

# 7. Ariketaren ebazpena

## Heterozedastizitatea eta autokorrelazioa.

### 7.1 Ariketa. Alokaturako eguzkitakoak.

#### Lehen zatia.

a. Eredua:  $A_t = \alpha + \beta T_t + u_t \quad t = 1, \dots, 22$

Eredua 1: KTA, 2012-04-30 –2012-09-24 behaketak erabiliz ( $T = 22$ )

Aldagai azaldua: A

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	27,6858	26,9302	1,0281	0,3162
T	11,4418	0,860534	13,2962	0,0000
Ald. azalduaren bbkoa	381,3409	Ald. azalduaren Desb. Tip.	60,52005	
Hondar Karratuen Batura	7817,177	Erregresioaren Desb. Tip.	19,77015	
$R^2$	0,898368	Zuzendutako $R^2$	0,893286	
$F(1, 20)$	176,7876	P-balioa( $F$ )	2,17e-11	
Log-egiantza	-95,82005	Akaike Irizpidea	195,6401	
Schwarz Irizpidea	197,8222	Hannan-Quinn	196,1541	
$\hat{\rho}$	0,126241	Durbin-Watson	1,662734	

LEF:  $\hat{A}_t = 27,6858 + 11,4418T_t$

b. White kontrastea.

$$H_0 : \sigma_t^2 = \sigma^2 \quad LM = TR^2 \stackrel{H_0, a}{\sim} \chi^2(2)$$

$$H_a : \text{Heterozedastizitatea}$$

*Erregresio laguntzailea:*

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 T_t + \alpha_2 T_t^2 + w_t$$

*Erabaki-araua:*  $LM = 3,273103 < 5,99146 = \chi_{0,05}^2(2)$

Homozedastizitatearen hipotesi hutsa ez da baztertzen % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioen bariantza ez dago tenperatura aldagaiaren funtzioan.

c. Durbin-Watson kontrastea.

$$\begin{cases} H_0 : \rho = 0 & \text{(Ez dago lehen ordenako prozesu autorregresiborik)} \\ H_a : u_t = \rho u_{t-1} + v_t \quad \rho > 0 & \text{(Lehen ordenako prozesu autorregresibo positiboa)} \end{cases}$$

$$\text{Kontrasterako estatistikoa: } DW = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{u}_t^2}$$

*Erabaki-araua:*  $DW = 1,662734 > 1,4289 = d_U$ , ez da hipotesi hutsa baztertzen % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioetan ez dago lehen ordenako prozesu aurreregresibo bat.

- d. Lortutako emaitzak emanik, perturbazioari dagozkion oinarrizko hipotesiak betetzen dira. Hortaz, KTA estimatzaile baldintzatuaren propietateak hauek hira: urrekiko lineala, alboragabea eta estimatzaile mota horien artean bariantzarik txikienekoa, Gauss-Markoven teoremarak dioen bezala.
- e. Temperatura aldagaiaren banakako esangura-contrastea.

$$\begin{aligned} H_0 : \beta &= 0 \\ H_a : \beta &\neq 0 \end{aligned} \quad t = \frac{\hat{\beta} - 0}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}} \stackrel{H_0}{\sim} t(T - k)$$

$|t| = 13,2962 > 2,08596 = t_{0,025}(20)$ enez,  $H_0$  baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz, temperatura aldagaia banaka esanguratsua da.

## Bigarren zatia.

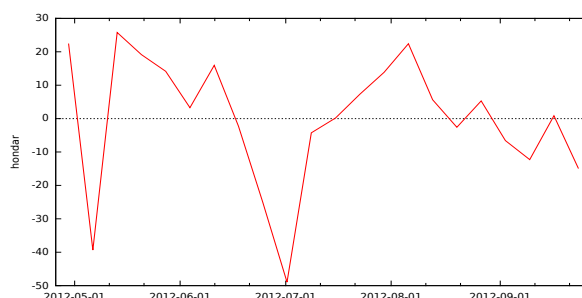
- a. Eredua:  $A_t = \beta_1 + \beta_2 T_t + \beta_3 P_t + \beta_4 H_t + v_t \quad t = 1, \dots, 22$

Eredua 2: KTA, 2012-04-30 –2012-09-24 behaketak erabiliz ( $T = 22$ )  
Aldagai azaldua: A

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	45,0017	45,7826	0,9829	0,3387
T	11,0405	2,18248	5,0587	0,0001
P	-0,0715119	3,32814	-0,0215	0,9831
H	-10,5178	9,74517	-1,0793	0,2947
Ald. azalduaren bbkoa	381,3409	Ald. azalduaren Desb. Tip.	60,52005	
Hondar Karratuen Batura	7328,892	Erregresioaren Desb. Tip.	20,17822	
$R^2$	0,904716	Zuzendutako $R^2$	0,888835	
$F(3, 18)$	56,96957	P-balioa( $F$ )	2,18e-09	
Log-egiantza	-95,11056	Akaike Irizpidea	198,2211	
Schwarz Irizpidea	202,5853	Hannan-Quinn	199,2492	
$\hat{\rho}$	0,107235	Durbin-Watson	1,684163	

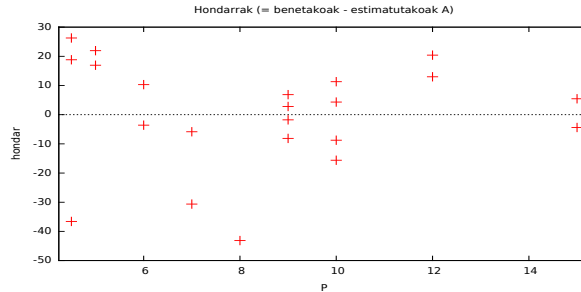
LEF:  $\hat{A}_t = 45,0017 + 11,0405 T_t - 0,0715119 P_t - 10,5178 H_t \quad t = 1, \dots, 22$

- b. Hondarren grafikoa denboran zehar.



Ez da portaera berezirik ikusten eta perturbazioen bariantza konstantea dela dirudi. Halere, bi piko nabarmentzen direnez, beharbada erduan egoeren bat jaso gabe dago.

b. Hondarren grafikoa  $P$  aldagaiarekiko.



Baliteke perturbazioaren bariantza aldagai horrekiko beherakorra izatea. Susmo hori baieztatzeko heterozedastizitate kontraste bat egin behar da.

c. White kontrastea.

$$\begin{aligned}
 H_0 : \sigma_t^2 &= \sigma^2 & LM = TR^2 &\sim_{H_0} \chi^2(8) \\
 H_a : &\text{Heterozedastizitatea}
 \end{aligned}$$

*Erregresio laguntzailea:*

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 T_t + \alpha_2 T_t^2 + \alpha_3 P_t + \alpha_4 P_t^2 + \alpha_5 H_t + \alpha_6 T_t P_t + \alpha_7 T_t H_t + \alpha_8 P_t H_t + w_t$$

*Erabaki-araua:*  $LM = 9,057437 < 15,5073 = \chi_{0,05}^2(8)$

Homozedastizitatearen hipotesi hutsa ez da baztertzen % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioen bariantza ez dago erduko aldagaien funtzioan.

d. Durbin-Watson kontrastea.

$$\begin{cases}
 H_0 : \rho = 0 & \text{(Ez dago lehen ordenako prozesu autorregresiborik)} \\
 H_a : u_t = \rho u_{t-1} + v_t \quad \rho > 0 & \text{(Lehen ordenako prozesu autorregresibo positiboa)}
 \end{cases}$$

*Kontrasterako estatistikoa:*  $DW = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{u}_t^2}$

*Erabaki-araua:*  $DW = 1,684163 > 1,6640 = d_U$ , hipotesi hutsa baztertu egingen da % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioetan ez dago lehen ordenako prozesu autorregresiborik.

e. Perturbazioak oinarrizko hipotesiak betetzen dituzenez, KTA estimatzailean oinarritutako inferentzia baliogarria da. Ondorioz, 6. Ariketan egindako kontrasteak baliogarriak direnez, alokatutako eguzkitakoak azaltzeko, prezioa eta haizea aldagaiak esanguratsuak ez direla baieztatu dezakegu. Honela bada, eredu egokiena (1) erdua da.

## 7.2 Ariketa. Landa-etxeak.

### Lehen zatia.

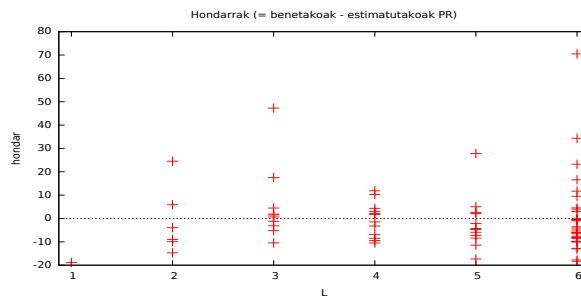
a. Eredua:  $PR_i = \alpha_1 + \alpha_2 L_i + \alpha_3 GP_i + u_i$

Eredua 3: KTA, 1 -75 behaketak erabiliz  
Aldagai azaldua: PR

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	t-arrazoia	p-balioa
const	38,4321	7,22899	5,3164	0,0000
L	2,26766	1,20082	1,8884	0,0630
GP	1,49558	1,09746	1,3628	0,1772
Ald. azalduaren bbkoa	56,13893	Ald. azalduaren Desb. Tip.	14,98446	
Hondar Karratuen Batura	15263,15	Erregresioaren Desb. Tip.	14,55982	
$R^2$	0,081392	Zuzendutako $R^2$	0,055875	
$F(2, 72)$	3,189724	P-balioa( $F$ )	0,047064	
Log-egiantza	-305,7595	Akaike Irizpidea	617,5189	
Schwarz Irizpidea	624,4714	Hannan-Quinn	620,2950	

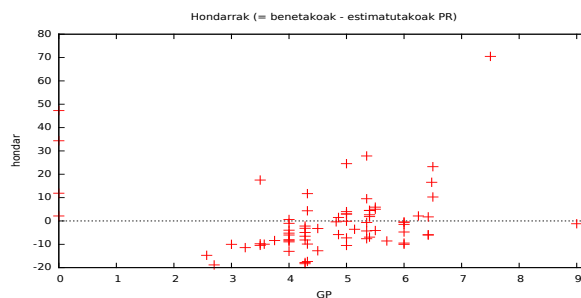
LEF:  $\widehat{PR}_i = 38,4321 + 2,26766L_i + 1,49558GP_i$

b. Hondarren grafikoa logela kopuruarekiko.



Ez da portaera berezirik ikusten eta perturbazioaren bariantza ez dirudi logelen kopuruaren funtzioan dagoenik.

Hondarren grafikoa gosariaren prezioarekiko.



Grafikoan perturbazioen bariantza gosari prezioaren funtzio gorakor bat izan daitekeela susmatzen da.

c. Goldfeld-Quandt kontrastea.

$$H_0 : \sigma_t^2 = \sigma^2$$

$H_a$  : Heterozedastizitatea, GPren funtzio gorakorra

Susmoan oinarrituz, lagina gosari prezioaren funtzioan ordenatzen da era gorakor-rean.

*Lehen azpilagina*, 25 behaketekin osoturikoa:

$$\widehat{PR}_i = 56,5307 + 2,68329L_i - 5,49373GP_i \quad HKB_1 = 2987,026$$

*Bigarren azpilagina*, 25 behaketekin osoturikoa:

$$\widehat{PR}_i = -15,4501 + 4,35148L_i + 9,23536GP_i \quad HKB_1 = 5183,993$$

*Kontrasterako estatistikoa:*  $GQ = \frac{HKB_2/N_2 - k_2}{HKB_1/N_1 - k_1} \stackrel{H_0}{\sim} \mathcal{F}(N_2 - k_2, N_1 - k_1)$

*Erabaki-araua:*  $GQ = \frac{5183,993}{2987,026} \times \frac{25-3}{25-3} = 1,735503 < 2,04777 = \mathcal{F}_{0,05}(22, 22)$

Homozedastizitate hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioen bariantza ez dago gosariaren prezioaren funtzioan.

d. Aurreko emaitza emanik, KTA estimatzailea baliogarria da inferentzia egiteko.

Logela kopurua aldagaiaren banakako kontrastea.

$$\begin{aligned} H_0 : \alpha_2 &= 0 & t &= \frac{\hat{\alpha}_2 - 0}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_2}} \stackrel{H_0}{\sim} t(T - k) \\ H_a : \alpha_2 &\neq 0 \end{aligned}$$

$|t| = 1,888 < 1,99346 = t_{0,025}(72)$ enez, ez da hipotesi hutsa baztertzen % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz, logela kopurua aldagaia ez da banaka esanguratsua.

### Bigarren zatia.

a. Estimaten den eredia hau da:

$$PR_i = \lambda_1 + \lambda_2 L_i + \lambda_3 GP_i + \lambda_4 WIFID_i + \lambda_5 WIFIO_i + \lambda_6 LOKH_i + u_i$$

Eredua 4: KTA, 1 -75 behaketak erabiliz

Aldagai azaldua: PR

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	t-arrazoia	p-balioa
const	40,5761	7,39661	5,4858	0,0000
L	1,94192	1,21303	1,6009	0,1140
GP	0,559911	1,21918	0,4593	0,6475
WIFID	6,98544	3,65362	1,9119	0,0600
WIFIO	-5,75696	12,0827	-0,4765	0,6352
LOKH	2,11170	5,43209	0,3887	0,6987
Ald. azalduaren bbkoa	56,13893	Ald. azalduaren Desb. Tip.	14,98446	
Hondar Karratuen Batura	14429,98	Erregresioaren Desb. Tip.	14,46133	
$R^2$	0,131536	Zuzendutako $R^2$	0,068604	
$F(5, 69)$	2,090130	P-balioa( $F$ )	0,077001	
Log-egiantza	-303,6545	Akaike Irizpidea	619,3089	
Schwarz Irizpidea	633,2138	Hannan-Quinn	624,8610	

LEF:

$$\widehat{PR}_i = 40,5761 + 1,94192L_i + 0,559911GP_i + 6,98544WIFID_i - 5,75696WIFIO_i + 2,11170LOKH_i$$

White kontrastea.

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2 \qquad LM = NR^2 \sim_{H_0} \chi^2(14)$$

$$H_a : \text{Heterozedastizitatea}$$

*Erabaki-araua:*  $LM = 23,284126 < 23,6848 = \chi_{0,05}^2(14)$

Printzipioz, hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioen bariantza ez dago ereduko aldagai azaltzaileen funtzioan. Halere, estatistikoaren eta kuantilaren balioak hurbilegi daudela ikusten da. Gretl programak eskaintzen duen White kontrastearen bigarren aukera erabiltzen bada, orduan  $LM = 14,924290 > 14,0671 = \chi_{0,05}^2(7)$  da eta homozedastizitate hipotesi hutsa baztertuko litzateke.

- b. Aurreko atalean egindako kontrasteen emaitzetan oinarrituz, KTA metodoaren bitartez estimatuko litzateke eredu baina inferentzia baliogarria izateko, badaezpada estimatzailearen bariantza- eta kobariantza-matrizearen estimatzaile sendoa erabiltzea komeniko litzateke.

Estimazio-emaitzak hauek dira:

Eredua: KTA, 1 -75 behaketak erabiliz

Aldagai azaldua: PR

Heterozedastizitatearekiko sendoak diren desbideratze tipikoak, aldakorra HC0

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	t-arrazoia	p-balioa
const	40,5761	12,0497	3,3674	0,0012
L	1,94192	1,11954	1,7346	0,0873
GP	0,559911	2,11458	0,2648	0,7920
WIFID	6,98544	2,17754	3,2079	0,0020
WIFIO	-5,75696	8,48536	-0,6785	0,4998
LOKH	2,11170	3,02680	0,6977	0,4877

Aldagai azalduaren batezbestekoa	56,13893	Aldagai azalduaren Desb. Tip.	14,98446
Hondar Karratuen Batura	14429,98	Erregresioaren KAB	14,46133
$R^2$	0,131536	Zuzendutako $R^2$	0,068604
$F(5, 69)$	3,905635	P-balioa( $F$ )	0,003553
Log-egiantza	-303,6545	Akaike Irizpidea	619,3089
Schwarz Irizpidea	633,2138	Hannan-Quinn	624,8610

- c. Alde bateko kontrastea.

$$H_0 : \lambda_2 \leq 0 \qquad t = \frac{\hat{\lambda}_2 - 0}{\hat{\sigma}_{\hat{\lambda}_2}} \stackrel{H_0, a}{\sim} N(0, 1)$$

$$H_a : \lambda_2 > 0$$

$t = 1,735 > 1,64 = N(0, 1)_{0,05}$  denez, hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz, logela kopuruak positiboki eragiten du logelen prezioan.

## 7.3 Ariketa. Soja esnea.

### Lehen zatia.

a. Eredua:  $A_t = \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 G_t + \beta_4 G_t^2 + u_t$

Eredua 5: KTA, 1990:01 –2012:06 behaketak erabiliz ( $T = 270$ )

Aldagai azaldua: S

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	57,5860	43,7095	1,3175	0,1888
P	-1,38907	0,0807449	-17,2032	0,0000
G	3,77879	0,610062	6,1941	0,0000
sq_G	-0,0166627	0,00229460	-7,2617	0,0000

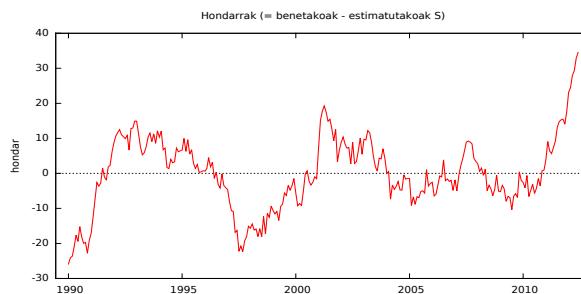
  

Ald. azalduaren bbkoa	120,8475	Ald. azalduaren Desb. Tip.	16,87912
Hondar Karratuen Batura	28697,27	Erregresioaren Desb. Tip.	10,38674
$R^2$	0,625554	Zuzendutako $R^2$	0,621331
$F(3, 266)$	148,1277	P-balioa( $F$ )	1,89e-56
Log-egiantza	-1013,042	Akaike Irizpidea	2034,083
Schwarz Irizpidea	2048,477	Hannan-Quinn	2039,863
$\hat{\rho}$	0,965596	Durbin-Watson	0,084094

LEF:  $\hat{S}_t = 57,5860 - 1,38907 P_t + 3,77879 G_t - 0,0166627 G_t^2$

LEF:  $\hat{A}_t = \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 G_t + \beta_4 G_t^2$

b. Hondarrak denboran zehar.



Hondarrak ez dira uniformeki banatzen zero inguruan. Zeinu bereko hondarren bo-ladak agertzen dira eta ondorioz lehen ordenako prozesu autorregresibo positibo bat dagoela susmatu daiteke.

Aipatu beharra dago eredua txarto zehaztuta egotea posiblea litzatekeela, 90-97 eta 01-03 urtetan zerbait gertatu dela eta eredua ez dela gai izan hori jasotzeko.

c. Durbin-Watson kontrastea.

$$\begin{cases} H_0 : \rho = 0 & \text{(Ez dago lehen ordenako prozesu autorregresiborik)} \\ H_a : u_t = \rho u_{t-1} + v_t \quad \rho > 0 & \text{(Lehen ordenako prozesu autorregresibo positiboa)} \end{cases}$$

Kontrasterako estatistikoa:  $DW = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{u}_t^2}$

*Erabaki-araua:*  $DW = 0,084094 < 1,7781 = d_L$ , hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Perturbazioetan lehen ordenako prozesu autorregresibo positibo bat dago.

d. Breusch-Godfrey kontrastea, lehen ordenako auokorrelazioarentzat.

$H_0$  : Ez dago  $p = 1$  ordenako autokorrelaziorik

$H_a$  :  $p = 1$  ordenako autokorrelazioa dago

Gretl bitartez lortzen den emaitza hau da:

Breusch-Godfrey kontrastea lehen ordenako autokorrelazioarentzat  
KTA, 1990:01 -2012:06 behaketak erabiliz (T = 270)

Aldagai azaldua: uhat

	koefizientea	desb. tipikoa	t-arrazoia	p-balioa
const	15,6772	14,2305	1,102	0,2716
P	-0,0260848	0,0262868	-0,9923	0,3219
G	-0,181503	0,198601	-0,9139	0,3616
sq_G	0,000623372	0,000746968	0,8345	0,4047
uhat_1	0,966433	0,0203928	47,39	2,07e-131 ***

R-karratua = 0,894460

Kontrasterako estatistikoa: LMF = 2245,889133,  
p-balioarekin =  $P(F(1,265) > 2245,89) = 2,07e-131$

Bestelako estatistikoa:  $TR^2 = 241,504118$ ,  
p-balioarekin =  $P(\text{Chi-karratua}(1) > 241,504) = 1,85e-054$

Ljung-Box Q' = 233,861,  
p-balioarekin =  $P(\text{Chi-karratua}(1) > 233,861) = 8,58e-053$

*Kontrasterako estatistikoa:*  $BG = TR^2 \stackrel{H_0,a}{\sim} \chi^2(1)$

*Erabaki-araua:*  $BG = 241,504118 > 3,84 = \chi_{0,05(1)}^2$

Hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura mailarekin. Perturbazioak lehen ordenako prozesu autorregresibo bat jaraitzen dute.

e. Breusch-Godfrey kontrastea, hamabi ordenako autokorrelazioarentzat.

$H_0$  : Ez dago  $p = 12$  ordenako autokorrelaziorik

$H_a$  :  $p = 12$  ordenako autokorrelazioa dago

Gretl bitartez lortzen diren emaitzak hauek dira:



Breusch-Godfrey kontrastea 12 ordenako autokorrelazioarentzat  
KTA, 1990:01 -2012:06 behaketak erabiliz (T = 270)  
Aldagai azaldua: uhat

	koefizientea	desb. tipikoa	t-arrazoia	p-balioa	
const	10,8369	14,2821	0,7588	0,4487	
P	-0,0243133	0,0255800	-0,9505	0,3428	
G	-0,110300	0,199156	-0,5538	0,5802	
sq_G	0,000354715	0,000748152	0,4741	0,6358	
uhat_1	0,827753	0,0627962	13,18	1,39e-030	***
uhat_2	0,356879	0,0813707	4,386	1,69e-05	***
uhat_3	-0,154457	0,0844110	-1,830	0,0684	*
uhat_4	-0,199465	0,0847859	-2,353	0,0194	**
uhat_5	0,0301600	0,0854870	0,3528	0,7245	
uhat_6	0,203399	0,0857590	2,372	0,0184	**
uhat_7	-0,0258866	0,0857166	-0,3020	0,7629	
uhat_8	-0,0944013	0,0860638	-1,097	0,2737	
uhat_9	0,0917464	0,0852713	1,076	0,2830	
uhat_10	0,0402079	0,0849897	0,4731	0,6366	
uhat_11	-0,0872901	0,0818427	-1,067	0,2872	
uhat_12	-0,0391187	0,0645283	-0,6062	0,5449	

R-karratua = 0,905770

Kontrasterako estatistikoa: LMF = 203,460617,  
p-balioarekin = P(F(12,254) > 203,461) = 9,99e-123

Bestelako estatistikoa: TR<sup>2</sup> = 244,557855,  
p-balioarekin = P(Chi-karratua(12) > 244,558) = 1,86e-045

Ljung-Box Q' = 1388,38,  
p-balioarekin = P(Chi-karratua(12) > 1388,38) = 4,45e-290

Kontrasterako estatistikoa:  $BG = TR^2 \stackrel{H_0, \alpha}{\sim} \chi^2(12)$

Erabaki-araua:  $BG = 244,557855 > 21,0261 = \chi_{0,05}^2(12)$

Autokorrelazio ezaren hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin.  
Perturbazioak hamabi ordenako autokorrelazioa aurkezten dute.

- f. Ereduko perturbazioek ez dute oinarritzko hipotesiak betetzen autokorrelazioa dagoelako. Ondorioz, KTA etimatzaille baldintzatuaren propietateak hauek dira: urekiko linealak eta alboragabeak baina horien artetik ez dira bariantzarik txikienekoak. Inferentzia baliogarria izateko estimatzailearen bariantza- eta kobariantza-matrizearen estimatzaile sendoa erabili behar da, adibidez, Newey-West estimatzailea.

Lortzen diren estimazio emaitzak hauek dira:

Eredua: KTA, 1990:01 –2012:06 behaketak erabiliz ( $T = 270$ )  
 Aldagai azaldua: S  
 HAC desbideratze tipikoak, leho-luzera 4 (Bartlett kernela)

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	57,5860	131,172	0,4390	0,6610
P	-1,38907	0,197105	-7,0474	0,0000
G	3,77879	1,77454	2,1294	0,0341
sq_G	-0,0166627	0,00648700	-2,5686	0,0108
Ald. azalduaren bbkoa	120,8475	Ald. azalduaren Desb. Tip.	16,87912	
Hondar Karratuen Batura	28697,27	Erregresioaren Desb. Tip.	10,38674	
$R^2$	0,625554	$R^2$ zuzendua	0,621331	
$F(3, 266)$	30,68774	P-balioa( $F$ )	4,55e-17	
Log-egiantza	-1013,042	Akaike Irizpidea	2034,083	
Schwarz Irizpidea	2048,477	Hannan-Quinn	2039,863	
$\hat{\rho}$	0,965596	Durbin-Watson	0,084094	

**Bigarren zatia.**

a. Eredua:  $S_t = \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 G_t + \beta_4 G_t^2 + \beta_5 time + \beta_6 time^2 + \beta_7 time^3 + u_t$

Eredua 6: KTA, 1990:01 –2012:06 behaketak erabiliz ( $T = 270$ )  
 Aldagai azaldua: S

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	-501,568	24,8240	-20,2050	0,0000
P	4,17251	0,129212	32,2919	0,0000
G	1,38658	0,279551	4,9600	0,0000
sq_G	-0,00572334	0,000946580	-6,0463	0,0000
time	0,945285	0,0558900	16,9133	0,0000
sq_time	0,00288812	0,000336880	8,5731	0,0000
time3	-1,44749e-005	9,72801e-007	-14,8796	0,0000
Ald. azalduaren bbkoa	120,8475	Ald. azalduaren Desb. Tip.	16,87912	
Hondar Karratuen Batura	2594,895	Erregresioaren Desb. Tip.	3,141102	
$R^2$	0,966141	$R^2$ zuzendua	0,965369	
$F(6, 263)$	1250,769	P-balioa( $F$ )	3,7e-190	
Log-egiantza	-688,6021	Akaike Irizpidea	1391,204	
Schwarz Irizpidea	1416,393	Hannan-Quinn	1401,319	
$\hat{\rho}$	0,587180	Durbin-Watson	0,827546	

LEF:

$$\hat{S}_t = -501,568 + 4,17251P_t + 1,38658G_t - 0,00572334G_t^2 + 0,945285time + 0,00288812time^2 - 1,44749 \times 10^{-05}time^3$$

b. Breusch-Godfrey kontrastea hamabi ordenako autokorrelazioarentzat.

$H_0$  : Ez dago  $p = 12$  ordenako autokorrelaziorik

$H_a$  :  $p = 12$  ordenako autokorrelazioa dago

Gretl erabiliz lortzen den emaitza hau da:

Breusch-Godfrey kontrastea 12 ordenako autokorrelazioarentzat  
KTA, 1990:01 -2012:06 behaketak erabiliz (T = 270)  
Aldagai azaldua: uhat

	koefizientea	desb. tipikoa	t-arrazoia	p-balioa	
const	-10,5985	19,9236	-0,5320	0,5952	
P	0,0106923	0,0949042	0,1127	0,9104	
G	0,143322	0,241628	0,5932	0,5536	
sq_G	-0,000494112	0,000815623	-0,6058	0,5452	
time	-0,0189710	0,0457003	-0,4151	0,6784	
sq_time	0,000126489	0,000264940	0,4774	0,6335	
time3	-2,39991e-07	7,24508e-07	-0,3312	0,7407	
uhat_1	0,477442	0,0632936	7,543	8,40e-013	***
uhat_2	0,360458	0,0701919	5,135	5,65e-07	***
uhat_3	-0,161536	0,0736684	-2,193	0,0292	**
uhat_4	-0,339565	0,0744734	-4,560	8,02e-06	***
uhat_5	-0,128674	0,0762109	-1,688	0,0926	*
uhat_6	0,263132	0,0769407	3,420	0,0007	***
uhat_7	-0,0160528	0,0777490	-0,2065	0,8366	
uhat_8	-0,213685	0,0771087	-2,771	0,0060	***
uhat_9	0,0429044	0,0749392	0,5725	0,5675	
uhat_10	0,102201	0,0742724	1,376	0,1700	
uhat_11	-0,0182295	0,0716443	-0,2544	0,7994	
uhat_12	-0,0736954	0,0664680	-1,109	0,2686	

R-karratua = 0,486911

Kontrasterako estatistikoa: LMF = 19,849505,  
p-balioarekin =  $P(F(12,251) > 19,8495) = 3,55e-030$

Bestelako estatistikoa:  $TR^2 = 131,466022$ ,  
p-balioarekin =  $P(\text{Chi-karratua}(12) > 131,466) = 3,13e-022$

Ljung-Box  $Q' = 228,539$ ,  
p-balioarekin =  $P(\text{Chi-karratua}(12) > 228,539) = 4,01e-042$

Kontrasterako estatistikoa:  $BG = TR^2 \stackrel{H_0, a}{\sim} \chi^2(12)$

Erabaki-araua:  $BG = 131,466022 > 21,0261 = \chi_{0,05}^2(12)$

Autokorrelazio ezaren hipotesi hutsa baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin.  
Perturbazioek hamabi ordenako autokorrelazioa aurkezten dute.

- c. Inferentzia baliogarria izan dadin, Newey-West-ek proposatutako KTA estimatzailearen bariantza matrizearen estimatzaile sendoa erabili behar da.

Lortutako etimazio-emaitzak hauek dira:

Eredua: KTA, 1990:01 –2012:06 behaketak erabiliz ( $T = 270$ )  
 Aldagai azaldua: S  
 HAC desbideratze tipikoak, leho-luzera 4 (Bartlett kernela)

	Koefizientea	Desb. Tipikoa	$t$ -arrazoia	p-balioa
const	-501,568	33,7535	-14,8598	0,0000
P	4,17251	0,187066	22,3050	0,0000
G	1,38658	0,444510	3,1193	0,0020
sq_G	-0,00572334	0,00158227	-3,6172	0,0004
time	0,945285	0,0872819	10,8303	0,0000
sq_time	0,00288812	0,000458242	6,3026	0,0000
time3	-1,44749e-005	1,33226e-006	-10,8649	0,0000
Ald. azalduaren bbkoa	120,8475	Ald. azalduaren Desb. Tip.	16,87912	
Hondar Karratuen Batura	2594,895	Erregresioaren Desb. Tip.	3,141102	
$R^2$	0,966141	$R^2$ zuzendua	0,965369	
$F(6, 263)$	485,1589	P-balioa( $F$ )	4,3e-139	
Log-egiantza	-688,6021	Akaike Irizpidea	1391,204	
Schwarz Irizpidea	1416,393	Hannan-Quinn	1401,319	
$\hat{\rho}$	0,587180	Durbin-Watson	0,827546	

Tendentzia aldagaiaren esangura-contrastea.

$$\begin{aligned}
 H_0 : \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0 \\
 H_a : \text{baten bat ez da ematen}
 \end{aligned}
 \quad
 F = \frac{HKB_M - HKB_{MG} \frac{T - k}{q}}{HKB_M} \stackrel{H_0}{\sim} \mathcal{F}(q, T - k)$$

$F = 351,353 > 2,63893 = \mathcal{F}_{0,05}(3, 263)$  denez,  $H_0$  baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz tendentzia aldagaia esanguratsua da.

d. Tendentzia lineala da?

Kontraste orokorra.

$$\begin{aligned}
 H_0 : \beta_6 = \beta_7 = 0 \\
 H_a : \text{baten bat ez da ematen}
 \end{aligned}
 \quad
 F = \frac{HKB_M - HKB_{MG} \frac{T - k}{q}}{HKB_M} \stackrel{H_0}{\sim} \mathcal{F}(q, T - k)$$

$F = 70,3769 > 3,03012 = \mathcal{F}_{0,05}(2, 263)$  denez,  $H_0$  baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz, tendentzia ez da lineala, polinomioaren ordena handiagoa delako.

Tendentzia koadratikoa da?

Kontraste orokorra.

$$\begin{aligned}
 H_0 : \beta_7 = 0 \\
 H_a : \text{baten bat ez da ematen}
 \end{aligned}
 \quad
 F = \frac{HKB_M - HKB_{MG} \frac{T - k}{q}}{HKB_M} \stackrel{H_0}{\sim} \mathcal{F}(q, T - k)$$

$F = 118,047 > 3,87706 = \mathcal{F}_{0,05}(1, 263)$  denez,  $H_0$  baztertu egiten da % 5 esangura-mailarekin. Ondorioz, tendentzia ez da koadratikoa, polinomioaren ordena handiagoa delako.

Tendentzia kubikoa da?

Bai, egindako kontrasteetan oinarrituz, tendentzia kubikoa da.