignment) şeklindedir. Editör ortamında ekrana her satırdan önce ">" biçiminde bir sembol yazdırılır. Bu sembol, programa özel bir işarettir ve komutlar bu sembolü takip eden alana yazılır. Bir "ifade" komutu, ekrana yazıldığı zaman sonuç hesaplanır ve ekranda görüntülenir.

```
> 1+ pi
[1] 4.14159
```

Yukarıdaki örnekte, "1+ pi" şeklinde bir ifade yazılmıştır. İfadede yer alan "pi" elemanı, Pi sayısının değerine sahip, S-Plus tarafından kullanılan bir sistem değişkenidir. Diğer sistem değişkenleri gibi "Pi" değişkeninin programlar içinde, kullanıcı tarafından tanımlanıp kullanılmasına izin verilmez. İlk satırda, Pi sayısı ile "1" rakamı toplanmış, ikinci satırda ise hesaplanan sonuç, program tarafından yazdırılmıştır. Satırın başında yer alan "[1]" işareti, yazdırılan değer istenen sonucun 1 numaralı elemanı olduğunu belirtmek için sistem tarafından verilmektedir.

³⁹ S.H. Zeller, S-Plus, International Journal of Forecasting, Vol.10, 1994, s.479.

Bir atama işleminde ise, herhangi bir değişkene bir değer ataması yapılır ve ekrana herhangi bir sonuç yazdırılır. Atama yapmak için "<-" işareti kullanılır. Basit bir atama işlemi aşağıdaki gibi olmaktadır:

```
a <- 6
```

Burada, "a" değişkenine değer olarak 6 sayısı verilmektedir.

2.1.3. S-Plus Nesneleri

S-Plus paketinde kullanılan nesnelerin en önemlileri vektörler, fonksiyonlar ve listelerdir. Skaler değişkenler için programda ayrıca bir nesne bulunmamakta, bunun yerine uzunluğu "1" olan vektörler kullanılmaktadır⁴⁰.

Vektörler, sayısal veya mantıksal değerler ya da harf dizilerinden oluşan, temel veri birimidir. Sayısal değerlerin tamsayı, ondalık veya kompleks olmaları, programın veriyi işleminde bir sorun yaratmaz. Mantıksal veri olan "doğru" ve "yanlış" değerleri, "T" ve "F" sembolleri ile temsil edilir. Vektör yaratmak için en çok kullanılan komut, "c" komutudur. Örneğin;

```
> örnvektör <- c( 3.1, 3.5, 2.1, 4.1, 2.8, 3.9, 2.4, 4.3)
```

komutu ile sekiz tane ondalık veri birleştirilerek "örnvektör" adlı değişkene atanmıştır. Vektörler üzerinde mantıksal ve aritmetik işlemler yapılabilmektedir. Yapılan bu işlemler, vektörün her elemanına ayrı ayrı uygulanır. Vektör elemanlarına, "names" komutu kullanılarak birer isim verilebilir. Vektör elemanlarına ulaşmak istendiğinde sıra numaraları kullanılarak tek tek veya grup halinde erişilir. Grup halinde erişilirken belirli kriterleri sağlama şartına göre erişim mümkündür.

⁴⁰ W.N.Venables and B.D.Ripley, *Modern Applied Statistics with S-Plus*, 2nd.Ed., Springer Verlag, 1997, New York, s.21.

Vektörler; matris, dizi veya faktör olarak kullanılabilir. Bunun için, her nesnenin sahip olduğu "özellik" kavramından faydalanılır. Bir vektör nesnesine "dim" özelliği verildiğinde, vektör bir dizi olarak kullanılır. Bir vektörü matris olarak kullanmak için "matrix" özelliği verilir. Matrisler, dizilerin iki boyutlu özel bir halidir. Örnek olarak;

```
> matrix (örnvektör, 2, 4, byrow = T)
```

komutu girildiğinde, "örnvektör" vektöründen iki satırlı, dört sütunlu bir matris yaratılır. Bu işlem sırasında vektör elemanları matrisi satır satır doldurur ve matris yazdırıldığında aşağıdaki şekilde görüntülenir:

```
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]  3.1  3.5  2.1  4.1
[2,]  2.8  3.9  2.4  4.3
```

Farklı tiplerdeki veriyi tutmak için listeler kullanılır. Örneğin, bir öğrenci kaydı yaratmak için aşağıdaki örnek kullanılabilir:

```
ogrenci <- list (ad = "ali", soyad = "demir", ders.sayisi = 3, ders.notlar = c ( 7,5,8 ))
```

Örnekte de görüldüğü gibi veri farklı uzunlukta olabilir. Liste elemanlarına ulaşmak için çok sayıda yöntem vardır.

Vektörlerin özel bir tipine "faktör" adı verilir. Faktörler, kategorik değişkenleri tutmak için kullanılır. Örnek olarak

```
> renkler <- factor ( c ( "sari", "mavi", "yesil", "mavi", "beyaz", "sari", "sari"))
```

şeklinde bir gösterim, renkleri çeşitli seviyelerde sınıflandırır.

Bu şekilde bir gösterimde, vektör elemanlarının sıradan değerler değil de, seviyeler halinde gruplanabilen değerler olduğu belirtilir. Çeşitli istatistiksel yöntemlerde bu

özellik kullanılmaktadır. Seviyelere ayrılan verinin frekans tablosu çıkartılabilir, sıralama işlemleri yapılabilir, seviyelere sayısal kodlar verilebilir.

S-Plus, bir veri matrisini saklamak için veri çerçevesi denilen veri yapısını kullanır⁴¹. Veri çerçeveleri, aynı uzunlukta veriyi tutan listeler gibi düşünülebilir. Örneğin, aşağıdaki veri çerçevesi ele alındığında, iki alfabetik, bir sayısal, bir de mantıksal verinin olduğu görülebilir.

	Matematik	Fen	Odevsayisi	Projeteslim
Ali	A	B	4	.T.
Ahmet	B	C	2	.F.
Deniz	A	A	3	.T.

Veri çerçevesi elemanlarına erişim, listelerde olduğu gibi gerçekleşmektedir. Veri çerçeveleri, genellikle bir dosyadan verinin okunması için kullanılır.

Veri çerçeveleri, listeler, vektörler ve matrisler arasında dönüşüm yapmayı sağlayan çeşitli komutlar mevcuttur.

2.1.4. Fonksiyonlar

S-Plus paketinde, veri üzerinde işlem yapmak için fonksiyonlar kullanılır. Fonksiyonlar tanımlanırken, gerekli parametre sayısı ve tipi belirtilir. Fonksiyon çağrıları, bu özellikler dikkate alınarak yapılır. Bazı fonksiyonlar, özellikleri gereği belirsiz sayıda parametre alabilirler. Örnek olarak, minimum ve maksimum bulan fonksiyonlar gösterilebilir. Fonksiyona, belirli sayıda parametre gönderileceği durumlarda, iki türlü kullanım imkanı vardır:

1. Fonksiyona parametre gönderimi, fonksiyon tanımlamasındaki sıraya göre yapılır.

⁴¹ Venables and Ripley, a.g.e., s.27.

2. Gönderilen parametreler, isteğe bağlı bir sırada gönderilir. Bu durumda, gönderilen parametrelerin, fonksiyon tanımlamasındaki hangi değerlere karşılık geldiği açıkça belirtilir.

Pek çok programlama dilinde fonksiyon çağrıları yukarıdaki birinci yöntemle yapılır. İkinci yöntemle göre yapılan fonksiyon çağrıları S-Plus'a özgüdür ve fonksiyona çok sayıda parametre gönderilmesi gerektiği durumlarda, kullanıcının hata yapma olasılığını azaltır.

Bazı fonksiyonların tanımlamaları yapılırken, listedeki parametrelerin bazıları için hazır değerler önerilmektedir. Fonksiyon çağrısı yapılırken, bu parametrelere karşılık gelen değerler gönderilmezse, fonksiyon önerilmiş hazır değerleri kullanır⁴².

Programda, birçok matematiksel fonksiyon yer almaktadır. Sayıları, tamsayıya çevirmek için "round", "trunc", "floor" ve "ceiling" gibi fonksiyonlar kullanılabilir. Mod alma, tamsayı bölme, trigonometrik, logaritmik ve üstel fonksiyonlar kullanılabilir. Bu fonksiyonlar, bir vektörün tüm elemanlarına ayrı ayrı uygulanır. Vektör elemanlarının toplamlarını ve çarpımlarını hesaplamak, minimum ve maksimumunu bulmak için fonksiyonlar mevcuttur. Bu fonksiyonların kümülatif işlem yapan versiyonları da vardır.

Vektör elemanlarının ortalamasını alan ve varyansını hesaplayan çeşitli fonksiyonlar pakette yer almaktadır. Bir vektörün elemanlarını tersinden sıralamak, tekrarlanmış elemanları tespit etmek ve uzaklaştırmak mümkündür. Vektörler üzerinde küme işlemleri yapmak için tasarlanmış fonksiyonlar bulunmaktadır. Bileşim, kesişim ve iki küme arasındaki farkları almak mümkündür. Vektör elemanlarına mantıksal işlemler uygulanabilmektedir.

Dizileri ve listeleri sıralamak için ayrı ayrı fonksiyonlar yer almaktadır. Listelere uygulanan "sort.list" yöntemi ile, liste istenen bir bileşene göre sıralanır. Birden fazla bileşene göre sıralama yapmak için "order" komutu kullanılır. Sıralanmış listeler, istenirse yeni listeler olarak saklanabilir.

⁴² Venables and Ripley, a.g.e., s.29.

Bir vektörün bilinmeyen elemanları olabilmektedir. Eğer bilinmeyen veya eksik bir veri sözkonusu ise bu durum, vektörde ilgili konuma "NA" işareti konarak belirtilir. Vektörler üzerinde işlem yapılırken, "NA" işaretli elemanlara bir işlem yapılmaz. İstendiğinde eksik veriler, veri çerçevesindeki elemanların ortalama değeri ile değiştirilebilir ya da herhangi bir fonksiyon uygulanarak, yeni değerler atanabilir⁴³.

Programda, matrisler üzerinde yapılacak işlemler için çok sayıda fonksiyon yer almaktadır. Matrisin satır ve sütun sayılarını bulmak, transpozisini almak, matris çarpımları gerçekleştirmek mümkündür. Vektörler veya matrisler, satır veya sütunları birleştirilerek matris olarak kullanılabilir. Matrislerin diagonal elemanlarını çekmek için "diag" komutu kullanılır. Bu komut, aynı zamanda bir vektörün bir diagonal matrise çevrilmesini sağlar. Matrislerin simetrik olup olmadığını test etmek için "symmetric" komutu mevcuttur. Bir doğrusal denklem takımını çözmek için "solve" komutu kullanılır. Örneğin $A \cdot x = b$ şeklindeki bir denklem takımında "x" değişkenlerini çözmek için, `solve ( A, b )` komutu girilir. Matrislerin özdeğerleri ve özvektörlerini bulmak için "eigen" fonksiyonu kullanılmaktadır.

Bir matrisin tekil değer ayrışımını (singular value decomposition) bulmak için "svd" komutu kullanılır. Matrislerin tersini bulmak "ginverse" komutu ile, QR ayrışımını hesaplamak ise "qr" komutu ile yapılır.

S-Plus çok sayıda modelleme fonksiyonu içermektedir. Bir faktörler grubundan çok girişli kontenjans tablosu yaratmak için "crosstabs" komutu kullanılır. Varyans analizi modellerinin tek değişkenli ve çok değişkenli analizini yapmak için "aov" ve "manova" komutlarına yer verilmiştir. Genelleştirilmiş doğrusal modeller için "glm", genelleştirilmiş toplamsal modeller için "gam" fonksiyonu kullanılmaktadır. Lokal regresyon modelleri uydurmak için "loess", sınıflandırma veya regresyon ağacı modellerini uydurmak için "tree" komutları mevcuttur. Faktör analizi yapılmak

⁴³ Venables and Ripley, a.g.e., s.35.

istendiğinde "factanal", asal bileşenler analizi yapılmak istendiğinde "princomp" komutları kullanılabilir⁴⁴.

Yaşam analizi yapmak için de çeşitli fonksiyonlar mevcuttur. Bu fonksiyonlar yardımı ile Cox oransal hazard modeli, Anderson-Gill tarafından yapılan eklerle Cox modeli, Kaplan-Meier yaşam modelini tahmin etmek mümkündür.

2.1.5. Veri Girişi

ASCII formatındaki bir dosyadan veri okumak program açısından sorun olmamaktadır. Lotus, Excel ve pek çok program dosyasından veri okutulabilmektedir. S-Plus'da eksik verinin ele alınması çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Eksik veri "NA" etiketi ile işaretlenir ve model tahmini yapılırken verinin nasıl işleneceği, kullanıcı tarafından yazılan programlarla belirtilebilir⁴⁵.

Verinin okutulması, bir S-Plus oturumunda klavye kullanılarak yapılabileceği gibi, geniş veri kümeleri için veri dosyaları da kullanılabilir. Hemen hemen tüm ekonometrik paket programlarda olduğu gibi, büyük hacimli verinin başka bir program kullanılarak girilmesi daha çabuk ve kolay olmaktadır.

Veriyi bir dosyadan okutmanın en kolay yolu, "read.table" komutu kullanarak veriyi bir veri çerçevesine aktarmaktır. Bu yöntemde, okutulacak dosyanın ilk satırında değişken isimlerinin yer aldığı başlık satırı olmak zorundadır. Ayrıca her satır, ilk değer olarak satır adının belirtildiği bir değer içermek zorundadır. Başlık satırı veya takip eden satırlar okutulmak istenmiyorsa, "skip" komutu kullanılarak istenilen satır sayısı kadar atlama yapılabilir. Veri okutulurken gönderilen parametreler yardımı ile, eksik veriler yerine hangi değer konacağı belirtilebilir. Klavyeden veri okutmak, "scan" komutu yardımı ile yapılır. Bu komut yardımı ile ayrıca, bir dosyadan verinin matris

⁴⁴ P.W. Ross, *The Handbook of Software for Engineers and Scientists*, IEEE Press, 1996, Florida, s.1120.

⁴⁵ Zeller, a.g.e., s.479.

olarak okunması da sağlanabilir. Bir dosyadan veri okutulurken, verinin dosyada yer alabileceği farklı konumlara göre okuma yapmak için, pek çok format mevcuttur⁴⁶.

Vektör veya veri çerçevesi tipindeki verinin dosyaya kaydedilmesi için "write" ve "write.table" komutu kullanılmaktadır. Verinin, dosya yerine oturma penceresine yazdırılması da mümkündür. Fakat, bu şekilde yazdırmada kullanılabilecek format komutları sayısı pek fazla değildir.

2.1.6 Grafik Özellikler

S-Plus, tanısal amaçlı basit diyagram çizimlerinden, baskı kalitesinde karmaşık grafik şekillere uzanan grafik özelliklere sahiptir. Grafikleri düzenlemek amacıyla komutlar tarafından kullanılan parametre çeşitleri çok fazla sayıdadır. Başlıklar, etiketler, çizgi tipleri, renkler, eksen isimleri gibi pek çok parametre mevcuttur. Grafiklerde diyagram elemanı olarak kullanılabilecek 20 kadar sembol bulunmaktadır. Bu semboller farklı büyüklüklerde çizdirilerek, değişik diyagramlar elde edilir. Diyagramların çeşitli özellikleri üzerinde tam bir kontrol sağlama imkanı, yazılacak programlar aracılığı ile kullanıcıya verilmiştir. Bu nedenle bir kullanıcı, çalışmasına özel grafik çıktıları üretebilmekte ve bunları kullanmaktadır.

Komutlar yardımı ile grafikler çizdirildikten sonra, grafikler üzerine eklemeler yapmak mümkündür. Bu amaçla, nokta ve doğru çizimi yapmak, metin eklemek için komutlar vardır.

Herhangi bir çizim komutu kullanılmadan önce, grafik çıktının gönderileceği bir çevre biriminin aktif hale getirilmesi gereklidir. Genellikle bu çevre birimi, bir bilgisayarın ekranı veya yazıcıdır. Çevre birimlerinin herbiri için, farklı aktivasyon komutları vardır. Birden fazla çevre birimi o anda aktif ise grafik çıktısı, en son aktif hale getirilen çevre biriminde görüntülenir⁴⁷.

⁴⁶ Venables and Ripley, a.g.e., s.39.

⁴⁷ Venables and Ripley, a.g.e., s.71.

Elde edilen bir grafiği dosya halinde kaydetmek mümkündür. Bu işlem sırasında, kullanıcı farklı grafik formatlarında kayıt yapabilmektedir.

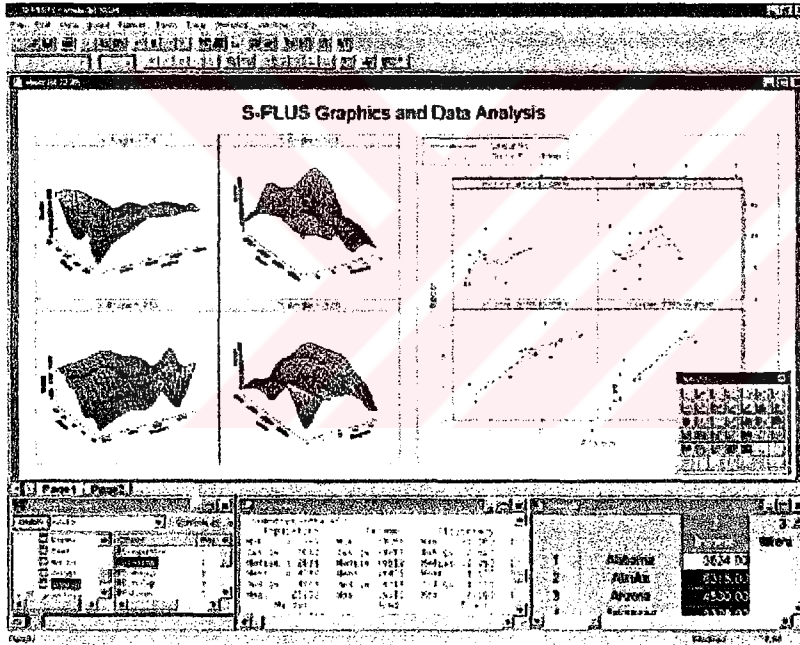
S-Plus programında kullanılan temel grafik komutu "plot" komutudur. Bu komut yardımı ile hemen hemen tüm S-Plus nesneleri çizdirilebilmektedir. Daha detaylı grafikler elde etmek için, farklı komutlar kullanılabilir. Bu komutlar Tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1. S-Plus grafik komutları

KOMUT	İŞLEVİ
abline	ekrandaki çizime bir doğru ekler
axis	çizime eksen ekler
barplot	çubuk diyagramlar çizdirir
contour	kontür çizimleri yapar
dotchart	nokta grafikleri çizdirir
faces	çok değişkenli verinin Chernoff yüz diyagramı
frame	ekrandaki çizimler arası geçişi sağlar
hist	çubuk histogramlar çizdirir
hist2d	iki boyutlu çubuk histogramlar çizdirir
legend	sembolleri açıklayıcı bölüm ekler
mtext	marjnlere metin ekler
pairs	çoklu değişkenler arasında ikili diyagramlar çizer
par	grafik parametrelerini belirler
persp	üç boyutlu perspektif çizimler yapar
pie	pasta diyagramlar çizer
polygon	ekrandaki çizime bir poligon ekler
qqplot	kantil-kantil diyagramları çizer
scatter.smooth	düzgünleştirilen bir eğri ile serpilme diyagramı çizer
segments arrows	çizgi parçaları veya oklar çizer
symbols	ekrana, tanımlanmış semboller çizer

Ekrandaki bir grafik üzerinde, herhangi bir noktaya fare ile kliklendiği zaman, gözlemlerin indisini veren "identify" fonksiyonu mevcuttur. Benzer şekilde, ekrandaki bir noktanın koordinatlarını veren "locator" komutu bulunmaktadır. Bu komut yardımı ile, başlık ve metin gibi nesnelerin grafikte tam olarak hangi noktaya konulması gerektiği öğrenilebilir⁴⁸.

Standart grafik komutlarına ek olarak, "Trellis" grafiği adı verilen özel bir kütüphane bulunmaktadır. S-Plus dilinde yazılmış olan bu kütüphane, yüksek kaliteli grafikler elde etmek için çeşitli fonksiyonlar içermektedir. Bu fonksiyonlar yardımı ile, farklı renk seviyelerinde, yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilir. Örnek bir S-Plus grafik çıktısı Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1. S-Plus programından bir grafik çıktısı

2.1.7. Programlama

S-Plus programı etkileşimli bir dil olduğu gibi, sisteme yeni fonksiyonlar eklemek için de kullanılabilir. Kontrol yapıları, döngüler ve veri tipleri ile birlikte tam bir

⁴⁸ Ross, a.g.e., s.1115.

programlama dilidir. Standart işlemleri yapmak için sistemde pek çok fonksiyon bulunmasına rağmen, kullanıcılar yeni fonksiyonlar yazmak isteyebilir.

Temel programlama yapılarından olan "if (şart) ... else" yapısı S-Plus'da yer almaktadır. Belirtilen bir şarta göre karşılaştırma yapılarak, sonuca göre işlem yapılır. Çok sayıda "if" komutunun ardarda gelmesi gerektiği durumda "switch" komutu kullanılarak programın okunabilirliği artırılır.

Bir program parçasının belirli şartlara göre birden fazla defa çalıştırılması gerektiğinde döngüler kullanılabilir. S-Plus, "for", "while" ve "repeat" gibi döngü komutları içermektedir. Bu komutlar yardımıyla, iterasyon yapan programlar yazmak mümkün olur.

Döngü komutlarını kullanmak program akışını yavaşlatabilir. S-Plus, bazı durumlarda veri tiplerinin özelliğinden faydalananarak, döngüye gerek bırakmayan komutlar kullanmaktadır. Örneğin bir vektör üzerinde işlem yapılacağı zaman, tüm elemanların bir döngü içinde sırayla çağırılması her zaman gerekmemektedir. Bu amaçla "apply" komutu kullanılır ve vektörün tüm elemanlarına aynı işlem tek bir komutla uygulanır. Vektör üzerinde yapılan bu işlemi geri almak "sweep" komutu ile mümkündür. Faktörler üzerinde döngü gerektirmeden yapılabilecek işlemler arasında, frekans tablosu bulmak sayılabilir. Bir vektörde yer alan değerlerin frekansını tespit etmek için "table" komutu kullanılır ve vektördeki faktör seviyelerinin kaç defa tekrarlandığı bulunur⁴⁹.

Kullanıcılar kendi fonksiyonlarını yazmak için "function" komutunu kullanırlar. Daha sonra, fonksiyonun gerçekleştireceği işlemler yazılır ve "return" ifadesi ile, elde edilen sonuç ana programa geri döndürülür. Fonksiyonun yapacağı işlem için gerekli parametreler, "function" komutunu takiben konulan parantezin içinde bildirilir. Parantez içinde ayrıca, parametreler için bazı hazır değerler verilebilir. Bu değerler, fonksiyon çağırısı sırasında ilgili parametreye karşılık gelen bir değer gönderilmezse kullanılır.

⁴⁹ Venables and Ripley, a.g.e., s.118.

Tipik bir fonksiyon yapısı aşağıdaki gibidir:

```
yenifonksiyon <- function (par1, par2, ....)
{ .....
  .....
}
```

Fonksiyonlar yazılırken, "stop" ve "warning" isimli sistem fonksiyonları dahil edilerek beklenmeyen durumlarda yapılması gerekenler belirtilir. Fonksiyon tamamlanmadan ana programa dönmek gerektiğinde "stop" fonksiyonu kullanılır. Fonksiyon, çalışmasına devam ederken ana programa önemli bir uyarı göndermek gerektiğinde "warning" fonksiyonu kullanılır. Fonksiyon için gerekli parametrelerden hangilerinin gönderildiğini test etmek için "missing" komutu bulunmaktadır.

S-Plus'da rekürsif fonksiyon yazımına izin verilmektedir. Bir fonksiyon parçası içinde, aynı fonksiyon kendisini çağırıyorsa bu tip fonksiyonlara rekürsif denir. Bu yöntem, programcıya kolaylık sağlamakta fakat sistemin ek kontroller yapmasını gerektirmektedir. Bu kontroller için, S-Plus gerekli komutları sağlamaktadır.

Program yazımı hatalara açık bir işlem olduğundan, mevcut hataların bulunup giderilmesi gerekmektedir. Hatalardan arındırma sürecinde kullanılabilecek yardımcı fonksiyonlar mevcuttur. Bir hata ile karşılaşıldığında, hatanın tam olarak hangi işlem yapılırken ortaya çıktığını bulmak için "inspect" komutu kullanılır. Bu komut çalıştırıldığı zaman, fonksiyonun hangi satırında hata oluştuğu görülebilir. Bir başka komut olan "trace" ile, program adım adım çalıştırılarak hata oluştuğu yerde kesilir. Böylece hatayı görmek kolaylaşmaktadır⁵⁰.

Yazılan programlar için basit yardım dosyaları oluşturma imkanı vardır. Programlar içinde, S-Plus komutlarına ek olarak işletim sistemi çağrıları yapılarak işletim sisteminin komutları da çalıştırılabilir.

⁵⁰ Venables and Ripley, a.g.e., s.141.

2.1.8. Dağılımlar ve Veri Özetleri

S-Plus, pek çok standart dağılım için olasılık yoğunlukları, kümülatif dağılım ve kantil fonksiyonlarını hesaplayan fonksiyonlar içermektedir. Bu hesaplamaları gerçekleştiren fonksiyonlar, genellikle standart matematiksel fonksiyonların bileşimleri olarak gerçekleştirilir. Bu durumda, hesaplanan değerler yaklaşık değerleri vermektedir.

Programın hesapladığı dağılım fonksiyonları; beta, binom, Cauchy, ki-kare, üstel, F, gamma, geometrik, hipergeometrik, logaritmik normal, lojistik, negatif binom, normal, Poisson, denge, T, uniform, Weibull ve Wilcoxon dağılım fonksiyonlarıdır. Fonksiyonların her biri, dağılıma özgü parametreler girilerek hesaplamalar yapmaktadır.

Yukarıdaki olasılık dağılımlarının özelliklerine sahip rasgele örnek kümeleri yaratmak için S-Plus'da fonksiyonlar bulunmaktadır. Her bir dağılım fonksiyonu için, bir tane rasgele veri üretici fonksiyon mevcuttur. Bu fonksiyonlara veri olarak, örnek büyüklüğü ve dağılıma özgü parametre değerleri gönderilir.

Rasgele örnek üretmek için, bir vektör tarafından saklanan veri de kullanılabilir. Programdaki "sample" komutu ile, bir vektörden istenen büyüklükte bir örnek kümesi rasgele çekilebilir.

Veri üzerinde tanımlayıcı istatistik elde etmek için "summary" komutu kullanılır. Bu fonksiyon; ortalama, kartiller ve eksik değerleri geri döndürmektedir. Bir veri matrisinin varyans-kovaryans matrisini hesaplamak için "var" fonksiyonu, korelasyonları hesaplamak için "cor" fonksiyonu kullanılmaktadır. Belirlenen olasılıklarda kantil hesaplayan "quantile" fonksiyonu bulunmaktadır. Veri üzerinde istatistik elde etmek için, ayrıca medyan, minimum, maksimum değerleri hesaplayan komutlara da yer verilmiştir.

Eldeki veriden klasik bir histogram çıkartmak için "hist" komutu kullanılır. Parametreler yardımı ile histogram çubukları sayısı ve aralıkları belirtilir. Dal-yaprak diyagramları çizmek için "stem" komutu, kutu diyagramları çizmek için "boxplot" komutu bulunmaktadır.

Bir vektörde tutulan veri üzerinde çeşitli testler yapmak mümkündür. Varyans eşitliğini test etmek için F testini kullanan "var.test" komutu, hipotez testleri için "t.test", "chisq.test" komutları, Wilcoxon rank toplamı testi için "wilcox.test" komutu mevcuttur. Tek yönlü yollu tasarım için Kruskal-Wallis sıra toplamı testi "kruskal.test" komutu ile, iki boyutlu kontenjans tablosu için Pearson'un ki-kare testi "chisq.test" komutu kullanılarak yapılmaktadır. İki boyutlu kontenjans tablosu için McNemar'ın ki-kare testi yapılmak istendiğinde "mcnemar.test", üç boyutlu kontenjans tablosu için Mantel-Haenszel testi yapılmak istendiğinde "mantelhaen.test" komutu kullanılabilir⁵¹.

2.1.9. Doğrusal İstatistiksel Modeller

S-Plus'da model kurmak için önce modeldeki bağıntılar belirlenir. Daha sonra, bu bağıntılar üzerinde uygulanacak tahmin yöntemi belirtilerek yeni bir nesne oluşturulur. Tahmin yönteminin uygulanması için çok sayıda hazır fonksiyon bulunmaktadır. Bu fonksiyonların her biri, çeşitli parametreler gerektiren model tahmin yöntemleridir.

İstatistikte önemli bir yere sahip olan doğrusal modelleri tahmin ve analiz etmek için S-Plus çeşitli fonksiyonlar sağlamaktadır. Doğrusal bir modelin tahmini için kullanılan temel fonksiyon "lm"dir. Bu fonksiyon, tahmin sonuçlarını S-Plus ortamında, bir tahmin edilmiş model nesnesi yaratarak saklar.

Fonksiyon, kullanılan parametreler ile birlikte aşağıdaki yapıdadır⁵²:

lm (formula, data, weights, subset, na.action)

Fonksiyondaki "formula" parametresi, girilmesi zorunlu olan model denklemini temsil etmektedir. "Data" parametresi, verinin yer aldığı veri çerçevesini belirtir. Eğer ağırlıklı değerler kullanılacaksa, ağırlık değerlerinin yer aldığı veri vektörü "weights" parametresi ile girilir. Veri çerçevesindeki verinin tamamı kullanılmayacak ise "subset" parametresi ile verinin, üzerinde model tahmini yapılacak kısmı belirtilir. Veri

⁵¹ Ross, a.g.e., s.1119.

⁵² Venables and Ripley, a.g.e., s.192.

kümesinde eksik değerler bulunmakta ise, model tahmini sırasında bu değerlerin nasıl ele alınacağı "na.action" komutu ile belirtilir.

Örnek olarak, cinsiyetlere göre gelir ve harcama arasındaki bağıntının araştırıldığı bir model ele alınsın. "Cinsiyet", "Harcama" ve "Gelir" isimli sütunları içeren, "Model" isimli veri çerçevesinde yer alan veri üzerinde, sadece kadınları kapsayan bir regresyon yapılmak istenirse aşağıdaki komut girilir:

```
sonuc<- lm (Harcama ~ Gelir , data = model, subset = Cinsiyet == "K" )
```

Model denklemlerine sabit terim sistem tarafından eklendiği için, yukarıdaki komutta denklemin sağ tarafına sadece "Gelir" değişkeni yazılması yeterlidir.

Aynı bağıntı kullanılarak, erkekler için bir regresyon yapılmak istendiğinde

```
sonuc<- lm (Harcama ~ Gelir , data = model, subset = Cinsiyet == "E" )
```

komutu yazılabileceği gibi, farklı bir yöntem de mevcuttur. Daha önceki model tahmininde elde edilen "sonuc" nesnesi kullanılarak, aynı bağıntı ve veri çerçevesi ile farklı bir regresyon uygulanabilir. Bunun için, bir önceki "lm" komutuna bağlı olarak çalışan, "update" komutu kullanılır:

```
update ( sonuc, subset = Cinsiyet == "E" ).
```

Model uydurulması sonucunda elde edilen nesneler üzerinde bazı genel fonksiyonlar uygulanmaktadır. Bu fonksiyonlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

"print": sonucun en basit gösterimi için kullanılır

"summary": regresyon analizi çıktısını gösterir

"coef": regresyon katsayılarını ekrana yazdırır

"resid": artık terimleri gösterir

"fitted" : uydurulmuş değerleri yazdırır

"deviance": artık kareleri toplamını yazdırır

"anova": varyans tablosu analizi için kullanılır.

"predict": yeni veri ile öngörü yapmak için kullanılır

"plot": tanımlayıcı diyagramlar çizmek için kullanılır

Model tahmini yapılırken tüm parametrelere pozitif olma kısıtı getiren "nnls.fit" fonksiyonu da mevcuttur.

2.1.10. Doğrusal Olmayan Modeller

S-Plus'da doğrusal olmayan modellerin tahmini, doğrusal modellerle benzerlik göstermektedir. Model tahmin yöntemleri arasında iki temel fark bulunmaktadır:

1. Tahminler için kullanılabilecek açık bir formül bulunmamaktadır. Bu nedenle, başlangıç değerleri gerektiren iteratif yöntemlere ihtiyaç vardır.
2. Doğrusal model denklemleri için kullanılan yapı yerine daha esnek bir yapı gerekmektedir.

Doğrusal olmayan modellerin tahmini için "nls" komutu kullanılmaktadır⁵³:

nls (formula, data, start, control, algorithm, trace).

Fonksiyonun gerektirdiği parametreler aşağıdadır:

"formula": doğrusal olmayan model denklemi

"data": verinin yer aldığı veri çerçevesi

"start": modeldeki parametrelerin başlangıç değerlerini içeren liste veya sayısal vektör. Model denkleminin sağ tarafında yer alan değişken isimlerinden, "start" kısmında yer almayanlar belirleyici değişkenleri temsil eder.

"control": hazır bulunan iteratif yöntemin bazı özelliklerini değiştirmek için kullanılan isteğe bağlı parametre

"algorithm": belirli bir uydurma algoritmasını kullanmaya yarar

⁵³ Venables and Ripley, a.g.e., s.269.

"trace": iteratif yöntemde her adımda bilgi verilmesini sağlar

Örnek olarak $y = \beta_0 + \beta_1 * 2^{-t/\theta}$ şeklinde bir model ele alınsın. Modeldeki "y" değeri zamana göre azalmaktadır, çünkü zamanı temsil eden "t" katsayısı üstel fonksiyonda negatif işaretlidir. Bağlantıda, β_0 ve β_1 doğrusal parametreler, " θ " ise doğrusal olmayan parametredir. Model, zayıflamakta olan kişilerin azalan kiloları ile gün cinsinden geçen zaman arasındaki bağıntıyı temsil etmektedir.

Modelin tahmini aşağıdaki şekilde yapılır.

```
> agirlik.basla <- (c ( b0 = 90 , b1 = 95, th = 120 )
> agirlik.uydur <- nls ( Kilo ~ b0 + b1 * 2 ^(-Gun / th) , data = rejim, start = agirlik.basla )
```

Yukarıdaki örneğin ilk satırında parametreler için başlangıç değerleri verilmiş ve "agirlik.basla" isimli vektöre atanmıştır. İkinci satırda ise, modelin tahmini yapılmaktadır. Modelin denklemi, kullanılacak verinin kaynağı ve başlangıç değerlerinin nereden alınacağı bilgileri girilerek, "nls" komutu ile katsayı tahmini gerçekleşir.

Doğrusal olmayan modellerin tahmini, genellikle model Taylor serilerine açılarak yapılır. Bu işlem sırasında gerekli olan birinci türevler "nls" fonksiyonu tarafından, sayısal yöntemler kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu işlem uzun zaman alabileceği için, birinci derece türevlerin denklemleri çıkartılıp ayrı bir fonksiyon olarak yazılabilir. Daha sonra, bu fonksiyonlar "nls" komutunda kullanılarak, türev hesaplaması "nls" komutu yerine bu fonksiyonlar tarafından yapılabilir. Örnekteki model için "deriv" komutu kullanılarak türev denklemleri çıkartılması aşağıdaki gibi gerçekleşir⁵⁴:

```
fonk1<- deriv ( y ~ b0 + b1 + 2^(-x / th), c ("b0", "b1", "th"), function(b0, b1, th, x) { })
```

Model tahmini yapılması aşağıdaki gibi olur:

⁵⁴ Venables and Ripley, a.g.e., s.271.

```
> agirlik.uydur <- nls ( Kilo ~ fonk1(b0, b1, th, Gun), data = rejim, start = agirlik.basla )
```

Denklemden bağıntılar, türev fonksiyonu ile "Kilo" arasında olacak şekilde değiştirilmiştir. Bu yöntem, iterasyon işlemlerinin daha hızlı çalışmasını sağlamaktadır.

Model tahmininde, iterasyon için gerekli olan başlangıç değerleri kullanıcı tarafından girilmektedir. Ancak, pek çok durumda başlangıç değerleri için mantıklı değerler hesaplanabilmektedir. S-Plus, başlangıç değerlerini hesaplayan "negexp.ival" ve "selfStart" fonksiyonları yardımı ile, daha az sayıda iterasyon yapılmasını sağlar. Bu fonksiyonların kullanımı, "deriv" fonksiyonu gibi olmaktadır.

Kullanılan "nls" komutu sonunda elde edilen sonuç nesnesi üzerinde çeşitli yöntemler uygulanabilmektedir:

"print": elde edilen sonuçları kısaca yazdırır
 "summary": uydurma süreci sonuçlarının özetini verir
 "coef": tahmini yapılan parametrelerin değerini verir
 "residuals": artıkları yazdırır
 "profile": tahminin çevresindeki en küçük kareler yüzeyini verir

Modellerin tahmini yapılırken, doğrusal olmayan tüm parametreler biliniyor olsaydı, modelde standart doğrusal regresyon yöntemleri kullanılabilirdi. Kısmi doğrusallık temeline dayanan "plinear" algoritması, farklı bir model tanımlaması ile doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemleri birleştirir. Bu durumda model bağıntısının sağ tarafında, sütunlarında doğrusal olmayan parametrelerin fonksiyonları bulunan bir matris yer alır. Doğrusal parametreler ise daha sonra, matris sütunları için regresyon katsayıları olarak ifade edilir. Başlangıç değerleri sadece doğrusal olmayan parametreler için gereklidir⁵⁵.

Daha önce hesaplanmış olan kilo-gün modeli, "plinear" algoritması ile aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir.

```
>agirlik.uydur<-nls(Kilo~cbind(1,2^(-Gun/th)),rejim,algorithm="plinear",start=c(th=120))
```

⁵⁵ Venables and Ripley, a.g.e., s.275.

Bu yöntemle, sadece "0" parametresi için iterasyon yapılır. İterasyon tamamlanınca doğrusal katsayılar tek adımlık bir işlemle hesaplanır.

Yöntemin avantajlarından birisi, az sayıda iterasyon gerektirmesidir. Bir diğer avantaj ise, iterasyonu yapılan parametre sayısı daha az olduğu için, uzak noktalardan da yakınsamanın mümkün olmasıdır.

Optimizasyon ve Maksimum Olabilirlik Tahminleri: Tek değişken içeren sürekli fonksiyonlarda, yerel bir minimum bulmak için "optimize", sıfırları bulmak için "uniroot" komutu kullanılır. Her iki komut da belirtilen bir aralık dahilinde tarama yapar.

Bir veya daha fazla terimin toplamı şeklinde yazılabilen fonksiyonları minimize etmek amacıyla, S-Plus "ms" komutunu içermektedir. Komut, daha çok maksimum olabilirlik tahminlerinde kullanılmaktadır. Birinci dereceden türevler "gradient" parametresi, ikinci dereceden türevler ise "hessian" parametresi ile "ms" komutuna girilir.

2.1.11. Zaman Serileri

S-Plus'da zaman serilerini işleyebilmek için çeşitli sınıflar bulunmaktadır. Düzenli aralıklarla yerleştirilmiş veri için "rts", düzensiz veri için "its", ve tarihlerden oluşan veri için "cts" sınıfları kullanılmaktadır. Örnek olarak "rts" sınıfı kullanılarak, veriler zaman serisi nesnesi olarak saklanabilir:

```
> ornek <- rts(scan(n=24))
```

```
14 32 23 18 34 23 25 37 25 43 31 21 17 22 32 29 19 30 24 16 36 11 26 12
```

Verilen örnekte, 24 tane değer okutulup zaman serisi yapısında "ornek" isimli değişkene atanmıştır. "Ornek" değişkeni yazdırıldığında, "rts" sınıfının özelliklerine uygun olarak bir çıktı alınır:

> ornek

```
14 32 23 18 34 23 25 37 25 43 31 21 17 22 32 29 19 30 24 16 36 11 26 12
```

```
start  deltat  frequency
```

```
1      1      1
```

Ekrana yazdırılan "start" değişkeni birinci gözlem değerinin etiketini, "deltat" gözlemler arasındaki artımı, "frequency" ise "deltat" değerinin tersidir.

Yukarıdaki örnek, mevsimsel veri olarak verilmek istenirse, verinin

```
> ornek <- rts (scan(n=24), start =1984, frequency = 12, units = "months" )
```

şeklinde okutulması gerekir.

Veri yazdırıldığında aşağıdaki çıktı elde edilir:

```
      Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1984: 14  32  23  18  34  23  25  37  25  43  31  21
1985: 17  22  32  29  19  30  24  16  36  11  26  12
start  deltat  frequency
1984  0.8333      12
```

Time units: months

Görüldüğü gibi, zaman birimi olarak "months" verilerek, ay isimlerinin yer aldığı farklı formatta bir çıktı elde edilmesini sağlamıştır.

Zaman serisi nesnelerinin çizimi için "ts.plot", "ts.lines" ve "ts.points" isimli grafik komutları kullanılmaktadır⁵⁶.

Birden fazla zaman serisini beraber ele almak için, zaman eksenlerini birleştirerek yeni zaman serileri oluşturan "ts.union" ve "ts.intersect" komutları kullanılır. Tüm zaman

⁵⁶ Venables and Ripley, a.g.e., s.433.

serilerinde ortak olan elemanlar "ts.intersect" komutu ile tespit edilir, "ts.union" ile tüm elemanların bileşimi alınır. Bu işlemler yapılırken, zaman serilerinde herhangi bir aralık belirtmek için "window" fonksiyonu kullanılabilir.

Zaman serilerinde, zaman eksenini belirtilen değer kadar geri ötelemek için "lag" komutu kullanılır. Ötelenmiş zaman serisi ile orjinal zaman serisi değerleri arasındaki farkların hesaplanması için, S-Plus "diff" komutunu içermektedir.

Zaman serilerinde, frekansı değiştirerek toplamalar ve ortalamalar almak, "aggregate" komutu ile mümkündür. Daha önce incelenen örnekte, üçer aylık toplamalar ve yıllık ortalamalar almak için aşağıdaki komutlar girilir:

```
> aggregate ( ornek , 4, sum )
```

	1	2	3	4
1984:	69	75	87	95
1985:	71	78	76	49

```
> aggregate (ornek, 1, mean )
```

1984:	27.166	22.833
-------	--------	--------

Zaman serilerinde otokovaryans ve otokorelasyon hesaplamak için "acf" fonksiyonu kullanılır. Fonksiyon, hesaplamaları yaptıktan sonra sonuçları ekrana çizdirirken, görüntülenecek gecikme uzunluklarını kendi seçer ve %95 güven aralıklarını belirtir⁵⁷.

Kısa dönem ve mevsimsel etkiler ayrılarak, zaman serilerinin ikinci dereceden özelliklerini araştırmak mümkündür. Bu amaçla, spektral analiz yapan "spectrum" komutu kullanılır.

⁵⁷ Venables and Ripley, a.g.e., s.435.

ARIMA Modelleri: Zaman serilerinin ikinci derece özellikleri için sonlu parametreler yöntemine dayanan modeller geliştirilmiştir. Otoregresif bütünleşmiş hareketli ortalamalar (ARIMA) yöntemini uygulayan çeşitli fonksiyonlar S-Plus'da mevcuttur. Bir ARIMA süreci simulasyonu yapmak için "arima.sim" komutu kullanılır. Komutun kullanımına tipik bir örnek aşağıdaki gibidir:

```
ts.deneme<- arima.sim (list (order = c(1,1,0), ar = 0.7 ) , n = 200)
```

Bu örnekte, birinci farkları AR(1) süreci özelliği gösteren bir seri üretilir.

ARIMA modellerinin tahmininde "ar" veya "arima.mle" komutları kullanılmaktadır. Yule-Walker denklemlerini kullanarak modeli tahmin eden "ar" komutu, çıktı olarak Akaike Bilgi Kriterini de vermektedir. Kullanılan "arima.mle" komutu ise, modeli maksimum olabilirlik yöntemine göre hesaplamaktadır. Model öngörüsü yapmak için ise "arima.forecast" komutu mevcuttur⁵⁸.

2.1.12. İrdeleme

S-Plus, veri üzerinde etkileşimli istatistik ve grafik analiz yapmak isteyen araştırmacılar için çok uygundur. Sahip olduğu dökümantasyon ve çok sayıda komut ile, S-Plus hemen hemen her işlemin kolayca yapılmasını sağlamaktadır. İstatistiksel modellemede çok kullanılan sınıflandırma ve regresyon ağaçları (CART) ile genelleştirilmiş toplamsal modeller (GAM) konularında, S-Plus son derece gelişmiş yöntemlere sahiptir. Diğer yandan, ekonometride çok kullanılan eşanlı denklem tahmin yöntemleri ve gecikmesi dağıtılmış modeller için gerekli yöntemleri uygulamak isteyen kullanıcılar açısından, program pek de yeterli sayılmaz. Program, yeni versiyonlarla desteklenmesi sayesinde güncel kalmayı başarmaktadır. Yakın bir gelecekte piyasaya sürülmesi beklenen 5.0 versiyonunun, özellikle zaman serileri alanında daha geliştirilmesi beklenmektedir.

⁵⁸ Venables and Ripley, a.g.e., s.445.

2.2. GAUSS

Gauss, pek çok bilim dalında kullanılan matematiksel ve istatistiksel bir matris programlama dilidir. Program, Aptech Systems Inc. (www.aptech.com) tarafından yazılıp pazarlanmaktadır. Programın Windows versiyonunun ticari kullanım için fiyatı 1295 USD, akademik kullanım için fiyatı 595 USD'dir. Program DOS, Windows 95/NT, Unix, OS2 gibi çok sayıda işletim sistemi altında çalışabilmektedir. İlk kez 1984 yılında piyasaya çıkan Gauss programı, sürekli güncelleştirilerek bugüne gelmiş ve Windows tabanlı 3.2 versiyonuna ulaşılmıştır.

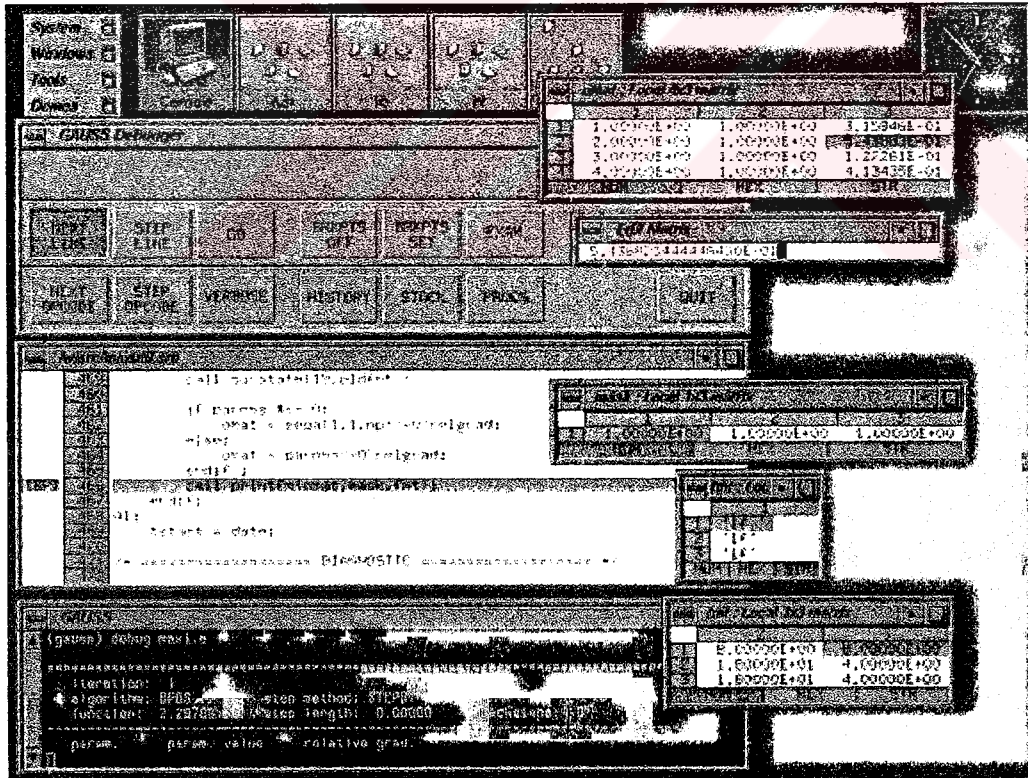
Programın Windows versiyonu, işletim sisteminin tüm kaynaklarını kullanmakta olup, işlenebilen matris boyutlarına ve sayısına hiçbir sınırlama getirmemektedir. Program, eklenen modüllerle birlikte İngilizce dışındaki dillerle de kullanılabilir. Programı kullanmak için gerekli minimum sistem, 486 işlemci ve 12 MB belleğe sahip bir bilgisayardır. Programda, komutların açıklandığı bir yardım dosyası bulunmaktadır. Gauss programı ile birlikte iki ciltlik döküman dağıtılmaktadır. Dökümanın yetersizliği ve güncelleşmesinin geç yapılması, program açısından bir dezavantajdır⁵⁹.

Gauss'da bulunan matematik ve istatistik fonksiyonların sayısı yaklaşık olarak 400'ü bulmaktadır. Bu fonksiyonlara ek olarak, kullanıcılar da yazdıkları fonksiyonları kaydederek bir kütüphane oluşturabilmektedir. Gauss, fonksiyonlara ek olarak, ekonometrik yöntemleri uygulayan paketlerle de desteklenmiştir. Paketler, Gauss programından ayrı satılmaktadır. Bu paketler ve Gauss fonksiyonları; optimizasyon, maksimum olabilirlik, doğrusal programlama, logaritmik doğrusal modeller, öz değerler, faktörizasyon, ayrışım, denklem çözümü, kümülatif dağılım fonksiyonları, otoregresyon, panel veri, eşbütünleme modelleri, rasyonel beklenti modelleri, iki ve üç aşamalı en küçük kareler, ARIMA modelleri, Bessel fonksiyonları, doğrusal olmayan denklem sistemleri, diferansiyel denklemler, çok terimli logit analiz, probit analiz, sıralı probit ve logit, tanımlayıcı istatistik, sınırlı bağımlı değişken modelleri, kovaryans yapısı analizi ve eğri uydurma işlemlerini gerçekleştirmektedir.

⁵⁹ Cribari-Neto, a.g.e.,s.79.

Gauss fonksiyonlarının kodu programcılarının erişimine açıktır. Bu sayede kullanıcı, fonksiyonlara eklemeler yapabilmekte, istediği yerleri ihtiyacına göre düzenlemektedir. Programın temel veri elemanı matrisler olduğu için, ekonometrik ve istatistiksel kullanım için gerekli programlar daha kolay yazılabilmektedir. Bunun dışında, dilin ve komutların yapısı kolay anlaşılabilir bir seviyededir.

Gauss, program yazarak çalıştırılabileceği gibi, etkileşimli olarak da çalışabilir. Etkileşimli ortamda, tek bir komut ya da bir kaç satırlık kodlar girilerek, sonucu hemen görülebilir. Daha uzun ve karmaşık işlemler için, programlar yazılır ve ".g" uzantısı ile kaydedilir. İstenirse, yazılan programlar Gauss ortamından ayrı olarak tek başlarına çalışacak şekilde düzenlenebilirler. Program geliştirme aşamasında ortaya çıkacak hataları bulma ve çözme amacıyla, hata ayıklama editörü sağlanmıştır. Bu sayede programın hangi aşamasında ne tip bir hata yapıldığı kullanıcılara gösterilmektedir. Şekil 2.3'de, hata ayıklama editöründen bir ekran çıktısı görülmektedir.



Şekil 2.2. Hata ayıklama editörü

Gauss programının sahip olduğu çeşitli özellikler aşağıda detaylı olarak incelenecek, dilin yapısı, grafik özellikler ve ek paketler tanıtılacaktır.

2.2.1. Grafik Özellikler

Gauss programı yüksek kalitede iki ve üç boyutlu grafikler üretebilmektedir. Çubuk diyagramlar, XY diyagramları, kutupsal diyagramlar, histogramlar, yüzey diyagramları, XYZ diyagramları yaratılabilmektedir. Grafikler, farklı pencerelerde görüntülenebilir. Görüntülenen grafik sayısında teorik olarak sınır bulunmamaktadır.

2.2.2. Gauss Light

Programın, özellikle öğrenciler ve amatör kullanıcılar için geliştirilmiş bir kısıtlı kullanım versiyonu bulunmaktadır. Gauss Light adındaki bu ürün, DOS ve UNIX işletim sistemlerinde çalışmaktadır. Ürün, maksimum 8192 elemanlı matrislere izin vermekte, en fazla 1 MB hacmindeki dosyaları işleyebilmektedir. Yazılan programlar tek başlarına çalışma özelliğine sahip olmamaktadır.

2.2.3. Dilin Yapısı

Gauss programının temel veri elemanı matrislerdir. Değişkenler, matris tipinde olabileceği gibi alfanümerik tipte de olabilirler. Matrisler, sayısal veri, karakter veri ya da her ikisini birden içerebilirler. Değişkenlere, sistem tarafından kullanılan isimler verilemez. Değişken isimleri 8 karakter uzunluğunda olabilir. Programda büyük küçük harfler arasında bir fark bulunmamaktadır.

Matris yaratmak için "let" komutu kullanılır. Komutu takiben, matrisin ismi ve elemanların değerleri verilir. Veri, sütun matrisi şeklinde girilmeyecekse, matrisin boyutları köşeli parantez içinde satır ve sütun olarak belirtilir. Örnek olarak;

let [3,2] = 1,2,3,4,5,6

şeklinde bir gösterim 3 satırlı, 2 sütunlu bir matris yaratıp, 1'den 6'ya kadar olan sayıları matrise doldurur. Matris elemanlarının tamamına erişilebileceği gibi, belirli bir satır ve sütun aralığında da erişim gerçekleşir.

Matris yaratılırken '0' ve '1' elemanlarından oluşan matrisler yaratmak için "zeros" ve "ones" komutları, birim matris yaratmak için "eye" komutu kullanılır. Matris yaratmak için ayrıca "editm" komutu ile, bir matris editörü çağırılabilir. Matris elemanları arasından maksimum ve minimum değerleri bulmak, belirli bir şarta uygun değer sayısını elde etmek için komutlar bulunmaktadır.

Matrislerden alt matrisler yaratmak için diagonal elemanları çekmek, belirli satırları silmek veya seçmek, rasgele veri kümeleri yaratmak gibi işlemleri gerçekleştiren fonksiyonlar mevcuttur. Matris sütunlarının toplamını ve çarpımını alan, ayrıca bu işlemi kümülatif olarak yapan fonksiyonlar da bulunmaktadır. Matris satırlarını ötelemek, rotasyon işlemleri gerçekleştirmek, elemanların sırasını ters çevirmek için yardımcı komutlara yer verilmiştir.

2.2.4. Veri İşlemleri

Veri üzerinde işlem yapmak için "veri döngüsü" kavramı geliştirilmiştir. Buna göre, bir dosyadaki veri okutulup, gerekli değişiklikler yapılarak bir başka dosyaya aktarılabilir. Veri döngüsü yardımı ile, veri kümesine alınacak ve alınmayacak değişkenler belirtilebilir, belirli bir şarta uygun olarak satırlar silinebilir veya yeni değişkenler yaratılabilir. Değişkenlere gecikmeler uygulamak, eksik değerleri kontrol etmek ve değer atamak gibi işlemleri veri döngüsü içinde yapan komutlar mevcuttur. Bir veri döngüsü yapısı aşağıdaki şekildedir:

```
dataloop infile outfile;
```

```
.....
```

```
.....
```

```
endata;
```

Veri üzerinde yapılacak işlemler için çok sayıda komut mevcuttur. Bir veri kümesinin satır ve sütun sayısı ile toplam eleman sayısını öğrenmek mümkündür. Veri kümesi açma, kapama, veri kümesini programa yükleme, dosya sonu kontrolü yapma, veri okuma, dosyada belirli bir satıra konumlanma gibi işlemler için de, Gauss programında

komutlar bulunmaktadır. Bir veri kümesindeki değişkenlerin isimlerini, sıra numaralarını elde etmek mümkündür. Sütun vektörlerini bir matris oluşturacak şekilde birleştirmek, matristen sütun vektörleri yaratmak için Gauss komutları bulunmaktadır.

Matrisleri satır ve sütunlara göre sıralamak, tekil elemanları seçmek, iki veri matrisini sıralayarak birleştirmek için çok sayıda sıralama komutu mevcuttur.

2.2.5. İstatistik ve Matematiksel Fonksiyonlar

Gauss; ki-kare, F, gamma, beta, t ve normal dağılımlara ait fonksiyon değerlerini hesaplayabilmektedir. Çapraz çarpımlar, moment matrisleri, korelasyon matrisi, varyans-kovaryans matrisi, konvolüsyon, ortalama ve standart sapma hesaplamak için fonksiyonlara yer verilmiştir. Doğrusal regresyon gerçekleştirmek için "ols", QR ayrışımı ile doğrusal regresyon katsayılarını hesaplamak için "olsqr" komutu kullanılır.

Veri üzerinde işlem yapmak için trigonometrik ve matematiksel fonksiyonlar bulunmaktadır. Türev ve integrasyon işlemlerinde, sonlu fark yaklaşımı ile, bir fonksiyonun birinci ve ikinci türevini almak mümkündür. Bir, iki ve üç boyutlu fonksiyonların integralini almak için fonksiyonlar bulunmaktadır. Simpson metodu ile integral alma, bir x değişkeninin fonksiyonu ile ifade edilen bir yüzey üzerinde integral almak mümkündür.

Bir kare matrisin karakteristik polinomunu hesaplamak için "polychar" fonksiyonu kullanılır. Verilen katsayılardan polinomlar üretmek ve köklerini hesaplamak, verilen köklerden katsayıları hesaplamak için Gauss fonksiyonları mevcuttur.

2.2.6. Gauss Uygulamaları

Gauss paket programı, istatistik ve ekonometrik yöntemleri modüller halinde içermektedir. Standart modüllere ek olarak, paketler halinde satılan fonksiyon kütüphaneleri bulunmaktadır⁶⁰.

2.2.6.1. Eğri Uydurma

Hesaplama yöntemi ve ilgili veri girildikten sonra "Curvefit" paketi kullanılarak en küçük kareler yaklaşımı ile eğri uydurulur. Bu modülün sahip olduğu özellikler arasında, ağırlıklı gözlemler ve çoklu bağımlı değişkenler yöntemleri bulunmaktadır. Modül, bootstrap tahminleri yapmak için çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Bu fonksiyonlar; bootstrap katsayılarının kovaryans matrisi ve ortalama vektörü hesaplanması, katsayıların dağılımlarının histogramı ve parametrelerin ikili yüzey diyagramları çizimini gerçekleştirmektedir. Özellikle doğrusal olmayan modellerde, katsayı dağılımları simetrik olmadığından diyagramlar önem kazanmaktadır.

Modülde, Bates ve Watts tarafından tanıtılmış olan yöntemlerle t profili iz diyagramları ve benzerlik profili iz diyagramları üreten fonksiyonlar bulunmaktadır. Klasik istatistik sonuç çıkarma yöntemleri, doğrusal olmayan modellerde hatalı sonuçlara yol açabileceğinden, profil diyagramları katsayıların anlamlılığının testi açısından önem kazanmaktadır.

Tek bir bağımlı değişken için Levenburg-Marquardt metodu ana metod olarak kullanılmaktadır. Bu metod, doğrusal olmayan en küçük kareler probleminin yapısından faydalanarak, minimuma yakınsamada robust bir araç sağlar. Model, tahmin edilecek çok sayıda katsayı içeriyorsa, gerekli bilgi matrisinin hesaplanması sisteme ağır bir yük getirecektir. Bu durumlarda, Conjugate Gradyen metodunun Polak-Ribiere versiyonu kullanılır.

⁶⁰ Aptech Systems Inc., "<http://www.aptech.com>"

2.2.6.2. Tanımlayıcı İstatistik

Tanımlayıcı istatistikler sağlamak amacıyla, GAUSS programı "DSTAT" modülünü görevlendirmektedir. Modül, veri kümelerindeki değişkenlerin sayısal karakteristiklerini tanımlayan ve ileri analiz için bilgi sağlayan istatistikler içermektedir. Yapılan istatistikler çok geniş veri kümelerini işleyebilmekte, sayısal veya alfabetik veri de içerebilmektedir. Veri kümesinin tamamı seçilebileceği gibi, belirli kriterlere göre bir alt küme seçimi de yapılabilmektedir. Elde edilen sonuçlar daha sonra kullanmak amacıyla saklanabilmektedir.

Ortalama, uç değerler, kovaryans matrisi ve korelasyon matrisi hesaplamak, elde edilen istatistikler arasında sayılabilir. Modülün diğer temel fonksiyonları, kontenjans tablosu yaratmak, bu tablo için istatistikler ve uygunluk ölçüleri hesaplamaktır. Bunlara ek olarak, modülde değişkenlerin frekans dağılımlarını ve ortalamaların farklarını test etmek için de yöntemler bulunmaktadır.

2.2.6.3. Doğrusal Programlama

GAUSS, küçük ölçekli doğrusal programlama problemlerini çözmek için "SIMPLEX" modülünü içermektedir. Modülde, değişkenler ve kısıtlar için sınırlar belirlenebilmekte, pivotların seçiminde kurallar uygulanabilmektedir. Kısıt tipleri, tolerans seçimi yapılmakta, global değişken kullanılarak çıkış ayarlanabilmektedir.

Değişkenlerin ve amaç fonksiyonunun değerleri modül tarafından hesaplanmakta ve dual değişkenler geri döndürülmektedir. Her kısıtın durumu, çözümün tekilliği ve niteliği, varsa diğer optimal çözümler modül tarafından kullanıcıya bildirilmektedir. Bunlardan başka, yapılan iterasyon sayısını öğrenmek ve istenirse tüm iterasyonları kaydetmek mümkün olmaktadır. Modül, bir başlangıç değeri verilerek çalıştırılabilir.

2.2.6.4. Doğrusal Regresyon

Doğrusal Regresyon modülü, tek denklemlı modelleri veya eşanlı denklem sistemlerini tahmin etmek için çeşitli yöntemler içermektedir. Modül, katsayı kısıtlamaları ve heteroskedastik standart hatalarına izin vermektedir. Pakette, iki ve üç aşamalı en küçük kareler yöntemi ile görünürde ilişkisiz regresyon yöntemleri bulunmaktadır. Modül, değişken varyanslı modellerin tutarlı standart hatalarını hesaplamakta, klasik en küçük kareler yöntemi içinde etki ve eş-doğrusallık (collinearity) araştırmaları yapabilmektedir. Çoklu değişkenler içeren geniş veri kümelerini işleyebilmekte, tüm regresyon yöntemleri belirtilen bir veri aralığında çalışabilmektedir. Doğrusal hipotez testleri yapılabilmekte, doğrusal kısıtlamalarla regresyon yapılabilmektedir. Önemli test istatistikleri ve tahmini yapılan katsayılar saklanabilmekte, üç aşamalı en küçük kareler ve görünürde ilişkisiz regresyon yöntemleri iteratif olarak hesaplanabilmektedir.

Modülle birlikte, çok geniş bir kullanım kılavuzu dağıtılmaktadır. Yöntemlerin kullanımını açıklamak amacıyla çok sayıda konuya yer verilmiştir. Konular arasında, beta tahminleri için birleşik güven bölgesi, değişken varyans testi, yapısal değişiklik testi sayılabilir. Kılavuz ayrıca, bir translog maliyet fonksiyonu hesaplamak için klasik en küçük kareler yönteminin kullanılması, maliyet paylaşımı denklemlerinden oluşan bir sistemin tahmininde görünürde ilişkisiz regresyon yönteminin kullanılması ve Klein modelinin tahmininde üç aşamalı en küçük kareler yönteminin kullanılması işlemlerinin nasıl yapılacağını açıklamaktadır.

2.2.6.5. Logaritmik Doğrusal Analiz

Bu modül (LOGLIN), kategorik verinin analizi için logaritmik doğrusal yöntemler kullanmaktadır. Tahmin, K-girişli tablonun hücrelerinin bağımsız Poisson tesadüfi değişkenleri olduğu varsayımına dayanarak yapılır. Parametreler, Newton-Rapson metodunu kullanan bir algoritma yardımı ile bulunmaktadır.

Tasarım matrisi (design matrix) hesaplanması kullanıcı tarafından yapılabileceği gibi, LOGLIN modülü tarafından da yapılabilir. Bu işlem sırasında kısıtların türü ve parametreler seçilebilir.

Uydurma konfigürasyonu verildiği takdirde, hiyerarşik bir model tahmini yapılır. Bir tablonun tüm 3-girişli hiyerarşik modellerini tahmin edebilmekte ve aynı zamanda hücrelere ağırlık verebilmektedir.

LOGLIN modülü, literatürde bulunan pek çok modelin tahminini yapabilmektedir. Bishop, Fienberg ve Holland (1975) tarafından yazılan "Kesikli Çok Değişkenli Analiz", Haberman (1979) tarafından yazılan "Nitel Verinin Analizi" ve Agresti'nin "Ordinal Kategorik Verinin Analizi" kitapları bu yöntemlerden bazılarını içermektedir⁶¹.

2.2.6.6. Maksimum Olabilirlik

Model parametrelerinin tahminini maksimum olabilirlik yöntemini kullanarak tahmin etmek için MAXLIK isimli modül kullanılmaktadır. Optimizasyonu kontrol etmek için, kullanıcı tarafından 25'den fazla seçenek belirtilebilmektedir. Kullanılan algoritmalar arasında BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno), DFP (Davidon-Fletcher-Powell), Newton, PRCG (Polak-Ribiere tipi Conjugate Gradyen) ve BHHH (Berndt-Hall-Hall-Hausman) algoritmaları sayılabilir. Modül; BFGS, DFP, ve Newton algoritmalarında sayısal olarak daha üstün olan Cholesky faktörizasyonu, çözme ve güncelleme metodlarını kullanmaktadır.

Sınırlı bağımlı değişken modellerini tahmin etmek için COUNT fonksiyonu bulunmaktadır. Bu fonksiyon, kesikli olaylar veya olaylar arasındaki süreçler olarak ölçülen bağımlı değişken modelleri için maksimum olabilirlik tahmin edicileri sağlamaktadır.

⁶¹ Gauss Applications, Aptech Systems Inc., "<http://www.aptech.com>"

2.2.6.7. Doğrusal Olmayan Denklemler

Bilinmeyen sayısı kadar denklemin olduğu doğrusal olmayan sistemlerin çözümünde "Nonlinear Equations" modülü kullanılmaktadır. Modülde, hesaplama hızını ve doğruluğunu arttırmak için GAUSS fonksiyonları bulunmaktadır.

Kullanılacak fonksiyonlar, sürekli ve türevi alınabilir olmalıdır. İstenirse, Jacobien matrisleri hesaplamak için bir fonksiyon yazılabilir. Herhangi bir fonksiyon verilmezse Jacobien matrisleri sayısal olarak hesaplanır. Newton metodu ve Sekant Güncelleme metodu arasından bir seçim yapılabilir. Adım uzunluğu algoritmalarından ise kuadratik/kübik metodu veya kancaadımı (hookstep) metodu kullanılabilir.

2.2.6.8. Optimizasyon

Fonksiyonların optimizasyonunu yapmak için OPTMUM modülü kullanılmaktadır. Çok sayıda adım uzunluğu yöntemi arasından seçim yapılabilmekte, optimizasyon sırasında algoritmalar arasında geçişlere izin verilmektedir. Modül tarafından önerilen seçimler kullanıldığında, sadece optimize edilecek fonksiyon ve başlangıç değerleri belirtilerek, en kolay şekilde optimizasyon işlemi başlatılabilir. Optimizasyon sürecini kontrol etmek için, 25'den fazla seçenek sağlanmıştır. Bu algoritmalar arasında BFGS, DFP, Newton ve PRCG yöntemleri sayılabilir. Adım uzunluğu metodları ise, STEPBT ve BRENT yöntemlerini kapsamaktadır. Bu metodlara ek olarak adım yarılama metodu da kullanılabilir. Optimizasyon sürecinde algoritmalar arasında geçiş yapma şartları olarak, iterasyon sayısı veya bir tolerans değeri belirtilebilir.

2.2.6.9. Nitel Cevaplı Ölçekler

Bu tür modeller, özellikle sosyal bilimler ve davranış bilimlerinde çok sık kullanılmaktadır. Modül, hipotez testleri ve çok sayıda uygunluk ölçüleri sağlamaktadır. Modülde bulunan temel fonksiyonlar, çoklu logit, sıralı logit ve probit, ikili probit modelleri tahmininde kullanılan fonksiyonlardır. Poisson regresyon modelini hesaplamak ve doğrusal hipotezleri test etmek için de fonksiyonlar bulunmaktadır.

2.2.6.10. Zaman Serileri

Zaman serilerinde yatay kesit regresyonu yapmak için TSCS modülü kullanılmaktadır. Modül, bileşik zaman serileri ve yatay kesit modelleri tahmini için fonksiyonlara sahiptir. Çeşitli yatay kesit birimleri üzerinde zamana yayılmış gözlem verileri bulunduğu varsayımı yapılmıştır.

Bu modülde, özellikle değişken regresyon sabiti içeren regresyon modelleri, yani bireye özel etki modellerinin tahmini yapılabilir. Dışsal değişkenler için regresyon parametrelerinin, yatay kesit birimleri üzerinde sabit olduğu varsayılır. Sabit terimler ise bireylere göre değişkenlik göstermektedir.

Modülün içerdiği tahmin ediciler; sabit etkili en küçük kareler, kısıtlanmalı en küçük kareler ve rasgele etkili genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemidir. Rasgele etki modelinin doğru tanımlanmış olduğunu sınamak için Hausman testi yapılmaktadır. Kovaryans ve genelleştirilmiş en küçük kareler tahmini analizine ek olarak, iki tane çoklu kısmi korelasyon hesaplanmaktadır. Kısmi korelasyonların birincisinde, grup değişkenler sabit tutularak bağımsız değişkenler kümesi tarafından açıklanabilen bağımlı değişkendeki değişimin yüzdesi bildirilmektedir. Bağımlı değişkendeki değişimin, diğer bağımsız değişkenler sabit tutulduktan sonra ne dereceye kadar grup değişkeni tarafından etkilendiği ise ikinci kısmi korelasyon tarafından bildirilmektedir.

Modülde bulunan özelliklerden biri de, her yatay kesit verisi için farklı sayıda zaman serisi gözlemine izin verilmesidir. Özellikle , gözlem değerleri eksik olduğunda bu özellik çok kullanışlı olmaktadır.

Modülde, otoregresif hatalar içeren regresyon modelleri için parametreleri ve standart hataları hesaplayan fonksiyonlar da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar, Cochrane-Orcutt ve benzeri yöntemler içeren modeller için kullanılmakta, hata terimlerinin otokovaryansı ve otokorelasyonu hesaplamasını da gerçekleştirmektedir.

Modül, genel ARIMA (p,d,l,q) modelleri tahmininde tam maksimum olabilirlik yöntemini kullanmaktadır. Öngörü hesaplamaları, teorik otokovaryanslar, örnek otokorelasyonları ve kısmi otokorelasyonları hesaplamak için fonksiyonlar bulunmakta, ARIMA modelleri simulasyonu yapılabilmektedir.

2.2.7. İrdeleme

Gauss, ekonometrik programlama dilleri arasında en eskisi olduğu için, bu alanda daha çok kullanılmaktadır. Program, kullanım kolaylığı ve grafik özellikler açısından tercih edilmektedir. Ayrıca, yabancı dil desteği ve farklı platformlarda çalışma özelliği, programın yaygın kullanımında önemli bir etkindir. Temel veri elemanı matris olduğu için, ekonometrik ve istatistik yöntemlerin programlara uygulanması çok kolay olmaktadır. Gauss Light ismindeki kısıtlı kullanım versiyonu, özellikle öğrencilerin programı edinmelerini kolaylaştırmaktadır. Program, ancak paketlerle birlikte tam kapasite kullanılmaktadır.

2.3. OX

Ox, temel elemanı matris olan, nesne tabanlı bir programlama dilidir. Program yazarı Jurgen Doornik, Oxford üniversitesinde ekonomi profesörü olup, aynı zamanda Stamp ve PcGive paketlerinin de yazarlarındandır. Programın dağıtımı, Timberlake Consultants firması tarafından yapılmaktadır. Programın son versiyonu olan 2.0'nın fiyatı ticari kullanım için 755 USD, akademik kullanım için 395 USD'dir. Kullanılan döngüler, fonksiyonlar, diziler ve sınıflar yapıları itibariyle, günümüzün popüler dillerinden olan C++ ve Java'ya benzerlik göstermektedir. Ox; Unix, DOS, Windows, Linux ve AIX gibi işletim sistemlerinde çalışabilmektedir. Programın kısıtlı kullanım versiyonu ve program hakkında ek bilgi, internette "www.nuff.ox.ac.uk/Users/Doornik" adresinden alınabilir⁶².

⁶² Turalay Kenc and J.Michael Orszag, "OX:An Object Oriented Matrix Language", The Economic Journal, Vol.107, 1997, s.257.

Programın, "html" formatında hazırlanmış yardım dosyası, kullanım kolaylığı ve anlaşılabilirlik özelliklerine sahiptir. Bunun dışında, programla birlikte "Object-Oriented Matrix Programming using Ox 2.0" isimli kitap da dağıtılmaktadır. 450 sayfalık kitap program örnekleri ve komut tanımlamaları içermektedir.

2.3.1. Veri Girişi

Ox, veri okuma ve yazma işlemleri için çok sayıda dosya formatı desteklemektedir. Excel ve Lotus dosyalarına ek olarak, PcGive ve Gauss paket programlarına ait veri dosyalarından da okuma gerçekleştirilebilmektedir. Bunun dışında uygun formatlı ASCII dosyalarından da okuma yapılabilir. Verinin dosyalardan matrise okutulmasını sağlayan loadmat() fonksiyonu mevcuttur. Ayrıca, "veritabanı" sınıfında yer alan "LoadIn7" ve "LoadXls" fonksiyonları kullanılarak, istenen formatta veri okuması gerçekleştirilir.

2.3.2. Dilin Yapısı

Dilin temel elemanları, tanımlayıcılar, fonksiyonlar ve sınıflardır. Tanımlayıcılar, sistem tarafından kullanılan anahtar kelimeler ve sabitlerden oluşmaktadır.

Değişkenler, "decl" anahtar kelimesi kullanılarak tanımlanır. Pek çok dilin aksine, tanımlanan değişkenlerin belirli bir tipe sahip olması gerekmez. Değişkenlere değer atandıkça ilgili veri tipine bürünürler. Tamsayı, ondalık sayı, karakter ve matris tipleri, Ox programında yer almaktadır.

Programda döngü yapısını sağlamak için "for" ve "while" komutları bulunmaktadır. Bunun dışında "if" komutu yardımı ile şartlı dallanmalar sağlanmaktadır. Ortak isim altında ulaşılan değişkenleri saklayan diziler, "array" komutu ile tanımlanır.

Ox programının özelliklerinden biri de nesne tabanlı olmasıdır. Bu sayede, özellikle uzun programlar yazılırken, kodlama aşamasında kolaylık sağlanmaktadır. Nesne tabanlı programlamanın temel aracı "sınıf"tır. Bir değişkenler grubu ve bu değişkenlere

uygulanabilecek fonksiyonlardan oluşan kümeye "sınıf" adı verilir. Taban sınıflar yaratıldıktan sonra, bu sınıflardan benzer özelliklere sahip sınıflar türetilerek kodlama aşaması kısaltılır.

2.3.3. Fonksiyonlar

Ox dilinin en önemli elemanlarından birisi de fonksiyonlardır. Dilin kendi fonksiyonları yanında, kullanıcı tarafından da fonksiyon tanımlanmasına izin verilmektedir⁶³.

2.3.3.1. Zaman Fonksiyonları

Programlar çalıştırılırken, zaman ölçümleri yapmak, yöntemler arasında performans karşılaştırmaları yapmak ve zaman bilgisini sonuçlarla birlikte yazdırabilmek için, bilgisayar sisteminin saatini okuyabilen fonksiyonlar gerekmektedir. Sistem tarihini okuyan "date", saati okuyan "time", program başlangıcından bu yana geçen zamanı bildiren "timespan" fonksiyonları Ox'e dahil edilmiştir.

2.3.3.2. Genel Fonksiyonlar

Bir argüman listesinde, elemanlar üzerinde mantıksal işlemler yapmak için "binand" ve "binor" komutları kullanılır. Eşitlik, büyüklük ve küçüklük ilişkilerini test etmek için operatörler kullanılabilir. Bir veri kümesinde, verilen bir aralık dahilinde yer alan elemanların tespiti için "count" ve "countc" komutları mevcuttur. Bir matrisin tüm elemanları üzerinde sonsuzluk testi ve eksik değerlerin varlığı testi yapılarak, boolean değerlerden oluşan bir matris hesaplanabilir. Bu işlemler tek bir matris elemanı üzerinde de gerçekleştirilebilir.

Satır ve sütun bazında minimum ve maksimum değerleri bulmak, bu değerlerin yerini tespit etmek "limits", "min" ve "max" gibi komutlar ile mümkündür. Satır ve sütun elemanlarının çarpımını hesaplayan "prodr" ve "prodc" fonksiyonları sayesinde, kullanıcının döngü içinde işlem yapmasına gerek kalmamaktadır. Benzer şekilde satır

⁶³ Ox programı yardım dosyası

ve sütun toplamalarını hesaplamak için "sumr" ve "sumc" fonksiyonları kullanılır. Elemanların karelerinin toplamalarını almak ise, "sumsqrc" ve "sumsqrr" fonksiyonları ile mümkündür. Çok kullanılan "sizeof" fonksiyonu, girilen bir argümanın tipine göre, satır veya sütun sayısı, bir kelimedeki harflerin sayısı, bir dizinin eleman sayısı, bir veri dosyasındaki sütun sayısı gibi bilgileri verebilmektedir.

Alfanümerik veri içinde belirli bir karakter dizisini aratmak, büyük ve küçük harfler arasında dönüşüm yapmak için "strfind", "strlwr" ve "strupr" fonksiyonları kullanılır.

2.3.3.3. Grafik Fonksiyonlar

Program, Windows ortamının grafik özelliklerinden faydalanmak için programcılara çok sayıda komut kullanma imkanı sağlamaktadır.

Tek bir değişkenin çizdirilmesi için; değişken değerlerini tutan matris, çizimi yapılacak değer aralığı ve aralığın başlangıç değerleri "Draw" fonksiyonuna gönderilir. Çizimin yer alacağı alanın koordinatları, eksen çizgilerinin tipi ve rengi, kullanılacak ölçek, çizimde kullanılacak semboller ve çizgi kalınlığı gibi seçenekler "DrawAdjust" fonksiyonu ile programa bildirilir. Eksenlerin çizdirilmesi için ayrı bir işlem gerekmektedir. "Drawaxis" komutu, çizdirilecek eksenlerin x veya y eksenini olduğu, eksen etiketinin nereye konacağı, birim çizgilerinin aralıkları, zaman serisi eksenleri için frekans bilgisi gibi gerekli değerleri bildirir.

Kutu diyagramlar çizmek için "BoxPlot", korelogramlar için "DrawCorrelogram" komutları kullanılır. "DrawDensity" komutu ile, verinin histogramı veya yoğunluğunu çizdirmek mümkündür. Çizgi çizmek için "Drawline", ekranda koordinatları belirtilen bir noktaya verilen bir metni eklemek için "DrawText", önceden tanımlı sembolleri çizmek için "DrawSymbol" komutları mevcuttur. Çizimlere başlık vermek için "DrawTitle" komutu kullanılır.

Matrislerdeki verinin çizdirilmesi için, daha esnek bir fonksiyon olan "DrawMatrix" kullanılır. Bu fonksiyon, veri matrisi, veri etiketleri dizisi, aralık uzunluğu, ilk değer,

çizgi tipi gibi parametreleri kullanarak çizim yapar. Ki-kare, F, normal ve t dağılımlarına ait QQ diyagramlarını çizebilmek için "DrawQQ" komutuna yer verilmiştir. Tahmini yapılan spektral yoğunlukların çizimi "DrawSpectrum" komutu ile mümkündür. Çizimler yapılırken zaman serisi değerleri kullanıldığında, yatay eksen de yer alacak yıl, periyod, frekans bilgileri girilerek birden fazla veri dizisi çizdirilebilir. Çizimlerin, sürekli eğriler şeklinde değil de bağlantısız noktalar olarak görüntülenmesi istenirse "DrawX" komutunu kullanmak gereklidir. Çizimlere Z bileşeni eklenmek istendiğinde, "DrawZ" fonksiyonu ile bu işlem gerçekleştirilir. Çizim işlemleri bittikten sonra "CloseDrawWindow" komutu ile çizim penceresi kapatılır. Çizimler, EPS, PS ve GiveWin dosyası (gwg) formatlarında saklanabilir.

2.3.3.4. Giriş Çıkış Komutları

Dosya açma, dosya kapama, dosyanın sonuna gelindiğinin testi gibi işlemleri gerçekleştirmek için komutlar bulunmaktadır. Dosyaya farklı formatlarda veri yazma ve okuma işlemleri için fwrite, fscan komutları kullanılır. Matrisleri okutmak için "loadmat", kaydetmek için "savemat" komutu mevcuttur.

2.3.3.5. Matematiksel Fonksiyonlar

Programda, matematiksel işlemleri gerçekleştirmek için çok sayıda fonksiyon yer almaktadır. Bessel fonksiyonları, tamamlanmamış beta integrali (incomplete beta integral), tamamlanmamış gamma fonksiyonu hesaplamaları yapılabilmektedir. Logaritma alma, üs alma, mod alma, tamsayı yuvarlamalarını gerçekleştiren fonksiyonlar bulunmaktadır. Karmaşık sayılar üzerinde de mutlak değer, çarpma, bölme, üs alma, logaritma alma, karekök alma gibi işlemler yapılabilmektedir.

2.3.3.6. Matris Fonksiyonları

Satır ve sütun sayısı verilen bir matrisi yaratmak için çeşitli komutlar mevcuttur. Sabit bir sayı ile doldurulmuş bir matris yaratmak için "constant", '0' sayısı ile doldurulmuş bir matris için "zeros", '1' sayısı ile doldurulmuş bir matris yaratmak için "ones" komutu kullanılır. Alt ve üst sınırlar arasında adım adım artan değerlerle bir matrisi doldurmak için "range" komutuna, birim matris yaratmak için "unit" komutuna yer verilmiştir.

Matrislerin QR ayrışımı, LU ayrışımı, Choleski ayrışımı, tekil değer ayrışımı ve özdeğerleri hesaplanabilmektedir.

Bir matrisin determinantını hesaplamak, tersini almak, diagonaldeki elemanları yeni bir matrise atmak için fonksiyonlar mevcuttur. Matrislerin sıfır uzayı, normu ve rankını elde etmek için de fonksiyonlar bulunmaktadır.

Matris elemanlarını gruplayarak, grup toplamalarını yeni bir matrise yerleştirmek "aggregatec" ve "aggregater" komutları ile mümkündür. Matriste belirli bir değerin bulunup silinmesi ise "deletec" ve "deleter" komutları ile; belirli bir mantıksal şartı sağlayan elemanların silinmesi ise "deleteifc" ve "deleteifr" komutları ile yapılır. Belirtilen bir satır veya sütunun tamamen silinmesi "dropc" ve "dropr" komutları ile gerçekleşir. Anlatılan komutlara benzer şekilde, herhangi bir silme yapmadan sadece belirtilen şartlara uygun değerlerin seçiminin yapıldığı matris komutları da bulunmaktadır.

İki matrisi karşılaştırıp her iki matriste de yer alan elemanları sıralayarak yeni bir matrise atmak için "intersection" komutuna yer verilmiştir. Bir matrisi ikinci bir matrisle karşılaştırıp ortak olmayan elemanları sıralamak için "exclusion" komutu kullanılmaktadır. Bir matrisin diagonalini, alt ve üst diagonallerini bir matris veya vektöre atayarak işlemek mümkündür. Satır ve sütun elemanlarını sıralamak, ters çevirmek, bir matristen altmatrisler yaratmak gibi işlemleri yapmak için de komutlar mevcuttur.

Bir matrisin kantillerini satır ve sütuna göre hesaplamak için "quantiler" ve "quantilec" komutları bulunmaktadır. Bir veri matrisinin korelasyon matrisi, "correlation" komutu ile, varyans matrisi "variance" komutu ile hesaplanır. Satır ve sütunların ortalaması ve varyansı alınabilir. Kübik spline düzgünleştiricisi uygulamak ve matrisi standartlaştırmak için komutlar bulunmaktadır. Matris üzerinde iki aşamalı sıradan en küçük kareler yöntemini uygulamak için "ols2c" komutu kullanılır.

2.3.4. Ox Paketleri

Ox programında, standart işlemler gerçekleştiren fonksiyonlar dışında, özel işlevleri olan fonksiyonlar da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar, paketler halinde hazırlanmış ve ".h" uzantılı dosyalar şeklinde sunulmuştur.

Arfima paketi, ARFIMA (p,d,q) tipi modellerin tahmini ve öngörüsünde kullanılabilen sınıf tanımlamalarını içermektedir. Pakette yer alan tahmin metodları maksimum olabilirlik ve doğrusal olmayan en küçük karelerdir. Veri kümelerinin yüklenmesi ve örnek seçimi işlemleri için, "veritabanı" sınıfından türetilmiş çeşitli fonksiyonlar kullanılmaktadır. Tahmin yöntemlerinde Monte Carlo deneyleri uygulamak için ek fonksiyonlar geliştirilmiştir.

Etkili momentler metodu kullanarak tek değişkenli stokastik geçici modelleri tahmin etmek için "EmmPack" isimli paket geliştirilmiştir. Dinamik panel veri modelleri için DPD paketi kullanılmaktadır.

Durum uzayı formunda yerleştirilebilecek, tek değişkenli Gausyen ve Gausyen olmayan zaman serilerinin analizini gerçekleştirmek için SSFPack paketi kullanılabilir. Pakette, genel filtreleme, düzgünleştirme ve simülasyon düzgünleştirme yöntemleri yer almaktadır. Kullanıcı, isteklerine göre tüm bu yöntemler üzerinde bazı ayarlamalar yapabilmektedir.

Yukarıda tanıtılan paketler, Ox programından ayrı olarak satılmaktadır. Bu paketlere ek olarak, program ile beraber dağıtılan paketler de bulunmaktadır.

2.3.4.1. ARMA Paketi

Bir matrise ARMA modeli uygulamak için, "arma0" fonksiyonu kullanılır. Fonksiyona, $AR(p)$ ve $MA(q)$ tipi katsayılar ile "p" ve "q" değerleri girilir. Fonksiyona gönderilen matrise $ARMA(p,q)$ filtresi uygulandıktan sonra elde edilen sonuç matrisi, ana programa geri döndürülür.

Bir matrise, $ARMA(p,q)$ modeli bir öngörü uygulamak için "armaforc" fonksiyonu kullanılır. Matrisin tüm sütunları için aynı model uygulanır. İsteğe bağlı olarak, öngörü öncesi veri ve artık değerleri belirtilebilir.

Bir hata terimi ve ortalamadan, $ARMA(p,q)$ sürecinde bir seri üretmek için "armagen" fonksiyonu kullanılır. Sonuç, ortalamalar matrisi boyutunda bir matristir.

Bir $ARMA(p,q)$ sürecinin otokovaryanslarını hesaplamak için "armavar" fonksiyonu bulunmaktadır. Fonksiyona, hata terimlerinin varyansı ve gerekli otokovaryans katsayıları girildikten sonra hesaplamalar yapılır. Otokovaryans veya otokorelasyon matrisleri hesaplandıktan sonra, matris sütunları arasındaki kısmi otokorelasyon fonksiyonunu hesaplamak için "pacf" fonksiyonuna yer verilmiştir. Bu fonksiyon tarafından hesaplanan değerler arasında, verilen bir matrisin sütunlarına filtre uyguladıktan sonra elde edilen artıklar matrisi ve ters filtre uygulayarak elde edilen veri matrisi de yer alır.

2.3.4.2. Maksimizasyon Paketi

Maksimizasyon için Broyden, Fletcher, Goldfarb ve Shanno yöntemini kullanan MaxBFGS fonksiyonu kullanılmaktadır. Maksimize edilecek fonksiyon, başlangıç değerleri ve birinci dereceden türevler belirtildikten sonra, maksimizasyon işlemi başlatılır. Yakınsamanın kuvvetli veya zayıf olması, iterasyon işleminin kaç adımda

tamamlandığı gibi sonuçlar, işlem sonunda bildirilir. İterasyonlar sırasında kullanılacak "epsilon" aralıkları, yapılacak maksimum iterasyon sayısı, hangi aralıklarla iterasyon sonuçlarının yazdırılması gerektiği gibi değerler, "MaxControl" ve "MaxControlEps" fonksiyonları kullanılarak belirtilebilir. Simplex yöntemiyle fonksiyonu maksimize etmek için "MaxSimplex" kullanılır. Verilen bir fonksiyonun birinci ve ikinci türevini almak için "Num1Derivative" ve "Num2Derivative" fonksiyonları mevcuttur.

2.3.4.3. Olasılık Paketi

Değişik olasılık fonksiyonlarına ait yoğunluk, kantil, kümülatif yoğunluk ve rasgele sayılar üretimi için gerekli komutlar bu pakette yer almaktadır.

Beta, gamma, çekirdek, Poisson, von Mises dağılımlarına ait "densbeta", "densgamma", "denskernel", "denspoisson", "densmises" yoğunluk hesaplama fonksiyonları, ilgili parametreler girildikten sonra hesaplamalar yapmaktadır. Çekirdek yoğunlukları; Epanechnikov, üçgen, Gauss, dikdörtgen, iki ağırlıklı dağılımlara göre hesaplanabilir. Von Mises dağılımında ortalamanın yönü ve dağılım parametresi girilir.

Yukarıda verilen dağılımlara ait olasılık değerleri, "probbeta", "probgamma", "probkernel", "probpoisson", "probmises" fonksiyonları ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan değerler 10 basamağa kadar hassasiyet taşımaktadır. Olasılık değerlerine ait kantil değerlerinin hesaplanması "quanbeta", "quangamma", "quanmises" fonksiyonları ile gerçekleştirilmektedir.

Belirtilen olasılık dağılımlarına sahip rasgele sayılar üretmek için çok sayıda fonksiyon geliştirilmiştir. Üretilen sayıların yer alacağı matrisin boyutları, fonksiyonlara parametre olarak gönderilir ve üretilen sayılar satır satır matrise doldurulur. Dağılımlara ait fonksiyon isimleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Dağılımlara ait, sayı üretici fonksiyonlar

Dağılım	Fonksiyon
beta (a,b)	ranbeta
binom (n,p)	ranbinomial
ki-kare (df)	ranchi
gamma (r,a)	rangamma
F (df1,df2)	ranf
üstel (lambda)	ranexp
logaritmik	ranlogaritmik
ters gauss (mu, lambda)	raninvgaussian
lojistik	ranlogistic
von Mises	ranmises
logaritmik normal	ranlogn
negatif binom (n,p)	rannegbin
poisson (mu)	ranpoisson
t (df)	rant

2.3.4.4. QuadPack Paketi

QuadPack, tek değişkenli sayısal integral işlemleri için kullanılan bir Fortran kütüphanesidir. Fonksiyonlara; integralin alınacağı aralığın başlangıç ve bitiş değerleri, fonksiyonun kendisi ve sonucun saklanacağı matrisin adı parametre olarak girilir.

Düzgün bir fonksiyonda, adaptif olmayan bir integral alma işlemi uygulamak için "QNG" fonksiyonu kullanılır. Gauss-Kronrod tabanlı global adaptif yöntemle integral almak için "QAG" fonksiyonu bulunmaktadır. Gauss-Kronrad ikilisindeki noktaların sayısını belirleyen yerel integral alma kuralını seçmek mümkündür. İntegrali alınacak fonksiyonun tekil olma durumunu ele alarak extrapolasyon uygulayan global adaptif yöntemi kullanmak için "QAGS" fonksiyonu mevcuttur.

2.3.4.5. PcFiml Paketi

Bölüm 1.5.2'de tanıtılmış olan PcFiml paket programında mevcut ekonometrik yöntemleri Ox programında uygulamak için, PcFiml paketi adı verilen ek bir modül geliştirilmiştir. PcFiml paketi, "veritabanı" sınıfını kullanan hazır değişkenler yardımı ile model kurma işlemini gerçekleştirmektedir.

Vektör otoregresif (VAR) modeller, kısıtlamasız indirgenmiş formlar gibi çok değişkenli regresyon modelleri, eşbütünleme analizi, iki ve üç aşamalı en küçük kareler, tam bilgi altında maksimum olabilirlik gibi yöntemler, PcFiml paketi aracılığı ile kullanılmaktadır. Özdeşlik denklemleri kullanmak mümkün değildir. Spesifikasyon hatalarını test etmek için vektör otoregresyonu, vektör normalitesi, değişken varyans, vektör portmanto testleri ve Chow testlerine yer verilmiştir.

2.3.4.6. Simulasyon Paketi

Monte Carlo deneyleri tasarlamak için Simulasyon paketinde bulunan fonksiyonlar kullanılabilir. Bu fonksiyonlar, yinelenmeler ve depolama işlemlerini gerçekleştirip sonuçları yazdırmaktadır. Veri türü olarak katsayılar, test istatistikleri ve test istatistiklerinin p-değerleri işlenebilmektedir.

İşlem sonunda katsayıların sonuçlarını içeren bir tablo yazdırılır. Tüm yinelenmelerin ortalaması, standart sapma, yanlış ortalama, yanlış ortalamanın hata terimleri, hata terimlerinin kare kökleri gibi değerler bu tabloda yer alır.

Monte Carlo deneylerinde önce, belirtilen örnek büyüklüğünde rasgele sayılar üretilir. Elde edilen değerler istenileceği gibi çıkmıyorsa, sayı üretimi yinelenir. Reddedilen yinelenmeler ekranda görüntülenir. Elde edilen katsayıları görüntülemek için `GetCoefficients( )`, testlerin gözlemlenen olasılık değerleri için `GetPValues( )`, test istatistikleri için `GetTestStatistics( )` fonksiyonları kullanılır. Sonuçları çizdirmek için `Plot( )` fonksiyonuna yer verilmiştir. Ekrandaki çıktıyı düzenlemek için katsayılara ve testlere isim verilebilir.

2.3.5. İrdeleme

Ox programlama dili, pek çok özelliği ile gerçek programlama dillerine benzemektedir. Program yazarı tarafından bu benzerliğin sağlanması için özellikle çaba gösterilmiştir. Ox, etkileşimli kullanıma izin vermemektedir. Ayrıca, C ve Fortran dillerinde yazılan program parçalarını çalıştırmak mümkün olmaktadır. Program, standart fonksiyonlara ek olarak paketlerle desteklenip zenginleştirilmiştir.

Programın Windows işletim sisteminde çalışan versiyonu, GiveWin programına ihtiyaç duymaktadır. Bunun dışında, grafik komutları yetersiz kalmaktadır.

Programın içerdiği sınıf özelliği, ekonometrik çalışma yapan sıradan bir araştırmacının anlayabileceği seviyede değildir. Araştırmacıların, Ox programını kullanmak için çok sağlam bir programlama temeline sahip olmaları gerekmektedir.

BÖLÜM 3

YAZILIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde, daha önceki iki bölümde incelenen yazılımlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar, yazılımlar arasında seçim yapmayı kolaylaştıracak kriterlere göre yapılmıştır.

3.1. Paket Programların Karşılaştırılması

Tanıtilan paket programlar, ekonometride kullanılan çok sayıda paket programdan sadece birkaçıdır. Paket programların seçimi yapılırken, çok tanınmayan ve yeni olan programların seçilmesine çalışılmıştır.

Ekonometrik bir çalışmada kullanılacak paket programın seçiminde dikkate alınması gereken çeşitli kısıtlar vardır. Herşeyden önce seçilen paketin, ilgili ekonometrik yöntemi uygulamak için modüller içermesi gerekmektedir. Tanıtılan paket programlardan da anlaşılacağı gibi, bazı paketler sadece belirli yöntemleri uygulamakta ve kullanıcıları kısıtlamaktadır. GAMS, SNP, BATS gibi paketler sadece tek bir ekonometrik yöntemi içermektedir. GAMS, optimizasyon ve simülasyon için, BATS, zaman serilerinin Bayesyen analizinde, SNP ise zaman serilerinin parametrik olmayan analizinde kullanılmaktadır.

Paketlerin büyük bir kısmı, ekonometrik yöntemlerin tamamını mümkün olduğunca kapsamaya çalışmıştır. AREMOS, STAMP ve PcGive gibi paket programlar ekonometriyi geniş anlamda ele almışlardır. Kapsamlı bir paket olmasına rağmen, AREMOS son ekonometrik yöntemleri uygulamakta yetersiz kalmaktadır. STAMP, özellikle zaman serileri üzerinde uzmanlaşmasına rağmen, diğer ekonometrik yöntemleri de uygulamaya çalışmaktadır. Program yeni versiyonlarla sürekli güncellenmekle birlikte, zaman serisi analizinde kaydedilen gelişmelerin programa yansması geç olmaktadır. PcGive paketi ise üç tane birbirinden bağımsız modülden oluşmakta ve ekonometrik yöntemlerin uygulanmasında detaylara inilmemektedir. STAMP ve PcGive kullanıcıların isteklerini ancak belirli bir noktaya kadar karşılamaktadır.

En geniş hacimli paket programlar ise Microfit, Rats, EvIEWS ve Limdep'dir. Bu paketler, ekonometrik çalışmalarda en çok kullanılan ürünlerdir. Veri üzerinde mümkün olan her türlü yöntemi denemek, elde edilen sonuçları karşılaştırmak, ancak bu tip paketlerle gerçekleşmektedir. Limdep, sınırlı bağımlı değişken modellerinde, diğer paketlere göre daha üstündür. Microfit, Rats ve EvIEWS özellikle zaman serileri analizinde en yeni yöntemleri içermektedir.

Tanıtılan paket programlar, sistem gereksinimleri açısından pek bir farklılık göstermemektedir. Programların tamamının kişisel bilgisayarlarda çalışan versiyonları mevcuttur. Bilgisayarların sahip olması gereken özellikler paketler arası değişim göstermekle birlikte, Intel 486 işlemci ve 8 MB bellek paketlerin çalıştırılması için yeterli olmaktadır. Bu değerler minimum kapasiteyi belirtmektedir. Günümüzde satılmakta olan tüm bilgisayar modelleri, bir ekonometrik paketi çalıştırmakta fazlasıyla yeterlidir.

Tanıtılan paket programlar, DOS ve Windows gibi çok kullanılan işletim sistemlerinde çalışmaktadır. STAMP, BATS, SNP ve GAMS paketleri nispeten daha eskidir ve sadece DOS işletim sisteminde çalışmaktadır. Günümüzde gittikçe yaygınlaşan Windows işletim sistemi dolayısı ile, DOS programları üretimi artık yapılmamaktadır. Kullanım kolaylığı, grafik özellikler ve kelime işlem programları ile gösterdikleri uyum açısından, Windows tabanlı ekonometrik paketler daha çok tercih edilmektedir. PcGive paketi, Windows işletim sistemi için yazılmış olmasına rağmen, Windows sistemi ile etkileşimi ancak GiveWin aracılığı ile olmaktadır. Bundan dolayı paket, sistemin bazı özelliklerinden faydalanamamaktadır.

Rats, Microfit, EvIEWS, Aremos ve Limdep paketlerinin son versiyonları Windows işletim sisteminde çalışmaktadır. Bu paketlere veri girişi genellikle Excel gibi bir tablolama programından yapılır. Windows menü sistemini kullanan program menüleri yardımı ile ekonometrik çalışma gerçekleştirilir. Elde edilen sonuçlar grafikler halinde kaydedilebilir veya kopyala-yapıştır yöntemi ile Word gibi bir kelime işlem programına aktarılabilir. Ayrıca, Windows sistemine özgü kurulum programlarının varlığı paketlerin bilgisayara yüklenmesi işlemini kolaylaştırmaktadır.

Paketleri karşılaştırmada bir diğer etken ise, programların veri işleme kapasiteleridir. Özellikle, bilgisayar sistemini verimli kullanma yeteneğine sahip olan Windows tabanlı paket programlar bu konuda daha avantajlıdır. Örnek olarak, EvIEWS 4.000.000 gözlemi işleyebilmektedir. Bu rakam Limdep için 1.000.000, Microfit için 100.000'dir. Limdep ve EvIEWS, programlar içinde en geniş veri işleme kapasitesine sahiptir.

Programların kullanımında karşılaşılan sorunları çözmek amacıyla bazı firmalar, kullanıcıların elektronik posta ile haberleşerek birbirlerine sorunlarını aktardığı ve çözümlerin önerildiği tartışma servisleri sağlamışlardır. Firmaların internet adresi üzerinden ulaşılabilecek olan bu servislere kullanıcılar mesaj göndermektedir. Mesajlar, servise bağlanan herkes tarafından okunabilmektedir. Sorun hakkında bilgisi veya önerisi olanlar yanıt mesajları yazarak, deneyimlerini tüm kullanıcılara aktarmaktadırlar. Eğer sorun, programın iç yapısından kaynaklanmakta ise, firmanın programcıları tarafından gerekli yanıtlar verilmektedir. Rats, EvIEWS ve Limdep için bu tür tartışma servisleri mevcuttur.

Paket program seçiminde önemli kriterlerden biri de, program üreticisi firmanın büyüklüğüdür. Büyük firmalar, programlarını daha profesyonel ekiplere yazdırmakta, program desteğini daha geniş vermektedir. EvIEWS, Rats, Microfit ve Limdep, bu alanda daha üstündür. STAMP ve PcGive ise, daha amatörce yazılmış paketlerdir ve versiyon yenilemeleri istenen sıklıkta olmamaktadır.

Paket seçiminde önemli bir diğer faktör ise fiyattır. Tanıtılan paketlerin çoğunun fiyatları verilmiştir. Buna göre, iyi bir paket program 500 USD ile 1000 USD arasında bir fiyattadır. Programlardan bazıları, akademik kullanıcılar için indirim yapmaktadır. Limdep, Microfit, PcGive ve EvIEWS paketleri akademik indirim sağlamaktadır. Bunun dışında; Limdep, Microfit, EvIEWS programları, öğrencilere yönelik "Student Version" adlı paketler sunmaktadır. Bu paketler, orjinal paketlere göre daha kısıtlı özelliklere sahiptir ve işleyebileceği veri hacmi sınırlıdır. Öğrencilere eğitimleri sırasında yardımcı olması amaçlanan bu paketlerin fiyatları daha ucuzdur.

Paket programlar, her ne kadar işlemleri menüler yardımı ile gerçekleştirseler de kullanıcıya bazı programlama araçları sağlamaktadırlar. Böylece, kullanıcılar menü işlemlerini otomatikleştirecek, program çıktılarını isteklerine göre düzenleyecek, ve kısıtlı da olsa program yazabilecektir. Eviews sağladığı programlama araçları açısından diğer paketlere göre daha üstündür. Rats ise, sahip olduğu komut kümesi ve programlama araçlarından dolayı bir programlama diline daha yakındır.

Paket programlarda bir başka önemli nokta ise, sağlanan dökümantasyonun zenginliğidir. Dökümantasyon açısından ilk değerlendirilmesi gereken program ile birlikte dağıtılan yazılı dökümanlardır. Bu açıdan ele alındığında, Limdep ve Microfit diğerlerine üstünlük sağlamaktadır. Bunun dışında, programın kendi içinde barındırdığı yardım menüleri de programın nasıl kullanılacağını belirttiği için dökümantasyon açısından önemlidir. Windows tabanlı paket programlar, yardım menüleri açısından daha avantajlıdır.

Paket programlarda dikkate alınması gereken bir başka nokta ise, programın hatasız çalışmasıdır. Program tasarımındaki hatalardan dolayı, bazı durumlarda program kilitlenmeleri ile karşılaşmaktadır. Genellikle kaynaklarda bu hatalardan bahsedilmez. Ancak, Rats ve Microfit paketlerinin hatalı çalıştığı bazı durumlara rastlanmıştır.

Bu bölümde tanıtılmış programlara ek olarak, SAS, SHAZAM, STATA, Forecast, Amos, Tsp, Autobox, Eps gibi paketler de ekonometrik çalışmalarda kullanılmaktadır.

3.2. Ekonometrik Programlama Dillerinin Karşılaştırılması

Çalışmamızda incelediğimiz S-Plus, Gauss ve Ox programlama dilleri, klasik programlama dillerine çok benzemektedir. Bu diller, ekonometrik işlemlerde kullanılan fonksiyonlarla desteklenmiş programlama araçlarıdır. Programlar kullanıcılara, veri giriş çıkış, matematik, istatistik ve grafik işlemleri için bir altyapı oluştururlar. Bu altyapı, programlama özellikleri ile birleşince, ortaya geniş bir ekonometrik çalışma çıkar.

Programlama dilleri arasında seçim yaparken kullanılacak önemli kriterlerden biri de hızdır. Bu üç dilin hızlarını test etmek amacıyla yapılan bir denemede, normal dağılıma

sahip sayılar üretilmiş ve $r \times r$ boyutunda bir M matrisine kaydedilmiştir. Daha sonra M^*M matrisinin tersi alınmış ve sonuç matrisinin ilk elemanı yazdırılmıştır. Bu işlem, değişik r değerleri için tekrarlanmış ve elde edilen saniye birimindeki zaman değerleri tabloya işlenmiştir. Bu deney için yazılan Gauss programı aşağıdadır:

```
new;
r=100;
rndseed r;
M = rndn (r,r);
result = invpd (M'*M);
print result [1,1];
```

Yazılan Ox programı ise aşağıdaki gibidir:

```
#include <oxstd.h>
const decl r = 100;
main ( )
{
    decl M, result;
    ranseed (r) ;
    M= rann ( r,r ) ;
    result = invertsym ( M' * M );
    print ( result [0] [0]);
}
```

Yukarıdaki örneğe karşılık gelen S-Plus programı ise

```
S.test <- function( r = 100)
{
    library (Matrix)
    set.seed (r)
    M<- matrix(rnorm (r * r), r, r )
    result <- solve.Hermitian(t(M) %*%M)
    result [1,1]
}
```

şeklinde yazılır ve `S.test( )` komutu girilerek çalıştırılır. Elde edilen değerler Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1. Programlama dillerinin hız karşılaştırması

r	Gauss	Ox	S-Plus
100	0.55	0.18	1.15
200	4.18	1.23	9.61
500	66.85	20.79	160.10

Kaynak: Cribari-Neto, a.g.e., s.81.

Tablodan görüldüğü gibi, diller arasında en hızlısı Ox, en yavaşı ise S-Plus dilidir. Ox, C diline benzeyen yapısı ile bilgisayar sistemini daha iyi kullanmaktadır.

Örneklerden de anlaşılacağı gibi Ox dili, kullanılacak değişkenlerin açık bir şekilde tanımlanmasını gerektirmektedir. Bu şekilde, kullanılacak değişkenler programın başında belirlenir ve programın daha hızlı çalışması sağlanır. Ek olarak, değişkenlerin bir arada görünmesi programın okunabilirliğini arttırdığından, kod yazımı aşamasında oluşabilecek hata sayısını indirger.

Program yazım aşaması hatalara açık bir süreçtir. Programcılar, kod yazarken gerek yanlış parametre gönderimi, gerek yanlış karakter yazdırılması, gerekse tasarım hatalarından dolayı zaman zaman çalışmayan programlar yazabilmektedir. Çalışmayan veya beklenen sonucu vermeyen programlardaki hataları bulmak için çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Programları adım adım işletmek, belirli bir noktadan başlayarak çalıştırmak, değişken değerlerini kontrol etmek gibi yöntemler içeren bu araçlara hata ayıklama editörleri adı verilir. Gauss programı, bu konuda diğerlerine göre daha gelişmiş bir editöre sahiptir. S-Plus programında bu işlem ayrı bir editör ile değil, programa eklenen satırlarla yapıldığından, hata ayıklama işlemleri etkili bir şekilde yapılamamaktadır. Ox programında ise, hata ayıklama işlemi için hiçbir araç bulunmamaktadır. Program, sadece hataların meydana geldiği satırlara işaret etmekle yetinmektedir.

Programlar arasında başka farklılıklar da bulunmaktadır. Ox programı matrislerde kullanılan satır ve sütun indislerini '0' değerinden, diğer diller ise '1' değerinden başlatmaktadır. Ox ve S-Plus dillerinde küçük ve büyük harfler farklı işlenmesine rağmen, Gauss iki durum arasında bir fark gözetmemektedir. Yazılan bir Gauss veya S-Plus programı, ilk satırdaki komuttan başlayarak çalıştırılır. Oysaki Ox dilinde ilk önce, programa dahil edilecek başlık dosyaları belirtilir ve program `main()` fonksiyonundan başlayarak çalıştırılır. Ox ve S-Plus çok boyutlu dizileri desteklemektedir. Buna karşılık Gauss, sadece tek boyutlu dizilerle çalışabilir. Bir başka önemli fark ise, Gauss ve S-Plus dillerinin etkileşimli olarak kullanılabilmesidir. Etkileşimli kullanımdan anlaşılması gereken, bir komut girildikten hemen sonra işlemin

gerçekleştirilip sonucun ekranda görüntülenmesidir. Ox dilinde, en küçük işlem için bile tam bir program yazmak gereklidir.

S-Plus dili, diğerlerine göre veri yapıları açısından daha zengindir. Özellikle liste yapısı kullanılarak, standart dışı verinin tek bir nesne olarak işlenmesi daha kolay olmaktadır. Her üç program da temel veri elemanı olarak matrisleri kullanmaktadır. Bu nedenle, matrisler ve elemanları üzerinde uygulanacak işlemler açısından çok geniş bir fonksiyon kümesi sağlamışlardır.

Ekonometrik diller, her programlama dili gibi döngüler için programlama yapıları içermektedir. Klasik programlama dillerinden farklı olarak işlenen veri geniş hacimli olduğundan, döngü kullanımı özellikle Gauss ve S-Plus dillerini yavaşlatmaktadır. Bu duruma çözüm olarak, üzerinde işlem yapılacak verinin bir vektör olarak işlenmesi öngörülmüştür. S-Plus programı "apply" komutunu kullanarak bu işlemi gerçekleştirmektedir. Böylece, boyutları bilinen bir vektör nesnesi üzerinde, aynı işlem vektörün tüm elemanlarına döngüye gerek kalmadan uygulanabilir.

Tanıtilan programlar C ve Fortran dillerinde yazılmış fonksiyonları çalıştırabilmektedir. Gauss programında ise, bunlara ek olarak Assembly dilinde yazılmış programlar da çağırılabilir. Bu özellikler kullanılarak, programların bazı bölümlerinde gerektiğinde diğer dillerde yazılmış fonksiyonlar kullanılabilir.

İncelediğimiz diller, grafik çıktılar açısından çok zengindir. Özellikle Gauss ve S-Plus, baskı kalitesinde grafikler sunmaktadır. S-Plus programı, daha kaliteli grafikler üretmek amacıyla Trellis grafikleri olarak bilinen bir komut kütüphanesi de geliştirmiştir. Ox programında ise, diğerlerinden eksik olarak 3 boyutlu grafik çizimi mümkün değildir. Programın, Windows işletim sistemi ile etkileşimi ancak GiveWin programı ile mümkün olduğundan, grafiklerin görüntülenmesi ve düzenlenmesi iki adımda yapılabilmektedir.

Kullanıcı ekranları açısından programlar değerlendirildiğinde, Ox programı diğerlerine göre daha sade bir görünüme sahiptir. Gauss ve Ox, Windows işletim sistemi ile tam uyum gösterdiklerinden, menüler daha kullanışlıdır.

Programlar, işleyebildikleri veri dosyaları açısından incelendiğinde, Ox programı diğerlerine göre daha fazla değişik formatlı dosya okumaktadır.

Programlar komut yapıları ve programlama dilinin anlaşılabilirliği açısından karşılaştırıldığında, Gauss programının en sade ve anlaşılabilir komut kümesine sahip olduğu görülür. Anlamlı komut kümeleri ve yapısal programlama özelliğinden dolayı, basit programlama bilgisi ile çok kapsamlı Gauss programları yazmak mümkündür. S-Plus programı ise, nesne tabanlı programlama özelliğini kullanmaktadır. Bu nedenle, kullanıcıların nesne tabanlı programlama yöntemleri hakkında az da olsa bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Ox programı ise nesne tabanlı yaklaşımda, günümüzün yaygın dillerinden C++ diline benzemeye çalışmış ve bunu da başarmıştır. Fakat bunun sonucunda, kullanıcının nesne tabanlı programlama tekniklerini profesyonel seviyede bilmesi gerekmektedir.

Komut kümesinin zenginliği açısından bir karşılaştırma yapılırsa, S-Plus dilinin toplam 1650 komutla diğerlerine göre çok daha kapsamlı olduğu görülmektedir. Gauss ve Ox dilleri ise, yaklaşık 400 adetlik komutla, bu alanda S-Plus programına göre daha zayıftır. Buna karşılık Gauss programı, Gauss Uygulamaları adı verilen paketler yardımı ile ekonometrik komutlar açısından daha da zenginleştirilebilir. Fakat bu durumda programın maliyeti artmaktadır. Bu durum, maliyet karşılaştırmasında Gauss ile aynı fiyata sahip olan S-Plus programına avantaj sağlamaktadır. Maliyet açısından, en ucuz program Ox programıdır.

Programların kullanımında karşılaşılan sorunların internet ortamında tartışıldığı ve çözüldüğü tartışma listeleri mevcuttur. Bu sayfalara, firmaların internet adresinden ulaşılabilir. Bunun dışında, Gauss ve S-Plus dilleri ile yazılmış programlardan oluşan arşivler internet ortamında bulunmaktadır. Bu arşivlerden en geniş kapsamlılarına, "gurukul.ucc.american.edu/econ/gaussres/GAUSSIDX.HTM", ve "www.stat.cmu.edu" adreslerinden ulaşılabilir. Ayrıca firmaların, kendi internet sayfalarında büyüklü küçüklü pek çok program arşivinin adresi de yer almaktadır. Bu sayede kullanıcılar, çalışmalarını sırasında örnek programlardan da faydalanmış olurlar. Kullanıcılara, program yazımında

yardımcı olacak en önemli unsur, programın sağladığı dökümantasyondur. Dökümantasyon içeriği açısından, S-Plus dili diğerlerine göre çok daha zengindir. Gauss programının dökümanları yeterli sıklıkta yenilenmemektedir. Ox programının dökümanları ise çok yetersiz kalmaktadır.

Bu bölümde tanıtılmış programlara ek olarak Matlab, R, Octave, Maple ve Xlisp-Stat gibi programlama dilleri de ekonometrik problemlerin çözümü için kullanılabilir.

Gauss, Ox ve S-Plus dillerinin çeşitli özelliklerine göre karşılaştırıldığı ve değerlendirildiği bir çalışma Frankfurt Üniversitesi tarafından yapılmış ve çalışmanın sonuçları internette yayınlanmıştır⁶⁴. Bu çalışmada programlar; matematiksel ve grafik özellikler ile hız kriterlerine göre karşılaştırılmıştır.

Programların matematiksel özelliklerine göre karşılaştırılmasında, ilk önce standart matematiksel fonksiyonlar karşılaştırılmıştır. Programlama dillerinde yer alan veya modüllerle eklenebilen fonksiyonlar, Tablo 3.2'de belirtilmiştir. Son satırda, programların tabloda yer alan fonksiyonları hangi oranda içerdikleri hesaplanarak verilmiştir.

Tablo 3.2: Standart matematik fonksiyonlar

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Trigonometrik	+	+	+
Gamma	+	-	+
Poly Gamma	-	+	-
Log-Gamma	+	+	+
Beta	-	+	-
Gerçekleme Yüzdesi	%60	%80	%60

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Görüldüğü gibi, programlar arasında fazla bir fark olmamasına rağmen Ox diğerlerine göre daha fazla standart matematik fonksiyona sahiptir.

⁶⁴ S. Steinhaus, "Comparison of mathematical programs for data analysis", University of Frankfurt, "<http://www.uni-frankfurt.de/~stst/ncrunch.html>".

Programlar, sahip oldukları lineer cebir fonksiyonlarına göre karşılaştırılmış ve sonuçları Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3: Lineer cebir fonksiyonları

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Öz değerler	+	+	+
Öz vektörler	+	+	+
Cholesky ayrışımı	+	+	+
Crout ayrışımı	+	-	-
LU ayrışımı	+	+	+
Tekil değer ayrışımı	+	+	+
Üst Hessenberg form	+	-	-
Toeplitz matrisi	+	-	-
Schur formunda kudratik matris	+	-	+
Optimizasyon (kısıtsız/kısıtlı)	+/+	+/-	+/+
Doğrusal denklem çözücü	+	+	+
Doğrusal olmayan denklem çözücü	+	-	+
Sıradan diferansiyel denklem çözücü	+	-	+
Kısmi diferansiyel denklem çözücü	-	-	-
Seyrek matrisleri işleme	+	-	-
Gerçekleme Yüzdesi	%93.75	%43.75	%68.75

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Lineer Cebir fonksiyonları açısından, Gauss programı diğerlerine göre daha üstündür. Bunun en büyük nedeni, Gauss dilinin tam bir matris programlama dili olmasıdır. Ox dili ise, bu fonksiyonlar açısından diğerlerine göre daha zayıftır.

Analiz fonksiyonlarına göre yapılan bir değerlendirme Tablo 3.4'de görülmektedir. Tablodaki sonuçlardan, Gauss programının üstünlüğü ve Ox dilinin zayıflığı kolaylıkla görülmektedir.

Tablo 3.4: Analiz fonksiyonları

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Sayısal İntegrasyon	+	+	+
İki katlı integrasyon	+	-	-
Üç katlı integrasyon	+	-	-
Sayısal Türev	+	+	+
Fourier Trans. (1B/2B/Çoklu)	+/+/+	+/-/-	+/+/+
Ters Fourier Trans. (1B/2B/Çoklu)	+/+/+	+/-/-	+/+/+
Gerçekleme Yüzdesi	%100	%40	%60

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Sayısal analiz fonksiyonlarına göre yapılan bir karşılaştırma Tablo 3.5'de görülmektedir⁶⁵. Gauss programının bu alanda da üstünlüğü kolayca görülmektedir.

Tablo 3.5: Sayısal analiz fonksiyonları

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Klasik İnterpolasyon	-	-	+
Pade İnterpolasyon	+	-	-
k-Spline	+	+	+
B-Spline	-	+	+
Newton metodu ile kök bulma	+	-	-
İkiye bölme	+	-	-
Runge-Kutta medotu	+	-	-
Gerçekleme Yüzdesi	%71.43	%28.57	%42.86

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

⁶⁵ Steinhaus, a.g.e., "<http://www.uni-frankfurt.de/~stst/ncrunch.html>".

Stokastik fonksiyonlara göre yapılan bir karşılaştırma Tablo 3.6'da görülmektedir. Gauss ve S-Plus dilleri bu fonksiyonların hemen hemen tamamını içermektedir. Ox ise, diğer diller kadar kapsamlı değildir.

Tablo 3.6: Stokastik fonksiyonlar

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Markov Modelleri	+	-	-
Ortalama	+	+	+
Medyan	+	+	+
Varyans	+	+	+
Beta dağılımı (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	+/+/+	+/+/+
Ki-kare dağılımı (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	+/+/+	+/+/+
Gamma Dağılımı (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	+/+/+	+/+/+
Log-normal (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	-/-/-	+/+/+
Normal dağılım (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	+/+/+	+/+/+
Poisson dağılımı (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	-/-/+	+/+/+
Üniform dağılım (yoğunluk/KDF/rasg.)	+/+/+	-/-/+	+/+/+
Gerçekleme Yüzdesi	%100	%68	%96

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

İstatistik fonksiyonlara göre yapılan bir karşılaştırmanın sonuçları Tablo 3.7'de görülmektedir. Sonuçlara göre S-Plus, bu alanda rakiplerine göre daha üstündür.

Tablo 3.7: İstatistik fonksiyonlar

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Doğrusal Regesyon	+	+	+
Polinomyal Regresyon	+	-	+
Doğrusal olmayan regresyon	+	-	+
Loess Regresyonu	+	-	+
LOGIT	+	-	+
PROBIT	+	+	+
PSN Regresyon	+	-	-
Kesikli Veri	+	-	+
Uygunluk Testi	+	-	+
T-testi	-	-	+
F-testi	-	-	+
Q-testi	+	-	-
Z-testi	-	-	+
Maksimum Olabilirlik (Kısıtsız/kısıtlı)	+/+	-/-	+/+
ARIMA	+	+	+
Zaman serisi analizi (Durağan olm/durağan)	+/+	+/+	+/+
GARCH Modelleri (Tek değiş./Çok değiş.)	+/+	-/-	+/+
Wavelet Analiz	+	-	+
Küme Analizi	-	-	+
Yaşam Analizi	-	-	+
Gerçekleme Yüzdesi	%78.26	%21.73	%91.3

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Matematik fonksiyonlara göre yapılmış olan tüm değerlendirmelerde Gauss programı diğerlerine göre daha üstün görünmektedir. Bu üstünlük özellikle Gauss Uygulamaları adı verilen paketler ile sağlanmıştır. S-Plus dili de matematiksel fonksiyonlar açısından çok zengindir. Ox programı ise, her alanda diğer dillerden daha zayıftır.

Grafik özelliklere göre yapılan bir değerlendirme Tablo 3.8'de sunulmuştur. Buna göre S-Plus, bu alanda çok daha üstündür.

Tablo 3.8: Grafik fonksiyonlar

Fonksiyonlar	Gauss	Ox	S-Plus
Çubuk diyagramlar	+	-	+
Diğer diyagramlar	+	-	+
Hata diyagramları	-	-	+
Kutupsal diyagramlar	+	-	+
Kontür diyagramları	+	-	+
Yüzey diyagramları	+	-	+
XYZ diyagramları	+	-	+
Kutu&Bıyık diyag.	+	-	+
Kümeleme diyagramı	-	-	+
Dendogram	-	-	+
Periyodogram	-	+	+
QQ diyagramı	-	+	+
Gerçekleme Yüzdesi	%58.33	%16.66	%100

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Dilleri hız açısından karşılaştırmak amacıyla çeşitli testler yapılmıştır. Değişik işlemler yaptırılarak, bu işlemlerin ne kadar zaman aldıkları kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar saniye biriminde Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9: Hız değerleri

İşlem	Gauss	Ox	S-Plus
400x400 matris yaratıp, 1000. Üssünü almak	1.647	1.011	1.260
300x300 matrisin özdeğerlerini hesaplamak	44.670	41.202	49.830
500x500 matrisin tersi	27.476	26.969	99.280
500000 rasgele sayıyı sıralamak	8.202	8.258	5.150
800x800 Toeplitz matris yaratmak	1.718	0.307	13.160
500x500 matrisin Cholesky ayrışımı	4.100	4.089	9.750
100000 tane sayıya FFT uygulamak	6.940	5.651	3.180
600x600 matrise Gamma fonksiyonu uygulamak	2.715	6.723	6.600
500x500 matrise doğrusal regresyon uyg.	22.184	16.941	29.770

Anahtar: + = Mevcut - = Yok

Sonuçlar incelendiği zaman, Ox programının hız açısından Tablo 3.1'deki hız karşılaştırmasına paralel olarak, daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. S-Plus beklendiği gibi, genel olarak diğer dillerden daha yavaş çalışmaktadır.

3.3. Paket Programlar ve Programlama Dillerinin Karşılaştırılması

Ekonometrik bir çalışmada kullanılacak yazılımın seçimi yapılırken, öncelikle yazılımın paket program veya programlama dili gruplarından hangisi olması gerektiğine karar verilmelidir. Yapılacak çalışma, en son ekonometrik yöntemleri gerektiriyor ve sonuçlar çalışmanın özelliğine göre düzenlenmek isteniyorsa, bir programlama dili kullanmak daha uygun olacaktır. Programlama dilleri kullanılarak, uygulanan ekonometrik

yöntemde bazı iyileştirmeler yapmak veya geliştirilen teorik yöntemleri bilgisayar ortamında uygulayıp sonucunu görmek mümkün olmaktadır. Paket programlar ise, standartlaşmış ekonometrik yöntemlerin uygulanmasında kullanılmalıdır. Model kurma ve parametre tahminlerini gerçekleştirmek, menü seçeneklerini kullanarak bir kaç adımda yapılabilen basit bir işlemdir. Diğer taraftan bir programlama dilinde, doğrusal regresyon gibi çok uygulanan bir yöntemde bile en az bir kaç satır kod yazmak, giriş ve çıkış değişkenleri yaratmak gerekeceğinden, bu işlem, hatalara açık olacak ve daha uzun sürecektir.

Paket programların güncellenme hızı yeteri kadar yüksek olduğunda, son ekonometrik yöntemlerin uygulanmasında bir sorunla karşılaşılmaz. Yine de, program yazarak kullanıcılar tüm detaylara inebilmektedir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde bilgisayarlar, insan hayatının her alanında olduğu gibi ekonometride de söz sahibi olmuştur. Bilgisayarların; hız, depolama kapasitesi, bellek büyüklüğü gibi özelliklerinin artması ile, ekonometrik çalışmalarda kullanılan geniş veri yığınlarının işlenmesi ve matematiksel yöntemlerin uygulanması kolaylıkla mümkün olmaktadır. Bu işlemleri gerçekleştirmek için gerekli olan en büyük araç ise uygun bir yazılımdır.

Ekonometrik yazılımlar pazarında çok sayıda firmanın ve ürünün olması, kullanılacak yazılımın seçimini ekonometrik çalışmaların önemli bir aşaması haline getirmektedir. Bu çalışmada, yazılımların tanıtılması, aralarındaki farkların ortaya konması ve yazılım seçiminde araştırmacılara yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu nedenle, çeşitli kaynaklarda yer alan yazılımlar içinden, az tanınma ve yeni olma gibi kriterlere göre seçim yapılarak, toplam 13 tane yazılım incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tanıtılan yazılımlar dışında, büyüklü küçüklü çok sayıda istatistik ve ekonometrik yazılım bulunmaktadır. Bunların toplam sayısının 60 civarında olduğu sanılmaktadır⁶⁶.

Yazılımlar incelendiğinde, ilk önce yazılımların paket programlar ve programlama dilleri olarak iki ana gruba ayrılması gerektiği düşünülmüştür. Paket programlar, önceden belirlenmiş ekonometrik tahmin yöntemleri içermekte ve kullanıcıların bu yöntemleri program menüleri aracılığı ile uygulamasını öngörmektedir. Programlama dilleri ise, kullanıcıları menülerle kısıtlamayıp, yazılacak programlarla tüm ekonometrik yöntemlerin denenmesini mümkün kılmaktadır.

Paket programlar arasından Microfit, Aremos, Bats, Stamp, PcGive, Limdep, EvIEWS, Snp, Gams ve Rats paketleri tanıtılmıştır. Bu paketler; veri işlemleri, tanımlayıcı istatistik, model kurma, parametre tahmini, ekonometrik yöntemler, dökümantasyon, grafik özellikler gibi önemli başlıklar altında incelenmiştir. Bunun dışında, paketlerin fiyatları, sistem gereksinimleri, temin etme şartları, kullanıldığı kuruluşlar, diğerlerine

⁶⁶ R.S. Rycroft, "Student Editions of Forecasting Software: A Survey", International Journal of Forecasting, Vol.11, 1995, s.337.

göre üstün olduğu yönler de belirtilmiştir. Bu paketlerle ilgili genel bilgiler Tablo A'da verilmiştir.

Tablo A: Ekonometrik paketlere ilişkin genel bilgiler

Paket	Firma	İnternet Adresi	Ticari Fiat (\$)	Akademik Fiat (\$)	Tartışma Listesi	Kısıtlı Versiyon
Microfit 4.0	Camfit Data Ltd.	www.intecc.co.uk/ camfit	600	300	–	V
Aremos 5.1	Wefa	www.wefa.com			–	–
Bats	Chapman Hall					
Stamp 5.0	International Thomson Business Press	www.thomson.com	750	–	–	V
PcGive 9.1	Timberlake Consultants	www.timberlake.co.uk	825	425	–	V
Limdep 7.0	Econometric Software	www.limdep.com	695	595	V	V
Eviews 3.1	Quantitative Micro Software	www.eviews.com	795	V	V	V
Rats 4.20	Estima	www.estima.com	500	–	V	–
Gams 2.25	Gams Development Corporation	www.gams.com	1600	–	V	–

Anahtar: V:Belirtilen özellik mevcut ; – :Belirtilen özellik mevcut değil

Boş alanlar hakkında bilgi mevcut değildir.

Ekonometri alanında kaydedilen gelişmeler sonucunda, paketlerin içerdiği ekonometrik yöntemler zamanla yetersiz kalmaktadır. Bu sorunu gidermek amacıyla, yazılım firmaları tarafından zaman içinde yeni versiyonlar geliştirilmekte ve son ekonometrik yöntemler pakete dahil edilmektedir. Bunun dışında, bazı menü işlemlerinin otomatikleştirilmesi ve çıktıların düzenlenmesi için, üreticiler tarafından paketlere

programlama araçları eklenmeye çalışılmıştır. İncelenen paketlerin son durumunu yansıtmak amacıyla internet ortamında, güncel elektronik kaynaklara da başvurulmuştur.

Çalışmada, paket programlar karşılaştırılarak, seçim yapmak için kullanılabilecek bazı kriterler sunulmuştur. Paketin içerdiği ekonometrik yöntemlerin kapsamı, yeni yöntemlerin pakete dahil edilme sıklığı, gerekli donanım ve işletim sistemi, dökümantasyon, veri işleme kapasitesi, firmadan veya başka kaynaklardan alınabilecek destek, fiyat ve hatasızlık gibi kriterlere göre seçim yapılabilir. Bu özellikler açısından bakıldığında, Limdep ve Eviews paketleri diğerlerine göre bir adım öne çıkmaktadır. Bu paketler, Windows işletim sistemi altında çalışmakta ve yeni versiyonlarla güncellenerek çok sayıda ekonometrik yöntem içermektedir. Akademik kullanım için indirimler sağlanmakta ve kısıtlı kullanım versiyonları ile kullanımları yaygınlaşmaktadır. Paketlere, esnek programlama araçları eklenmiştir ve firmalar tarafından kullanıcılara yeterli destek verilmektedir.

Ekonometrik programlama dilleri, kullanıcıları menülerle kısıtlamayıp, tüm ekonometrik yöntemleri deneme imkanı vermektedir. Bu diller, ekonometrik çalışmalarda gerekli olabilecek veri giriş çıkışı, matematik, istatistik ve grafik işlemleri için bir altyapı oluşturmuşlardır. Bu altyapı, kullanıcının programlama yeteneğine bağlı olarak en karmaşık ekonometrik yöntemlerin uygulanmasını sağlamaktadır. Oluşturulan altyapının en önemli elemanları, bir programlama dilinin temeli olan veri tipleri, komutlar ve fonksiyonlardır.

Çalışmamızda, ekonometrik programlama dillerinden S-Plus, Gauss ve Ox dilleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu dillerin sahip olduğu programlama araçları, dil elemanları, komut ve fonksiyon kütüphanesi, grafik özellikler tanıtılmış, ekonometrik bir çalışmanın nasıl gerçekleştirileceği incelenmiştir. Ekonometrik diller arasında seçim yapabilmek için kullanılan önemli kriterler aşağıda sıralanmıştır:

- a) yeni fonksiyon ekleyebilme özelliği: programlarda esneklik sağlar
- b) anlaşılabilir bir yapı: program yazımını kolaylaştırır
- c) komut zenginliği: geniş kapsamlı programlar oluşturmayı sağlar
- d) dökümantasyon kapsamı: dilin yapısının öğrenilmesine yardımcı olur

- e) hız: işlemlerin sonucu çabuk elde edilir
- f) işletim sistemi: kullanıcının sahip olduğu işletim sistemine uygunluk sağlanır
- g) çıktı kalitesi: sonucun yorumlanmasını kolaylaştırır
- h) fiyat: maddi açıdan karar vermeye yardımcı olur

Bu özelliklere göre bir değerlendirme yapıldığında Gauss ve S-Plus dilleri daha üstün görünmektedir. S-Plus ve Gauss, grafik özellikler açısından Ox'e göre daha gelişmiştir. Bu diller ayrıca, komut kümesinin zenginliği ve dilin anlaşılabilirliği açısından da Ox programından daha üstündür. Program yazımı aşamasında, Gauss ve S-Plus dilleri hata ayıklama işlemleri için araçlar sağlamaktadır. Dökümantasyon ve firma tarafından sağlanan destek açısından, Gauss ve S-Plus daha avantajlıdır. Ox programının tek üstün tarafı, verilen test sonuçlarından anlaşıldığı gibi, sahip olduğu hızdır. Bunun dışında, programın kısıtlı kullanım versiyonunun bulunması, Ox'in sahip olduğu bir diğer avantajdır.

Gauss ve S-Plus, nispeten eski oldukları için, ekonometrik problemlerin çözümünde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu dillerde yazılmış programlardan oluşan geniş bir ekonometrik arşiv oluşmuştur ve bu arşivlere internet üzerinden erişim sağlanmıştır. İncelediğimiz diller hakkında genel bilgiler Tablo B'de verilmiştir.

Tablo B: Programlama dillerine ilişkin genel bilgiler

Paket	Firma	İnternet Adresi	Ticari Fiat (\$)	Akademik Fiat (\$)	Tartışma Listesi	Kısıtlı Versiyon
S-Plus 4.5	Mathsoft Corp	www.mathsoft.com	1450	495	V	—
Gauss 3.2	Aptech Systems Inc.	www.aptech.com	1295	595	V	—
Ox 2.00	Timberlake Consultants	www.nuff.ox.ac.uk/ Users/Doornik	755	395	V	V

Anahtar: V:Belirtilen özellik mevcut ; - :Belirtilen özellik mevcut değil

Ekonometrik bir çalışmada kullanılacak yazılımın seçimi yapılırken, öncelikle yazılımın paket program veya programlama dili gruplarından hangisi olması gerektiğine karar verilmelidir.

Konu araştırılırken yapılan literatür taramasında, yeterli sayıda ve kalitede kaynak ile karşılaşmamıştır. Konu ile ilgili yayınlanmış kitaplar içerik açısından, programların kullanım kılavuzlarına benzemekte, yazılım hakkında yeni bir bilgi vermemektedir. Periyodik yayınlar ise ekonometrik yazılımlar hakkında kitaplara göre daha kapsamlı ve güncel yayın yapmaktadır. Ekonometri alanında yayın yapan Journal of Applied Econometrics dergisi her sayıda, International Journal of Forecasting ve The Economic Journal dergileri ise belirsiz aralıklarla yazılım incelemeleri yayınlamaktadır. The Economic Journal dergisinde yayınlanan incelemeler, genellikle kısa ve sığ olmaktadır. Journal of Applied Econometrics dergisinde yayınlanan incelemeler ise tam aksine çok detaylı olmaktadır. Bu incelemelerde, yazılımlar genel anlamda ele alınmamakta, sadece son geliştirilen ekonometrik yöntemleri içerme özellikleri araştırılmaktadır. Yazılım incelemelerinde en iyi kaliteyi International Journal of Forecasting dergisi yakalamıştır. Bu dergi, yazılımlarda içeriği zengin tutmuş ve gereksiz detaylara yer vermemiştir.

Periyodik yayınlarda yer alan tüm incelemelerde, özellikle kullanım kolaylığı ve görsel kalite üzerinde çok fazla durulmuş olması, ekonometrik yöntemlerin açıklanması ve program kapsamının anlatılmasına daha az yer ayrılmasına sebep olmuştur. Bunun dışında, incelemesi yapılan yazılımın, hemen hemen aynı dönemde yeni versiyonlarının piyasaya sürülmesi, makalelerde yayınlanan bilgilerin güncelliğini yitirmesine neden olmaktadır. Firmalar tarafından geliştirilen versiyonlardan dolayı, aynı durum çalışmamızda da geçerlidir.

Programlarla ilgili en güncel bilgi, ancak üretici firmaların kendisinden alınabilmektedir. Fakat, bu bilgi taraflı olacağından yazılım hakkında gerçekçi olmayan izlenimlere yol açabilir.

Ekonometrik yazılımların incelenmesinde en iyi yöntem, yazılımların tamamının edinilerek, aralarında karşılaştırma yapılmasıdır. Bu iş için gerekli bütçe ayrılarak, yazılımların son versiyonlarının satın alınması ve yazılımlar kullanılarak, değişik ekonometrik problemlerin çözülmesi daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Yazılımların pek çoğu, akademik kullanım için indirimli fiyatlar uygulamaktadır.

Ülkemizde, genellikle yazılımların DOS işletim sistemi altında çalışan eski versiyonları kullanılmaktadır. Programlar kopyalanarak kullanılmakta ve ilgili dökümanlar bulunmamaktadır. Bu yazılımlar, kullanım kolaylığına sahip değildir ve elde edilen sonuçların akademik bir yayın olarak düzenlenmesi uzun ve zor bir süreçtir. Ayrıca uygulamada, yazılım seçimi çoğu zaman sadece elde bulunan programlar arasından yapıldığı için, herhangi bir karşılaştırma kriteri uygulanmamaktadır.

Ekonometrik yazılımlar alanındaki eksikliği gidermek amacıyla yapılan bu çalışmanın, araştırmacılara yardımcı olmasını ve gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalara bir zemin oluşturmasını dilerim.

KAYNAKLAR

MAKALELER

Blake N. and L.C. Hunt, **"AREMOS:An Integrated Data Management, Estimation, Modelling and Report Writing Package"**, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, pp.753-767.

Brooks C., **"Garch Modelling in Finance: A Review of the Software Options"**, The Economic Journal, Vol.107, 1997, pp.1271-1276.

Cribari-Neto, F., **"Econometric Programming Environments:Gauss, Ox and S-Plus"**, Journal of Applied Econometrics, Vol.12, 1997, pp.77-89.

Diebold F.X., L. Giogianni and A.Inoue, **"STAMP"**, International Journal of Forecasting, Vol.12, 1996, pp.309-315.

Heywood G. and I. Rebelo, **"Time Series Analysis of Cross-Sections: A Software Guide"**, The Economic Journal, Vol.106, 1996, pp.271-275.

Judge G. and R.I.D. Harris, **"PCGIVE Professional 8.0 and PCGIVE Student 8.0"**, The Economic Journal, Vol.105, 1995, pp.776-786.

Judge G. and R.I.D. Harris, **"PCGIVE Professional 9.0 for Windows"**, The Economic Journal, Vol.107, 1997, pp.1604-1613.

Judge G., **"STAMP 5.0 Structural Time Series Analyser, Modeller and Predictor"**, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, pp. 1106-1114.

Kenc T. and J.M. Orszag, **"OX:An Object Oriented Matrix Language"**, The Economic Journal, Vol.107, 1997, pp.256-259.

McCullough, B.D., **"A Review of RATS v4.2: Benchmarking Numerical Accuracy"**, Journal of Applied Econometrics, Vol. 12, 1997, pp.181-190.

McKenzie, C.R., **"Microfit 4.0"**, Journal of Applied Econometrics, Vol.13, 1998, pp.77-89.

Noble N.R., **"Eviews-MicroTSP for Windows"**, International Journal of Forecasting, Vol.11, 1995, pp.497-499.

Pascoe S., **"A Tale of Two Solvers: EVOLVER 3.0 and GAMS 2.25"**, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, pp.264-271.

Pedregal D., **"BATS"**, International Journal of Forecasting, Vol.12, 1996, pp.429-432.

Podivinsky J.M., **"SNP:A Program for Non-parametric Time Series Analysis"**, The Economic Journal, Vol. 106, 1996, pp.1825-1829.

Rebelo I., "RATS Version 4.20", The Economic Journal, Vol. 105, 1995, pp.1056-1061.

Roberts J., "Econometric Views Version 1.0", The Economic Journal, Vol. 105, 1995, pp.1048-1054.

Rycroft R.S., "Student Editions of Forecasting Software: A Survey", International Journal of Forecasting, Vol.11, 1995, pp.337-351.

Wright R., "LIMDEP:Limited Dependent Variables Models, Version 7.0", The Economic Journal, Vol.106, 1996, pp.1458-1460.

Zeller S.H., "S-Plus", International Journal of Forecasting, Vol..11, 1994, pp.477-487.

KİTAPLAR

Chow, G.C., "Econometrics", McGraw-Hill, New York, 1983.

Ertek, T., "Ekonometriye Giriş", 2.b., Beta Yayınları, İstanbul, 1996.

Gujarati, D.N., "Basic Econometrics", 2nd. Ed., McGraw-Hill, New York, 1988.

Pindyck, R.S. and Rubinfeld D.L., "Econometric Models and Econometric Forecasts", 3th. Ed., McGraw-Hill, 1991.

Ross, P.W., "The Handbook of Software for Engineers and Scientists", IEEE Press, Florida, 1996.

Venables, W.N. and Ripley B.D., "Modern Applied Statistics with S-Plus", 2.nd Ed., Springer Verlag, New York, 1997.

Wonnacott R.J and Wonnacott T.H., "Econometrics", 2nd.Ed., Wiley, New York, 1979.

DİĞER KAYNAKLAR

Aptech Systems Inc. Internet Sayfası, "<http://www.aptech.com>".

Mathsoft Inc. Internet Sayfası, "<http://www.mathsoft.com>".

Ox programı yardım dosyası, "www.nuff.ox.ac.uk/Users/Doornik"

PcGive paketi yardım dosyası, "www.nuff.ox.ac.uk/Users/Doornik"

Steinhaus, S., "Comparison of Mathematical Programs For Data Analysis", University of Frankfurt, "<http://www.uni-frankfurt.de/~stst/ncrunch.html>".

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	16.02.1973	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1983-1990	İstanbul Lisesi
Lisans	1990-1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi Bilgisayar Bilimleri Müh. Bölümü
Yüksek Lisans	1996-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Programı
Çalıştığı Kurumlar	1995	Sabah Gazetesi A.Ş.
	1998	Schering Alman İlaç Ltd.

