

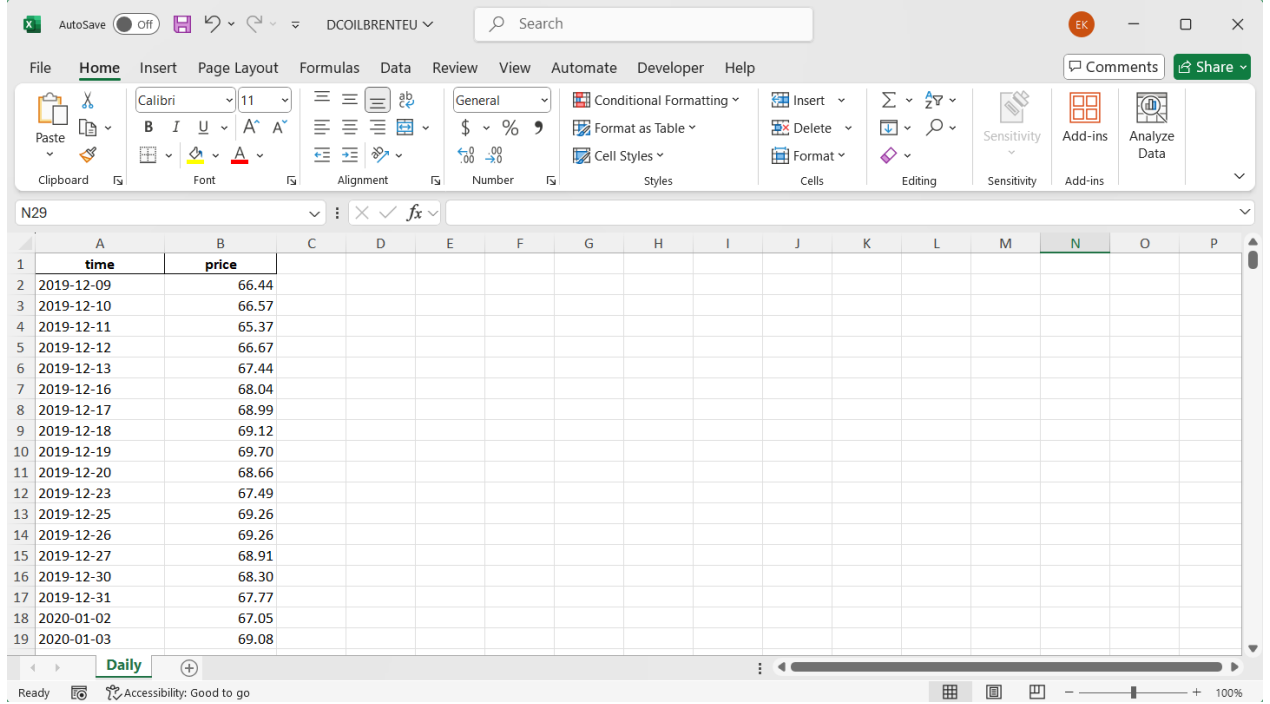
**ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN FAKÜLTESİ**  
**İSTATİSTİK BÖLÜMÜ**  
**ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ VİZE ÖDEVİ**



**ELİF KARTAL**

# Brent Tipi Ham Petrolün Avrupa Fiyatları

## Veri Seti Tanıtımı:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	time	price														
2	2019-12-09	66.44														
3	2019-12-10	66.57														
4	2019-12-11	65.37														
5	2019-12-12	66.67														
6	2019-12-13	67.44														
7	2019-12-16	68.04														
8	2019-12-17	68.99														
9	2019-12-18	69.12														
10	2019-12-19	69.70														
11	2019-12-20	68.66														
12	2019-12-23	67.49														
13	2019-12-25	69.26														
14	2019-12-26	69.26														
15	2019-12-27	68.91														
16	2019-12-30	68.30														
17	2019-12-31	67.77														
18	2020-01-02	67.05														
19	2020-01-03	69.08														

St. Louis Federal Reserve Economic Data (FRED) platformundaki bir veri setine aittir.

### Veri Seti Adı: DCOILBRETEU

**Tanım:** Bu veri seti, Brent tipi ham petrolün Avrupa fiyatlarını içerir. Fiyatlar genellikle ABD doları bazında varil başına günlük ortalama değer olarak sunulur. Brent petrol fiyatları, dünya genelinde enerji piyasalarında yaygın olarak referans fiyat olarak kullanılır.

### Kapsam:

- **Frekans:** Günlük (Daily) 09.12.2019-09.12.2024
- **Para Birimi:** ABD Doları
- **Kaynak:** ABD Enerji Bilgi İdaresi (EIA)
- **Kullanım Alanları:** Enerji piyasalarının analizi, ekonomik modellemeler, enflasyon tahminleri ve küresel petrol piyasasının takip edilmesi.

<https://fred.stlouisfed.org/series/DCOILBRETEU>

Analize ham petrol fiyatlarının çizgi grafiğinin çizdirilmesi ile başlayalım:



- Durağan bir zaman serisi, sabit bir ortalama ve varyansa sahip olmalıdır. Grafikte belirgin bir mevsimsellik (örneğin, düzenli ve periyodik dalgalanmalar) gözlemlenmiyor.
- Grafik serinin ortalamasının değiştiğini gösteriyor. Bu, serinin **durağan olmadığını** düşündürüyor.

Ham petrol fiyatları serisinin durağan olup olmadığını görmek için birim kök testi uygulayalım:

H0: Seri birim köke sahiptir (yani **durağan değildir**).

H1: Seri birim köke sahip değildir (yani **durağandır**).

Table: UNITROOT1 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-	
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PRICE										
	A	B	C	D	E	F				
1	Null Hypothesis: PRICE has a unit root									
2	Exogenous: Constant									
3	Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=22)									
4										
5	t-Statistic									
6	Prob.*									
7	Augmented Dickey-Fuller test statistic				-1.480603	0.5434				
8	Test critical values:	1% level	-3.435432							
9		5% level	-2.863672							
10		10% level	-2.567955							
11										
12	*MacKinnon (1996) one-sided p-values.									
13										
14										
15	Augmented Dickey-Fuller Test Equation									
16	Dependent Variable: D(PRICE)									
17	Method: Least Squares									
18	Date: 12/12/24 Time: 23:02									
19	Sample (adjusted): 12/10/2019 12/09/2024									
20	Included observations: 1235 after adjustments									
21										
22	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
23										
24	PRICE(-1)	-0.003905	0.002638	-1.480603	0.1390					
25	C	0.303439	0.206396	1.470181	0.1418					
26										
27	R-squared	0.001775	Mean dependent var	0.009676						
28	Adjusted R-squared	0.000965	S.D. dependent var	1.999339						
29	S.E. of regression	1.998374	Akaike info criterion	4.224163						
30	Sum squared resid	4923.983	Schwarz criterion	4.232452						
31	Log likelihood	-2606.420	Hannan-Quinn criter.	4.227281						
32	F-statistic	2.192185	Durbin-Watson stat	1.917955						
33	Prob(F-statistic)	0.138968								
34										

### Test İstatistiği (t-Statistic):

- Test istatistiği: **-1.480603**
- Kritik değerler:
  - %1: **-3.544063** %5: **-2.910860** %10: **-2.593090**

Test istatistiği kritik değerlerin hiçbirinden küçük değil (yani kritik bölgede değil). Bu durum, **H0 hipotezini reddedemeyeceğimiz** anlamına gelir.

### p-değeri:

- p-değeri: **0.5434**
- Bu değer, genellikle kullanılan %5 (0.05) anlamlılık seviyesinden oldukça büyük. Yani, H0 hipotezini reddetmek için yeterli kanıt yok.

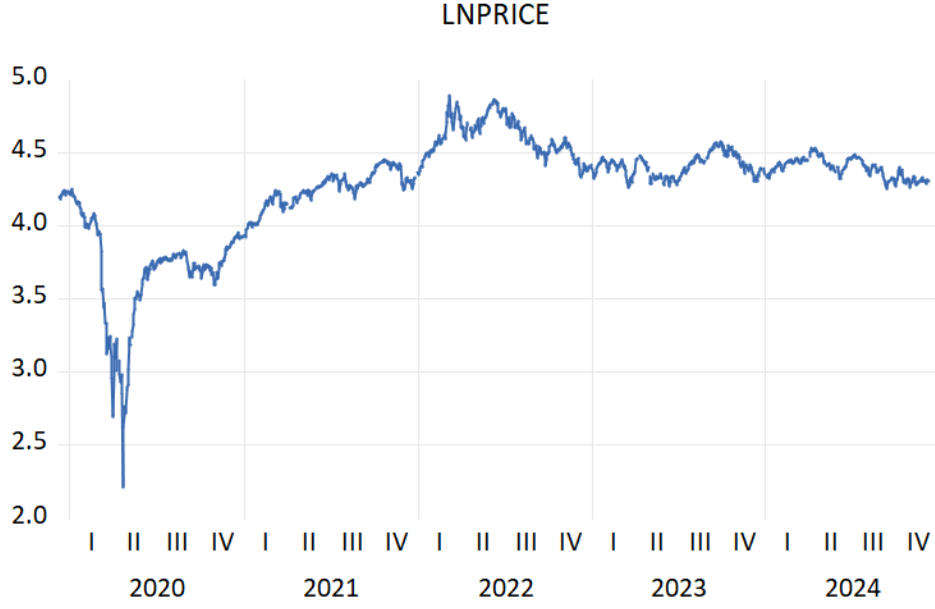
Bu test sonuçlarına göre, serinin birim kök içerdiğini ve **durağan olmadığını** söyleyebiliriz.

ACF ve PACF grafiğinin incelenmesi:

Table: KORE1    Workfile: IKINCIDENEME:Untitled\									
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-
Correlogram of PRICE									
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Date: 12/12/24    Time: 23:02								
2	Sample (adjusted): 12/09/2019 12/09/2024								
3	Included observations: 1267 after adjustments								
4	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob			
5									
6			1	0.969	0.969	1193.4	0.000		
7			2	0.957	0.295	2358.7	0.000		
8			3	0.954	0.246	3516.0	0.000		
9			4	0.950	0.139	4664.4	0.000		
10			5	0.948	0.149	5810.5	0.000		
11			6	0.943	0.019	6943.3	0.000		
12			7	0.938	0.040	8066.5	0.000		
13			8	0.934	0.024	9181.7	0.000		
14			9	0.931	0.032	10290.0	0.000		
15			10	0.930	0.057	11396.0	0.000		
16			11	0.932	0.123	12507.0	0.000		
17			12	0.923	-0.111	13598.0	0.000		
18			13	0.918	-0.008	14678.0	0.000		
19			14	0.915	-0.006	15751.0	0.000		
20			15	0.912	0.013	16819.0	0.000		
21			16	0.908	-0.037	17878.0	0.000		
22			17	0.903	-0.005	18926.0	0.000		
23			18	0.897	-0.053	19961.0	0.000		
24			19	0.896	0.065	20994.0	0.000		
25			20	0.892	-0.001	22021.0	0.000		
26			21	0.884	-0.102	23029.0	0.000		
27			22	0.881	0.004	24030.0	0.000		
28			23	0.880	0.087	25031.0	0.000		
29			24	0.872	-0.090	26015.0	0.000		
30			25	0.869	0.024	26993.0	0.000		
31			26	0.866	0.007	27964.0	0.000		
32			27	0.862	0.008	28926.0	0.000		
33			28	0.857	-0.013	29880.0	0.000		
34			29	0.853	0.012	30825.0	0.000		
35			30	0.852	0.034	31768.0	0.000		
36			31	0.849	0.008	32705.0	0.000		
37			32	0.841	-0.053	33625.0	0.000		
38			33	0.839	0.040	34541.0	0.000		
39			34	0.834	-0.065	35448.0	0.000		
40			35	0.827	-0.035	36339.0	0.000		
41			36	0.823	-0.000	37224.0	0.000		
42									

- ACF değerleri 1. gecikmeden başlayarak yavaş bir şekilde azalmaktadır. Bu durum, seride bir **trend bileşeni** olduğunu ve serinin durağan olmadığını gösterir. Durağan serilerde ACF genellikle hızla sıfıra yakınsar.
- Gecikme sayısı arttıkça ACF'nin yavaş bir şekilde azalması, seride **pozitif otokorelasyon** olduğunu ve durağanlaştırma gerekliliğini işaret eder.
- PACF grafiğinde 1. gecikmede güçlü pozitif otokorelasyon olduğu gözlemleniyor.
- Bu durum, serinin muhtemel bir **AR(1)** (otomatik regresif 1. dereceden) yapıya sahip olabileceğini düşündürür.

Varyansın stabilize edilmesi ve trendin daha kolay incelenebilmesi için serinin logaritması alınır. Zaman serimizin doğal logaritması alınmış halini inceleyelim:



- Grafikte açık bir şekilde tekrarlayan bir mevsimsel desen gözlemlenmiyor.
- Serinin ortalama ve varyansının sabit olmadığı görülüyor, bu da serinin halen **durağan olmadığını** düşündürüyor.

Ham petrol fiyatları serisinin logaritması alınarak oluşturulan yeni serinin durağan olup olmadığını görmek için birim kök testi uygulayalım:

H0: Seri birim köke sahiptir (yani **durağan değildir**).

H1: Seri birim köke sahip değildir (yani **durağandır**).

Series: LNPRICE
Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\

View

Proc

Object

Properties

Print

Name

Freeze

Sample

Genr

Sheet

Graph

Stats

Ident

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on LNPRICE

Null Hypothesis: LNPRICE has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.585936	0.4895
Test critical values:		
1% level	-3.435720	
5% level	-2.863799	
10% level	-2.568023	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNPRICE)

Method: Least Squares

Date: 12/12/24 Time: 23:55

Sample (adjusted): 12/12/2019 12/09/2024

Included observations: 1171 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPRICE(-1)	-0.005016	0.003163	-1.585936	0.1130
D(LNPRICE(-1))	-0.025909	0.029439	-0.880077	0.3790
D(LNPRICE(-2))	-0.108624	0.029407	-3.693802	0.0002
C	0.021588	0.013546	1.593681	0.1113

R-squared	0.014883	Mean dependent var	0.000170
Adjusted R-squared	0.012351	S.D. dependent var	0.038862
S.E. of regression	0.038621	Akaike info criterion	-3.666617
Sum squared resid	1.740700	Schwarz criterion	-3.649314
Log likelihood	2150.805	Hannan-Quinn criter.	-3.660091
F-statistic	5.877054	Durbin-Watson stat	1.998650
Prob(F-statistic)	0.000556		

### Test İstatistiği (t-Statistic):

- Test istatistiği: **-1.585936**
- Kritik değerler:
  - %1: **-3.544063** %5: **-2.910860** %10: **-2.593090**

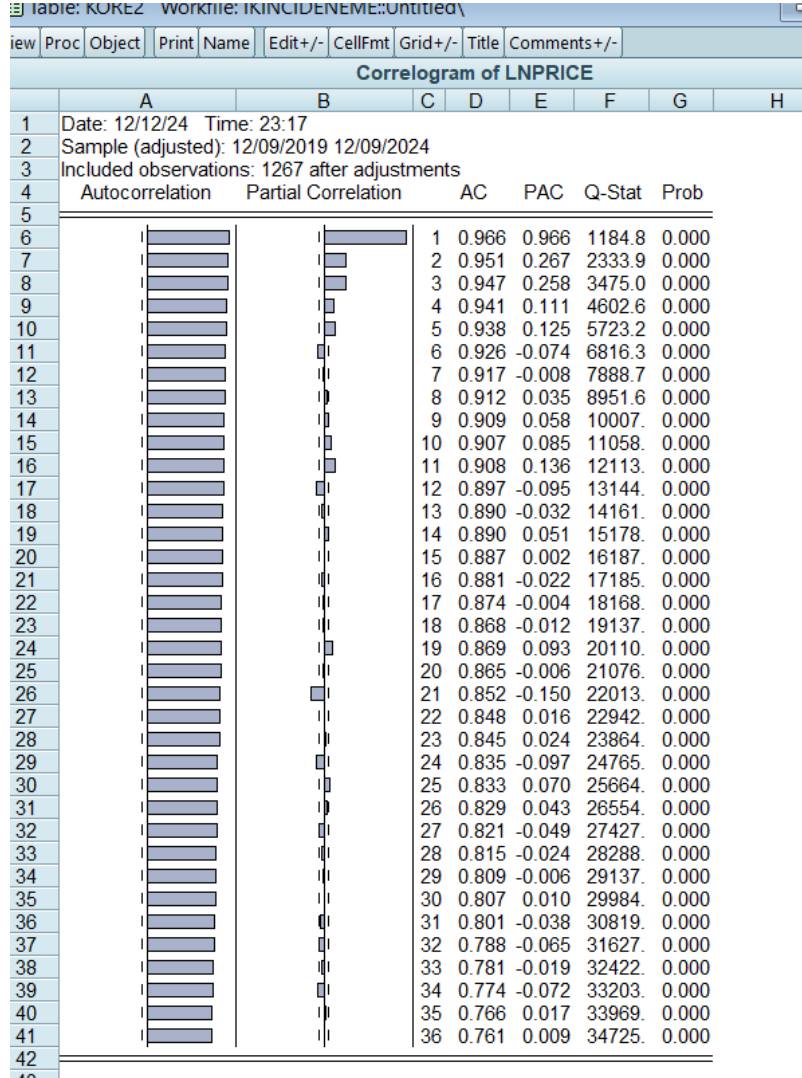
Test istatistiği kritik değerlerin hiçbirinden küçük değil (yani kritik bölgede değil). Bu durum, **H0 hipotezini reddedemeyeceğimiz** anlamına gelir.

### p-değeri:

- p-değeri: **0.4895**
- Bu değer, genellikle kullanılan %5 (0.05) anlamlılık seviyesinden oldukça büyük. Yani, H0 hipotezini reddetmek için yeterli kanıt yok.

Bu test sonuçlarına göre, serinin birim kök içerdiğini ve **durağan olmadığını** söyleyebiliriz.

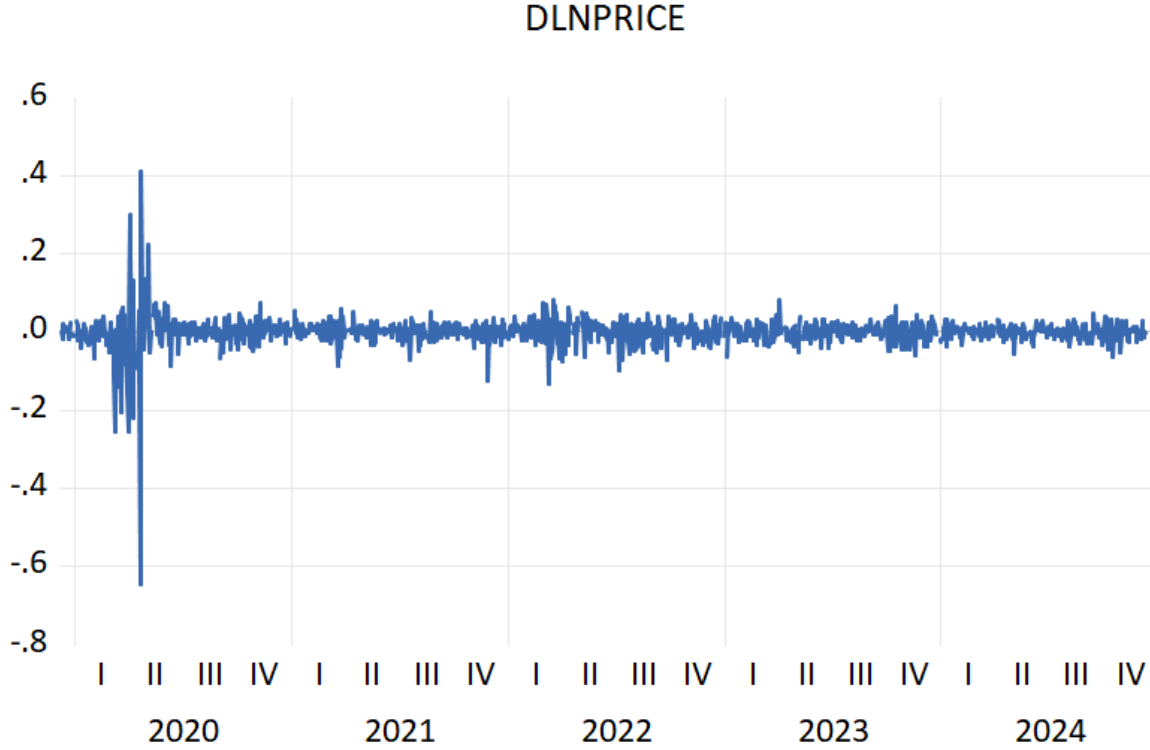
## ACF ve PACF grafiğinin incelenmesi:



- ACF değerleri 1. gecikmeden başlayarak yavaş bir şekilde azalmaktadır. Bu durum, seride bir **trend bileşeni** olduğunu ve serinin durağan olmadığını gösterir. Durağan serilerde ACF genellikle hızla sıfıra yakınsar.
- Gecikme sayısı arttıkça ACF'nin yavaş bir şekilde azalması, seride **pozitif otokorelasyon** olduğunu ve durağanlaştırma gerekliliğini işaret eder.
- PACF grafiğinde 1. gecikmede güçlü pozitif otokorelasyon olduğu gözlemleniyor.
- Bu durum, serinin muhtemel bir **AR(1)** (otomatik regresif 1. dereceden) yapıya sahip olabileceğini düşündürür.



Doğal logaritması alınmış serinin birinci farkını alalım:



- Ortalama ve varyans zaman içinde sabit görünüyor. Bu, serinin durağan olabileceğini düşündürür.
- Grafikte açık bir şekilde tekrarlayan bir mevsimsel desen gözlemlenmiyor.

Ham petrol fiyatları serisinin logaritması ve 1. farkı alınarak oluşturulan yeni serinin durağan olup olmadığını görmek için birim kök testi uygulayalım:

H<sub>0</sub>: Seri birim köke sahiptir (yani **durağan değildir**).

H<sub>1</sub>: Seri birim köke sahip değildir (yani **durağandır**).

Series: DLNPRICE    Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\

View

Proc

Object

Properties

Print

Name

Freeze

Sample

Genr

Sheet

Graph

Stats

Iden

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DLNPRICE

Null Hypothesis: DLNPRICE has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-27.29557	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.435720	
5% level	-2.863799	
10% level	-2.568023	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(DLNPRICE)

Method: Least Squares

Date: 12/13/24    Time: 00:01

Sample (adjusted): 12/12/2019 12/09/2024

Included observations: 1171 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNPRICE(-1)	-1.138646	0.041715	-27.29557	0.0000
D(DLNPRICE(-1))	0.110948	0.029390	3.775080	0.0002
C	0.000180	0.001129	0.159035	0.8737
R-squared	0.513262	Mean dependent var	-8.10E-05	
Adjusted R-squared	0.512429	S.D. dependent var	0.055346	
S.E. of regression	0.038646	Akaike info criterion	-3.666172	
Sum squared resid	1.744451	Schwarz criterion	-3.653195	
Log likelihood	2149.544	Hannan-Quinn criter.	-3.661278	
F-statistic	615.8247	Durbin-Watson stat	2.000637	
Prob(F-statistic)	0.000000			

### Test İstatistiği (t-Statistic):

- Test istatistiği: **-27.29557**
- Kritik değerler:
  - %1: **-3.546099**    %5: **-2.911730**    %10: **-2.593551**

Test istatistiği kritik değerlerin hepsinden küçüktür (yani kritik bölgededir). Bu durum, **H0 hipotezini reddedeceğimiz** anlamına gelir.

### p-değeri:

- p-değeri: **0.0000**
- Bu değer, genellikle kullanılan %5 (0.05) anlamlılık seviyesinden küçük. Yani, H0 hipotezini reddetmemiz gerekir.

Bu test sonuçlarına göre, serinin birim kök içermediğini ve **durağan olduğunu** söyleyebiliriz.

ACF ve PACF grafiğinin incelenmesi:

Table: KORE3 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\							
View Proc Object Print Name Edit+/- CellFmt Grid+/- Title Comments+/-							
Correlogram of DLNPRICE							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Date: 12/12/24 Time: 23:17						
2	Sample (adjusted): 12/10/2019 12/09/2024						
3	Included observations: 1235 after adjustments						
4	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
5							
6			1	-0.022	-0.022	0.6169	0.432
7			2	-0.105	-0.106	14.394	0.001
8			3	0.011	0.006	14.554	0.002
9			4	0.063	0.053	19.513	0.001
10			5	-0.033	-0.028	20.845	0.001
11			6	-0.082	-0.073	29.251	0.000
12			7	0.094	0.084	40.149	0.000
13			8	0.118	0.107	57.523	0.000
14			9	-0.062	-0.037	62.367	0.000
15			10	-0.025	-0.001	63.158	0.000
16			11	0.049	0.027	66.176	0.000
17			12	-0.073	-0.088	72.817	0.000
18			13	-0.043	-0.018	75.124	0.000
19			14	0.097	0.093	86.798	0.000
20			15	0.126	0.101	106.67	0.000
21			16	0.068	0.098	112.49	0.000
22			17	-0.038	0.003	114.28	0.000
23			18	-0.041	-0.060	116.38	0.000
24			19	-0.088	-0.113	126.00	0.000
25			20	0.028	0.049	126.98	0.000
26			21	0.022	0.020	127.61	0.000
27			22	-0.035	-0.056	129.11	0.000
28			23	0.076	0.065	136.33	0.000
29			24	0.075	0.059	143.50	0.000
30			25	-0.069	-0.068	149.59	0.000
31			26	0.032	0.087	150.90	0.000
32			27	-0.053	-0.042	154.48	0.000
33			28	0.071	0.055	160.81	0.000
34			29	-0.022	-0.023	161.40	0.000
35			30	0.026	0.013	162.28	0.000
36			31	0.097	0.030	174.17	0.000
37			32	0.013	0.031	174.38	0.000
38			33	-0.071	-0.005	180.76	0.000
39			34	-0.035	-0.032	182.34	0.000
40			35	-0.021	-0.039	182.89	0.000
41			36	-0.079	-0.093	190.77	0.000
42							

- Korelogram, durağanlık açısından serinin uygun olduğunu göstermektedir. AC ve PAC değerlerinin sıfır etrafında düşük seviyelerde olması, serinin durağanlaştığını destekler.
- Seride uzun süreli bir otokorelasyon yapısı veya anlamlı bir trend etkisi bulunmamaktadır.
- Q-istatistiği, otokorelasyonların toplu olarak anlamlı olup olmadığını test eder. P-değerlerinin 1. Si hariç tamamı 0.05'ten küçük olduğu için otokorelasyonların anlamlı olduğu söylenebilir.

Serimizi durağanlaştırdığımıza göre modelleri deneyelim:

## AR(1) Modeli:

Table: MODELAR11 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\									
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-
		A		B		C		D	E
1	Dependent Variable: DLOG(PRICE)								
2	Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)								
3	Date: 12/12/24 Time: 23:03								
4	Sample: 12/10/2019 12/09/2024								
5	Included observations: 1235								
6	Convergence achieved after 339 iterations								
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients								
8									
9	Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic	Prob.	
10									
11	C		5.54E-05		0.001243		0.044561	0.9645	
12	AR(1)		-0.022906		0.005582		-4.103969	0.0000	
13	SIGMASQ		0.001470		9.81E-06		149.8864	0.0000	
14									
15	R-squared		0.000525		Mean dependent var		5.12E-05		
16	Adjusted R-squared		-0.001098		S.D. dependent var		0.038371		
17	S.E. of regression		0.038392		Akaike info criterion		-3.679513		
18	Sum squared resid		1.815869		Schwarz criterion		-3.667079		
19	Log likelihood		2275.099		Hannan-Quinn criter.		-3.674836		
20	F-statistic		0.323517		Durbin-Watson stat		2.004984		
21	Prob(F-statistic)		0.723661						
22									
23	Inverted AR Roots		-.02						
24									
25									
26									
27									
28									

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (5.54E - 05) - 0.022906 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında a0 sabitinin **5.54E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9645 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. a1 katsayısı ise **-0.022906** olarak elde edilmiş ve olasılık değerinin **0** olduğu için a1 katsayısı anlamlıdır deriz.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **0.323517** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.723661 > 0.05** olduğu için model anlamsızdır.

**Modelin genel anlamlılığı (F-istatistiği) sağlanmadığında, modelin tüm değişkenlerinin birlikte açıklayıcı gücü yeterli olmadığından güvenilir sonuçlar vermez. Bu model dikkate alınmayacaktır.**

## AR(2) Modeli:

Table: MODELAR2 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\					
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-
CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-		
A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: DLOG(PRICE)				
2	Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
3	Date: 12/12/24 Time: 23:04				
4	Sample: 12/10/2019 12/09/2024				
5	Included observations: 1235				
6	Convergence achieved after 324 iterations				
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
8					
9	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
10					
11	C	6.56E-05	0.001192	0.055039	0.9561
12	AR(1)	-0.023490	0.005919	-3.968773	0.0001
13	AR(2)	-0.110851	0.015442	-7.178603	0.0000
14	SIGMASQ	0.001452	1.17E-05	124.4618	0.0000
15					
16	R-squared	0.012857	Mean dependent var	5.12E-05	
17	Adjusted R-squared	0.010451	S.D. dependent var	0.038371	
18	S.E. of regression	0.038170	Akaike info criterion	-3.689677	
19	Sum squared resid	1.793465	Schwarz criterion	-3.673098	
20	Log likelihood	2282.375	Hannan-Quinn criter.	-3.683440	
21	F-statistic	5.344204	Durbin-Watson stat	1.997149	
22	Prob(F-statistic)	0.001169			
23					
24	Inverted AR Roots	-.01-.33i	-.01+.33i		
25					
26					
27					
28					

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (6.56E - 05) - 0.022759Y_{t-1} - 0.001452Y_{t-2} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında a0 sabitinin **6.56E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9561 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. a1 katsayısı ise **-0.0233490** olarak elde edilmiş ve olasılık değerinin **0.0001 < 0.05** olduğu için a1 katsayısı anlamlıdır. a2 katsayısı **-0.001452** olup olasılığı ise 0 olduğu için a2 katsayı da anlamlıdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **5.344204** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.001169 < 0.05** olduğu için model anlamlıdır.

**Akaike Bilgi Kriteri: -3.689677**

### AR(3) Modeli:

Table: MODELAR3 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-	
		A		B		C		D		E
1		Dependent Variable: DLOG(PRICE)								
2		Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)								
3		Date: 12/12/24 Time: 23:05								
4		Sample: 12/10/2019 12/09/2024								
5		Included observations: 1235								
6		Convergence achieved after 311 iterations								
7		Coefficient covariance computed using outer product of gradients								
8										
9		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.
10										
11		C		6.69E-05		0.001278		0.052363		0.9582
12		AR(1)		-0.022326		0.006161		-3.623631		0.0003
13		AR(2)		-0.110793		0.015288		-7.247099		0.0000
14		AR(3)		0.008102		0.013693		0.591705		0.5542
15		SIGMASQ		0.001452		1.17E-05		124.6023		0.0000
16										
17		R-squared		0.012922		Mean dependent var		5.12E-05		
18		Adjusted R-squared		0.009712		S.D. dependent var		0.038371		
19		S.E. of regression		0.038184		Akaike info criterion		-3.688120		
20		Sum squared resid		1.793346		Schwarz criterion		-3.667396		
21		Log likelihood		2282.414		Hannan-Quinn criter.		-3.680324		
22		F-statistic		4.025414		Durbin-Watson stat		2.000071		
23		Prob(F-statistic)		0.003006						
24										
25		Inverted AR Roots		.07		-.05-.34i		-.05+.34i		
26										
27										

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (6.69E - 05) - 0.0223Y_{t-1} - 0.110793Y_{t-2} - 0.0081Y_{t-3} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı:** a0 katsayısı 6.69E-05 olarak tahmin edilmiş ve olasılık değeri 0.9582 > 0.05 olduğu için anlamsızdır. a1 ve a2 katsayılarının olasılık değerlerine bakıldığında 0.05'ten küçük olduğu için anlamlıdır deriz fakat a3 katsayısının olasılık değeri 0.5542 > 0.05 anlamsızdır.

**Bu yüzden bu model dikkate alınmayacaktır.**

## MA(1) Modeli:

Table: MODELMA1 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\					
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-
CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-		
A	B	C	D	E	F
1	Dependent Variable: DLOG(PRICE)				
2	Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
3	Date: 12/12/24 Time: 23:06				
4	Sample: 12/10/2019 12/09/2024				
5	Included observations: 1235				
6	Convergence not achieved after 500 iterations				
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
8					
9	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
10					
11	C	5.66E-05	0.001238	0.045705	0.9636
12	MA(1)	-0.029161	0.005594	-5.212859	0.0000
13	SIGMASQ	0.001470	9.83E-06	149.5646	0.0000
14					
15	R-squared	0.000674	Mean dependent var	5.12E-05	
16	Adjusted R-squared	-0.000949	S.D. dependent var	0.038371	
17	S.E. of regression	0.038389	Akaike info criterion	-3.679654	
18	Sum squared resid	1.815599	Schwarz criterion	-3.667219	
19	Log likelihood	2275.186	Hannan-Quinn criter.	-3.674976	
20	F-statistic	0.415281	Durbin-Watson stat	1.994072	
21	Prob(F-statistic)	0.660247			
22					
23	Inverted MA Roots	.03			
24					

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (5.66E - 05) - 0.029161\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında m0 sabitinin **5.66E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9636 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. m1 katsayısı ise **-0.029161** olarak elde edilmiş ve olasılık değerinin **0** olduğu için m1 katsayısı anlamlıdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **0.415281** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.660247 > 0.05** olduğu için model anlamsızdır.

**Bu sebeplerden dolayı bu model dikkate alınmayacaktır.**

## MA(2) Modeli:

Table: MODELMA2    Workfile: IKINCIDENEME:Untitled\

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-	
			A		B		C		D	E
1	Dependent Variable: DLOG(PRICE)									
2	Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)									
3	Date: 12/12/24    Time: 23:06									
4	Sample: 12/10/2019 12/09/2024									
5	Included observations: 1235									
6	Convergence achieved after 395 iterations									
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients									
8										
9		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.
10										
11		C		6.00E-05		0.001208		0.049665		0.9604
12		MA(1)		-0.022315		0.006098		-3.659171		0.0003
13		MA(2)		-0.100540		0.015301		-6.571013		0.0000
14		SIGMASQ		0.001454		1.12E-05		129.4136		0.0000
15										
16		R-squared		0.011591		Mean dependent var		5.12E-05		
17		Adjusted R-squared		0.009182		S.D. dependent var		0.038371		
18		S.E. of regression		0.038194		Akaike info criterion		-3.688499		
19		Sum squared resid		1.795765		Schwarz criterion		-3.671919		
20		Log likelihood		2281.648		Hannan-Quinn criter.		-3.682262		
21		F-statistic		4.811741		Durbin-Watson stat		2.000524		
22		Prob(F-statistic)		0.002457						
23										
24		Inverted MA Roots		.33		-.31				
25										
26										
27										

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (6.00E - 05) - 0.022315\varepsilon_{t-1} - 0.10054\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında m0 sabitinin **6.00E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9604 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. m1 katsayısı ise **-0.022315** olarak elde edilmiş ve olasılık değerinin **0.0003 < 0.05** olduğu için m1 katsayısı anlamlıdır. m2 katsayısı için tahmin edilen olasılık değeri 0 olduğu için m2 katsayısı da anlamlıdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **4.811741** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.002457 < 0.05** olduğu için model anlamsızdır.

**Akaike bilgi kriteri : -3.688499**



### MA(3) Modeli:

Table: MODELMA3 Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\									
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-
		A		B		C		D	E
1		Dependent Variable: DLOG(PRICE)							
2		Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)							
3		Date: 12/12/24 Time: 23:07							
4		Sample: 12/10/2019 12/09/2024							
5		Included observations: 1235							
6		Convergence achieved after 409 iterations							
7		Coefficient covariance computed using outer product of gradients							
8									
9		Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic	Prob.
10									
11		C		6.25E-05		0.001254		0.049815	0.9603
12		MA(1)		-0.023831		0.006183		-3.854164	0.0001
13		MA(2)		-0.100410		0.015238		-6.589518	0.0000
14		MA(3)		0.010872		0.013058		0.832597	0.4052
15		SIGMASQ		0.001454		1.14E-05		127.9174	0.0000
16									
17		R-squared		0.011689		Mean dependent var		5.12E-05	
18		Adjusted R-squared		0.008475		S.D. dependent var		0.038371	
19		S.E. of regression		0.038208		Akaike info criterion		-3.686975	
20		Sum squared resid		1.795586		Schwarz criterion		-3.666251	
21		Log likelihood		2281.707		Hannan-Quinn criter.		-3.679180	
22		F-statistic		3.636818		Durbin-Watson stat		1.998247	
23		Prob(F-statistic)		0.005927					
24									
25		Inverted MA Roots		.25		.12		-.35	
26									
27									

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (6.25E - 05) - 0.0238\varepsilon_{t-1} - 0.1004\varepsilon_{t-2} + 0.001454\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında m0 sabitinin **6.25E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9603 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. m1 katsayısı ise **-0.023831** olarak elde edilmiş ve olasılık değerinin **0.0001 < 0.05** olduğu için m1 katsayısı anlamlıdır. m2 katsayısı için tahmin edilen olasılık değeri 0 olduğu için m2 katsayısı da anlamlıdır. Fakat m3 katsayısının tahmin edilen olasılık değeri 0.05 ten büyük olduğu için anlamsızdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **3.636818** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.005927 < 0.05** olduğu için model anlamlıdır.

**M3 katsayısı anlamsız olduğu için bu model dikkate alınmayacaktır.**

## ARMA(1,1) modeli:

Equation: UNTITLED Workfile: IKINCIDENEME:Untitled\				
View	Proc	Object	Print	Name
Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: DLOG(PRICE)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 12/13/24 Time: 23:19				
Sample: 12/10/2019 12/09/2024				
Included observations: 1235				
Convergence achieved after 225 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.49E-05	0.001281	0.035066	0.9720
AR(1)	-0.729521	0.155379	-4.695103	0.0000
MA(1)	0.754165	0.153754	4.905012	0.0000
SIGMASQ	0.001469	1.05E-05	139.8104	0.0000
R-squared	0.001168	Mean dependent var	5.12E-05	
Adjusted R-squared	-0.001266	S.D. dependent var	0.038371	
S.E. of regression	0.038395	Akaike info criterion	-3.678494	
Sum squared resid	1.814700	Schwarz criterion	-3.661914	
Log likelihood	2275.470	Hannan-Quinn criter.	-3.672257	
F-statistic	0.479907	Durbin-Watson stat	2.087155	
Prob(F-statistic)	0.696311			
Inverted AR Roots	-.73			
Inverted MA Roots	-.75			

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (4.49E - 05) - 0.729521y_{t-1} + 0.754165\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında a0 sabitinin **4.49E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.972 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. a1 katsayısı ise **-0.942539** olarak elde edilmiş ve olasılık değeri 0 olduğu için a1 katsayısı anlamlıdır. m1 katsayısı için tahmin edilen olasılık değeri 0 olduğu için m1 katsayısı da anlamlıdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **0.479907** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0.696311** olduğu için model anlamsızdır.

**Bu model dikkate alınmayacaktır.**

## ARMA(2,2) modeli:

Table: MODELARMA22    Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\					
View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-
CellFmt	Grid+/-	Title	Comments+/-		
1	Dependent Variable:	DLOG(PRICE)			
2	Method:	ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)			
3	Date:	12/12/24    Time: 23:09			
4	Sample:	12/10/2019 12/09/2024			
5	Included observations:	1235			
6	Convergence achieved after	214 iterations			
7	Coefficient covariance computed using	outer product of gradients			
8					
9	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
10					
11	C	6.81E-05	0.001229	0.055424	0.9558
12	AR(1)	-0.534991	0.022657	-23.61229	0.0000
13	AR(2)	-0.920471	0.012865	-71.54692	0.0000
14	MA(1)	0.601074	0.026410	22.75934	0.0000
15	MA(2)	0.896795	0.022357	40.11290	0.0000
16	SIGMASQ	0.001416	1.35E-05	105.0448	0.0000
17					
18	R-squared	0.037441	Mean dependent var	5.12E-05	
19	Adjusted R-squared	0.033525	S.D. dependent var	0.038371	
20	S.E. of regression	0.037722	Akaike info criterion	-3.710409	
21	Sum squared resid	1.748798	Schwarz criterion	-3.685540	
22	Log likelihood	2297.177	Hannan-Quinn criter.	-3.701054	
23	F-statistic	9.561101	Durbin-Watson stat	2.149809	
24	Prob(F-statistic)	0.000000			
25					
26	Inverted AR Roots	-.27+.92i	-.27-.92i		
27	Inverted MA Roots	-.30-.90i	-.30+.90i		
28					
29					
30					
31					

$$Y_t = dlog(price)$$

$$Y_t = (6.81E - 05) - 0.5349y_{t-1} - 0.9204y_{t-2} + 0.754165\varepsilon_{t-1} + 0.896795\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

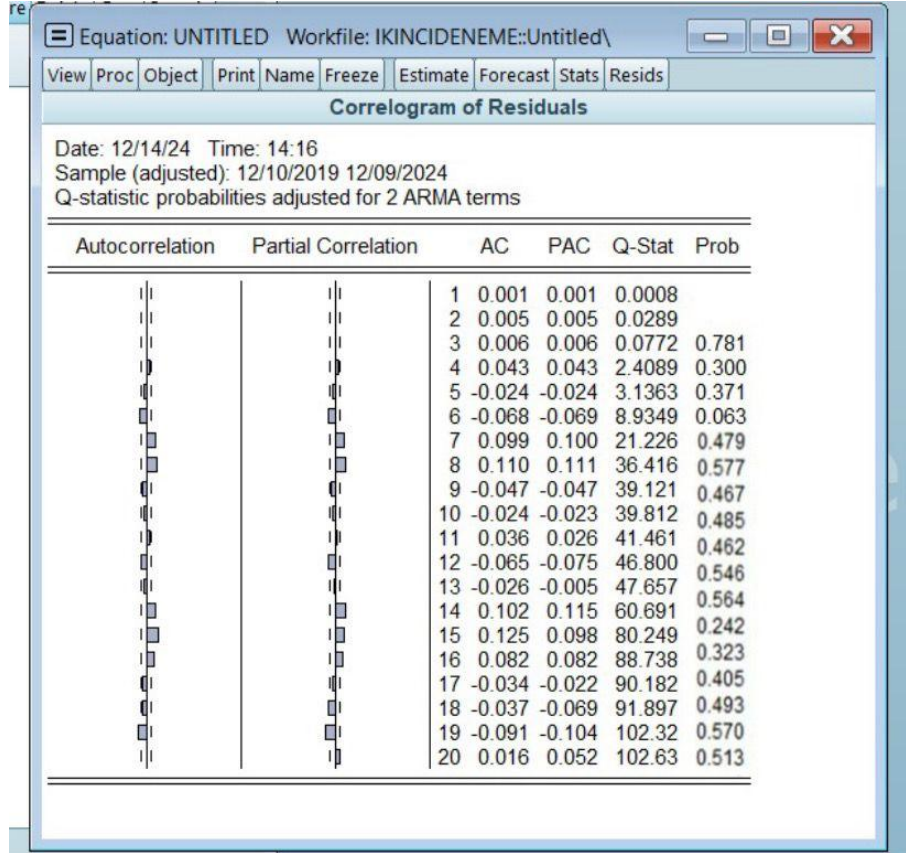
**Katsayıların Anlamlılığı için t testi:** Çıktıya bakıldığında a0 sabitinin **6.81E-05** olarak tahmin edilmiş olduğu ve olasılık değeri ise **0.9558 > 0.05** olduğu için anlamsız olduğu görülmektedir. a1,a2,ma1,ma2 katsayıları için tahmin edilen olasılık değerleri 0 olduğu için bu katsayıların tamamı anlamlıdır.

**Modelin Anlamlılığı için F testi:** Modelin anlamlılığı için bakılan F istatistiği değeri **9.561101** olarak elde edilmiş ve buna karşılık gelen olasılık değerinin **0** olduğu için model anlamlıdır.

**Akaike Bilgi kriteri: -3.710409**

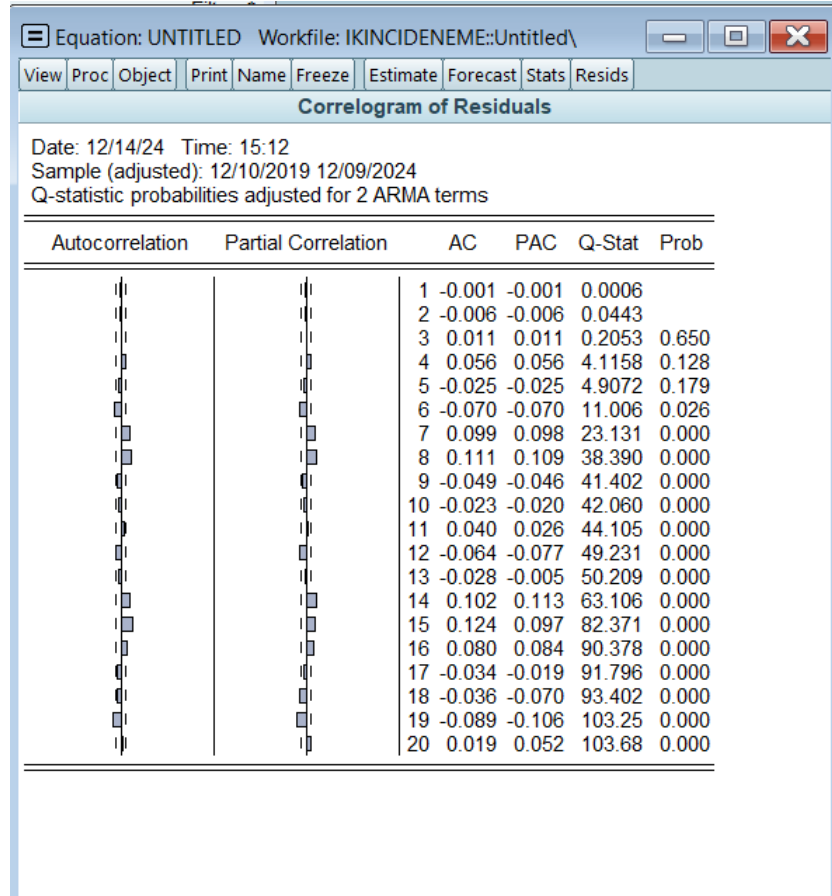
AR(2) MA(2) ve ARMA(2,2) modellerinin White noise dağılıma varsayımının sağlanıp sağlanmadığını kontrol edelim:

AR(2):



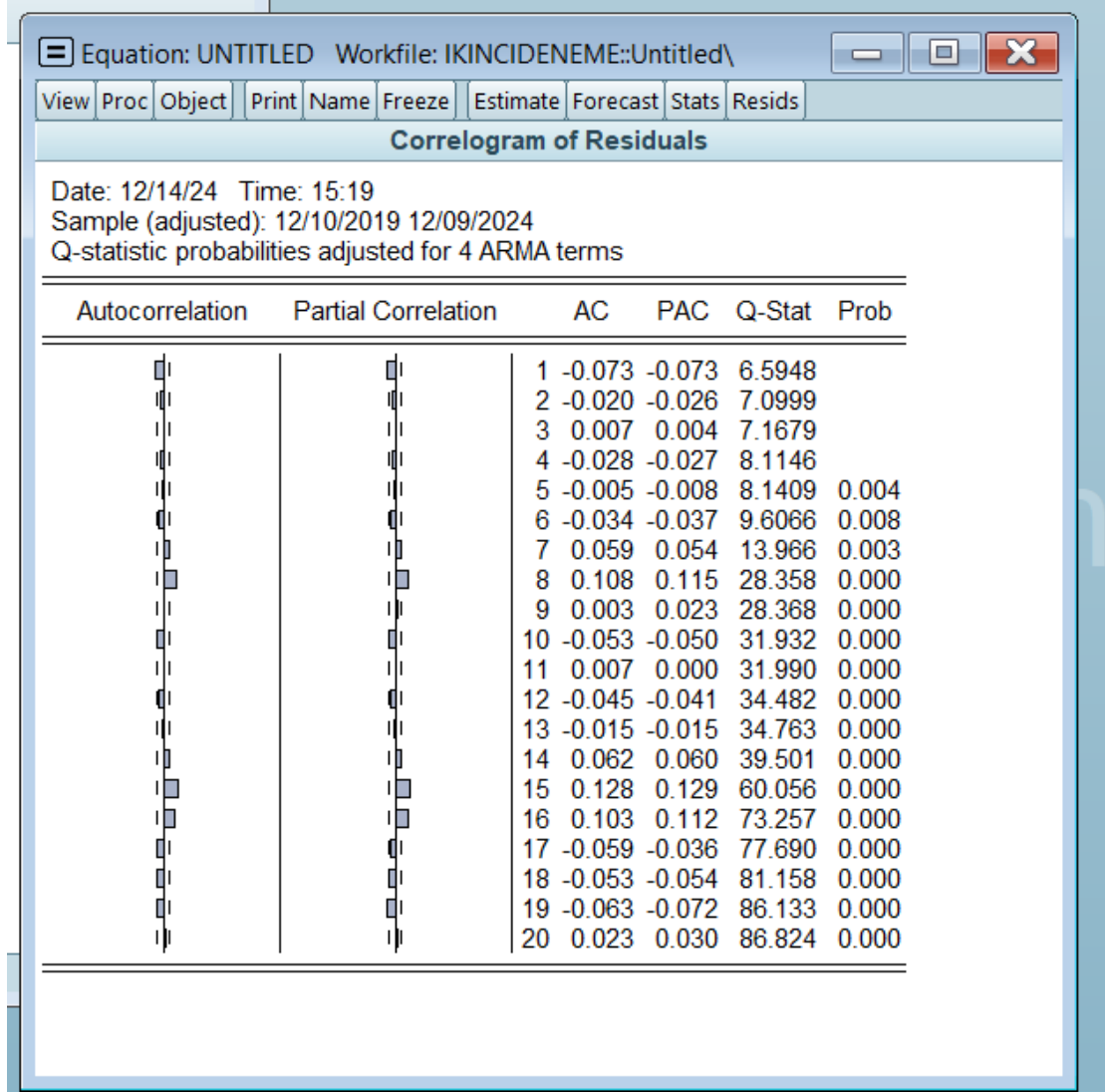
Burada Q istatistiklerinin olasılıkları 0.05'ten büyük olduğu için artıkklar **white noise** dağılır deriz.

MA(2):



Bu modelde 6. Gecikmeden itibaren artıklar white noise dağılmamaktadır. Bu durum, artıkların bazı gecikmelerde **anlamlı otokorelasyon** içerdiğini gösterir.

ARMA(2,2):



Burada Q istatistiklerinin olasılıkları 0.05'ten küçük olduğu için artıklar **white noise dağılmaz** deriz.

AR(2) Modelimize göre dönem içi ve dönem dışı tahminlerimizi yapalım:

**Dönem içi:**

Equation: UNTITLED    Workfile: IKINCIDENEME::Untit...	
View	Proc   Object   Print   Name   Freeze   Estimate   Forecast   Stats
Forecast Evaluation	
Forecast: PRICEF	
Actual: PRICE	
Forecast sample: 12/09/2019 12/09/2024	
Adjusted sample: 12/12/2019 12/09/2024	
Included observations: 1303	
<hr/>	
Root Mean Squared Error	21.77719
Mean Absolute Error	17.29496
Mean Absolute Percentage Error	29.14098
Theil Inequality Coef.	0.148484
Bias Proportion	0.098400
Variance Proportion	0.835648
Covariance Proportion	0.065951
Theil U2 Coefficient	13.99990
Symmetric MAPE	25.01051
<hr/>	

**Root Mean Squared Error (RMSE): 21.77719**

- Modelin ortalama kare hata değeri **21.77** birimdir.
- Bu değer, tahminlerin ortalama sapma miktarını ifade eder ve daha küçük değerler daha iyi performansı gösterir.

**Mean Absolute Error (MAE): 17.29496**

- Ortalama mutlak hata **17.29** birimdir. Model, gözlenen değerlerden ortalama olarak **17.29 birim sapıyor**.

**Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 29.14098**

- Ortalama yüzde hata oranı **%29.14**. Bu, modelin tahmin doğruluğunun ortalama olarak yaklaşık **%70-71** olduğunu gösterir.
- **MAPE %20-30** aralığında olduğu için model doğruluğu orta düzey kabul edilebilir.

## Dönem dışı:

Forecast Evaluation			
Table: DONEMDISI_ONGORU Workfile: IKINCIDENEME::Unti...			
View	Proc	Object	Print Name Edit+/- CellFmt Grid+/- Title Commer
Forecast Evaluation			
	A	B	C
1	Forecast: PRICEF		
2	Actual: PRICE		
3	Forecast sample: 12/09/2019 12/20/2024		
4	Adjusted sample: 12/12/2019 12/20/2024		
5	Included observations: 1312		
6			
7	Root Mean Squared Error	21.77719	
8	Mean Absolute Error	17.29496	
9	Mean Absolute Percentage Error	29.14098	
10	Theil Inequality Coef.	0.148484	
11	Bias Proportion	0.098400	
12	Variance Proportion	0.835648	
13	Covariance Proportion	0.065951	
14	Theil U2 Coefficient	13.99990	
15	Symmetric MAPE	25.01051	
16			
17			
18			
19			

### Root Mean Squared Error (RMSE): 21.77719

- Ortalama tahmin hatasının karekökü. Değer ne kadar küçükse modelin doğruluğu o kadar yüksektir.
- 21.77** değeri, model hatasının orta seviyede olduğunu gösterir.

### Mean Absolute Error (MAE): 17.29496

- Ortalama tahmin hatasının mutlak değeri.
- 17.29**, tahminlerin ortalama olarak yaklaşık **17 birim** sapma gösterdiğini ifade eder.

### Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 29.14098

- Hatanın yüzdesel olarak ortalamasını verir.
- %29.14**, modelin tahminlerinin ortalama olarak yaklaşık **%29** hata oranı ile çalıştığını gösteriyor.
- Bu hata oranı genelde orta seviyede kabul edilir.



Tahmin edilmiş değerler aşağıdaki gibidir:

Series: PRICEF Workfile: IKINCIDENEME::Untitled\								
View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Default	Sort Edit+/- Smpl+,
11/20/2024	71.28595							
11/21/2024	71.29063							
11/22/2024	71.29531							
11/25/2024	71.29999							
11/26/2024	71.30467							
11/27/2024	71.30935							
11/28/2024	71.31403							
11/29/2024	71.31871							
12/02/2024	71.32339							
12/03/2024	71.32807							
12/04/2024	71.33275							
12/05/2024	71.33743							
12/06/2024	71.34212							
12/09/2024	71.34680							
12/10/2024	71.35148							
12/11/2024	71.35616							
12/12/2024	71.36085							
12/13/2024	71.36553							
12/16/2024	71.37021							
12/17/2024	71.37490							
12/18/2024	71.37958							
12/19/2024	71.38427							
12/20/2024	71.38895							