T.C

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ

FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

İSTATİSTİK BÖLÜMÜ

IST 306 Zaman Serileri Analizi

Uluslararası Göç Akışı – Kanada

EViews Proje Raporu

Danışmanlar:

Prof. Dr. Barış Aşıkgil

Öğr. Gör. Dr. Damla İlter

Hazırlayanlar:

Osman Coşkun

Ecenur Can

2022

İÇERİK

Veriye EViews'ta Bakış 3

Gözlemler İlişkili Midir? 4

Korelasyon

Otokorelasyon

Trendin İncelenmesi 6

Histogram ve Genel İstatistikler 6

Birim Kök Testi (Durağanlaştırma) 7

Deterministik Trendin Modellenmesi 9

Doğrusal Trend Modeli

Birinci Farklar Trend Modeli

Üstel Trend Modeli

Karesel Trend Modeli

Lojistik Trend Modeli

Kübik Trend Modeli

Logaritmik Trend Modeli

Kurulan Model Grafiklerinin Karşılaştırılması

En İyi Modelin Kararlaştırılması ve İncelenmesi 23

Çoklu Bağlantı Problemi İncelemesi

Hataların İncelenmesi

Hatalar İçin Normallik İncelemesi

Hatalar İçin Otokorelasyon İncelemesi

Hatalar İçin Değişen Varyanslılık İncelemesi

Dönüşüm (Karekök Alma İşlemi) 26

Yeni Karesel Trend Modeli 27

Yeni Karesel Trend Modeli İçin Çoklu Bağlantı Problemi İncelemesi

Üstel Düzleştirme Yöntemleri 30

Çiftel Üstel Düzleştirme

Holt'un Üstel Düzleştirmesi

Ayrıştırma Yöntemleri 32

Mevsimsel Olmayan Box-Jenkins Modeli (ARMA) 35

Sonuç ve Nihai Tahmin 49

Kaynakça 50

Veriye EViews'ta Bakış:

Projede EViews programında Kanada'nın 1980 – 2013 yılları (1980 ve 2013 yılları da dahil) arasında tutulan göç verileri kullanılarak analizler yapılacaktır. Yapılan analizlerden elde edilen bilgilere göre 2014 – 2015 – 2016 yılı göçmen sayıları tahminlenecektir. Verimize aşağıdaki görsellerde göz atalım.

View | Proc | Object | Save | Snapshot | Freeze | Details+/- | Show | Fetch | Store | Delete | Genr | Sample

Range: 1980 2013 -- 34 obs
Sample: 1980 2013 -- 34 obs

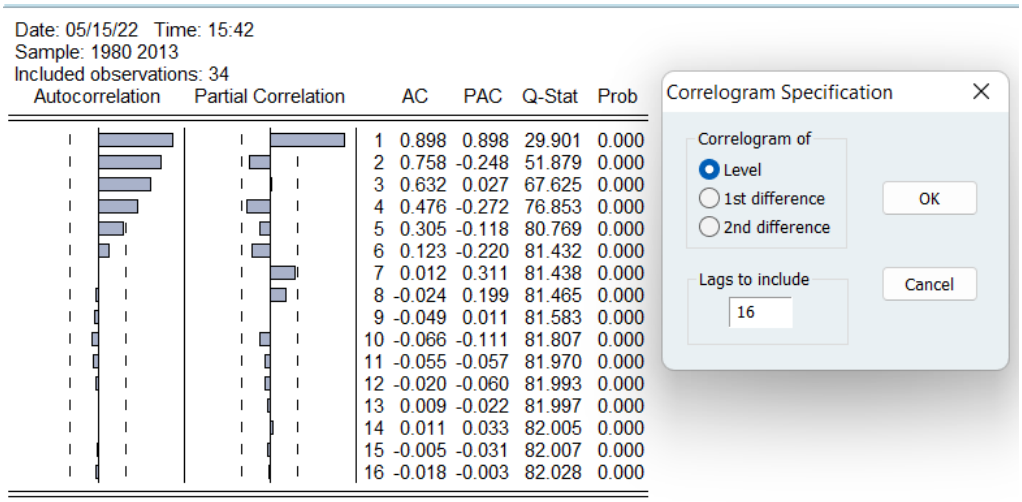
- c
- immigrants
- resid
- year

1980	286274
1981	257282
1982	242350
1983	178370
1984	176544
1985	168692
1986	198702
1987	304150
1988	323170
1989	383100
1990	432902
1991	465604
1992	509574
1993	513276
1994	448764
1995	425728
1996	452142
1997	432072
1998	348390
1999	379900
2000	454910
2001	501272
2002	458098
2003	442698
2004	471644
2005	524484
2006	503280
2007	473506
2008	494488
2009	504340
2010	561374
2011	497496
2012	515806
2013	518042

GÖZLEMLER İLİŞKİLİ MİDİR?

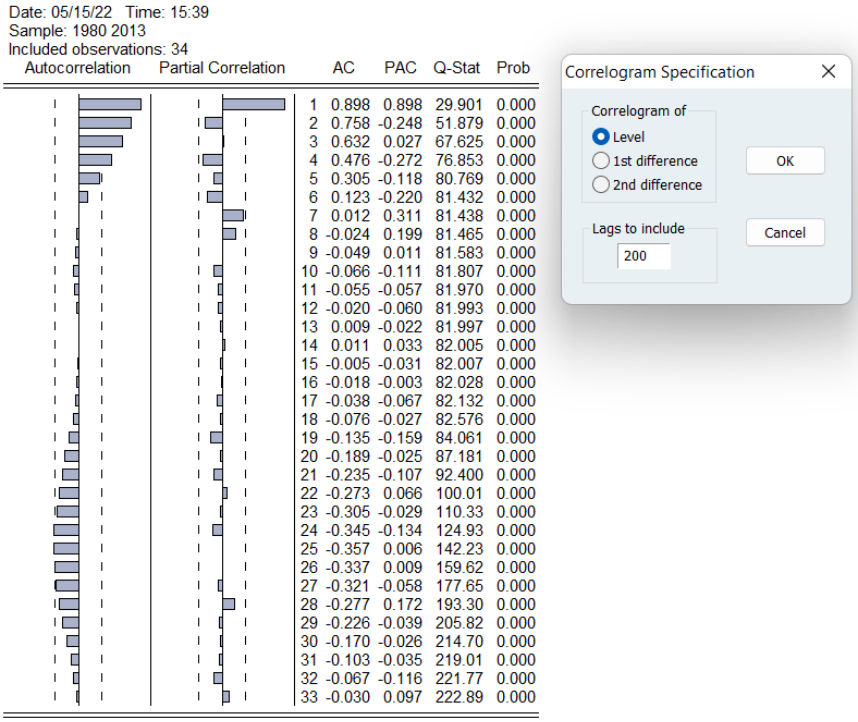
KORELASYON

- H_0 : Gözlemler ilişkisizdir. Bu bir zaman serisi değildir.
- H_1 : Gözlemler ilişkilidir. Bu bir zaman serisidir.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.898	0.898	29.901	0.000
2	0.758	-0.248	51.879	0.000
3	0.632	0.027	67.625	0.000
4	0.476	-0.272	76.853	0.000
5	0.305	-0.118	80.769	0.000
6	0.123	-0.220	81.432	0.000
7	0.012	0.311	81.438	0.000
8	-0.024	0.199	81.465	0.000
9	-0.049	0.011	81.583	0.000
10	-0.066	-0.111	81.807	0.000
11	-0.055	-0.057	81.970	0.000
12	-0.020	-0.060	81.993	0.000
13	0.009	-0.022	81.997	0.000
14	0.011	0.033	82.005	0.000
15	-0.005	-0.031	82.007	0.000
16	-0.018	-0.003	82.028	0.000

Probability değerlerine bakıldığında hepsinin 0.000 (0.05'ten küçük) olduğu görülüyor. Bu nedenle H0 hipotezi reddedilir. Bu veri setindeki gözlemler ilişkilidir ve bu bir zaman serisidir.

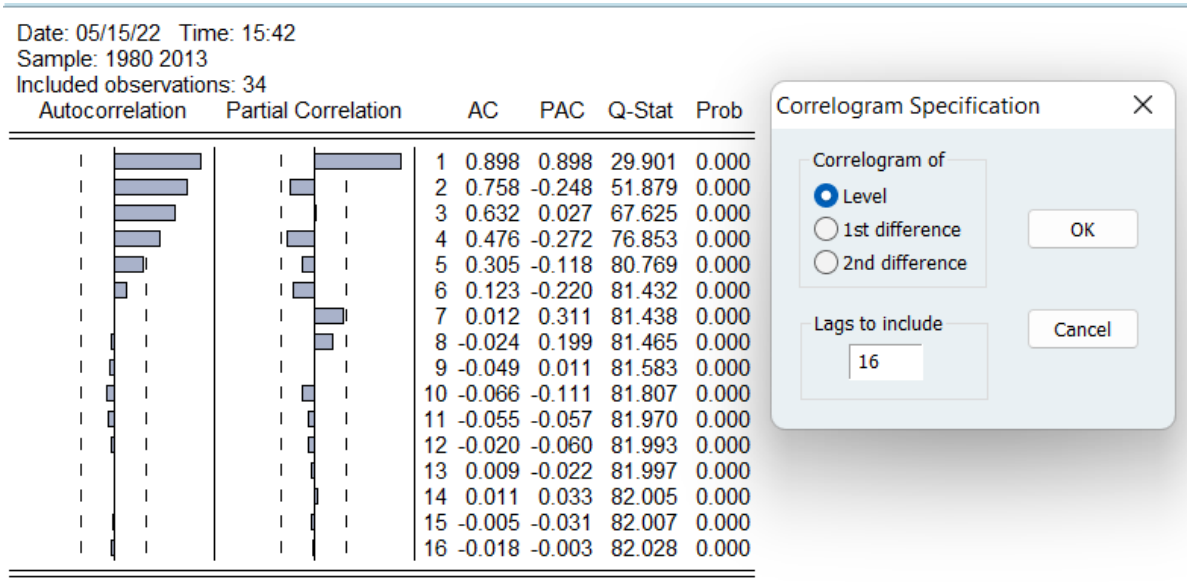


	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.898	0.898	29.901	0.000
2	0.758	-0.248	51.879	0.000
3	0.632	0.027	67.625	0.000
4	0.476	-0.272	76.853	0.000
5	0.305	-0.118	80.769	0.000
6	0.123	-0.220	81.432	0.000
7	0.012	0.311	81.438	0.000
8	-0.024	0.199	81.465	0.000
9	-0.049	0.011	81.583	0.000
10	-0.066	-0.111	81.807	0.000
11	-0.055	-0.057	81.970	0.000
12	-0.020	-0.060	81.993	0.000
13	0.009	-0.022	81.997	0.000
14	0.011	0.033	82.005	0.000
15	-0.005	-0.031	82.007	0.000
16	-0.018	-0.003	82.028	0.000
17	-0.038	-0.067	82.132	0.000
18	-0.076	-0.027	82.576	0.000
19	-0.135	-0.159	84.061	0.000
20	-0.189	-0.025	87.181	0.000
21	-0.235	-0.107	92.400	0.000
22	-0.273	0.066	100.01	0.000
23	-0.305	-0.029	110.33	0.000
24	-0.345	-0.134	124.93	0.000
25	-0.357	0.006	142.23	0.000
26	-0.337	0.009	159.62	0.000
27	-0.321	-0.058	177.65	0.000
28	-0.277	0.172	193.30	0.000
29	-0.226	-0.039	205.82	0.000
30	-0.170	-0.026	214.70	0.000
31	-0.103	-0.035	219.01	0.000
32	-0.067	-0.116	221.77	0.000
33	-0.030	0.097	222.89	0.000

Verimiz yıllık bir veri olduğu için mevsimsellik aranmaz. Fakat arıyor olsaydık lag = 200 değeriyle eğilimi kaldırarak sarmal autocorrelation yapısını elde edebilirdik ve mevsimsellik olduğunu söyleyebilirdik.

OTOKORELASYON

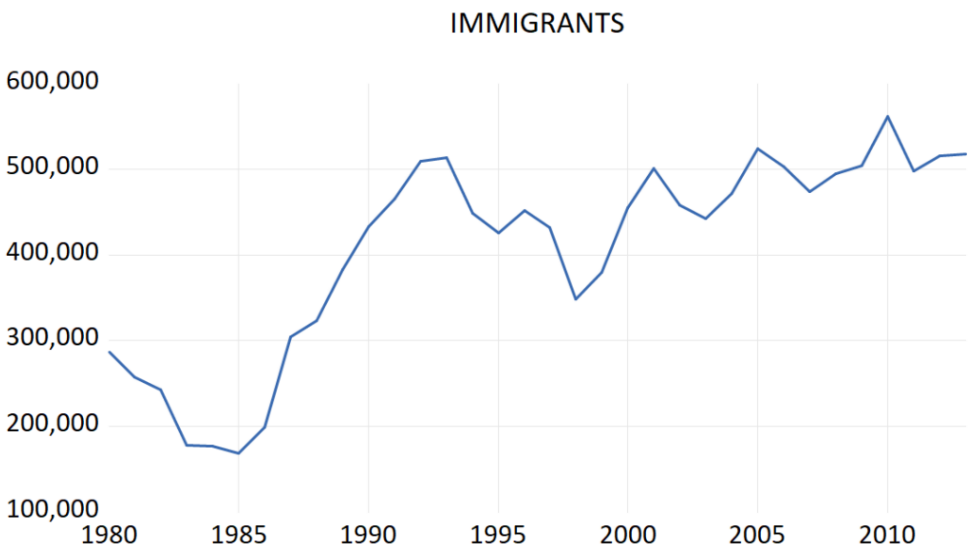
- H_0 : Otokorelasyon yoktur.
- H_1 : Otokorelasyon vardır.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.898	0.898	29.901	0.000
2	0.758	-0.248	51.879	0.000
3	0.632	0.027	67.625	0.000
4	0.476	-0.272	76.853	0.000
5	0.305	-0.118	80.769	0.000
6	0.123	-0.220	81.432	0.000
7	0.012	0.311	81.438	0.000
8	-0.024	0.199	81.465	0.000
9	-0.049	0.011	81.583	0.000
10	-0.066	-0.111	81.807	0.000
11	-0.055	-0.057	81.970	0.000
12	-0.020	-0.060	81.993	0.000
13	0.009	-0.022	81.997	0.000
14	0.011	0.033	82.005	0.000
15	-0.005	-0.031	82.007	0.000
16	-0.018	-0.003	82.028	0.000

Güven sınırlarını aşan durumlar olduğundan H_0 reddedilir. Gözlemler ilişkilidir ve otokorelasyon vardır.

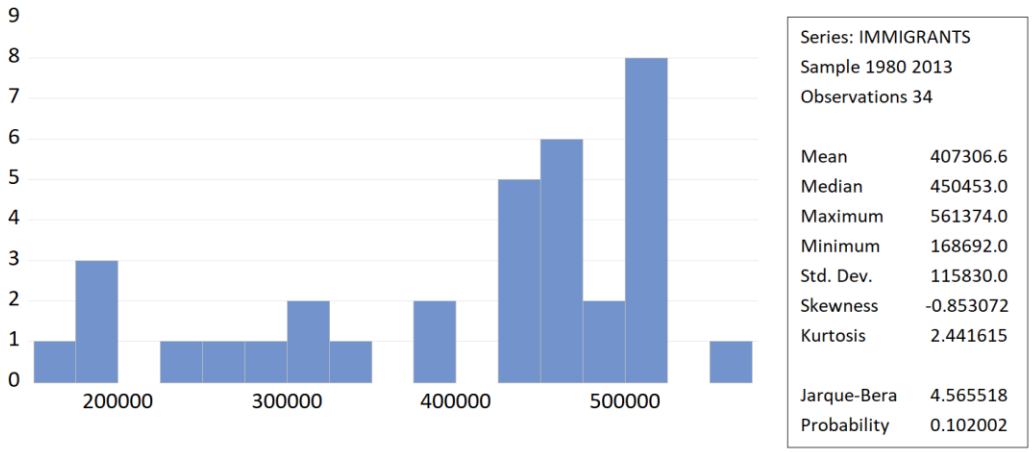
TRENDİN İNCELENMESİ



Yukarıda Immigrants değişkeninin çizgi grafiği bulunmaktadır. Grafiğe göre doğrusal olmayan artan trend olduğu söylenebilir.

Histogram ve Genel İstatistikler

- H_0 : p = 0 (Veri normal dağılıma sahiptir.)
- H_1 : p ≠ 0 (Veri normal dağılıma sahip değildir.)



Değişkenimizin histogram grafiğini incelediğimizde Jarque-Bera probability değeri 0.05'ten büyük olduğu için H0 hipotezi reddedilemez. Veri normal dağılıma sahiptir. Ortanca değerimiz ortalama değerinden büyük ve verinin skewness değeri 0.853 olduğu için sola çarpıklıktan bahsedebiliriz.

Birim Kök Testi (Durağanlaştırma)

- H_0: Seri durağan değildir, stokastik trende sahiptir ve birim kök içerir.
- H_1: Seri durağandır, stokastik trende sahip değildir ve birim kök içermez.

Fark işlemi yapılmadan sadece sabit katsayı B_0 ile oluşturulan regresyon modeline göre;

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on IMMIGRANTS

Null Hypothesis: IMMIGRANTS has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.120106	0.6960
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(IMMIGRANTS)
Method: Least Squares
Date: 05/20/22 Time: 14:52
Sample (adjusted): 1981 2013
Included observations: 33 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IMMIGRANTS(-1)	-0.074824	0.066801	-1.120106	0.2713
C	37248.43	28041.18	1.328347	0.1938

R-squared	0.038898	Mean dependent var	7023.273
Adjusted R-squared	0.007895	S.D. dependent var	43983.88
S.E. of regression	43809.92	Akaike info criterion	24.27180
Sum squared resid	5.95E+10	Schwarz criterion	24.36250
Log likelihood	-398.4847	Hannan-Quinn criter.	24.30232
F-statistic	1.254637	Durbin-Watson stat	1.549976
Prob(F-statistic)	0.271272		

Unit Root Test'i yalnızca Intercept seçerek (B_0 kullanarak) yaptığımızda probability değeri (0.6960) 0.05'ten büyük çıktığı için H0 hipotezi reddedilemez. Yani seri durağan değildir, stokastik trende sahiptir ve birim kök içerir.

Hipotez reddedildiğinden yani serinin durağan olmadığı kararına varıldığından durağanlaştırma işlemi yapılır. Test trend and Intercept seçeneği ile (hem B_0'ı hem trendi dahil ederek) tekrarlanır.

Null Hypothesis: IMMIGRANTS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)

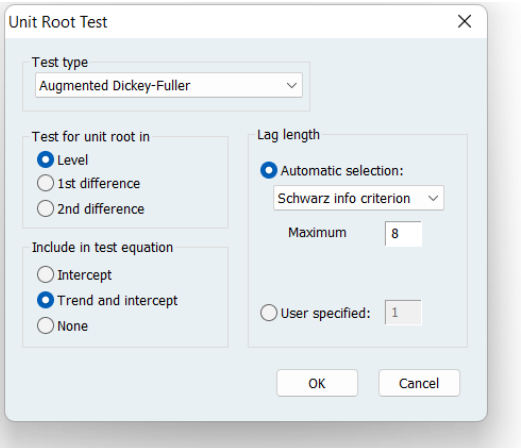
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.819913	0.0032
Test critical values:	1% level	-4.323979	
	5% level	-3.580622	
	10% level	-3.225334	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(IMMIGRANTS)
Method: Least Squares
Date: 05/20/22 Time: 15:06
Sample (adjusted): 1986 2013
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IMMIGRANTS(-1)	-0.718108	0.148988	-4.819913	0.0001
D(IMMIGRANTS(-1))	0.321163	0.153609	2.090786	0.0495
D(IMMIGRANTS(-2))	0.142971	0.171164	0.835289	0.4134
D(IMMIGRANTS(-3))	0.229574	0.168350	1.363671	0.1878
D(IMMIGRANTS(-4))	0.369979	0.166528	2.221716	0.0380
D(IMMIGRANTS(-5))	0.453888	0.184914	2.454588	0.0234
C	210970.5	38399.08	5.494156	0.0000
@TREND("1980")	5094.976	1602.177	3.180034	0.0047

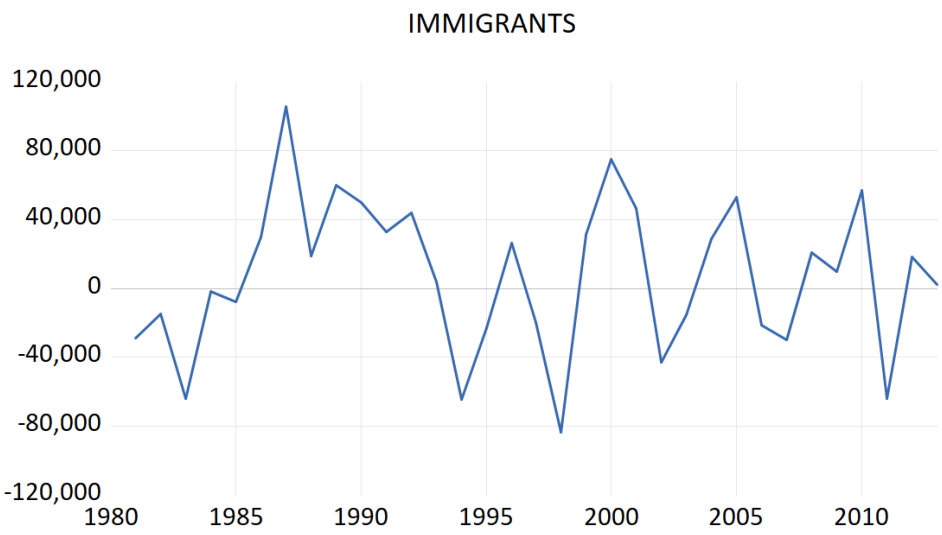
R-squared	0.627767	Mean dependent var	12476.79
Adjusted R-squared	0.497485	S.D. dependent var	44702.18
S.E. of regression	31688.61	Akaike info criterion	23.80026
Sum squared resid	2.01E+10	Schwarz criterion	24.18089
Log likelihood	-325.2036	Hannan-Quinn criter.	23.91662
F-statistic	4.818536	Durbin-Watson stat	2.256031
Prob(F-statistic)	0.002590		



Probability değeri 0.05'ten küçük olduğundan H_0 hipotezi reddedilir. Seri durağandır, stokastik trende sahip değildir ve birim kök içermez.

Trendi eklediğimizde seri durağanlaştığından fark almaya gerek kalmadı.

Durağanlaştırmış veriyi kaydettik. Grafiği aşağıdadır.



Deterministik Trendin Modellenmesi

Doğrusal Trend Model

Command

```
ls immigrants c @trend
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: Least Squares
Date: 05/20/22 Time: 16:12
Sample: 1980 2013
Included observations: 34

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	250093.8	22639.70	11.04669	0.0000
@TREND	9528.050	1179.375	8.078899	0.0000

R-squared	0.671014	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.660733	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	67467.05	Akaike info criterion	25.13369
Sum squared resid	1.46E+11	Schwarz criterion	25.22347
Log likelihood	-425.2727	Hannan-Quinn criter.	25.16431
F-statistic	65.26860	Durbin-Watson stat	0.426436
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$Y_t = 250093.8 + 9528.050t$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

Sonuç: B_0 (c) ve B_1 (@trend) katsayıları anlamlı olduğu için doğrusal trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Birinci Farklar Trend Modeli:

```
Command
ls d(immigrants) c @trend
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: D(IMMIGRANTS)
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 12:39
Sample (adjusted): 1981 2013
Included observations: 33 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8017.886	15917.40	0.503718	0.6180
@TREND	-58.50668	816.9039	-0.071620	0.9434

R-squared	0.000165	Mean dependent var	7023.273
Adjusted R-squared	-0.032087	S.D. dependent var	43983.88
S.E. of regression	44683.97	Akaike info criterion	24.31131
Sum squared resid	6.19E+10	Schwarz criterion	24.40201
Log likelihood	-399.1366	Hannan-Quinn criter.	24.34183
F-statistic	0.005129	Durbin-Watson stat	1.605372
Prob(F-statistic)	0.943364		

Kurulan regresyon modeli;

$$D(Y_t) = 8017.886 – 58.50668t$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0: B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'den büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez. B_0 katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'den büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez. B_1 katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

Sonuç: B_0 (c) ve B_1 (@trend) katsayıları anlamsız olduğu için birinci farklar trend trend modeli bu seride anlamlı değildir ve kullanılamaz.

Üstel Trend Modeli:

```
Command
ls log(immigrants) c @trend
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: LOG(IMMIGRANTS)
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 13:03
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.40989	0.074637	166.2697	0.0000
@TREND	0.027612	0.003888	7.101677	0.0000

R-squared	0.611810	Mean dependent var	12.86549
Adjusted R-squared	0.599679	S.D. dependent var	0.351537
S.E. of regression	0.222421	Akaike info criterion	-0.111467
Sum squared resid	1.583076	Schwarz criterion	-0.021681
Log likelihood	3.894931	Hannan-Quinn criter.	-0.080847
F-statistic	50.43381	Durbin-Watson stat	0.350264
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$\ln(Y_t) = 12.40989 + 0.027612t$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

Sonuç: B_0 (c) ve B_1 (@trend) katsayıları anlamlı olduğu için üstel trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Karesel Trend Modeli:

```
Command
ls immigrants c @trend @trend^2
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 13:35
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	191953.0	29992.07	6.400127	0.0000
@TREND	20429.43	4206.066	4.857136	0.0000
@TREND^2	-330.3450	123.1868	-2.681659	0.0116

R-squared	0.732961	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.715733	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	61756.76	Akaike info criterion	24.98389
Sum squared resid	1.18E+11	Schwarz criterion	25.11857
Log likelihood	-421.7262	Hannan-Quinn criter.	25.02982
F-statistic	42.54397	Durbin-Watson stat	0.534449
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$Y_t = 191953 + 20429.43t - 330.3450t^2$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H0 hipotezini reddederiz. B1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_2(@trend^2) Katsayısı:

H_0: B_2(@trend^2) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_2(@trend^2) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_2 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_2 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

Sonuç: B_0 (c), B_1 (@trend) ve B_2(@trend^2) katsayıları anlamlı olduğu için karesel trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Lojistik Trend Modeli:

Serideki en büyük değer 561374'tür. Bu değerden büyük bir değer olarak 1000000 değeri belirlenmiş (keyfi olarak seçilmiştir) ve modele dahil edilmiştir.

Command

```
ls log(1000000/immigrants -1) c @trend
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: LOG(1000000/IMMIGRANTS-1)
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 13:54
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.119667	0.108299	10.33865	0.0000
@TREND	-0.043025	0.005642	-7.626395	0.0000

R-squared	0.645083	Mean dependent var	0.409747
Adjusted R-squared	0.633992	S.D. dependent var	0.533459
S.E. of regression	0.322735	Akaike info criterion	0.633052
Sum squared resid	3.333053	Schwarz criterion	0.722838
Log likelihood	-8.761889	Hannan-Quinn criter.	0.663672
F-statistic	58.16191	Durbin-Watson stat	0.390139
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$\ln(L/Y_t - 1) = 1.119667 - 0.043025t$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

Sonuç: B_0 (c) ve B_1 (@trend) katsayıları anlamlı olduğu için lojistik trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Kübik Trend Modeli:

Command

```
ls immigrants c @trend @trend^2 @trend^3
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 14:09
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	182182.1	38611.93	4.718286	0.0001
@TREND	24272.03	10286.06	2.359702	0.0250
@TREND^2	-625.8374	730.5879	-0.856622	0.3984
@TREND^3	5.969544	14.54216	0.410499	0.6844

R-squared	0.734453	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.707898	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	62602.03	Akaike info criterion	25.03711
Sum squared resid	1.18E+11	Schwarz criterion	25.21669
Log likelihood	-421.6309	Hannan-Quinn criter.	25.09835
F-statistic	27.65807	Durbin-Watson stat	0.543967
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$Y_t = 182182.1 + 24272.03t - 625.8374t^2 + 5.969544t^3$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_2(@trend^2) Katsayısı:

H_0: B_2(@trend^2) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_2(@trend^2) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_2 katsayısının probability değeri 0.05'ten büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez. B_2 katsayısı anlamsızdır ve deterministik trend yoktur.

B_2(@trend^3) Katsayısı:

H_0: B_3(@trend^3) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_3(@trend^3) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_3 katsayısının probability değeri 0.05'ten büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilemez. B_3 katsayısı anlamsızdır ve deterministik trend yoktur.

Sonuç: B_2 (@trend^2) ve B_3 (@trend^3) katsayıları anlamlı olmadığı için kübik trend modeli bu seride anlamlı değildir ve kullanılamaz.

Logaritmik Trend Modeli:

```
Command
series w=@trend+1
ls immigrants c log(w)
```

Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: Least Squares
Date: 05/24/22 Time: 14:55
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	123890.3	38360.43	3.229637	0.0029
LOG(W)	108783.8	14000.84	7.769801	0.0000

R-squared	0.653566	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.642740	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	69232.98	Akaike info criterion	25.18536
Sum squared resid	1.53E+11	Schwarz criterion	25.27515
Log likelihood	-426.1512	Hannan-Quinn criter.	25.21598
F-statistic	60.36981	Durbin-Watson stat	0.501508
Prob(F-statistic)	0.000000		

Kurulan regresyon modeli;

$$Y_t = 123890.3 + 108783.8\ln(t)$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(log(w)) Katsayısı:

H_0: B_1(log(w)) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(log(w)) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

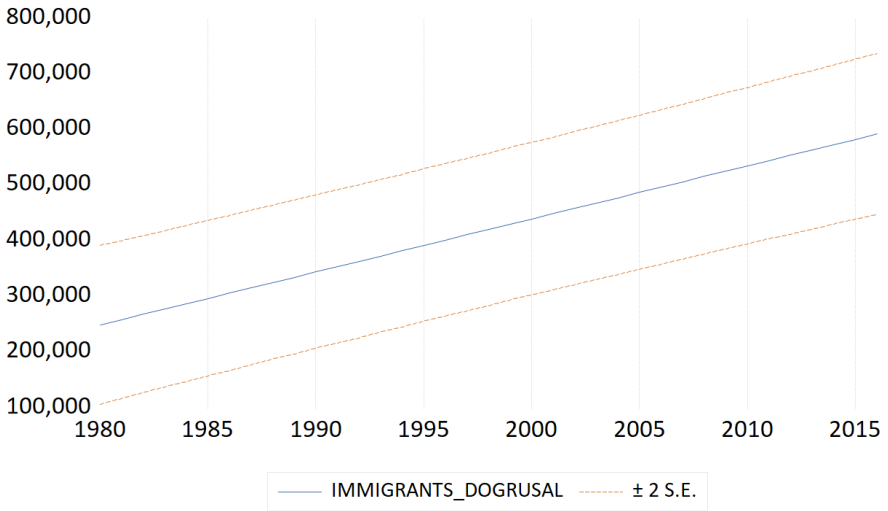
Sonuç: B_0 (c) ve B_1 (log(w)) katsayıları anlamlı olduğu için logaritmik trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Deterministik trend modelleri seriye uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; doğrusal trend, üstel trend, karesel trend, lojistik trend ve logaritmik trend modellerinin kullanılabileceğine, birinci farklar trend ve kübik trend modellerinin ise kullanılamayacağına karar verilmiştir. Bir sonraki adımda ise seride kullanılabilir olan modellerin grafikleri karşılaştırılarak en uygun modele karar verilecektir.

Kurulan Model Grafiklerinin Karşılaştırılması:

Doğrusal Trend Modeli:

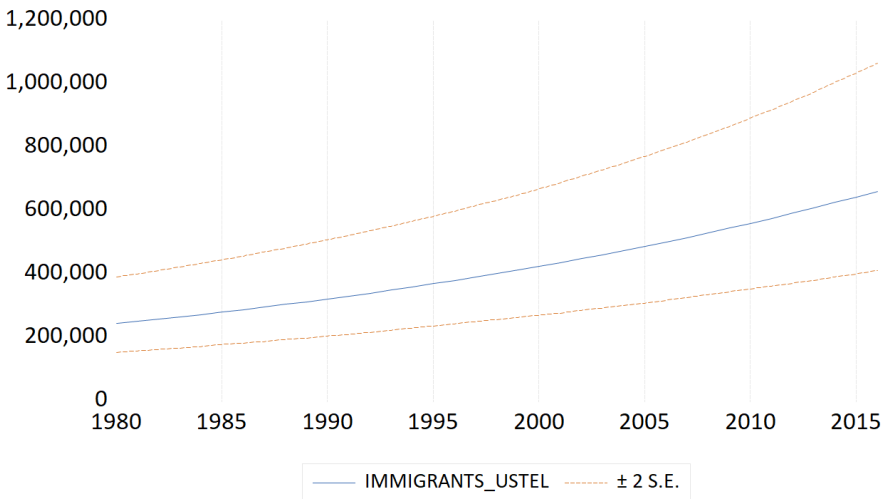
1980	250093.8		
1981	259621.8		
1982	269149.9		
1983	278677.9		
1984	288206.0		
1985	297734.0		
1986	307262.1		
1987	316790.1		
1988	326318.2		
1989	335846.2		
1990	345374.3		
1991	354902.3		
1992	364430.4		
1993	373958.4		
1994	383486.5		
1995	393014.5		
1996	402542.6		
1997	412070.6		
1998	421598.7		
1999	431126.7		
2000	440654.8		
2001	450182.8		
2002	459710.9		
2003	469238.9		
2004	478767.0		
2005	488295.0		
2006	497823.1		
2007	507351.1		
2008	516879.2		
2009	526407.2		
2010	535935.3		
2011	545463.3		
2012	554991.4		
2013	564519.4		
2014	574047.5		
2015	583575.5		
2016	593103.6		



Forecast: IMMIGRANTS_DOGRUSAL	
Actual: IMMIGRANTS	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	65452.65
Mean Absolute Error	50949.74
Mean Abs. Percent Error	15.89983
Theil Inequality Coef. 0.077838	
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.099412
Covariance Proportion	0.900588
Theil U2 Coefficient	1.748877
Symmetric MAPE	14.53529

Üstel Trend Modeli:

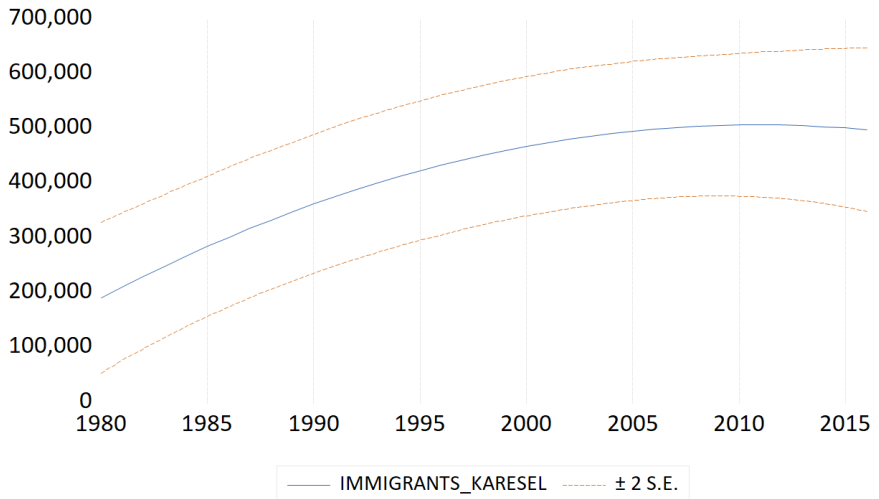
1980	245214.8		
1981	252080.0		
1982	259137.4		
1983	266392.3		
1984	273850.5		
1985	281517.4		
1986	289398.9		
1987	297501.1		
1988	305830.2		
1989	314392.4		
1990	323194.3		
1991	332242.7		
1992	341544.4		
1993	351106.5		
1994	360936.3		
1995	371041.4		
1996	381429.3		
1997	392108.0		
1998	403085.8		
1999	414370.8		
2000	425971.9		
2001	437897.7		
2002	450157.3		
2003	462760.3		
2004	475716.0		
2005	489034.5		
2006	502725.8		
2007	516800.5		
2008	531269.2		
2009	546143.0		
2010	561433.2		
2011	577151.4		
2012	593309.7		
2013	609920.5		
2014	626996.2		
2015	644550.0		
2016	662595.3		



Forecast: IMMIGRANTS_USTEL	
Actual: IMMIGRANTS	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	73450.44
Mean Absolute Error	58576.12
Mean Abs. Percent Error	16.85467
Theil Inequality Coef. 0.087616	
Bias Proportion	0.007190
Variance Proportion	0.007248
Covariance Proportion	0.985562
Theil U2 Coefficient	1.678291
Symmetric MAPE	16.16631

Karesel Trend Modeli:

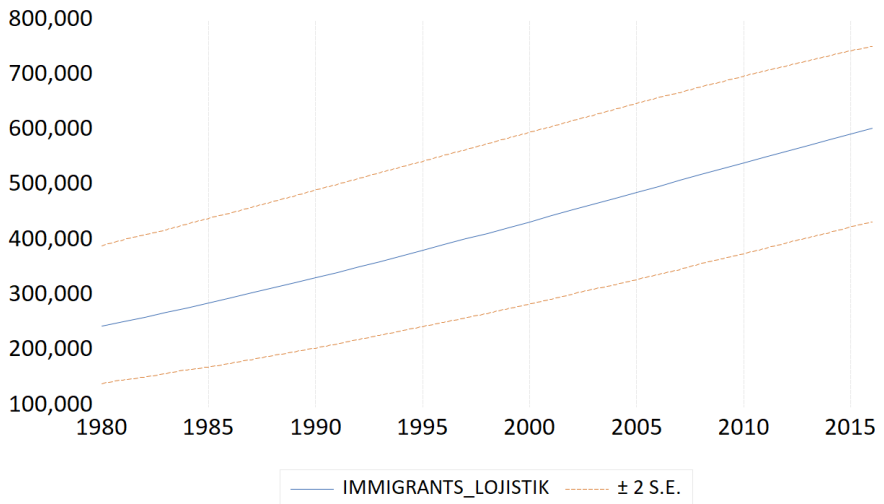
1980	191953.0		
1981	212052.1		
1982	231490.5		
1983	250268.2		
1984	268385.3		
1985	285841.6		
1986	302637.2		
1987	318772.2		
1988	334246.4		
1989	349060.0		
1990	363212.9		
1991	376705.1		
1992	389536.6		
1993	401707.4		
1994	413217.5		
1995	424066.9		
1996	434255.7		
1997	443783.7		
1998	452651.1		
1999	460857.8		
2000	468403.7		
2001	475289.0		
2002	481513.6		
2003	487077.5		
2004	491980.8		
2005	496223.3		
2006	499805.1		
2007	502726.3		
2008	504986.7		
2009	506586.5		
2010	507525.6		
2011	507804.0		
2012	507421.7		
2013	506378.7		
2014	504675.0		
2015	502310.7		
2016	499285.6		



Forecast: IMMIGRANTS_KARESEL	
Actual: IMMIGRANTS	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	58969.29
Mean Absolute Error	44785.46
Mean Abs. Percent Error	14.43730
Theil Inequality Coef. 0.070047	
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.077510
Covariance Proportion	0.922490
Theil U2 Coefficient	1.554266
Symmetric MAPE	13.43087

Lojistik Trend Modeli:

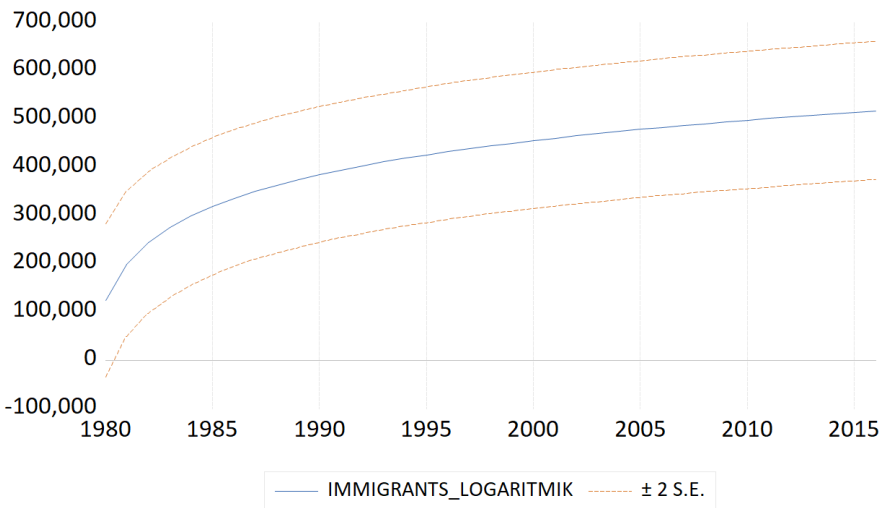
1980	246073.0		
1981	254142.0		
1982	262383.6		
1983	270795.4		
1984	279374.7		
1985	288118.4		
1986	297023.0		
1987	306084.5		
1988	315298.4		
1989	324659.9		
1990	334163.7		
1991	343804.1		
1992	353574.9		
1993	363469.6		
1994	373481.3		
1995	383602.5		
1996	393825.5		
1997	404142.4		
1998	414544.7		
1999	425023.8		
2000	435570.7		
2001	446176.2		
2002	456831.0		
2003	467525.4		
2004	478249.7		
2005	488994.1		
2006	499748.7		
2007	510503.5		
2008	521248.6		
2009	531974.1		
2010	542670.1		
2011	553326.9		
2012	563935.0		
2013	574484.8		
2014	584967.3		
2015	595373.4		
2016	605694.4		



Forecast: IMMIGRANTS_LOJISTIK	
Actual: IMMIGRANTS	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	67543.69
Mean Absolute Error	53016.35
Mean Abs. Percent Error	15.92189
Theil Inequality Coef. 0.080596	
Bias Proportion	0.003910
Variance Proportion	0.050144
Covariance Proportion	0.945946
Theil U2 Coefficient	1.677300
Symmetric MAPE	14.94685

Logaritmik Trend Modeli:

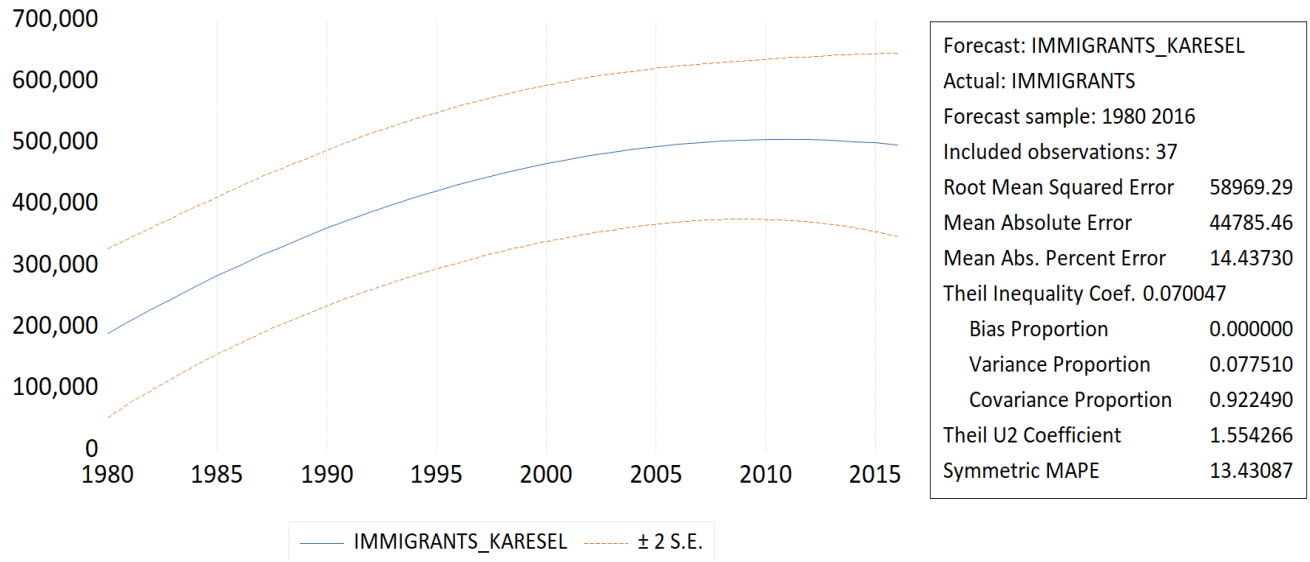
1980	123890.3
1981	199293.4
1982	243401.4
1983	274696.6
1984	298971.0
1985	318804.6
1986	335573.7
1987	350099.7
1988	362912.6
1989	374374.1
1990	384742.3
1991	394207.7
1992	402915.1
1993	410976.8
1994	418482.1
1995	425502.9
1996	432097.8
1997	438315.8
1998	444197.4
1999	449777.3
2000	455084.8
2001	460145.5
2002	464981.1
2003	469610.9
2004	474051.7
2005	478318.2
2006	482423.8
2007	486380.0
2008	490197.3
2009	493885.3
2010	497452.3
2011	500906.0
2012	504253.5
2013	507501.0
2014	510654.4
2015	513718.9
2016	516699.5



Forecast: IMMIGRANTS_LOGARITMIK	
Actual: IMMIGRANTS	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	67165.86
Mean Absolute Error	48063.09
Mean Abs. Percent Error	16.69938
Theil Inequality Coef. 0.079901	
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.105929
Covariance Proportion	0.894071
Theil U2 Coefficient	1.922732
Symmetric MAPE	15.30508

En İyi Modelin Kararlaştırılması ve İncelenmesi

- Forecast işlemi gerçekleştirildikten sonra ilk karşılaştırma basağımız Theil U değerleridir. En iyi model olabilmesi için Theil U değerinin 0.55'ten daha küçük olması beklenir. Tüm modelleri incelediğimizde Theil U değerlerinin 0.55'ten küçük olduğu görülmüştür. Bu nedenle RMSE (Root Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error), MAPE (Mean Abs. Percent Error) değerleri incelenerek en iyi modele karar verilecektir.
- Model seçimine karar verirken hata değerlerinin (RSME, MAE, MAPE) en küçük olduğu yani hatanın en az olduğu ve güvenilirliğin daha yüksek olduğu model seçilecektir.
- İlk olarak doğrusal trend modeli ile üstel regresyon modeli karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda RMSE, MAE, MAPE değerleri en iyi çıkan model doğrusal trend modelidir.
- Karşılaştırmaya doğrusal trend modeli ve karesel trend modeli ile devam edildi. Karşılaştırma sonucunda RMSE, MAE, MAPE değerleri en iyi çıkan model karesel trend modelidir.
- Sıradaki karşılaştırma karesel trend modeli ile lojistik trend modeli için gerçekleştirildi. Karşılaştırma sonucunda RMSE, MAE, MAPE değerleri en iyi çıkan model karesel trend modelidir.
- Son olarak karesel trend modeli ile logaritmik trend modeli karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda RMSE, MAE, MAPE değerleri en iyi çıkan model karesel trend modelidir.



En iyi model olarak belirlenen karesel trend modeli çoklu bağlantı problemi içeriyor mu inceleyelim.

Çoklu Bağlantı Problemi İncelemesi:

Variance Inflation Factors
Date: 05/29/22 Time: 18:59
Sample: 1980 2016
Included observations: 34

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	9.00E+08	8.019048	NA
@TREND	17690990	58.11652	15.17969
@TREND^2	15174.98	33.54985	15.17969

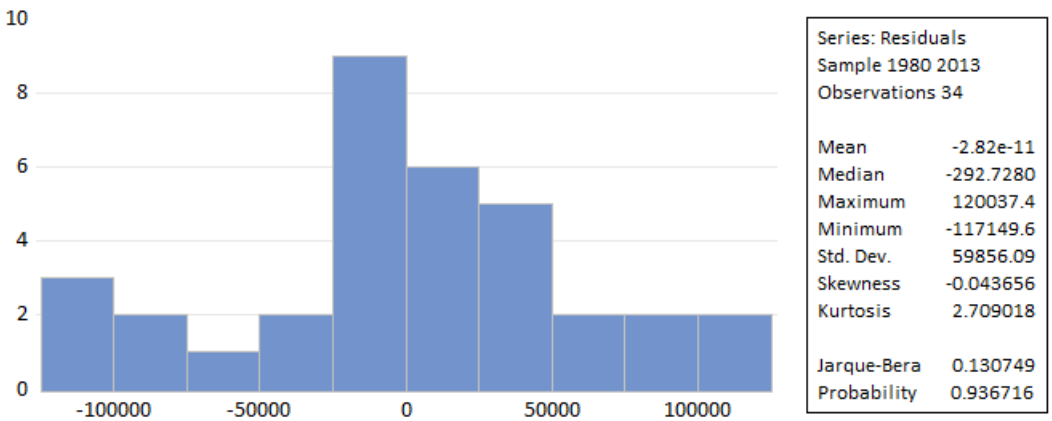
Çoklu bağlantı probleminin olmaması için Centered VIF değerlerinin 1 ile 5 arasında olması gerekir. Karesel trend modelinin Centered VIF değerlerinin 1-5 aralığında olmadığı görülmektedir. Karesel trend modelinde çoklu bağlantı problemi vardır. Dönüşüm yapılarak çoklu bağlantı problemi ortadan kaldırılabilir.

HATALARIN İNCELENMESİ

Hatalar İçin Normallik İncelemesi:

H_0: Seri normal dağılıma sahiptir.

H_1: Seri normal dağılıma sahip değildir.



Karar: Jarque-Bera Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. Yani seri normal dağılıyor.

Hatalar İçin Otokorelasyon İncelemesi:

Correlogram of Residuals

Date: 05/29/22 Time: 22:23
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.695	0.695	17.894	0.000
		2	0.325	-0.304	21.931	0.000
		3	0.047	-0.076	22.019	0.000
		4	-0.129	-0.088	22.695	0.000
		5	-0.360	-0.378	28.180	0.000
		6	-0.578	-0.299	42.766	0.000
		7	-0.560	0.057	56.983	0.000
		8	-0.397	-0.080	64.388	0.000
		9	-0.187	0.003	66.097	0.000
		10	-0.084	-0.188	66.460	0.000
		11	0.018	-0.115	66.477	0.000
		12	0.168	-0.017	68.049	0.000
		13	0.246	-0.143	71.573	0.000
		14	0.173	-0.222	73.401	0.000
		15	0.092	0.021	73.949	0.000
		16	0.054	-0.156	74.146	0.000

Autocorrelation bölümü incelendiğinde güven aralığını aşan değerler olduğu görülmektedir. Buna göre bu seri için otokorelasyon vardır.

Hatalar İçin Değişen Varyanslılık İncelemesi:

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	2.442723	Prob. F(4,29)	0.0691
Obs*R-squared	8.568550	Prob. Chi-Square(4)	0.0728
Scaled explained SS	6.086807	Prob. Chi-Square(4)	0.1928

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 05/29/22 Time: 22:28
Sample: 1980 2013
Included observations: 34

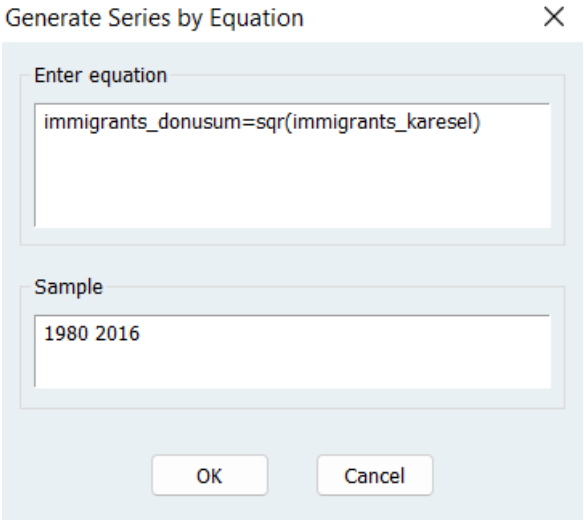
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.92E+09	3.09E+09	1.591804	0.1223
@TREND^2	-23483373	1.69E+08	-0.139228	0.8902
@TREND*@TREN...	-418456.9	7735040.	-0.054099	0.9572
@TREND	3.57E+08	1.34E+09	0.266515	0.7917
@TREND^2^2	20949.10	116235.9	0.180229	0.8582

R-squared	0.252016	Mean dependent var	3.48E+09
Adjusted R-squared	0.148846	S.D. dependent var	4.61E+09
S.E. of regression	4.26E+09	Akaike info criterion	47.31663
Sum squared resid	5.26E+20	Schwarz criterion	47.54109
Log likelihood	-799.3827	Hannan-Quinn criter.	47.39318
F-statistic	2.442723	Durbin-Watson stat	1.200970
Prob(F-statistic)	0.069069		

Probability değerleri 0.05'ten büyük olduğu için değişen varyanslılık problemi yoktur.

Karesel trend modelimiz çoklu bağlantı sorunu içerdiği için dönüşüme ihtiyaç duymaktadır. Karesel trend modelinden elde edilen forecast değerlerinin karekökleri alınarak bir dönüşüm gerçekleştirilecek ve bu dönüşüme yeniden karesel trend modeli kurulumu gerçekleştirilecektir.

Dönüşüm (Karekök Alma İşlemi):



Karesel trend modelinden elde edilen forecast değerlerini içeren immigrants_karesel değişkenine karekök alma işlemi gerçekleştirilmiş ve yapılan işlem immigrants_donusum adlı değişkene atanmıştır.

Yeni Karesel Trend Modeli:

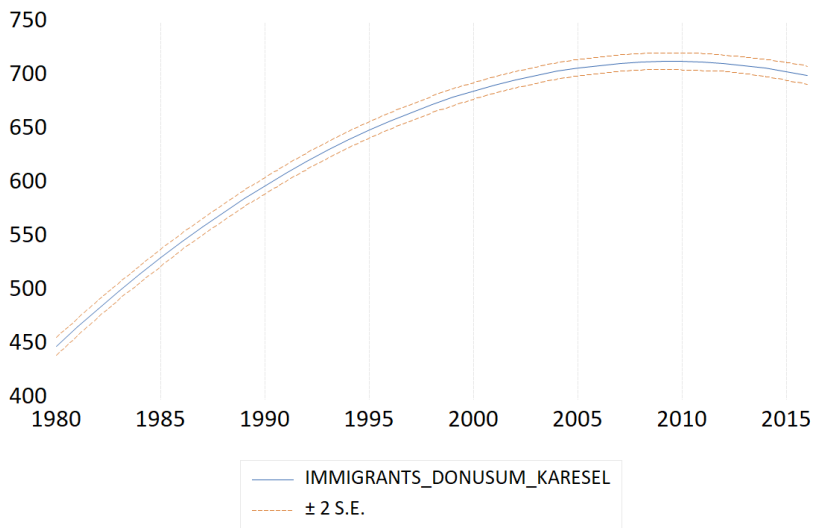
ls immigrants_donusum c @trend @trend^2

Dependent Variable: IMMIGRANTS_DONUSUM
Method: Least Squares
Date: 06/03/22 Time: 01:13
Sample: 1980 2016
Included observations: 37

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	449.0018	1.742898	257.6179	0.0000
@TREND	17.99104	0.224016	80.31137	0.0000
@TREND^2	-0.305378	0.006015	-50.76876	0.0000

R-squared	0.998055	Mean dependent var	639.0850
Adjusted R-squared	0.997941	S.D. dependent var	82.12421
S.E. of regression	3.726619	Akaike info criterion	5.546485
Sum squared resid	472.1814	Schwarz criterion	5.677100
Log likelihood	-99.60996	Hannan-Quinn criter.	5.592532
F-statistic	8724.480	Durbin-Watson stat	0.133746
Prob(F-statistic)	0.000000		

1980	449.0018		
1981	466.6875		
1982	483.7624		
1983	500.2265		
1984	516.0799		
1985	531.3226		
1986	545.9544		
1987	559.9756		
1988	573.3859		
1989	586.1856		
1990	598.3744		
1991	609.9525		
1992	620.9199		
1993	631.2765		
1994	641.0223		
1995	650.1574		
1996	658.6817		
1997	666.5953		
1998	673.8981		
1999	680.5902		
2000	686.6715		
2001	692.1420		
2002	697.0018		
2003	701.2508		
2004	704.8891		
2005	707.9166		
2006	710.3334		
2007	712.1394		
2008	713.3347		
2009	713.9192		
2010	713.8929		
2011	713.2559		
2012	712.0081		
2013	710.1496		
2014	707.6803		
2015	704.6003		
2016	700.9095		



Forecast: IMMIGRANTS_DONUSUM_KARESEL	
Actual: IMMIGRANTS_DONUSUM	
Forecast sample: 1980 2016	
Included observations: 37	
Root Mean Squared Error	3.572346
Mean Absolute Error	2.964244
Mean Abs. Percent Error	0.495906
Theil Inequality Coef.	0.002773
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.000487
Covariance Proportion	0.999513
Theil U2 Coefficient	0.275672
Symmetric MAPE	0.495300

Kurulan regresyon modeli;

$$Yt = 449.0018 + 17.99104t - 0.305378t^2$$

B_0(c) Katsayısı:

H_0 : B_0(c) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1 : B_0(c) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_0 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_0 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_1(@trend) Katsayısı:

H_0: B_1(@trend) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_1(@trend) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_1 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_1 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

B_2(@trend^2) Katsayısı:

H_0: B_2(@trend^2) katsayısı anlamsızdır. Deterministik trend yoktur.

H_1: B_2(@trend^2) katsayısı anlamlıdır. Deterministik trend vardır.

Karar: B_2 katsayısının probability değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini reddederiz. B_2 katsayısı anlamlıdır ve deterministik trend vardır.

Sonuç: B_0 (c), B_1 (@trend) ve B_2(@trend^2) katsayıları anlamlı olduğu için karesel trend modeli bu seride anlamlıdır ve kullanılabilir.

Yeni Karesel Trend Modeli İçin Çoklu Bağlantı Problemi İncelemesi:

Variance Inflation Factors
Date: 06/03/22 Time: 01:15
Sample: 1980 2016
Included observations: 37

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	3.037694	8.093117	NA
@TREND	0.050183	58.56044	15.24176
@TREND^2	3.62E-05	33.73453	15.24176

Elde edilen yeni karesel trend modelinin Centered VIF değerlerinin de 1-5 aralığında olmadığı görülmektedir. Yeni karesel trend modeli de çoklu bağlantı problemi içermektedir. Bu nedenle yapılan dönüşüm çoklu bağlantı sorununu ortadan kaldıramamış ve ilk karelin VIF değerlerinden de yüksek VIF değerleri vermiştir. Bu nedenle ilk karesel model esas alınacak ve çoklu bağlantı sorunu gözardı edilerek diğer işlemlere devam edilecektir.

Üstel Düzleştirme Yöntemleri

Serimizde trend var, mevsimsellik yoktur. Bunun için düzleştirme yöntemlerinden **çiftel üstel düzleştirme** ve **Holt'un üstel düzleştirmesini** kullanacağız.

Çiftel Üstel Düzleştirme:

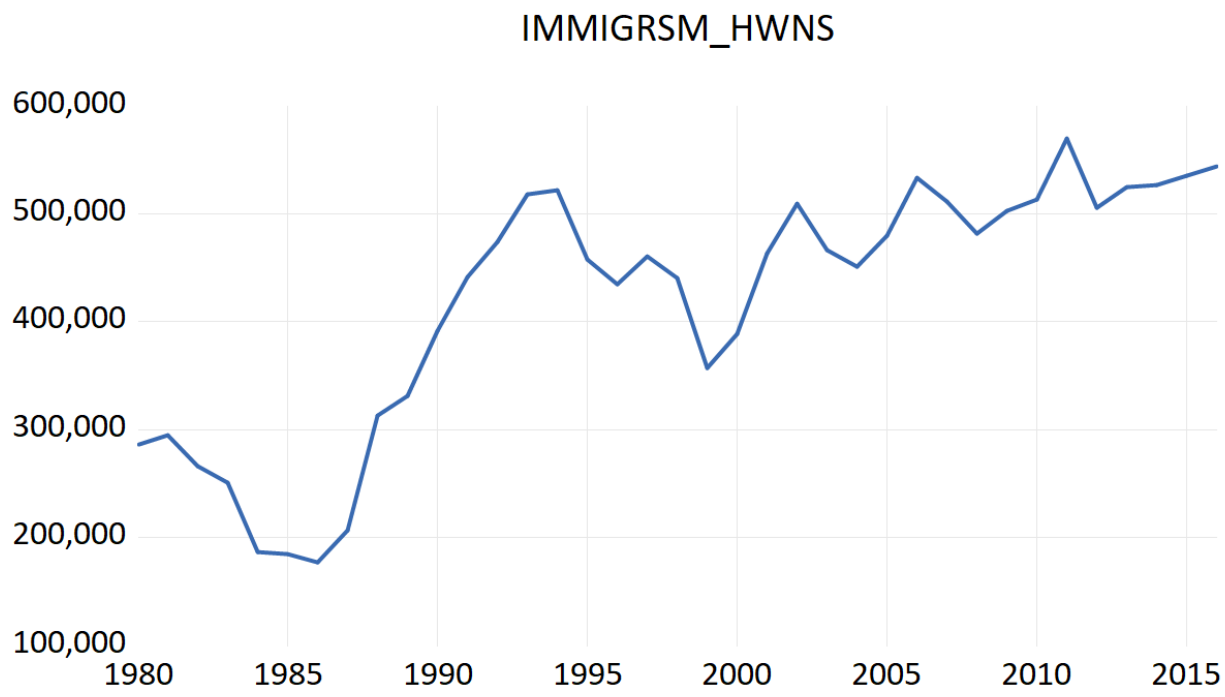
Date: 06/09/22 Time: 18:57
Sample: 1980 2013
Included observations: 34
Method: Double Exponential
Original Series: IMMIGRANTS
Forecast Series: IMMIGRSM_DBL

Parameters: Alpha		0.5880
Sum of Squared Residuals		1.01E+11
Root Mean Squared Error		54370.89
End of Period Levels:	Mean	517343.9
	Trend	956.3490

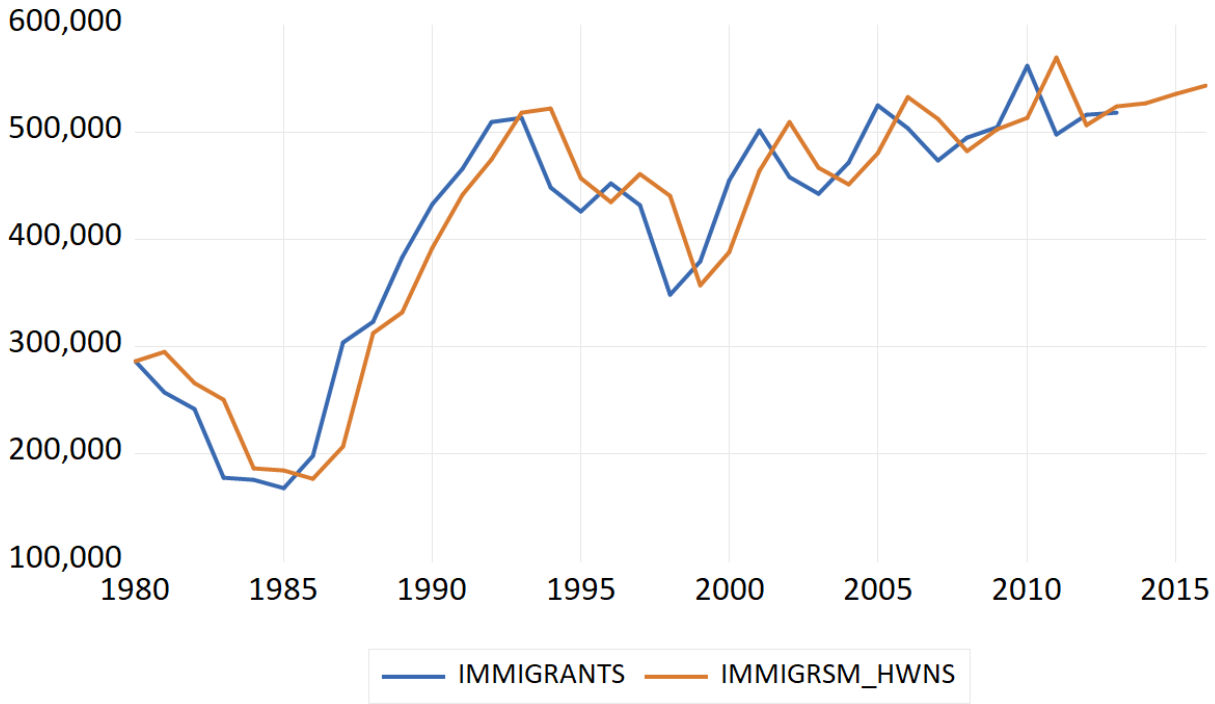
Holt'un Üstel Düzleştirmesi:

Date: 06/09/22 Time: 18:59
Sample: 1980 2013
Included observations: 34
Method: Holt-Winters No Seasonal
Original Series: IMMIGRANTS
Forecast Series: IMMIGRSM_HWNS

Parameters: Alpha		1.0000
Beta		0.0000
Sum of Squared Residuals		6.20E+10
Root Mean Squared Error		42698.05
End of Period Levels:	Mean	518042.0
	Trend	8576.353



Holt Winters No Seasonal'ın Root Mean Squared Error değeri daha küçük olduğundan o yöntemle devam edilir.



Orijinal seri ve Holt Winters No Seasonal üstel düzleştirme yönteminin karşılaştırılması.

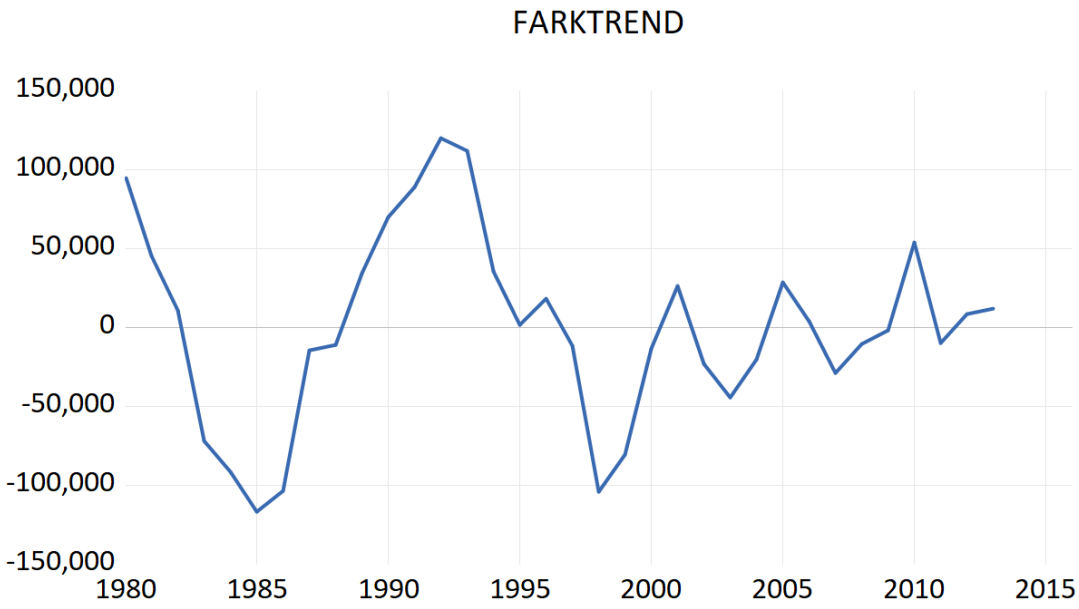
Ayrıştırma Yöntemleri

Veriden trend özellikleri ayrıştırılacaktır. Hareketli ortalama yöntemleri ile saf trendi bulmak için serideki en anlamlı model olan karesel trend modeli orijinal seriden çıkartılacaktır.

İlk seriyi, trendden arındırmak için farktrend serisini oluşturduk.

```
Command
series farktrend=immigrants-immigrants_karesel
```

	Modified: 1980 2016 // farktrend=immigrants-immigrants_karesel
1980	94320.95
1981	45229.86
1982	10859.46
1983	-71898.25
1984	-91841.26
1985	-117149.6
1986	-103935.2
1987	-14622.18
1988	-11076.44
1989	34039.99
1990	69689.11
1991	88898.92
1992	120037.4
1993	111568.6
1994	35546.49
1995	1661.061
1996	17886.32
1997	-11711.73
1998	-104261.1
1999	-80957.76
2000	-13493.74
2001	25982.97
2002	-23415.63
2003	-44379.54
2004	-20336.76
2005	28260.71
2006	3474.866
2007	-29220.29
2008	-10498.75
2009	-2246.518
2010	53848.40
2011	-10307.99
2012	8384.308
2013	11663.30
2014	NA
2015	NA
2016	NA



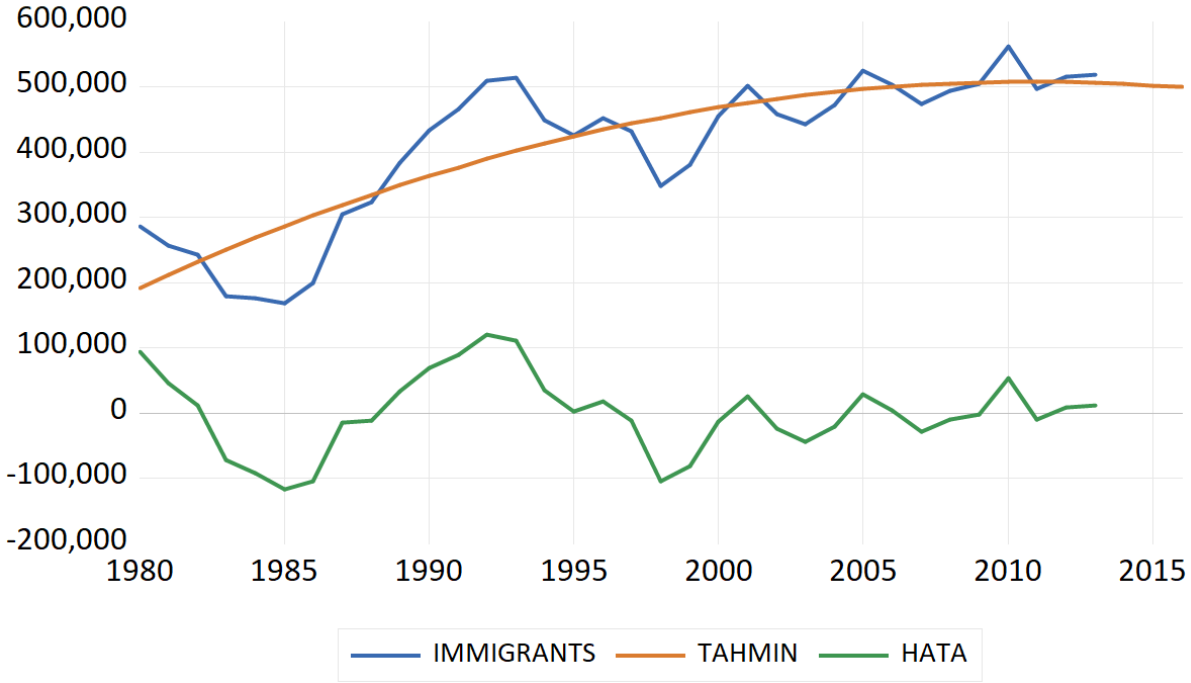
Toplamsal Model (Tahmin): (trend+hata)

Gerçek değerlerden tahmin değerlerini çıkararak hata değerleri bulunur.

Command

```
series tahmin=immigrants_karesel
series hata=immigrants-tahmin
```

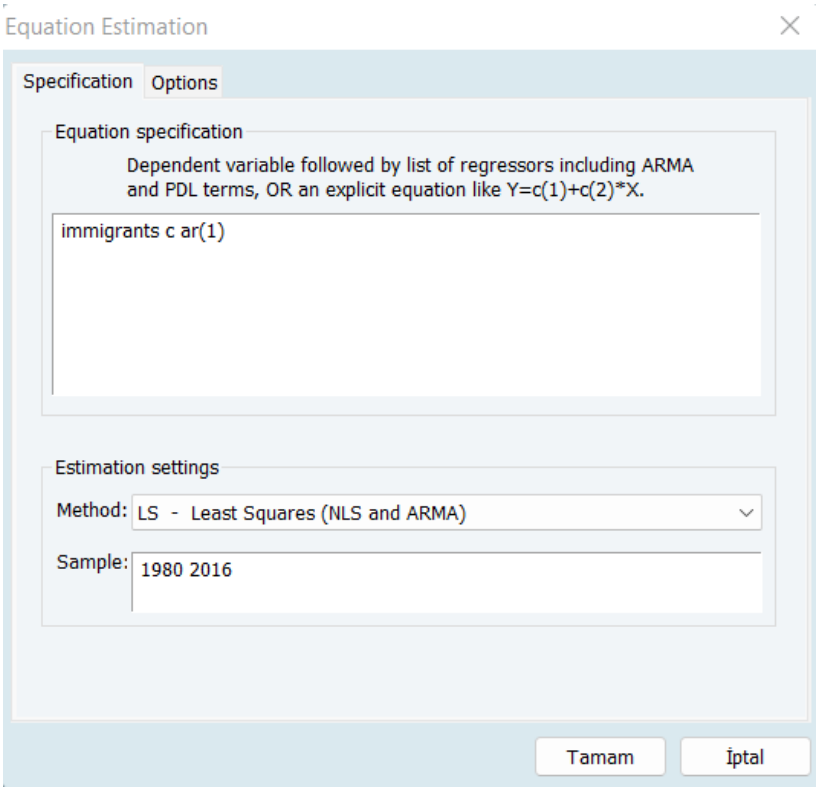
	IMMIGRANTS	TAHMIN	HATA
	IMMIGRANTS	TAHMIN	HATA
1980	286274	191953.0	94320.95
1981	257282	212052.1	45229.86
1982	242350	231490.5	10859.46
1983	178370	250268.2	-71898.25
1984	176544	268385.3	-91841.26
1985	168692	285841.6	-117149.6
1986	198702	302637.2	-103935.2
1987	304150	318772.2	-14622.18
1988	323170	334246.4	-11076.44
1989	383100	349060.0	34039.99
1990	432902	363212.9	69689.11
1991	465604	376705.1	88898.92
1992	509574	389536.6	120037.4
1993	513276	401707.4	111568.6
1994	448764	413217.5	35546.49
1995	425728	424066.9	1661.061
1996	452142	434255.7	17886.32
1997	432072	443783.7	-11711.73
1998	348390	452651.1	-104261.1
1999	379900	460857.8	-80957.76
2000	454910	468403.7	-13493.74
2001	501272	475289.0	25982.97
2002	458098	481513.6	-23415.63
2003	442698	487077.5	-44379.54
2004	471644	491980.8	-20336.76
2005	524484	496223.3	28260.71
2006	503280	499805.1	3474.866
2007	473506	502726.3	-29220.29
2008	494488	504986.7	-10498.75
2009	504340	506586.5	-2246.518
2010	561374	507525.6	53848.40
2011	497496	507804.0	-10307.99
2012	515806	507421.7	8384.308
2013	518042	506378.7	11663.30
2014	NA	504675.0	NA
2015	NA	502310.7	NA
2016	NA	499285.6	NA

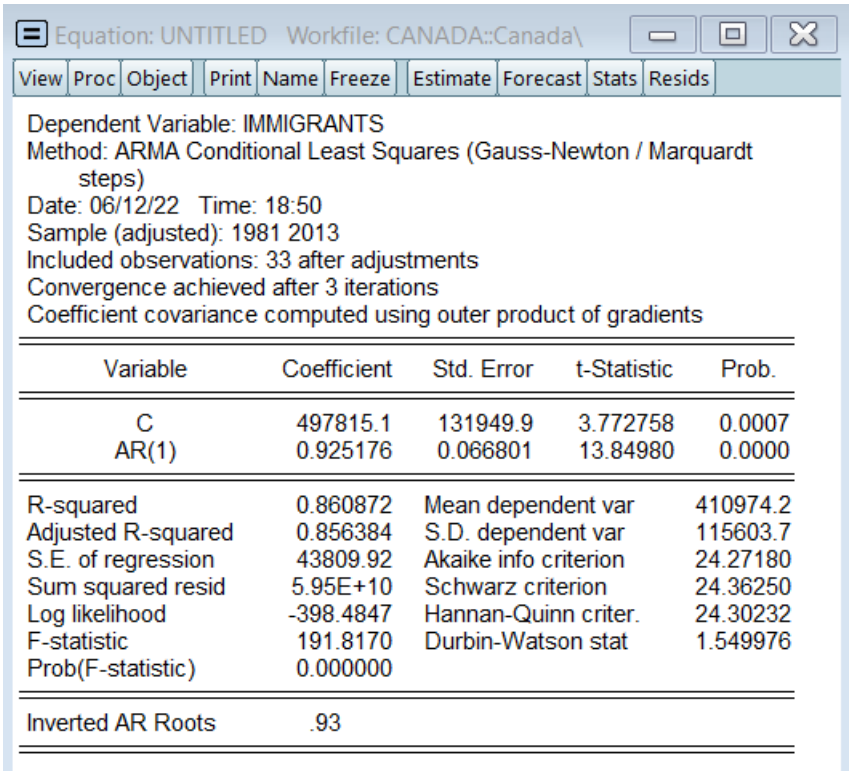


Orijinal seri (immigrants), tahmin (immigrants_karesel) ve hata (immigrants-immigrants_karesel) değerleri karşılaştırıldı.

Mevsimsel Olmayan Box-Jenkins Modelleri (ARMA)

ARMA(1,0)





Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 18:50
Sample (adjusted): 1981 2013
Included observations: 33 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	497815.1	131949.9	3.772758	0.0007
AR(1)	0.925176	0.066801	13.84980	0.0000

R-squared	0.860872	Mean dependent var	410974.2
Adjusted R-squared	0.856384	S.D. dependent var	115603.7
S.E. of regression	43809.92	Akaike info criterion	24.27180
Sum squared resid	5.95E+10	Schwarz criterion	24.36250
Log likelihood	-398.4847	Hannan-Quinn criter.	24.30232
F-statistic	191.8170	Durbin-Watson stat	1.549976
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.93

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

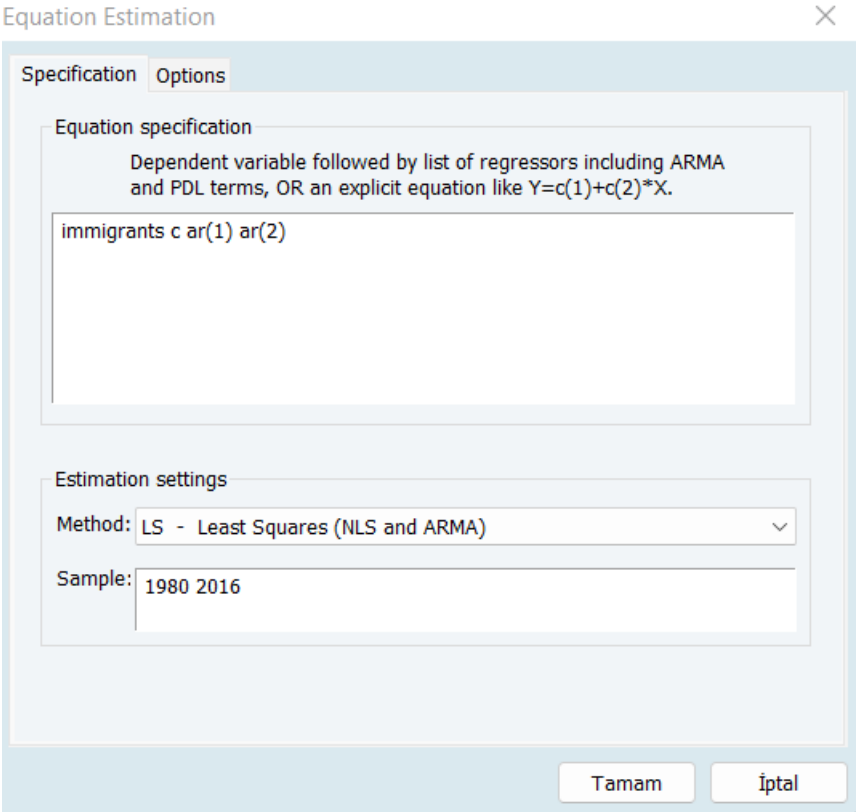
H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Sonuç: AR(1) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olduğundan bu model geçerli olarak kullanılabilir.

ARMA(2,0)



Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:26
Sample (adjusted): 1982 2013
Included observations: 32 after adjustments
Convergence achieved after 3 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	468822.2	84527.22	5.546405	0.0000
AR(1)	1.133010	0.176875	6.405713	0.0000
AR(2)	-0.238247	0.176583	-1.349209	0.1877

R-squared	0.866182	Mean dependent var	415777.1
Adjusted R-squared	0.856953	S.D. dependent var	114059.3
S.E. of regression	43138.97	Akaike info criterion	24.27130
Sum squared resid	5.40E+10	Schwarz criterion	24.40871
Log likelihood	-385.3408	Hannan-Quinn criter.	24.31685
F-statistic	93.85614	Durbin-Watson stat	1.985301
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.85	.28

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(1) katsayısı anlamlıdır.

AR(2) katsayısı:

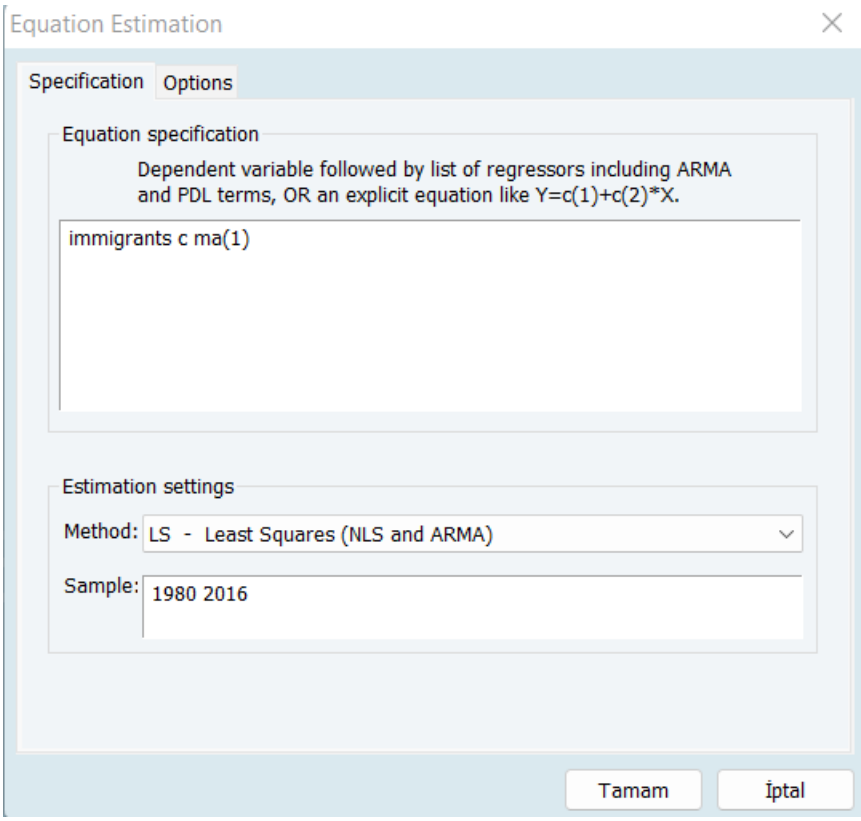
H_0: AR(2) katsayısı anlamsızdır.

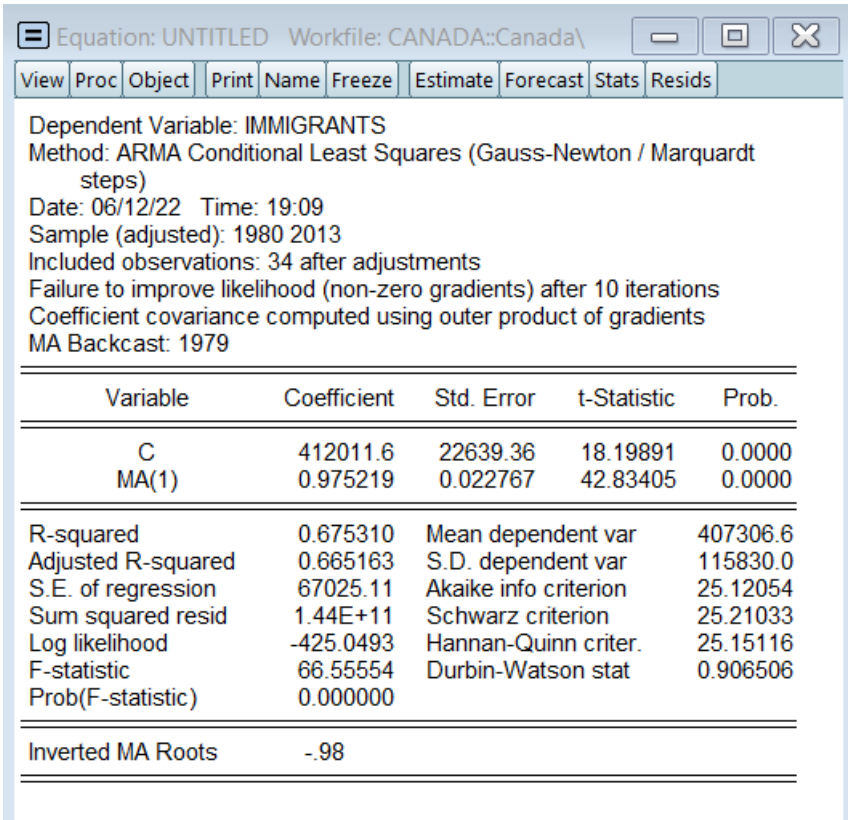
H_1: AR(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. AR(2) katsayısı anlamsızdır.

Sonuç: c katsayısı ve AR(1) anlamlı ama AR(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğundan bu model kullanılamaz.

ARMA(0,1)





Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:09
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 10 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1979

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	412011.6	22639.36	18.19891	0.0000
MA(1)	0.975219	0.022767	42.83405	0.0000

R-squared	0.675310	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.665163	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	67025.11	Akaike info criterion	25.12054
Sum squared resid	1.44E+11	Schwarz criterion	25.21033
Log likelihood	-425.0493	Hannan-Quinn criter.	25.15116
F-statistic	66.55554	Durbin-Watson stat	0.906506
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted MA Roots	-.98

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

MA(1) katsayısı:

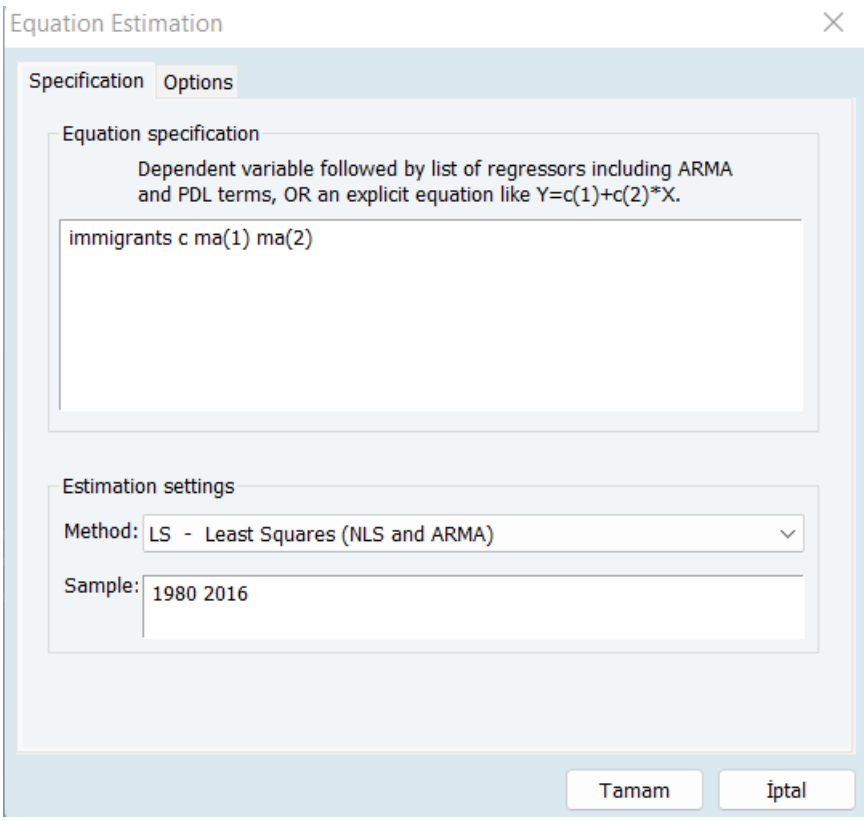
H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Sonuç: MA(1) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olduğundan bu model geçerli olarak kullanılabilir

ARMA(0,2):



Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:27
Sample (adjusted): 1980 2013
Included observations: 34 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 29 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1978 1979

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	419736.9	27894.66	15.04721	0.0000
MA(1)	1.235333	0.055845	22.12059	0.0000
MA(2)	0.892230	0.052183	17.09823	0.0000

R-squared	0.811044	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.798853	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	51949.05	Akaike info criterion	24.63801
Sum squared resid	8.37E+10	Schwarz criterion	24.77269
Log likelihood	-415.8462	Hannan-Quinn criter.	24.68394
F-statistic	66.52964	Durbin-Watson stat	1.449080
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted MA Roots	-.62-.71i	-.62+.71i

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

MA(1) katsayısı:

H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. MA(1) katsayısı anlamlıdır.

MA(2) katsayısı:

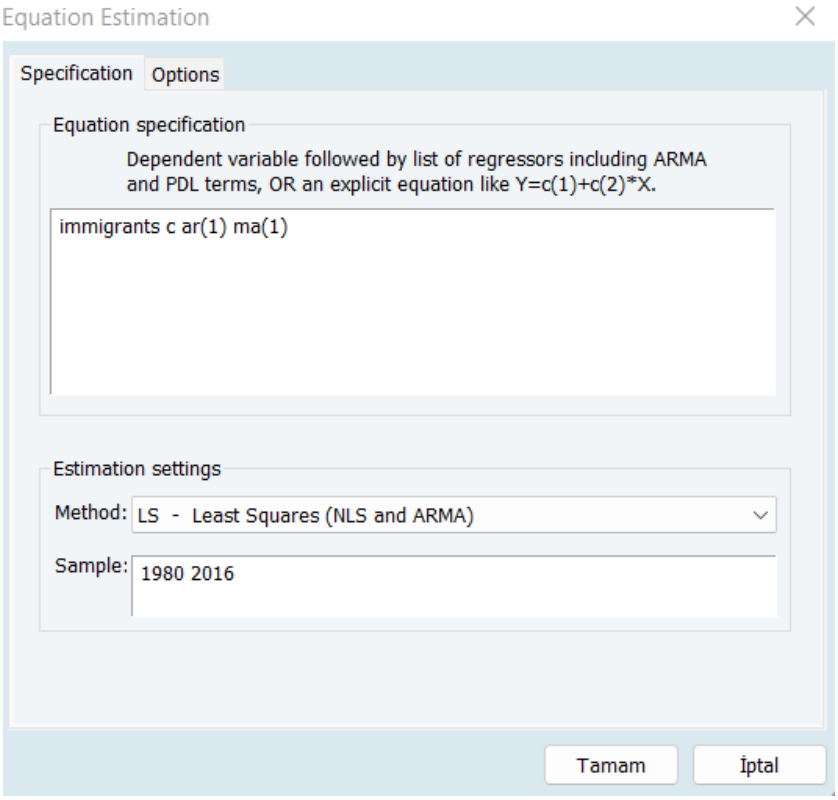
H_0: MA(2) katsayısı anlamsızdır.

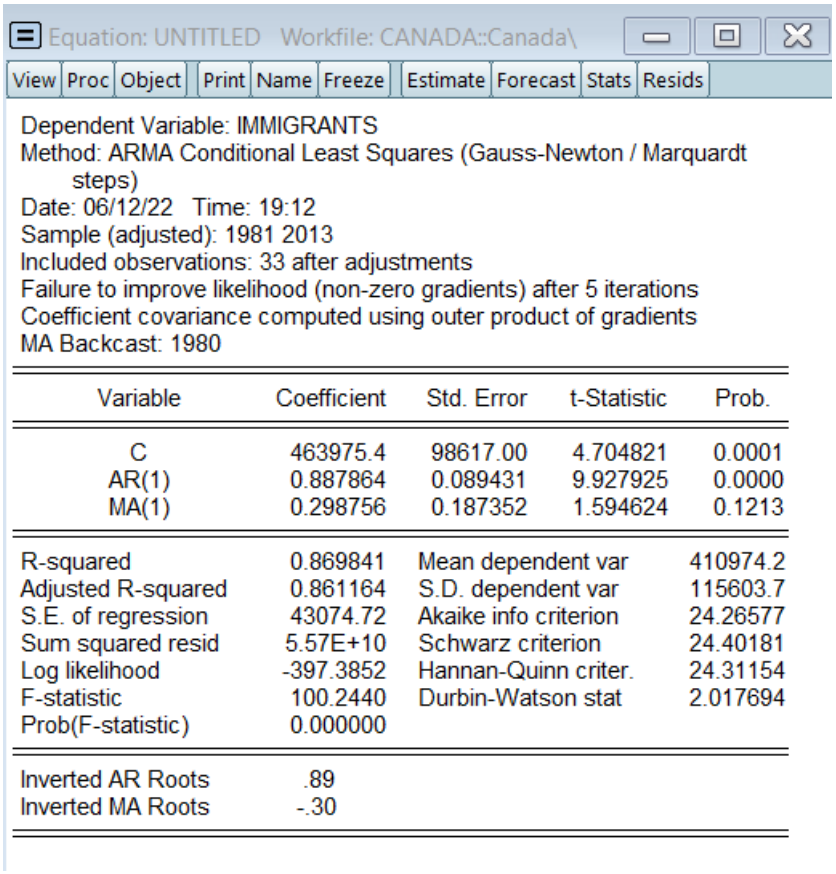
H_1: MA(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. MA(2) katsayısı anlamlıdır.

Sonuç: MA(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olduğundan bu model geçerli olarak kullanılabilir.

ARMA(1,1):





Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:12
Sample (adjusted): 1981 2013
Included observations: 33 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 5 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1980

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	463975.4	98617.00	4.704821	0.0001
AR(1)	0.887864	0.089431	9.927925	0.0000
MA(1)	0.298756	0.187352	1.594624	0.1213

R-squared	0.869841	Mean dependent var	410974.2
Adjusted R-squared	0.861164	S.D. dependent var	115603.7
S.E. of regression	43074.72	Akaike info criterion	24.26577
Sum squared resid	5.57E+10	Schwarz criterion	24.40181
Log likelihood	-397.3852	Hannan-Quinn criter.	24.31154
F-statistic	100.2440	Durbin-Watson stat	2.017694
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.89
Inverted MA Roots	-.30

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(1) katsayısı anlamlıdır.

MA(1) katsayısı:

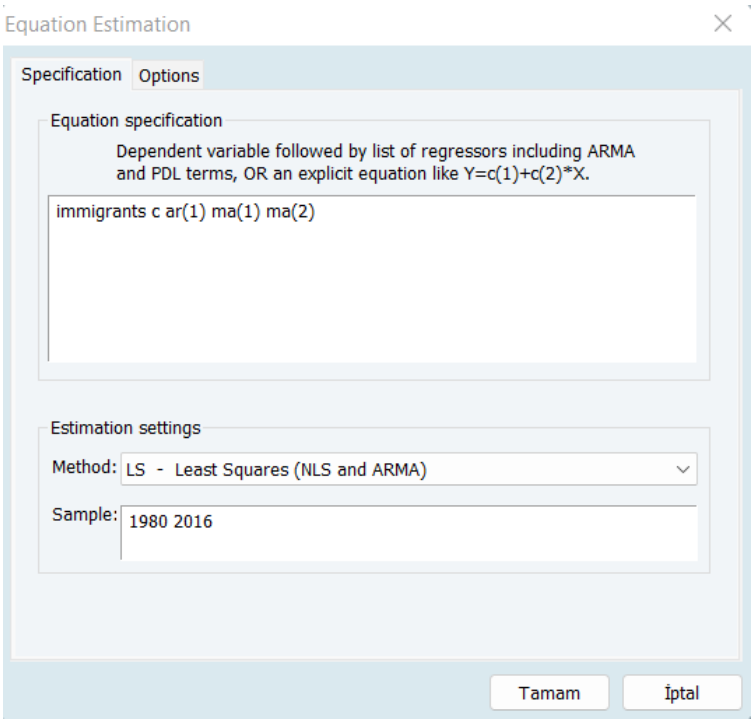
H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. MA(1) katsayısı anlamsızdır.

Sonuç: MA(1) katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğundan bu model kullanılamaz.

ARMA(1,2):



Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:30
Sample (adjusted): 1981 2013
Included observations: 33 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 7 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1979 1980

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	467916.5	107109.5	4.368581	0.0001
AR(1)	0.894970	0.097602	9.169598	0.0000
MA(1)	0.280856	0.212544	1.321399	0.1967
MA(2)	-0.034642	0.214732	-0.161325	0.8730

R-squared	0.869941	Mean dependent var	410974.2
Adjusted R-squared	0.856487	S.D. dependent var	115603.7
S.E. of regression	43794.29	Akaike info criterion	24.32561
Sum squared resid	5.56E+10	Schwarz criterion	24.50700
Log likelihood	-397.3725	Hannan-Quinn criter.	24.38664
F-statistic	64.65869	Durbin-Watson stat	2.000438
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.89	
Inverted MA Roots	.09	-.37

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(1) katsayısı anlamlıdır.

MA(1) katsayısı:

H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. MA(1) katsayısı anlamsızdır.

MA(2) katsayısı:

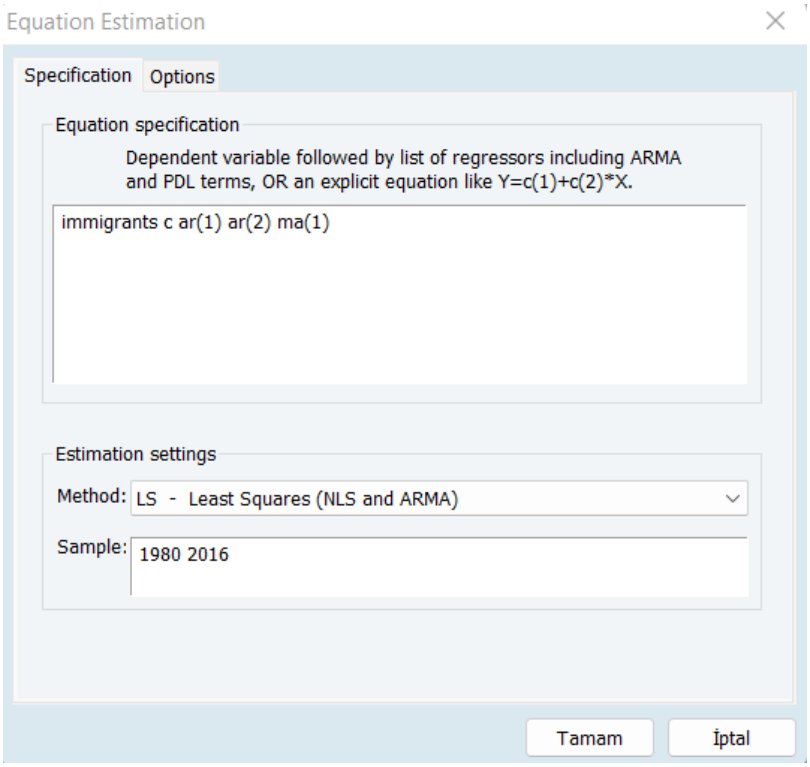
H_0: MA(2) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. MA(2) katsayısı anlamsızdır.

Sonuç: MA(1) ve MA(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğundan bu model kullanılamaz.

ARMA(2,1):



Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:31
Sample (adjusted): 1982 2013
Included observations: 32 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 16 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1981

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	474172.2	97279.27	4.874339	0.0000
AR(1)	0.690359	0.541387	1.275167	0.2127
AR(2)	0.171732	0.511302	0.335872	0.7395
MA(1)	0.477170	0.509829	0.935941	0.3573

R-squared	0.867043	Mean dependent var	415777.1
Adjusted R-squared	0.852797	S.D. dependent var	114059.3
S.E. of regression	43761.16	Akaike info criterion	24.32735
Sum squared resid	5.36E+10	Schwarz criterion	24.51057
Log likelihood	-385.2376	Hannan-Quinn criter.	24.38808
F-statistic	60.86458	Durbin-Watson stat	1.974389
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.88	-.19
Inverted MA Roots	-.48	

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. AR(1) katsayısı anlamsızdır.

AR(2) katsayısı:

H_0: AR(2) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. AR(2) katsayısı anlamsızdır.

MA(1) katsayısı:

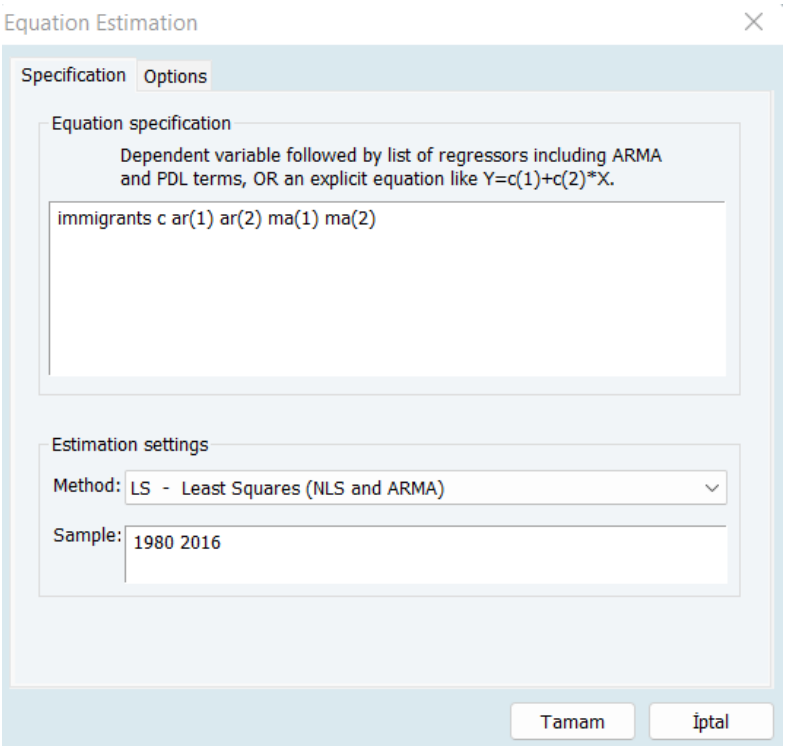
H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. MA(1) katsayısı anlamsızdır.

Sonuç: AR(1), AR(2) ve MA(1) katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğundan bu model kullanılamaz.

ARMA(2,2):



Equation: UNTITLED Workfile: CANADA::Canada\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: IMMIGRANTS
Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
Date: 06/12/22 Time: 19:32
Sample (adjusted): 1982 2013
Included observations: 32 after adjustments
Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 20 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
MA Backcast: 1980 1981

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	495282.5	16049.36	30.85995	0.0000
AR(1)	1.448694	0.214460	6.755070	0.0000
AR(2)	-0.526578	0.191745	-2.746242	0.0106
MA(1)	-0.650096	0.264641	-2.456519	0.0207
MA(2)	-0.347051	0.227679	-1.524297	0.1391

R-squared	0.910531	Mean dependent var	415777.1
Adjusted R-squared	0.897276	S.D. dependent var	114059.3
S.E. of regression	36556.68	Akaike info criterion	23.99372
Sum squared resid	3.61E+10	Schwarz criterion	24.22274
Log likelihood	-378.8995	Hannan-Quinn criter.	24.06963
F-statistic	68.69485	Durbin-Watson stat	2.067012
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.72+.04i	.72-.04i
Inverted MA Roots	1.00	-.35

c katsayısı:

H_0: c katsayısı anlamsızdır.

H_1: c katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. c katsayısı anlamlıdır.

AR(1) katsayısı:

H_0: AR(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(1) katsayısı anlamlıdır.

AR(2) katsayısı:

H_0: AR(2) katsayısı anlamsızdır.

H_1: AR(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. AR(2) katsayısı anlamlıdır.

MA(1) katsayısı:

H_0: MA(1) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(1) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den küçük olduğundan H_0 reddedilir. MA(1) katsayısı anlamlıdır.

MA(2) katsayısı:

H_0: MA(2) katsayısı anlamsızdır.

H_1: MA(2) katsayısı anlamlıdır.

Karar: Probability değeri 0.05'den büyük olduğundan H_0 reddedilemez. MA(2) katsayısı anlamsızdır.

Sonuç: MA(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamsız olduğundan bu model kullanılamaz.

ARMA(1,0), ARMA(0,1) ve ARMA(0,2) kullanılabilir modellerdir.

Modellerin hata katsayıları (R^2):

ARMA(1,0) = 0,860872

ARMA(0,1) = 0,675310

ARMA(0,2) = 0,811044

Kullanılabilir modellerin R^2'leri kıyaslandığında en iyi modelin ARMA(1,0) olduğuna karar verildi.

Sonuç ve Nihai Tahmin

Karesel Trend Modeli

R-squared	0.732961	Mean dependent var	407306.6
Adjusted R-squared	0.715733	S.D. dependent var	115830.0
S.E. of regression	61756.76	Akaike info criterion	24.98389
Sum squared resid	1.18E+11	Schwarz criterion	25.11857
Log likelihood	-421.7262	Hannan-Quinn criter.	25.02982
F-statistic	42.54397	Durbin-Watson stat	0.534449
Prob(F-statistic)	0.000000		

Holt'un Üstel Düzleştirmesi

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.0000
Sum of Squared Residuals		6.20E+10
Root Mean Squared Error		42698.05
End of Period Levels:	Mean	518042.0
	Trend	8576.353

Mevsimsel Olmayan Box-Jenkins Modelleri ARMA(1,0)

R-squared	0.860872	Mean dependent var	410974.2
Adjusted R-squared	0.856384	S.D. dependent var	115603.7
S.E. of regression	43809.92	Akaike info criterion	24.27180
Sum squared resid	5.95E+10	Schwarz criterion	24.36250
Log likelihood	-398.4847	Hannan-Quinn criter.	24.30232
F-statistic	191.8170	Durbin-Watson stat	1.549976
Prob(F-statistic)	0.000000		

Holt'un üstel düzleştirmesi için R^2 değeri olmadığından Sum of Squared Residuals karşılaştırıldı. En düşük değere sahip model Karesel Trend Modeli'dir.

2014-2015-2016 yılları için Kanada'nın alacağı tahmini göç sayısı aşağıdaki gibidir.

2014	504675.0		
2015	502310.7		
2016	499285.6		

KAYNAKÇA

- https://www.kaggle.com/datasets/rohankarthik/international-migration-flow-canada
- https://www.clarify.io/learn/time-series-data
- http://canererden.com/zaman-serisi-tahminleri-ve-arima-modelleri/
- https://www.influxdata.com/what-is-time-series-data/
- https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/a-comprehensive-guide-to-time-series-analysis/