

DURAĞAN OLMAYAN ÇOK DEĞİŞKENLİ ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

Eşbütünleşme (Cointegration)

Vectör hata düzeltme (Vector error correction-VEC)

DOÇ. DR. ORHAN GÜNDÜZ

NEDENSELLİK ANALİZİ

Değişkenler arasındaki ilişkinin nedenselliğinin yönünü istatistiksel olarak tahmin etmektir.

Regresyon modellerinde bağımlı değişken sonuç iken, bağımsız değişkenler sebep olarak ifade edilmektedir.

Günlük hayatta sebep sonuç ilişkisine örnek verilen bir çok değişkenin, aslında tek yönlü bir ilişkiye olmadıkları, karşılıklı bir sebep-sonuç ilişkisi doğurdukları gözlemlenmektedir.

Faiz ve enflasyon ilişkisi,

Yatırım-faiz ilişkisi gibi

Ya da iki değişken arasında yüksek düzeyde bir korelasyon varlığı, sadece bir ilişkiyi işaret eder.

Bu ilişkinin ortaya çıkmasında değişkenlerden sadece birisinin mi?, ikisinin birden mi etkisi olduğu "**nedensellik**" testi ile çözümlenebilir.

İki değişken arasında nedensellik açısından dört farklı durum oluşabilir.

- ❑ X'ten Y'ye doğru tek yönlü nedensellik
- ❑ Y'den X'e doğru tek yönlü nedensellik
- ❑ Y'den X'e doğru ve X'ten Y'ye doğru iki yönlü nedensellik
- ❑ Nedensellik olmaması

Nedensellik analizi yapılabilmesinin şartları

- VAR modelinin gerektirdiği bütün şartlar (durağanlık, hata terimleri otokorelayonsuz, uygun gecikme sayısı gibi)

Nedensellik testi (Granger nedensellik) örnek uygulama

2005-2010 yılları arası kuru kayısı ihracatı ile aylık(2005:01-2010:12) \$/TL paritesi (döviz kuru) arasındaki nedensellik araştırılmalıdır.

İki değişkenli modeli kuracağız.

File Edit Object View Proc Quick Options Window Help

Workfile: DATA - (c:\users\

View Proc Object Print Save De

Range: 1 72 -- 72 obs

Sample: 1 72 -- 72 obs

c

☒ logexc☒ logexp☒ resid

Sample...

Generate Series...

Show ...

Graph

Empty Group (Edit Series)

Series Statistics

Group Statistics

Estimate Equation...

Estimate VAR...

Descriptive Statistics

Covariances

Correlations

Cross Correlogram

Cointegration Test

Granger Causality Test

Series List

List of series, groups, and/or series expressions

logexp logexc

OK

Cancel

Group: UNTITLED Workfile: DATA\Data

View Proc Object Print Name Freeze Sample Sheet Stats Spec

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 10/09/15 Time: 10:24

Sample: 1 72

Lags: 3

Null Hypothesis:

Obs

F-Statistic

Probability

LOGEXC does not Granger Cause LOGEXP

69

2.37918

0.07823

LOGEXP does not Granger Cause LOGEXC

1.70115

0.17600

Data New Page

Boş Hipotez	F- Test	Olasılık	Karar	Sonuç
EXC Granger Nedeni değildir EXP'nin	2.38	0.08*	Red	<div>Şüpheli</div> EXC, EXP'nin Granger Nedenidir
EXP Granger Nedeni değildir EXC'nin	0,34	1.70	Kabul	EXP, EXC'nin Granger Nedeni değildir

EXC'den EXP'ye doğru tek yönlü nedensellik

VAR MODELİNDE NEDENSELLİK TESTİ

Workfile: DATA - (c:\users\user\documents\data.wf1)

View Proc Object Print Save Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1 72 -- 72 obs
Sample: 1 72 -- 72 obs

Display Filter: *

Object: c

logexc
logexp
resid

Open

Copy

Paste

Paste Special...

Update from DB...

Store to DB...

Object copy ...

Rename...

Delete

as Group

as Equation...

as VAR...

as Multiple series

Data New Page

VAR Specification

Basics Cointegration VEC Restrictions

VAR Type

☒ Unrestricted VAR

☐ Vector Error Correction

Endogenous Variables

logexc logexp

Lag Intervals for Endogenous:

1 3

Estimation Sample

1 72

Exogenous Variables

c

Tamam İptal

Var: UNTITLED Workfile: DATA\Data

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Stats Impulse Resids

Representations

Estimation Output

Residuals

Endogenous Table

Endogenous Graph

Lag Structure

Residual Tests

Cointegration Test...

Impulse Response...

Variance Decomposition...

Label

Regression Estimates

Adjustments

in []

AR Roots Table

AR Roots Graph

Granger Causality/Block Exogeneity Tests

Lag Exclusion Tests

Lag Length Criteria...

LOGEXC(-3) 0.223276 -1.227348
(0.18509) (2.04614)
[-4.13024] [0.76530]

LOGEXP(-1) 0.008063 0.599940
(0.01132) (0.12513)
[0.71239] [4.79467]

LOGEXP(-2) 0.005061 0.026515
(0.005061) (0.026515)
[0.71239] [4.79467]

Var: UNTITLED Workfile: DATA\Data

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Stats Impulse Resids

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests
Date: 10/09/15 Time: 10:37
Sample: 1 72
Included observations: 69

Dependent variable: LOGEXC

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOGEXP	5.103437	3	0.1644
All	5.103437	3	0.1644

Dependent variable: LOGEXP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOGEXC	7.137544	3	0.0676
All	7.137544	3	0.0676

EŞBÜTÜNLEŞME (COINTEGRATION)

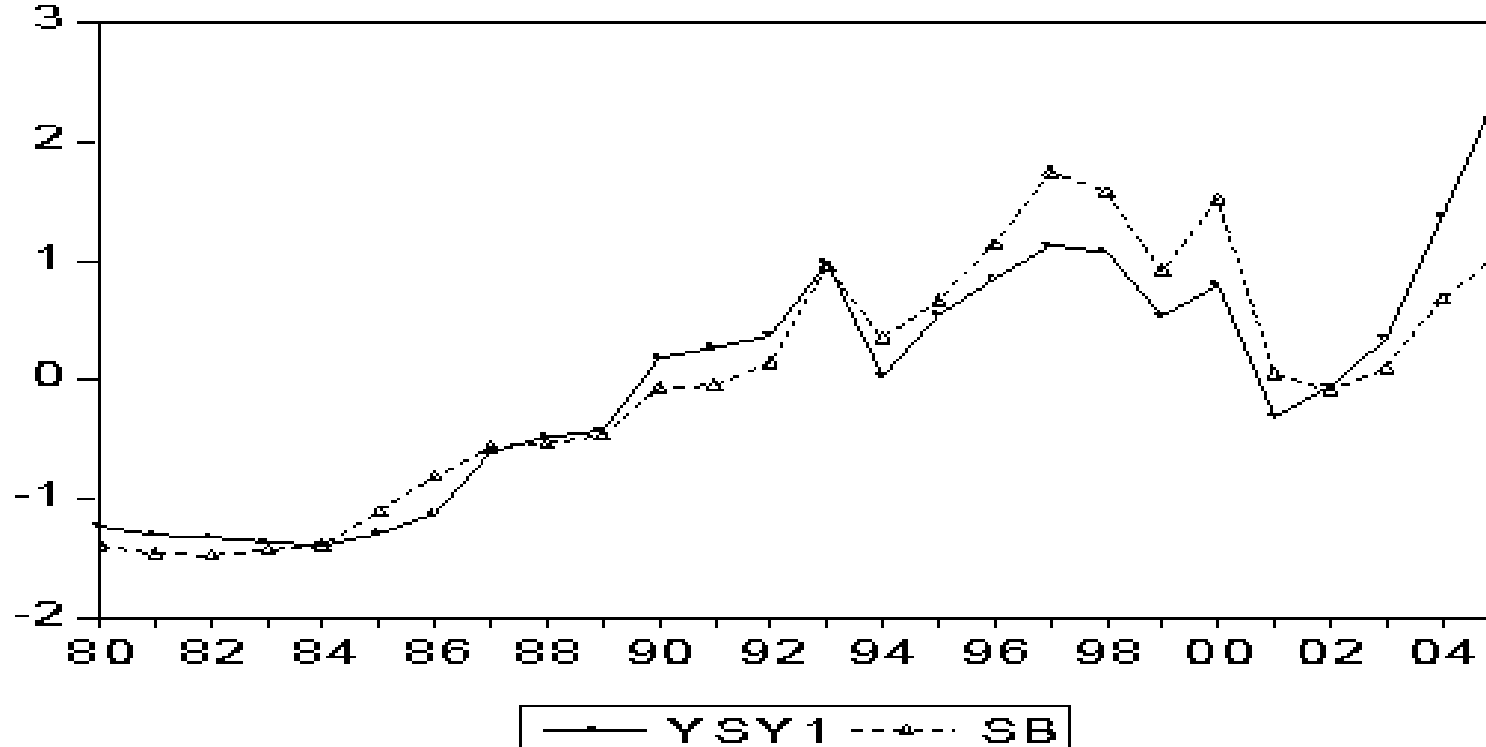
Trendli zaman serileri analiz edilirken, ekonometrik hipotez testlerini sağlamak amacıyla durağanlaştırma işlemi yapılmaktadır. Böylelikle serilerin kısa dönem davranışları rahatlıkla analiz edilebilirken, uzun ilişki gözardı edilebilmektedir. Birçok ekonometrist, trend içeren seriler arasındaki ilişkinin uygun metotlarla tahmin edilebileceğinin ifade etmektedirler. Yani durağan olmayan seriler arasında da durağan bir doğrusal ilişki bulunabilir. Böylesi bir durumun sözkonusu olduğu seriler arasında "koentegrasyon" (cointegration) olduğundan söz edilir.

Daha açık bir ifadeyle, seriler aynı seviyede durağan hale geliyorsa seriler arasında bir koentegrasyon ilişkisi diğer bir ifadeyle uzun dönem ilişkisi mevcuttur.

Durağan olmayan seriler arasında uzun dönemli bir ilişki var ise bu ilişkide meydana gelecek değişimlerin küçük ve geçici olacağı beklenir. Bu durumda seriler eşbütünleşik olurlar.

Sabit sermaye yatırımı ve sermaye birikimi değişkenlerinin grafik değişimi dikkate alındığında bu iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu görölmektedir.

Burada seriler durağan olmasa bile ilişkinin olduğu açıkça gözlemlenmektedir. Dolayısıyla eşbütünleşme olacağı söylenebilir.



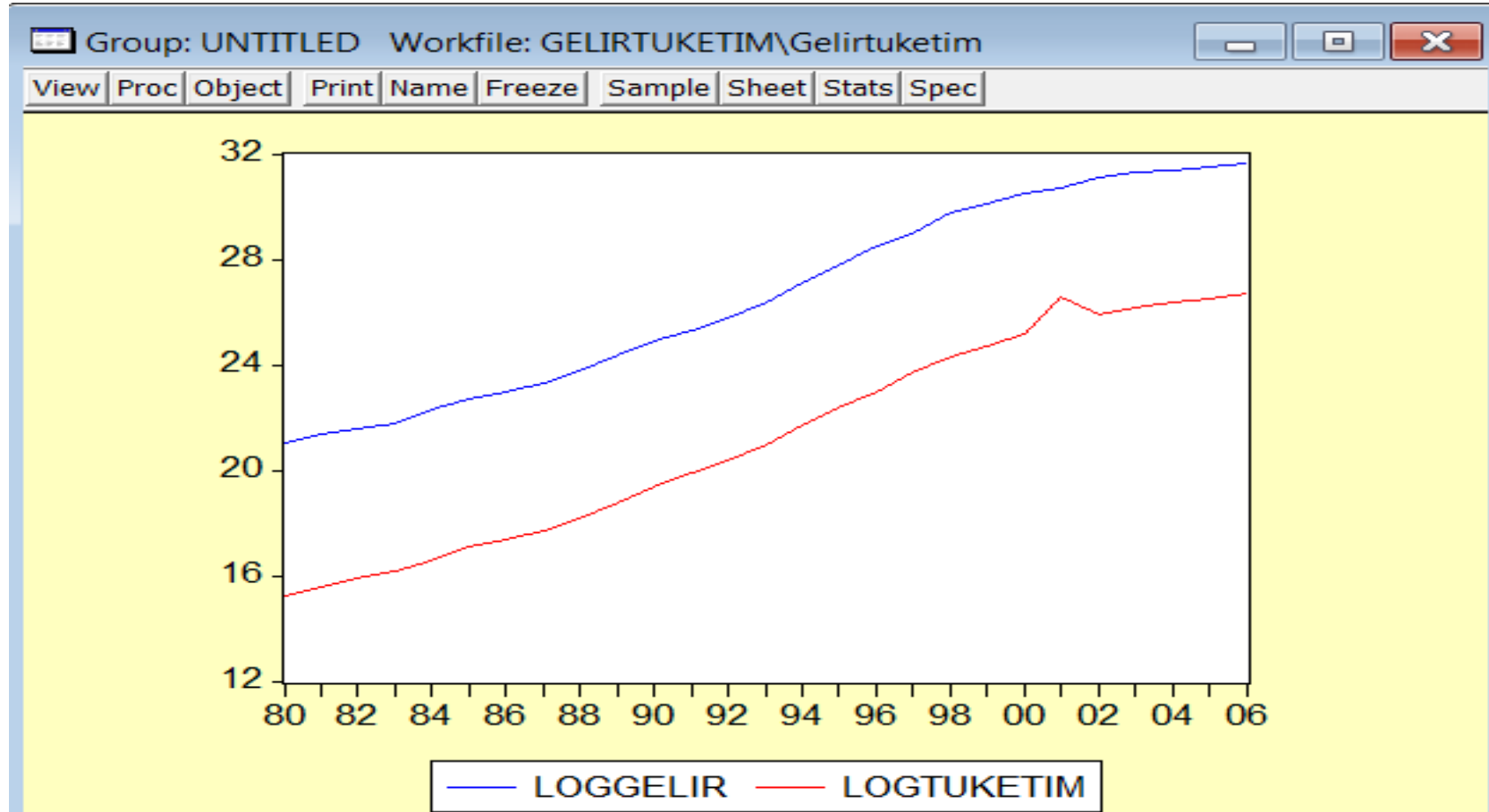
Eşbütünleşme ilk olarak Engle ve Granger (1987) tarafından ifade edilen bir kavram olmuştur.

Eşbütünleşme, farkları alınarak aynı düzeyde durağanlaşan serilerin orijinal değerleri ile analizlerde kullanılabileceğini göstermektedir.

Durağan olmayan bir zaman serisini durağan kılmak için değişkenin farkının alınması gerekmektedir. Durağan hale getirilebilmesi için d defa farkının alınması gereken bir değişken; $I(d)$ olarak veya "d'nci dereceden bütünleşik" bir süreç olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, $I(d)$ değişkeninin d adet "birim kökü" vardır denilir.

Eviews te Engle-Granger metodu

Örneğe ait iki değişkenin grafik seyri



Eviews te Engle-Granger metodu

EViews - [Workfile: GELIRTUKETIM - (c:\users\user\documents\gelirtuketim.wf1)]
File Edit Object View Proc Quick Options Window Help
View Proc Object Print Save Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample
Range: 1980 2006 -- 27 obs
Sample: 1980 2006 -- 27 obs

Open
Copy
Paste
Paste Special...
Update from DB...
Store to DB...
Object copy ...
Rename...
Delete

as Group
as Equation...
as VAR...
as Multiple series

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

Dependent Variable: D(LOGTUKETIM,2)
Method: Least Squares
Date: 10/09/15 Time: 11:50
Sample (adjusted): 1982 2006
Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGGELIR,2)	-0.772965	0.584419	-1.322620	0.1990
C	-0.017276	0.102565	-0.168435	0.8677

R-squared 0.070682 Mean dependent var -0.008000
Adjusted R-squared 0.030277 S.D. dependent var 0.519551
S.E. of regression 0.511626 Akaike info criterion 1.574171
Sum squared resid 6.020496 Schwarz criterion 1.671681
Log likelihood -17.67714 F-statistic 1.749324
Durbin-Watson stat 3.050533 Prob(F-statistic) 0.198963

Unit Root Test

Test type
Augmented Dickey-Fuller

Test for unit root in
☒ Level
☐ 1st difference
☐ 2nd difference

Include in test equation
☒ Intercept
☐ Trend and intercept
☐ None

Lag length
☒ Automatic selection:
Schwarz Info Criterion
Maximum lags: 5
☐ User specified: 1

OK Cancel

Equation Estimation

Specification Options

Equation specification
Dependent variable is followed by list of regressors including ARMA and PDL terms. OR an explicit equation like $Y=c(1)+c(2)*X$

d(logtuketim,2) d(loggelir,2) c

Estimation settings
Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)
Sample: 1980 2006

Tamam İptal

Seriler aynı seviyede durağan olmalıdır

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

Specify/Estimate...
Forecast...
Make Residual Series...
Make Regressor Group
Make Gradient Group
Make Derivative Group
Make Model
Update Coefs from Equation

Make Residuals

Residual type
☒ Ordinary
☐ Standardized
☐ Generalized

Name for resid series
resid01

OK Cancel

R-squared	0.070682	Mean d	
Adjusted R-squared	0.030277	S.D. dependent var	0.519551
S.E. of regression	0.511626	Akaike info criterion	1.574171
Sum squared resid	6.020496	Schwarz criterion	1.671681
Log likelihood	-17.67714	F-statistic	1.749324
Durbin-Watson stat	3.050533	Prob(F-statistic)	0.198963

Series: RESID01 Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on RESID01

Null Hypothesis: RESID01 is a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.448444	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.752946	
5% level	-2.998064	
10% level	-2.638752	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(RESID01)
Method: Least Squares
Date: 10/09/15 Time: 11:53
Sample (adjusted): 1984 2006
Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

Aynı seviyede durağan olan değişkenlere ait kurulan denklemden elde edilen hata terimlerinin düzeyde durağan olması gerekiyor. Böylece, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiyi belirleyecek ileri tekniklerin doğrusal formu kullanılabilir.

Engle-Granger metodu biri endojen, diğeri egzojen olan iki değişkenli ve EKK yöntemini kullanan tek denklemlili bir eşbütünleşme yaklaşımıdır.

Engle-Granger eşbütünleşme testi bu konuda yapılan çalışmalara öncülük etmiş olup, sonrasında konuyla ilgili bir çok model türetilmiştir.

Bunlardan en çok bilineni Johansen (1988) tarafından geliştirilen Johansen Kointegrasyon testidir.

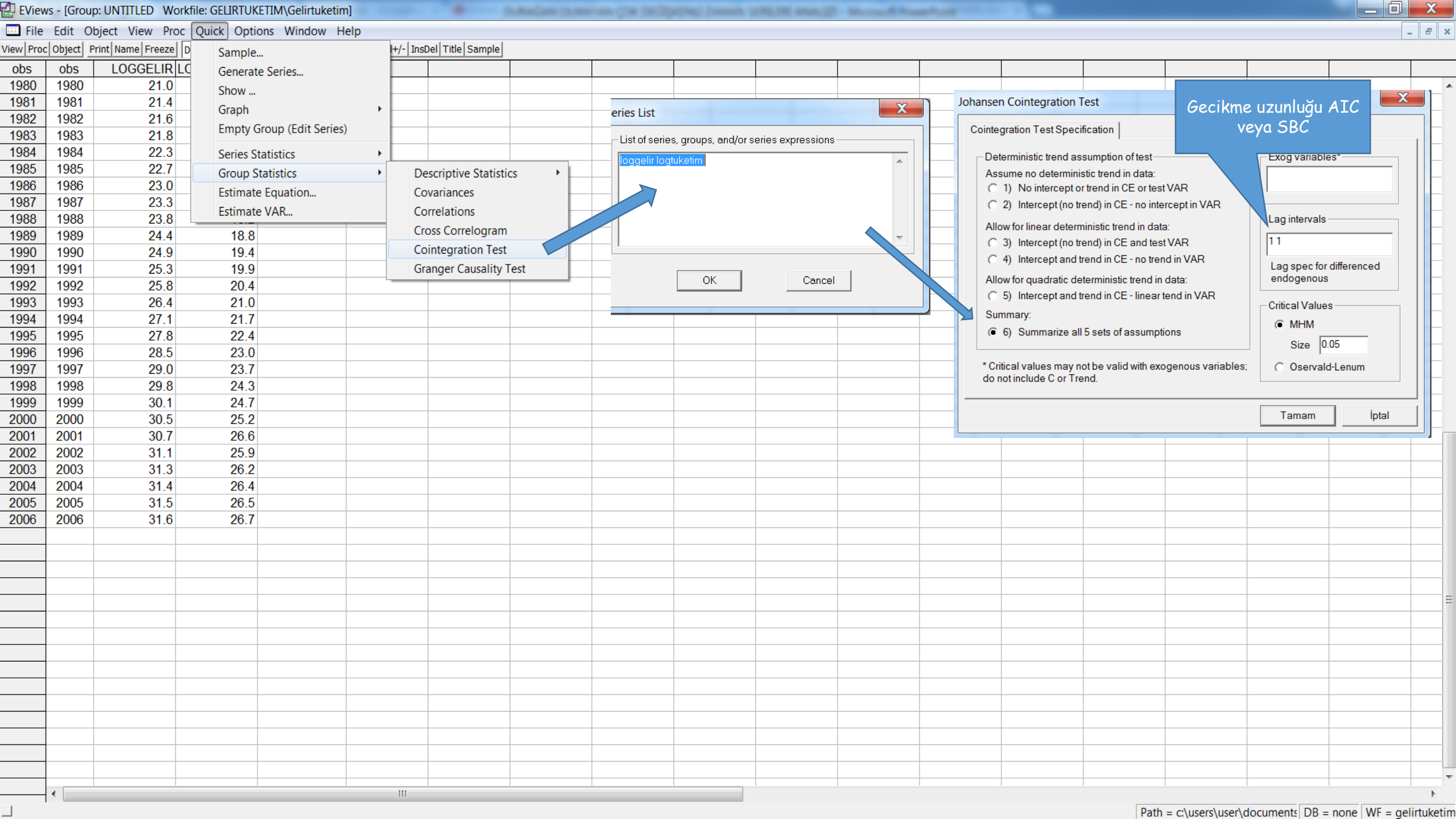
Johansen Kointegrasyon testi, hepsi endojen olan (bütün değişkenlerin hem bağımlı hem de bağımsız olabileceği) iki veya daha fazla değişkenli ve maksimum olabilirlik yöntemini kullanan VAR tabanlı bir eşbütünleşme yaklaşımıdır.

Johansen maksimum olabilirlik yöntemi kointegrasyon eşitliğinin sayısını belirlemek için iki farklı olabilirlik oran testi sağlar. Bunlardan biri iz istatistiği diğeri ise maksimum öz değer istatistiğidir.

Kointegrasyon iki seri arasında nedenselliğin mevcut olduğunu gösterebilir fakat nedenselliğin yönünü gösteremez.

Johansen Cointegration test örnek uygulaması

1980-2006 yılları arası gelir tüketim ilişkisinde eşbütünleşme ilişkisini araştıralım.



Önce VAR modeli kurulur, sonra en düşük AIC veya SBC sahip gecikmeli değerli model seçilir. Burada iki gecikmeli model en düşük değerlere sahip çıkmıştır.

VAR Specification

Basics

Cointegration

VEC Restrictions

VAR Type

☒ Unrestricted VAR
 ☐ Vector Error Correction

Endogenous Variables

Lag Intervals for Endogenous:

12

Exogenous Variables

c

Estimation Sample

1980 2006

Tamam

İptal

Vector Autoregression Estimates		
	LOGGELIR	LOGTUKETIM
LOGGELIR(-1)	1.475022 (0.18580) [7.93893]	1.366473 (0.27967) [4.88598]
LOGGELIR(-2)	-0.639718 (0.24145) [-2.64949]	-0.122962 (0.36345) [-0.33832]
LOGTUKETIM(-1)	0.269889 (0.15440) [1.74795]	0.046764 (0.23242) [0.20121]
LOGTUKETIM(-2)	-0.124539 (0.13784) [-0.90350]	-0.219480 (0.20749) [-1.05781]
C	1.381176 (1.53058) [0.90239]	-7.910012 (2.30393) [-3.43327]
R-squared	0.998295	0.996634
Adj. R-squared	0.997954	0.995961
Sum sq. resids	0.509750	1.155004
S.E. equation	0.159648	0.240313
F-statistic	2926.933	1480.387
Log likelihood	13.18543	2.961190
Akaike AIC	-0.654834	0.163105
Schwarz SC	-0.411059	0.406880
Mean dependent	27.02800	21.67600
S.D. dependent	3.529108	3.781124
Determinant resid covariance (dof adj.)	0.001310	
Determinant resid covariance	0.000839	
Log likelihood	17.59996	
Akaike information criterion	-0.607997	
Schwarz criterion	-0.120447	

Johansen Cointegration Test

Cointegration Test Specification

VEC Restrictions

Deterministic trend assumption of test

Assume no deterministic trend in data:

☐ 1) No intercept or trend in CE or test VAR
 ☐ 2) Intercept (no trend) in CE - no intercept in VAR

Allow for linear deterministic trend in data:

☐ 3) Intercept (no trend) in CE and test VAR
 ☐ 4) Intercept and trend in CE - no trend in VAR

Allow for quadratic deterministic trend in data:

☐ 5) Intercept and trend in CE - linear trend in VAR

Summary:

☒ 6) Summarize all 5 sets of assumptions

Exog variables*

Lag intervals

12

Lag spec for differenced endogenous

Critical Values

☒ MHM
 ☐ Osevald-Lenum

Size 0.05

* Critical values may not be valid with exogenous variables; do not include C or Trend.

Tamam

İptal

Var: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Stats Impulse Resids

Johansen Cointegration Test Summary

Date: 10/09/15 Time: 14:42
Sample: 1980 2006
Included observations: 24
Series: LOGGELIR LOGTUKETIM
Lags interval: 1 to 2

Selected (0.05 level*) Number of Cointegrating Relations by Model

Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Test Type	No Intercept	Intercept	Intercept	Intercept	Intercept
	No Trend	No Trend	No Trend	Trend	Trend
Trace	0	1	1	0	1
Max-Eig	0	1	1	0	1

*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)

Information Criteria by Rank and Model

Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Rank or	No Intercept	Intercept	Intercept	Intercept	Intercept
No. of CEs	No Trend	No Trend	No Trend	Trend	Trend
0	9.712050	9.712050	10.51413	10.51413	12.51413
1	12.32281	19.33671	19.82429	19.86361	19.8922
2	12.56777	21.72773	21.72773	22.72773	22.78557

Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns)

0	9.712050	9.712050	10.51413	10.51413	12.51413
1	12.32281	19.33671	19.82429	19.86361	19.8922
2	12.56777	21.72773	21.72773	22.72773	22.78557

Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns)

0	-0.142671	-0.142671	-0.042844	-0.042844	-0.012977
1	-0.026901	-0.528059*	-0.85357	-0.405301	-0.457435
2	0.286019	-0.310644	-0.310644	-0.232131	-0.232131

Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns)

0	0.250014	0.250014	0.448012	0.448012	0.576050
1	0.562126	0.110054*	0.201841	0.330983	0.327934
2	1.071388	0.572896	0.572896	0.749581	0.749581

Yandaki oluşan pencereden model tipine karar verilir.

Yıldız(*) ile gösterilen model tipi seçilecek olanlardandır.

Görüldüğü mAIC veya SBC kriterine göre "deterministik trend" içermeyen "sabitli ve trendsiz model" en uygun olarak seçilmiştir.

Johansen Cointegration Test

Cointegration Test Specification | VEC Restrictions

Deterministic trend assumption of test

Assume no deterministic trend in data:

☐ 1) No intercept or trend in CE or test VAR

☒ 2) Intercept (no trend) in CE - no intercept in VAR

Allow for linear deterministic trend in data:

☐ 3) Intercept (no trend) in CE and test VAR

☐ 4) Intercept and trend in CE - no trend in VAR

Allow for quadratic deterministic trend in data:

☐ 5) Intercept and trend in CE - linear trend in VAR

Summary:

☐ 6) Summarize all 5 sets of assumptions

* Critical values may not be valid with exogenous variables; do not include C or Trend.

Exog variables*

Lag intervals

12

Lag spec for differenced endogenous

Critical Values

☒ MHM

Size 0.05

☐ Oservald-Lenum

Tamam İptal

Var: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim		
View	Proc	Object
Print	Name	Freeze
Estimate	Stats	Impulse
Resids		
Johansen Cointegration Test		
Date: 10/09/15 Time: 14:58		
Sample (adjusted): 1983 2006		
Included observations: 24 after adjustments		
Trend assumption: No deterministic trend (restricted constant)		
Series: LOGGELIR LOGTUKETIM		
Lags interval (in first differences): 1 to 2		
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)		
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic
		0.05 Critical Value
		Prob.**
None *	0.551593	24.03135
At most 1	0.180656	4.782040
		20.26184
		9.164546
		0.0144
		0.3082
Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level		
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level		
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values		
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)		
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic
		0.05 Critical Value
		Prob.**
None *	0.551593	19.24931
At most 1	0.180656	4.782040
		15.89210
		9.164546
		0.0143
		0.3082
Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level		
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level		
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values		
Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b*S11*b=I):		
LOGGELIR	LOGTUKETIM	C
-9.337214	8.737609	61.05882
0.809616	-0.509434	-11.97946
Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):		
D(LOGGELIR)	0.021412	-0.060172
D(LOGTUKETIM)	-0.187279	-0.049629

Eşbütünleşme sayısı kaç olacak?

Yandaki pencereden olasılık değerleri %5'ten az olanlar kadar olacak.

Çalışmaya ait iki değişken için en az 1 adet eşbütünleşme modeli kurulabileceği görülmektedir.

Yani değişkenler uzun dönemde dengeye geleceklerdir.

Eşbütünleşme testleri farkı alınmış serilere uygulandığından serilerin değerlerinde kayıplar olmaktadır. Bu kayıpların düzeltilmesi için "hata düzeltme modelleri" kullanılmaktadır.

HATA DÜZELTME MODELLERİ (ERROR CORRECTION MODELS)

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusu olduğunda kullanılabilen modellerdir.

HDM, uzun dönem ilişkiden sapmalar hakkında bilgi verir.

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t$$

$$X_t = X_{t-1} + v_t$$

- İki farklı seri durağan değil iseler ve aralarında korelasyon yok ise, bu serilere uygulanan regresyon sonuçlarının anlamsız olması gerekir.
- Yani X_t ve Y_t birbiriyle ilişkisiz olmalıdır. Ancak sahte regresyon oluşmuş ise aralarında bir ilişki var gibi gözükabilir.
- İşte böylesi sonuçlardan kaçınmak için durağan serilerle tahmin yapmak gerekir.
- Serilere ait veriler, düzeyde durağan değil iseler, farkları alınarak durağanlaştırılıyor idiler.
- Ancak fark operatörü kullanılarak yapılan durağanlaştırma işlemi uzun dönem ilişkinin ortadan kalkmasına neden olabilir. Yani değişkenler arasındaki regresyon tahmini yanıltıcı olur.

- Şayet durağan olmayan bu serilerin birbirleriyle uzun dönemli ilişkisi olduğu kuvvetli delillere dayanıyorsa bu serilerin "Eşbütünleşik" olduğunu gösterebilir. Bunu ortaya çıkaran testler ise "eşbütünleşme testleri" olarak adlandırılır.
- Johannsen eşbütünleşme testi en çok bilinen testlerden birisidir. Test neticesinde eşbütünleşmenin varlığı ve değişkenler arasındaki ilişkinin tek yönlü veya çift yönlü olduğu hakkında bilgi sahibi olunabilir.

- Genel olarak, Y_t dizisi $I(1)$, başka bir X_t dizisi de $I(1)$ ise ve yani d aynı değer ise bu iki seri dizi eşbütünleşik **olabilir**.
- Eşbütünleşik iseler bu iki değişkenin düzey değerleri ile yapılan regresyon anlamlıdır.
- Böylece uzun dönemli ilişki kaybolmamış olur.

- Eşbütünleşme olması demek, bu serilerin kısa dönemde olasılıksal uyumsuzluklar gösterebilecekleri ancak uzun dönemde hep bir denge ilişkisine dönecekleri anlamına gelir.
- Serilerin durağan olmaması nedeniyle uzun dönem ilişkisinin kaybolmaması için Hata düzeltme modellerinden yararlanılır.
- Örnek bir denklem olarak; $X_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t + u_t$ verilmiş olsun.
- Tahmin edilen denkleme ait hataların (u_t) durağan çıkması durumunda u_t denklemi $u_t = X_t - \beta_1 - \beta_2 Y_t$ olur.

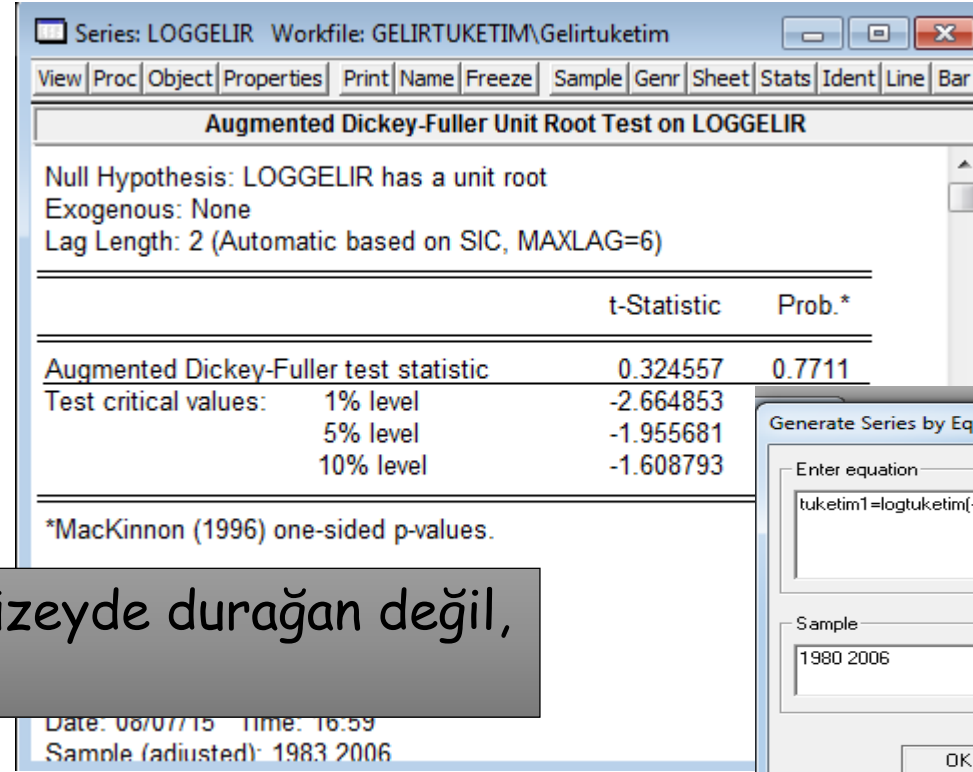
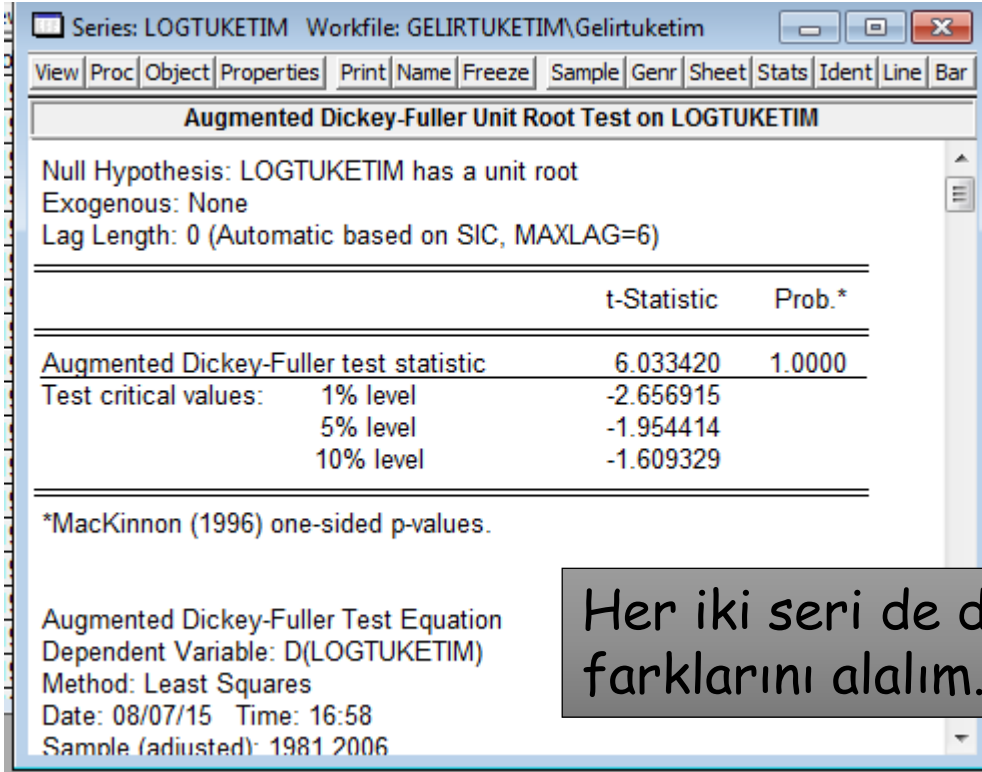
- Hata düzeltme modelinden yararlanmak için modele hatanın gecikmeli değeri (u_{t-1}) bir değişken olarak eklenir.

$$u_t = X_t - \beta_1 - \beta_2 Y_t + \beta_3 u_{t-1}$$

- Bu terimin katsayısının eksi değerli olması beklenir ve model değişkenlerinin arasındaki ilişkinin uzun dönem dengesinden ne kadar uzakta olduğunu ölçer. β_3 ise uzun dönem denge ilişkisinde geçici bir sapma olduğunda dengeye ne kadar çabuk geri döneceğini gösterir

ÖRNEK UYGULAMA-EVIEWS HATA DÜZELTME MODELİ

- Türkiye'de 1980-2006 yılları arası gelir-tüketim ilişkisi



Her iki seri de düzeyde durağan değil,
farklarını alalım.

Generate Series by Equation

Enter equation

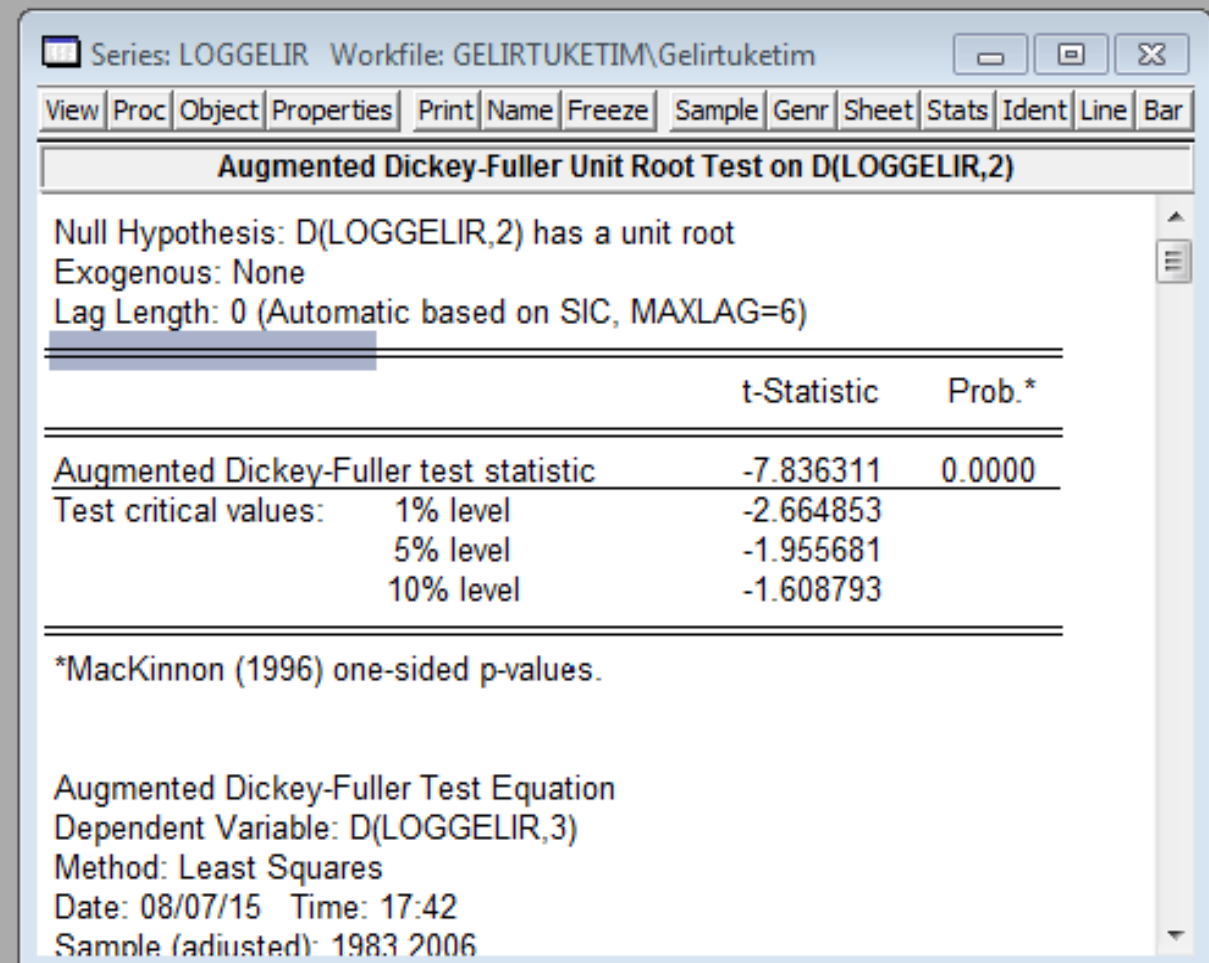
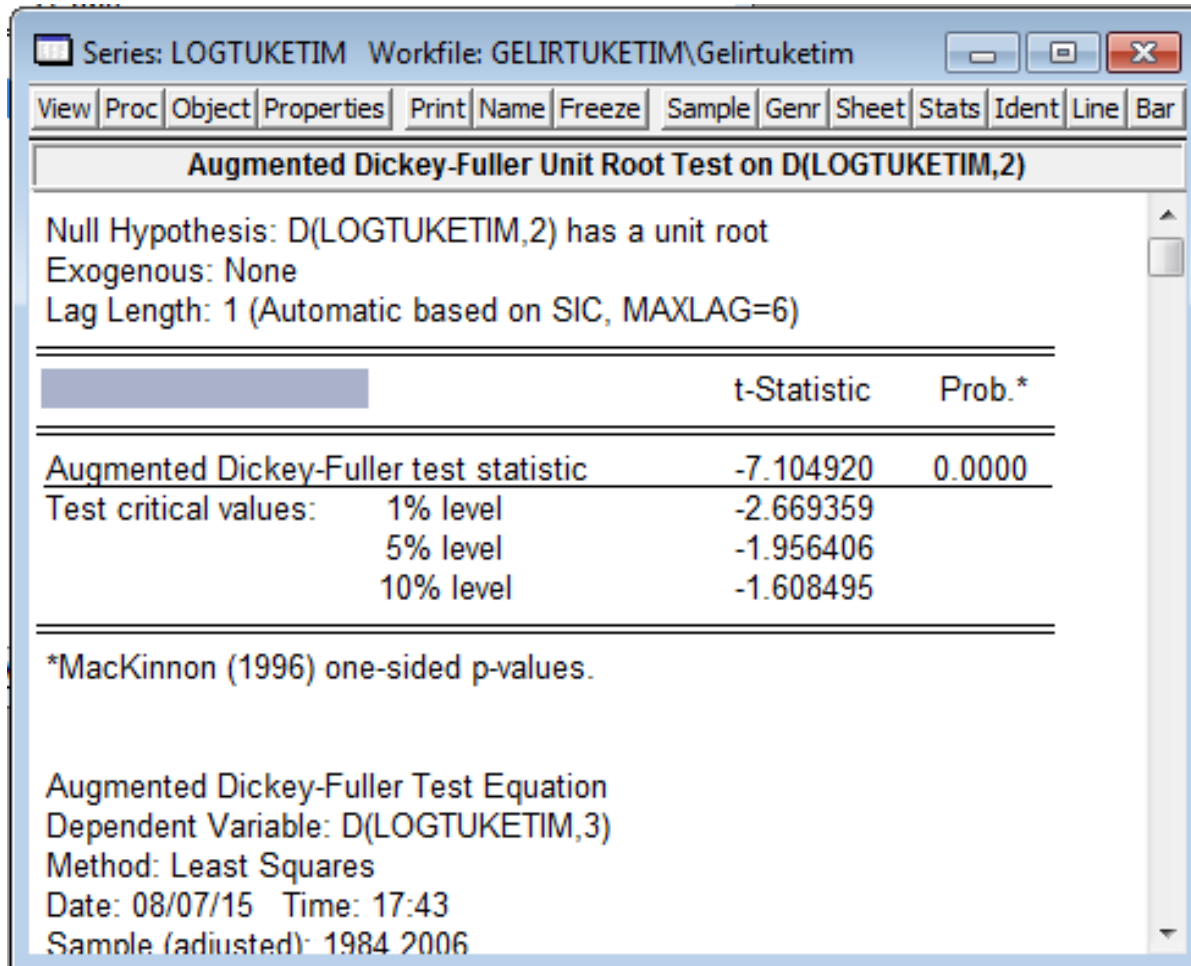
tuketim1=logtuketim(-1)

Sample

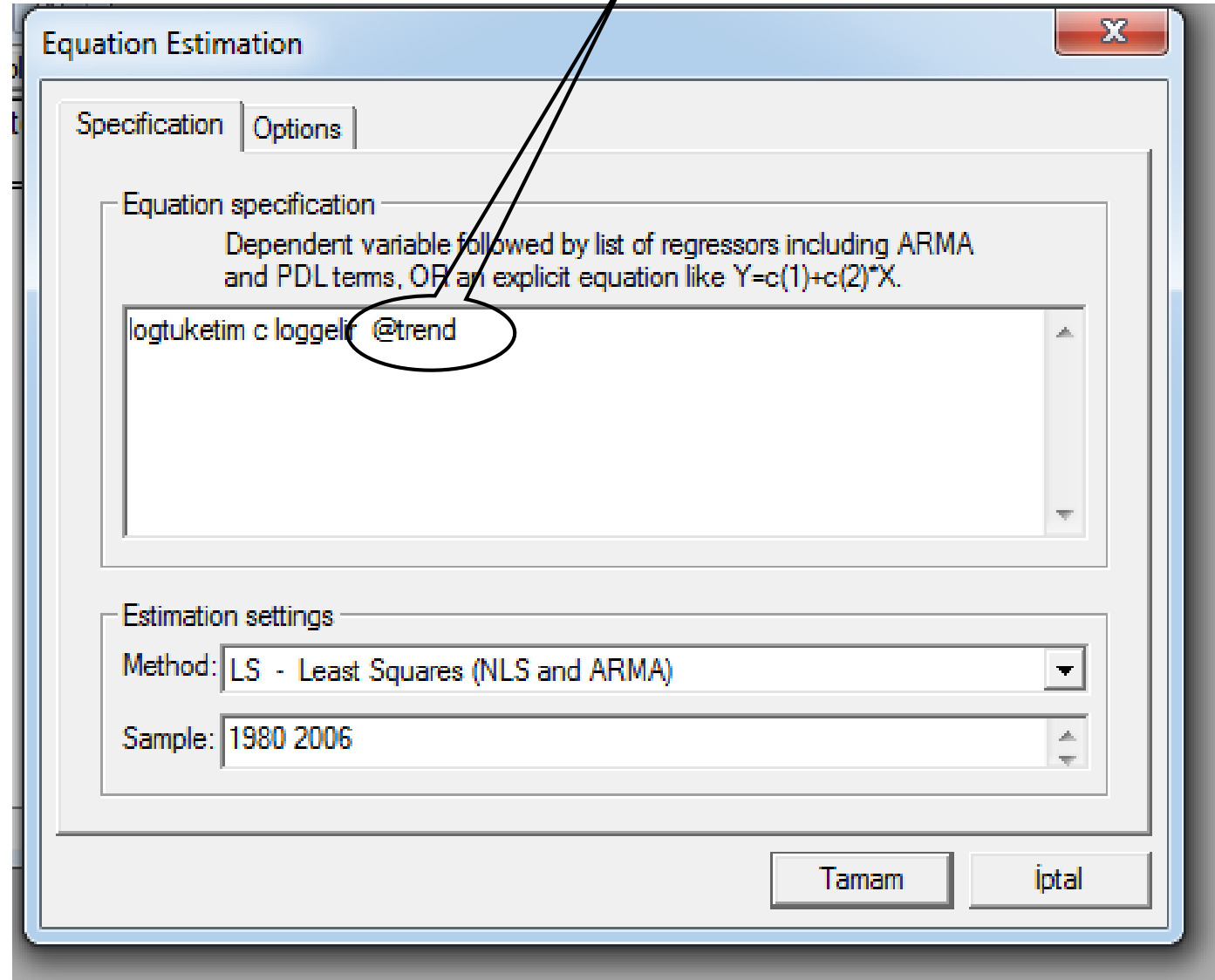
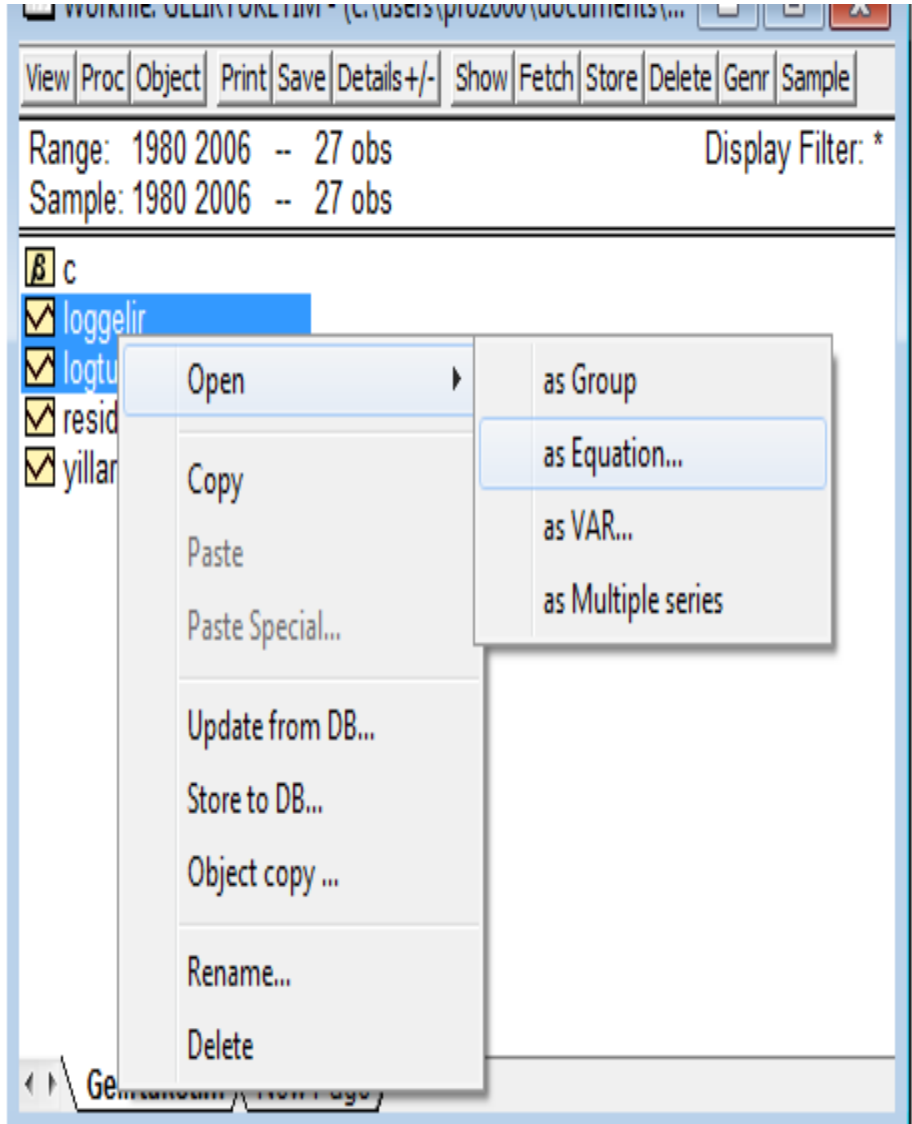
1980 2006

OK Cancel

- Her iki seri ikinci farklar alındığında durağan hale gelmektedir. O halde bu iki bütünleşik seridir.



- Böylece normal bir regresyon denklemi kurulabilir.
- Seri grafikleri incelendiğinde bir trende sahip oldukları görüldüğünden denkleme trend eklenmiştir.



Model sonuçları anlamlı çıkmıştır (F, t, DW gibi)

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: LOGTUKETIM
Method: Least Squares
Date: 08/07/15 Time: 17:50
Sample: 1980 2006
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.613582	1.978127	-2.332299	0.0284
LOGGELIR	0.940973	0.096241	9.777286	0.0000
@TREND	0.061407	0.045237	1.357463	0.1873

R-squared	0.996939	Mean dependent var	21.21111
Adjusted R-squared	0.996684	S.D. dependent var	4.000705
S.E. of regression	0.230364	Akaike info criterion	0.006124
Sum squared resid	1.273617	Schwarz criterion	0.150105
Log likelihood	2.917332	F-statistic	3908.926
Durbin-Watson stat	2.172918	Prob(F-statistic)	0.000000

- Modelle hata terimlerinin bir gecikmeli değerinin eklenmesi için hataların elde edilmesi gerekir. Şöyle ki

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: LOGTUKETIM
Method: Least Squares
Date: 08/07/15 Time: 17:50
Sample: 1980 2006
Included observations: 27

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.613582	1.978127	-2.332299	0.0284
LOGGELIR	0.940973	0.096241	9.777286	0.0000
@TREND	0.061407	0.045237	1.357463	0.1873

R-squared	0.996939	Mean dependent var	21.21111
Adjusted R-squared	0.996684	S.D. dependent var	4.000705
S.E. of regression	0.230364	Akaike info criterion	0.006124
Sum squared resid	1.273617	Schwarz criterion	0.150105
Log likelihood	2.917332	F-statistic	3908.926
Durbin-Watson stat	2.172918	Prob(F-statistic)	0.000000

Make Residuals

Residual type

☒ Ordinary

☐ Standardized

☐ Generalized

Name for resid series

resid01

OK

Cancel

- Aşağıdaki gibi bir hata serisi oluşturulur.

Series: HATA Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Properties Print Name Freeze Default Sort Edit+/- Smp+/- Lab

HATA					
	Last updated: 08/07/15 - 17:56				
	Modified: 1980 2006 // makeresid				
1980	0.053145				
1981	0.015348				
1982	0.065747				
1983	0.116145				
1984	-0.015748				
1985	0.046455				
1986	0.002756				
1987	-0.040943				
1988	-0.072836				
1989	-0.098827				
1990	-0.030721				
1991	0.031483				
1992	-0.000411				
1993					

Düzeyde durağan olması gereken Hata serisinin bir gecikmeli değeri modele eklenir ve yeniden tahmin yapılır.

Series: HATA Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Properties Print Name Freeze Sample Genr Sheet Stats Ident Line Bar

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on HATA		
Null Hypothesis: HATA has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=6)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.465038	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Augmented Dickey-Fuller Test Equation		
Dependent Variable: D(HATA)		
Method: Least Squares		
Date: 08/07/15 Time: 18:00		
Sample (adjusted): 1981 2006		

- Şimdi hata düzeltme modeli kurulabilir.

$$u_t = X_t - \beta_1 - \beta_2 Y_t + \beta_3 u_{t-1}$$

- Bağımlı ve bağımlı değişkenler ikinci farkta durağan olduklarından ikinci farkları, hata teriminin ise bir gecikmeli değeri modele dahil edilir.

Equation Estimation

Specification Options

Equation specification

Dependent variable followed by list of regressors including ARMA and PDL terms, OR an explicit equation like $Y=c(1)+c(2)*X$.

d(logtuketim,2) c d(loggelir,2) hata(-1)

İkinci farkın yazım şekline dikkat – d(logtuketim,2)

Estimation settings

Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)

Sample: 1980 2006

Tamam İptal

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(LOGTUKETIM,2)
Method: Least Squares
Date: 08/07/15 Time: 18:14
Sample (adjusted): 1982 2006
Included observations: 25 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGGELIR,2)	0.283468	0.376761	0.752467	0.4543
HATA(-1)	-1.963962	0.292677	-6.7143	0.000002
C	-0.007379	0.000000	0.000000	0.999998

R-squared 0.695047 Mean Squared Error of Regression 0.299667
Adjusted R-squared 0.667324 S.D. of Regression 0.547367
S.E. of regression 0.299667 Akaike info crit -3.748471
Sum squared resid 1.975609 Schwarz criterion -3.748471
Log likelihood -3.748471 F-statistic 25.07111
Durbin-Watson stat 2.078360 Prob(F-statistic) 0.000002

Hata terimini katsayısı -1-0 aralığında olmalı

Bu şartı sağlamıyor, bu model için HDM çalışmıyor şeklinde yorumlarız.

- Hata terimi katsayısının -0.12 çıktığını varsayalım.
- Yorum: Dengede oluşan bir birimlik sapmanın yaklaşık %12'si bir sonraki dönem düzelecektir.

Sınırlı VAR (VECM)

Bir VAR modeli oluşturmak için değişkenler arasında eşbütünleşme olması şartı yoktur. Değişkenler arasındaki eşbütünleşmeyi dikkate alan bir model oluşturulmak istendiğinde bir "Vektör Hata Düzeltme Modeli" (VECM) kurmak gerekmektedir. VECM (Vector Error Correction Model), aralarında eşbütünleşme olduğu bilinen durağan olmayan seriler için kullanmak üzere dizayn edilen sınırlı bir VAR'dır.

Eşbütünleşme bölümünde Tüketim gelir ilişkisinde en bir eşbütünleşme olduğu görülmüştü.

Bu iki değişken endojen olduğunu varsayalım.

O halde uzunlu dönemli ilişkiden sapmanın düzeltilmesi ile ilgili hata düzeltme modeli için VAR kurmalıyız.

VAR Specification

Basics | Cointegration | VEC Restrictions

VAR Type

☐ Unrestricted VAR

☒ Vector Error Correction

Endogenous Variables

loggelir logtuketim

Lag Intervals (Endogenous):

12

Estimation Sample

1980 2006

Exogenous Variables

Do NOT include C or Trend in VEC's

Tamam İptal

1. VAR Type bölümünde Vector Error Correction aktif edilmeli
2. Endojen değişkenler bölümüne değişkenlerin adları girilmeli
3. Uygun gecikme aralığı yazılmalı
4. Cointegration menüsü işaretlenmeli

VAR Specification

Basics | Cointegration | VEC Restrictions

Rank

Number of cointegrating equations: 1

Deterministic Trend Specification

No trend in data

☐ 1) No intercept or trend in CE or VAR

☒ 2) Intercept (no trend) in CE - no intercept in VAR

Linear trend in data

☐ 3) Intercept (no trend) in CE and VAR

☐ 4) Intercept and trend in CE - no trend in VAR

Quadratic trend in data

☐ 5) Intercept and trend in CE - linear trend in VAR

Tamam İptal

5. Daha önceden deterministik trendin olmadığı 2 numaralı model tipinin uygun olduğuna karar verilmişti.

6. Tamam tıklanır ve sonuçlar alınır.

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Stats Impulse Resids

Vector Error Correction Estimates

Vector Error Correction Estimates
Date: 10/09/15 Time: 15:35
Sample (adjusted): 1983 2006
Included observations: 24 after adjustment
Standard errors in () & t-statistics in []

Eşbütünleşme denklemi

Cointegrating Eq.	CointEq1
LOGGELIR(-1)	1.000000
LOGTUKETIM(-1)	-0.935783 (0.00622) [-150.490]
C	-6.539297 (0.14778) [-44.2515]

Hata düzeltme denklemi

Error Correction:	D(LOGGELIR)	D(LOGTUKETIM)
CointEq1	-0.199926 (0.30606) [-0.65323]	1.748661 (0.43976) [3.97638]
D(LOGGELIR(-1))	0.596233 (0.32189) [1.85230]	-0.050564 (0.46250) [-0.10933]
D(LOGGELIR(-2))	0.325374 (0.28347) [1.14781]	-0.647491 (0.40731) [-1.58968]
D(LOGTUKETIM(-1))	0.079101 (0.21400) [0.36963]	0.626345 (0.30748) [2.03701]
D(LOGTUKETIM(-2))	0.045230 (0.13658) [0.33117]	0.197278 (0.19624) [1.00530]
R-squared	0.496636	0.648784
Adj. R-squared	0.390664	0.574844
Sum sq. resids	0.489941	1.011502
S F equation	0.160581	0.230731

Hata düzeltme modeli için

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Stats Impulse Resids

Estimates

Specify/Estimate ...
Make Residuals
Make Model
Make Endogenous Group
Make Cointegration Group
Make System
Estimate Structural Factorization...

By Variable
By Lag

LOGGELIR(-1)	1.000000
LOGTUKETIM(-1)	-0.935783 (0.00622) [-150.490]
C	-6.539297 (0.14778) [-44.2515]

Her bir değişkene ait "hata düzeltme modelleri"

System: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze MergeText Estimate Spec Stats Resids

D(LOGGELIR) = C(1)*(LOGGELIR(-1) - 0.9357833168*LOGTUKETIM(-1) - 6.539297322) + C(2)*D(LOGGELIR(-1)) + C(3)*D(LOGGELIR(-2)) + C(4)*D(LOGTUKETIM(-1)) + C(5)*D(LOGTUKETIM(-2))

D(LOGTUKETIM) = C(6)*(LOGGELIR(-1) - 0.9357833168*LOGTUKETIM(-1) - 6.539297322) + C(7)*D(LOGGELIR(-1)) + C(8)*D(LOGGELIR(-2)) + C(9)*D(LOGTUKETIM(-1)) + C(10)*D(LOGTUKETIM(-2))

İlgi denklem seçilir

System: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze MergeText Estimation Forecast Stats Resids

$$D(\text{LOGGELIR}) = C(1) * (\text{LOGGELIR}(-1) - 0.9357833168 * \text{LOGTUKETIM}(-1) - 6.539297322) + C(2) * D(\text{LOGGELIR}(-1)) + C(3) * D(\text{LOGGELIR}(-2)) + C(4) * D(\text{LOGTUKETIM}(-1)) + C(5) * D(\text{LOGTUKETIM}(-2))$$
$$D(\text{LOGTUKETIM}) = C(6) * (\text{LOGGELIR}(-1) - 0.9357833168 * \text{LOGTUKETIM}(-1) - 6.539297322) + C(7) * D(\text{LOGGELIR}(-1)) + C(8) * D(\text{LOGGELIR}(-2)) + C(9) * D(\text{LOGTUKETIM}(-1)) + C(10) * D(\text{LOGTUKETIM}(-2))$$

Quic-estimate equation' a atılır ve denklem çözülür

Equation Estimation

Specification Options

Equation specification

Dependent variable followed by list of regressors including ARMA and PDL terms, OR an explicit equation like $Y=c(1)+c(2)*X$.

$$D(\text{LOGGELIR}) = C(1) * (\text{LOGGELIR}(-1) - 0.9357833168 * \text{LOGTUKETIM}(-1) - 6.539297322) + C(2) * D(\text{LOGGELIR}(-1)) + C(3) * D(\text{LOGGELIR}(-2)) + C(4) * D(\text{LOGTUKETIM}(-1)) + C(5) * D(\text{LOGTUKETIM}(-2))$$

Estimation settings

Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)

Sample: 1980 2006

Tamam İptal

C1 katsayısı eşbütünleşme denkleminin katsayısı olup, buradan elde edilecek hata terimleri ile **hata düzeltme terimi (uzun dönemli ilişkiyi yansıtır)** tahmin edilecektir.

Denklem sonuçları

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: D(LOGGELIR)
Method: Least Squares
Date: 10/09/15 Time: 15:53
Sample (adjusted): 1983 2006
Included observations: 24 after adjustments
D(LOGGELIR) = C(1)*(LOGGELIR(-1) - 0.9357833168*LOGTUKETIM(-1) - 6.539297322) + C(2)*D(LOGGELIR(-1)) + C(3)*D(LOGGELIR(-2)) + C(4)*D(LOGTUKETIM(-1)) + C(5)*D(LOGTUKETIM(-2))

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.199926	0.306060	-0.653226	0.5214
C(2)	0.596233	0.321888	1.852299	0.0796
C(3)	0.325374	0.283474	1.147807	0.2653
C(4)	0.079101	0.213997	0.369635	0.7157
C(5)	0.045230	0.136576	0.331173	0.7441

R-squared	0.496636	Mean dependent var	0.416667
Adjusted R-squared	0.390664	S.D. dependent var	0.205715
S.E. of regression	0.160581	Akaike info criterion	-0.636979
Sum squared resid	0.489941	Schwarz criterion	-0.391552
Log likelihood	12.64375	Durbin-Watson stat	2.083644

hata düzeltme terimi
negatif ve istatistiksel olarak anlamsız

Negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan katsayı, tüketimin gelir üzerinde uzun dönemli bir nedenselliğe sahip olduğunu göstermektedir. Yani, Tüketimden Gelire doğru uzun dönemli bir nedensellik vardır.

C1 olasılığı anlamlı çıkmış olsa idi Bir şok etkisiyle ortaya çıkan dengesizliğin yaklaşık %20'si bir dönem sonra düzelecekti şeklinde yorumlanır.

Tüketim değişkenine ilişkin katsayılar ortaklaşa olarak gelire istatistiksel olarak önemli düzeyde etki ediyorlarsa kısa dönemli bir nedenselliğe işaret eder.

Bunun için wald test yapılır.

Label	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	C(5)
	-0.199920	0.596233	0.325374	0.079101	0.045230
	0.306060	0.321888	0.283474	0.213997	0.136576
	-0.653226	1.852299	1.147807	0.369635	0.331173
	0.5214	0.0796	0.2653	0.7157	0.7441

	Value	Mean dependent var	Std. dependent var
R-squared	0.496636	0.416667	0.205715
Adjusted R-squared	0.390664	-0.636979	-0.391552
S.E. of regression	0.160581	2.083644	
Sum squared resid	0.489941		
Log likelihood	12.64375		

Wald Test

Coefficient restrictions separated by commas

C(4)=C(5)=0

Examples

C(1)=0, C(3)=2*C(4)

OK Cancel

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Wald Test:
Equation: Untitled

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	0.076586	(2, 19)	0.9266
Chi-square	0.153173	2	0.9263

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(4)	0.079101	0.213997
C(5)	0.045230	0.136576

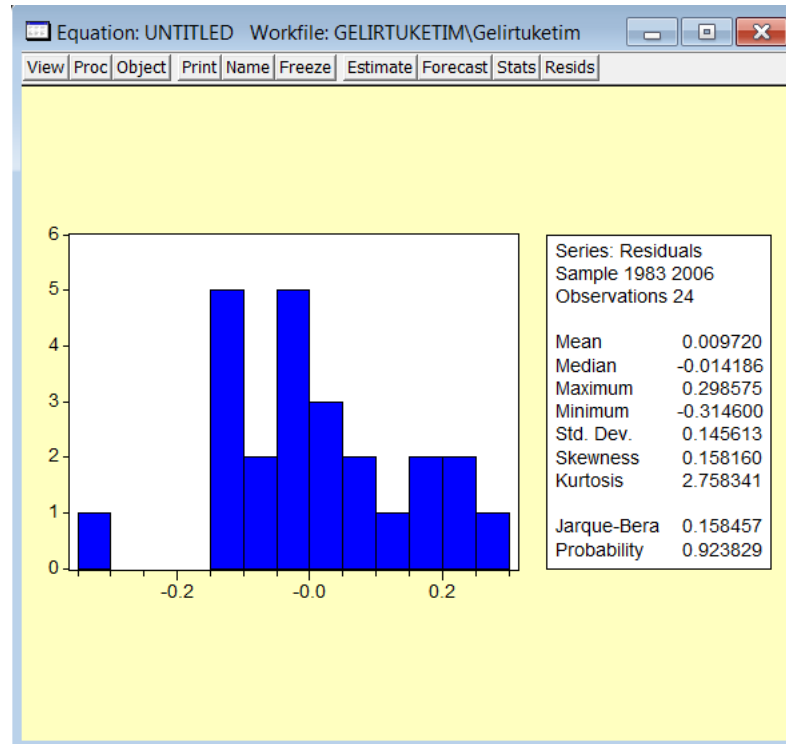
Restrictions are linear in coefficients.

Wald test sonuçları;

Tüketim değişkeninin gelir üzerine kısa dönemde bir nedenselliğe neden olmadığını gösterir.

Kurulan modelin etkinliđi için

- Hata terimleri otokorelasyonlu olmamalı,
- Normal dağılım olmalı
- ARCH etkisi olmamalı



Normal dağılımlı

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

ARCH Test:

F-statistic	0.270679	Probability	0.765754
Obs*R-squared	0.609469	Probability	0.737319

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 10/09/15 Time: 16:27
Sample (adjusted): 1985 2006
Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.018343	0.008233	2.227911	0.0382
RESID^2(-1)	0.095771	0.195402	0.490125	0.6297
RESID^2(-2)	-0.107084	0.195978	-0.546409	0.5911

R-squared	0.027703	Mean dependent var	0.018081
Adjusted R-squared	-0.074644	S.D. dependent var	0.024774
S.E. of regression	0.025682	Akaike info criterion	-4.359903
Sum squared resid	0.012532	Schwarz criterion	-4.211125
Log likelihood	50.95893	F-statistic	0.270679

ARCH etkisi yok

Equation: UNTITLED Workfile: GELIRTUKETIM\Gelirtuketim

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	4.630408	Probability	0.024814
Obs*R-squared	8.391311	Probability	0.015061

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 10/09/15 Time: 16:29
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.437480	0.242730	1.802335	0.0893
C(2)	0.004664	0.262104	0.017794	0.9860
C(3)	-0.420758	0.281585	-1.494246	0.1534
C(4)	0.040225	0.178094	0.225865	0.8240
C(5)	0.223186	0.130308	1.712756	0.1049
RESID(-1)	0.310507	0.245568	1.264445	0.2231
RESID(-2)	-0.516977	0.275635	-1.875583	0.0780

R-squared	0.349638	Mean dependent var	0.009720
Adjusted R-squared	0.120098	S.D. dependent var	0.145613

Otokorelasyon var

Daha sonra logtüretim bağımlı değişken olduğu denklem için model kurulur ve aynı işlemler tekrarlanır.

Granger nedensellik karşılaştırmaları

NORMAL DENKLEMLERLE

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGTUKETIM does not Granger Cause LOGGELIR	24	1.01637	0.4099
LOGGELIR does not Granger Cause LOGTUKETIM		10.3645	0.0004

VAR MODELİ İLE

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1980 2006

Included observations: 24

Dependent variable: LOGGELIR

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOGTUKETIM	3.049111	3	0.3841

Dependent variable: LOGTUKETIM

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOGGELIR	31.09342	3	0.0000

VECM İLE

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Sample: 1980 2006

Included observations: 23

Dependent variable: D(LOGGELIR)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LOGTUKETIM)	0.172343	3	0.9819

Dependent variable: D(LOGTUKETIM)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LOGGELIR)	5.804905	3	0.1215