OTOKORELASYON

OTOKORELASYON

$Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t \;\Rightarrow\;$ $\quad$ $Cov\,(u_t, u_s) \neq 0 \;\Rightarrow\;$ $\quad$ $\underbrace{u_t = \rho\,u_{t\text{-}1} + \varepsilon_t}$ $\quad$ $-1 < \rho < +1$

Birinci dereceden Otokorelasyon

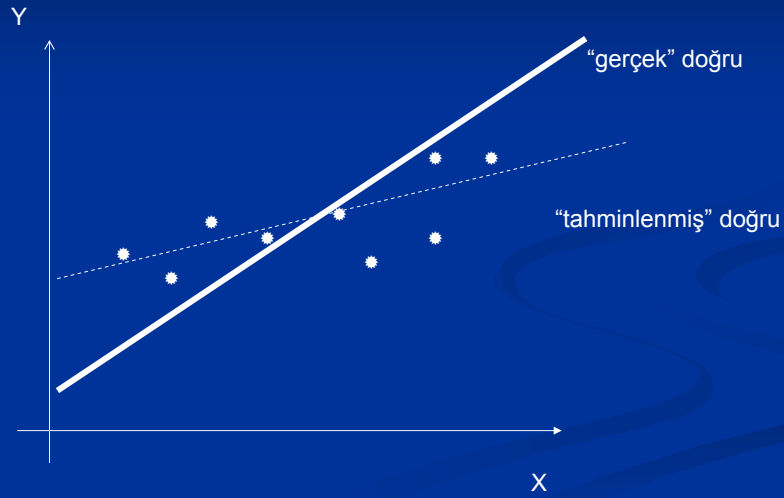Birinci Dereceden Otoregressif Süreç; A R(1)

$e_t = \rho\,e_{t\text{-}1} + \varepsilon_t$

$$\hat{\rho} = \frac{\Sigma e_t e_{t-1}}{\Sigma e_t^2}$$

KARŞILAŞILAN DURUMLAR

- Modele Bazı Bağımsız Değişkenlerin Alınmaması
- Modelin Matematiksel Kalıbın Yanlış Seçilmesi,
- Bağımlı Değişkenin Ölçme Hatalı Olması,
- Verilerin İşlenmesi,
- Örümcek Ağı Olayı,
- u'nun yanlış tanımlanması.

OTOKORELASYONU GÖZARDI ETMENİN SONUÇLARI

OTOKORELASYONU GÖZARDI ETMENİN SONUÇLARI

❑ Hipotez testleri üzerine etkisi,

Tahmin edilen katsayı varyansları gerçek varyans değerinden daha küçük elde edilir. Ve bu varyans değerleri sapmalı ve tutarsızdır. Dolayısıyla bunlara bağlı olarak elde edilen t ve F istatistiklerine ve elde edilen güven aralıklarına güvenilemeyecektir.
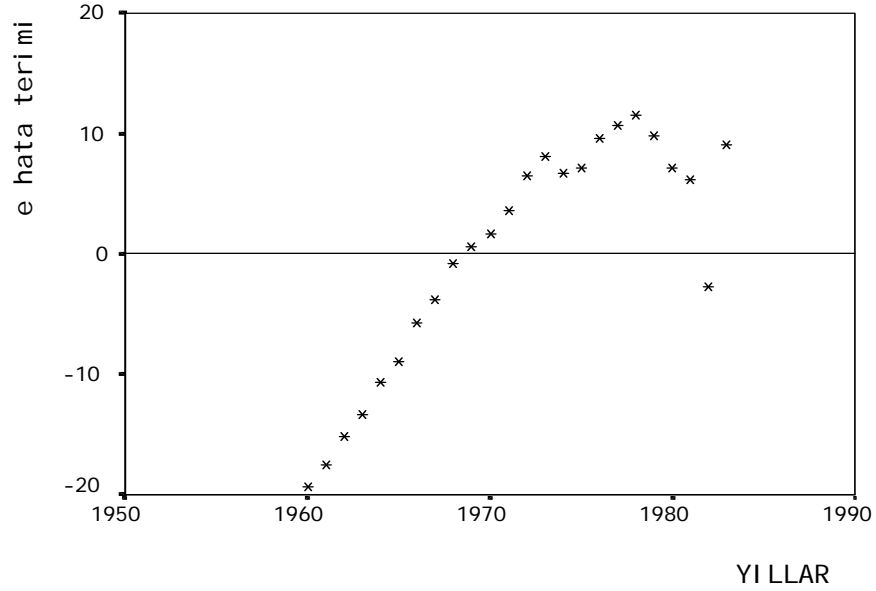
❑ Öngörümleme üzerine etkisi.

Taminler sapmasız olduğundan, öngörümleme değerleride sapmasız olacaktır. Ancak daha büyük varyanslı olma nedenleriyle etkinlik özelliğini kaybedeceklerdir.
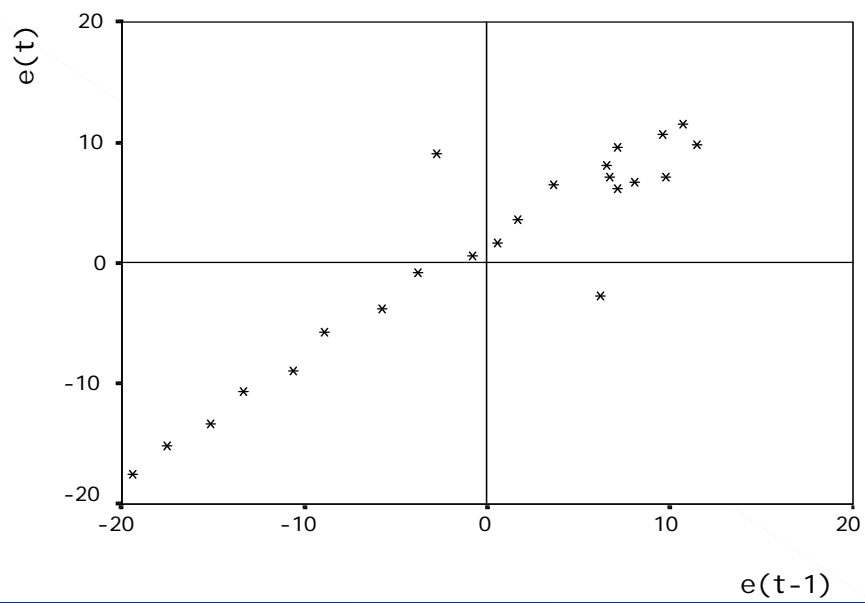
OTOKORELASYONUN TESBİT EDİLMESİ

•Grafik Yöntemle,

•Durbin-Watson testi ile,

•Breusch-Godfrey testi ile,

•Berenblut Webb testi ile,

• Engle ARCH testi ile.
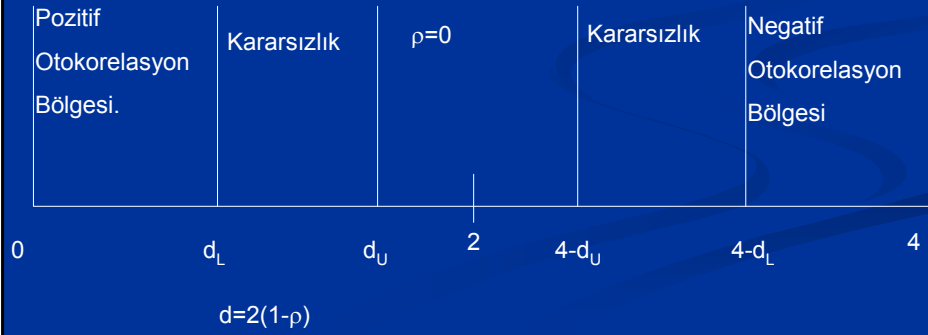
GRAFİK YÖNTEM

GRAFİK YÖNTEM

DURBİN-WATSON TESTİ

H_0: $\rho = 0$
H_1: $\rho \neq 0$

$$d = \frac{\Sigma(u_t - u_{t-1})^2}{\Sigma u_t^2}$$

Pozitif Otokorelasyon Bölgesi.	Kararsızlık	$\rho=0$	Kararsızlık	Negatif Otokorelasyon Bölgesi

0   d_L d_U 2 $4-d_U$ $4-d_L$ 4

$d=2(1-\rho)$

DURBİN-WATSON TESTİ

Dependent Variable: Y
Sample: 1985 2000
Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-467.1080	44.27578	-10.54997	0.0000
X	6.394968	0.489065	13.07590	0.0000

R-squared	0.924316	Mean dependent var	110.4375
Adjusted R-squared	0.918910	S.D. dependent var	43.22494
S.E. of regression	12.30889	Akaike info criterion	7.974988
Sum squared resid	2121.121	Schwarz criterion	8.071562
Log likelihood	-61.79991	F-statistic	170.9791
Durbin-Watson stat	0.765629	Prob(F-statistic)	0.000000

DURBIN-WATSON TESTİ

Y	X	e_t	e_{t-1}	$e_t - e_{t-1}$	$(e_t - e_{t-1})^2$	e_t^2
43	80	-1.48939	-	-	-	2.218292
53	81	2.115639	-1.48939	3.605032	12.99626	4.475928
59	82	1.720671	2.115639	-0.39497	0.156	2.960708
82	84	11.93074	1.720671	10.21006	104.2454	142.3424
92	86	9.140799	11.93074	-2.78994	7.783742	83.55421
100	88	4.350863	9.140799	-4.78994	22.94349	18.93001
102	89	-0.0441	4.350863	-4.39497	19.31574	0.001945
97	90	-11.4391	-0.0441	-11.395	129.8453	130.8524
101	92	-20.229	-11.4391	-8.78994	77.26297	409.2128
110	94	-24.0189	-20.229	-3.78994	14.36361	576.9097
116	91	1.16596	-24.0189	25.1849	634.2794	1.359462
130	95	-10.4139	1.16596	-11.5799	134.0934	108.4496
148	97	-5.20385	-10.4139	5.210064	27.14477	27.08003
162	96	15.19112	-5.20385	20.39497	415.9547	230.7701
182	99	16.00622	15.19112	0.815096	0.664382	256.199
190	101	11.21628	16.00622	-4.78994	22.94349	125.8049
				Σ	1623.993	2121.1215

DURBIN-WATSON TESTİ

•Model sabit terimsiz ise,

•Bağımsız X değişkenleri stokastikse,

•Otokorelasyonun derecesi 1'den büyük ise,

•Zaman serisinde ara yıllar noksan ise,

•Modelde bağımsız değişken olarak gecikmeli bağımlı değişken varsa,

BREUSCH-GODFREY (B-G) TESTİ

$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + u$

LM testi için yardımcı regresyon:

$u_t = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_s u_{t-s} + v_t$

$R_y^2 = ?$

B-G Testi Aşamaları:

1.Aşama $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_s = 0$

$H_1: \rho_i \neq 0$

2.Aşama $\alpha = ?$ **s.d.= s** $\chi^2_{tab} = ?$

3.Aşama   B-G= $(n-s).R_y^2 = ?$

4.Aşama   **B-G > χ^2_{tab}** H_0 hipotezi reddedilebilir

BREUSCH-GODFREY (B-G) TESTİ

Dependent Variable: HATA
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 16
Included observations: 15 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-12.34801	91.23885	-0.135337	0.8946
X	0.223393	0.989285	0.225813	0.8251
HATA(-1)	0.989166	0.189149	5.229553	0.0002

R-squared	0.958923	Mean dependent var	1.381627
Adjusted R-squared	0.952077	S.D. dependent var	33.51601
S.E. of regression	7.337108	Akaike info criterion	7.000623
Sum squared resid	645.9978	Schwarz criterion	7.142233
Log likelihood	-49.50467	F-statistic	140.0673
Durbin-Watson stat	1.177353	Prob(F-statistic)	0.000000

$$u_t = -12.34 + 0.223\ X\ + 0.989u_{t-1} \qquad R_y^2 = 0.0958$$

❑ **TEST AŞAMALARI**

1.Aşama $H_0: \rho_1 = 0$

$H_1 : \rho_1 \neq 0$

2.Aşama $\alpha = 0.05$ s.d.= 1 $\chi^2_{tab}=3.84$

3.Aşama B-G= (16-1)*0.958 = 14.37

4.Aşama **B-G > χ^2_{tab}** H_0 hipotezi reddedilebilir

Otokorelasyonun Önlenmesi

➢ GEKKY,

➢ Fonksiyonel Biçimin Değiştirilmesi,

➢ Genel Dinamik Yapı Tanımlanması,

➢ Birinci dereceden Farkların Alınması,

➢ Cochrane-Orcut Yöntemi,

➢Hildreth – Lu Yöntemi

Otokorelasyonun Önlenmesi

▶ p nin bilinmesi halinde otokorelasyonun önlenmesi yöntemi (GEKKY)

▶ p nin bilinmemesi halinde otokorelasyonun önlenmesi yöntemi (GEKKY)

---

p nin Bilinmesi Halinde Otokorelasyonun Önlenmesi Yöntemi (GEKKY)

$$u_t = \rho u_{t-1} + v_t \qquad -1 < \rho < 1$$

$$Y_t = b_1 + b_2 X_t + u_t \qquad (1)$$ Denkleminin GEKK Çözümü

$$Y_{t-1} = b_1 + b_2 X_{t-1} + u_{t-1}$$

$$pY_{t-1} = pb_1 + pb_2 X_{t-1} + pu_{t-1} \qquad (2)$$

$$(1) - (2) \Rightarrow Y_t - pY_{t-1} = b_1(1-p) + b_2(X_t - pX_{t-1}) + v_t$$

p nin Bilinmesi Halinde Otokorelasyonun Önlenmesi Yöntemi (GEKKY)

$$Y_t - pY_{t-1} = b_1(1-p) + b_2(X_t - pX_{t-1}) + v_t$$

Genelleştirilmiş Fark Denklemi

$$Y_t^* = b_1^* + b_2^* X_t^* + v_t$$

$$Y_t - pY_{t-1} = Y_t^* \qquad b_1(1-p) = b_1^*$$

$$X_t - pX_{t-1} = X_t^* \qquad b_2 = b_2^*$$

p nin Bilinmemesi Halinde Otokorelasyonun Önlenmesi Yöntemi (GEKKY)

➢ **Birinci Dereceden Farklar Yöntemi**

➢ **Durbin-Watson d istatistiği Yöntemi**

➢ **Theil –Nagar Yöntemi**

➢ **Tekrarlı İki Aşamalı Cochrane – Orcut Yöntemi**

➢ **Tekrarlı Cochrane – Orcut Yöntemi**

➢ **Hildreth – Lu Yöntemi**

Birinci Dereceden Farklar Yöntemi

Birinci dereceden faklar yönteminde; genelleştirilmiş fark denkleminde p = 1 alınarak yani pozitif otokorelasyon olduğu kabul edilerek şu denklem tahminlenir:

$$Y_t - Y_{t-1} = +b_2(X_t - X_{t-1}) + (u_t - u_{t-1})$$

$$\Delta Y_t = b_2 \Delta X_t + v_t$$

Birinci Dereceli Fark Denklemi

UYGULAMA: 1974-1994 yılları için Satış ve Kar verileri (Ramanathan Data 9.4)

SATIŞLAR	KARLAR	KAR - KAR(-1)0	SATIŞ - SATIŞ(-1)	SATIŞ(-1)	KAR(-1)
1060.6	58.7	-	-	-	-
1065.2	49.1	-9.6	4.6	1060.6	58.7
1203.2	64.5	15.4	138	1065.2	49.1
1328.1	70.4	5.9	124.9	1203.2	64.5
1496.4	81.1	10.7	168.3	1328.1	70.4
1741.8	98.7	17.6	245.4	1496.4	81.1
1912.8	92.6	-6.1	171	1741.8	98.7
2144.7	101.3	8.7	231.9	1912.8	92.6
2039.4	70.9	-30.4	-105.3	2144.7	101.3
2114.3	85.8	14.9	74.9	2039.4	70.9
2335	107.6	21.8	220.7	2114.3	85.8
2331.4	87.6	-20	-3.6	2335	107.6
2220.9	83.1	-4.5	-110.5	2331.4	87.6
2378.2	115.6	32.5	157.3	2220.9	83.1
2596.2	154.6	39	218	2378.2	115.6
2745.1	136.3	-18.3	148.9	2596.2	154.6
2810.7	111.6	-24.7	65.6	2745.1	136.3
2761.1	67.5	-44.1	-49.6	2810.7	111.6
2890.2	23.2	-44.3	129.1	2761.1	67.5
3015.1	83.9	60.7	124.9	2890.2	23.2
3258.4	176.6	92.7	243.3	3015.1	83.9

Genel Dinamik Yapının Tanımlanması

Data 9-4: Kar= b_1 + b_2 Satış

Dependent Variable: Kar
Sample: 1974 1994
Included observations: 21

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	34.01410	24.04132	1.414818	0.1733
Satış	0.026544	0.010652	2.491902	0.0221

R-squared	0.246318	Mean dependent var		91.46190
Adjusted R-squared	0.206651	S.D. dependent var		35.08631
S.E. of regression	31.25144	Akaike info criterion		9.812400
Sum squared resid	18556.39	Schwarz criterion		9.911879
Log likelihood	-101.0302	F-statistic		6.209574
Durbin-Watson stat	1.079979	Prob(F-statistic)		0.022115

23

Otokorelasyon Testi:

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	3.887323	Probability	0.064222
Obs*R-squared	3.729729	Probability	0.053452

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.114831	22.68834	-0.313590	0.7574
Satış	0.003872	0.010117	0.382731	0.7064
RESID(-1)	0.473739	0.240278	1.971630	0.0642

R-squared	0.177606	Mean dependent var		1.45E-1
Adjusted R-squared	0.086229	S.D. dependent var		30.46013
S.E. of regression	29.11726	Akaike info criterion		9.712103
Sum squared resid	15260.67	Schwarz criterion		9.861320
Log likelihood	-98.97708	F-statistic		1.94366
Durbin-Watson stat	1.139408	Prob(F-statistic)		0.172075

24

Birinci Farklar Yöntemi kullanılarak otokorelasyonun önlenmesi

$$(Kar_t - Kar_{t-1}) = b_1 + b_2 (Satış_t - Satış_{t-1}) + v_t$$

Dependent Variable: $(Kar_t - Kar_{t-1})$
Method: Least Squares
Sample(adjusted): 1975 1994
Included observations: 20 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
$(Satış_t - Satış_{t-1})$	0.116432	0.042287	2.753360	0.0126

R-squared	0.26257	Mean dependent var	5.895000
Adjusted R-squared	0.262576	S.D. dependent var	33.99321
S.E. of regression	29.19113	Akaike info criterion	9.634314
Sum squared resid	16190.3	Schwarz criterion	9.684100
Log likelihood	-95.34314	Durbin-Watson stat	1.023515

Birinci Farklar Yöntemi kullanılarak otokorelasyonun önlenmesi

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	3.737797	Probability	0.069080
Obs*R-squared	2.404216	Probability	0.121009

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(SALES)	0.004389	0.039600	0.110835	0.9130
RESID(-1)	0.481517	0.249060	1.933338	0.0691

R-squared	0.120211	Mean dependent var	6.899697
Adjusted R-squared	0.071334	S.D. dependent var	28.31979
S.E. of regression	27.29103	Akaike info criterion	9.54563
Sum squared resid	13406.41	Schwarz criterion	9.645206
Log likelihood	-93.45633	F-statistic	2.459446
Durbin-Watson stat	1.588424	Prob(F-statistic)	0.134232

Durbin-Watson d istatistiği Yöntemi

$$d = 2\left(1 - \hat{p}\right)$$

$$\Longrightarrow$$

$$\hat{p} = 1 - \left(d/2\right)$$

$$Y_t - pY_{t-1} = b_1(1-p) + b_2(X_t - pX_{t-1}) + v_t$$

Uygulama:

Data 9-4: Kar= b_1 + b_2 Satış

Dependent Variable: Kar
Sample: 1974 1994
Included observations: 21

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	34.01410	24.04132	1.414818	0.1733
Satış	0.026544	0.010652	2.491902	0.0221

R-squared	0.246318	Mean dependent var	91.46190
Adjusted R-squared	0.206651	S.D. dependent var	35.08631
S.E. of regression	31.25144	Akaike info criterion	9.812400
Sum squared resid	18556.39	Schwarz criterion	9.911879
Log likelihood	-101.0302	F-statistic	6.209574
Durbin-Watson stat	1.079979	Prob(F-statistic)	0.022115

$$\hat{p} = 1 - \left(d/2\right) = 1 - \left(1.079/2\right) = 0.4605$$

Dependent Variable: $(Kar_t - pKar_{t-1})$
Method: Least Squares
Sample(adjusted): 1975 1994
Included observations: 20 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.62572	25.44471	0.496202	0.6258
$(Satış_t - pSatış_{t-1})$	0.033676	0.020483	1.644121	0.1175

R-squared	0.130566	Mean dependent var	52.98570
Adjusted R-squared	0.082265	S.D. dependent var	31.25519
S.E. of regression	29.94201	Akaike info criterion	9.731041
Sum squared resid	16137.43	Schwarz criterion	9.830615
Log likelihood	-95.31041	F-statistic	2.703133
Durbin-Watson stat	1.141677	Prob(F-statistic)	0.117503

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	2.423061	Probability	0.137981
Obs*R-squared	2.495035	Probability	0.114206

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.335593	24.94406	-0.294082	0.7723
SALES1	0.007305	0.020269	0.360400	0.7230
RESID(-1)	0.429226	0.275743	1.556618	0.1380

R-squared	0.124752	Mean dependent var	1.56E-14
Adjusted R-squared	0.021781	S.D. dependent var	29.14341
S.E. of regression	28.82427	Akaike info criterion	9.697794
Sum squared resid	14124.26	Schwarz criterion	9.847154
Log likelihood	-93.97794	F-statistic	1.211531
Durbin-Watson stat	1.303590	Prob(F-statistic)	0.322193

Theil – Nagar Yöntemi

$$\hat{p} = \left[n^2 \left(1 - d/2\right) + k^2 \right] / \left(n^2 - k^2 \right)$$

n = Toplam Gözlem Sayısı (Örnek Hacmi)

d = DW İstatistiği Değeri

k = Tahmin Edilen b Katsayısı Sayısı

Uygulama:

$$\hat{p} = \left[n^2 \left(1 - d/2\right) + k^2 \right] / \left(n^2 - k^2 \right)$$

n = 21

d = 1.076

k = 2

$$\hat{p} = \left[(21)^2 \left(1 - (1.076/2)\right) + 2^2 \right] / \left((21)^2 - 2^2 \right) = 0.475$$

Tekrarlı İki Aşamalı Cochrane – Orcut Yöntemi

$$u_t = \rho u_{t-1} + v_t$$

$$Y_t = b_1 + b_2 X_t + u_t \qquad (1)$$

1.Aşama: (1) nolu denklem EKKY ile tahminlenip u_t örnek hata terimleri hesanır ve p değeri tahminlenir:

$$\hat{p} = \frac{\sum\limits_{t=2}^{n} u_t u_{t-1}}{\sum\limits_{t=2}^{n} u_{t-1}^2}$$

2.Aşama: p değeri Genelleştirilmiş fark denkleminde yerine konur.

$$Y_t - pY_{t-1} = b_1(1-p) + b_2(X_t - pX_{t-1}) + v_t$$

33

Uygulama:

SATIŞLAR	KARLAR	ut	ut-1	ut*ut-1	ut2
1060.6	58.7	-3.47	--	--	12.0195
1065.2	49.1	-13.2	-3.47	45.7	173.95
1203.2	64.5	-1.45	-13.2	19.2	2.10868
1328.1	70.4	1.13	-1.45	-1.64	1.28254
1496.4	81.1	7.37	1.13	8.34	54.2447
1741.8	98.7	18.5	7.37	136	340.445
1912.8	92.6	7.81	18.5	144	61.0285
2144.7	101.3	10.4	7.81	80.9	107.256
2039.4	70.9	-17.2	10.4	-179	297.508
2114.3	85.8	-4.34	-17.2	74.8	18.806
2335	107.6	11.6	-4.34	-50.3	134.678
2331.4	87.6	-8.3	11.6	-96.3	68.8791
2220.9	83.1	-9.87	-8.3	81.9	97.342
2378.2	115.6	18.5	-9.87	-182	340.712
2596.2	154.6	51.7	18.5	954	2669.97
2745.1	136.3	29.4	51.7	1520	865.495
2810.7	111.6	2.98	29.4	87.6	8.86849
2761.1	67.5	-39.8	2.98	-119	1584.47
2890.2	23.2	-87.5	-39.8	3484	7661.9
3015.1	83.9	-30.1	-87.5	2639	908.88
3258.4	176.6	56.1	-30.1	-1691	3146.55
			Σ	6957	18544.4

$$\hat{p} = \frac{\sum\limits_{t=2}^{21} u_t u_{t-1}}{\sum\limits_{t=1}^{21} u_t^2}$$

$$\hat{p} = \frac{6957}{18556.4} = 0.374$$

34

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	3.012500	Probability	0.100713
Obs*R-squared	3.010619	Probability	0.082721

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9.550805	24.40174	-0.391398	0.7004
$(Satış_t – pSatış_{t-1})$	0.007660	0.016669	0.459557	0.6517
RESID(-1)	0.463904	0.267279	1.735656	0.1007

R-squared	0.150531	Mean dependent var	1.49E-14
Adjusted R-squared	0.050593	S.D. dependent var	28.31279
S.E. of regression	27.58727	Akaike info criterion	9.610067
Sum squared resid	12937.98	Schwarz criterion	9.759427
Log likelihood	-93.10067	F-statistic	1.506250
Durbin-Watson stat	1.256343	Prob(F-statistic)	0.249893

Uygulama 2: 18 Mart 1951 – 11 Temmuz 1953 yılları arasında 4 haftalık periyotlarda dondurma talebi için elde edilen model

Dependent Variable: TALEP
Method: Least Squares
Sample: 1 30
Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.197315	0.270216	0.730212	0.4718
FIYAT	-1.044414	0.834357	-1.251759	0.2218
GELIR	0.003308	0.001171	2.823722	0.0090
SICAKLIK	0.003458	0.000446	7.762213	0.0000

R-squared	0.718994	Mean dependent var	0.359433
Adjusted R-squared	0.686570	S.D. dependent var	0.065791
S.E. of regression	0.036833	Akaike info criterion	3.64129
Sum squared resid	0.035273	Schwarz criterion	3.454469
Log likelihood	58.61944	F-statistic	22.17489
Durbin-Watson stat	1.021170	Prob(F-statistic)	0.000000

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	4.111588	Probability	0.053376
Obs*R-squared	4.237064	Probability	0.039551

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.061553	0.257165	0.239352	0.8128
FIYAT	-0.147641	0.791862	-0.186448	0.8536
GELIR	-0.000116	0.001109	-0.104457	0.9176
SICAKLIK	-0.000203	0.000433	-0.469769	0.6426
RESID(-1)	0.428282	0.211215	2.027705	0.0534

R-squared	0.141235	Mean dependent var	1.44E-1
Adjusted R-squared	0.003833	S.D. dependent var	0.034876
S.E. of regression	0.034809	Akaike info criterion	3.72689
Sum squared resid	0.030291	Schwarz criterion	3.49335
Log likelihood	60.90334	F-statistic	1.027897
Durbin-Watson stat	1.571366	Prob(F-statistic)	0.412279

et	et-1	et(et-1)	et2
0.070876	--	--	0.005023
0.016225	0.070876	0.00115	0.000263
-0.00082	0.016225	-1.3E-05	6.76E-07
0.020327	-0.00082	-1.7E-05	0.000413
0.002744	0.020327	5.58E-05	7.53E-06
-0.06248	0.002744	-0.00017	0.003904
-0.0653	-0.06248	0.00408	0.004264
-0.05432	-0.0653	0.003547	0.00295
-0.0136	-0.05432	0.000739	0.000185
0.003672	-0.0136	-5E-05	1.35E-05
0.015137	0.003672	5.56E-05	0.000229
0.011598	0.015137	0.000176	0.000135
0.020628	0.011598	0.000239	0.000426
0.00755	0.020628	0.000156	5.7E-05
0.004922	0.00755	3.72E-05	2.42E-05
-0.00569	0.004922	-2.8E-05	3.23E-05
0.051493	-0.00569	-0.00029	0.002652
0.027975	0.051493	0.001441	0.000783
-0.03158	0.027975	-0.00088	0.000997
-0.05799	-0.03158	0.001831	0.003362
-0.00668	-0.05799	0.000387	4.46E-05
-0.01668	-0.00668	0.000111	0.000278
-0.04561	-0.01668	0.000761	0.00208
0.028651	-0.04561	-0.00131	0.000821
-0.00486	0.028651	-0.00014	2.37E-05
0.006781	-0.00486	-3.3E-05	4.6E-05
0.00273	0.006781	1.85E-05	7.45E-06
-0.00193	0.00273	-5.3E-06	3.72E-06
-0.00276	-0.00193	5.32E-06	7.61E-06
0.078986	-0.00276	-0.00022	0.006239
	Σ	0.011632	0.035273

$$\hat{p} = \frac{\sum_{t=2}^{21} u_t u_{t-1}}{\sum_{t=1}^{21} u_t^2}$$

$$\hat{p} = \frac{0.011632}{0.035273} = 0.329$$

Hildreth – Lu Yöntemi

❑ Bu yöntemde p' ye ± 1 arasında değerler verilerek en uygun p değeri seçilmeye çalışılır.

❑ p'nin belirlenmesinde genelleştirilmiş fark denklemi kullanılır ve bu denklemin artıkları kareleri toplamını minimum yapan p değeri en uygun "p" değeri olarak seçilir.

Uygulama: 18 Mart 1951 – 11 Temmuz 1953 yılları arasında 4 haftalık periyotlarda dondurma talebi için elde edilen modele HL yöntemi uygulanırsa

TABLE 9.3 Hildreth–Lu Estimates of the Demand for Ice Cream

ρ	CONST.	PRICE	INCOME	TEMP	HKT
1.0	.64927	−.9358	−.00197	.00272	.025823
.9	.64166	−.9824	−.00149	.02284	.027317
.8	.53264	−1.0064	−.00044	.00303	.026854
.7	.41572	−1.0001	.00075	.00321	.026470
.6	.30779	−.9728	.00182	.00336	.026022
.5	.22084	−.9342	.00264	.00348	.025622
.42	.16779	−.9004	.00311	.00354	.025459
.41	.16229	−.8967	.00316	.00355	.025452
.4	.15653	−.8916	.00321	.00356	.025453
.39	.15136	−.8876	.00325	.00357	.025454
.3	.11148	−.8502	.00357	.00361	.025674
.2	.08025	−.8101	.00379	.00364	.026395
.1	.05903	−.7733	.00392	.00364	.027666
0	.04406	−.7378	.00398	.00364	.029521
−.1	.03387	−.7058	.00400	.00363	.031964
−.2	.02680	−.6766	.00400	.00362	.034995
−.3	.02210	−.6505	.00398	.00360	.038612
−.4	.01895	−.6270	.00395	.00359	.042810
−.5	.01695	−.6060	.00392	.00357	.047585
−.6	.01580	−.5872	.00388	.00355	.052933
−.7	.01538	−.5707	.00384	.00354	.058846
−.8	.01544	−.5560	.00380	.00352	.065324
−.9	.01587	−.5432	.00376	.00350	.072361
−1.0	.01651	−.5315	.00372	.00349	.079958

Berenblut Webb Testi

❑ **Otokorelasyon olması durumunda otokorelasyonun düzeltilmesi için kullanılacak yöntemlerden biri de ilk farklar yöntemidir.**

❑ **İlk farklar yöntemi uygulandıktan sonra oluşacak modellerde sabit terim olmayacağından bu modellerde otokorelasyon testi için Durbin-Watson testi kullanılamayacaktır.**

❑ **Berenblut - Webb testi ilk farkları alınmış modellerde otokorelasyon olup olmadığının araştırılması için kullanılır.**

❑ **TEST AŞAMALARI**

1. Adım: $\begin{aligned} H_0 &: \rho = 0 \\ H_1 &: \rho \neq 0 \end{aligned}$

2.Adım: Test istatistiğinin hesaplanması

$$g = \frac{\displaystyle\sum_{t=2}^{n} \hat{e}^2}{\displaystyle\sum_{t=1}^{n} \hat{u}^2}$$

⟵ Fark Denkleminin Hataları

⟵ İlk Denklemin Hataları

3.Adım: **Hesaplanan test istatistiği Durbin-Watson tablo değerleri ile karşılaştırılır.**

UYGULAMA

❑ 1980 -2002 dönemi için **Türkiye'nin GSMH ve ithalat (İT)
değerleri aşağıdaki gibidir.**

Yıllar	GSMH	IT	YILLAR	GSMH	IT
1980	67,344	7,9	1992	152,821	22,9
1981	69,246	8,9	1993	171,883	29,4
1982	63,014	8,8	1994	125,051	23,3
1983	59,607	9,2	1995	162,742	35,7
1984	58,402	10,8	1996	174,992	43,6
1985	65,008	11,3	1997	182,349	48,6
1986	72,861	11,1	1998	193,262	45,9
1987	83,753	14,2	1999	177,889	40,7
1988	87,35	14,3	2000	190,707	54,5
1989	103,747	15,8	2001	139,556	41,4
1990	145,381	22,3	2002	175,451	51,6
1991	145,307	21,0			

Bu verilerden elde edilen doğrusal model

$$IT = 7.337 + 57.51 GSMH$$

Bu denklemden elde edilen hata kareler toplamı ➡ $\sum u_t^2 = 2671.464$

Bu modele ilk farklar uygulandığında

$$\left(IT_t - IT_{t-1}\right) = \left(\hat{\hat{\beta}}_0 - \hat{\hat{\beta}}_0\right) + \hat{\beta}_1\left(GSMH_t - GSMH_{t-1}\right) + e_t$$

$$IT = 0.7041 GSMH$$

e_t	e_t^2	e_t	e_t^2
-	-	1,52298	2,319468
0,03549	0,00126	0,58051	0,336992
0,14782	0,021851	-0,24383	0,059453
0,22426	0,050293	3,04539	9,2744
0,38867	0,151064	0,17384	0,03022
0,51879	0,269143	1,44497	2,087938
1,68475	2,838383	6,47957	41,98483
0,95451	0,911089	-1,25458	1,573971
0,38561	0,148695	1,8184	3,306579
0,66166	0,437794	6,5425	42,80431
-1,20092	1,442209	-6,12532	37,51955
0,45953	0,211168	12,4124	154,0677
2,84937	8,118909	7,0155	49,21724
1,02181	1,044096	5,70059	32,49673
-0,08486	0,007201	-2,82784	7,996679
0,39462	0,155725	-5,44554	29,65391
			430,5388

Hata kareler toplamı ⟶ $\sum e_t^2 = 430.5388$

❏ TEST AŞAMALARI

$H_0 : \rho = 0$ Birinci dereceden otokorelasyon yoktur.

$H_1 : \rho \neq 0$ Birinci dereceden otokorelasyon vardıα

$$g = \frac{\sum_{t=2}^{n} \hat{e}^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{u}^2} = \frac{430.5388}{2671.464} = 0.161$$

n= 32 d_L = 1.16

k' = 1 d_U = 1.28

Pozitif Otokorelasyon Bölgesi.	Kararsızlık	ρ=0	Kararsızlık	Negatif Otokorelasyon Bölgesi
		H_0 reddedilir. Pozitif otokorelasyon var.		

0   0.161   1.16   1.28   2   2.72   2.84   4